

ՀՄՍՀ ԳԱ Տեղեկագիր

**ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ**  
**НАУКИ О ЗЕМЛЕ**  
**EARTH SCIENCES**



Издается преимущественно на русском, а также на армянском и английском языках

#### ԽՄՐԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈՒՆԳԻԱ

ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Տ. Ասլանյան (պատասխանատու խմբագիր),  
տեխն. գիտ. թեկն. Ա. Վ. Բաղայան, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Բ. Բաղդասարյան,  
երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Գ. Պ. Բաղդասարյան, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ. անդամ  
Ա. Հ. Գաբրիելյան, երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Է. Խ. Գուլյան, երկրա-հանք.  
գիտ. դոկտ. Է. Ա. Խաչատրյան (պատասխանատու խմբագրի տեղակալ), ՀՍՍՀ  
ԳԱ ակադ. Հ. Գ. Մաղաբյան, երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Ի. Տ. Միրզանյան,  
ՀՍՍՀ ԳԱ ակադ. Ա. Գ. Նազարով, երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Կ. Գ. Շիրինյան,  
Է. Ա. Թոստոմովա (պատասխանատու քարտուղար), երկրա-հանք. գիտ. թեկն.  
Ա. Ի. Ֆարամուզյան (պատասխանատու խմբագրի տեղակալ):

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Член-корр. АН Арм. ССР А. Т. Асланян (ответственный редактор),  
член-корр. АН Арм. ССР А. Б. Багдасарян, канд. геол.-мин. наук Г. П. Баг-  
дасарян, канд. техн. наук С. В. Бадалян, член-корр. АН Арм. ССР А. А.  
Габриелян, канд. геол.-мин. наук Э. Х. Гулян, акад. АН Арм. ССР И. Г.  
Магакьян, канд. геол.-мин. наук Р. Т. Мириджанян, акад. АН Арм. ССР  
А. Г. Назаров, Э. С. Ростомова (ответственный секретарь), канд. геол.-  
мин. наук А. С. Фарамизян (заместитель ответственного редактора), докт.  
геол.-мин. наук Э. А. Хачатурян (заместитель ответственного редактора),  
канд. геол.-мин. наук К. Г. Ширинян.

ՀՍՍՀ ԳԱ հրատարակչություն  
Издательство АН Армянской ССР

Հանդեսը լույս է տեսնում տարին 6 անգամ  
Հիմնված է 1943 թ.

Журнал выходит 6 раз в год  
Основан в 1943 г.

Խմբագրության հասցեն՝  
375019, Երևան 19, Բարեկամության 24ա.

Адрес редакции:  
375019, Ереван 19, Барекамутян, 24а.

Дм 409

СОДЕРЖАНИЕ

А. Т. Асланян, Р. Л. Мелкоян. О некоторых методических вопросах развития геологических исследований в Армянской ССР . . . . .	3
Р. Т. Джрбашян, А. А. Садоян. Существуют ли нижнеэоценовые вулканические и вулканогенно-осадочные породы в бассейне левобережья р. Аракс? . . . . .	9
Ю. Р. Каграманов. О перспективах нефтегазоносности эоценовых отложений территории Армянской ССР . . . . .	18
Р. С. Мовсесян. Геологическое строение и особенности структуры Армаинского полиметаллического месторождения . . . . .	23
Г. О. Пиджян, Ш. О. Амирян, А. И. Карапетян, А. С. Фармазян. Минеральные ассоциации теллуридов в главнейших рудных формациях Армянской ССР . . . . .	31
В. О. Пароникян. Количественный минеральный состав полиметаллических руд Армянской ССР . . . . .	42
К. Г. Асланян, В. Б. Мурадян. К вопросу о синтезе некоторых гранатов . . . . .	50
Е. П. Леман, А. А. Тамразян, В. А. Арцыбашев. Поток вторичных излучений и структурные коэффициенты для гетерогенной среды с биномиальным законом распределения неоднородностей . . . . .	57
В. Б. Гамоян. Характер поля блуждающих токов при наличии тела сферической формы . . . . .	64
А. К. Караханян. Термомагнитные исследования палеогенских эффузивов Армении . . . . .	71

Научная хроника

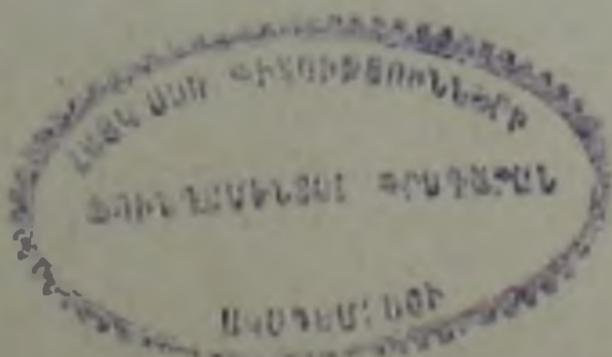
В. А. Агамалян, С. Г. Рудаков. Некоторые проблемы корреляции доварисских и варисских событий в Средиземноморской части Альпийского пояса (по результатам Полевой встречи участников Международного Проекта № 5 МПГК 1—10 октября 1979 г. в Болгарии) . . . . .	77
--	----

Рефераты

А. А. Тащян. Положение горизонта с <i>Spiralites subtarchanensis Zhichenko</i> в разрезе миоценовых отложений Араратской котловины . . . . .	85
Г. М. Бабуриян, В. В. Бирсегян, А. А. Халотян. Выяснение глубины залегания и формы интрузивных тел в пределах Гехинского рудного узла на основе анализа наблюдаемого магнитного поля . . . . .	88

Юбилейные даты

Гавриил Павлович Завриев (к 70-летию со дня рождения) . . . . .	39
---	----



Բ Ո Վ Ա Ն Գ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Ա. Տ. Ասլանյան, Թ. Լ. Մելիֆոնյան. Հայկական ՍՍՀ երկրաբանական ճեղքատու- թյունների զարգացման մի քանի մեթոդական հարցերի մասին . . . . .	3
Թ. Տ. Զբրաշյան, Հ. Ա. Սաղոյան. Գոյություն ունեն արդյո՞ք ստորին էոցենյան հա- սակի Նրարխային և հրարխածին-նստվածքային ապարներ Արաքս գետի ձախափնյա ավազանում . . . . .	9
Յու. Թ. Կազրամանով. Հայկական ՍՍՀ տարալքի էոցենյան նստվածքների նստվածքազա- րերության ճեղքանկարների մասին . . . . .	19
Թ. Ս. Մոզսեսյան. Արմանիսի բազմամետաղային հանքավայրի երկրաբանական կառույց- վածքը և ստրուկտուրային առանձնահատկությունները . . . . .	23
Գ. Հ. Փիլյան, Շ. Հ. Ամիրյան, Ա. Ի. Կարապետյան, Ա. Ս. Չաբամազյան. Տիլլուրիդների միներալային ասոցիացիաները Հայկական ՍՍՀ զլխավոր հանքային ֆորմացիա- ներում . . . . .	31
Վ. Հ. Պարոնիկյան. Հայկական ՍՍՀ բազմամետաղային հանքանյութերի քանակական միներալային կազմը . . . . .	42
Կ. Գ. Ասլանյան, Վ. Բ. Մուրադյան. Զրոշ նոնաբարների սինթեզի հարցի վերաբերյալ . . . . .	50
Ի. Պ. Լեման, Ա. Ա. Խամբազյան, Վ. Ա. Արզիբաշև. Երկրորդական ճառագայթման հոս- քը և կառուցվածքային գործակիցները անհամասեռությունների ընդամայն քաղխամար տարակազմ միջավայրի համար . . . . .	57
Վ. Բ. Դանոյան. Թափառող ճոսանքների դաշտի բնույթը գնդաձև մարմնի տոկայություն դեպքում . . . . .	64
Ա. Կ. Կարախանյան. Հայաստանի պալեոգենի էֆուզիվների թերմոմագնիսական ուսում- նասիրությունները . . . . .	71

ԳԻՏԱԿԱՆ ԽՐՈՆԻԿԱ

Վ. Ա. Աղամալյան, Ս. Գ. Լեոյակով. Այպիական գոտու Միջերկրածովային մասի մինչ- վարիսյան և վարիսյան իրադարձությունների համահարաբերակցության մի քանի խնդիրներ (ըստ 1979 թ. հոկտեմբերի 1—10-ը Բուլղարիայում կայացած ԵՂՄՊ № 5 Միջազգային նախագծի մասնակիցների Գաշտային հանդիսման արդյունքների) . . . . .	77
---	----

ԻՆՖԵՐԱՏՈՆԵՐ

Ա. Ա. Տաշյան. Spirialis subtarchanensis Zhichenko պարունակող հորիզոնի գիրքը Արարատյան գոգավորության միոցենի նստվածքների կտրվածքում . . . . .	85
Գ. Մ. Խարուբյան, Վ. Վ. Բարսեղյան, Ա. Ա. Խալարյան. Գեղիի հանքային հանգույցի սահմաններում ինտրուզիվ մարմինների տեղադրման խորության և ձևի պարզա- բանումը դիտարկված մագնիսական դաշտի վերլուծության հիման վրա . . . . .	88

Հորեկյանական տարեկներ

Գարրիել Պավելի Զավրիկ (ծննդյան 70-ամյակի առթիվ) . . . . .	89
---	----

УДК 001 : 35 (479.25)

А. Т. АСЛАНЯН, Р. Л. МЕЛКОНЯН

## О НЕКОТОРЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ ВОПРОСАХ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АРМЯНСКОЙ ССР

Дальнейшее развитие фундаментальных разработок в области изучения строения и состава земной коры и верхней мантии с целью исследования процессов формирования и закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых диктует необходимость широкого внедрения в практику работ достижений в области химии, физики, термодинамики, теории моделирования, дистанционного изучения земных ресурсов и т. д. Оптимальное сочетание новейших и традиционных методов исследований, в зависимости от конкретных задач, является залогом максимальной эффективности научно-исследовательских и прикладных разработок. Ставятся вопросы совершенствования организационных форм использования уникального научного оборудования и подготовки геологических кадров.

Директивами XXV съезда КПСС перед советской наукой были поставлены большие и ответственные задачи, выполнение которых предполагает сочетание глубоких фундаментальных исследований с комплексными разработками прикладного характера. В области геологии важнейшим направлением научных работ было признано изучение земной коры и верхней мантии Земли в целях исследования процессов формирования и закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых. Успешное выполнение этой многогранной проблемы требует повышения уровня геологических исследований на качественно новую ступень. Необходимым условием этого является прежде всего дальнейшее расширение фундаментальных геолого-геофизических исследований строения, состава и эндогенного режима внешних зон Земли до глубин минимум 300 км. Определенным вкладом в этом направлении явились результаты выполненных в Институте геологических наук АН Армянской ССР исследований гипербазитовых поясов и спрединговых структур литосферы, критериев изменения объема Земли, причин дугообразного плана деформационных мегаструктур земной коры, соотношение между чандлеровскими колебаниями полюсов Земли и землетрясениями, между квазисуточной нутацией и магнитным полем Земли, магматических формаций, новейшего вулканизма, металлогении, геологии рудных месторождений, геохимии и др. Они проливают новый свет на проблемы внутреннего строения нашей планеты, закономерности развития тектонических и магматических явлений и связанных с ними процессов рудообразования.

За последние годы, благодаря широкому комплексу научно-исследовательских и геологоразведочных работ, проведенных на территории республики ИГи и ИГИС АН Армянской ССР, Управлением геологии и Уп-

равлением цветной металлургии Совета Министров Армянской ССР, высшими учебными заведениями и некоторыми подразделениями центральных институтов страны, установлены основные закономерности его геологического строения и размещения полезных ископаемых, составлены различные общие и специализированные геологические, тектонические, магматические, металлогенические, литологические, гидрогеологические, геофизические карты, образующие теоретическую основу прогноза и поисков месторождений полезных ископаемых. В результате этих работ значительно увеличены и расширены минерально-сырьевые ресурсы республики, в первую очередь в районах действующих горнодобывающих предприятий, выявлены новые для республики виды минерального сырья, открыт целый ряд новых месторождений нерудных полезных ископаемых и источников водоснабжения. В настоящее время перед геологической службой поставлены новые сложные задачи, имеющие целью наращивание запасов полезных ископаемых на глубину и под покровами вулканических пород новейшего времени.

Учитывая высокую степень геологической изученности и оплодотворенности территории республики, представляется крайне необходимой разработка научных основ прогнозирования скрытого оруденения. На повестке дня поставлен вопрос о переходе на составление карт с *количественной* оценкой прогнозных запасов полезных ископаемых.

Решение этой важной для народного хозяйства задачи связано, в частности, с разработкой таких научных проблем, как физико-химические условия формирования месторождений полезных ископаемых, характер связи оруденения с магматизмом и источники рудного вещества, формы и пути его миграции и концентрации в недрах и на поверхности Земли и др. Традиционные геологические методы исследований уже не в состоянии обеспечить успешную разработку этих проблем. Необходимо широкое внедрение современных методов исследований, использующих достижения точных наук—физики, химии, математики. Опыт применения геохимических методов поисков скрытого оруденения показал его высокую эффективность и необходимость широкого внедрения в практику поисковых и геологоразведочных работ. Большие перспективы имеют термобарогеохимические, изотопные и экспериментальные методы исследования, которые дают в первом приближении количественную оценку сложных природных процессов. Всестороннее изучение расплавных и газожидких включений в минералах пород и руд позволяет получить уникальную информацию о термодинамических и физико-химических условиях формирования различных типов горных пород и месторождений полезных ископаемых, использовать ее в прикладных целях, в частности, при проведении поисково-разведочных и региональных металлогенических работ. Исследования, выполненные в этом направлении в ИГН, позволили установить основные параметры термодинамических условий образования главнейших медно-молибденовых месторождений Загезура, получить первые результаты температур гомогенизации расплавных включений в отдельных типах пород. На повестке дня стоит вопрос

о разворачивании аналогичных работ во всех главнейших рудных районах республики.

Широкие возможности для познания процессов породо- и рудообразования открывает изучение изотопного состава стронция, кислорода, углерода, азота, свинца. Исследование изотопного состава элементов в породах и рудах знаменует собой переход на качественно новый — молекулярный уровень изучения их вещественного состава. Выполненные в ИГН кислородно-изотопные исследования позволили получить принципиально новую информацию для оценки роли процессов дифференциации и ассимиляции при формировании габбро-гранитоидных серий и определения характера связи с ними месторождений полезных ископаемых. Кислородно-изотопные исследования позволяют однозначно устанавливать генетический тип природных вод, а также количественно оценить массу воды, участвовавшей в палеогидротермальных рудоносных системах. Использование этого метода для изучения остатков ископаемой фауны открывает новые возможности реставрации палеоклиматических условий, которые существовали на нашей планете десятки и сотни миллионов лет тому назад и имели немаловажное значение для образования осадочных месторождений полезных ископаемых.

Природная обстановка, в которой происходят различные процессы породо- и рудообразования, весьма сложна и изменчива, и вполне понятны те трудности, которые стоят перед экспериментальным воссозданием этих условий. Достаточно отметить, что если даже самая простая система, в которой происходит породообразование, состоит из девяти основных компонентов, то в современном эксперименте их число ограничено лишь пятью. Однако, несмотря на это обстоятельство, в последние годы как у нас в стране, так и за рубежом, достигнуты определенные успехи в области изучения физико-химических условий и термодинамических характеристик, определяющих возникновение и эволюцию магм различного состава, полей стабильности минералов в различных системах, синтеза минералов, оптимальных физико-химических условий переноса и концентрации рудного вещества. Важное теоретическое и прикладное значение этих исследований, как и необходимость широкого внедрения эксперимента в практику наших работ, не вызывает сомнений. Начатые в этой области разработки в Гарнийской научно-исследовательской базе ИГН являются первым шагом в этом новом для нас перспективном направлении. В настоящее время здесь планируются работы по моделированию процессов образования медно-молибденовых и золотосодержащих руд.

Сегодня в распоряжении геологов, исследующих минеральное вещество, находятся также достижения в области физики твердого тела. Применение мессбауэровской и инфракрасной спектроскопии, электронно-парамагнитного и ядерно-магнитного резонанса и др. открывает совершенно новые возможности в познании физической природы минералов, а также некоторых важных процессов породо- и рудообразования. Более высокий уровень изучения состава и особенностей внутренней

структуры минералов обеспечивает применение нового поколения рентгеноспектральных микроанализаторов, электронных сканирующих микроскопов, электронографов, дифрактометров, дериватографов и др.

Для изучения земных ресурсов в настоящее время широко используются результаты космических исследований. Высокоинформативные и уникальные космические и аэровысотные снимки позволили охватить исследованиями большие территории и расшифровать ряд особенностей их геологического строения, которые обычными методами не были выявлены. В частности, на территории нашей республики выделен целый ряд ранее неизвестных скрытых зон разломов и оползневых блоков. Сам факт их обнаружения имеет большое значение, поскольку позволяет более уверенно планировать строительство крупных промышленных объектов и по-новому ставить вопросы народно-хозяйственного освоения отдельных районов республики. В этой связи необходимо значительно расширить работы по изучению грунтовых комплексов республики и их инженерно-геологической типизации с целью количественного прогнозирования и предотвращения вредного влияния геодинамических процессов (землетрясений, оползней, обвалов, селевых потоков и др.), в первую очередь в районах городов, крупных строек, рудников и других важных инженерных сооружений.

Важная информация может быть получена также при проведении инфракрасной и радарной аэросъемки, особенно для целей прогнозирования скоплений подземных вод и источников подземного тепла. По-прежнему исключительно актуальными являются задачи бурения единичных, глубоких (1500—2000 м) структурно-опорных скважин в важнейших рудных районах, тектонических узлах регионального комплекса республики, глубинное геофизическое зондирование, трассирование и геометризация выступов кристаллического фундамента, зон разломов, типизация изверженных и осадочных пород применительно к решению металлогенических задач и др.

Наше время характеризуется математизацией почти всех научных дисциплин, и геология в этом отношении не составляет исключения. Широким фронтом происходит внедрение математических методов с применением ЭВМ для подсчета запасов руд и оценки степени их достоверности, определения параметров рудных залежей по минимуму разведочных работ, разработки общегеологических стандартов, разбраковки геохимических аномалий, обработки и стандартизации результатов аналитических исследований, планирования геологоразведочных работ. Математические методы и ЭВМ широко применяются у нас также при решении различных геофизических задач, в том числе по изучению глубинного строения территории республики.

Весьма своевременной представляется задача разработки принципов автоматизированного анализа уникальной информации, полученной с помощью различных космических аппаратов, разработка вопросов имитационного моделирования применительно к геологическим задачам.

Необходимость широкого внедрения современных методов исследований в практику наших работ не означает, однако, отхода от традиционных методов геологии. В частности, не вызывает сомнений необходимость дальнейшего развития палеонтологического метода, являющегося надежной основой для разработки и уточнений стратиграфии фанерозойских отложений.

Решение сложных задач, стоящих перед геологической наукой и практикой, невозможно без широкого применения всего арсенала новейших и традиционных методов научных исследований. Оптимальное их сочетание в зависимости от конкретных задач позволит обеспечить максимальный эффект научно-исследовательских и прикладных разработок. В этой связи злободневным является вопрос своевременного обеспечения научно-исследовательских институтов современным лабораторным оборудованием и измерительно-вычислительной техникой. Уникальность и высокая стоимость многих приборов диктуют необходимость создания общеакадемических и межведомственных лабораторных комплексов, способных обеспечить наиболее эффективное использование имеющегося в республике приборного парка.

Другим вопросом, требующим своего решения, является необходимость резкого повышения уровня подготовки геологических кадров в вузах республики—в Ереванском государственном университете и в Ереванском политехническом институте им. К. Маркса. Необходимо также значительно усилить подготовку студентов по математике, физике, химии, термодинамике, механике, теории моделирования и предусмотреть более узкую специализацию студентов на старших курсах. С этой целью следует установить более тесные контакты между научно-исследовательскими институтами и высшей школой.

Реализация указанных выше мероприятий позволит поднять уровень наших исследований на качественно новую ступень и успешно решить сложные задачи, которые стоят перед работниками геологической науки и геологоразведочной службы республики.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 15.XI.1979.

Ա. Տ. ԱՍԿԱՆՅԱՆ, Թ. Ը. ՄԵԼԵՆՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՕՇ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ  
ԶԱՐԳԱՅՈՒՄԱՆ ԿԻ ՔԱՆԻ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ ՀԱՐՅԵՐԻ ԿԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հիմնավոր հետազոտությունների հետագա զարգացումը երկրակեղևի և վերին մանտիայի կառուցվածքի ու կազմի ուսումնասիրման բնագավառում սղտակար հանածոների հանրավայրերի առաջացման պայմանների և տեղա-

բաշխման օրինաչափությունների պարզաբանման նպատակով, թելադրում է աշխատանքային գործունեության մեջ քիմիայի, ֆիզիկայի, թերմոդինամիկայի, մոդելացման տեսության, երկրային ռեսուրսների դիստանցիոն ուսումնասիրման բնագավառներում ձեռք բերված նվաճումների ներդրումը:

Հետազոտման նորություն և ավանդական մեթոդների ամենաբարենպաստ զուգակցումը՝ կախված խնդիրների յուրահատկությունից, հանդիսանում է գիտահետազոտական և կիրառական մշակումների առավելագույն էֆեկտիվության գրավականը: Առաջ են բաշխում հազվագյուտ գիտական սարքավորման օգտագործման կազմակերպչական ձևերի և երկրաբանական կադրերի պատրաստման կատարելագործման հարցեր:

A. T. ASLANIAN; R. L. MELKONIAN

## ON SOME METHODOLOGICAL PROBLEMS OF THE GEOLOGICAL INVESTIGATIONS' DEVELOPMENT IN THE ARMENIAN SSR

### Abstract

The fundamental elaborations' subsequent development in the earth's crust and the upper mantle structure and composition studying, with the purpose of investigating the processes of formation and the regularities of distribution of the ore deposits, dictates the broad incultation on the works' practice the achievements of chemistry, physics, thermodynamics, theory of modelling, distantional researches of the Earth's resources etc. The optimal combination of the modern and traditional investigation methods, depending on the concrete problems, is the pledge of maximal effectiveness of research and practical elaborations.

The problems of making the most of an unique scientific equipment organizational forms and training of geological personnel are raised.

УДК 552.313.143(479.25)

Р. Т. ДЖРБАШЯН, А. А. САДОЯН

## СУЩЕСТВУЮТ ЛИ НИЖНЕЭОЦЕНОВЫЕ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ И ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ В БАССЕЙНЕ ЛЕВОБОЕРЕЖЬЯ р. АРАКС?

На основании изучения палеогеновых отложений и анализа работ предыдущих исследователей авторы статьи заключают, что в бассейне левобережья р. Аракс (Армянская ССР и Нахичеванская АССР) не образовались вулканические и вулканогенно-осадочные породы нижнеэоценового возраста. Анализ фаций, петрографо-минералогические, спектро-химические исследования пород нижней части вулканогенно-осадочной толщи палеогена показывают, что эта толща повсеместно в левобережье р. Аракс относится к среднему эоцену.

Прежде чем ответить на этот вопрос, следует указать, что до настоящего времени специальные исследования по данной проблеме не проводились. Вопросы возраста вулканогенно-осадочных и вулканических образований, широко развитых в бассейне левобережья р. Аракс в пределах территории Арм. ССР и смежных районов Нахичеванской АССР, рассматривались прямо или косвенно многими исследованиями регионально-геологического, металлогенического плана и не получили однозначного решения.

Существующие по данной проблеме мнения можно объединить в две группы. Одни исследователи [1, 3, 4, 12] нижнюю часть вулканогенно-осадочной толщи палеогена относят к нижнему эоцену. И соответственно, к нижнеэоценовому возрасту относят также мощную вулканогенную толщу, развитую в водораздельных частях Зангезурского, Пирамсарского, Баргушатского хребтов, в бассейнах рек Вохчи, Гехи, Сисиан, Гилянчай, Дуглунчай, Ванандчай и др., исходя главным образом из ее стратиграфического положения. Они считают, что указанная толща подстилается фаунистически охарактеризованными отложениями датского яруса—палеоцена и во многих пунктах перекрывается вулканогенно-осадочной толщей среднего эоцена. Для обоснования нижнеэоценового возраста толщи приводится [1] единственный список фауны мелких фораминифер из района с. Чананаб: *Globorotalia ex gr. canariensis* (d'Orb.), *G. grassula* Cushm. et Stew., *Cibicides perlusidus* Nuttal, *Anomalina ex gr. grosserugosa* Cümb., *Globigerina velascoensis* Cushm., *Gl. bulloides* d'Orb., *Glomospira charoides* (Jon. et Park), *Cyclammina* sp., *Radiolaria* и др. (определения Д. М. Халилова). Однако здесь же следует заметить, что некоторые фораминиферы этого списка часто встречаются также в среднем и даже в верхнем эоцене.

А. А. Габриелян [4] терригенно-карбонатные и вулканогенно-осадочные флишоподные образования бассейна р. Азат относил к датскому ярусу—нижнему эоцену. Фаунистические данные, по которым был датирован возраст всей этой разнородной толщи, относятся к ее нижней, терригенно-карбонатной части. Верхняя, туфогенная часть разреза (мощностью до 1000 м по линии с.с. Байбурт-Гохт) на основании палеонтологических (встречаются среднеэоценовые нуммулиты), стратиграфических и литологических данных [2, 6, 13, 14] относится к среднему эоцену.

Среди исследований второй группы [7, 11, 16] большой интерес представляет работа А. А. Габриеляна и Т. А. Мамедова, в которой на основании новых палеонтологических данных доказывается среднеэоценовый возраст всей вулканогенно-осадочной толщи южного Сюника и Нах. АССР.

К среднему эоцену А. Т. Вегуни и П. П. Епремян [6] относят также вулканические и туфогенные образования бассейна правых притоков р. Воротан. В пользу данного мнения приводятся следующие (косвенные) доводы:

1. На территории Армянской ССР нижнеэоценовые образования в тех местах, где они известны, сложены осадочными породами (известняки, песчаники и др.) и имеют небольшую мощность.

2. Палеогеновый вулканизм был интенсивным в начале среднего эоцена.

3. Имеется большое сходство петрографического состава вулканогенных пород описанного разреза и пород среднего эоцена других районов. К сожалению, они не указывают, именно какое сходство наблюдается между ними.

Нижнеэоценовые отложения, представленные в терригенно-карбонатных литофациях, широко развиты в пределах Нах. АССР [7]. По данным Т. А. Мамедова [7], «в полосе Ордубад-Карадара нижний эоцен, являясь непосредственным продолжением в разрезе верхнего палеоэоцена, представлен терригенно-флишоподными образованиями, состоящими из песчаных органогенно-обломочных известняков, известковистых полимиктовых песчаников, алевролитов с иероглифами, мощностью около 1000 м, богато охарактеризованных фауной нуммулитов и моллюсков». Таким образом и в Нахичеванской АССР изменяется стратиграфический уровень верхних слоев карбонатно-терригенных отложений, подстилающих вулканогенно-осадочную толщу палеогена. Если раньше Ш. А. Азизбеков и другие его считали палеоэоценовым, то в свете новых данных этот уровень стал нижнеэоценовым. Следовательно, возраст вулканогенно-осадочной толщи, перекрывающей карбонатно-терригенные отложения, является среднеэоценовым.

В пределах южного Сюника на территории Арм. ССР, фаунистически охарактеризованные нижнеэоценовые отложения не установлены. Однако таковые в тех же литофациях, и так же сменяющие в разрезе отложения дания-палеоэоцена, но в небольших мощностях, развиты в смежных областях Вайка и Ереванского прогиба [8].

Вулканические и вулканогенно-осадочные образования среднего эоцена, достигающие мощности 2000 м, пользуются в левобережье р. Аракс большим распространением.

Собственно вулканические образования палеогенового возраста в исследуемом районе находятся в довольно сложных геологических взаимоотношениях с описываемыми вулканогенно-осадочными отложениями. Поэтому уточнение возраста последних во многом определит возраст проявления вулканизма. Специальные работы по изучению условий формирования, вещественного состава и эволюции палеогенового вулканизма Загезура [9] позволили по-новому рассмотреть данный вопрос.

Формирование «капутджухского вулканического комплекса», представленного лавами и лавобрекчиями андезито-базальтов и андезитов, а также их субвулканическими фациями, происходит синхронно и часто сменяет во времени накопления вулканогенно-осадочных толщ среднего эоцена. Об этом говорят описанные нами многочисленные факты прорывания вулканиками слоистых вулканогенно-осадочных флишеидных пород среднего эоцена по Загезурскому, Пирамсарскому, Баргушатскому хребтам, а также в бассейнах рек Гилянчай, Ванандчай, Вохчи, Гехи, Сисиан и др.

Мощная вспышка вулканизма в среднем эоцене приводит к формированию сложнофациального комплекса лав, лавобрекчий, агломератовых лав, туфов и туфобрекчий, а также субвулканических тел разных форм и морфологии. Образования, слагающие описываемый комплекс, пользуются в районе весьма широким развитием [9, 10].

Петрографический состав слагающих комплекс пород варьирует в широких пределах—от базальтов и андезито-базальтов до липаритов, при наибольшем развитии андезитов (плагноклазовых, пироксеновых, двупироксеновых, пироксен-амфиболовых разновидностей). Дацинты и липариты, наоборот, пользуются весьма ограниченным распространением, слагая преимущественно небольшие субвулканические и экструзивные тела, подчеркивая отдельные центры вулканической активности среднего эоцена. В целом породы, слагающие капутджухский комплекс, принадлежат андезитовой формации.

Особенности химического состава пород данного комплекса и рассчитанные петрохимические параметры [9, 10], указывают на их принадлежность к известково-щелочным ассоциациям. Пересчитанные нормативные составы базальтов, андезито-базальтов и андезитов позволяют данную серию отнести к кварцевым толентам [10].

Пирокласто-осадочные породы являются наиболее распространенными образованиями вулканогенно-осадочной толщи среднего эоцена [14]. Они представлены преимущественно флишевыми, умеренно-глубоководными и нефлишевыми, часто мелководными фациями. Мощные серии флишевых образований сложены ритмично чередующимися многослоями или циклотемами зернистых и пелитоморфных пород с градиционной слоистостью. Мощность циклотем колеблется от 12 до 100 см, часто 30—40 см, а мощность отдельных слоев—от 2 до 50 см, часто 10—

25 см. Нефлишевые серии представлены обычно крупными, массивными слоями, часто мощностью 2—8 м. Разрезы вулканогенно-осадочной толщи среднего эоцена, помимо вышеуказанных вулканических пород, слагаются туффитами разнозернистыми, туфобрекчиями, туфоконгломератами, туфогравелитами, туфоалевролитами, туфоаргиллитами с редкими слоями карбонатных и известковистых терригенных пород. Известно, что для корреляции немых, нередко даже и фаунистически охарактеризованных толщ, надежными критериями являются ассоциации встречающихся в них характерных минералов [15].

