

ՀԱՄԱՀ ԳԱ Տեղեկագիր

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

EARTH SCIENCES



ԽՐԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Տ. Ասլանյան, տեխն. գիտ. թեկն. Ս. Վ. Բաղալյան,
ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Բ. Բաղդասարյան, երկրա-հանք. գիտ. թեկն.
Կ. Պ. Բաղդասարյան, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթ.-անդամ Ա. Հ. Կաբրիելյան, երկրա-հանք.
գիտ. թեկն. Է. Խ. Դուլյան, երկրա-հանք. գիտ. դոկտ. Է. Ա. Խաչատրյան (պատասխանատու խմբագիր), ՀՍՍՀ ԳԱ ակադ. Հ. Գ. Մաղախյան, երկրա-հանք. գիտ.
թեկն. Ի. Տ. Միրիջանյան, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադ. Ա. Գ. Նազարով, երկրա-հանք. գիտ.
թեկն. Կ. Գ. Շիրինյան, Է. Ս. Խոստամովա (պատասխանատու քարտուղար), երկրա-
հանք. գիտ. թեկն. Ա. Ս. Ֆառմազյան (պատասխանատու խմբագրի տեղակալ):

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Член-корр. АН Арм. ССР А. Т. Асланян, член-корр. АН Арм. ССР
А. Б. Багдасарян, канд. геол.-мин. наук Г. П. Багдасарян, 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. Фара-
мазян (заместитель ответственного редактора), докт. геол.-мин. наук
Э. А. Хачатурян (ответственный редактор), 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.

СОДЕРЖАНИЕ

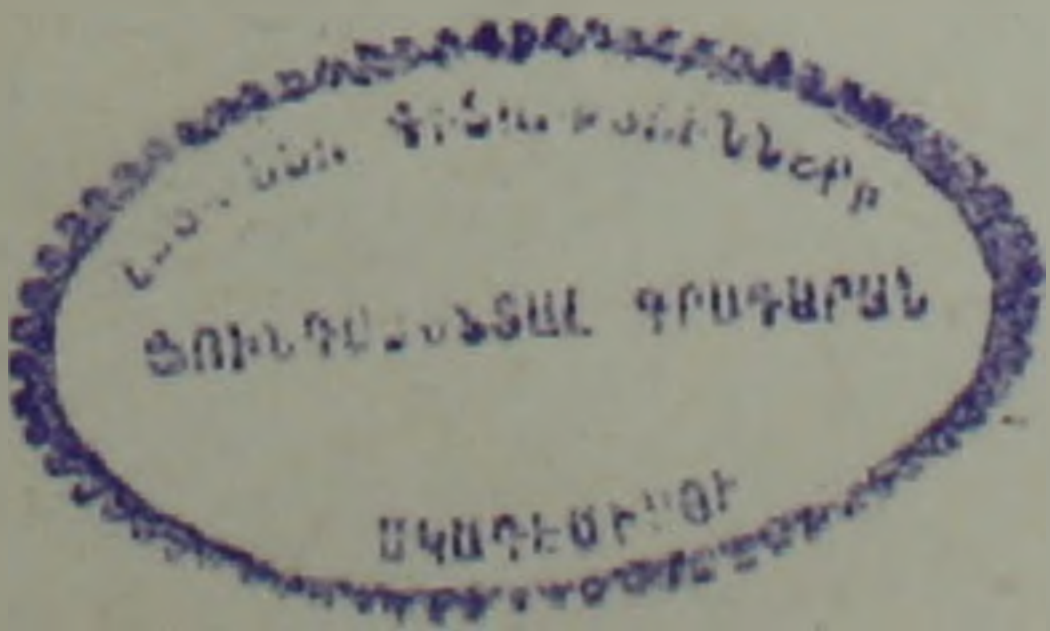
Выдающийся ученый	3
А. Т. Асланян. К динамике системы Земля-Луна	17
А. Т. Асланян. Крупные олистостромы плиоплейстоценового возраста в долине р. Агстев (Армянская ССР)	24
Г. М. Арсений, П. М. Бартикян, А. С. Вартанян, М. Г. Гаспарян, Э. Х. Гулян, Н. С. Хачатрян. Благотворное влияние русской науки и техники на развитие горного дела и геологической мысли в Армении	33
А. И. Карапетян, Ш. О. Амирян, Р. Г. Мхитарян, Г. М. Мкртчян. Конвергенция и типоморфизм самородного золота из рудных формаций Армянской ССР	41
М. И. Петросян. О связи взрывной волны с разрушением горных пород	55

Краткие сообщения

Р. С. Мовсесян. О физико-механических свойствах пород Арманисского рудно- го поля	64
Т. А. Авакян. Глинистые минералы и их значение в качественной характеристике диатомовых пород Сисианского и Ахурянского районов	67

Научная хроника

Б. М. Меликсетян. Основные направления развития современной минералогии (О XI съезде Международной Минералогической Ассоциации (ММА))	71
Ю. В. Саядян. VIII Международный симпозиум интернационального комитета истории геологических наук (ИНИГЕО)	81



ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

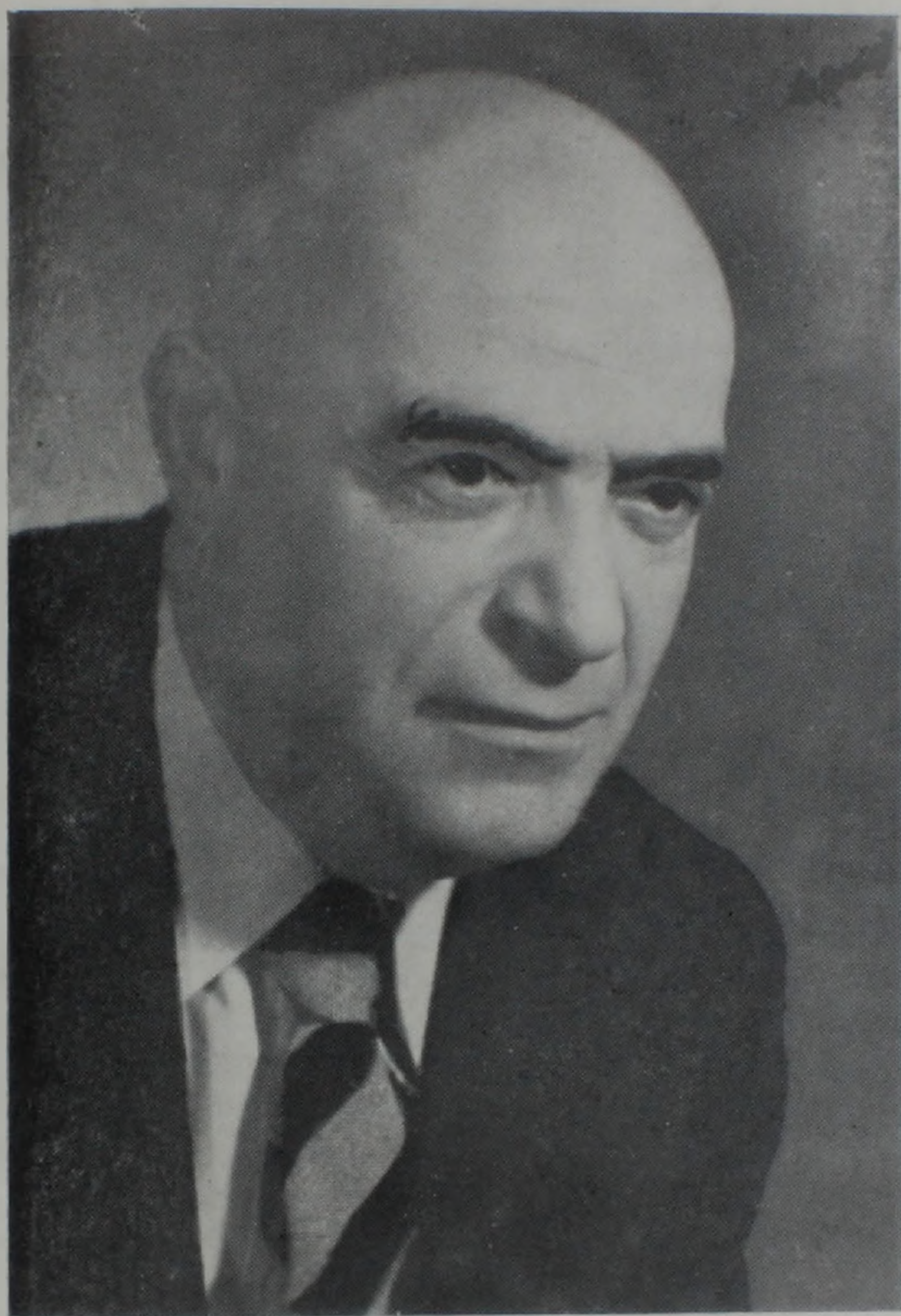
Ականավոր գրտնականը	3
Ա. Տ. Ասլանյան. Երկիր—լուսին սխտևի դինամիկայի շուրջը	17
Ա. Տ. Ասլանյան. Պլիոպլեյստոցենյան ժամանակաշրջանի խոշոր օլիգոստրոմներ Աղստև գետի հովտում (Հայկական ՍՍՀ)	24
Դ. Մ. Աբսենյան, Պ. Մ. Բարբիկյան, Ա. Ս. Վարդանյան, Մ. Գ. Դասույարյան, Է. Խ. Ղուլյան, Ն. Ս. Խաչատրյան. Ռուսական գիտության ու տեխնիկայի բարերար ազդեցությունը Հայաստանում լեռնային գործի և երկրաբանական մտքի զարգացման գործում	33
Ա. Ի. Կարապետյան, Շ. Հ. Ամիրյան, Ռ. Գ. Մխիթարյան, Գ. Մ. Մկրտչյան. Բնածին ոսկու կոնվերգենցիան և տիպոմորֆիզմը ՀՍՍՀ հանքային ֆորմացիաներում	41
Ա. Ի. Պետրոսյան. Պայթման ալիքի կապը լեռնային ապարների քայքայման հետ	55