Важным критерием являются также повторяющийся набор слагающих толщ пород, их химический состав, структурные и текстурные особенности и др.

Главными породообразующими компонентами вулканогенно-обломочных флишондных отложений среднего эоцена являются плагиоклазы и обломки эффузивных пород андезито-базальтового и андезитового состава, а таковыми пелитоморфных пород—гидрослюда, монтмориллонит с примесью хлорита.

Наиболее характерными распространенными минералами, часто составляющими 50—80% тяжелой фракции вулканогенно-осадочных пород среднего эоцена, являются магнетит и моноклинные пироксены. В отдельных интервалах сводного разреза вулканогенно-осадочного среднего эоцена и в некоторых районах его распространения заметную роль играют эпидот и обыкновенная роговая обманка.

Вулканогенно-осадочные породы среднего эоцена, как правило, характеризуются низкими содержаниями карбонатного вещества, средние значения которого в отдельных разрезах часто составляют 1,06—5,9% (табл. 1).

С юга на север и северо-восток (от р. Аракс в сторону Гегамского, Варденисского и Зангезурского хребтов) в вулканогенно-обломочных отложениях среднего эоцена наблюдается резкое уменьшение карбонатного и увеличение пирокластического материалов.

Терригенно-карбонатные и карбонатно-терригенные флишондные породы дания-нижнего эоцена левобережья бассейна р. Аракс представлены известняками органогенно-обломочными, гравийно-алевритовыми, мергелями, конгломератами, известковыми гравелитами, песчаниками, алевролитами и глинами. В них помимо кальцита главными породообразующими компонентами являются: кварц, полевые шпаты, обломки известняков, силицитов, эффузивных и интрузивных пород, а в пелитоморфных породах гидрослюда и монтмориллонит.

Характерными минералами тяжелой фракции отложений дания—нижнего эоцена являются циркон, гранаты, турмалин, гематит, лимонит, барит, целестин, эпидот. Содержание карбонатного вещества колеблется от 18 до 92,5%, в среднем составляя для даний-нижнеэоценовых отложений отдельных бассейнов, притоков р. Аракс от 42,0 до 61,3% (табл. 2).

В таблицах 1 и 2 приведены цифровые данные процентных содержаний (в числителе—пределы колебаний, в знаменателе—среднее) карбонатного вещества и характерных распространенных минералов тяжелой фракции вулканогенно-осадочных образований среднего эоцена и карбонатно-терригенных пород дания-нижнего эоцена.

Таблица 1

Сравнительная литологическая характеристика пород среднего эоцена

Вулканогенно-осадочная, флишодная толща	Карбонатность в %	Характерные минералы тяжелой фракции в %
бассейн р. Раздан	$\frac{0-29,8}{5,9}$	магнетит $\frac{1-83}{20,7}$ , авгит $\frac{1-80}{31,6}$ , пирит $\frac{0-77}{12,9}$
бассейн р. Азат	$\frac{0-26,7}{3,3}$	авгит $\frac{2-87}{42,6}$ , магнетит $\frac{1,0-5,7}{36,2}$ , обыкновенная роговая обманка $\frac{0-18}{3,3}$ , пирит $\frac{0-88}{19,3}$
бассейн р. Веди	$\frac{1-63,4}{17,53}$	авгит $\frac{0,5-52}{33}$ , магнетит $\frac{20-60}{45}$ , эпидот $\frac{2-44}{17}$ , обыкновенная роговая обманка $\frac{0-23}{3,7}$
бассейн р. Арпа	$\frac{0-28,1}{5,9}$	авгит $\frac{2-80}{33,1}$ , магнетит $\frac{2-85}{30,6}$ , обыкновенная роговая обманка $\frac{0-73}{9,6}$ , эпидот $\frac{0-95}{3,5}$ , хлорит $\frac{0-5,0}{4,0}$
бассейн р. Воротан	$\frac{0-1}{0,8}$	авгит $\frac{0-90}{36,7}$ , магнетит $\frac{2-95}{32,5}$ , эпидот $\frac{0-98}{23,5}$ , обыкновенная роговая обманка $\frac{0-20}{2,9}$
бассейн р. Вохчи	$\frac{0-3,2}{1,06}$	магнетит $\frac{2-51}{32}$ , авгит $\frac{0-50}{27,6}$ , эпидот $\frac{0,5-98}{24,6}$ , пирит $\frac{0-26}{5,1}$ , обыкновенная роговая обманка, $\frac{0-30}{3,6}$
бассейны р.р. Нахичеван, Гилянчай, Агулисчай	$\frac{0-14}{5,3}$	магнетит $\frac{0-68}{17,1}$ , авгит $\frac{13-97}{74,7}$ , обыкновенная роговая обманка $\frac{0-12}{1,0}$

Сравнение таблиц показывает, что отложения дания-нижнего эоцена и среднего эоцена бассейна левобережья р. Аракс представлены резко отличающимися ассоциациями характерных минералов; а некоторые минералы, встречающиеся в обеих толщах, представлены резко различными содержаниями.

## Сравнительная литологическая характеристика пород дания—нижнего эоцена

Карбонатно-терригенная флишодная толща	Карбонатность в %	Характерные минералы тяжелой фракции в %	
бассейн р. Раздан	$\frac{33.2-94.4}{74.65}$	лимонит $\frac{0-30}{7.6}$ , эпидот $\frac{3.5-15}{7.15}$ , циркон $\frac{2.5-50}{13.0}$ , магнетит $\frac{0-14}{3.7}$	турмалин $\frac{0-7}{1.8}$ , гранаты $\frac{0-1.5}{0.2}$ , гематит $\frac{0-14}{3.7}$
бассейн р. Азат	$\frac{18-66.1}{42.0}$	гематит $\frac{10-50}{28.7}$ , магнетит $\frac{1-28}{16.7}$ , барит-целестин $\frac{0-59}{5.75}$ , гранаты $\frac{0.6-9.8}{3.3}$	лимонит $\frac{8-66}{19.3}$ , эпидот $\frac{1-47.5}{11.9}$ , циркон $\frac{0-3.5}{1.4}$ , турмалин $\frac{0-2.5}{0.51}$
бассейн р. Веди	$\frac{23-92.5}{61.3}$	лимонит $\frac{6-80}{50.1}$ , магнетит $\frac{0-26}{8.0}$ , барит-целестин $\frac{0-40}{4.3}$	гематит $\frac{10-30}{20.3}$ , гранаты $\frac{0-10}{5.4}$ , турмалин $\frac{0-5}{2.2}$
бассейн р. Арпа	$\frac{11.5-50.9}{35.9}$	лимонит $\frac{0-90}{27.3}$ , барит-целестин $\frac{0-58}{12.6}$ , гранаты $\frac{0-10}{0.7}$ , магнетит $\frac{0-73}{20.8}$	гематит $\frac{0-60}{7.2}$ , циркон $\frac{0-18}{5.3}$ , турмалин $\frac{0-9}{1.35}$ , эпидот $\frac{0-4}{0.6}$
бассейн р. Вохчи	$\frac{28.3-48.8}{40.2}$	лимонит $\frac{0-55}{18.3}$ , магнетит $\frac{0-8}{4.3}$ , гранаты $\frac{0-1.5}{0.5}$ , лестин $\frac{0-1}{0.6}$	гематит $\frac{0-15}{6.3}$ , эпидот $\frac{6-16}{9.6}$ , турмалин $\frac{0-2}{0.6}$ , пирит $\frac{0-90}{30}$ , циркон $\frac{2-10}{4.8}$ , барит-целестин
бассейны р.р. Гилянчай, Агулисчай, Ордубадчай	$\frac{18.5-73.6}{43.7}$	гематит $\frac{5-60}{27.7}$ , магнетит $\frac{0-50}{10.5}$ , стин $\frac{0.5-20}{8.4}$ , турмалин $\frac{0-5}{2}$	лимонит $\frac{3-60}{26.5}$ , пирит $\frac{0-57}{6.5}$ , барит-целестин $\frac{0-19}{5.5}$ , гранаты $\frac{0-9}{1.3}$ , эпидот $\frac{0-10}{2.5}$

По данным спектрального анализа, карбонатно-терригенные отложения дания—нижнего эоцена характеризуются сравнительно высокими содержаниями Са, Мп, Сг, Zг, Li, Sr, а вулканогенно-осадочные отложения среднего эоцена—Fe, Ti, V, Cu, P.

Таким образом, можно предположить, что основные источники питания среднеэоценового вулканогенно-осадочного и даний—нижнеэоценового карбонатно-терригенного осадконакопления были разными, хотя в обоих периодах седиментация происходила в морских бассейнах (трогах), мало отличающихся друг от друга.

В даний-нижнеэоценовое время наряду с терригенным материалом, в седиментогенезе интенсивно участвовало карбонатное вещество, а в среднеэоценовое время (особенно в начале)—вулканотерригенный материал и пирокластические продукты вулканических извержений.

Предположение, что среди даний-нижнеэоценовых флишеидных отложений на близких (от 0 до 15 км) расстояниях (в бассейне р. Аракс по линии с. Байбурт—с. Двин, или в бассейне р. Ордубадчай по линии г. Ордубад—с. Парага и др.) возможен резкий фациальный переход мощной (до 1000 м) карбонатно-терригенной толщи в вулканогенно-осадочную (мощностью более 1000 м) нам кажется мало вероятным. Если бы в одном и том же интервале геологического времени (несколько миллионов лет) в одном и том же небольшом регионе (преимущественно в подводных условиях) часто происходила бы интенсивная вулканическая деятельность (иногда эксплозивная) с образованием мощных вулканических и вулканогенно-осадочных пород, то в соседнем, близком участке морского дна невозможно формирование мощных карбонатно-терригенных флишевых отложений без заметной примеси вулканогенных минеральных компонентов. Такое явление возможно только в разновозрастных отложениях.

Анализ всего материала показывает, что по левобережью р. Аракс в даний-нижнеэоценовое время происходило накопление исключительно терригенно-карбонатного материала. Интенсивная вспышка вулканизма преимущественно андезитового состава наблюдается в среднем эоцене, что приводит к резкому изменению условий осадкообразования и формированию мощной вулканогенно-осадочной толщи того же возраста.

Таким образом вулканические и вулканогенно-осадочные образования нижней части эоценового разреза левобережья р. Аракс, следует считать не нижнеэоценовыми, а среднеэоценовыми.

ԳՈՅՈՒԹՅՈՒՆ ՈՒՆԵՆ ԱՐԴՅՈՒՔ ՍՏՈՐԻՆ ԷՈՑԵՆՅԱՆ ՀԱՍԱՆԻ  
 ՀՐԱԲԵԱՅԻՆ ԵՎ ՀՐԱԲԵԱՄԻՆ-ՆՍՏՎԱԾՔԱՅԻՆ ԱՊԱՐԵՆԻՐ  
 ԱՐԱՔԻ ԳԵՏԻ ՉԱԽԱՓՆՅԱ ԱՎԱԶԱՆՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Պալեոգենյան նստվածքների բազմակողմանի ուսումնասիրության և այս հարցի կապակցությամբ մյուս հետազոտողների աշխատանքների վերլուծության հիման վրա հեղինակները եզրակացնում են, որ Արաքս գետի ձախափնյա ավազանում ստորին էոցենյան հասակի հրաբխային և հրաբխա-նստվածքային ապարներ չեն առաջացել: Նորագույն երկրաբանական տվյալների պետրոգրաֆա-միներալային, սպեկտրա-քիմիական և ֆացիաների ուսումնասիրության արդյունքներից ելնելով, հեղինակները գտնում են, որ պալեոգենյան հրաբխային և հրաբխածին-նստվածքային հաստվածքի ստորին մասի ապարները հետազոտված շրջանում ունեն միջին էոցենյան հասակ:

R. T. JERBASHIAN, H. A. SADOYAN

DO THE LOWER EOCENE VOLCANIC AND VOLCANIC  
 SEDIMENTARY ROCKS EXIST IN THE RIVER ARAX LEFT  
 BANK BASIN?

Abstract

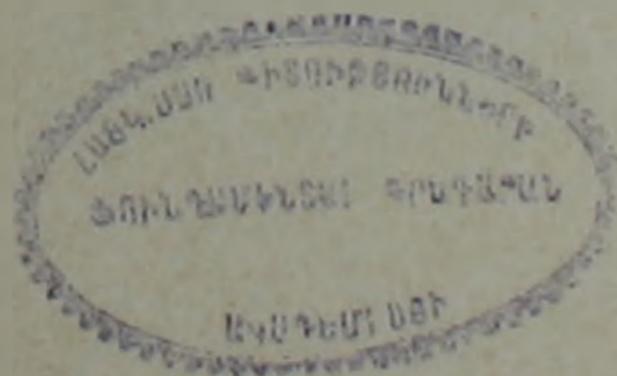
On the grounds of detailed study of the Paleogene sediments and analysis of the previous investigators' data the authors come to the conclusion that in the river Arax left bank basin the volcanic and volcanic sedimentary rocks of Lower Eocene do not exist.

The new geological data (lithological, mineralogical, spectrochemical) and comparison of facies indicate that the rocks of the lower part of Paleogene volcanic and volcanic sedimentary strata in this region refers to Middle Eocene.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Азизбеков Ш. А. Геология Нахичеванской АССР. Госгеолтехиздат, М., 1961.
2. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Изд. «Айпетрат», Ереван, 1958.
3. Барсегян В. Б., Габриелян А. А., Саркисян О. А., Симонян Г. П., Торосян Р. А. Новые данные по геологии южного Закавказья. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1972.
4. Габриелян А. А. Палеоген и неоген Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1964.
5. Габриелян А. А., Мамедов Т. А. Новые данные о возрасте вулканогенной свиты палеогена Нахичеванской АССР и южного Сюника (Арм. ССР). ДАН Арм. ССР, № 4, 1967.

6. Геология СССР, т. 43, Армянская ССР, «Недра», М., 1970.
7. Геология СССР, т. 47, Азербайджанская ССР, «Недра», М., 1972.
8. Геология Армянской ССР, т. 5, Литология. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1974.
9. Джрбашян Р. Т., Гуюмджян О. П., Таян Р. Н. Некоторые особенности строения и формирования третичных вулканогенных комплексов Зангезура. Зап. Арм. отд. ВМО. Ереван, № 8, 1976.
10. Джрбашян Р. Т., Гуюмджян О. П., Таян Р. Н. Палеовулканические формации позднеальпийского этапа развития юго-восточного склона Малого Кавказа. В сб. «Палеовулканизм и его продукты», Петрозаводск, 1977.
11. Мовсисян С. А. Интрузии центральной части Конгур-Алангезского хребта и связанные с ними полезные ископаемые. Изв. Арм. ФАН СССР, № 2 (7), 1941.
12. Мкртчян С. С. Зангезурская рудоносная область Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1958.
13. Садоян А. А. К литологии дат-палеоценовых флишевых отложений левобережья р. Азат. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 1, 1965.
14. Садоян А. А. О литологическом подразделении средне-верхнеэоценовых отложений бассейна среднего течения р. Азат. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1965.
15. Садоян А. А., Гаспарян И. Г. Расчленение разреза палеогеновых отложений. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 2, 1975.
16. Пиффенгольц К. Н. Геологический очерк Кавказа. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1959.



УДК 553.982.23(479.25)

Ю. Р. КАГРАМАНОВ

## О ПЕРСПЕКТИВАХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЭОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИИ ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

В статье впервые сделана попытка оценить перспективы нефтегазоносности среднеэоценовых отложений территории Армянской ССР путем анализа данных, полученных после долголетних полевых и буровых работ, опробования скважин и лабораторных исследований кернового материала. На основе сравнения разрезов Приереванского района и Самгорской площади Аджаро-Триалетской складчатой зоны в Грузинской ССР показаны перспективы нефтегазоносности Шорахбюрской и Разданской структур.

На территории Армянской ССР отложения палеогена имеют широкое развитие, особенно в Приереванском и Октемберянском районах, где мощность их достигает 3—4 км [1].

В процессе бурения и опробования скважин из данных отложений получены нефтегазопроявления. Наличие в разрезе эоценовых и олигоценых образований рассеянных восстановленных битумов, характеризующих собой закрытость недр, говорит о благоприятной геохимической обстановке для аккумуляции и сохранения залежей нефти и газа. В этом смысле наиболее перспективными являются эоценовые образования.

Наличие в отложениях эоцена нуммулитов *Nummulites laevigatus* (Brug.), *N. gallensis* Heim, *N. uroniensis* Heim, *N. gizehensis* (Forsk.), *N. brongniarti* d'Arch. et Heim, *N. perforatus* (Montf.) и др. свидетельствует о широкой связи эоценового морского бассейна Малого Кавказа со Средиземноморским бассейном. Трансгрессия, начавшаяся в раннем эоцене и достигшая максимума в среднем эоцене, вторая по масштабам после поздне меловой трансгрессии на Малом Кавказе. Отложения среднего эоцена почти во всех прогибах Малого Кавказа имеют значительную мощность—порядка 2—3 км. Они представлены главным образом плотными разностями пород—песчаниками, туфопесчаниками, туфобрекчиями с прослоями аргиллитов, карбонатными образованиями и т. п. Эти породы в основной своей массе относятся к коллекторам трещинно-гранулярного типа.

Опробование среднеэоценовых отложений в Октемберянской депрессии было проведено только в I-опорной скважине (Севабердская структура) в интервале 2683—2623 м (кровля среднего эоцена). В результате опробования был получен приток воды с парафинистым битумоидом в виде шариков, размерами от 1—2 мм до 5 см в диаметре. Его состав следующий: масла—8,3%, смолы бензольные—33,2%, смолы спирто-бен-



ми месторождениями. В. Н. Флоровская приходит к заключению, что Шорахбюрская антиклиналь «несомненно тяготеет к заведомому нефтяному району...». По данным исследований А. А. Джафарова, высокую битуминозность обнаруживают также палеогеновые отложения в соседней с юга Ераносской антиклинали (1949 г.).

В разрезе среднеэоценовых отложений скв. 31 выделяются более 10 пластов и горизонтов, которые с точки зрения нефтепромысловой геофизики могут быть рассмотрены как возможно нефтегазонасыщенные. Они представлены плотными песчаниками, туфопесчаниками и т. п. плотными разностями пород и характеризуются высокими значениями удельных сопротивлений ( $\rho_n = 100—400$  ом) при  $\rho_{3n} = 80—200$  ом и отличаются значительной трещиноватостью, на что указывают отрицательные значения ПС, достигающие 40—45 мв, и интенсивное поглощение глинистого раствора, имевшее место в процессе бурения скважины 31 в среднеэоценовых образованиях.

О возможной нефтегазонасыщенности разреза среднеэоценовых отложений в Шорахбюрской структуре свидетельствуют также геохимические исследования пород, извлеченных как из среднеэоценовых, так и из перекрывающих их отложений. Образцы пород характеризуются высокой степенью битуминозности и отношением содержаний хлороформного битумоида к спиртобензольному, достигающим в отдельных случаях 4. Об этом же говорят нефтепроявления, отмеченные в виде пленок нефти в глинистом растворе при приближении забоя скважины 31 к среднеэоценовым отложениям в интервале от 730 до 1800 м. Эти проявления, видимо, являются ореолом рассеяния, которые, как правило, сопровождают кровлю нефтегазовых залежей.

Из среднеэоценовых образований на Самгорской площади в восточной части Аджаро-Триалетской складчатой зоны получены промышленные притоки нефти.

Отложения среднего эоцена Аджаро-Триалетской складчатой зоны обнаруживают значительное сходство с отложениями среднего эоцена Приереванского района. Они также представлены плотными песчаниками, туфообломочной флишовой серией пород—туфоаргиллитами, туфопесчаниками, туфоалевролитами и т. п., которые характеризуются высокой трещиноватостью.

Сравнение эоценовых отложений восточной части Аджаро-Триалетской складчатой зоны с одноименными образованиями Приереванского района указывает не только на их литологическое сходство. Сопоставимость их обнаруживается и при сравнении промыслово-геофизических характеристик пород-коллекторов, насыщенных различными флюидами (табл. 1), гидродинамических условий пластов и горизонтов и характера проявлений в процессе бурения скважин в эоценовых отложениях. Так, на Самгорской площади при приближении забоя скважины к нефтяной залежи наблюдаются нефтегазопроявления, а в момент вскрытия нефтенасыщенных трещиноватых коллекторов происходит поглощение

(иногда с полной потерей циркуляции) раствора, даже если бурение осуществляется на воде. Примером могут служить скв. 7, 3 и др.

Подобные явления отмечались в процессе бурения скв. 31-Шорахбюр. В момент вскрытия высокоомных трещиноватых туфопесчаников среднеэоценовых образований на глубине 1820 м было поглощено около 40 м<sup>3</sup> глинистого раствора уд. веса 1,20 г/см<sup>3</sup> и последующее бурение в среднеэоценовых отложениях сопровождалось поглощением промывочной жидкости.

## СОПОСТАВЛЕНИЕ

Таблица 1

геофизических характеристик среднеэоценовых отложений  
Самгорской и Шорахбюрской площадей

№ скв. п/п	Интервалы залегания пластов в м	Эффективная мощность пластов в м	КС Кажущееся удельное сопротивление по стандартному зонду в омм	Истинное удельное сопротивление пластов по БКЗ в омм	Амплитуда ПС мВ	Характеристика пластов
Шорахбюр, скв. № 31						
1	2043—2060	14	130	120	35	Туфопесчаник
2	2122—2180	44	145	130	35	.
3	2190—2237	32	185	170	32	.
4	2318—2336,5	14,5	162	170	38	.
5	2537—2557	17	385	—	42	.
6	3199—3216	17	270	300	15	Известняк
Самгори, № 3						
1	2688—2692	4	180	190	5	Туфопесчаник
2	2754—2767	13	80	125	25	.
3	2785—2795	10	80	250	25	.
4	2799—2805	6	75	95	30	.
5	2885—2895	12	80	75	40	.
6	3033—3050	17	95	200	35	.

Значительный интерес представляет и Разданская площадь. Здесь в процессе бурения скважин в эоценовых отложениях наблюдались нефтепроявления, иногда сопровождаемые выбросами (скв. 11-р, 13-р). Образцы пород, отобранных из данных отложений, характеризуются высокой битуминозностью, в отдельных случаях степень битуминозности пород достигает 85% (скв. 14-р).

В целом среднеэоценовые отложения в Приереванском и Октемберянском районах могут рассматриваться как перспективные на нефть и газ, т. к. они обнаруживают свойства аккумуляторов (в силу своей высокой трещиноватости) углеводородов, поставщиком которых могут служить нижнеэоценовые и дат-палеоэоценовые морские осадочные образования. Возможными источниками генерации углеводородов могут быть в отдельных случаях также отложения палеозоя и триаса, широко развитые в юго-восточной половине Араратской котловины. В этих отложе-

ниях, богатых органикой и образовавшихся в восстановительной обстановке осадконакопления, по-видимому, существовали благоприятные условия для преобразования органического вещества в углеводороды [2].

Отложения верхнего эоцена и олигоцена, сложенные главным образом песчано-глинистыми породами, а также гидрохимические отложения гилсонососоленосной толщи среднего миоцена являются достаточно надежными покровками для предполагаемых залежей нефти и газа в среднеэоценовых образованиях.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 15.V.1979.

Յու. Թ. ԿԱԳՐԱՄԱՆՈՎ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՏԱՐԱԾՔԻ ԷՈՑԵՆՅԱՆ ՆՍՏՎԱԾՔՆԵՐԻ  
ՆԱՎԹԱԿԱԶԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հողվածում առաջին անգամ փորձ է արվել հրկարաուե ժամանակաշրջանում կատարված դաշտային, հորատանցքների նմուշարկման և կեռնային նմուշների լաբորատոր ուսումնասիրման տվյալներից ստացված տեղեկությունների բնդհանրացման միջոցով գնահատել ՀՍՍՀ տարածքի միջին էոցենյան նստվածքների նավթադադաբերության հեռանկարները:

Կատարված է Մերձերևանյան և Վրացական ՍՍՀ Աջարա-Խրիալիթի ծալքավոր գոտու Սամգորի շրջանների կտրվածքների համեմատություն և ցույց է տրված Շորադբյուրի և Հրազդանի ստրուկտուրաների նավթադադաբերության հեռանկարները:

Ju. R. CAGRAMANOV

THE OIL AND GAS CONTENT PROSPECTS OF THE  
ARMENIAN SSR EOCENE SEDIMENTS

Abstract

For the first time an attempt is made to estimate the oil and gas content prospects of the Armenian SSR territory Middle Eocene sediments by means of data analysis obtained after of many years field, borehole sampling and laboratory works. On the grounds of near Yerevan region and the Georgian SSR Adjara-Trialet folded zone Samgori area cross-sections comparison the oil and gas content prospects of Shorakhbure and Hrazdan structures are indicated.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Асланян А. Т. Региональная геология Армении, «Айпетрат», Ереван, 1958.
2. Асланян А. Т., Арутюнян А. Р., Аракелян Р. А., Гулян Э. Х., Дурмишьян А. Г., Мурадян В. М. О перспективах нефтегазоносности территории Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, том XXIV, № 3, 1971.

УДК 553.442.(479.25)

Р. С. МОВСЕСЯН

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ АРМАНИССКОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

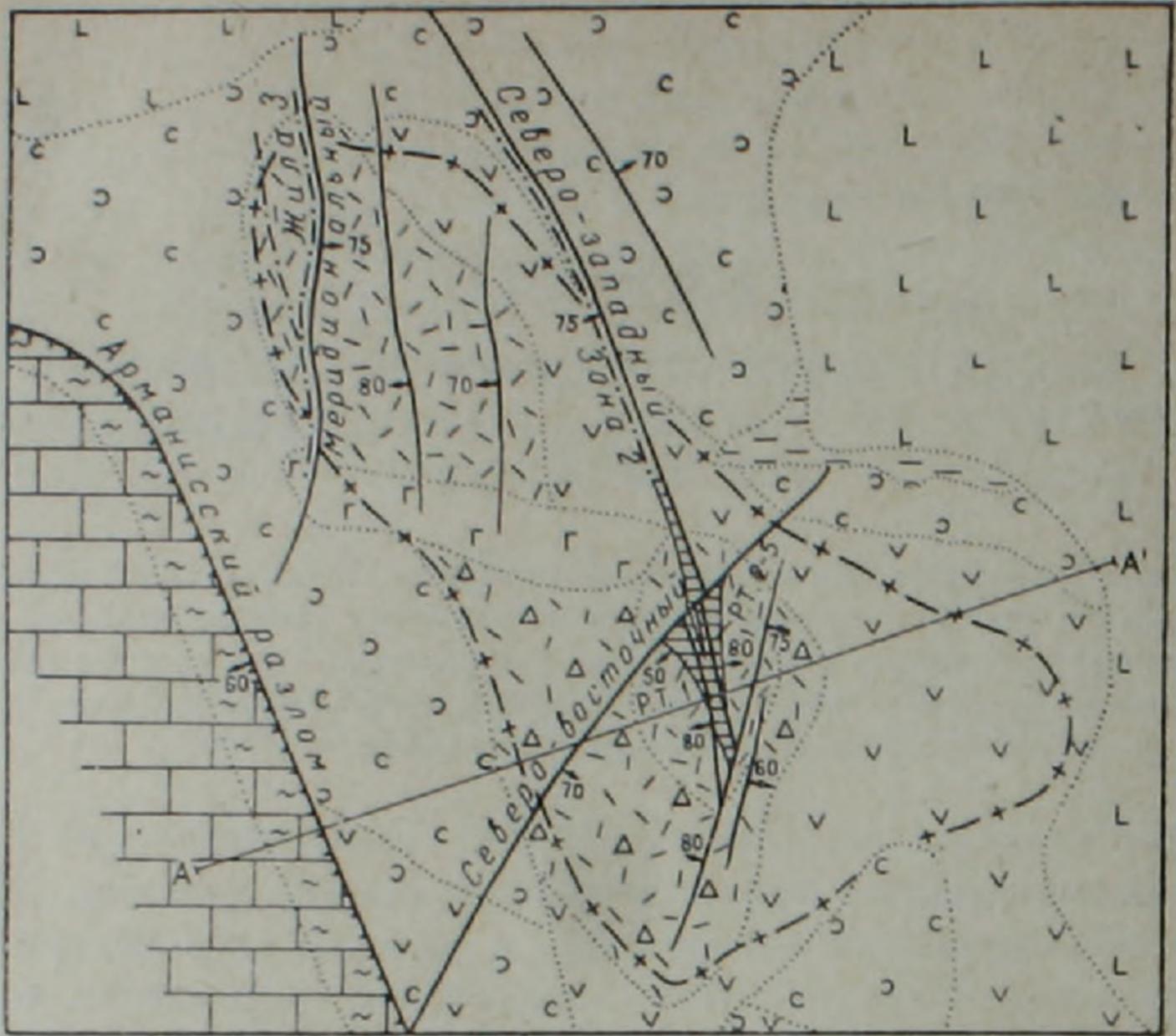
В статье рассматривается геологическое строение и структура полиметаллического месторождения, расположенного в лежащем боку взброса. Наличие рудоконтролирующего разрывного нарушения и благоприятные физико-механические свойства слагающих участок пород обусловили локализацию здесь оруденения, представленного рудными жилами и зонами прожилково-вкрапленного оруденения.

Месторождение расположено в зоне Севано-Акеринского глубинного разлома (главном офиолитовом поясе Малого Кавказа). Полиметаллическое оруденение локализовано в лежащем боку крупного разрывного нарушения—Арманисского взброса СЗ простирания, по которому нижнемеловые известняки контактируют с вулканитами верхнего эоцена. Участок месторождения представляет собой узел сочленения разломов второго порядка отмеченной зоны—Широтного и Арманисского, в пределах которого происходит резкое изменение простирания последнего с СЗ на субширотное. Здесь же в образованиях эоцена обнаруживается палеовулканическое сооружение.

Площадь месторождения охватывает два тектонических блока, резко отличающихся по геологическому строению, граница которых проходит по отмеченному взбросу, падающему на юго-запад (рис. 1).

В лежащем боку нарушения развиты известняки нижнего мела, подвергнутые вдоль разлома динамометаморфизму. Лежащий бок взброса, в породах которого проявлена сульфидная минерализация, сложен верхнеэоценовыми вулканогенными образованиями, перекрытыми на севере и северо-востоке пострудными базальтами и песчано-глинистыми отложениями верхнего плиоцена. Разрез вулканитов включает туфы основного (наиболее распространенные), среднего и средне-кислого составов.

На месторождении широким развитием пользуются субвулканические и жерловые фации, слагающие палеовулканическую постройку. Ранними среди них являются базальты, андезито-базальты и андезиты, образующие, кроме прочих мелких, крупное тело СЗ направленности. В юго-западной его части по контакту с туфами картируются лавовые брекчии дацитового состава, с многочисленными ксенолитами андезитов и андезито-базальтов. В строении постройки участвуют и дациты, внедрившиеся также по ослабленным зонам—по контакту андезитов с туфами и лавобрекчий с андезитами. Наиболее поздними из дорудных магма-



Разрез по линии А-А'

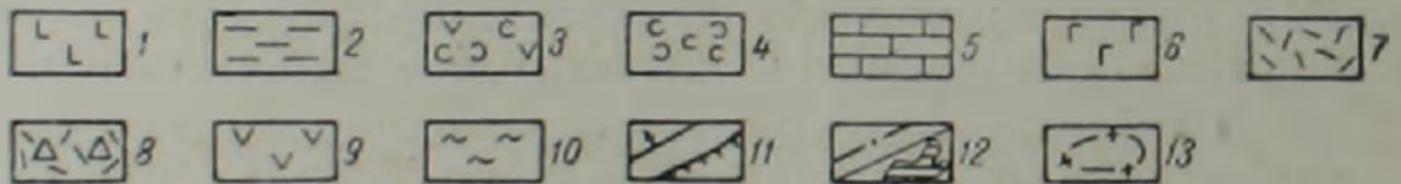
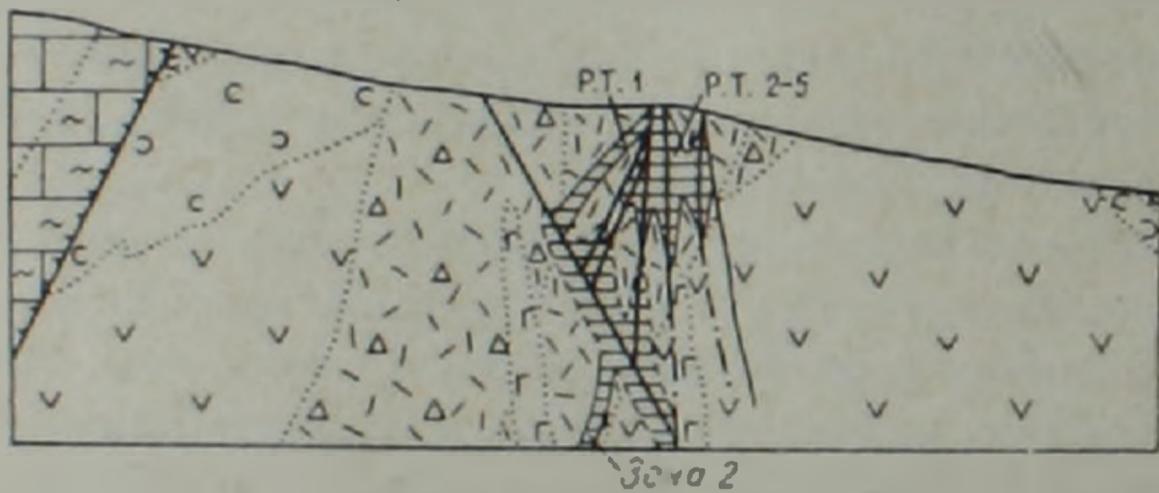


Рис 1. Геолого-структурная схема Арманисского месторождения (составил Р. С. Мовсеян по материалам личных исследований с использованием данных Арманисской ГРП). Верхний пллюцен. 1. Долеритовые базальты. 2. Песчано-глинистые отложения. Верхний эоцен. 3. Туфы андезитово-базальтового, андезитового состава. 4. Туфы базальтового состава. 5. Нижний мел. Известняки. 6. Оливиновые базальты. 7. Дациты. 8. Лавовые брекчи дацитового состава. 9. Андезиты, андезитово-базальты. 10. Метаморфизованные породы. 11. Разрывные нарушения. 12. Рудные тела: а—рудные жилы, б—зоны прожилково-вкрапленного оруденения. 13. Контуры палеовулканической постройки.

тических образований являются олигоценовые оливиновые базальты, образующие наряду с мелкими крупное дайкообразное тело, вытянутое в субширотном направлении, вдоль северного контакта лавобрекчий с андезитами и дацитами (рис. 1).

Породы лежащего бока взброса подвергнуты прошиплитизации, а за счет кислых разностей центральной части постройки образовались кварц-серпичитовые метасоматиты.

По своим физико-механическим свойствам—степени пористости и трещиноватости—наиболее благоприятными для локализации полиметаллического оруденения оказались лавовые брекчии, дациты и андезиты, участвующие в строении вулканической постройки. Породы, слагающие висячий бок Арманисского разлома—известняки, метаморфические сланцы и тела серпентинитов, а также шовная зона взброса, играли роль слабопроницаемого экрана для рудоносных растворов [1].

На месторождении широко проявились разрывные нарушения, самым крупным из которых явился Арманисский взброс, падающий на ЮЗ под углом  $40-60^\circ$ , наиболее интенсивные подвижки по которому произошли до процессов рудоотложения.

Дорудные разрывные нарушения, заложенные в процессе складчатости и активно подновленные во время блоковых перемещений по Арманисскому разлому, прослеживаются в основном в пределах палеовулканической постройки. По своей ориентировке среди них выделяются СЗ и близмеридиональные, представляющие собой сколы, и СЗ трещины отрыва. По протяженным разрывам отмеченных систем произошли сдвиговые смещения с амплитудой, не превышающей первые метры.

На месторождении выделяются два участка—северный и южный, граница которых проходит по протяженному Северо-Восточному нарушению ( $30-50^\circ$ ), падающему на ЮВ под углом  $55-75^\circ$ . В первом из этих участков развиты СЗ, СВ и в меньшей мере близмеридиональные разрывные нарушения, а в южном—разрывы последних двух систем. Крупными дорудными нарушениями северного участка являются Северо-Западный ( $330^\circ$ , падение на ЮЗ под углом  $70-85^\circ$ ) и Меридиональный ( $340-20^\circ$ , падение на В под углом  $65-80^\circ$ ) разломы; первый по мере приближения к Северо-Восточному нарушению изменяет свое простирание на близмеридиональное. На южном участке выделяется полоса близмеридиональных—северо-восточных нарушений, нередко изменяющих азимут падения на противоположный, приобретая в целом близвертикальное положение; по восстанию они разветвляются, а по падению переходят в сосредоточенные разрывы.

Большинство дорудных разрывных нарушений месторождения выдержано по простиранию и падению. В местах изгибов, а также сочленения и пересечения происходит увеличение количества разрывов, появляются трещины оперения, увеличивается интенсивность брекчирования. У Северо-Западного и Северо-Восточного разломов происходит увеличение с глубиной мощности зоны брекчированных пород (вдоль перво-

го) и количества параллельных трещин (вдоль второго), что особо четко проявляется на участке их сочленения—в центральной части палеовулканической постройки (рис. 1).

Рудные тела месторождения относятся к классу линейно-вытянутых—к трещинным жилам и зонам прожилково-вкрапленного оруденения; исключение составляет рудное тело № 1, имеющее столбообразную форму. Жилы развиты преимущественно на северном участке, залегая в андезитах, дацитах и туфах, а штокверковые зоны—на южном, сложенном дацитами и лавовыми брекчиями дацитового состава.

Рудные жилы и зоны—крутопадающие, прямолинейные, без резких изгибов, выдержанные по падению и простиранию; границы у большинства из них нечеткие и определяются по бортовому содержанию полезных компонентов. Рудные тела сопровождаются кварц-хлоритовыми метасоматитами.

Наиболее протяженными рудными залежами северного участка являются зона № 2 и жила № 3, приуроченные соответственно к Северо-Западному и Меридиональному разломам. В зоне № 2 отмечается смена жильного типа оруденения прожилково-вкрапленным по мере приближения к Северо-Восточному нарушению.

Штокверковые рудные тела № 2—5 южного участка контролируются полосой близмеридиональных и северо-восточных разрывов, увеличиваясь в мощности в местах сочленения и пересечения разрывов; скрытое тело № 6 приурочено к Северо-Восточному разлому, размещаясь в участке его изгиба, а рудный столб № 1 локализовался в висячем боку упомянутого нарушения на участке пересечения СЗ, СВ и близмеридиональных разрывов.

Наиболее важные рудные залежи месторождения сформировались в центральной части палеовулканической постройки среди пород кислого состава, на месте сочленения разноориентированных протяженных дорудных нарушений—Северо-Западного, Северо-Восточного и полосы близмеридиональных—северо-восточных разрывов.

Оруденение Арманинского месторождения формировалось в пять стадий гипогенного минералообразования: 1) кварцевую (кварц I—хлорит, эпидот-пирит I—гематит-магнетит); 2) пирит-халькопиритовую (кварц II—пирит II—халькопирит I); 3) галенит-халькопирит-сфалеритовую (кварц III—пирит III—сфалерит с халькопиритом II—халькопирит III—галенит—марказит, теллуриды и минералы висмута); 4) цеолит-кальцитовую (кварц IV—кальцит, стильбит, ломонтит); 5) гипсовую (гипс). Наиболее широкое развитие получили минеральные ассоциации первых трех стадий. Рудам присущи в основном прожилковая, вкрапленная, массивная, полосчатая, брекчиевая и брекчиевидная текстуры.

Результаты термометрических исследований главных рудообразующих минералов показали, что они образовались в диапазоне средних и низких температур—от  $260 \pm 20^\circ\text{C}$  до  $140 \pm 20^\circ\text{C}$ .

На месторождении наблюдаются элементы зональности, выражающиеся в возрастании интенсивности оруденения к юго-западу по направлению к рудоконтролирующему разлому и увеличении с глубиной количества халькопирита и железистого сфалерита: такая смена минералов обнаруживает также юго-западное склонение (в сторону падения Армисского взброса).

Возраст оруденения датируется верхним олигоценом-нижним миоценом на основании пересечения рудами оливиновых базальтов, фиксирующих новую (более позднюю, чем верхнеэоценовая) фазу тектономагматической активизации территории. Что касается вопроса связи оруденения с магматическими образованиями, то близкие возрастные взаимоотношения руд и поздних базальтов указывают на их парагенетическую связь в смысле общности магматического очага, породившего оруденение и малые интрузии. Воссоздание стратиграфического разреза позволяет прийти к выводу, что формирование верхних частей рудных тел месторождения происходило на глубине до 500 метров от существовавшей во время минерализации поверхности.

Генезис форм рудных тел на месторождении определен двумя факторами: разрывными нарушениями и физико-механическими свойствами вмещающих пород. Отличие внутреннего строения, протяженности и интенсивности проявления разрывных нарушений на двух отмеченных участках месторождения, граничащих по Северо-Восточному разлому, обусловило возникновение в них различных по форме и внутреннему строению рудных тел.

На северном участке проявлены трещинные жилы, преобладающие над зонами прожилково-вкрапленного оруденения. Выдержанными разрывами этого участка являются Меридиональное и Северо-Западное нарушения, вмещающие соответственно жилу № 3 и зону № 2. Первое прослеживается среди дацитов, туфов и оливиновых базальтов и характеризуется локальными изгибами, вследствие чего в процессе сдвиговых перемещений в дорудное время на отдельных участках сформировались полости, отходящие трещины оперения, участки брекчированных и трещиноватых пород, где впоследствии возникали обогащенные участки, на других — стенки разрыва были сжаты и оруденение либо проявилось слабо, либо вообще отсутствует. Существенно влияли на формирование разрыва и выполнение его рудными минералами физико-механические свойства вмещающих пород. При переходе жилы № 3 из дацитов в туфы и оливиновые базальты она либо вообще выклинивается, либо разветвляется на мелкие прожилки.

Северо-Западному рудоносному разрыву присущи те же черты. Отличается он от первого более широким развитием брекчированных пород как в самом разрыве, так и в прилегающих к нему породах; причем раздробленность пород увеличивалась от верхних горизонтов к нижним и с СЗ на ЮВ по мере приближения к Северо-Западному разлому. В прямой зависимости от упомянутых особенностей внутреннего строения

разрыва находятся морфология рудного тела и условия распределения оруденения в зоне № 2. На северо-западе и на верхних горизонтах она представлена сложной жилой, переходящей в юго-западном направлении и к нижним горизонтам в штокверковую зону, несущую прожилково-вкрапленное оруденение, а при переходе в туфы оруденение выклинивается ввиду угасания рудовмещающего разрыва.

Отличительной особенностью разрывных нарушений южного участка явилось частое разветвление, слияние и пересечение их, а также широко развитая сеть оперяющих трещин, что в совокупности с благоприятными физико-механическими свойствами обнажающихся здесь породацитов и лавобрекчий дацитового состава—предопределило формирование штокверковых зон.

Вдоль Северо-Восточного разлома, в особенности на нижних горизонтах, часто прослеживаются параллельные его простиранию серии разрывов и трещины оперения, количество которых увеличивается с верхних горизонтов к нижним, а также в местах изгиба и сочленения с ним дорудных разрывов иного простирания. Такое строение разрывного нарушения привело к образованию вдоль него в центральной части месторождения скрытого рудного тела № 6, не проявленного на верхних горизонтах, а также других залежей на ЮЗ его продолжении. На месте же слияния параллельных разрывов в сосредоточенный шов, на северо-востоке при выходе разлома и дацитов в туфы, штокверковая зона № 6 переходит в трещинную жилу.

Прослеживающаяся южнее Северо-Восточного разлома полоса близмеридиональных и СВ разрывов с частыми пересечениями, разветвлениями и близким расположением наряду с относительно высокой эффективной пористостью вмещающих пород привело к образованию штокверковых зон с многочисленными апофизами. Возникли они в местах наибольшего проявления, сочленения и пересечения разрывов отмеченных систем и вытянуты в том же направлении. В связи с уменьшением количества разрывных нарушений с глубиной штокверковые рудоносные зоны переходят в жилы, сопровождаемые прожилково-вкрапленным оруденением.

Рудное тело № 1 сформировалось в узле пересечения разноориентированных разрывов—СВ, СЗ и близмеридионального простирания, которое имело место висячем боку Северо-Восточного разлома. Упомянутые тектонические элементы в совокупности способствовали возникновению столбообразной залежи с прожилково-вкрапленным оруденением, сопровождаемым скоплениями массивных руд. Проявление в рудном теле № 1 разновозрастных минеральных ассоциаций указывает на тектоническую активность данного участка в течение всего рудного этапа.

Многостадийное развитие процесса рудоотложения было вызвано поступлением порций растворов разного состава на фоне раскрытия трещинных систем, что привело к зональному размещению минеральных ассоциаций. Продукты кварцевой стадии минерализации, отложение ко-

торых происходило преимущественно путем выполнения открытых полостей, проявились в основном на северном участке и по периферии центральной части месторождения. В последней же, в отмеченном узле сочленения протяженных разрывов и южнее его, приоткрылись лишь отдельные, относительно короткие отрезки нарушений, в силу чего минеральные образования первой стадии проявились значительно слабее.

Минеральные ассоциации второй и третьей стадий (продуктивных), отлагавшиеся в основном путем метасоматического замещения, в связи с дальнейшим развитием разрывов центральной части и южного участка проявились именно здесь, в проницаемых (пористых и трещиноватых) породах. При этом в связи с последовательным раскрытием отдельных интервалов рудоносных разрывов и приоткрыванием определенных систем трещин, минеральные ассоциации, формировавшиеся в каждой из этих стадий, нередко несколько пространственно обособлены друг от друга. На северном участке внутриминерализационные тектонические перерывы между стадиями проявились в основном вдоль зальбандов и центральных частей кварцевых жил, а также по дорудным разрывам иного простирания, пересекающим основное рудоносное нарушение.

Инtrarудные подвижки перед отложением образований 4 стадии, в связи с понижающейся тектонической активностью рудоносной площади, проявились слабее и в основном вдоль протяженных разрывных нарушений, а гипс (5 стадия) кристаллизовался в основном вдоль Северо-Восточного и Арманисского разломов. Следовательно, большая часть продуктов кварцевой стадии локализовалась в периферических частях палеовулканической постройки, 2 и 3 стадий—в центральной и южной частях, а минералы поздних стадий (4 и 5) вдоль крупных разломов.

Таким образом, условия формирования Арманисского месторождения обусловлены размещением его в лежащем боку взброса среди палеовулканической постройки, сложенной в основном субвулканическими и жерловыми фациями оредного и кислого состава. Вследствие блоковых перемещений по отмеченному разлому в упомянутой постройке интенсивно подновились складчатые разрывные нарушения, контролирующее оруденение. Важные промышленные рудные залежи, несущие прожилково-вкрапленное оруденение, локализовались в центральной части вулканического сооружения среди пород, обладающих высокой эффективной пористостью и легко подвергающихся хрупким деформациям, в узлах сочленения и пересечения дорудных разрывов; по периферии развились трещинные жилы.

Перспективы Арманисского месторождения следует связывать с глубокими горизонтами и флангами известных рудных тел, а также с возможностью подсечения новых скрытых рудных залежей.

ԱՐՄԱՆԻՍԻ ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՎԱՏԻՆ ՇԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ԵՐԿՐԱՐԱՆԱԿԱՆ  
ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՅԻՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո Վ մ

Արմանիսի բազմամետաղային հանքավայրը գտնվում է Աևան-Աքերայի խորքային բեկվածքի գոտում:

Հանքայնացումը տեղաբաշխված է վերնետքի սլաոկած թևում: Նշված տարածքի երկրաբանական կառուցվածքում մասնակցում են ուշ էոցենի սուբհրաբխային հիմքային, միջին և թթու կազմի ապարներ, որոնք առաջացնում են պալեոհրաբխային մի կառույց:

Հանքամարմինները ներկայացված են երակներով և երակիկա-ցանավոր գոտիներով, որոնք վերահսկվում են հանքադաշտում լայն տարածում ունեցող հյուսիս-արևմտյան, հյուսիս-արևելյան և միջօրեականին մոտ տարածման խզումնային խախտումներով:

Հանքանյութը, որին հատուկ է երակիկա-ցանավոր, պանգվածային, պոլավոր ու բեկորային տեքստուրաները, առաջացել է հանքառաջացման 5 փուլերում՝ միջին և ցածրջերմաստիճանային պայմաններում:

Հանքայնացման մարմինների ձևը պայմանավորված է 2 գործոններով՝ խզումնային խախտումների բնույթով և հանքապարունակող ապարների ֆիզիկա-մեխանիկական հատկություններով: Հանքավայրի հյուսիսային տեղամասում, որտեղ տարածված են անդեդիտներ, բազալտային տուֆեր և դացիտներ, առաջացել են հանքային երակներ այն դեպքում, երբ հարավային տեղամասում, որը ներկայացված է դացիտային կազմի բեկորային լավաներով և դացիտներով՝ առաջացել են երակիկա-ցանավոր հանքային գոտիներ:

Կարևոր արդյունաբերական նշանակություն ունեցող հանքային մարմինները կազմավորվել են վերը նշված պալեոհրաբխային կառույցի կենտրոնական մասում՝ խզումնային խախտումների հալման հանգույցներում:

R. S. MOVSESIAN

GEOLOGICAL STRUCTURE AND STRUCTURE PECULARITIES  
OF THE ARMANIS POLYMETALLIC DEPOSIT

Abstract

The forming conditions of Armanis deposit depend on its location in the lying side of a reversed fault within a paleovolcanic structure formed in general by subvolcanic and volcanic neck facies of middle and acid composition. On account of blocks' dislocations by the mentioned fracture in the paleovolcanic structure a renewed folded dislocation with a break in continuity intensively controls the mineralization. Significant industrial ore-shoots carrying streaky-impregnated mineralization located in the central part of volcanic edifice within the rocks possessing high effective porosity and being able to easy brittle deformations in the joint knots and intersections of the ore fractures; the veins occur along peripheral fissures.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Мовсесян Р. С. О физико-механических свойствах пород Арманского рудного поля. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 1, 1979.

УДК 549.3(479.25)

Г. О. ПИДЖЯН, Ш. О. АМИРЯН, А. И. КАРАПЕТЯН, А. С. ФАРАМАЗЯН  
МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ ТЕЛЛУРИДОВ В ГЛАВНЕЙШИХ  
РУДНЫХ ФОРМАЦИЯХ АРМЯНСКОЙ ССР

Рассмотрены вопросы минеральных и парагенетических ассоциаций теллуридов в различных рудных формациях Армянской ССР. Выявлены основные закономерности распределения теллуридов и теллурсодержащих минералов в главнейших рудных формациях и месторождениях.

На территории Армянской ССР, характеризующейся геологией и металлогенией, специфичной для Средиземноморского мезо-кайнозойского металлогенического пояса, широко развиты месторождения медно-молибденовой, колчеданной, полиметаллической, золото-сульфидно-теллуровой, золото-сульфидной, золото-шеелитовой и золото-свинцово-сурьмяной формаций.

Многолетними детальными минералого-геохимическими исследованиями с применением более совершенных рудных микроскопов и других современных методик диагностики минералов, главным образом, авторами настоящей работы в рудах различных формаций Армении выявлены многочисленные теллуриды, образующие различные минеральные и парагенетические ассоциации в зависимости от формационного типа месторождений, минерального состава руд и условий их образования (табл. 1, 2). К настоящему времени установлены теллуриды висмута (тетрадимит, теллуровисмутит, пильзенит), золота и серебра (креннерит, калаверит, гессит, петцит, сільванит, нагнагит, волинскит, эмпрессит), свинца (алтаит), меди (риккардит, вейссит), никеля (мелонит), ртути (колорадонит).

В таблице 1 приведен список установленных гипогенных минералов теллура и характер их распределения в рудах различных формаций и месторождений. Из таблицы видно, что наиболее многочисленными видами теллуридов характеризуются золоторудные формации, среди которых особое место занимает золото-сульфидно-теллуровая. Исследования показывают, что распространенность теллуридов в различных формациях и минеральных типах руд весьма неравномерное как в качественном, так и в количественном отношении. Например, теллуриды висмута—тетрадимит и теллуровисмутит, встречаются во всех изученных формациях руд, тогда как теллуриды золота, серебра, меди, ртути и никеля—только в рудах отдельных формаций. Интересно отметить также следующую особенность: теллуриды начинают выделяться из растворов в средние стадии минерализации гидротермального рудообразования, однако их максимальное отложение, как правило, приурочено к поздним, низкотемпературным стадиям минерализации—золото-теллу-

Таблица 1

## Распространенность минералов теллура в рудных формациях Армянской ССР

№ п/п	Наименование минералов	Золото-сульфидно-теллуровая		Золото-сульфидная (полиметаллическая)			Золото-шеселитовая	Золото-свинцово-сурьмяная	Медно-молибденовая				Колчеданная		Полнметаллическая	
		Зод	Меградзор	Тей	Шаумян	Арманис	Гамзачиман	Азатек	Каджаран	Агарак	Анкаван	Дастакерт	Кафан	Шамлуг	Газма	Гюмушхана
1	Тетралимит	++	-	+	+	+	+	+	++	+	++	+	+	-	-	
2	Теллуросисмутит	+++	++	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	
3	Алтант	++	+++	+	++	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
4	Гессит	++	++	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	
5	Петцит	++	++	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	
6	Калаверит	++	++	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	
7	Креннерит	++	++	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
8	Сильванит	++	++	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	Нагнагит	++	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
10	Мелонит	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
11	Пильзенит	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	Волинскит	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	Риккардит	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14	Колорадоит	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	Вейссит	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	Эмпрессит	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	Колусит	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	Самород. теллур	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	

Условные обозначения: «+++» — минерал широко распространен; «++» — встречается часто, но в небольших количествах; «+» — встречается редко; «-» — не установлен.

ровой, сфалерит-галенитовой и теннантит-энаргитовой. Минеральные ассоциации, в которых развиты теллуриды, представлены большим разнообразием состава, однако более тесные сростания они образуют с самородным золотом, серебром, висмутом, сульфосолями висмута, мышьяка, свинца и сурьмы, которые развиваются в полях главных рудообразующих минералов—галенита, сфалерита, халькопирита, пирита, иногда висмутитина и низкотемпературного арсенопирита.

В медно-молибденовой формации руд теллуриды установлены во всех главнейших месторождениях—Каджаран, Агарак, Дастакерт, Анкаван. Однако они более широко представлены в рудах Анкавана и Каджарана. Выделение теллуридов начинается в средних стадиях минерализации: кварц-халькопирит-молибденитовой, кварц-пиритовой и кварц-халькопиритовой (рис. 1). В рудах указанных стадий минерализации тел-



Рис. 1. Тетрадимит (белое) в ассоциации с халькопиритом (серовато-белое) и кварцем (черное). Анкаван. Полир. шлиф. X440.

луриды представлены тетрадимитом и теллуровисмутитом в тесной парагенетической ассоциации с висмутином, медно-висмутовыми минералами (виттихенитом, эмплектитом), развивающихся, главным образом, в полях халькопирита, бсернита и пирита (табл. 2).

Значительно шире теллуриды представлены в поздних, сравнительно низкотемпературных стадиях минерализации—кварц-карбонат-сфалерит-галенитовой и кварц-халцедон-теннантит-энаргитовой. В полиметаллической стадии минерализации (Каджаран, Анкаван, Дастакерт и др.) наряду с теллуридами висмута—тетрадимитом и теллуровисмутитом, широко развиты гессит, петцит, креннерит-калаверит и алтанг в тесной ассоциации с самородными золотом и теллуrom и сульфосолями мышьяка, сурьмы, висмута (рис. 2). Весь указанный комплекс минералов развивается в полях кварца, галенита, халькопирита и редко пирита, образуя различные структуры замещения.

В медно-мышьяковой стадии минерализации, широко представленной только на Анкаванском месторождении, установлены все теллуриды,

Парагенетические ассоциации теллуридов в главнейших рудных формациях Армянской ССР

Формация руд	Парагенетические ассоциации		Примеры месторождений
	широко развитые	редко встречающиеся	
I Медно-молибденовая	Кварц-пирит-халькопирит-теннантит-виттихенит-эмлектит-висмутит-тетрадимит-теллуровисмутит	Кварц-карбонат-халцедон-пирит-халькопирит-сфалерит-теннантит-энаргит-алтант-гессит-петцит-калаверит-креннерит-тетрадимит-теллуровисмутит-самородные золото, висмут, теллур	Каджаран, Анкаван, Агарак, Дастакерт
II Колчеданная	Кварц-пирит-халькопирит-борнит-энаргит-тетрадимит-теллу-ровисмутит-гессит-петцит-мелонит-самородные золото, серебро	Карбонат-сфалерит-галенит-алтант-петцит	Кафан, Шамлуг
III Полиметаллическая	Кварц-карбонат-галенит-сфалерит-халькопирит-пирит-теллу-ровисмутит-алтант-гессит-самородные золото, серебро	—	Газма, Гюмушкана
IV Золото-сульфидно-теллуровая	Кварц-карбонат-пирит-арсенипирит-сфалерит-халькопирит-алтант-гессит-ильванит-самородное золото Кварц-карбонат-теллуровисмутит-алтант-нагнагит-креннерит-калаверит-гессит-петцит-самородное золото	Кварц-карбонат-ильванит-тетрадимит-верлит-мелонит-колорадоит-рикардит-вейссит-колусит-самородные золото, теллур	Зод, Меградзор
V Золото-сульфидная (полнметаллическая)	Кварц-карбонат-пирит-халькопирит-сфалерит-галенит-блеклая руда-алтант-гессит-петцит-калаверит, самородные золото, серебро	Кварц-карбонат-сфалерит-халькопирит-борнит-висмутит-айкинит-тетрадимит-теллуровисмутит	Тей, Арманис, Шаумян, Лалигюх
VI Золото-свинцово-сурьмяная	Кварц-карбонат-сфалерит-халькопирит-галенит-антимонит-алтант-гессит-самородное золото	Кварц-карбонат-пирит-халькопирит-висмутит-тетрадимит-теллуровисмутит	Азатек
VII Золото-шеелитовая	Кварц-пирит-халькопирит-шеелит-вольфрамит-висмутит-тетрадимит-теллуровисмутит-калаверит-ильванит-алтант-гессит-петцит-самородное золото	—	Гамзачимац

которые выявлены в медно-молибденовой формации руд: тетрадимит, теллуrowисмутит, гессит, петцит, алтант, креннерит-калаверит, сильванит и нагнагит в тесной ассоциации с самородным золотом, сульфосолями сурьмы, мышьяка, висмута, а также минералами германия, никеля, кобальта, свинца и серебра. Отмеченная парагенетическая ассоциация минералов развивается в полях кварца, халцедона, теннантита, энаргита, гипогенных борнита, халькозина, образуя весьма интересные структуры распада и замещения.

Приведенные данные показывают, что теллуриды являются характерными минералами поздних стадий минерализации медно-молибденовых месторождений. Ранние образования теллуридов—тетрадимит, теллуrowисмутит, тесно ассоциируют с минералами висмута и руды этих стадий минерализации, в особенности кварц-халькопиритовой, характеризуются повышенными содержаниями висмута, теллура и незначительной примесью золота и серебра. Руды поздних стадий минерализации отличаются многообразием минеральных видов теллуридов и повышенными содержаниями золота, серебра, висмута и теллура.

В колчеданной формации руд теллуриды установлены в медноколчеданных месторождениях Кафан, Шамлуг, Алаверди, рудопроявлениях Анкадзорской группы и др. Как и в медно-молибденовой формации, здесь тетрадимит и теллуrowисмутит развиты в главных рудообразующих, сравнительно ранних, кварц-халькопиритовой и кварц-пиритовой стадиях минерализации, а гессит, петцит, алтант, изредка креннерит-калаверит и мелонит—в кварц-карбонат-сфалерит-галенитовой стадии минерализации, которая имеет слабое развитие и является наиболее низкотемпературной, замыкающей рудный процесс стадией.

Тетрадимит и теллуrowисмутит тесно ассоциируют с кварцем, минералами висмута и сульфосолями мышьяка, развиваясь в полях халькопирита, пирита и борнита. Гессит, петцит, алтант тесно ассоциируют с кварцем, самородным золотом и серебром, сульфосолями мышьяка и сурьмы. В этой ассоциации минералов встречаются также креннерит-калаверит и мелонит. Отмеченные парагенетические ассоциации теллуридов обычно развиваются в полях кварца, галенита, сфалерита, халькопирита и пирита, образуя различные структуры срастаний.