Համառոտ նաղորդումներ

Ռ. Ս. Մուլսեոյան. Արմանիսի հանքային դաշտի ապարների ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների մասին	64
Բ. Ա. Ավագյան. Կավային միներալներն ու նրանց նշանակությունը Սիսիանի և Ախուրյանի շրջանների դիատոմային ապարների որակական բնութագրման մեջ	67

Գիտական խոնրիկ

Բ. Մ. Մելքիսեթյան. Ժամանակակից միներալոգիայի զարգացման հիմնական ուղղությունները (Միջազգային Միներալոգիական ասոցիացիայի (ՄՄԱ) XI համագումարի մասին).	71
Յու. Վ. Սայադյան. Երկրաբանական գիտությունների պատմության միջազգային կոմիտեի (ԻՆԻԳԵՈ) VIII միջազգային սիմպոզիումը	81



ВЫДАЮЩИЙСЯ УЧЕНЫИ

(к 60-летию со дня рождения А. Т. Асланяна)

Ашоту Тиграновичу Асланяну, неутомимому исследователю геологии и минеральных богатств Армении, исполнилось шестьдесят лет.

А. Т. Асланян родился в Иджеване в 1919 году. В 1941 году он успешно оканчивает геологический факультет Ереванского государственного университета и направляется в ряды вооруженных сил страны, в составе которых в звании лейтенанта, командира взвода сражается против фашистских захватчиков на Южном и Северокавказском фронтах. Боевые заслуги его отмечены Орденом Отечественной войны II степени и медалями.

После демобилизации А. Т. Асланян с 1945 г. начинает работать в Геологическом институте АН Армянской ССР сначала научным сотрудником и аспирантом, а после успешной защиты кандидатской диссертации (1947 г.) — заведующим сектором региональной геологии, организованным по его инициативе.

В этот период его наставниками были замечательные русские геологи Ю. А. Арапов, А. П. Демехин, К. Н. Паффенгольц, Г. Я. Крымгольц.

Уже в начале своей научной деятельности Ашот Тигранович, благодаря хорошей теоретической подготовке, большим способностям, творческому отношению к работе и добросовестному труду, быстро вырос в одного из ведущих геологов республики. В 1954 году по решению директивных органов республики А. Т. Асланян переводится в Управление геологии Совета Министров Армянской ССР, где работает сначала главным инженером, а затем начальником Управления (1954—1965 г.г.)

Здесь, руководя геологической службой республики, А. Т. Асланян проявил себя не только прекрасным организатором производства, но и ученым широких научных интересов. Под его руководством укрепляется и совершенствуется геологическая служба в республике, значительно расширяются тематические исследования в области металлогении, рудоносности, стратиграфии, тектоники, успешно разведывается ряд месторождений редких, черных и цветных металлов, подземных вод, крупные месторождения нерудного сырья, положительно решается проблема железных руд и золота в Армянской ССР, составляются геологические, тектонические и другие карты, ведутся широкие по замыслу региональные геолого-геофизические и поисковые работы.

Крупнейшие в Советском Союзе месторождения бентонитов и перлитов, на которых ныне работают Иджеванский и Арагацкий комбинаты, были выдвинуты под разведку непосредственно А. Т. Асланяном.

В этот период А. Т. Асланян, пожалуй, единственный геолог в республике, в работах которого в области тектоники широко применяются достижения физики, механики, математического моделирования. В ре-

зультате, в 1955 году издается его монография «Теория тектонической деформации Земли», нашедшая живой и положительный отклик у крупных специалистов Советского Союза и ряда зарубежных стран.

Разносторонние и глубокие исследования в области геологического строения, тектоники и месторождений полезных ископаемых территории Армянской ССР венчаются трудом «Региональная геология Армении», который блестяще защищается как докторская диссертация в 1957 г. в Москве; оппонентами его были такие выдающиеся геологи, как члены-корреспонденты АН СССР В. П. Ренгартен, В. Е. Хаин и М. В. Муратов. Этот труд становится настольной книгой, по которой молодое поколение геологов изучает геологическое строение республики.

В 1960 г. А. Т. Асланян по конкурсу избирается профессором Ереванского государственного университета, а в 1961 году ему присваивается почетное звание Заслуженного деятеля науки республики.

В 1965 г. А. Т. Асланян за большие заслуги в развитии геологических наук избирается членом-корреспондентом АН Армянской ССР (по специальности региональная геология) и в том же году назначается ректором Ереванского политехнического института. Здесь в 1966 г. по его инициативе организуется горно-металлургический факультет. Будучи заведующим кафедрой общей и прикладной геологии, он передавал в ярких насыщенных лекциях свои богатые знания и опыт студентам Ереванского политехнического института и Ереванского государственного университета.

В течение девяти лет (1966—1975 гг.) А. Т. Асланян занимает должность министра высшего и среднего специального образования Армянской ССР. Он внес значительный вклад в развитие высшего и среднего специального образования в республике, в укрепление его материально-технической базы, в широкое развертывание в вузах научно-исследовательских и конструкторских работ.

Следует отметить, что, находясь на высоком государственном посту, А. Т. Асланян не отрывался от геологии и принимал деятельное участие в решении ее насущных задач.

В 1975 г. А. Т. Асланян перешел на работу в Академию наук и возглавил Институт геологических наук. С приходом А. Т. Асланяна была проведена большая работа по перестройке тематических планов института, был сделан упор на всемерное расширение фундаментальных исследований в области геологии и на широкое внедрение в практику работ достижений точных наук—математики, физики, химии. Одновременно были резко расширены работы по решению задач, выдвигаемых производственными геологическими организациями и способствующих расширению минерально-сырьевой базы республики.

А. Т. Асланян является убежденным пропагандистом необходимости всемерного развития тесных научных контактов между геологами Закавказья. В настоящее время геологическими институтами Азербайджана, Армении и Грузии выполняется ряд совместных разработок по изучению геолого-тектонического строения Кавказа, имеющих важное зна-

чение для выяснения закономерностей образования и размещения месторождений полезных ископаемых.

Широк и многогранен диапазон научно-творческой деятельности А. Т. Асланяна. Им опубликовано более ста тридцати научных трудов по теоретической и региональной геологии, тектонофизике, механике земной коры, общим вопросам эволюции и внутреннего строения Земли, инженерной геологии, геологии месторождений полезных ископаемых, прогнозной оценке минеральных ресурсов, методике разведки.

Много нового внесли многолетние исследования А. Т. Асланяна в представления о геологическом строении территории республики и сопредельных районов Кавказа, Анатолии и Ирана. Из наиболее важных достижений регионально-геологических исследований А. Т. Асланяна следует отметить палеонтологическое обоснование возраста важнейших вулканогенно-осадочных формаций мезозоя, стратиграфическое расчленение лагунно-молассовых и вулканогенных пород неогена и плио-плейстоцена, выделение мощного киммерийского цикла гранитоидного магматизма, обоснование верхнемелового возраста гипербазитовых поясов, олигоценового возраста пояса кислых и субщелочных экстрезивов Сев. Армении, выделение неовулканического (мио-плиоценного) пояса в центральной зоне Тавро-Кавказского орогена, обоснование островодужной природы мегантиклинория Малого Кавказа, прослеживание Центрально-Анатолийского разлома через Армению в Северный Иран, выделение в Закавказье эвгеосинклинальной и многоэснклинальной областей, обоснование нижне-среднеплиоценного возраста рельефа Армении, выделение формационных рядов, главнейших этапов оротектонических перестроек и соответствующих структурно-тектонических этажей, составление детальных геологических карт и карт тектонического районирования территории республики. Исключительно важное значение имело палеонтологическое обоснование им верхнебайосского возраста формации кварцевых порфиров Малого Кавказа, выделение в разрезах мезозоя келловейского, оксфордского, кимериджского ярусов, фаунистически охарактеризованных образований апта, альба, коньяка, сантона, эоцена, олигоцена в ряде районов республики, обоснование неогенового возраста молассовых отложений в бассейне Верхнего Аракса и Ширакской котловины, выделение нового Ширакско-Зангезурского офиолитового пояса (совместно с М. А. Сатяном), формации субщелочных экстрезивно-эффузивных пород олигоценного возраста в полосе Степанаван—Дилижан—Красносельск и др.