На Кафанском месторождении были обнаружены отдельные уникальные скопления алтанта в виде линзообразных и гнездообразных тел,



Рис. 2. Выделения креннерита (белое) в полях блеклой руды (Тп). Каджаран. Полир. шлиф, масл. иммерсия,  $\times 100$ .

приуроченных к трещинам разломной зоны. Алтант тесно ассоциирует с кварцем, карбонатом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом и представлен крупными массивными выделениями, что в природе встречается весьма редко. По всей вероятности, такое проявление алтанта связано с поздней золото-полиметаллической минерализацией, развитой в рудном поле.

Таким образом, теллуриды являются достаточно распространенными минералами руд медноколчеданных месторождений и проявляются они в средних продуктивных и поздней полиметаллической стадиях минерализации. Руды этих стадий минерализации отличаются повышенными содержаниями висмута и теллура, а полиметаллической — также золота и серебра.

В полиметаллической формации руд теллуриды установлены в месторождениях Газма, Гюмушхана, Аткиз и др. Они представлены теллуrowисмутитом, алтантом, гесситом и встречаются в ассоциации с самородными золотом и серебром, сульфосолями свинца, сурьмы мышьяка и минералами серебра. Эта минерально-парагенетическая ассоциация развивается в полях главных жильных и рудных минералов — кварца, карбоната, галенита, сфалерита, халькопирита и пирита. Полиметаллические руды в целом характеризуются повышенным содержанием серебра, висмута, золота и теллура.

Несравненно широкое развитие теллуриды имеют в рудах золоторудных месторождений. Из распространенных в республике восьми золоторудных формаций теллуриды установлены в следующих четырех: кварц-золото-сульфидно-теллуровой, кварц-карбонат-сульфидной, кварц-шеепитовой и кварц-карбонат-свинцово-сурьмяной. Минеральный состав золоторудных месторождений довольно разнообразен и включает большое число самородных элементов, сульфидов, арсенидов, теллуридов, сульфосолей, окислов, карбонатов, сульфатов, вольфрамов и силикатов.

Общим для всех золоторудных месторождений является многостадийность процессов рудообразования. Золото из рудогенерирующих очагов выносится неоднократно — нередко в три-четыре стадии минерализации, и обычно отлагается после основной массы сульфидов, сульфосолей и теллуридов, главным образом, в виде самородного золота.

В минеральном составе золоторудных месторождений особую группу составляют теллуриды золота, серебра, висмута, свинца, никеля, ртути и меди. В золото-сульфидно-теллуровой формации руд теллуриды образуют самостоятельные рудные тела и тип минерализации и наложены на другие типы руд; в других формациях теллуриды проявляются в пирит-халькопиритовых и полиметаллических типах минерализации, образуя наиболее поздние парагенезисы (рис. 3, 4, 5, 6).

В рудах золоторудных месторождений установлены следующие минералы теллура: самородный теллур, тетрадимит, теллуrowисмутит, пильзенит (верлит), волинскит, алтант, мелонит, калаверит, креннерит.

сильванит, петцит, гессит, эмпрессит, натриит, колорадоит, риккардит, вейсцит, колусит.

Теллуриды более характерны для месторождений золото-сульфидно-теллуровой формации (Зод. Меградзор и др), руды которых отличаются широкой распространенностью и многочисленностью видов теллуридов.

Детальными исследованиями теллуридсодержащих руд золоторудных месторождений, установлены многочисленные парагенетические ас-

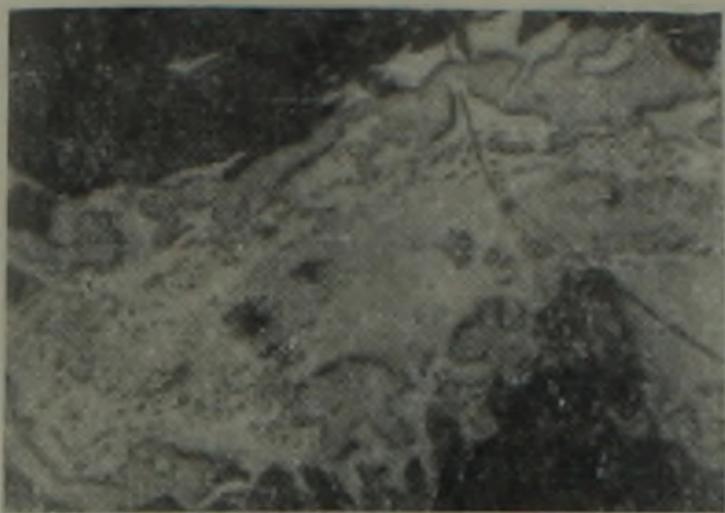


Рис. 3.



Рис. 4.

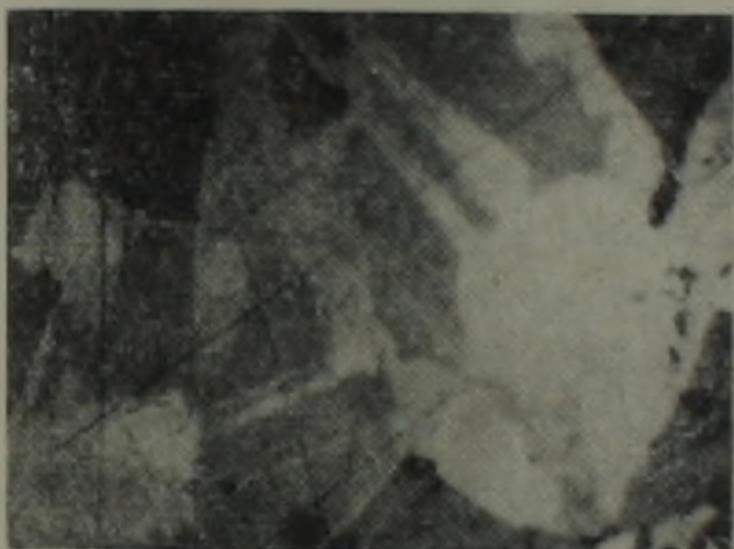


Рис. 5.



Рис. 6.

Рис. 3. Структура срастания мелонита (серое внутри) и алтанта (светлое). Полидимит (рельефное) замещается мелонитом и алтангом. Зод. Полир. шлиф. X210.

Рис. 4. Замещение алтанта (светло-серое) золотом (белое). Золото в виде тонких прожилков находится также в поле гессита (серое). Зод. Полир. шлиф, X100.

Рис. 5. Полисинтетически двойникованные выделения сильванита замещаются калаверитом (светлое). Меградзор. Полир. шлиф. X210.

Рис. 6. Срастания галенита (ga) и алтанта (al), выполняющие промежутки идиоморфных выделений кальцита (черное). Кафан. Полир. шлиф, X100. По Р. Н. Зарьяну.

социации теллуридов, которые проявляются в различных сочетаниях с сульфидами и сульфосолями (табл. 2). Например, парагенезис теллу-ровисмутит-алтант-нагнаит-пильзенит-самородный теллур-самородное золото сочетается с галенитом и сульфосолями свинца и сурьмы; мелонит-теллуровисмутит-алтант и мелонит-теллуровисмутит-алтант-сильванит-гессит-колорадоит-нагнаит-самородное золото—с галенитом, бра-

вонтом, полидимитом, герсдорфитом, ваэситом и зелигманитом; риккардит и вейссит—с халькопиритом, теннантитом и тетраэдритом; теллуrowисмутит—с висмутином, сульфосолями висмута и самородным висмутом.

В рудах месторождений золото-сульфидной, золото-шеелитовой и золото-свинцово-сурьмяной формаций теллуриды распространены сравнительно меньше. В этих рудах встречаются тетрадимит, теллуrowисмутит, алтант, гессит, реже калаверит и сільванит. Они развиты в пирит-халькопиритовых (Тей, Арманис, Лалигюх) и полиметаллических (Гегарчин, Гамзачиман, Азатек) типах руд. Как и в рудах золото-сульфидно-теллуrowой формации, здесь теллуриды образуют поздние наложенные парагенезисы, замещая и цементируя ранние сульфиды и сульфосоли.

В рудах пирит-халькопиритовой стадии минерализации преобладающими теллуридами являются тетрадимит и теллуrowисмутит в ассоциации с висмутином, козалитом, айкиннитом, эмплектитом и другими сульфосолями висмута. В полиметаллических рудах преобладают алтант и гессит, нередко совместно с теллуридами золота—калаверитом и сільванитом, в ассоциации с галенитом, галеновисмутитом, айкиннитом, матильдитом и другими сульфосолями меди, свинца, висмута и серебра. Следует отметить, что эта особенность теллуридов на месторождениях золото-сульфидно-теллуrowой формации руд проявляется в более ранних сульфидных стадиях минерализации.

Важной особенностью теллуридов является их распространенность в рудах с повышенными содержаниями золота и серебра. Сходные черты поведения имеют также висмут, свинец, ртуть, сурьма, мышьяк. Особенно четко проявляется сродство между теллуrom и висмутом, свинцом, серебром, золотом. Минералогические исследования показывают, что среди теллуридов самыми распространенными являются тетрадимит и теллуrowисмутит, затем следуют алтант, гессит, теллуриды золота, ртути, никеля и меди. Учитывая частоту встречаемости и распространенность теллуридов в различных формациях и типах руд, а также последовательность их выделения из гидротермальных растворов, можно наметить следующий ряд сродства катионов с анионом теллура:



Последовательность выделения теллуридов из растворов обусловлена не только сродством катионов с анионом теллура ( $\text{Te}^{2-}$ ), но и другими особенностями металлов. С этой точки зрения последовательность отложения теллуридов является типоморфной особенностью каждого конкретного генетического типа месторождения и формации руд.

По всей вероятности, различные парагенетические ассоциации теллуридов обусловлены разными физико-химическими условиями минералообразования—температурой, концентрацией, давлением. Так, например, руды сравнительно высокотемпературных формаций и стадий минерали-

зации (медно-молибденовая, медноколчеданная) характеризуются тетрадимит-теллуrowисмутитовым парагенезисом, средне- и низкотемпературные типы руд (полиметаллическая, свинцово-сурьмяная) характеризуются множеством парагенезисов теллуридов и сложным минеральным составом.

Наличие мелонита в рудах Зодского месторождения является особенностью этого месторождения и обусловлено приуроченностью руд к основным и ультраосновным породам, содержащим повышенные концентрации никеля.

При повышенных содержаниях теллура и одинаковых соотношениях золота и серебра образуется петцит в сростках с калаверитом и сиванитом.

Ассоциация теллуrowисмутит-алтант обычно развивается в сочетании с теллуридами различного состава и главным образом золото-теллуrowой или полиметаллической стадий минерализации. Колорадоит характерен для месторождений золото-сульфидно-теллуrowой формации руд, где некоторым развитием пользуется минерализация ртути.

Геохимические свойства теллура способствуют его накоплению в поздних стадиях гидротермального процесса, поэтому преобладающая часть месторождений, руды которых содержат теллуриды, образовалась в средне-низкотемпературных условиях на умеренных и малых глубинах.

Богатые теллуридами месторождения в основном имеют молодой верхнетретичный возраст и парагенетически связаны с умеренно кислыми гранитоидами конечных стадий развития структурно-металлогенических зон. С этой точки зрения, повышенные и высокие концентрации теллура и наличие теллуридов в рудах могут служить дополнительным критерием выделения разновозрастных и разнотипных рудных образований.

Теллуридсодержащие руды обычно являются комплексными и поэтому могут служить источником извлечения не только золота и теллура, но и серебра, висмута, селена и других металлов.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 1.XI.1979.

Գ. Ն. ՓԻՋՅԱՆ, Ն. Շ. ԱՄԻՐՅԱՆ, Ա. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Ա. Ս. ՖԱՐԱՄԱՉՅԱՆ

ՏԵԼՈՒՐԻՎԵՆԵՐԻ ՄԻՆԵՐԱԿԱՅԻՆ ԱՍՈՑԻԱՅԻԱՆԵՐԸ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ  
ԳԵՈԱԿՈՐ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՖՈՐՄԱՅԻԱՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հայկական ՍՍՀ տարածքում, որը հանդիսանում է Միջերկրածովային մետաղածնային գոտու մի մասը, լայն տարածում ունեն սլդինձ-մոլիբդենային, կոլչեդանային, բազմամետաղային, ոսկու և հրկաթի ֆորմացիաներին պատկանող հանքավայրերը: Այդ ֆորմացիաների հանքանյութերում հայտնաբեր-

ված են բիսմութի, ոսկու, արծաթի, սնդիկի, պղնձի ու նիկելի բազմաթիվ տել-  
լուրիդներ: Վերջիններս հանդես են գալիս մի շարք միներալային և պարագե-  
նետիկ ասոցիացիաներով: Միներալային ասոցիացիաների բազմազանությունը  
պայմանավորված է հանքավայրերի ֆորմացիոն տիպով, հանքանյութերի մի-  
ներալային կազմով և նրանց առաջացման պայմաններով:

Տելլուրիդները բնորոշվում են մի շարք առանձնահատկություններով, ո-  
րոնք պայմանավորված են առանձին մետաղների պարունակություններով, ան-  
ջատման հաջորդականությամբ, ստրուկտուր-տեքստուրային, բյուրեղաօլիտի-  
կական ու ֆիզիկա-քիմիական հատկություններով: Այդ առանձնահատկու-  
թյունները հիմք են ծառայում հանքանյութերի դասակարգման, հարստացման  
և նրանցից բոլոր արժեքավոր տարրերը կորզելու տեխնոլոգիական սխեմաներ  
մշակելու համար:

Տելլուրիդներն ու նրանց ասոցիացիաներն ամենից շատ բնորոշ են երի-  
տասարդ (մեզո-կայնոզոյան) մետաղածնային դարաշրջանների համար: Որ-  
պես կանոն, տելլուրիդ պարունակող հանքանյութերն առաջանում են շափա-  
վոր և փոքր խորություններում, միջին ու ցածր ջերմաստիճանի պայմաննե-  
րում: Տելլուրի բարձր պարունակությունները սովորաբար բնորոշ են հանքա-  
առաջացման պրոցեսների ուշ ստադիաների համար:

Տելլուրի կարևոր առանձնահատկություններից են նրա սերտ կապը ոսկու,  
արծաթի, կապարի, բիսմութի, սնդիկի, պղնձի և նիկելի հետ: Այդ պատճա-  
ռով տելլուրիդ պարունակող հանքանյութերից տելլուրից բացի, կարելի է կորզել  
նաև այլ արժեքավոր տարրեր (ոսկի, արծաթ, բիսմութ, սելեն և այլն):

G. H. PIDJIAN, SH. H. AMIRIAN, A. I. CARAPETIAN, A. S. FARAMASIAN

## THE TELLURIDES' MINERAL ASSOCIATIONS IN THE MAIN ORE FORMATIONS OF THE ARMENIAN SSR

### Abstract

The problems of tellurides' mineral and paragenetic associations in the Armentian SSR different ore formations are discussed. The general distribution regularities of the tellurides and tellure-containing minerals are revealed in the main ore formations and ore deposits.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Амирян Ш. О. К минералогии золоторудных месторождений. Докл. АН Арм.ССР, т. XXXI, № 1, 1960.
2. Амирян Ш. О., Карапетян А. И. Минералого-геохимическая характеристика руд Меградзорского золоторудного месторождения. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-географ. наук, т. XVII, № 2, 1964.
3. Амирян Ш. О., Фарамизян А. С. Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1974.
4. Безсмертная М. С., Соболева Л. Н. Новый теллурид висмута и серебра, установленный новейшими методами. Тр. ИМГРЭ, вып. 18, 1963.
5. Зарьян Р. Н. Теллуриды и теллурид свинца в рудах Кафанского месторождения. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-географ. наук, т. XV, № 2, 1962.

6. *Карпетян А. И.* Теллуриды в рудах Анкаванского месторождения. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-географ. наук, т. XIV, № 6, 1961.
7. *Магакьян И. Г.* Стибно-теллуровисмутит Зодского золоторудного месторождения. Докл. АН Арм. ССР, т. XXIII, № 5, 1956.
8. *Магакьян И. Г., Пиджян Г. О., Фарамазян А. С., Амирян Ш. О., Карпетян А. И., Пароникян В. О., Зарьян Р. Н., Меликсетян Б. М., Акопян А. Г.* Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1972.
9. *Меликсетян Б. М., Фарамазян А. С., Хуршудян Э. Х.* Теллуровисмутит из Калерского месторождения молибденита. Докл. АН Арм. ССР, т. XXX, № 4, 1960.
10. *Пароникян В. О.* Алтант из руд Азатекского месторождения. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-географ. наук, т. XIV, № 6, 1961.
11. *Пиджян Г. О.* Теллуриды в рудах Агаракского, Дастакертского и Джиндаринского месторождений. Зап. Арм. отд. ВМО, вып. 4, 1969.
12. *Пиджян Г. О.* Медно-молибденовая формация руд Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1975.
13. *Фарамазян А. С.* К минералогии полиметаллических руд Каджаранского медно-молибденового месторождения. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-географ. наук, т. XI, № 6, 1958.
14. *Хачатурян Э. А.* Алтант и петцит в рудах Кафанского месторождения. Докл. АН Арм. ССР, т. XXVI, № 3, 1958.

УДК—549(479.25)

В. О. ПАРОНИКЯН

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД АРМЯНСКОЙ ССР

В статье обобщены результаты исследований по количественному минеральному составу полиметаллических руд Армянской ССР. Полученные данные позволяют произвести идентификацию руд отдельных месторождений и формационных типов на количественной основе.

Содержание минерала в теле полезного ископаемого является случайной величиной, т. к. оно зависит от множества неравноценных факторов. В отличие от магматических горных пород минералы в гидротермальных рудных месторождениях распределены крайне неравномерно и поэтому для определения истинного среднего значения его распределения требуется большое число наблюдений. Задача эта осложняется еще тем обстоятельством, что содержание минерала в руде определяется на небольшой площади полированного штуфа (обычно 2×3 см), которая, разумеется, не может в достаточной степени точно охарактеризовать истинное содержание минерала в данной точке рудного тела, как это для рудообразующих элементов достигается бороздовым опробованием. Эти небольшие образцы, однако, содержат более объективную информацию относительно количественных соотношений минералов и поэтому задача сводится к определению этого стандарта. Таким образом, в этом случае, мы имеем дело с относительными объемными содержаниями, под которыми подразумевается отношение площади данного минерала к сумме площадей всех рудных минералов. Площади минералов определялись под микроскопом в отраженном свете на полированных штуфах планиметрическим методом, с использованием окуляр-микрометра с квадратной сеткой.

В таблицах 1 и 2 приведены результаты наших исследований по относительным объемным и весовым содержаниям минералов в полиметаллических рудах Армянской ССР. Причем, пересчет относительных объемных содержаний ( $W_m$ ) в весовые производился формулой:

$$W_m = \frac{\gamma_m V_m}{\sum \gamma_i V_i}, \quad (1)$$

где  $W_m$  — относительное весовое содержание данного минерала в %,  $\gamma_m$  — его удельный вес,  $\sum \gamma_i V_i$  — сумма произведений удельного веса и относительного объемного содержания всех рудных минералов.

Полиметаллическая руда любого из перечисленных в таблицах рудопроявления и месторождения представляет из себя сложное сочетание нескольких парагенетических ассоциаций, которые, как видно из таблицы 1, значительно отличаются друг от друга количественным минеральным составом. Учет веса каждой ассоциации в руде представляет еще более трудную задачу и поэтому здесь мы ограничиваемся лишь идентификацией главных полиметаллических ассоциаций, на долю которых приходится 60—80% общей массы руды.

Будучи первой попыткой количественной минералогической характеристики руд, представленные в таблицах 1 и 2 данные не претендуют на большую точность и нуждаются в дальнейшем уточнении и дополнении. Сравнительные характеристики здесь приводятся лишь для полиметаллических руд армянской части Малого Кавказа, т. к. в литературе отсутствуют данные по аналогичным типам руд из других регионов.

По количественному минеральному составу достаточно четко выделяются следующие формации полиметаллических руд: колчеданно-полиметаллическая Алаверди-Кафанской зоны, свинцово-цинковая Севано-Амасийской зоны и полиметаллическая Памбак-Зангезурской зоны<sup>1</sup> (табл. 1).

Как видно из табл. 2, колчеданно-полиметаллическая формация отличается от других, в первую очередь, весовым значением сфалерит-галенитового отношения, которое для формации в целом составляет в среднем 3,1 : 1. Оно возрастает от севера к югу Алаверди-Кафанской зоны: Ахтала—2,1 : 1; Мурхузская зона—3,6 : 1; Шаумян Халадж—4,3 : 1. Эта тенденция изменения минерального состава руд контролируется изменениями соотношений основных—средних и кислых составляющих в ассоциирующих магматических породах, которые возрастают в вышеуказанной последовательности. По относительным весовым содержаниям пирита, халькопирита, блеклой руды и галенита руды Алавердского и Кафанского рудных районов показывают большое сходство; последние отличаются повышенной ролью теллуридов свинца, висмута, золота и серебра. Полиметаллические руды Мурхузской зоны Шамшадинского рудного района по сравнению с таковыми предыдущих двух районов состоят лишь из ограниченного числа минеральных видов (см. табл. 1 и 2).

Свинцово-цинковая формация характеризуется низким содержанием пирита—3,7% и халькопирита—4,2%. Отношение пиритового пока-

---

<sup>1</sup> Перечисленные формации впервые выделены Н. Г. Магакьяном; причем, колчеданная формация Малого Кавказа имеет аналоги в Рудном Алтае и Японии; полиметаллическая—в североамериканских Кордильерах. Название «свинцово-цинковая формация» здесь имеет условное значение, т. к. она не обладает геологическими и минералогическими характеристиками известной в литературе свинцово-цинковой формации в карбонатных породах платформенных чехлов (Юго-Восточное Миссури, Три-Стейт, Восточный Теннесси в Северной Америке и хребет Каратау—в Казахстане). По вещественному составу и тектоно-магматическим признакам она больше приближается к колчеданно-полиметаллической формации со специфическими особенностями.

Относительные объемные содержания минералов полиметаллических руд Армянской ССР в %<sup>1</sup>

Таблица 1

Структурно-металлогеническая зона	Рудная формация	Месторождение и рудопроявление	Парагенетическая ассоциация	К-во аншлифов	Пирит	Халькопирит	Сфалерит	Галенит	Блеклая руда	Арсенопирит	Бурнонит	Геокропит	Буланжерит	Энаргит	Молибденит	Айкнинг	Гематит	Антимонит		
																			1	2
Алаверди-Кафанская	I Колчеданно-полиметаллическая	Ахтала	Пиритовая	2	98,6	+	0,5	0,8												
			Полиметаллическая	33	17,4	23,2	41,4	10,6	7,3											
		Шаумян-Халадж	Пиритовая	3	97,0	1,5	0,7	0,8												
			Полиметаллическая	30	14,4	14,5	58,4	7,3	5,2							+				
		Мурхузская зона	та же	53	41,4	9,4	40,6													
		Лалигюх	та же	40	57,0	10,0	30,0	5,0		+									+	
		Мовсес	та же	29		+	+	10,6	77,3		+									
Севано-Амассийская	II Свинцово-цинковая	Привольное	Халькопирит-гематитовая	21	1,3	29,3	13,9	0,2										55,1		
			Полиметаллическая	52	5,3	3,5	58,0	23,7											9,5	
		Марц	та же	22	2,1	6,3	68,4	23,0												
		Дсех	Пирит-халькопиритовая		22,3	38,2	1,9	0,3		+						4,4			0,8	
Памбак-Зангезурская	III Полиметаллическая	Газма	Пиритовая	3	99,7	+	0,3	+												
			Пирит-халькопиритовая	6	64,5	30,4	1,0	2,7		+	+	0,3		+			0,7	0,3		
			Полиметаллическая	44	18,1	10,5	35,1	28,2	7,8		+	0,3								
		Гюмушхана	Пирит-халькопиритовая	7	59,4	19,8	0,5	+	12,2	3,3						+			4,7	
			Полиметаллическая	23	13,5	33,4	12,4	24,1	14,4	1,6		+	+			+			+	

1) Знаком + в таблице обозначены редкие примеси.





1	2	3	4
		Гегарчин-Каялу	Пирит-халькопиритовая Полиметаллическая
		Чирахлу	Пиритовая Полиметаллическая
		Азатек	Сульфoантимонитовая Кварц-антимонитовая
		Барираван	Полиметаллическая
	III	Марджан	Пиритовая Полиметаллическая
		Мазмазак	Пиритовая Энаргит-теннантитовая Молибденитовая Полиметаллическая
		Дастакерг	та же
		Гатна	Пиритовая Полиметаллическая
		Пыхрут	Пиритовая I Пиритовая II Полиметаллическая
		Личквас-Тей	Пиритовая Пирит-халькопиритовая Полиметаллическая

	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10	26.0	18.3	0.4	1.9	12.9	0.6					+	2.3			
45	28.2	24.3	7.8	14.6	16.9	8.2	0.2	+			+		0.2		
8	95.6	+	0.9	1.9	1.5			0.4							
17	52.2	+	29.3	17.1	1.3			+							
46	39.6	+	12.2	13.1	8.7	0.2	10.0	3.8	11.6						
10	0.8		0.4			+									98.8
9	51.1	0.6	21.4	9.9	14.6	+	0.1	1.2			0.5		0.1		
6	97.8	+	1.0	+	1.1										
32	49.6	0.1	19.6	4.6	25.3	+	0.5	0.5			+				
8	83.8	1.7	0.4	0.5											
6	69.4	+	1.4	1.2	7.9						25.6				
1	60.1	+									+	31.0			
17	34.7	0.1	31.5	15.8	13.3			1.0			+				
5	40.2	18.5	23.4	16.8	0.3										
5	84.7	10.9	1.6	2.7									+		
20	32.5	4.9	36.9	5.7	+	+									
4	97.0	0.2	1.7	0.5											
26	92.3	1.0	4.3	1.9	+									0.7	
8	11.7	+	53.0	35.3											
16	97.8	0.8	0.1	0.1	0.1							+			
22	79.6	16.7	0.3	0.2	1.5	+					+	+	1.1		
47	30.4	11.0	23.5	7.9	5.5	21.6						+	+		

зателя по формациям следующее—III : I : II—8.8 : 7.2 : 1, а халькопиритового—I:III:II—3.3:1.8:1<sup>1</sup>, т. е. в данном случае степень железистости и медности руд в 2—8 раз ниже по сравнению с двумя другими формационными типами. Кроме того, здесь резко падает роль блеклой руды, а взамен пирита появляется гематит (9,5%), что, очевидно, связано с

Таблица 2.

Весовые содержания рудных минералов (в%) полиметаллических ассоциаций руд Армянской ССР

Месторождение и рудопоявление	Количество образцов	Пирит	Халькопирит	Сфалерит	Галенит	Блеклая руда	Арсенопирит	Бурнонит	Геокронит	Энаргит	Айкнит	Молибденит	Гематит
Ахтала	33	18,9	19,9	36,1	17,3	7,6							
Мурхузская зона	53	45,3	8,7	35,8	10,0	+					+		
Шаумян-Халадж	30	16,1	13,6	52,3	12,2	5,6							
Итого по колчеданной формации*		26,7	14,0	41,4	13,2	4,4					+		
Привольное	52	5,3	2,9	46,5	35,6								9,5
Марц	22	2,2	5,5	56,6	35,7	+							
Итого по свинцово-цинковой формации		3,7	4,2	51,5	35,6	+							4,7
Газма	44	17,2	8,4	26,7	40,2	7,1	+	0,3			+		
Гюмушхана	23	13,1	27,1	9,6	34,7	13,4	1,8	+	+		+		
Гегарчин-Каялу	45	27,6	19,6	6,0	21,0	15,7	9,4	0,2	+		0,3	0,2	
Чирахлу	17	50,9	+	22,9	25,0	1,2		+					
Итого по Айюцзору		20,3	13,8	16,3	30,2	9,3	2,8	0,1	+		0,1	+	
Барцраван	9	51,0	0,5	17,1	14,8	14,0	+	0,1	1,5	0,8	0,1		
Марджан	32	50,9	0,1	16,1	7,1	24,9	+	0,6	0,4	+			
Мазмазак	17	35,5	0,1	25,8	24,3	13,1		1,2		+			
Итого по Восточной части Зангезурского хребта		45,8	0,2	19,7	15,4	17,3	+	0,6	0,1	0,3	+		
Дастакерт	5	40,3	15,6	18,8	25,1	0,3							
Татна	20	31,0	3,9	28,2	35,8	+							
Итого по северному Баргушату		32,7	6,5	26,3	34,4	0,1							
Пыхрут	8	10,4	+	39,6	49,4	+							
Личкьаз-Тей	47	29,9	9,1	18,5	11,7	5,2	25,5				+	+	
Итого по полиметаллической формации		32,7	7,6	20,8	26,4	8,6	3,3	0,2	0,2	0,1	0,1	+	

\* Средние относительные весовые содержания минералов по рудным формациям вычислены при равных значениях объектов, т. к. большинство из них изучены далеко недостаточно. Полученные таким путем значения параметров достаточно близки к средневзвешенным (на количество определений) их характеристикам.

<sup>1</sup> В табл. 1 римскими цифрами обозначены формации.

формированием этих руд в условиях высокого значения окислительного потенциала. В результате этого характерная для колчеданной и полиметаллической формаций пирит-халькопиритовая ассоциация здесь сменяется халькопирит-гематитовой. По сфалерит-галенитовому отношению—1,4 : 1 свинцово-цинковая формация занимает промежуточное положение между колчеданной и полиметаллической и состоит из ограниченного числа минеральных видов.

Полиметаллическая формация с минералогической точки зрения, как видно из табл. 1, наиболее сложная и интересная. По ряду специфических особенностей выделяются руды Айюцдзора (Газма, Гюмушхана, Гегарчин, Чирахлу), Зангезурского хребта (Марджан, Мазмазак, Барцраван) и Северного Баргушата (Татна). При большом сходстве количественного минерального состава руд Айюцдзора и Зангезурского хребта (табл. 1 и 2) первые отличаются низкой железистостью, повышенной свинцовостью и высоким значением халькопиритового индекса, а также большой ролью арсенопирита, сульфоантимонитов и сульфовисмутитов свинца и меди. Полиметаллические руды Северного Баргушата в этом отношении более стерильные с резким падением концентрации блеклой руды.