А. Т. Асланяном впервые предложен палеогеологический метод определения глубины формирования интрузивных масс и постмагматических месторождений, основанный на реконструкции стратиграфических разрезов и определении мощностей подразделений этих разрезов к моменту внедрения интрузий и образования связанных с ними гидротермальных месторождений.

Богатые материалы геологических наблюдений и съемок, выполненных А. Т. Асланяном, нашли свое отражение на геологических и спе-

циальных картах, составленных непосредственно им или под его руководством. В 1957 г. им была составлена сводная крупномасштабная геологическая карта Армении, в 1961 году — геологическая и тектоническая карты в масштабе 1:600000 (издана в 1970 году), в 1974 году — тектоническая карта Армении (совместно с А. Т. Вегуни) — основа прогнозно-металлогенической карты (ред. Н. Г. Магакьян) и др. В настоящее время под руководством А. Т. Асланяна на основе сводной геологической карты Армянской ССР составляется структурно-формационная основа для новой прогнозно-металлогенической карты Армении.

Большой интерес представляет открытие А. Т. Асланяном культуры палеолита на Ширакском хребте, в Ноемберянском районе, в бассейне р. Раздан, остатков плейстоценовой фауны млекопитающих в Араратской котловине, в бассейне р. Памбак, остатков ископаемого человека под туфами в южной части гор. Еревана. Сравнительно недавно сообщалось о результатах раскопок, приведших к открытию под среднечетвертными базальтами ущелья р. Раздан черепа человека (авторы А. Т. Асланян, Б. М. Моммот, Ю. В. Саядян).

Широкую научную известность принесли А. Т. Асланяну крупные и оригинальные исследования, результаты которых им обобщены в целом ряде научных трудов: «Стратиграфия юрских отложений Северной Армении» (1949), «Региональная геология Армении» (1958), «Теория тектонической деформации Земли» (1955), «Тектонические проблемы металлогении Армении» (1957), «Основы количественной теории магнитного поля Земли» (1960), «Квантовое представление внутреннего строения Земли» (1963), «Некоторые вопросы тектоники и магматизма Тавро—Кавказской геосинклинали» (1969), «О составе, строении и упругих характеристиках земной коры и верхней мантии по территории Армении» (1975), «Термо-гравитационный критерий изменения объема Земли» (1976), «Динамическая проблема геотектоники» (1960), «Свинцово-цинковые месторождения Кавказа» (1965), «Об эквивалентности факторов Лява и Пуассона в теории деформации земной коры» (1976), «Об одном возможном механизме возникновения землетрясений» (1976), «Уменьшается ли объем Земли?» (1977), «Возбуждение чандлеровских колебаний полюсов как стрессовая реакция на гравитационное сжатие Земли» (1977), «Квазисуточная нутация и магнитное поле Земли» (1978), «К расчету вековой скорости изменения радиуса Земли» (1978) и др.

В процессе этих исследований А. Т. Асланяном разработана гипотеза, согласно которой по механизму униполярного динамо происходит превращение части энергии гравитационного поля сжимающейся Земли в энергию магнитного поля, причем им установлено равенство магнитного вращательного момента и вращательного момента квазисуточной нутации планеты. Это условие позволило впервые определить точное значение напряженности магнитного поля планеты (0,315 гс на экваторе). Рассмотрен процесс глобальной деформации Земли с точки зрения

законов механики, причем геосинклинальные пояса и зоны глубинных разломов и флексур квалифицированы им как пластические шарниры. А. Т. Асланяном, совместно с А. В. Арутюняном, разработана схема новой модели строения земной коры, в которой нижний слой коры представляется состоящим из хризотиловых серпентинитов, а срединноокеанические хребты—как диапировые (спрединговые) компенсационные структуры, поднимающиеся вследствие гравитационного соскальзывания с них плит разорванной литосферы. Предложена расчетная формула для определения падения температуры лавы при адиабатическом механизме ее подъема из внутрикоровых резервуаров; на основе теории контактных потенциалов предложен механизм металлизации зон глубинных разломов и корней геосинклинальных комплексов под влиянием термоэлектрических токов, циркулирующих вдоль контакта различных слоев мантии и коры.

А. Т. Асланян является убежденным пропагандистом системного анализа в геологии и, по его мнению, крупные достижения геологов в области поисков месторождений полезных ископаемых, несмотря на то, что они пользуются обычно полуколичественными методами, являются результатом системного подхода к определению условий образования, локализации и распределения этих месторождений и признаков их проявлений на поверхности Земли. Ему принадлежит идея обратной задачи в разведке месторождений полезных ископаемых, исходящая из посылки определения того минимума запасов, который необходим для рентабельной их эксплуатации и соответственно определения разведочной сети выработок и очередности их проходки, имея в виду проходку рекогносцировочных выработок, в первую очередь на нижних горизонтах месторождений.

За последние годы (1975-1978 гг.) А. Т. Асланяном разработана методика расчета гравитационного сжатия Земли и на этой основе развита количественная теория чандлеровских колебаний полюсов Земли, контракционно-нутационная теория происхождения главного магнитного поля Земли, контракционная теория упругой устойчивости земной коры, контракционно-изостатическая теория деформации литосферы, оригинальные методы оценки плотности и температуры в земном ядре, определения мощности и прочности земной коры и размеров внутренних оболочек планеты. В частности, на основании новейших астрономических наблюдений (в шкале времени атомных часов) и палеонтологических данных им было доказано, что радиус Земли сокращается со скоростью 6,37 см за 100 лет, по данным свободных радиальных колебаний определена центральная плотность Земли в $13,55 \text{ г/см}^3$, с использованием закона Дюлонга-Пти определен верхний предел температуры в центре Земли (7200°C), оценено количество тепловой энергии, выделяющейся внутри Земли $4,5 \cdot 10^{28} \text{ эрг/год}$, значения диссипативной функции ($Q = 35 \pm 5$), модуля упругости литосферы (10^6 кг/см^2), прочности литосферы (2800 кг/см^3), предельной мощности литосферы (75 км), ширины текто-

генов (200 км), массы и плотности ядра Земли, плотности земной коры, репрезентативного атомного номера ядра (24), внутреннего ядра (36), доказана эквивалентность приливного фактора Лява и фактора Пуассона для литосферы.

Научные труды А. Т. Асланяна отличаются подлинно научным поиском, методологической четкостью и ясностью, строгой логичностью аргументации, масштабностью обобщений и выводов и свидетельствуют о широкой эрудиции и многогранности его научных интересов.

А. Т. Асланян является одним из ведущих авторов республиканских программ по бурению глубоких спорных—параметрических скважин в рудных районах республики, проблеме использования подземного тепла, расширению производства бентонитовых продуктов в Армении, проблеме водоносности погребенных синклинальных структур в мезозойских и палеогеновых отложениях Армении, ядерно-геофизическим исследованиям важнейших типов горных пород и др.

А. Т. Асланян в течение тридцати лет консультирует проектные институты и строительные организации республики и принимает активное участие в геологическом обосновании проектов строительства различных инженерных сооружений (плотин, мостов, тоннелей, шахт, дорог, магистральных водопроводов, газопроводов, линий электропередач и др.). Глубокое знание геологии республики, каждого его района, позволяет ему быстро и рационально решать поставленные инженерно-геологические задачи.

В архивах и фондах хранятся более 200 заключений А. Т. Асланяна по геологическим условиям строительства различных инженерных сооружений, сооружений, потерпевших аварии, и др. (заключения, отчеты и рекомендации по Арпиличскому, Ахурянскому и Толорсскому водохранилищам, Арзни-Шамирамскому и Талинскому оросительным каналам, по деривационным каналам КанакерГЭС, АрзниГЭС, ЕрГЭС, ЛенГЭС, по магистральному газопроводу Акстафа-Ереван, по ряду объектов строительства Арпа-Севан, Ереванского метрополитена, Севано-Разданского каскада и Воротанской системы, по трассам линий высоковольтных передач Раздан-Каджаран, Раздан-Кировакан, транспортным тоннелям Севан-Дилижан, Кировакан-Степанаван, Колагиран-Санаин, по заводу «Поливинилацетат», зданиям Ереванского госуниверситета, Кироваканского и Ленинаканского филиалов Политехнического института, стадиону «Динамо», Ереванскому холодильнику, заводу Сельхозорудий, винзаводам Канакер, Паракар, Ошакан, жилым кварталам правобережья р. Дебед в г. Алаверди, по объектам, расположенным вдоль р. р. Гетар и Джрвеж в Ереване, отчеты по инженерно-геологическому районированию г.г. Кафан и Сисиан, заключения по оползневым деформациям в Котайкском, Ехегнадзорском, Азизбековском, Каджаранском, Гугаркском, Дилижанском, Ахурянском, Шамшадинском районах, в гор. Ульяновске, по подземным газохранилищам, газгольдерам и др., санаторным зданиям в Джермуке, Дилижане, Арзни, Кировакане и т. д.).