Полиметаллическая формация, в целом, по сравнению с предыдущими обладает следующими минералогическими характеристиками: низкое значение сфалерит-галенитового отношения (0,8 : 1), высокий индекс блеклой руды (III : I—4 : 1) и арсенопирита. Кроме того, для нее типичны сульфоантимониты (буланжерит, бурнонит, геокронит), сульфовисмутиты (айкинит, козалит, матильдит и др.) свинца, меди и серебра, которые почти полностью отсутствуют в предыдущих двух формациях.

По количественному минеральному составу с учетом также промышленного значения того или иного элемента среди формаций можно выделить и отдельные типы руд. Например, в колчеданно-полиметаллической формации можно выделить золото-сульфидно-теллуrowый тип (Лалигюх, Шаумян-Халадж); в свинцово-цинковой—полиметаллический тип с золотом (Марцигетская группа). В полиметаллической формации, при прочих равных условиях, повышенная серебреносность наблюдается в тех рудах, в которых относительное весовое количество блеклой руды превышает 10%, а появление арсенопирита и сульфовисмутитов может служить хорошим индикатором на повышенную золотеносность руд. По указанным признакам здесь можно выделить золото-висмут-полиметаллический (Личквас-Тей), золото-серебро-висмут-полиметаллический (Гюмушхана, Гегарчин, Барцраван, Марджан, Мазмазак) типы.

Вышеприведенный аналитический материал показывает также на ведущее значение тектоно-магматического фактора при выделении рудной формации, т. к. в пределах более или менее однородных по магматическим признакам структурных зон проявляются сходные, по количественным соотношениям минералов, типы руд и формации. Отмеченные специфические минералогические (а также геохимические) особен-

ности трех формационных типов полиметаллических руд Малого Кавказа находятся в функциональной зависимости от типа источников рудной минерализации, которые, как показано нами раньше, в последовательности зон Алаверди-Кафанская, Севано-Амасийская, Памбак-Зангезурская сменяется в сторону более кислых магматических пород.

Полученные количественные минералогические характеристики могут иметь и практическое применение для определения истинных (объемных или весовых) содержаний минералов, если в руде известно среднее содержание хоть одного главного рудообразующего элемента. По абсолютным содержаниям минералов можно определить содержания таких компонентов, которые в ходе геологоразведочных работ по той или иной причине не были определены (например, сурьма, мышьяк, висмут и др. редкие и благородные элементы). В этом случае могут быть использованы следующие пересчетные формулы: если известно среднее весовое содержание ( $C_k$ ) какого-либо главного элемента, который в руде выступает в виде одной минеральной формы (например, цинк), то весовое содержание его минерала определится формулой:

$$G_k = \frac{C_k \Sigma A_i}{A_k}, \quad (2)$$

где  $A_k$  — атомный вес данного элемента,  $\Sigma A_i$  — молекулярный вес его минерала.

Истинное весовое содержание интересующего нас минерала определяется из следующего соотношения:

$$G_x = \frac{W_x G_k}{W_k}, \quad (3)$$

где  $W_x$  — относительное весовое содержание данного минерала,  $W_k$  — относительное весовое содержание минерала, для которого истинное весовое содержание ( $G_k$ ) в руде известно.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 23 V. 1979.

Վ. Հ. ՊԱՐՈՆԻԿՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԲԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ  
ՔԱՆԱԿԱԿԱՆ ՄԻՆԵՐԱԼԱՅԻՆ ԿԱԶՄԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հողվածում բերված են Հայկական ՍՍՀ բազմամետաղային հանքանյութերի միներալների հարաբերական քանակական (ծավալային և կշռային) պարունակությունների վերաբերյալ հեղինակի ուսումնասիրությունների արդյունքները: Ստացված արդյունքները հնարավորություն են տալիս կազմելու տարրեր հանքավայրերի, հանքային շրջանների և ֆորմացիաների համեմա-

տական բնութագրերը: Օգտվելով այդ արդյունքներից և կիրառելով հողվածում բերված համապատասխան ձեւափոխող բանաձևերը կարելի է հաշվել միներալների, ինչպես նաև տարբեր տարրերի բացարձակ պարունակությունները:

V. H. PARONIKIAN

## THE QUANTITATIVE MINERAL COMPOSITION OF THE ARMENIAN SSR POLYMETALLIC ORES

### Abstract

The results of the Armenian SSR polymetallic ores' quantitative mineral composition investigations are summarized in this report. The obtained data allow to identify the ores of various ore deposits and formational types on the quantitative basis.

УДК 546.611(098.8)

К. Г. АСЛАНЯН, В. Б. МУРАДЯН

## К ВОПРОСУ О СИНТЕЗЕ НЕКОТОРЫХ ГРАНАТОВ

В статье приведены результаты исследований по синтезу некоторых редкоземельных гранатов, в частности алюмо-иттриевого, железо-иттриевого и галлий-гадолиниевого, методом окисления хлоридных расплавов. «Сжигание» расплавов  $K_3YCl_6-K_3AlCl_4$ ,  $K_3YCl_6-KFeCl_4$  и  $K_3GdCl_6-KGaCl_4$  осуществляется при температуре 850—1050°C в корундовом реакторе с образованием поликристаллических гранатов  $Y_3Al_5O_{12}$ ,  $Y_3Fe_5O_{12}$  и  $Gd_3Ga_5O_{12}$ . Приведены рентгенометрические и кристаллооптические данные синтезированных гранатов, а также показана возможность регуляции дисперсного состава продукта.

В связи с применением гранатов в качестве ферромагнетиков и активных элементов в оптических квантовых генераторах, в последние годы появились многочисленные работы по синтезу гранатов, особенно редкоземельных [2—6].

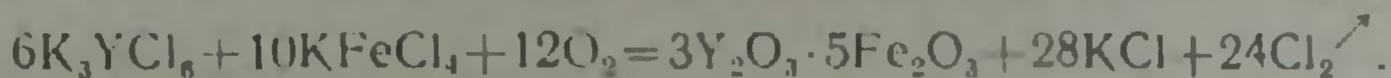
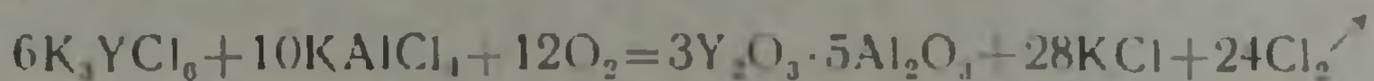
Наряду с известными методами синтеза окисных композиционных соединений, таких, как получение сложных окислов путем термообработки исходных окислов при высоких температурах, выпаривание и прокаливание стехиометрических смесей растворов солей, соосаждение гидроокисей аммиаком с дальнейшей термообработкой осадка и др. в настоящее время изыскиваются новые способы, обеспечивающие однородность продукта, воспроизводимость свойств, а также регуляция дисперсного состава получаемого материала [7—10].

*Алюмо-иттриевые и железо-иттриевые гранаты.* Для исследований использовались безводные хлориды алюминия, иттрия, железа и калия. Расплавы готовились в кварцевых реакторах и хранились в запаянных стеклянных ампулах. Приготовление комплексных хлоридных соединений осуществлялось по реакции:



«Сжигание» расплавленных хлоридов систем  $KAlCl_4-K_3YCl_6$  и  $KFeCl_4-K_3YCl_6$  осуществлялось в корундовом реакторе при температуре 850—1000°C в токе кислорода, который подавался из баллона со скоростью 15 л/час на 100 г расплавленной смеси. На рис. 1 показана схема лабораторной установки для «сжигания» расплавленных хлоридов в токе кислорода.

Для получения алюмо-иттриевого (АИГ) и железо-иттриевого гранатов (ЖИГ) составов  $3Y_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$  и  $3Y_2O_3 \cdot 5Fe_2O_3$ , хлоралюминат калия  $KAlCl_4$  и хлориттрат калия  $K_3YCl_6$ , (или хлорферриат калия  $KFeCl_4$  и хлориттрат калия) берут в стехиометрических количествах. Процесс окисления смеси хлоридов протекает по реакции:



После завершения опыта расплав охлаждается, и образующийся осадок промывается от  $KCl$  теплой, дистиллированной водой и высушивается.

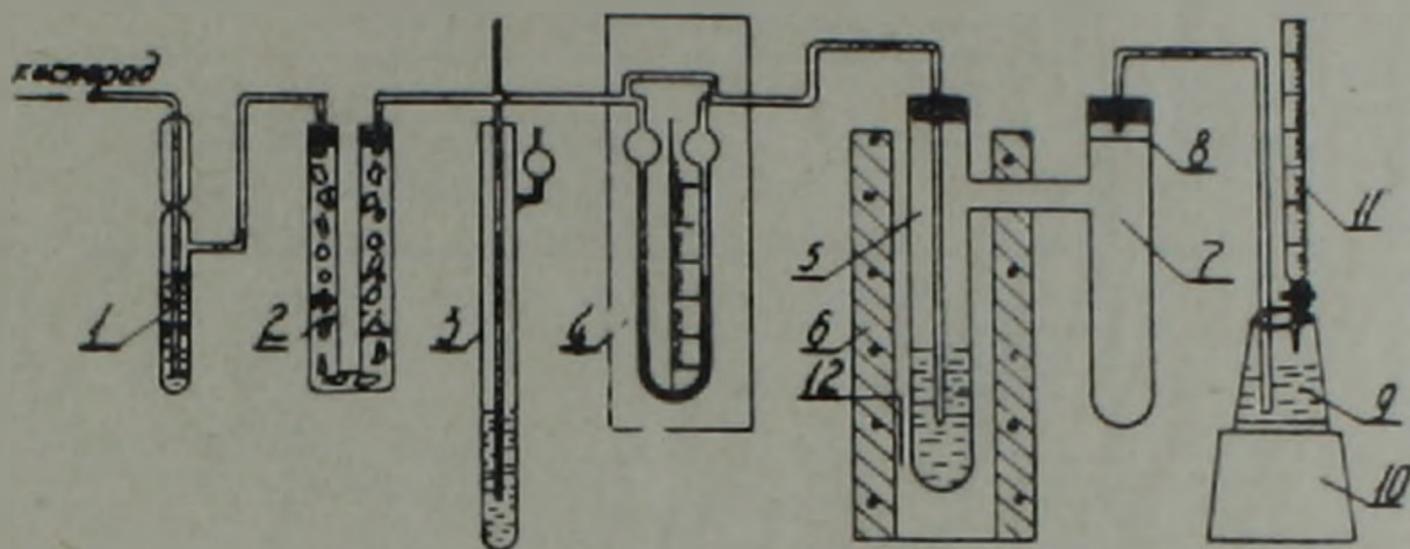


Рис. 1. Схема лабораторной установки для «сжигания» расплавленных хлоридов. 1. Дрексель с  $H_2SO_4$ . 2. Трубка с  $CaCl_2$ . 3. Моностаб. 4. Реометр. 5. Реактор. 6. Нагреватель. 7. Конденсатор. 8. Фильтр. 9. Раствор  $KI$ . 10. Магнитная мешалка. 11. Бюретка титрования. 12. ППР термопара.

В табл. 1 приводятся данные зависимости скорости реакции «сжигания» расплавов  $KAlCl_4—K_3YCl_6$  и  $KFeCl_4—K_3YCl_6$  от температуры. Образование твердого осадка в расплаве в течение реакции рассчитано по количеству выделившегося хлор газа. Хлор определялся йодометрически, методом титрования 5%-ного раствора йодистого калия 1 N раствором тиосульфата натрия.

Как видно из таблицы, скорость реакции «сжигания» в солевых системах  $KAlCl_4—K_3YCl_6$  и  $KFeCl_4—K_3YCl_6$  возрастает с увеличением температуры от 850 до  $1000^\circ C$  и несколько выше в расплаве хлоралюмината калия по сравнению с расплавом хлорферриата калия. Полученные кристаллические осадки АИГ и ЖИГ подверглись рентгенометрическому, кристаллооптическому и спектральному анализам.

Кристаллы АИГ под микроскопом бесцветны, прозрачны с высоким рельефом и алмазным блеском. Октаэдрические и додекаэдрические кристаллы изотропны с показателем преломления  $N=1,820$ . Размеры кристаллов 8—10 мкм. Результаты хим. анализа (вес. %):  $Y_2O_3=57,1$ ,  $Al_2O_3=42,9$ .

Спектральный анализ показал содержание примесей:  $Fe=0,001\%$ ,  $Mn=0,001\%$ ,  $Mg=0,003—0,01\%$ ,  $Na(K)$  не/обн.  $Si=0,003\%$ . Рентгенометрические данные приводятся в табл. 2.

Кристаллы ЖИГ ярко-коричневого цвета, под микроскопом бесцветные, прозрачные с высоким рельефом и стеклянным блеском. Двупреломление отсутствует. Размеры октаэдрических и додекаэдрических кристаллов 5—10 мкм с показателем светопреломления  $N=1,812$ . Результаты хим. анализа (вес. %):  $Y_2O_3=45,9$ ,  $Fe_2O_3=54,1$ . Такое соотношение окислов соответствует составу  $3Y_2O_3 \cdot 5Fe_2O_3$  ( $Y_3Fe_5O_{12}$ ). Спектральный анализ показал содержание примесей:  $Mg=0,003-0,01\%$ ,  $Cr=0,0005\%$ ,  $Mn=0,001\%$ ,  $Si=0,003\%$ ,  $Na$  (К) не/обн.

Таблица 1

Зависимость скорости реакции „сжигания“ расплавов  $KAlCl_4-K_3YCl_6$  и  $KFeCl_4-K_3YCl_6$  от температуры  
Условия опыта: масса расплава 100 г, расход кислорода 15 л час, продолжительность 60 мин.

№№ п/п	Температура, °С	Образование гранатов, мг/мин	
		расплав АИГ, $KAlCl_4-K_3YCl_6$	расплав ЖИГ, $KFeCl_4-K_3YCl_6$
1	850	5,5	5,1
2	900	16,1	12,4
3	950	27,6	22,2
4	1000	40,9	31,7

Таблица 2

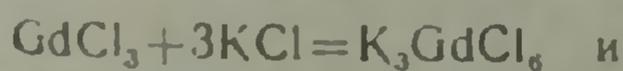
Порошковые рентгенограммы АИГ и ЖИГ Fe—антикатод, Mn—фильтр.

№№ п/п	АИГ		ЖИГ		№№ п/п	АИГ		ЖИГ	
	J	d/n	J	d/n		J	d/n	J	d/n
1	4	3,430	2	3,380	13	2	1,049	1	1,486
2	7	2,805	2	2,746	14			2	1,435
3	9	2,552	10	2,672	15			4	1,345
4	2	2,163	3	2,602	16			2	1,259
5	5	1,997	2	2,554	17			3	1,199
6	3	1,754	2	2,086	18			3	1,188
7	3	1,723	5	1,900	19			2	1,149
8	8	1,583	3	1,883	20			2	1,138
9	1	1,227	3	1,561	21			3	1,08
10	2	1,268	3	1,589	22			4	1,081
11	1	1,227	3	1,561	23			4	1,026
12	2	1,060	8	1,530	24			7	1,010

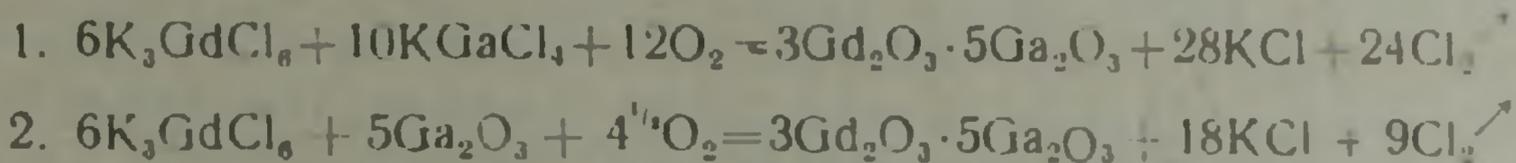
Галлий-гадолиновые гранаты. Поликристаллический осадок этого граната размерами частиц до 100 мкм может быть получен описанным способом и с успехом применен при выращивании монокристаллов.

Лабораторная установка и методика проведения эксперимента аналогичны вышеописанным.

Гексахлоргадолинат и тетрачлоргаллат калия получают путем взаимодействия исходных хлоридов в кварцевом реакторе при температуре 700—750°C по реакции:



Окисление смеси хлоридного расплава  $K_3GdCl_6-KGaCl_4$  происходит при температуре  $950-1050^\circ C$  при расходе газообразного кислорода  $10-15$  л/час на  $100$  г расплавленной смеси. В качестве галлийсодержащего компонента, кроме  $KGaCl_4$ , была использована также окись галлия  $Ga_2O_3$ , применение которой благоприятствует значительному росту кристаллов. Образование галлий-гадолиниевого граната можно представить следующими реакциями:



В табл. 3 приведены данные зависимости скорости реакции «сжигания»  $K_3GdCl_6-KGaCl_4$  и  $K_3GdCl_6-Ga_2O_3$  от температуры.

Таблица 3

Зависимость скорости реакции «сжигания» в расплавах  $K_3GdCl_6-KGaCl_4$  и  $K_3GdCl_6-Ga_2O_3$  от температуры  
Условия опыта: масса расплава  $100$  г, расход кислорода  $10-15$  л/час, продолжительность  $60$  мин.

№№ п/п	Температура, $^\circ C$	Образование $3Gd_2O_3 \cdot 5Ga_2O_3$ , мг/мин	
		с применением $KGaCl_4$	с применением $Ga_2O_3$
1	950	18,7	7,6
2	980	39,6	14,2
3	1020	75,0	20,5
4	1050	140,2	38,1

Из таблицы следует, что скорость реакции «сжигания» в расплавах  $K_3GdCl_6-KGaCl_4$  и  $K_3GdCl_6-Ga_2O_3$  возрастает с температурой и примерно в  $3-4$  раза выше при использовании  $KGaCl_4$  взамен  $Ga_2O_3$ . Однако, факт образования более крупных кристаллов в расплаве  $K_3GdCl_6-Ga_2O_3$ , по-видимому, следует объяснить структурными особенностями составляющих компонентов хлоридного расплава.

Можно допустить, что при «сжигании»  $K_3GdCl_6-KGaCl_4$  при некоторой температуре в многочисленных точках расплава образуются ассоциации комплексных ионов, находящиеся в данных термодинамических условиях в равновесии с расплавом. Комплексные ионы представляют собой образования, способные в определенных уровнях энергии активации частиц самопроизвольно присовокупиться и образовать центры кристаллизации. При достаточно высоких температурах, обеспечивающих процесс образования зародышей и рост кристаллов, прекращается дальнейшее образование новых центров кристаллизации, и активные молекулы и комплексные ионы скорее попадают на поверхность растущего кристалла, чем образуют новые самостоятельные зародыши. В этом случае образуется поликристаллический, монодисперсный продукт размером частиц  $35-40$  мкм.

При «сжигании» расплава  $K_3GdCl_6-Ga_2O_3$ , тонкодисперсные частицы окиси галлия быстро распадаются в солевом расплаве и становятся как бы центрами кристаллизации. В дальнейшем, комплексные ионы скорее идут на такие центры, чем образуют новые, вследствие чего кристаллы растут до размеров 100—150 мкм.

Полученный кристаллический осадок галлий—гадолиниевого граната лимонно-желтого цвета под микроскопом проявляет оптическую изотропность. Форма кристаллов додекаэдрическая (характерная форма всех гранатов). Прозрачные кристаллы размером от 40 до 150 мкм имеют алмазный блеск с очень высоким рельефом. Показатель светопреломления  $N=1,982$ . Результаты хим. анализа (вес. %):  $Ga_2O_3=46,33$ ,  $Gd_2O_3=53,66$ . Такое соотношение окислов соответствует составу  $3Gd_2O_3 \cdot 5Ga_2O_3$  или  $Gd_3Ga_5O_{12}$ . Спектральный анализ показал содержание примесей:  $Fe=0,001-0,003\%$ ,  $Mg=0,003-0,01\%$ ,  $Mn=0,001\%$ ,  $Na(K)$ —не/обн.. Рентгенометрические исследования полученных кристаллов показали, что данное соединение принадлежит кубической сингонии со структурой граната. В табл. 4 приводятся данные межплоскостных расстояний  $Gd_3Ga_5O_{12}$ .

Таблица 4

Порошковая рентгенограмма  $Gd_3Ga_5O_{12}$ , Fe-антикатод, Mn-фильтр

№№ л/п	J	d/n	№№ л/п	J	d/n	№№ л/п	J	d/n
1	3	4,940	10	8	1,708	19	9	1,150
2	3	3,270	11	8	1,645	20	6	1,132
3	5	3,057	12	4	1,540	21	1	1,102
4	10	2,733	13	4	1,380	22	5	1,094
5	7	2,500	14	8	1,346	23	1	1,060
6	1	2,408	15	4	1,316	24	4	1,032
7	4	2,243	16	2	1,275	25	5	1,012
8	5	1,994	17	2	1,212	26	7	1,004
9	6	1,776	18	2	1,178	27	1	0,985

### Выводы

Приведены результаты физико-химических исследований по обоснованию нового метода получения синтетических гранатов, в частности редкоземельных, имеющих широкое применение в новой технике. Рассмотрены вопросы скорости реакции образования поликристаллических редкоземельных гранатов, таких, как алюмо-иттриевые, железо-иттриевые и галлий—гадолиниевые из солевых расплавов  $K_3YCl_6-KAlCl_4$ ,  $K_3YCl_6-KFeCl_4$  и  $K_3GdCl_6-KGaCl_4$  путем «сжигания» расплавленных хлоридов в токе кислорода при температуре 850—1050°C.

Изучено влияние ряда факторов на условия кристаллизации редкоземельных гранатов из расплавов стехиометрических составов с образованием кристаллических осадков  $3Y_2O_3 \cdot 5Al_2O_3$ ,  $3Y_2O_3 \cdot 5Fe_2O_3$  и  $3Gd_2O_3 \cdot 5Ga_2O_3$  с различной степенью дисперсности кристаллов.

Показана возможность регуляции дисперсного состава получаемого продукта в диапазоне от 5 до 100 и более микрон, а также получения гомогенного продукта с воспроизводимыми свойствами.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 8.X.1979.

Կ. Գ. ԱՍԼԱՆՅԱՆ, Վ. Բ. ՄՈՒՐԱԴՅԱՆ

## ՈՐՈՇ ՆՈՆԱՔԱՐԵՐԻ ՍԻՆԹԵԶԻ ՀԱՐՑԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

### Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում քննարկվում են որոշ նոնաքարերի, մասնավորապես ալյումա-իտրիումային, երկաթ-իտրիումային և գալիում-գադոլինիումային նոնաքարերի սինթեզին վերաբերող հարցեր: Սինթեզը կատարվում է բլորիդային հալոցքների օքսիդացման հղանակով թթվածնի առկայության պայմաններում:  $K_3YCl_6 - KAlCl_4$ ,  $K_3YCl_6 - KFeCl_4$ , և  $K_3GdCl_6 - KGaCl_4$  հալոցքների «այրումը» իրագործվում է  $850-1050^\circ$ -ում կորունդային փորձանոթներում, որոնցում ստացվում են  $Y_3Al_5O_{12}$ ,  $Y_3Fe_5O_{12}$  և  $Gd_3Ga_5O_{12}$  նոնաքարերի բաղադրարկները:

Ի հրված են նշված նոնաքարերի ռենտգենամետրիկ և բյուրեղաօպտիկական տվյալներ, ինչպես նաև ցույց է տրված ստացվող բաղադրարկների շափերի կարգավորման հնարավորությունը բավականին լայն սահմաններում:

K. G. ASLANIAN, V. B. MURADIAN

## ON THE SYNTHESIS OF SOME GARNETS

### Abstract

Investigation results on the synthesis of some rare-earth garnets such as aluminium-yttrium, iron-yttrium, and gallium-gadolinium ones are brought by method of chloride melts' oxidation. The  $K_3YCl_6 - KAlCl_4$ ,  $K_3YCl_6 - KFeCl_4$ , and  $K_3GdCl_6 - KGaCl_4$  melts' „burning“ is realized at  $850' - 1050$  C temperature in the corundum reactor where the  $Y_3Al_5O_{12}$ ,  $Y_3Fe_5O_{12}$  and  $Gd_3Ga_5O_{12}$  polycrystalline garnets are generated.

The roentgenometrical and crystallooptical data of synthesized garnets are brought and the possibility of the product's dispersed composition regulation is shown.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Асланян К. Г., Елфимов И. И., Наджарян А. К. Способ получения алкмо-иттриевого граната. Авт. свид. СССР, № 544614, 1977.

2. Багдасаров Х. С. Выращивание монокристаллов  $Y_3Al_5O_{12}$ . Журн. «Кристаллография», 1, 3, 358, 1967.
3. Багдасаров Х. С. Спектроскопия стимулированного излучения кристаллов  $Gd_3Ga_5O_{12}$ . ДАН СССР, 216, 1018, 1974.
4. Белов К. П. Граниты редкоземельных элементов. Журн. «Кристаллография», 7, вып. 2, 242, 1962.
5. Белов К. П. Редкоземельные ферро- и антиферромагнетики. «Наука», М., 1965.
6. Воронько Ю. К., Каминский А. А., Осико В. В. Спектроскопические свойства кристаллов  $Y_3Al_5O_{12}$ . ЖЭТФ, 49, 420, 1965.
7. Зверев Г. М. Кристаллы ИАГ. ЖЭТФ, 57, (3) 9, 794, 1969.
8. Каминский А. А. Лазерные кристаллы. «Наука», М., 1975.
9. Arsenev P. A. Свойства кристаллов алюмо-итриевого граната. Phys. Status Solidi (a) 15, 1, K 71, 1973.
10. Geusic J., Marcos H. Получение иттрий-алюминиевого граната. Appl. Phys. Lett. 10, 182, 1964.
11. Marezio M., Romeika J. Синтез  $Gd_3Ga_5O_{12}$ . Inorg. Chem. 7, 1337, 1968.

УДК 550.835

Е. П. ЛЕМАН, А. А. ТАМРАЗЯН, В. А. АРЦЫБАШЕВ

ПОТОК ВТОРИЧНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ И СТРУКТУРНЫЕ  
КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ ГЕТЕРОГЕННОЙ СРЕДЫ С  
БИНОМИАЛЬНЫМ ЗАКОНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
НЕОДНОРОДНОСТЕЙ

Расчет потоков вторичного фотонного излучения от исследуемой среды является типичной задачей теории защиты и прикладной ядерной геофизики. Ее решение наиболее просто выполняется для однородных сред любого состава, когда вычисление средних коэффициентов взаимодействия фотонов со средой не вызывает затруднений. Если же исследуемая среда является гетерогенной, то расчет вторичных потоков фотонного излучения встречает определенные вычислительные трудности, связанные с учетом неоднородностей. Как показано в работе [2], преодоление этих трудностей возможно на основе использования эффективных коэффициентов ослабления. В этом случае расчет потоков вторичных излучений от гетерогенной среды производится по тем же формулам, что и для однородной среды, но с заменой средних коэффициентов взаимодействия фотонов на эффективные. Однако при вычислении эффективных коэффициентов взаимодействия предполагалось [1], что распределение неоднородностей в гетерогенной среде подчиняется закону Пуассона, который справедлив лишь в том случае, если концентрация зернистой фазы в среде мала, а количество зерен в единице ее объема велико, то есть зерна сравнительно мелкие. Это весьма существенное ограничение снимается, если считать, что распределение неоднородностей в гетерогенной среде подчиняется биномиальному закону. Формулы для расчета эффективных коэффициентов взаимодействия фотонов с гетерогенной средой, в которой неоднородности распределены по биномиальному закону, получены в работе [3]. Используя их, можно найти более общее решение задачи.

В качестве примера рассмотрим одну из задач прикладной ядерной геофизики, состоящую в определении потоков характеристического рентгеновского  $N_x$  и однократно рассеянного  $N_s$  гамма-излучения, возникающих в исследуемой среде, имеющей форму полупространства с плоской границей раздела, под воздействием фотонного излучения радиоизотопного источника. Для однородной среды при нормальном падении излучений на ее поверхность

$$N_x = \frac{K_x \cdot \bar{\tau} \cdot q}{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_x}, \quad N_s = \frac{K_s \cdot \bar{\sigma}}{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_s}, \quad (1)$$

где  $K_j$  и  $K_s$  — постоянные коэффициенты, зависящие от атомных и геометрических констант;  $q$  — массовая концентрация рудной фазы в среде;  $\bar{\tau}$  — массовый коэффициент фотоэлектрического поглощения первичных фотонов в рудной фазе;  $\bar{\sigma}$  — массовое дифференциальное (по углу) сечение рассеяния первичных фотонов в исследуемой среде;  $\bar{\mu}_j$ ,  $\bar{\mu}_x$ ,  $\bar{\mu}_s$  — средние массовые коэффициенты ослабления первичного, характеристического и рассеянного излучения в гомогенной среде. Согласно [2], для гетерогенной среды аналогичные формулы имеют вид:

$$N_x = \frac{K_x \cdot \bar{\tau}_{эф} \cdot q}{\bar{\mu}_{jэф} + \bar{\mu}_{xэф}}, \quad N_s = \frac{K_s \cdot \bar{\sigma}_{эф}}{\bar{\mu}_{jэф} + \bar{\mu}_{sэф}}. \quad (2)$$

Структурные коэффициенты, учитывающие влияние неоднородностей, выражаются следующим образом:

$$T_x = \frac{N_x}{N'_x} = \frac{\bar{\tau}_{эф}}{\bar{\tau}} \cdot \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_x}{\bar{\mu}_{jэф} + \bar{\mu}_{xэф}}, \quad (3)$$

$$T_s = \frac{N_s}{N'_s} = \frac{\bar{\sigma}_{эф}}{\bar{\sigma}} \cdot \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_s}{\bar{\mu}_{jэф} + \bar{\mu}_{sэф}}, \quad (4)$$

где индекс „эф“ при  $\bar{\mu}_j$ ,  $\bar{\mu}_x$ ,  $\bar{\mu}_s$ ,  $\bar{\tau}$  и  $\bar{\sigma}$  означает, что при расчетах берутся эффективные значения этих параметров для гетерогенной среды.