А. Т. Асланян принимал активное участие в работах ряда международных конференций и симпозиумов, выступал с содержательными докладами и лекциями в разных городах Союза и зарубежных стран (Франция, ГДР, Дания, Бельгия, Чехословакия, Болгария, Кипр, Италия и др.).

Многолетняя плодотворная научная и общественная деятельность Ашота Тиграновича неоднократно отмечалась поощрениями Президиума АН Армянской ССР и вышестоящих организаций республики и Союза.

Большой вклад А. Т. Асланяна в геологическую науку, в дело выявления и разведки крупных запасов минерального сырья и в дело подготовки высококвалифицированных кадров получил достойную оценку Советского государства. Он награжден тремя орденами «Трудового Красного Знамени», медалями, почетными грамотами. Недавно, в связи с 60-летием со дня рождения и за заслуги в области развития геологической науки, подготовки кадров и за работы в области изучения минерально-сырьевых ресурсов, А. Т. Асланян награжден Орденом Дружбы народов.

В течение 20 лет А. Т. Асланян занимал в республике высокие государственные посты, активно участвовал в разработке народно-хозяйственных планов в области геологии, горной промышленности, науки и образования, настойчиво боролся за претворение их в жизнь, достойно представлял нашу республику за ее пределами, участвовал в ряде международных форумов, успешно защищал интересы нашей Родины. Заслуживают упоминания его доклады и выступления публицистического характера, посвященные проблемам развития науки, образования, идеологии, экономики, выступления по различным конституционным и законодательным вопросам.

Свою плодотворную научно-исследовательскую работу Ашот Тигранович успешно сочетает с педагогической, научно-организационной и общественной деятельностью; значительны его заслуги в подготовке геологов и высококвалифицированных научных кадров (под его руководством защитили кандидатскую диссертацию десять человек).

А. Т. Асланян член КПСС с 1945 г., в 1962—1975 гг. являлся членом Ревизионной комиссии, кандидатом и членом (с 1971 г.) ЦК КП Армении, в 1967—1975 гг. избирался депутатом Верховного Совета Армянской ССР. В настоящее время А. Т. Асланян член Пленума райкома партии им. 26 комиссаров г. Еревана.

А. Т. Асланян является Президентом Армянского геологического общества, вице-президентом Международной ассоциации планетологов, председателем комиссии АН СССР по изучению четвертичного периода Закавказья, председателем специализированного совета по присвоению ученых степеней при Институте геологических наук АН Армянской ССР, научным руководителем проблемной лаборатории экспериментальной сейсмоструктоники Ереванского политехнического института им. К. Маркса, членом ряда проблемных комиссий, научно-технических и ученых советов, ответственным редактором журнала «Известия АН Армянской

ССР, Науки о Земле», члском редколлегии республиканского журнала «Наука и техника».

Отмечая шестидесятилетие со дня рождения Ашота Тиграновича Асланяна, геологическая общественность республики, состав Отделения наук о Земле АН Армянской ССР, коллективы Управления геологии Ереванского политехнического института, Армянского геологического общества и Института геологических наук желают юбиляру крепкого здоровья, счастья в личной жизни и новых успехов в осуществлении творческих замыслов и в решении задач, стоящих перед советской геологической наукой.

Бюро Отделения наук о Земле АН Армянской ССР

Президиум Армянского геологического общества

Ученый совет Института геологических наук

Коллегия Управления геологии Совета Министров Армянской ССР

Деканат Геологического факультета Ереванского государственного университета

Деканат Горно-металлургического факультета Ереванского политехнического института им. К. Маркса

БИБЛИОГРАФИЯ ОПУБЛИКОВАННЫХ ТРУДОВ

1946

К стратиграфии и структуре меловых отложений Иджеванского района Армянской ССР.—Известия АН Арм. ССР, естественные науки, № 2, 1946.

Иджеванское месторождение кварцитов.—Известия АН Арм. ССР, естественные науки, № 4, 1946.

Новые данные по стратиграфии и тектонике Алавердского района.—Известия АН Арм. ССР, естественные науки, № 10, 1946.

О зависимости между коэффициентом фильтрации и высотой капиллярного поднятия почво-грунтов.—Известия АН Арм. ССР, естественные науки, №10, 1946.

1947

О возрасте и генезисе метаморфических сланцев северного склона Мнапорского (Мургузского) хребта.—Известия АН Арм. ССР, естественные науки, № 8, 1947.

К вопросу о происхождении оз. Севан.—Известия АН Арм. ССР, естественные науки, № 8, 1947.

1948

Две формулы для определения мощности и глубины залегания пласта (свиты).—Известия АН Арм. ССР, физ.-мат., естествен. и технич. науки, т. 1, № 1, 1948.

Новые данные по стратиграфии юрских отложений северной Армении.—ДАН СССР, т. IX, № 7, 1948.

1949

О возрасте эффузивных кварцевых порфиров Малого Кавказа.—Известия АН СССР, сер. геол., № 5, 1949.

Геологическая карта Иджеванского месторождения доломитов (Армянская ССР).— Минеральные ресурсы Армянской ССР, Ереван, 1949.

Стратиграфия юрских отложений северной Армении.—Изд. АН Арм. ССР, 1949.

О возрасте вулканогенной толщи центральной части Малого Кавказа.—Известия АН СССР, сер. геол., № 6, 1949.

К истории происхождения Араратской котловины. ДАН Арм. ССР, т. XI, № 1, 1949.

1950

О возрасте Алавердской туфопорфировой толщи и Локского гранитного массива.—ДАН Арм. ССР, т. XI, № 4, 1950.

Новые данные по палеогеновой тектонике Малого Кавказа (Армения).—Дан Арм ССР, т. XII, № 2, 1950.

О происхождении массива г. Арагац.—ДАН Арм. ССР, т. XII, № 4, 1950

Стратиграфия вулканогенных пород Приерезанского района (Армянская ССР).— ДАН Арм. ССР, т. XII, № 5, 1950.

О механизме деформации земной коры.—ДАН Арм. ССР, т. XII, № 5, 1950.

1951

Некоторые вопросы тектонической деформации Земли.—Известия АН Арм. ССР, физ.-мат., естеств. и техн. науки, т. IV, № 3, 1951.

О природе вулканических явлений.—ДАН Арм. ССР, т. XIII, № 5, 1951.

Энергетический баланс Земли и контракционный механизм.—ДАН Арм. ССР, т. XIV, № 5, 1951.

1952

О механизме геосинклинальной складчатости.—Известия АН Арм. ССР, физ.-мат., естеств. и технич. науки, т. V, № 4, 1952.

1953

Следы древнечетвертичного оледенения в Армении.—Бюлл. МОИП, отд. геол., т. XXVIII (6), 1953. Совместно с С. П. Бальяном.

1954

Связь вулканической деятельности с деформациями земной коры.—ДАН Арм. ССР, т. XVIII, № 1, 1954.

Связь сульфидного оруденения с кератофирами в Армении.—Материалы Закавказ. металл. конференции, Ереван, 1954.

Основные черты послемiocеновой истории тектонического развития Армении.—Сб. науч. тр. ЕрПИ, №8, 1954.

1955

Новые данные о верхнемiocеновом возрасте вулканогенной толщи центральной части Малого Кавказа.—Известия АН Арм. ССР, геол. и геогр. науки, т. VIII, № 6, 1955.

О глубине формирования интрузивных комплексов Армении.—Сб. научн. тр. ЕрПИ, № 11, вып. 2, 1955.

О происхождении структурной складчатости.—Сб. научн. тр. ЕрПИ, № 11, вып. 2, 1955.

Горообразование—закономерный процесс изменения лица Земли.—Сб. научн. тр. ЕрПИ, № 11, вып. 2, 1955.

Глубинный разлом у г. Еревана.—Изд. ЕрГУ, Сб. анног. докл. VI научн.-техн. конф. проф.-преп. состава вузов Закавказья, Ереван, 1955.

Исследование по теории тектонической деформации Земли.—Изд. АН Арм. ССР, 1955.

1956

О центрах извержений новейших туфов Армянского нагорья.—Сб. науч. тр. ЕрПИ, № 13, 1956. Совместно с К. Г. Шириняном.

Совершенная столбчатая отдельность в покровах вулканических туфов Армении в связи с их происхождением (Макарашен-Гайдарлинское месторождение).—Сб. научн. тр. ЕрПИ, № 13, 1956. Совместно с К. Г. Шириняном.

Об открытии нижнего палеолита в Ленинканской котловине и его геологическом значении.—Вопросы геол. и гидрогеол. Арм. ССР, Изд. АН Арм. ССР, 1956.

1957

Связь неотектоники, новейшего вулканизма, сейсмичности и гравитационного поля Армении.—Тезисы докл. на Всес. межведомств. совещ. по изуч. четверт. периода, М., 1957.

Основные черты сейсмотектоники Армении.—Тезисы докл. на совещ. по сейсмич. районированию Кавказа, Баку, 1957.

Рудные формации Армянской ССР в их связи с магматизмом, стратиграфией и тектоникой.—Сб. научн. тр. Арм. геол. управления, 1957.

Тектонические проблемы металлогении Армении.—Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр., т. X, № 4, 1957.

1958

Основные направления геологических работ в Армянской ССР.—Ж. «Промышленность Армении», №5, 1958. Совместно с Э. Х. Гуляном.

Региональная геология Армении.—Изд. «Айпетрат», 1958.

Карта полезных ископаемых СССР (Кавказ).—Изд. «Госгеолтехиздат», Ленинград, 1958. Совместно с А. Г. Лалиевым и А. Т. Вегуни.

К проблеме устойчивости земной коры.—Сб. матер. Закавказ. конф. политехн. институтов, Ереван, 1958.

1959

Миоплиоценовые экструзии Армении.—Сб. тр. АН Груз. ССР, Тбилиси, 1959.

О возможности гравитационной дифференциации магмы.—Сб. научн. тр. УГ и ОН при СМ Арм. ССР, № 2, 1959.

Об аналитическом выборе рациональной сети разведочных выработок на жильных месторождениях.—Сб. тр. УГ и ОН при СМ Арм. ССР, Ереван, 1959.

Вулкан Арагац.—Сб. матер. конф. по вопросам вулканологии, Ереван, 1959. Совместно с В. М. Амаряном.

Успехи геологической изученности рудных месторождений Армении за 40 лет.—Сб. статей «Горно-металлургическая промышленность Армении», Ереван, 1959.

Тектоно-магматический комплекс медно-молибденового пояса Закавказья.—Сб. аннот. докл. по научн. сессии, посвященной итогам работ 1958 г., Тбилиси, 1959.

1960

Магнитное поле Земли как релятивистский эффект.—Известия АН Арм. ССР, геол. и геогр. наук, т. XIII, № 1, 1960.

Релятивистская теория происхождения магнитного поля Земли и контракционный механизм.—Известия АН Арм. ССР, геол. и геогр. науки, т. XIII, № 6, 1960.

Динамическая проблема геотектоники.—Доклады Советских геологов на Междунар. геол. конгр., XXI сессия, Москва, 1960.

1961

Возраст охлаждающейся Земли.—Известия АН Арм. ССР, геол. и геогр. науки, № 4, 1961.

Геологическая карта СССР (Иджеван).—«Госгеолтехиздат», Ленинград, 1961. Совместно с Р. Н. Абдуллаевым.

1962

Некоторые вопросы теории вулканической деятельности.—Вопросы вулканизма. Изд. АН СССР, 1962.

Основы количественной теории магнитного поля Земли.—Изд. «Айпетрат», Ереван, 1962.

Геология свинцово-цинковых месторождений Кавказа и закономерности их размещения.—Госгеолтехиздат, 1962. Совместно с Ш. А. Азизбековым, А. А. Амираслановым, Г. А. Твалчрелидзе и др.

1963

О внутренней температуре и химизме Земли.—Известия АН Арм. ССР, геол. и геогр. науки, №3, 1963.

Квантовое представление внутреннего строения Земли.—Известия АН Арм. ССР, геол. и геогр. науки, № 6, 1963.

Геологическая карта СССР (Севан).—«Госгеолтехиздат», Л., 1963. Совместно с Р. Н. Абдуллаевым.

1964

Температура в недрах Земли и некоторые вопросы металлизации геосинклиналей и глубинных разломов.—Закономерности размещения полезных ископаемых, «Недра», т. VII, М., 1964.

О возможности построения квантово-статистической теории внутреннего строения и вещественного состава Земли.—Тезисы докл. на XIV науч. сессии ЕрГУ, Ереван, 1964.

1966

Тектоника Армянской ССР.—«Наука», Тезисы докл. выездной сессии на Кавказе. М., 1966. Совместно с А. Т. Вегуни.

1967

Состояние и пути изучения термальных минеральных вод в Армянской ССР.—«Наука», М., 1967. Совместно с А. Л. Ананяном и А. М. Тер-Мартirosяном.

Развитие минерально-сырьевой базы Армянской ССР за годы Советской власти — Ж. «Промышленность Армении», №№ 11, 12, 1967.

Некоторые вопросы сейсмогеологии Армянского нагорья.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XX, № 5—6, 1967.

1968

Die Mineral-Rohstoffbasis der Armenische SSR.—Bergakademie, № 9, Freiberg. 1968. Совместно с Р. Г. Геворкяном.

Zur der Abries Geologie Armeniens.—Bergakademie. № 9, Freiberg, 1968. Совместно с Р. Г. Геворкяном.

1969

Организационное совещание по вопросу дальнейшего изучения четвертичного периода Закавказья. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 5, 1969. Совместно с Ю. В. Саядяном.

Магматизм, метаморфизм и метасоматизм — Мат. I регион. петрограф. совещ. по Кавказу, Крыму и Карпатам, Тбилиси, 1969.

1970

Ледниковые отложения Армении.—«Геология СССР», т. XIII, М., 1970.

Травертины Армении.—«Геология СССР», т. XIII, М., 1970.

Туфы-туфолавы Армении.—«Геология СССР», т. XIII, М., 1970.

Тектоника Армении.—«Геология СССР», т. XIII, М., 1970.

Тектоническая карта Армянской ССР. М. 1 : 600000.—«Геология СССР», т. XIII, М., 1970. Совместно с А. Т. Вегуни, Г. М. Акопяном, К. А. Мкртчяном и др.

Геологическая карта Армянской ССР. М. 1 : 600000.—«Геология СССР», т. XIII, М., 1970. Совместно с А. Т. Вегуни, Г. М. Акопяном, К. А. Мкртчяном и др.

О перспективах применения масс-спектрометрии в геологии—Сб. трудов ЕрПИ, т. 29, Ереван, 1970. Совместно с Р. Г. Геворкяном и Р. Н. Аршакуни.

1971

О перспективах поисков нефти и газа на территории Армянской ССР.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 3, 1971.

Глубинное геологическое строение Армянской ССР и некоторые вопросы сейсмо-тектоники.—Тезисы докл. юбилейной научн. конф. посвящ. 50-летию Азерб. ин-та нефти и химии, Баку, 1971. Совместно с А. Т. Вегуни.

Структурные этажи и главнейшие формационные комплексы Малого Кавказа и прилегающих частей Ближнего Востока.—Тезисы докл. симпоз. по сеймотект. Армении, связанного с проблемой «Изыскание методов прогноза землетрясений», Ленинакан, 1971. Совместно с А. Т. Вегуни.

Макет тектонической карты Армянской ССР и глубинное ее тектоническое строение по данным геофизики. Тезисы докл. симпоз. по сеймотект. Армении, связанного с проблемой «Изыскание методов прогноза землетрясений», Ленинакан, 1971. Совместно с А. Т. Вегуни.

Сеймотектоническая карта Армянской ССР.—Аннотации докл. XVI научн. техн. конфер. професс.-препод. состава вузов, Тбилиси, 1971. Совместно с А. Т. Вегуни.

1973

Основные черты геологии Армянской ССР.—Путеводитель экскурсий IV Всесоюзн. совещ. по изуч. четверт. периода, Ереван, 1973. Совместно с А. Т. Вегуни.

Тектоническая карта Кавказа.—Тбилиси, 1973, Совместно с П. Д. Гамкрелидзе и др.

К вопросу об алмазоносности Армении.—Матер. конфер. «Закономерности размещения и прогнозирования алмазных месторождений», Ленинград, 1973. Совместно с Р. Г. Геворкяном.

Основные черты плио-плейстоценовой истории Армении.—Путевод. экскурсий IV Всесоюзн. совещ. по изуч. четверт. периода, Ереван, 1973. Совместно с Ю. В. Саядяном.

Ереван—Севан.—Путевод. экскурсий IV Всесоюзн. совещ. по изуч. четверт. периода., Ереван 1973. Совместно с Ю. В. Саядяном и К. И. Карапетяном.

Fundamental geological features of the Armenian SSR,—Guidebook of excur. of the Allunion conf. for the study of the Quaternary period, Yerevan, 1973. With A. T. Veliouni.

Fundamental features of the plio-pleistocene history of Armenia.—Guide-book of excur. of the Allunion conf. for the study of the Quaternary period, Yerevan, 1973. With Yu. V. Sayadian.