Применительно к условиям естественного залегания руд наиболее корректной является модель гетерогенной среды, состоящей из гомогенного наполнителя и зернистой рудной фазы. Полагая для простоты расчетов, что рудные зерна имеют форму куба с ребром  $D$  и ориентированы так, что одна пара граней куба параллельна плоскости раздела, будем иметь для полубесконечной среды с биномиальным распределением рудных зерен [3]

$$\bar{\tau}_{эф} = \frac{\bar{\tau}^A}{\bar{\mu}_j^A \rho_A D q} \cdot \ln\{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)]\};$$

$$\bar{\sigma}_{эф} = \bar{\sigma}^H (1 - q) - \frac{\bar{\sigma}^A}{\bar{\mu}_j^A \rho_A D} \cdot \ln\{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)]\};$$

$$\bar{\mu}_{эф} = \bar{\mu}^H (1 - q) - \frac{1}{\rho_A D} \cdot \ln\{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_k^A \rho_A D)]\},$$

где  $\rho_A$  — плотность рудной фазы; индексы  $A$  и  $H$  означают, что соответствующий параметр относится к рудной фазе или наполнителю, а индекс „ $k$ “ при  $\bar{\mu}$  принимает значения  $j$ ,  $x$  или  $s$ , которые относят значения этого параметра соответственно к первичному, характеристическому или рассеянному излучению.

Тогда структурные коэффициенты и потоки вторичных излучений равны:

$$T_x = - \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_x}{\bar{\mu}_j^A \cdot q} \cdot \frac{R}{S}, \quad (5)$$

где

$$R = \ln \{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)]\}$$

$$S = \rho_A D (1 - q) (\bar{\mu}_j^H + \bar{\mu}_x^H) - \ln \{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)]\} -$$

$$- \ln \{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_x^A \rho_A D)]\}$$

$$T_s = \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_s}{\bar{\sigma}} \cdot \frac{R}{S}, \quad (6)$$

где

$$R = \bar{\sigma}^H (1 - q) \rho_A D - \ln \{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)]\} \cdot (\bar{\sigma}^A / \bar{\mu}_j^A)$$

$$S = \rho_A D (1 - q) (\bar{\mu}_j^H + \bar{\mu}_s^H) - \ln \{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)]\} -$$

$$- \ln \{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_s^A \rho_A D)]\}$$

$$N_x = - \frac{R}{S}, \quad (7)$$

где

$$R = K_r \cdot \ln \{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)]\} \cdot (\bar{\tau} / \bar{\mu}_j^A)$$

$$S = \rho_A D (1 - q) (\bar{\mu}_j^H + \bar{\mu}_x^H) - \ln \{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)]\} -$$

$$- \ln \{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_x^A \rho_A D)]\}$$

$$N_x = K_s \cdot \frac{R}{S}. \quad (8)$$

где

$$R = \bar{\sigma}^H (1 - q) \rho_A D - \ln \{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)]\} \cdot (\bar{\sigma}^A / \bar{\mu}_j^A)$$

$$S = \rho_A D (1 - q) (\bar{\mu}_j^H + \bar{\mu}_s^H) - \ln \{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)]\} -$$

$$- \ln \{1 - q [1 - \exp(-\bar{\mu}_s^A \rho_A D)]\}$$

Нетрудно убедиться, что с уменьшением размеров рудных зерен при  $D \rightarrow 0$  структурные коэффициенты  $T_x$  и  $T_s$  стремятся к единице, а  $N_x \rightarrow N_x^*$ ,  $N_s \rightarrow N_s^*$ , т. е. формулы для вторичных потоков от гетерогенной среды переходят в соответствующие выражения для гомогенной среды.

Если же размер зерен возрастает, то в предельном случае при  $D \rightarrow \infty$  имеем:

$$T_x \rightarrow - \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_x}{\bar{\mu}_j^A \cdot q} \cdot \frac{\ln(1 - q)}{(\bar{\mu}_j^H + \bar{\mu}_x^H)(1 - q) \rho_A D - 2 \ln(1 - q)}, \quad (9)$$

$$T_s \rightarrow \frac{\bar{\sigma}^H}{\bar{\sigma}} \cdot \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_s}{\bar{\mu}_j^H + \bar{\mu}_s^H}, \quad (10)$$

$$N_x \rightarrow - \frac{K_x \ln(1 - q) \cdot (\bar{\tau} / \bar{\mu}_j^A)}{(\bar{\mu}_j^H + \bar{\mu}_x^H)(1 - q) \rho_A D - 2 \ln(1 - q)}, \quad (11)$$

$$N_s \rightarrow \frac{K_s \cdot \bar{\sigma}^H}{\bar{\mu}_j^H + \bar{\mu}_s^H} \quad (12)$$

Формулы (9) и (11) показывают, что для гетерогенной среды, состоящей из однородного наполнителя и зернистой рудной фазы, распределенной по биномиальному закону, структурный коэффициент  $T_x$  при  $D \rightarrow \infty$  не имеет асимптоты, отличной от нуля, и поэтому его значение, а также величина потока характеристического рентгеновского излучения  $N_x$  рудной фазы с увеличением размеров рудных зерен уменьшаются.

Однако из простых физических соображений ясно, что влияние крупности зерен гетерогенной фазы на значения  $T_x$  и  $N_x$  проявляется лишь до тех пор, пока их размеры меньше глубинности исследований, которая определяется пробегом фотонов в однородной фазе и для рассматриваемой модели равна  $h \approx 2/\rho_H (\bar{\mu}_j^H + \bar{\mu}_x^H)$ . При  $D \geq h$  влияние гетерогенной фазы прекращается и значения  $T_x$  и  $N_x$  выходят на асимптоты, уравнения которых имеют вид:

$$T_x = - \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_x}{2\bar{\mu}_j^A q} \cdot \frac{\ln(1-q)}{\frac{\rho_A}{\rho_H} \cdot (1-q) - \ln(1-q)} \quad (13)$$

$$N_x = - \frac{K_x \bar{\mu}_x}{2\bar{\mu}_j^A} \cdot \frac{\ln(1-q)}{\frac{\rho_A}{\rho_H} \cdot (1-q) - \ln(1-q)} \quad (14)$$

и получаются из формул (9) и (11) путем замены  $D$  на  $h$ .

Значения структурного коэффициента  $T_x$  при  $D \rightarrow \infty$  выходят на асимптоту, определяемую формулой (10). В соответствии с формулами (10) и (11) асимптотические значения структурного коэффициента  $T_x$  и потока рассеянного излучения  $N_x$  не зависят от гетерогенной рудной фазы и определяются параметрами только однородного наполнителя. Эти выводы полностью согласуются с теми, что были получены ранее [2] в предположении о распределении неоднородностей в гетерогенной среде по закону Пуассона. Более того, свойство закона Пуассона выражать биномиальное распределение при большом числе частиц и малой концентрации рудной фазы в среде позволяет, полагая  $q \rightarrow 0$ , получить из уравнений (5) — (8) выражения для  $T_x$ ,  $T_s$ ,  $N_x$  и  $N_s$  при распределении рудных зерен в гетерогенной среде по закону Пуассона. Например, при  $q \rightarrow 0$  имеем:

$$T_x = \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_x}{\bar{\mu}_j^A} \cdot \frac{R}{S} \quad (15)$$

где

$$R = 1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)$$

$$S = \rho_A D (1 - q) (\bar{\mu}_j^H + \bar{\mu}_s^H) + q [2 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D) - \exp(-\bar{\mu}_s^A \rho_A D)]$$

$$T_s = \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_s}{\bar{\sigma}} \cdot \frac{R}{S}, \quad (16)$$

где

$$R = (1 - q) \rho_A D \bar{\sigma}^H + q [1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)] \cdot (\bar{\sigma}^A / \bar{\mu}_j^A)$$

$$S = \rho_A D (1 - q) (\bar{\mu}_j^H + \bar{\mu}_s^H) + q [2 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D) - \exp(-\bar{\mu}_s^A \rho_A D)],$$

что в точности совпадает с формулами, полученными в работе [2] для гетерогенной среды с распределением рудных зерен в однородном наполнителе по закону Пуассона. Асимптотические значения структурных коэффициентов при увеличении размеров рудных зерен в случае их распределения по закону Пуассона равны:

$$T_x = \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_s}{\bar{\mu}_j^A} \cdot \frac{1}{(1 - q) (\bar{\mu}_j^H + \bar{\mu}_s^H) \rho_A D + 2q} \rightarrow \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_s}{2\bar{\mu}_j^A} \cdot \frac{1}{\frac{\rho_A}{\rho_H} (1 - q) + q}, \quad (17)$$

$$T_s = \frac{\bar{\sigma}^H}{\bar{\sigma}} \cdot \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_s}{\bar{\mu}_j^H + \bar{\mu}_s^H} \quad (18)$$

и могут быть получены либо из формул (15), (16) при  $D \rightarrow \infty$ , либо из выражений (9), (13) и (10) при  $q \rightarrow 0$ . Таким образом, при малых концентрациях рудной фазы формулы для структурных коэффициентов и потоков вторичных излучений от гетерогенной среды с биномиальным распределением рудных зерен совпадают с соответствующими выражениями для сред с распределением неоднородностей по закону Пуассона.

В области больших концентраций рудной фазы появляются существенные различия. Для биномиального распределения при  $q \rightarrow 1$  из формул (5) — (8) находим:

$$T_x \rightarrow \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_s}{\bar{\mu}_j^A + \bar{\mu}_s^A}; \quad N_x \rightarrow \frac{K_x \cdot \bar{\sigma}}{\bar{\mu}_j^A + \bar{\mu}_s^A}; \quad (19)$$

$$T_s \rightarrow \frac{\bar{\sigma}^A}{\bar{\sigma}} \cdot \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_s}{\bar{\mu}_j^A + \bar{\mu}_s^A}; \quad N_s \rightarrow \frac{K_s \cdot \bar{\sigma}^A}{\bar{\mu}_j^A + \bar{\mu}_s^A}. \quad (20)$$

В предельном случае, когда  $q = 1$ , исследуемая среда целиком заполняется рудной фазой и становится гомогенной, поэтому структурные коэффициенты и потоки вторичных излучений определяются лишь параметрами рудной фазы и не зависят от размеров рудных зерен, их формы и ориентации, а также от свойств наполнителя. При этом  $T_x = T_s = 1$ , т. к.  $\bar{\mu}_k = \bar{\mu}_k^A$ ,  $\bar{\sigma} = \bar{\sigma}^A$ , где индекс „k“ принимает значения  $j$ ,  $x$  или  $s$ .

Если же рудные зерна распределяются в гетерогенной среде по закону Пуассона, то из формул (15), (16) при  $q \rightarrow 1$  получаем:

$$T_x \rightarrow \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_x}{\bar{\mu}_j^A} \cdot \frac{1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)}{2 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D) - \exp(-\bar{\mu}_x^A \rho_A D)}, \quad (21)$$

$$T_y \rightarrow \frac{\bar{\mu}_j + \bar{\mu}_y}{\bar{\mu}_j^A} \cdot \frac{|1 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D)| \cdot (\bar{\sigma}^A / \bar{\mu}_y^A)}{2 - \exp(-\bar{\mu}_j^A \rho_A D) - \exp(-\bar{\mu}_x^A \rho_A D)}, \quad (22)$$

которые зависят от размера рудных зерен  $D$  и совпадают с равенствами (19) и (20) только при  $D \rightarrow 0$ . Расхождения обусловлены тем, что при больших концентрациях рудной фазы представление распределения рудных зерен в гетерогенной среде законом Пуассона становится некорректным.

Ордена Трудового Красного Знамени  
Институт геофизики и инженерной сейсмологии  
АН Арм. ССР

Поступила 21.V.1979.

Ե. Պ. ԼԵՄԱՆ, Ա. Ա. ԹԱՄՐԱԶՅԱՆ, Վ. Ա. ԱՐՏԻԹԱՇԵՎ

ԵՐԿՐՈՐԴԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ՀՈՍՔԸ ԵՎ ԿԱՌՈՒՑՎԱՆՔԱՅԻՆ  
ԿՈՐՄԱԿԻՑՆԵՐԸ ԱՆՀԱՄԱՍԵՌՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԲԻՆՈՄԱԿ  
ԲԱՇԽՄԱՄԲ ՏԱՐԱԿԱԶՄ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ՀԱՄԱՐ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Տարակազմ միջավայրի համար երկրորդական ճառագայթման հոսքի և կառուցվածքային գործակիցների հաշվումը կիրառական միջուկային երկրաֆիզիկայի կարևորագույն խնդիրներից մեկն է:

Նախկինում այդ խնդիրը լուծել են ընդունելով, որ անհամասեռությունների բաշխումը միջավայրում ենթարկվում է Պուասոնի օրենքին: Ներկա աշխատանքում տեսական հաշվարկների հիման վրա ցույց է տրվում, որ նշված խնդրի լուծման ժամանակ Պուասոնի օրենքը հանդիսանում է ավելի ընդհանուր բինոմալ օրենքի մասնավոր դեպքը (Պուասոնի օրենքը ճիշտ է բնորոշում տարակազմ միջավայրում անհամասեռությունների բաշխումը, երբ վերջինների պարունակությունը և շափսիրը շատ փոքր են):

Ելնելով նշվածից և ընդունելով, որ տարակազմ միջավայրում անհամասեռությունների բաշխումը ենթարկվում է բինոմալ օրենքին, դուրս են բերվել բանաձևեր երկրորդական ճառագայթման հոսքի և կառուցվածքային գործակիցների հաշվման համար:

SECONDARY RADIATION STREAM AND STRUCTURAL  
COEFFICIENTS FOR THE HETEROGENEOUS MEDIUM WITH  
THE BINOMIAL LOW DISTRIBUTION OF HETEROGENEITIES

Abstract

For the heterogeneous medium with the binomial distribution of the heterogeneity analytical expressions are obtained to calculate the secondary radiation streams and the values of structural coefficients.

It is shown that the distribution of ore grains at their high concentrations in heterogeneous medium is characterized by binomial law more exactly than by Poisson law.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арцыбашев В. А., Леман Е. П. Об эффективных коэффициентах ослабления фотонов в гетерогенных средах.—«Атомная энергия», том. 44, вып. 1, 1978.
2. Арцыбашев В. А., Леман Е. П. Универсальная схема расчета фотонных полей в гетерогенных средах.—В сб. «Ядерно-физические методы опробования и анализа на предприятиях цветной металлургии. Тезисы докл. II республиканского научно-технического совещания. Ташкент, 1977.
3. Леман Е. П., Тамразян А. А., Арцыбашев В. А. Эффективные коэффициенты ослабления гамма-квантов в гетерогенных средах с распределением неоднородностей по биномальному закону.—«Доклады АН Арм. ССР», том LXVII, № 1, 1978.

УДК 550.837.3

В. Б. ГАМОЯН

## ХАРАКТЕР ПОЛЯ БЛУЖДАЮЩИХ ТОКОВ ПРИ НАЛИЧИИ ТЕЛА СФЕРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Широкое применение электрических машин и установок в горно-рудной промышленности привело к расширению области распространения и повышению интенсивности блуждающих токов на разведываемых и эксплуатируемых месторождениях. В связи с этим разработка геофизического метода разведки на основе изучения поведения блуждающих токов приобретает важное значение [1].

Настоящая статья посвящена изучению характера распределения поля блуждающих токов при наличии тела сферической формы.

Блуждающие электрические токи на рудниках возникают от электрофицированных узкоколейных железных дорог, представляющих из себя «линейно-двухполюсные» источники [2]. Распределение потенциала поля от такого источника в однородной изотропной среде определяется формулой:

$$U = \frac{J_0 \rho_1 \Delta K}{4\pi} \left[ \sum_{i=0}^m \frac{(1 - \Delta K)^i}{R_i} - \sum_{j=m}^{2m-1} \frac{(1 - \Delta K)^{2m-j}}{R_j} \right],$$

где  $\rho_1$  — удельное электрическое сопротивление среды;

$J_0$  — ток, подаваемый на рельс;

$$\Delta K = \frac{\Delta R_p}{\Delta R_p + \Delta R_k};$$

$\Delta R_p$  — электрическое сопротивление элементарного отрезка рельса  $\Delta l$ ;

$\Delta R_k$  — сопротивление заземления отрезка рельса  $\Delta l$ ;

$$\Delta l = \frac{l}{m};$$

$l$  — полурасстояние между «полюсами»<sup>1</sup> «линейно-двухполюсного» источника;

$R_i$  ( $R_j$ ) — расстояние точки определения потенциала от  $i$  ( $j$ ) — того элементарного отрезка рельса.

<sup>1</sup> Отрицательным «полюсом» «линейно-двухполюсного» источника принята точка соединения отрицательного полюса источника постоянного тока к рельсу, положительным «полюсом» — местоположение контактного электровоза.

Предположим, что на расстоянии  $d$  от центра шара радиуса  $a$ , помещенного в безграничную однородную среду, находится «линейно-двухполюсный» источник, питаемый током  $J_0$ .

Удельное сопротивление материала шара обозначим через  $\rho_2$ , а удельное сопротивление вмещающей среды —  $\rho_1$ . Требуется найти распределение потенциала и напряженности поля вне и внутри шара.

На основании свойства суперпозиции потенциальных полей решение задачи сводится к рассмотрению распределения поля от одного из «полюсов».

Потенциал поля положительного «полюса» заданного источника в однородной среде определяется формулой:

$$U_0^{(+)} = \frac{J_0 d^2}{4\pi} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(1 - \Delta K)^i}{R^i}.$$

Обозначим искомые потенциальные функции для внешней и внутренней областей шара соответственно через  $U_e^{(+)}$  и  $U_i^{(+)}$ , которые выражаются формулами:

$$U_e^{(+)} = U_0^{(+)} + U_1,$$

$$U_i^{(+)} = U_0^{(+)} + U_2, \quad (1)$$

где  $U_1$  и  $U_2$  — те добавочные функции, которые определяют влияние шара.

Функции  $U_e^{(+)}$ ,  $U_i^{(+)}$  и  $U_0^{(+)}$ , а, следовательно, и  $U_1$  и  $U_2$ , как потенциальные функции, удовлетворяют уравнению Лапласа. Их можно искать из решения этого уравнения.

Примем сферическую систему координат  $r, \theta, \varphi$  с начальной точкой в центре шара и полярной осью, выбранной по направлению тока от  $i$ -го элементарного отрезка рельса. В решаемой задаче имеются таких  $2m$  направлений. Учитывая осевую симметрию действия шара, можно считать функции  $U_1$  и  $U_2$  независимыми от азимутального угла.

Следовательно, дифференциальное уравнение для рассматриваемого случая принимает следующий вид:

$$\frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial U}{\partial r} \right) + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial U}{\partial \theta} \right) = 0,$$

общим решением которого является функция

$$U(r, \theta) = \sum_{n=0}^{\infty} [A_n r^n + B_n r^{-(n+1)}] P_n(\cos \theta). \quad (2)$$

Постоянные  $A_n$  и  $B_n$ , входящие в формулу (2), должны быть выбраны таким образом, чтобы удовлетворяли следующим условиям решаемой задачи:

1. Функции  $U_1(r, \theta)$  и  $U_2(r, \theta)$  должны быть всюду конечны;
2. Функция  $U_1(r, \theta)$  при  $r \rightarrow \infty$  должна обращаться в нуль при всех значениях угла  $\theta$ ;
3. На границе шара выполняются требования:

$$U_1(a, b) = U_2(a, b),$$

$$\left( \frac{1}{\rho_1} \frac{\partial U_1}{\partial r} \right)_{r=a} = \left( \frac{1}{\rho_2} \frac{\partial U_2}{\partial r} \right)_{r=a} \quad (3)$$

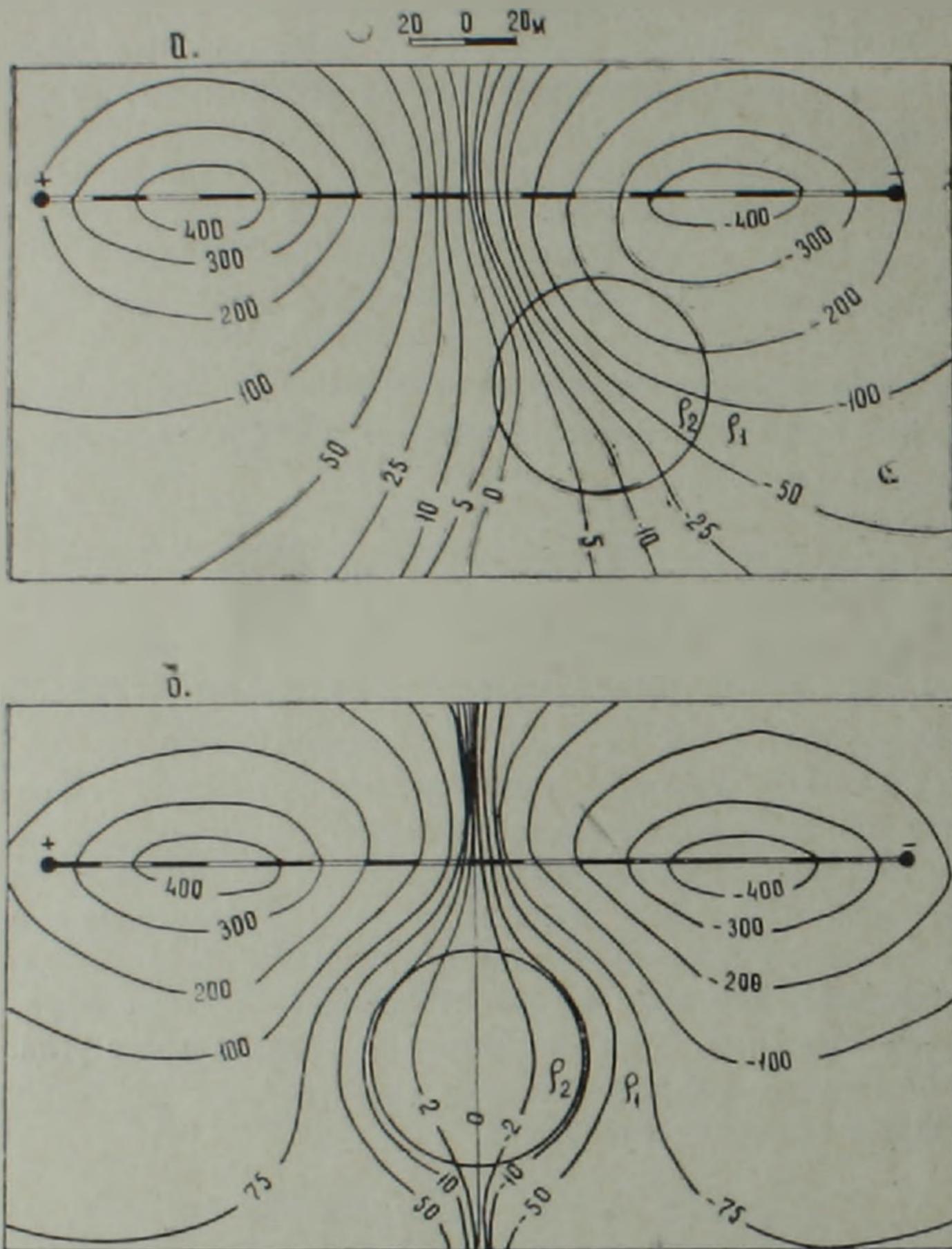


Рис. 1. Изопотенциальные карты поля «линейно-двухполюсного» источника при наличии хорошопроводящего—а и высокоомного—б тел сферической формы.

Для выполнения условий 1 и 2 необходимо, чтобы добавочные функции, определяющие действие шара на распределении потенциала поля положительного «полюса» источника имели вид:

$$U_1 = \sum_{l=0}^m \sum_{n=0}^{\infty} B_n r^{-(n+1)} P_n(\cos \theta), \quad (4)$$

$$U_2 = \sum_{l=0}^m \sum_{n=0}^{\infty} A_n r^n P_n(\cos \theta).$$

Обозначая координаты точки определения потенциала через  $r, \theta$ , а координаты  $\Delta l$  элементарного отрезка источника через  $r=di$  и  $\theta=0$  (рис. 2б), получим:

$$Ri = \sqrt{di^2 + r^2 - 2rdi\cos\theta}.$$

По условию задачи «линейно-двухполюсный» источник находится вне шара, поэтому для внутренних точек можно написать:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{di} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{r}{di}\right)^n P_n(\cos\theta).$$

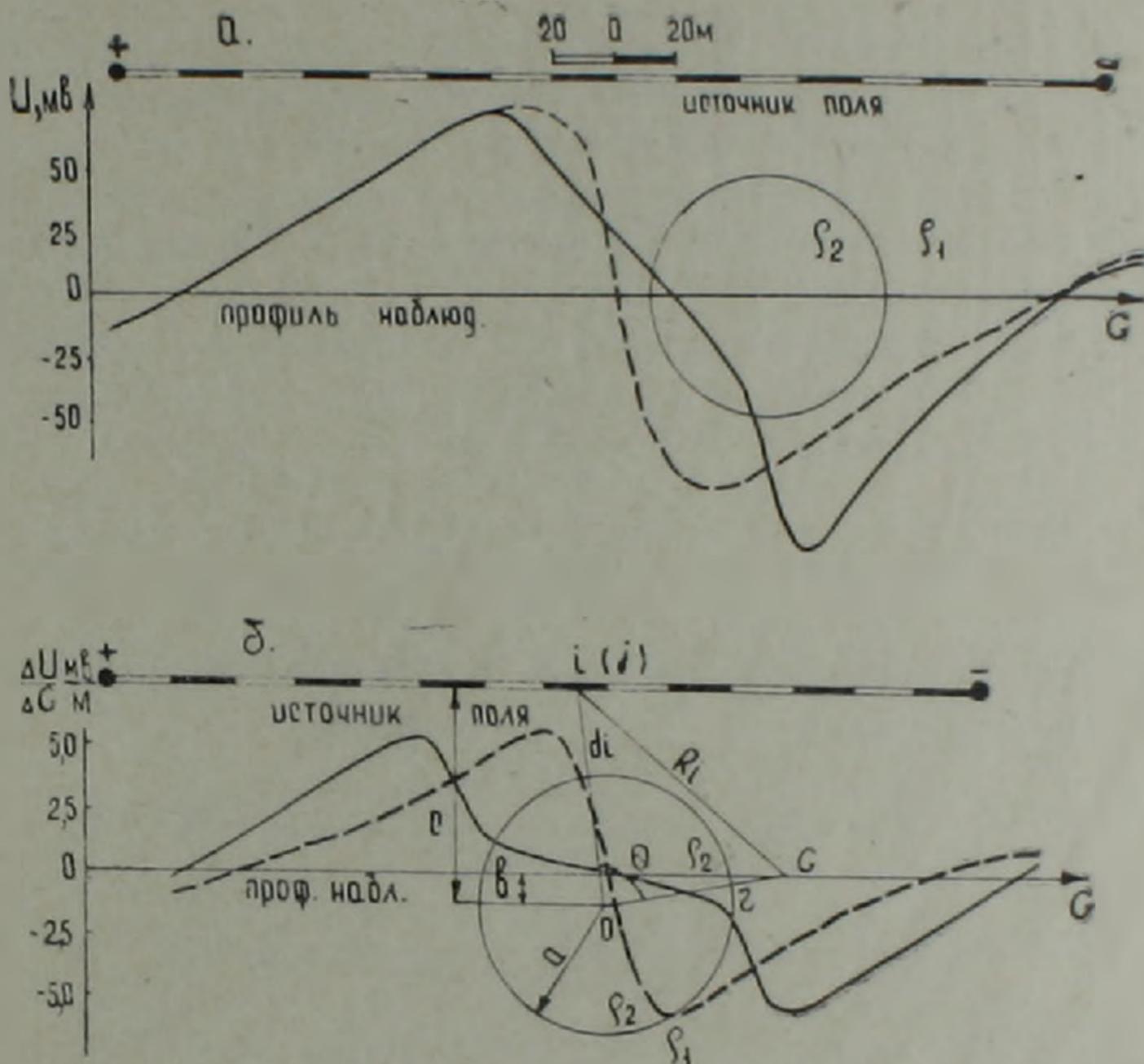


Рис. 2. Кривые градиента потенциала поля «линейно-двухполюсного» источника при наличии хорошопроводящего—а и высокоомного—б тел сферической формы.

Учитывая условия (1), (3) и (4) для функции  $U_e^{(+)}$  и  $U_i^{(+)}$ , запишем формулы:

$$U_e^{(+)} = q \sum_{l=0}^m (1 - \Delta K)^l \frac{1}{di} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{r}{di}\right)^n P_n(\cos\theta) + \sum_{l=0}^m \sum_{n=0}^{\infty} B_n r^{-(n+1)} P_n(\cos\theta), \quad (5)$$

$$U_i^{(+)} = q \sum_{l=0}^m (1 - \Delta K)^l \frac{1}{di} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{r}{di}\right)^n P_n(\cos\theta) +$$

$$+ \sum_{i=0}^m \sum_{n=0}^{\infty} A_n r^n P_n(\cos \theta_i), \quad (6)$$

где  $q = \frac{J_0 \rho_1 \Delta K}{4\pi}$ .

Так как равенства (3) должны быть справедливыми при всех значениях  $\theta$ , то коэффициенты у полиномов Лежандра одинаковых порядков в формулах (5) и (6) равны. С другой стороны, эти равенства должны быть справедливыми для всех элементарных источников поля. Следовательно, составляя равенства для условия 3, можно найти:

$$\begin{aligned} B_n a^{-(n+1)} &= A_n a^n, \\ \frac{q}{\rho_1} (1 - \Delta K)^i \frac{n a^{n-1}}{d_i^{n+1}} - \frac{n+1}{\rho_1} B_n a^{-(n+2)} &= \\ &= \frac{q}{\rho_2} (1 - \Delta K)^i \frac{n \cdot a^{n-1}}{d_i^{n+1}} + \frac{n}{\rho_2} A_n a^{n-1}. \end{aligned}$$

Решая эту систему относительно неизвестных  $A_n$  и  $B_n$ , получим:

$$\begin{aligned} A_n &= q (1 - \Delta K)^i \frac{(\rho_1 - \rho_2)_n}{n \cdot \rho_1 + (n+2) \rho_2} \cdot \frac{1}{d_i^{n+1}}, \\ B_n &= q (1 - \Delta K)^i \frac{(\rho_1 - \rho_2)_n}{n \cdot \rho_1 + (n+1) \rho_2} \cdot \frac{a^{2n+1}}{d_i^{n+1}}. \end{aligned}$$

Подставляя найденные значения  $A_n$  и  $B_n$  в выражения (5) и (6) для потенциальных функций  $U_e^{(+)}$  и  $U_i^{(+)}$ , получим:

$$U_e^{(+)} = q \sum_{i=0}^m (1 - \Delta K)^i \left[ \frac{1}{R_i} + \sum_{n=0}^{\infty} \rho_n \frac{a^{2n+1}}{d_i^{n+1} r^{n+1}} P_n(\cos \theta_i) \right], \quad (7)$$

$$U_i^{(+)} = q \sum_{i=0}^m (1 - \Delta K)^i \left[ \frac{1}{R_i} + \sum_{n=0}^{\infty} \rho_n \frac{r^n}{d_i^{n+1}} P_n(\cos \theta_i) \right], \quad (8)$$

где  $\rho_n = \frac{n(\rho_1 - \rho_2)}{n\rho_1 + (n+1)\rho_2}$ .

Аналогично формулам (7) и (8) напишем выражения, определяющие потенциалы поля отрицательного «полюса» заданного источника вне ( $U_e^{(-)}$ ) и внутри ( $U_i^{(-)}$ ) шара:

$$U_e^{(-)} = -q \sum_{j=m}^{2m} (1 - \Delta K)^{2m-j} \left[ \frac{1}{R_j} + \sum_{n=0}^{\infty} \rho_n \frac{a^{2n+1}}{d_j^{n+1} r^{n+1}} P_n(\cos \theta_j) \right],$$

$$U_i^{(-)} = -q \sum_{j=m}^{2m} (1 - \Delta K)^{2m-j} \left[ \frac{1}{R_j} + \sum_{n=0}^{\infty} \rho_n \frac{r^n}{d_j^{n+1}} P_n(\cos \theta_j) \right].$$

На основании свойства суперпозиции потенциальных полей представим формулы, определяющие распределения потенциала общего поля вне и внутри шара:

$$U_e = q \left\{ \sum_{i=0}^m (1 - \Delta K)^i \left[ \frac{1}{R_i} + \sum_{n=0}^{\infty} \rho_n \frac{a^{2n+1}}{d_i^{n+1} r^{n+1}} P_n(\cos \theta_i) \right] - \sum_{j=m}^{2m} (1 - \Delta K)^{2m-j} \left[ \frac{1}{R_j} + \sum_{n=0}^{\infty} \rho_n \frac{a^{2n+1}}{d_j^{n+1} r^{n+1}} P_n(\cos \theta_j) \right] \right\}, \quad (9)$$

$$U_i = q \left\{ \sum_{i=0}^m (1 - \Delta K)^i \left[ \frac{1}{R_i} + \sum_{n=0}^{\infty} \rho_n \frac{r^n}{d_i^{n+1}} P_n(\cos \theta_i) \right] - \sum_{j=0}^{2m} (1 - \Delta K)^{2m-j} \left[ \frac{1}{R_j} + \sum_{n=0}^{\infty} \rho_n \frac{r^n}{d_j^{n+1}} P_n(\cos \theta_j) \right] \right\}. \quad (10)$$

Эти формулы можно применять при интерпретации аномалий, полученных трехэлектродными, потенциальной и градиентной установками.

При работе четырехэлектродными установками изучаемым параметром служит нормированный градиент потенциала. Ввиду этого получены выражения (11) и (12), определяющие напряженность поля по профилям наблюдений—G:

$$E_e = \frac{\partial U_e}{\partial G} = q \left\{ \sum_{i=0}^m (1 - \Delta K)^i \left[ \frac{1}{R_i^2} \frac{\partial R_i}{\partial G} + \sum_{n=0}^{\infty} \rho_n \frac{a^{2n+1}}{d_i^{n+1}} \times \left( \frac{n+1}{r^{n+2}} \frac{\partial r}{\partial G} P_n(\cos \theta_i) - \frac{1}{r^{n+1}} \frac{\partial P_n(\cos \theta_i)}{\partial \cos \theta_i} \cdot \frac{\partial \cos \theta_i}{\partial G} \right) \right] - \sum_{j=m}^{2m} (1 - \Delta K)^{2m-j} \left[ \frac{1}{R_j^2} \frac{\partial R_j}{\partial G} + \sum_{n=0}^{\infty} \rho_n \frac{a^{2n+1}}{d_j^{n+1}} \left( \frac{n+1}{r^{n+2}} \frac{\partial r}{\partial G} \times \right. \right. \right. \\ \left. \left. \times P_n(\cos \theta_j) - \frac{1}{r^{n+1}} \frac{\partial P_n(\cos \theta_j)}{\partial \cos \theta_j} \cdot \frac{\partial \cos \theta_j}{\partial G} \right) \right] \right\}, \quad (11)$$

$$E_i = \frac{\partial U_i}{\partial G} = q \left\{ \sum_{i=0}^m (1 - \Delta K)^i \left[ \frac{1}{R_i^2} \frac{\partial R_i}{\partial G} + \sum_{n=0}^{\infty} \rho_n \frac{1}{d_i^{n+1}} \times \left( nr^{n-1} \frac{\partial r}{\partial G} P_n(\cos \theta_i) - r^n \times \frac{\partial P_n(\cos \theta_i)}{\partial \cos \theta_i} \cdot \frac{\partial \cos \theta_i}{\partial G} \right) \right] - \sum_{j=m}^{2m} (1 - \Delta K)^{2m-j} \left[ \frac{1}{R_j^2} \frac{\partial R_j}{\partial G} + \sum_{n=0}^{\infty} \rho_n \frac{1}{d_j^{n+1}} \left( nr^{n-1} \frac{\partial R_j}{\partial G} P_n(\cos \theta_j) - r^n \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \frac{\partial P_n(\cos \theta_j)}{\partial \cos \theta_j} \cdot \frac{\partial \cos \theta_j}{\partial G} \right) \right] \right\}, \quad (12)$$

где

$$r = \sqrt{b^2 + G^2}; \quad R_i = \sqrt{(c-b)^2 + (G+m-i)^2};$$

$$R_j = \sqrt{(c-b)^2 + (G-m+j)^2}.$$

Для более наглядного представления характера распределения поля блуждающих токов, на ЭВМ «Минск-22» вычислены и построены изопотенциальные карты (рис. 1) и кривые напряженности поля (рис. 2), при  $\rho_1/\rho_2 = 10^2$  и  $10^{-2}$ ,  $a = 40$  м,  $l = 200$  м,  $d_0 = 60$  м,  $J_0 = 100$  а.

В случае высокой проводимости сферического тела (рис. 1а) изопотенциальные линии сгущаются внутри него, а при высокоомном теле (рис. 1б)—разряжаются. В соответствии с этим значения кривой напряженности поля (сплошная линия на рис. 2а) в районе хорошо проводящего тела превосходят значения нормального поля (пунктирная линия). При высокоомном теле (рис. 2б) наблюдается обратное соотношение. Исходя из полученных результатов, можно сделать заключение, что метод блуждающих токов применим для выявления и изучения тел сферической формы.

Ордена Трудового Красного Знамени  
Институт геофизики и инженерной  
сейсмологии Академии наук Армянской ССР

Поступила 15.VI.1979.

Վ. Բ. ԿԱՄՈՅԱՆ

ԹԱՓԱԽՈՂ ՀՈՍԱՆՔՆԵՐԻ ԿԱՇՏԻ ԲՆՈՒՅԹԸ ԿՆԴԱԶԵՎ  
ՄԱՐՄՆԻ ԱՌԿԱՅՈՒԹՅԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հոդվածը նվիրված է էլեկտրահետախուզության թափառող հոսանքների մեթոդի հնարավորությունների ընդլայնմանը:

Տեսական ուսումնասիրությունների միջոցով ստացված են գնդաձև մարմնի առկայության դեպքում ուսումնասիրվող դաշտի բնույթը սրտահայտող բանաձևեր: Ներկայացված են դաշտի իզոպոտենցիալ բարտեզներ և պոտենցիալի գրադիենտի կորեր տարբեր դիմադրություն ունեցող գնդաձև մարմինների առկայության դեպքում:

Ի հայտ են բերված մեթոդի կիրառման հնարավորությունները:

V. B. GAMOYAN

THE STRAY CURRENTS FIELD CHARACTER IN THE  
PRESENCE OF A SPHERICAL BODY

Abstract

The article is dedicated to the possible expansion of the stray currents electroprospecting method.

Mathematical formulas are obtained by theoretical analyses which determine the character of the studied field in the presence of a spherical body. Isopotential maps and curves of isopotential gradients are represented for the cases of spherical bodies with different resistance magnitudes. Possibilities of the use of the method are revealed.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березин Г. И., Семенов М. В. Об использовании полей блуждающих токов для электроразведки флангов разрабатываемых месторождений. В сб. «Методика и техника разведки», № 86, Л., 1973.
2. Гамоян В. Б., Лулечян Е. М. Характер поля блуждающих токов от «линейно-двухполюсного» источника. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 2, 1978.

УДК 55.38(479.25)

А. К. КАРХАНИЯ

## ТЕРМОМАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАЛЕОГЕНОВЫХ ЭФФУЗИВОВ АРМЕНИИ

Выделение палеомагнитных зон разной полярности имеет большое значение для стратификации вулканогенных образований и их корреляции. Но прежде чем считать правомерным выделение палеомагнитных зон, необходимо доказать, что естественная остаточная намагниченность эффузивных пород содержит первичную стабильную компоненту намагниченности, направление которой совпадает с направлением геомагнитного поля эпохи образования породы. У эффузивов такой намагниченностью обычно является термоостаточная [1].

Выяснение с какими магнитными минералами связана намагниченность изученных горных пород необходимо для определения природы и стабильности естественной остаточной намагниченности. Так как информация, которую несут ферромагнитные минералы, может относиться к различным периодам жизни горной породы, то диагностика ферромагнитных минералов—носителей первичной  $J_n$  является одним из важных этапов палеомагнитных исследований.

В настоящей статье сделана попытка диагностировать ферромагнитные носители естественной остаточной намагниченности эффузивов палеогена и установить природу их намагниченности.

Одной из основных характеристик, отражающих ферромагнитный состав горных пород, является точка Кюри. Она определялась двумя методами: по кривым  $J_{rs}(t)$  и  $J_s(t)$ . Так как изменение намагниченности насыщения от температуры зависит только от состава ферромагнитных минералов, то кривые  $J_{rs}(t)$  и  $J_s(t)$  горной породы можно представить как сумму соответствующих кривых для составляющих ферромагнитных минералов.

На основе анализа зависимости  $J_{rs} = f(t)$  и по отношению  $J_{rs}/J_{rs0}$  вулканогенные породы палеогена Армении подразделены на три типа (рис. 1 а, б, в.).

а) На первичных кривых  $J_{rs}$  наблюдаются перегибы в области 200—250°C. Оба эти перегиба исчезают при повторном нагреве. Это указывает на то, что в этих пределах происходят минералогические превращения и они не являются точками Кюри. Очевидно, в этих образцах присутствуют магнетит и маггемит. Наличие маггемита отражается и на кривых  $J_s(t)$ .

Величина  $J_{rs}$  после нагрева уменьшается почти в два раза (от  $J_{rs_0}/J_{rs_0} = 0.46$  до  $J_{rs_1}/J_{rs_0} = 0.68$ ). Намагниченность становится равной нулю при  $550-575^\circ$ . Первичная и повторная кривые  $J_{rs}(t)$  сливаются с осью абсцисс при  $550-575^\circ\text{C}$ , что подтверждает наличие в этих образцах магнетита.

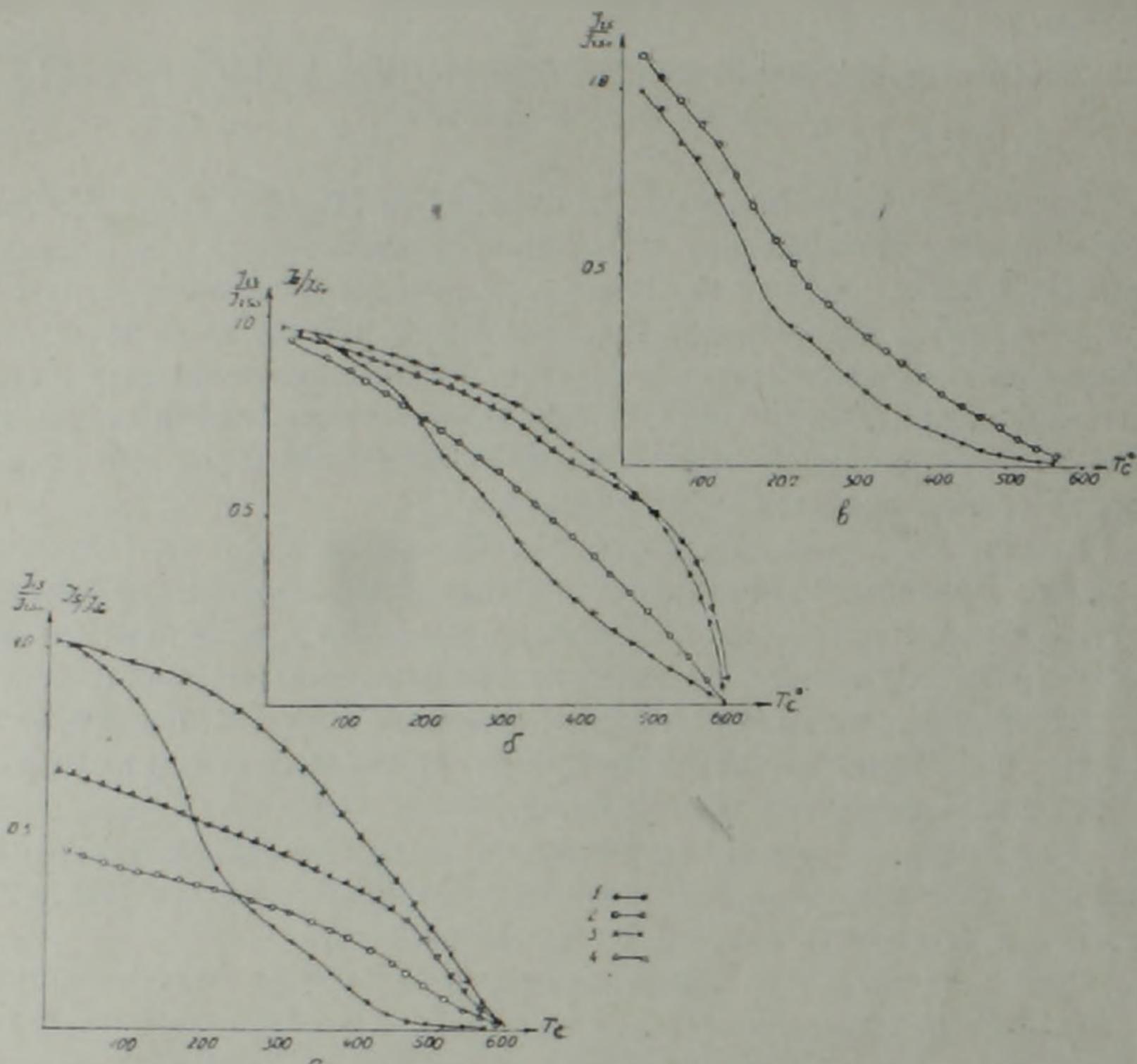


Рис. 1. Кривые термомагнитного анализа палеогеновых пород. 1,2—кривые  $J_{rs}(t)$  (1—первичный нагрев; 2—вторичный нагрев). 3,4—кривые  $J_s(t)$  (3—первичный нагрев; 4—вторичный нагрев). а—первый тип; б—второй тип; в—третий тип.

б) Кривые первичного и повторного нагрева близки друг к другу. Отношение  $J_{rs_1}/J_{rs_0}$  изменяется от 0.85 до 0.95, т. е. близко к единице. Кривые  $J_{rs}(t)$  характерны для пород с магнетитовой фракцией. В пределах  $200-250^\circ\text{C}$  наблюдаются слабо выраженные перегибы. Они коррелируются с наличием в образцах этой группы незначительного количества титаномагнетита (по данным анализа ферромагнитной фракции). Слияние кривых  $J_{rs}(t)$  в интервале  $525-600^\circ\text{C}$  также свидетельствует о магнетитовом составе ферромагнитной фракции. Наличие магнетита подтверждается и кривыми  $J_s(t)$  — они близки и фиксируют фазу с точкой Кюри  $525-575^\circ\text{C}$ .

в) Вид кривых  $J_{rs}(t)$  позволяет считать, что носителями естественной остаточной намагниченности пород этой группы являются магнетит и титаномагнетит. При повторном нагреве  $J_{rs}$  возрастает. На кривых первого нагрева отмечается перегиб в интервале 250–300°C. Он не исчезает и при повторном нагреве, т. е. является точкой Кюри.

Вторая точка Кюри отмечается в интервале 525–600°C.

Для эффузивов наиболее надежным методом определения природы намагниченности является известный метод Телье [2]. Были изучены как прямо, так и обратно намагниченные образцы эффузивных пород от нижнего эоцена до олигоцена включительно. Результаты этих исследований представлены в виде кривых  $J_n(t)$ ,  $J_{ri}(t)$ ,  $X(t)$  и графиками  $D(t)$ ,  $I(t)$ . Величина магнитной восприимчивости использовалась для определения устойчивости ферромагнетиков к нагревам. С этой же целью проводился повторный нагрев после 400°C. На рис. 2 а, б представлены кривые Телье прямо и обратно намагниченных палеогеновых эффузивов Армении. Из приведенных кривых видно, что изученные образцы характеризуются высокой стабильностью  $J_n$  к нагревам до 400–500°C. Незменность направления  $J_n$  в интервале 100–500°C также свидетельствует об этом. Незначительный вклад вязкой намагниченности на величину и направление  $J_n$  в температурном интервале от 20 до 150–200°C, хорошее совпадение кривых  $J_n(t)$  и  $J_{ri}(t)$  и их квадратная форма позволяет считать намагниченность однокомпонентной. Все вышеприведенное, а также близость значений коэффициентов  $K$  (табл. 1) для различных температурных интервалов свидетельствуют о термоостаточном происхождении  $J_n$  и ее синхронности времени образования самих пород.

В высокотемпературном интервале отмечается некоторое несовпадение кривых  $J_n(t)$  и  $J_{ri}(t)$ . По всей вероятности, при температуре

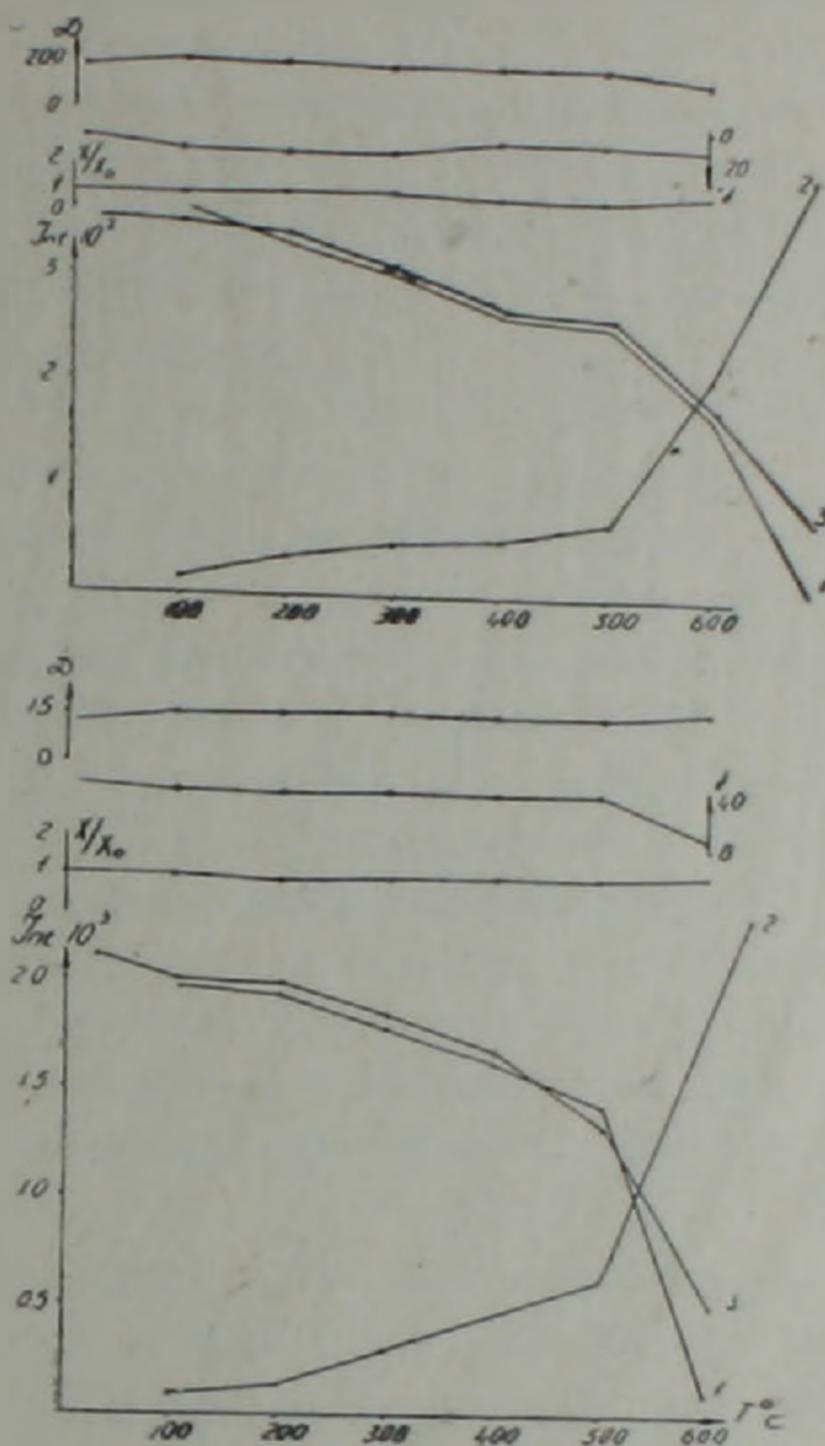


Рис. 2. Кривые последовательных нагревов Телье. 1 — кривая терморазмагничивания  $J_n(t)$ ; 2 — кривая лабораторного термонамагничивания  $J_{ri}$ ; 3 — кривая терморазмагничивания первичной  $J_{n0}$ .

Более 500°C происходят минералогические изменения в ферромагнитной фракции. Анализ кривых  $X(t)$  и  $J_{H_0}(t)$  позволяет предположить, что при температуре выше 500°C происходит распад исходного ферромагнетика (титаномагнетит, магнетит) с образованием более сильной фазы. Небольшие изменения магнитной восприимчивости свидетельствуют о том, что минералогические изменения захватывают лишь часть исходного ферромагнетика. Но количество вновь образованной фракции достаточно, чтобы вызвать заметный рост величины  $J_H$ . Именно, образованием новой ферромагнитной фракции и объясняется некоторое расхождение кривых  $J_H(t)$  и  $J_{H_0}(t)$  в температурном интервале 500—600°C.

Важно отметить, что минералогическая нестабильность в высокотемпературном интервале N и R—намагниченных пород одинакова и не следует предполагать о специфичности этого процесса у пород с разной полярностью.

Таким образом, на основе термомагнитных исследований можно считать, что при отсутствии минералогических изменений до 500°C изученные породы как N-, так и R—намагниченные, обладают термоостаточной намагниченностью, носителями которых являются магнетит и титаномагнетит. TRM возникла в геомагнитном поле эпохи образования пород и, следовательно, она отражает существование магнитного поля Земли прямой и обратной полярности.

Термомагнитные исследования позволили определить величину напряженности древнего геомагнитного поля. Изучение напряженности геомагнитного поля представляет несомненный интерес как для теории земного магнитного поля, так и для решения чисто прикладных задач—корреляции одновозрастных палеомагнитно-стратиграфических горизонтов.

При определении  $H_{др}$  использованы те образцы, ферромагнитная фракция которых представлена магнетитом с точкой Кюри от 525 до 600°C (тип б, рис. 1). Определение величины  $H_{др}$  основывается на одной из главных характеристик TRM—ее пропорциональности приложенному полю:

$$\frac{H_{др}}{H_{лаб}} = \frac{J_{H_0,др}}{J_{H_0,лаб}} = K.$$

Величина K вычислена для тех температурных интервалов, где предлагается стабильность минералогического состава. В табл. 1 приведены значения K, вычисленные для различных температурных интервалов.

Таблица 1

$\Delta T$	100—200	100—400°	100—500°	100—600°	200—500°	200—600°
n	2	4	14	11	8	15
K	1,02	1,04	0,87	0,98	0,97	0,96

n — число образцов

Подобие экспериментального распределения  $K$  нормальному оценивалось с помощью критерия согласия  $P(\lambda)$  А. Н. Колмогорова [3]. Средняя величина  $K$  определялась по формуле

$$K = \sum_{m=1}^S P_m \cdot K_m,$$

где  $S$ —число выбранных температурных интервалов значений (в нашем случае 6);

$m$ —номер интервала;

$K_m$ —среднее значение  $K$  для каждого температурного интервала;

$P_m$ —эмпирическая вероятность, равная отношению числа значений  $K$ , приходящихся на данный интервал ( $N_m$ ), к общему числу  $K$  ( $N=54$ ).

Среднее квадратическое отклонение и средняя квадратическая ошибка оценены по следующим формулам:

$$\sigma_k = \sqrt{\sum_{m=1}^S P_m (K_m - \bar{K})^2}; \quad \sigma_k = \frac{\sigma_k}{\sqrt{n}}.$$

Для эффузивов палеогена  $K=0,972$ .

$$\sigma_k = 0,5 \quad \text{и} \quad \sigma_k = 0,07.$$

Напряженность древнего магнитного поля Земли определялась по формуле:

$$H_{др} = (\bar{K} \pm \sigma_k) \cdot H_{лаб}.$$

Величина лабораторного магнитного поля

$$H_{лаб} = 0,479 \text{ эрстед}$$

$$H_{др} = (0,972 \pm 0,07) \cdot 0,479$$

$$H_{др} = 0,462 \pm 0,03.$$

Эта величина напряженности поля близка современной.

### Выводы

1. Носителем  $J_n$  эффузивов палеогена являются магнетит и титаномагнетит.

2.  $N$  и  $R$ —намагниченные эффузивные породы обладают стабильной остаточной намагниченностью термоостаточного происхождения. Она первична и синхронна времени образования эффузивов.

3. Напряженность геомагнитного поля в палеогене была близка современной величине и ее можно с успехом применять для корреляции и характеристики палеомагнитных зон.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊԱԼԵՈԳԵՆԻ ԷՖՈՒԶԻՎՆԵՐԻ  
ԹԵՐՄՈՄԱԳՆԵՍԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Կատարված է պալեոգենի հասակի հրաբխածին ապարների թերմոմագնիսական անալիզ այդ ապարների բնական մնացորդային մագնիսականության կրողները որոշելու նպատակով:

Այդ ապարների հիմնական ֆերրոմագնիսական միներալները հանդիսանում են մագնետիտը և տիտանոմագնետիտը:

Ապացուցված է այդ ապարների  $J_n$ -ի թերմոմնացորդային բնույթը և տարբեր հնէամագնիսական շրջանների համար սրտչված է հնադույն գեոմագնիսական դաշտի լարվածությունը:

A. K. KARAKHANIAN

THERMOMAGNETIC INVESTIGATIONS OF PALEOGENE  
EFFUSIONS IN ARMENIA

Abstract

On the basis of thermomagnetic analysis of  $I_r(t)$  and  $I_s(t)$  curves the main natural residual magnetization carriers of Paleogene effusions are revealed. Those are magnetite and titanomagnetite. The thermoresidual nature of  $I_n$  of investigated effusions is proved and on the basis of  $K$  coefficient calculation the intensity of the ancient geomagnetic field is determined for different paleomagnetic zones of Paleogene. The  $H_{gr}$  quantity may be used for the characterization of paleomagnetic zones and their correlation.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петроза Т. Н. Лабораторная оценка стабильности остаточной намагниченности горных пород. Изд. АН СССР, М., 1961.
2. Телье Е., Телье О. Об интенсивности магнитного поля Земли в историческом и геологическом прошлом. Известия АН СССР, серия геофизическая, № 9, 1959.
3. Шиголов Б. М. Математическая обработка наблюдений. «Наука». М., 1959.

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОРРЕЛЯЦИИ ДОВАРИССКИХ  
И ВАРИССКИХ СОБЫТИЙ В СРЕДИЗЕМНОМОРСКОЙ  
ЧАСТИ АЛЬПИЙСКОГО ПОЯСА

(по результатам Полевой встречи участников Международного  
Проекта № 5 МПГК 1—10 октября 1979 г. в Болгарии)

Деятельность Проекта № 5 «Корреляция доварисских и варисских событий в Альпийско-Средиземноморских горных поясах» Международной программы геологической корреляции (МПГК) объединяет усилия специалистов 16 стран под эгидой ЮНЕСКО. Как показала встреча в Болгарии, работы Проекта № 5 вступили в фазу предварительного общения геологической информации. За истекший год главные усилия участников были сконцентрированы на изучении семи геотраверсов—А, В, С, D, E, F, G, пересекающих Альпийско-Средиземноморское горное сооружение от Гибралтара до Кавказа. Одновременно заметно продвинули свои исследования главные тематические группы по стратиграфии, литологии, палеогеографии, метаморфизму и магматизму, функционирующие в рамках Проекта.

Во встрече приняли участие 33 представителя из 11 стран, было заслушано 18 докладов по геотраверсам и главным темам исследований, состоялись совещания по организационным вопросам и были намечены сроки публикаций и будущих встреч. Участники совершили три полевых маршрута по узловым обнажениям палеозойских пород Западной Болгарии.

В настоящем сообщении приводится краткая характеристика докладов, наиболее интересных высказываний и новых данных, а также спорных вопросов и нерешенных проблем по идентификации и корреляции доварисских и варисских событий в геологическом развитии Альпийско-Средиземноморских горных поясов.

*Геотраверсы.* Согласно программе встречи, основное внимание участников было направлено на обсуждение результатов изучения геотраверсов.