L'Arménie dans le système de l'orogénie Méditerranéenne.—Bull. Assoc. Iran. etude Quatern., № 37, Yerevan, 1973.

La struttura geologica della zona di Geghard.— Document de architecture Armenia "Geghard", Milano, 1973.

1974

К вопросу об алмазности гипербазитовых поясов Армении.—Геохимия, № 3, 1974. Совместно с Р. Г. Геворкяном, А. С. Павленко, Э. Х. Гуляном, О. С. Егоровым.

Восток Европейской части СССР и Средней Азии. Армения.—«Недра», «Геохронология СССР», т. III, Л., 1974. Совместно с Ю. В. Саядяном.

The teaching of "Principles of Geology" in geological higher schools of the USSR and the problem of foundation a course of "Geonomy".— IUGS Intern. comites of the history of geolog. sci. 5 th Reunion scientifico comunic. scientificas papers, Madrid, 1974.

The quantity data of physical parametere of the Earth.— Fourth Intern. CODATA confer., Tsakhadzor, 1974.

1975

К вопросу о границе между неогеном и четвертичной системой.—О границе между неогеном и антропогеном. Минск, 1975. Совместно с Ю. В. Саядяном.

Геологическая карта СССР (Веди).—«Недра», Л., 1975. Совместно с А. Т. Вегуни.

Геологическая карта СССР (Ленинакан).—«Недра», Л., 1975. Совместно с А. Т. Вегуни.

Геологическая карта СССР (Кафан).—«Недра», Л., 1975.

Вопросы геологии в трудах немецких, русских и армянских ученых—Сб. трудов геол. общ-ва ГДР, Берлин, 1975. Совместно с А. С. Вартамянном, Р. Г. Геворкяном.

Аналоговое выражение принципа неопределенностей в геологии.—Сб. трудов Армянского геол.общ-ва, Ереван, 1975.

О составе, строении и упругих характеристиках земной коры и верхней мантии на территории Армении.— ДАН Арм. ССР, 1975. Совместно с М. П. Воларовичем, А. И. Левыкиным и А. В. Арутюняном.

Международная геологическая карта четвертичных отложений Европы.—М., 1975. Совместно с И. И. Красновым, Е. П. Зариной и др.

Основные черты тектоники Армянской ССР.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1975. Совместно с А. Т. Вегуни, Т. А. Милаем и др.

Об эквивалентности факторов Лява и Пуассона в теории приливного торможения и горизонтального распора земной коры.—Геомеханика, № 6, 1975.

1976

Исследование скоростей упругих волн в некоторых базитах и ультрабазитах Армении при высоких давлениях. Известия АН СССР, сер. Физика Земли, №2, 1976. Совместно с М. П. Воларовичем и А. В. Арутюняном.

Интерпретация аномальных показателей палеоклимата под углом зрения теории контракции, теории приливного торможения и теории дифференциальной прецессии оболочек Земли. Сб. матер XXV сессии Межд. геол. конгр. «Четвертичная геология». М. 1976.

Предельные значения мощности и прочности земной коры.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 1, 1976.

Термо-гравитационный критерий изменения объема Земли.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле. № 3, 1976.

О причинах дугообразного плана деформационных мегаструктур земной коры.— Известия АН Арм. ССР, науки о Земле, № 4, 1976.

Об одном возможном механизме становления гипербазитовых поясов и спрединговых структур литосферы.—Известия АН Арм. ССР, науки о Земле, № 5, 1976. Совместно с А. В. Арутюняном, М. П. Воларовичем и А. И. Левыкиным.

Сжимающаяся Земля как фильтр-прессинговый механизм для экструзии гипоматических расплавов.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1976.

О некоторых общих вопросах организации и направлении геолого-разведочных работ в Армянской ССР.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1976.

Об одном возможном механизме возникновения землетрясений.—ДАН Арм. ССР, т. 63, № 2, 1976. Совместно с А. И. Левыкиным и А. В. Арутюняном.

Die Geologie des Armenischen Hochlands in der Arbeiten deutscher und sowjetischer Wissenschaftler.—Z. geol. Wiss., Berlin, 1976. Mit A. S. Vartanian und R. G. Gevorkian.

1977

Об одной возможности оценки равновесной температуры в центре Земли.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 1, 1977.

Об одной возможности оценки центральной плотности Земли.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 2, 1977.

Геология Армении к 60 летию Великого Октября.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4—5, 1977.

К геологической характеристике офиолитовых поясов Закавказья.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4—5, 1977. Совместно с М. А. Сатяном.

Вулканотектоническая активность в Армянском нагорье в плиоцене и плейстоцене.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1977.

Andert sich der Umfang der Erde Geogr. u. Geol. Geophys. Veröff. d. K. M. U. Leipzig. Bd. 1, H. 3, S 57—61, Berlin, 1977.

1978

Геология Армянской ССР в свете новейших представлений.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 1, 1978. Совместно с Р. А. Аракеляном, А. В. Арутюняном и др.

Квазисуточная нутация и магнитное поле Земли.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1978.

К расчету скорости векового изменения радиуса Земли.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 5, 1978.

Исследование упругих свойств, плотности и сжимаемости ультрамафитов офиолитовых поясов Армении.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1978. Совместно с А. В. Арутюняном.

Об одном ключевом разрезе для понимания взаимоотношений третичных вулканогенных толщ Армянского нагорья.—Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1978. Совместно с Г. П. Багдасаряном и К. Г. Шириняном.

УДК 525.2 : 523.3

А. Т. АСЛАНЯН

К ДИНАМИКЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЯ-ЛУНА

За последние годы несколькими независимыми методами было установлено, что замедление движения Луны по орбите и соответственно удаление Луны от Земли происходят значительно более быстрыми темпами, чем это предполагалось раньше по оценкам, основанным на недостаточно строго документированных древних хрониках солнечных затмений. На основании обработки данных наблюдений в Гринвичской обсерватории за 40.000 покрытиями Луной звезд за 1942—1973 гг. было установлено, что орбитальное ускорение Луны (замедление обращения вокруг Земли) в шкале эфемеридного времени составляет $dn/dt = n = -42'' \pm 6'' \text{ век}^{-2} = -1,875 \cdot 10^{-23} \text{ рад/сек}^2$, при этом применялась атомная шкала времени, позволяющая исключить из наблюдений искажающее влияние нерегулярных флюктуаций во вращении Земли (см. Л. Моррисон, 1973; П. Мельхиор, 1977). Эта оценка n вдвое больше ранних оценок Джонса, Дикке ($22,44'' \text{ век}^{-2}$) и др., широко использованных в литературе последних 40 лет [см. 7, 8, 10—13]. Некорректность методики исследований, применявшейся Джонсом, была выявлена Р. Р. Ньютоном [21], который в 1970 г., анализируя данные по наиболее продолжительным солнечным затмениям за период в 500 лет до нашей эры, получил $n = 41,8'' \pm 4,3'' \text{ век}^{-2}$, т.е. результат, полностью совпадающий с новыми результатами Гринвичской обсерватории [см. 11]. Как будет показано ниже, эта оценка находится в удовлетворительном согласии также с палеонтологическими и другими астрономическими данными об изменении продолжительности суток.

Пользуясь новыми значениями $n = 42'' \text{ век}^2$, рассмотрим некоторые вопросы эволюции системы Земля-Луна.

(1). Оценим скорость удаления Луны от Земли, полагая ее орбиту в первом приближении круговой. Обозначим радиус орбиты a , массу Земли M , массу Луны m , гравитационную постоянную G , угловую скорость движения Луны по орбите n , время t и выразим третий закон Кеплера в виде $n^2 a^3 = G (M + m)$. Дифференцируя это выражение, получаем известную расчетную формулу [см. 13, 16]

$$\frac{da}{dt} = -\frac{2}{3} \frac{a}{n} \cdot \frac{dn}{dt} \quad (1)$$

Подставляя сюда известные значения $a = 384000 \text{ км}$, $n = 1,74 \cdot 10^9'' \text{ век}^{-1}$, $dn/dt = n = 42'' \text{ век}^{-2}$, получим $da/dt = -6,2 \text{ см/год}$ и далее экстраполируя эту оценку в линейном виде вглубь времени, к моменту зарождения и индивидуализации Луны, $4,5 \cdot 10^9 \text{ лет}$ назад, получим оценку

минимального начального расстояния между Землей (современный радиус $R=6371$ км) и Луной, равную $a=a_0/6$ или $a=10R$.