По геотраверсу «А», охватывающему Западные Альпы, Бетскую Кордильеру, Риф, Болеарские о-ва и Корсику, была проведена подробная корреляция докембрийских и палеозойских комплексов и главных фаз тектогенеза в доальпийском развитии (докл. Р. Буруил, Франция), с выделением каледонских движений в Провансе, Сардинии и на Корсике и от 4 до 7 фаз варисских событий в различных участках геотраверса. Три сообщения были сделаны по геотраверсу «В» от Италии (Ж. Ван и

М. Тонгнорги) и Австрии (Ф. Эбнер). Были выделены ассиитские и варисские фазы тектогенеза, магматизма и метаморфизма, а также приняты некоторые палинспастические реконструкции для доальпийского времени. Геотраверс «С», проходящий через территорию Чехословакии, Венгрии и Югославии, был охарактеризован сообщениями И. Варги, Т. Седеркеньи и С. Караматы. Интересно наличие двух типов нижне-среднепалеозойского разреза в словацкой части геотраверса, отличающихся количественными соотношениями продуктов основного и кислого вулканизма. Эти типы разреза были тектонически сближены в альпийское время. Обнажения аналогичных комплексов на территории Венгрии разделены молодыми отложениями, что не позволяет с уверенностью установить их взаимоотношения. В югославской части геотраверса «С» представляет интерес установление метаморфитов амфиболитовой фации, развитых по нижнемезозойским породам Вардарской зоны, где присутствуют также рифейско-кембрийские образования. По геотраверсу «D» было заслушано два доклада: М. Веселиновича (Югославия) и Е. Тенчева (Болгария). В первом докладе было подчеркнуто, что в Восточной Сербии нижний кембрий входит в единый комплекс с зеленосланцевыми метаморфитами верхнего докембрия, которые несогласно перекрываются известняками среднего кембрия и спилито-жератофировым комплексом ордовика. Во втором докладе было отмечено, что каледонские движения на территории Венгрии не проявлены. Д. Папаниколау (Греция) и Э. Демирташли (Турция) охарактеризовали геологическое строение и важнейшие этапы развития по геотраверсу «Е». Геотраверс «F», проходящий по Западной Анатолии, был подробно охарактеризован в докладе Э. Демирташли и М. Токая (Турция). Первый из них одновременно дал описание и южной части геотраверса «G». На севере Анатолии зеленосланцевые метаморфические породы перекрываются неметаморфизованными и фаунистически охарактеризованными отложениями от кембрия до нижнего девона, с перерывами в осадконакоплении в различных частях, в промежутках ордовик-силур, ранний карбон-поздняя пермь. В то же время в Тавридах отмечены также метаморфизованные отложения перми на массиве Аланья.

Большая часть геотраверса «G» проходит по территории СССР от Северного Кавказа через Большой Кавказский хребет, Грузинскую глыбу и Закавказье до р. Аракс. Эта часть геотраверса была охарактеризована в коллективном докладе советской рабочей группы проекта (докладчик В. А. Агамалян), богато иллюстрированным демонстрационным материалом. Особый интерес вызвали вопросы об альпийской перестройке доварисских и варисских структур и проблема корреляции древних метаморфических комплексов из различных тектонических зон Кавказа и Закавказья.

#### *Исследования по главным тематическим группам*

Второй день встречи был посвящен докладам о предварительных результатах главных тематических групп по стратиграфии, литологии, па-

леогеографии, метаморфизму, вулканизму и плутонизму, функционирующих в рамках Проекта № 5. По теме «Стратиграфия» было представлено четыре доклада. Е. Тенчев (Болгария) привлек внимание участников к различиям между нижними и верхними молассаами в варисской цепи. Нижние молассы, которые сохранились в грабенах, заложенных в вариссидах и по их периферии, легко коррелируются ввиду изобилия остатков флоры, но они фациально замещаются морскими карбонатными осадками. Корреляция верхних моласс затруднена из-за обедненности их флористическими и фаунистическими остатками. По простиранию они переходят в красноцветные отложения. Автор предложил ограничить деятельность Проекта № 5 варисскими событиями ввиду отсутствия четко выраженных каледонских движений в Альпийско-Средиземноморском горном поясе. На возражение Р. Буруи (Франция) о наличии явных несогласий в кембрии и ордовике Прованса, Сардинии и Корсики, Е. Тенчев ответил, что он предпочитает говорить об едином каледоно-варисском цикле, с чем согласны и советские участники Проекта. В докладе М. Тонгиорги (Италия) было высказано предположение об одновозрастности метаморфических пород Апуанских Альп, Тосканы и неметаморфизованных отложений ордовика-силура Сардинии и синхронности их накопления в сходных фациальных и палеогеографических условиях. И. Варга представил доклад Р. Мока (ЧССР) о новых данных по биостратиграфии палеозойских отложений Западных Карпат. В восточной части района (В Гемеридах) выявлены акритархи верхнего кембрия—нижнего девона в лидитах гельницкой серии (П. Снопкова) и конодонты визейского яруса в перекрывающей магнезит-карбонатной формации (И. Коцур, Р. Мок). Принципиальным явилось обнаружение аналогичных акритарх в бывшей раковецкой серии, благодаря чему последняя в настоящее время рассматривается как фациальный аналог гельницкой серии, отличающейся преобладанием основных вулканитов и габброидов. В прилегающей части северо-западной Венгрии, палеонтологически датированы среднедевонские отложения: в горах Сёндрё—по табулятам и в горах Уппонь—по конодонтам. Обнаруженные флористические остатки позволили расширить возрастной диапазон перекрывающих каменноугольных отложений со стефана до вестфалена-стефана. В западной части района гармонийская серия по криноидеям и птероподам отнесена к девону, а в Вепоридах палинологические работы Е. Пландеровой, Я. Возара и А. Возаровой позволили датировать группу Грон девоном-нижним карбоном, группу Гладоморна—стефаном, а мелафировую формацию—карбоном-пёрмью. Существенной проблемой остается корреляция с палеозойскими комплексами Венгрии, западной части Румынии и Восточных Карпат. С. Г. Рудаков продемонстрировал составленные им корреляционные стратиграфические колонки палеозойских и более древних отложений Восточных Карпат и геологические профили через Раховский участок Мармарошского массива. Эти материалы явились важным звеном при корреляции палеозойских тектонических событий Западных, Восточных и Южных Карпат и Балкан.

Дж. Келлинг (Великобритания) зачитал интересный, богато иллюстрированный доклад о палеозое Мезеты Центрального Марокко. Было показано, что здесь развит непрерывный разрез от кембрия до карбона, представленный платформенными отложениями. Эти отложения прорваны позднедевонско-раннекарбонными гранитоидами. Разрез несогласно перекрыт молассами перми. Значительный интерес вызвало сообщение о наличии блоков эйфельских известняков в терригенных отложениях того же возраста. Доклад Ж.—Б. Ван (Италия) был посвящен корреляции нижнепалеозойских разрезов Италии и Южных альп и раннепалеозойской истории развития региона. Доказывалось, что радиоляриты накапливаются на глубинах от 1000 до 1500 м. Детальные литологические исследования автора показали, что в восходящем разрезе терригенных пород обломочный материал поступал от размыва исходных пород с возрастающей глубиной образования, так что в основании разреза терригенных пород преобладает материал, происходящий из неглубоководных отложений, а в верхней части—представлен материал из более глубоководных осадков.

На вечернем заседании второго дня совещания был заслушан интересный доклад руководителя турецкой национальной группы Э. Демирташли о палеозойской истории развития Анатолийского сегмента Альпийско-Средиземноморского горного пояса. К северу от Североанатолийского линеймента в настоящее время с запада на восток выделяются следующие структурно-формационные зоны с различной историей палеозойского развития: Стамбульский регион, массив Болу, Зонгулдак, массив Дадай и регион Байбурт. Наиболее полный разрез палеозоя обнажается на массиве Дадай, где докембрийские кристаллические сланцы и зеленокаменные породы, прорванные синкинематическими гранитоидами, трансгрессивно перекрываются фаунистически охарактеризованными отложениями кембрия, представленного тремя отделами, сложенными снизу вверх: конгломератами, алевролитами, песчаниками и алевро-псаммитами с фауной трилобитов и брахиопод. Выше согласно залегают черные аргиллиты ордовика и силура, которые кверху переходят в кварциты и известняки девона. На размытой поверхности последнего залегают юрские толщи. Докембрийское метаморфическое основание обнажается также на массиве Болу. Оно представлено здесь полиметаморфической серией гнейсов, а также роговообманковыми габбро и гранитоидами с включениями сланцев и гнейсов. На этом основании несогласно залегают неметаморфизованные аркозы ордовика, переходящие выше в песчаники силура, на которых согласно залегают известняки девона. В Байбурте высокометаморфизованные кристаллические комплексы докембрия перекрыты неметаморфизованными отложениями среднего и верхнего карбона с остатками флоры (туфы, агломераты, глинистые сланцы), выше которых с размывом залегают красноцветы перми, прорванные гранитоидами. На них несогласно залегают лейасовые известняки. Следует отметить большое сходство байбуртского раз-

реза с разрезом Храмского массива Закавказья. В Стамбульском регионе и Зонгулдаке метаморфическое основание не обнажается. В первом случае разрез начинается с аркозов ордовика, сменяющихся алевритами силура и далее песчаниками нижнего карбона и флишем среднего карбона («фракийский флиш»), на котором залегают угленосные пласты верхнего карбона. В Зонгулдаке разрез начинается с силура, представленного песчаниками, выше которых идут известняки и отложения угля каменноугольного возраста, перекрытые красноцветными молассами перми. В горной цепи Тавр Э. Демирташли указал на интересный пункт к западу от г. Сариз, где в пределах небольшой антиклинали на интервале всего в 6 км обнажается терригенно-карбонатный разрез палеозоя от кембрия до перми с единственным перерывом в среднем-верхнем карбоне.

Основные проблемы палеогеографии варисской и доварисской истории Альпийско-Средиземноморского пояса были подняты в докладе Ж.—Б. Ван (Италия). Автор указал на запутанность проблемы доальпийской палеогеографии в результате интенсивного наложения последующих движений. Автор предлагает решать эту проблему путем изучения варисских и доварисских явлений по отдельным участкам, избежавшим альпийского наложения, а затем постепенно подойти к реконструкции общей картины посредством возвращения смещённых блоков с использованием структурных, биогеографических, литоседиментологических и петрологических данных.

Проблемы корреляции метаморфических событий, их современное состояние и направление будущих исследований были указаны в совместном докладе Ф. П. Сасси (Италия), И. Хайдутова (Болгария) и Х. Гомеш-Пужейра (Испания), зачитанном Дж. Лелкеш—Фелвари (Венгрия). Было указано, что большинство стран представили подробные характеристики метаморфических комплексов, выполненные по единой форме, что является первым шагом к корреляции. Однако имеется еще много препятствий к расшифровке метаморфических явлений ввиду широкого развития процессов полиметаморфизма и различной степени изученности метаморфических пород в разных регионах. Поэтому авторы считают необходимым проведение в ближайшее время ряда встреч членов международной метаморфической темы для скорейшего разрешения наиболее острых проблем.

Варисский магматизм Альп, Сардинии и Калабро-Пелоританской дуги был подробно охарактеризован в докладе К. д'Амико (Италия), зачитанном И. Варгой. В докладе были отдельно рассмотрены интрузивные и вулканические комплексы отдельных зон и регионов и проведены корреляции между ними.

### *Экспедиции*

По окончании заседаний состоялись три однодневных экскурсии в окрестностях г. Софии, ставившие целью ознакомление участников ра-

бочей встречи с палеозойскими отложениями западных частей Старо-Планинской, Предбалканской и Крайштидной зон. Экскурсиями руководил проф. Х. Спассов, д-ра Е. Тенчев, Ж. Иванов, Р. Калвачева. Экскурсия первого дня по маршруту София-Своге-Мездра-Ботевград-София позволила пересечь по долине р. Искър две крупные антиклинальные складки Своге и Берковица и разделяющую их синклиналь. В ходе экскурсии участники были подробно ознакомлены со строением детально расчлененных ордовикских и силурийских отложений, а также несогласно перекрывающих их верхнепалеозойских комплексов, представленных верхним карбоном и пермью. Значительный интерес вызвало наличие тектонического покрова, продемонстрированного Ж. Ивановым. Часть ядра антиклинали Своге, сложенная ордовиком-силуром, надвинута в северном направлении поверх красноцветных триасовых и карбонатных среднеюрских пород. Покров имеет амплитуду не менее 5 км и запечатан туронскими отложениями. Сложную и нерешенную окончательно проблему представляет возраст диабаз-филлитондной формации. В районе, по которому проходила экскурсия, Р. Калвачевой удалось выявить акритархи, датирующие эту формацию верхним ордовиком. Около пос. Зверино были осмотрены выходы нижнепермских конгломератов, содержащих в значительном количестве обломки вулканических пород.

На второй экскурсии по маршруту София-Станиовцы-София участникам были продемонстрированы силурийские и девонские отложения, развитые к юго-западу от Софии в Крайштидной тектонической зоне. Около с. Станиовцы наблюдался непосредственный контакт между известняково-филлитовой толщей силура-нижнего девона и лидитовой пачкой с линзами известняков, содержащих фауну среднего девона. Несколько южнее (около сел. Ноевцы) наблюдалась пермская красноцветная моласса, в которой намечается грубая цикличность. Аналогичная толща прослеживается северо-западнее в пределах Восточной Сербии, и, наоборот, юго-западнее этого места наблюдаются иначе построенные пермские толщи, что позволяет наметить некоторую зональность при образовании верхнепалеозойских отложений. Третья полевая экскурсия была направлена к северо-западу от Софии в окрестности г. Годеч и также была посвящена ознакомлению с Крайштидной зоной. Около с. Шумы наблюдалось стратиграфически согласное налегание силурийских отложений на ордовикские. Последние представлены очень слабо филлитизированными аргиллитами формации Церецел, а к силуру относится толща полимиктовых песчаников, аргиллитов и лидитов, датированная проф. Х. Спассовым по граптолитам. Специфический разрез перми был осмотрен около с. Глицы. Красноцветные конгломераты отличаются в этом районе очень высоким содержанием обломков интрузивных пород: лейкократовых гранитоидов, аплитов и кварцевых порфиров. Присутствуют также гальки пород из диабаз-филлитондной формации. Внимание участников привлекли светло-серые известняки, образующие или обломки, или конкреции в конгломератовой толще. По мнению болгарских коллег, эти породы напоминают каменноугольные породы, разви-

тые в этой зоне, и скорее представляют собой окатанные обломки. К сожалению, из-за ограниченности времени не удалось осмотреть низко- и высокометаморфизованные комплексы предположительно палеозойского возраста и магматические породы.

Благодаря полевым экскурсиям участники смогли ознакомиться с основными стратиграфическими подразделениями палеозоя, развитыми в окрестностях г. Софии.

### *Организационные вопросы*

Наряду с обсуждением геотраверсов и основных тем исследований, на Софийской встрече был рассмотрен ряд организационных вопросов, по которым были приняты решения о дальнейших научных и полевых встречах, о сроках публикаций и форме представления материалов. Был принят следующий план рабочих встреч: ноябрь 1980 г.—в Югославии; июнь 1981 г.—в Югославии; сентябрь—октябрь 1981 г.—во Франции; летом и осенью 1982 г.—в СССР (на Кавказе) и в Турции. Завершение работ по Проекту намечено на 1984 г.

Публикация материалов намечается в три приема. Во-первых, предполагается издать рефераты сообщений, зачитанных на заседаниях в Софии. Во-вторых, будет осуществлено опубликование двух томов предварительных результатов изучения геотраверсов с представлением материалов в апреле и сентябре 1980 г.

### *Выводы и предложения*

1. Встреча в Болгарии показала, что большинство стран—участниц Проекта № 5 выполнили основные работы в пределах своих территорий по подготовке материалов (колонки, разрезы, диаграммы и др) по геотраверсам «А»—«С» от Гибралтара до Кавказа, в связи с чем намечается их публикация в форме двух предварительных томов в 1980 году.

2. Исследования, проведенные главными тематическими группами, суммируют основные аспекты палеозойского развития крупных сегментов средиземноморской части Альпийского пояса.

3. Ознакомление с основными комплексами палеозоя Западной Болгарии во время экскурсий позволило сравнить их с одновозрастными отложениями соседних стран.

4. Для получения целостной картины поперечных сечений Альпийского пояса ближайшей задачей исследований является тесная увязка отрезков геотраверсов, изученных национальными рабочими группами в пределах территорий своих стран. В связи с этим перед советской национальной рабочей группой Проекта № 5 встает задача увязки кавказского отрезка геотраверса «С» с его южным продолжением на территории Турции и карпатского отрезка геотраверса «Д» с его продолжением на юге на территории Румынии, Болгарии и Югославии. Подоб-

ную увязку желательно проводить путем взаимного посещения сопредельных территорий на основании билатерального обмена.

5. По нашему мнению, на встрече наметилось некоторое увлечение изучением палеонтологически хорошо датированных комплексов, что может привести к выпадению из поля зрения мощных, почти немых метаморфических толщ, представляющих, как правило, первоначально наиболее мобильные зоны Палеотетиса или фрагменты его ложа. Для таких толщ мы предлагаем выполнять корреляцию литостратиграфическим и палеогеографическим методами после предварительной реконструкции исходного состава путем «снятия» метаморфизма. Для датировки немых толщ рекомендуем шире применять радиологические методы, в особенности изохронные рубидий-стронциевые и уран-свинцовые, мало подверженные влиянию наложенных процессов метаморфизма, а также палинологию, с учетом ограничений, налагаемых особенностями этих методов датировки.

В связи с этим, задачей советской национальной рабочей группы и, в частности, национальной подгруппы по изучению доварисских и варисских метаморфических и магматических событий, является разработка критериев различия фрагментов элибайкальского кристаллического фундамента Гондванской платформы от обломков эпигерцинского фундамента Восточно-Европейской платформы в пределах альпийских складчатых сооружений Кавказского геотраверса путем изучения и разграничения специфических особенностей рифейских, байкальских, каледонских и герцинских термобарических событий и сопутствующих магматических явлений. Эти вопросы, к сожалению, еще далеки от однозначного разрешения, претерпевают частую эволюцию и вызывают горячие споры. Это, очевидно, вызвано глубоким наложением мощных и многократных событий на одни и те же объекты.

В. А. АГАМАЛЯН,  
С. Г. РУДАКОВ

УДК 551.7.02(083.4)

А. А. ТАЦЯН

## ПОЛОЖЕНИЕ ГОРИЗОНТА С *SPIRIALIS SUBTARCHANENSIS* *ZHICHENKO* В РАЗРЕЗЕ МНОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АРАРАТСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Характерная для чокракского горизонта фауна *Spirialis subtarchanensis* Zhichenko (определение П. М. Асланяна) была обнаружена в керне из глубины 909—920 м скважины № 68, пробуренной вблизи поселка Каракерт Талинского района Армянской ССР.

Послойная корреляция скважин, пробуренных на Кармрашенском плато и в Октемберянокой депрессии, позволила проследить этот горизонт в пространстве и решить стратиграфически важный вопрос.

На основании имеющегося геолого-геофизического материала бурения в пятикилометровой толще терригенных отложений СЗ части Араратской котловины выделяется ряд фаунистически охарактеризованных горизонтов в следующей последовательности (сверху вниз):

*Верхний сармат.* Размытая поверхность пачки чередующихся песчаников, алевролитов и глин с *Mastra bulgarica* Toulou (определение Габриеляна А. А. и Асланяна П. М.) и *Cyprideis Sarmatica (Zalanyi)* (определение С. А. Бубикян) перекрывается здесь покровом долеритовых базальтов. Мактрова фауна встречена в 6 скважинах. Однако по наличию остракодовой фауны, в согласии с каротажными данными, эта пачка четко прослеживается по всему Кармрашенскому плато и к востоку от него в пределах большей части территории Октемберянского района. В основании пачки залегает горизонт гравелитов и грубозернистых песчаников, перекрывающих различные слои подстилающих отложений. Мощность от 600 до 1000 м.

*Конкский горизонт.* Представлен он также песчано-глинистыми породами с *Barnea* sp. (*pholadidae*), *Barnea pseudoustjurtensis* Bog (определение Б. П. Жищенко и П. М. Асланяна) и остракодами *Medoicytherideis achtaica* Sp., n., *M. achtaensis* Bub. и др. (определение С. А. Бубикян).

Фоладовая фауна обнаружена только в скважинах №№ 25 и 30. Однако по наличию остракодовой фауны и по каротажным данным этот горизонт прослеживается по всему Кармрашенскому плато за исключением скважины № 68, где он размыт предверхнесарматской эрозией. Прибрежно-морские отложения конкского горизонта в ингрессивном

залегании покрывают различные слои более древних пород. С. А. Бубикян между слоями конкского горизонта и верхнего сармата выделяет переходные слои от конкского горизонта к сарматскому ярусу. По нашему мнению, эти слои принадлежат конку. Мощность конкского горизонта от 150 до 500 м.

*Караганский горизонт.* В керне скважины № 30 по разрезу ниже фоладовых слоев в пачке алевролитов и глини обнаружены характерные для караганского горизонта остракоды: *Hyocypris bradyi* Sars, *Potamocypris* (?) Sp., *Limnocythere octemberianica* Vub. (определение С. А. Бубикян). О наличии этой ассоциации остракод С. А. Бубикян указывает также в надсолевой пачке алевролитов и глини, вскрытых скважинами №№ 5-к, 58, 59 и 17-Кош. Эти данные хорошо согласуются с нашей схемой послышной корреляции, согласно которой этот горизонт прослеживается поверх октемберянской свиты и связан с ней постепенным переходом. Мощность горизонта от 40 до 200 м.

*Октемберянская свита* представлена разнообразными, преимущественно туфогенными молассоидами мощностью от 800 м в краевой части Октемберянской депрессии до 3000 м в центральной ее части. В ее разрезе четко выделяются две серии осадков—ингрессивная и регрессивная. Нижняя ингрессивная серия залегает над пачкой пестроцветных конгломератов, брекчий и песчаников, покрывающих с угловым несогласием нуммулитовый средний эоцен. Вверх по разрезу эти пестроцветные молассы постепенно переходят в сероцветные песчано-глинистые слои октемберянской свиты. Разрез этой серии венчается пачкой внешне однообразных светло-серых глини.

Вторая—регрессивная серия осадков снизу начинается темно-серыми глинами с прослоями алевролитов, которые выше по разрезу сменяются ритмично чередующимися зеленовато-серыми туфогенными песчаниками и глинами. Последние в свою очередь постепенно переходят в пестроцветные молассонды, затем в галогенные образования. Перечисленная смена литологически различных типов пород данной серии происходит также в горизонтальном направлении от центра Октемберянской депрессии к ее краевым частям.

Фауна *Spirialis* была встречена в средней части разреза этой серии пород, перекрытых в скважине № 68 отложениями верхнего сармата. Это обусловлено предверхнесарматским перерывом, когда отложения конкского, караганского горизонтов и верхней части октемберянской свиты подверглись здесь размыву, ибо скважина № 68 пройдена в наиболее приподнятой части погребенной антиклинали. Горизонт с *Spirialis* по каротажным диаграммам четко прослеживается от скважины № 68 к скважинам №№ 67, 25, 24, 8-к и ряду других, пробуренных в Октемберянской депрессии.

Таким образом приведенные данные позволяют верхнюю—регрессивную часть разреза октемберянской свиты отнести к чокракскому веку, а нижнюю часть разреза октемберянской свиты, видимо, к гельветско-

му ярусу. Тогда их граница определится примерно по средней части разреза глинистой подсвиты, где по заметному переходу светло-серых глин к темно-серым и алевролитам выражена смена ингрессивного цикла осадконакопления регрессивным. Подстилающие же октемберянскую свиту пестроцветные отложения, распространенные только в центральной части Октемберянской депрессии, принадлежат нижнему миоцену, как это отмечено в литературе.

19 стр. Илл. 2. Библиогр. 6 назв.

Управление геологии Армянской ССР  
Полный текст статьи депонирован в ВИНТИИ

Поступила 12.VI 1973.

УДК 550.382 : 528.067.4

Г. М. БАБУРЯН, В. В. БАРСЕГЯН, А. А. ХАЛАТЯН

## ВЫЯСНЕНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ И ФОРМЫ ИНТРУЗИВНЫХ ТЕЛ В ПРЕДЕЛАХ ГЕХИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА НАБЛЮДЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

В статье на основе интерпретации магниторазведочных данных высказаны предположения о строении и морфологии интрузивных тел и их связи на глубине, а также показана возможность выявления новых интрузий в пределах Гехинского рудного узла.

Приводятся карты линейментов и энтропии магнитного поля, несущие наибольшую геологическую информацию об исследованиях интрузивных образований. На основе приведенных карт выделяются кольцевые зоны Гярдской интрузии, даются предположения о их образовании и геологическое описание последних.

Приведены также характеристики Казанлической и Ковшутской интрузий.

Замечено, что в пределах интрузивных образований Гехинского рудного узла поле энтропии интегрируется в довольно характерные и закономерные формы, определяемые конфигурацией изолиний. Исходя из этого в северо-западной части рудного узла выделяется интрузивное образование, кровля которого предполагается на глубине порядка 500 м. Время образования Саридаринской скрытой интрузии оценивается как постсреднеэоценовый.

Приводятся геолого-геофизические данные, позволяющие выдвинуть Саридаринское рудное поле в ряд перспективных участков Гехинского рудного узла.

Указывается приуроченность медно-молибденовых и полиметаллических месторождений к эндо- и экзоконтактам описываемых интрузивных образований. К ним относятся Анкасарское, Жайрадзорское, Казанлическое, Саридаринское и ряд других более мелких месторождений и проявлений.

8 стр. Илл. 2. Библиогр. 6 назв.

Управление геологии Армянской ССР  
Полный текст статьи депонирован в ВИНИТИ

Поступила 19.VI 1978.

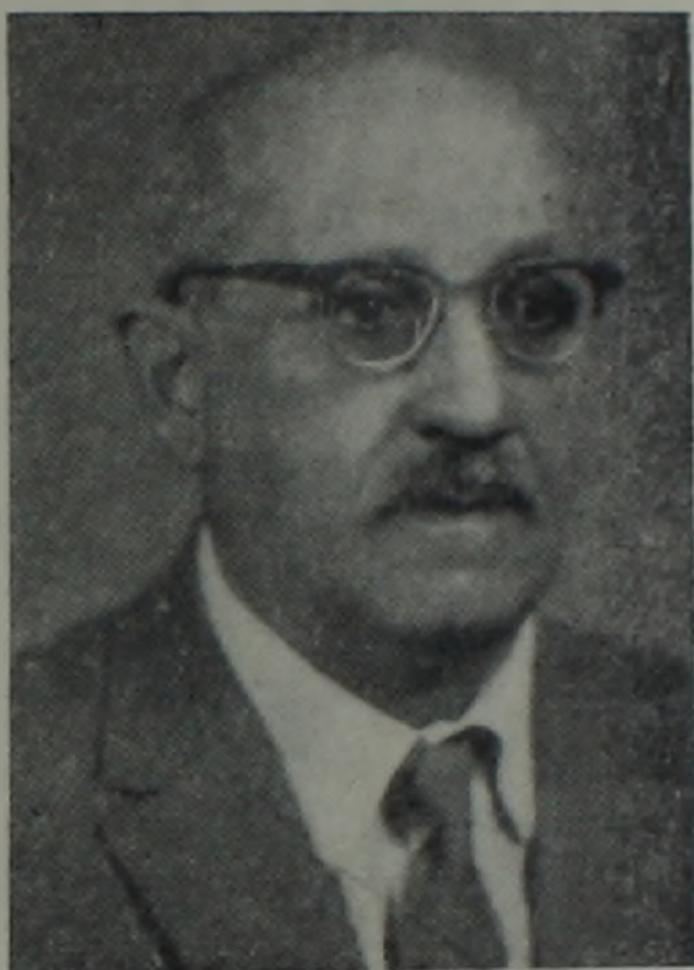
ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

ГАВРИИЛ ПАВЛОВИЧ ЗАВРИЕВ

(к 70-летию со дня рождения)

Исполнилось 70 лет со дня рождения и 45 лет производственной и научно-педагогической деятельности доктора технических наук, заведующего Ереванской лабораторией тоннелей Гавриила Павловича Завриева.

Завриев родился в г. Тбилиси в семье служащего.



В 1928 г. поступил в Грузинский Политехнический институт и в 1932 г. окончил этот институт со званием инженера-строителя.

В 1944 году защитил кандидатскую диссертацию.

Его научная работа протекала с 1934 по 1960 гг. в Тбилисском НИИ сооружений и гидроэнергетики.

С 1960 г. переезжает в Армению и организует Ереванскую лабораторию тоннелей.

В 1963 г. защищает докторскую диссертацию.

Профиль работы Г. П. Завриева—теоретическое и экспериментальное исследование статической и противодиффузионной работы тоннельных сооружений и их взаимодействия с окружающей горной породой.

В 1960—1966 гг. принимал деятельное участие в исследовании ряда тоннелей в Средней Азии. Им проведены измерения горного давления и упругих свойств горной породы в тоннелях Чарвакской ГЭС, Нурекской ГЭС и Ангренского угольного разреза.

В 1968—1972 гг. проводит исследования на строительстве Краснопресненского радиуса Московского метрополитена по определению напряжений и прочности тоннельных обделок.

В 1972—1975 гг. руководит работами по исследованию тоннелей Большого Ставропольского канала, сооружаемого методом прессования бетонной массы. В этом тоннеле определялись напряжения в тоннельной обделке и прочность бетона.

Эти опыты показали высокую прочность бетона тоннелей, сооружаемых методом прессования бетонной смеси.

С 1975 по 1979 гг. Г. П. Завриевым проведены исследования горных пород в тоннелях Арпа-Севан и Семеновского автодорожного перевального тоннеля.

Важное значение имеют проведенные Г. П. Завриевым исследования по борьбе с фильтрацией воды из гидротехнических тоннелей.

В 1955 году Г. П. Завриев провел весьма важные эксперименты на опытном отсеке тоннеля Гюмушкой ГЭС, которые установили, что шов обратного свода длиной 13 метров пропускает около 1 л воды в секунду, что для данного тоннеля соответствовало потере мощности гидроэлектростанции в 6000 квт (журнал «Гидротехническое строительство», 1955, № 7).

Для тоннеля Арпа-Севан экономия мощности составляет 18000 квт.

Простейшие мероприятия по заделке швов обратного свода в гидротехнических тоннелях дадут весьма значительный экономический эффект.

Г. П. Завриев имеет свыше 100 печатных работ.

Широко известна разработанная в 1936—1950 гг. им методика определения характеристик упругих свойств горных пород, которая применялась на многих объектах Советского Союза, а также за рубежом — Египет, Китай. Одновременно с научной работой Г. П. Завриев в течение ряда лет вел педагогическую работу в Тбилисском Институте железнодорожного транспорта (1944—1955 гг) и в Ереванском Политехническом институте (1967—1977 гг).

В настоящее время работает на должности заведующего Ереванской лабораторией тоннелей Грузинского НИИ энергетики и гидротехнических сооружений.

Г. П. Завриев награжден Правительством двумя орденами Знак Почёта, медалями и почетными грамотами.

Отделение Наук о Земле АН Армянской ССР  
Институт геологических наук АН Армянской ССР  
Ереванская лаборатория тоннелей  
Редколлегия журнала «Известия АН Армянской ССР»,  
Науки о Земле