(2). Для Луны, движущейся по круговой орбите в экваториальной плоскости Земли, из известных уравнений Гаусса, описывающих аналогичную модель, выводится расчетная формула, определяющая расстояние a между Луной и Землей в зависимости от времени t их приливной эволюции

$$a^{13/2} = a_0^{13/2} + 13 A \mu^{-1/2} \cdot t \sin 2\delta. \quad (2)$$

Здесь a_0 —современный радиус орбиты Луны, $A=3GM R^5 k/2$, $\mu=G(M+m)$, k —второе приливное число Лява (равное 0,3017), δ —угол между направлением приливообразующей силы и линией, соединяющей приливные выступы Земли (угол запаздывания приливного выступа). Принимая по формуле (2) a_0 за единицу и выражая a в долях этой единицы, а время в 10^9 лет и подставляя значения A и μ , получаем $a=(1+7,563 t \sin 2\delta)$, причем в случае $a \ll a_0$ это выражение переходит в простую формулу

$$t = \frac{10^9}{7.563 \cdot \sin 2\delta} \text{ лет}. \quad (3)$$

Анализ чандлеровских колебаний полюсов Земли дает $\delta=50'$ (минимально возможное значение этого угла по Макдональду $40'$) и соответственно значение диссипативной функции $Q=1/\operatorname{tg} 2\delta=35$ [см. 10, 16]. Отсюда получаем $t=4.56 \cdot 10^9$ лет, что приблизительно совпадает с оценкой, полученной по формуле (1).

Ряд исследователей считает, что Луна образовалась вероятнее всего на расстоянии в пределах от $10 R$ до $30 R$ от Земли. П. Гольдрайх [6] детально изучил связь между наклоном лунной орбиты к эклиптике и наклоном к земному экватору и получил эмпирическое правило, которое, по его словам, «выполняется с удивительной точностью: на каждый 1° отклонения лунной орбиты от плоскости эклиптики при современном значении $a=60 R$ приходится 2° отклонения орбиты от плоскости экватора при $a=10 R$ и соответственно современный наклон лунной орбиты к эклиптике в 5° дает наклон в 10° к экватору при $a=10R$ ». Указанный автор считает, что Луна образовалась на расстоянии не менее $10 R$, поскольку, по его расчетам, при $a < 10R$ предельное значение наклона лунной орбиты к экватору никогда не бывает меньше 10° . Приведенные новые данные об ускорении Луны указывают на возможность ее первичной индивидуализации на критическом расстоянии от Земли $a=10 R$.

Укажем, что принятие в расчет старой заниженной оценки $n=22,4'' \text{ век}^{-2}$ давало, естественно, совершенно другие результаты. В частности, получалось так, что Луна была ближе всего к Земле $t=1,75 \cdot 10^9$ лет т. н. и находилась на расстоянии $a=23,5 R$ [10, 13, 16].

(3). Изменение радиуса орбиты Луны сопровождается изменением момента количества вращательного движения Земли согласно формулам [6, 10]:

$$H - H_0 = m \mu^{1/2} (a^{1/2} - a_0^{1/2}) \quad (4)$$

$$\frac{T_0}{T} = 5.95 - 4.95 a^{1/2}, \quad (5)$$

где H и H_0 моменты количества вращательного движения на расстояниях a и a_0 от Земли, а T_0 и T — продолжительность суток в современную эпоху при a_0 и в прошлом при текущем расстоянии a . При этом предполагается, что приливному торможению Земли никакие силы не препятствовали (в этих формулах за единицу расстояния принимается современное расстояние Земля-Луна a_0 , а текущее расстояние a измеряется в долях $a_0 = 1$). Для учета последнего обстоятельства необходимо принимать во внимание следующие данные.

Расчетная (теоретическая) величина приливного торможения Земли, вращающейся с угловой скоростью $\omega = 2\pi/T$, складывается из трех составляющих:

(а) Замедление вращения со стороны Луны: $(\dot{\omega}/\omega)_1 = 0,94 \cdot 10^{-9} \text{ н век}^{-1}$.

(б) Замедление вращения со стороны Солнца в пределах от $(\dot{\omega}/\omega)_2 = 0,18 \cdot 10^{-9} \text{ н век}^{-1}$ до $(\dot{\omega}/\omega)_2 = 0,27 \cdot 10^{-9} \text{ н век}^{-1}$, соответствующих в первом случае теоретическому максимуму отношения лунного приливного момента к солнечному приливному моменту 5,1, а во втором случае модели, для которой это отношение составляет 2/3 от первого и равняется 3,4.

(в) Ускорение вращения Земли, обусловленное влиянием солнечного момента сил $-0,30 \cdot 10^{23} \text{ эрг}$ на атмосферу: $(\dot{\omega}/\omega)_3 = +1,6 \cdot 10^{-9} \text{ век}^{-1}$.

Подставляя в эти выражения новое значение $n = -42'' \text{ век}^{-2}$ и суммируя эффекты (а), (б), (в), получим полную величину относительного уменьшения угловой скорости вращения Земли, обусловленного лунно-солнечными приливыми силами, в пределах значений $47 \cdot 10^{-9} - 51 \cdot 10^{-9} \text{ век}^{-1}$. Ниже мы будем пользоваться средней из этих величин $(\dot{\omega}/\omega)_f = -49 \cdot 10^{-9} \text{ век}^{-1}$.

Расчетная формула для определения фактического (наблюденного) значения относительного изменения скорости вращения Земли имеет вид

$$(\dot{\omega}/\omega)_f = -15,4 \cdot 10^{-9} l' \text{ век}^{-1}, \quad (6)$$

где l' — т. н. «вековое ускорение Солнца», интерпретируемое как замедление скорости вращения Земли по отношению к однородной шкале эфемеридного времени. Современное значение l' , соответствующее новому значению $n = -42'' \text{ век}^{-2}$, оценивается в $1,82'' \text{ век}^{-2}$ и таким образом получается $(\dot{\omega}/\omega)_f = -28 \cdot 10^{-9} \text{ век}^{-1}$. Следовательно, разница между теоретическим значением $(\dot{\omega}/\omega)_f$ и наблюдаемым значением $(\dot{\omega}/\omega)_f$ составляет $(\Delta\dot{\omega}/\omega)_d = 21 \cdot 10^{-9} \text{ век}^{-1}$ и оказывается, что существует мощный механизм, препятствующий замедлению вращения Земли лунно-солнечными приливыми силами.

Указанный вывод подтвержден палеонтологическими данными, ука-

зывающими на последовательное уменьшение продолжительности суток вглубь времени.

Изучение особенностей роста отдельных особей кораллов, плеченогих и двустворчатых из морских отложений силура, девона, карбона, перми и мела дало возможность определить в полосчатой структуре роста этих организмов как число суток в году, так и число суток в месяце (данные Уэллса, 1964; Панеллы и соавторов, 1968; Берри и Паркера, 1968; Кларка, 1968; Маццуро, 1971; Ловеринга и соавторов, 1972) [см. 3, 4, 10, 11, 19, 20]. Наиболее точными следует считать данные по силуру и девону. С. Маццуро [20], изучая срезы полосчатых структур кораллов и плеченогих, установил, что в раннем силуре (435—440 млн. лет т. н.) в году было 421 *сутки*, в среднем силуре 419 *суток*, в среднем девоне (эйфельский век—370 млн. лет т. н.) 410 *суток*. Позднее М. Ловеринг, С. Дилл и М. Джохансен [19], также изучая раковины ископаемых двустворчатых из нижнего силура, показали, что в это время год состоял из 421 коротких суток, продолжительностью $T < T_0 = 24$ ч

Поскольку для современных кораллов в годовой полосе роста имеется в среднем 365 суточных линий с продолжительностью суток $T_0 = 24$ ч., то из условия $421 \text{ сутки} \times T = 365 \text{ суток} \times 24 \text{ ч.}$, получается продолжительность суток в начале силура около 21 ч. и соответственно значение $(\dot{\omega}/\omega)_f = 27 \cdot 10^{-9} \text{ век}^{-1}$. Эта оценка фактического значения замедления вращения Земли совпадает с той оценкой, которая получается из современных (новых) значений n и l' , а также с оценкой Р. Ньютона, полученной по наиболее продолжительным солнечным затмениям [21].

В предыдущих наших работах было показано, что приливному торможению Земли препятствует в основном уменьшение объема Земли [2, 3, 4]. При гомологическом сжатии Земли (когда в ходе изменения объема планеты все частицы остаются в одном и том же окружении) из закона постоянства углового момента следует пропорция

$$\frac{\Delta T}{T} = -\frac{2\Delta R}{R} = \frac{\Delta \omega}{\omega},$$

где ΔT , ΔR и $\Delta \omega$ —малые изменения продолжительности суток, радиуса и угловой скорости вращения Земли.

Изменению радиуса на величину $\Delta R = 6,37$ см соответствует относительное увеличение скорости вращения за 100 лет $\dot{\omega}/\omega = 21 \cdot 10^{-9}$, что равняется указанной выше разности между теоретическим значением $(\dot{\omega}/\omega)_f = -49 \cdot 10^{-9} \text{ век}^{-1}$ и наблюдаемым значением $(\dot{\omega}/\omega)_f = -28 \cdot 10^{-9} \text{ век}^{-1}$.

Можно также отметить, что оценка $\Delta R = \Delta R_0 = 1,6$ см за 25 лет довольно точно удовлетворяет выведенному автором [2, 18] уравнению для чандлеровской нутации

$$\frac{\Delta J}{J} = \frac{2\Delta R_0}{R} = f \Delta \beta = 2,31 \cdot 10^{-9},$$

где $\Delta J/J$ —относительное изменение момента инерции Земли, f —динами-

ческое сжатие, равное $1/305,51$ а $\Delta\beta$ —амплитуда колебания полюса, равная $7,06 \cdot 10^{-7}$ рад (среднеквадратичное значение).

При времени затухания колебания полюса в 12,5 лет угол β меняется на $0,14''$ (на 4,5 м по меридианному кругу) при уменьшении радиуса Земли на $\Delta R = 1,6$ см [см. 2, 3, 4, 1, 18].

Указанное выше уравнение (5) при критическом значении $a = 10R = a_0/6$ дает $T_0/T = 3,93$ и, если полагать $T_0 = 24$ ч., то получим продолжительность суток в период, когда Луна находилась на расстоянии $10R$ от Земли, $T = 6,11$ ч. Если же в соответствии с приведенными выше данными считать, что при отсутствии сжатия Земли замедление приливным торможением должно было быть сильнее и продолжительность суток была бы не 24 ч., а 26 ч., то тогда получили бы для орбиты $a = 10R$, $T = 6,62$ ч.

Согласно приведенным выше расчетам, в протерозое ($2 \cdot 10^9$ лет т. н.) Земля должна была вращаться в два раза быстрее, чем сейчас и полярное сжатие ее должно было быть в четыре раза больше, чем сейчас ($\epsilon = 1/75$). При модуле упругости гнейсов $E = 750.000$ кг/см² внутреннее напряжение в земной коре должно было порядка $\sigma \approx \epsilon E = 10.000$ кг/см² и кора в то время должна была быть расчлененной разломами на большое число блоков. Вместе с этим окружность Земли за послеархейское время должна была уменьшиться примерно на 9000 км (при темпе сокращения радиуса 6,37 см за 100 лет), причем эффект сжатия должен был концентрироваться в основном в геосинклинальных поясах и срединно-океанических хребтах (выступающих в роли пластических шарниров). Указанный масштаб контракции Земли полностью объясняет все большие деформации земной коры, в частности складчатость и шарьяжи в геосинклиналях.

В заключение хотелось бы отметить, что полученный выше результат об образовании Луны на критическом расстоянии $10R$, $4,5—4,6 \cdot 10^9$ лет т. н., не противоречит широко распространенной точке зрения ряда исследователей [1, 9, 14, 15, 17] и, в частности, мнению покойного акад. А. П. Виноградова о том, что «аккреция вещества Луны происходила вблизи Земли и развивалась под ее эгидой» [5, стр. 5].

Такой вывод лучше согласуется также с фактами палеонтологического характера, в частности с фактом существования остатков и продуктов жизнедеятельности водорослей в архейских породах вплоть до слоев с возрастом 3,3 млрд. лет.

Ա. Տ. ԱՍԼԱՆՅԱՆ

ԵՐԿԻՐ-ԼՈՒՍԻՆ ՍԻՍՏԵՄԻ ԴԻՆԱՄԻԿԱՅԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Օգտագործելով նորագույն տվյալներն այն մասին, որ Լուսնի ուղեծրային արագությունը $dn/dt = \dot{n} = -42'' (100 \text{ տարի})^{-2}$, Լերնգալի կարծեցյալ արագացումը $l' = 1,82'' (100 \text{ տարի})^{-2}$, Երկրի առանցքային պտույտի մակընթացային արգելակման տեսական արժեքը $(\omega/\omega)_t = -49''/(100 \text{ տարի})$, փաստական արժեքը $(\omega/\omega)_f = -28''/(100 \text{ տարի})$, շառավղի փոքրացման հետևանքով առաջացող արագացումը $(\omega/\omega)_d = (\omega/\omega)_t - (\omega/\omega)_f = +21''/(100 \text{ տարի})$, Երկիր-Լուսին հեռավորությունը $a_0 = 38400 \text{ կմ}$, Երկրի առանցքային պտույտի տևողությունը $T_0 = 24 \text{ ժ}$, Երկրի շառավղի չափը $R = 6371 \text{ կմ}$, պարզվել է, որ

$$\frac{da}{dt} = -\frac{2}{3} \frac{a_0}{n} \cdot \frac{dn}{dt}; \quad \frac{T_0}{T} = 5,95 - 4,95 \cdot a^{1/2}$$

բանաձևերի համաձայն $4,56 \cdot 10^9$ տարի սրանից առաջ Լուսինը գտնվել է Երկրից $a = 10R \simeq 64000 \text{ կմ}$ հեռավորության վրա, իսկ Երկիրը պտտվել է իր առանցքի շուրջը $T \simeq 6 \text{ ժ}$ պարբերությամբ:

A. T. ASLANIAN

ON THE DYNAMICS OF THE EARTH-MOON SYSTEM

S u m m a r y

Using the following new results i. e. the Moon orbital velocity $dn/dt = \dot{n} = -42'' (100 \text{ years})^{-2}$, the "Sun acceleration" $l' = 1,82'' (100 \text{ years})^{-2}$, the Earth axis rotation tidal breaking theoretic value $(\omega/\omega)_t = -49''/(100 \text{ years})$, the actual value $(\omega/\omega)_f = -28''/(100 \text{ years})$, the origin of the acceleration on account of reduction of the radius $(\omega/\omega)_d = \omega/\omega)_t - (\omega/\omega)_f = +21/(100) \text{ years}$ the Earth-Moon distance $a_0 = 384000 \text{ km}$, the duration of the Earth axis rotation $T_0 = 24 \text{ h}$, the size of the Earth radius $R = 6371 \text{ km}$, according to these equations,

$$\frac{da}{dt} = -\frac{2}{3} \frac{a_0}{n} \cdot \frac{dn}{dt}; \quad \frac{T_0}{T} = 5,95 - 4,95 \cdot a^{1/2}$$

$4,56 \cdot 10^9 \text{ years}$ ago the Moon appeared to have been at the distance of $a = 10R \simeq 64000 \text{ km}$ from the Earth, and the Earth has been rotated around axis $T \simeq 6 \text{ h}$ periodically.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Андерсон Д. Л. Происхождение и состав Луны. Сб. «Космохимия Луны и планет», «Наука», М., 1975.

2. Асланян А. Т. Возбуждение чандлеровских колебаний полюса как проявление контракции Земли, Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, №4—5, 1977.
3. Асланян А. Т. К расчету вековой скорости изменения радиуса Земли. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 5, 1978.
4. Асланян А. Т. Новые данные об изменении вековой скорости Земли и их значение для геологической науки (в печати), 1979.
5. Виноградов А. П. Дифференциация вещества Луны. Сб. «Космохимия Луны и планет»; «Наука», М., 1976.
6. Гольдрайх П. История лунной орбиты. Сб. «Приливы и резонансы в солнечной системе», «Мир», М., 1975 (1966).
7. Дикки Г. Теория гравитации и наблюдения. «Эйнштейновский сборник», «Наука», М., 1970.
8. Джеффрис Г. Земля. ИЛ., М., 1960.
9. Жарков В. Н., Трубицын А. П. Об истории лунной орбиты. Ж. «Физика Земли», № 8, 1976
10. Макдональд Г. Дж. Ф. Приливное трение. Сб. «Приливы и резонансы в солнечной системе», «Мир», М., 1975 (1965).
11. Мельхиор П. Физика и динамика планет, т. II, «Мир», М., 1976.
12. Моррисон Л. Вековые ускорения орбитального движения Луны и вращения Земли. Сб. «Приливы и резонансы в солнечной системе», «Мир», М., 1975 (1972).
13. Каула У. М. Введение в физику планет земной группы. «Мир», М., 1971 (1968).
14. Каула У. М. Механические процессы, влияющие на дифференциацию протолунного вещества. Сб. «Космохимия Луны и планет», «Наука», М., 1975.
15. Рускол Е. Л. Происхождение Луны. «Сб. «Космохимия Луны и планет», «Наука», М., 1975.
16. Стейси Ф. Физика Земли. «Мир», М., 1972 (1969).
17. Юри Г. Происхождение Луны и солнечной системы. Сб. «Луна», «Мир», М., 1975.
18. Aslanian A. T. Excitation of the pole Chandler wobble as the stress reaction on the gravitational contraction of the Earth. Problems of Planetology, vol. 2, IAP Yerevan, 1977.
19. Lovering M. F., Dell C. I., Johanson M. I. Effect of a shorter day upon biotic diversity. Bull. Geol. Soc. Amer., 83, 3523, 1972.
20. Mazzullo S. I. Length of the years during the Silurian and Devonian periods (new data). Bull. Geol. Soc. Amer. 82, 1085—1086, 1971.
21. Morrison L. V. Rotation of the Earth from AD 1663—1972 and the Constancy of G. Nature, vol. 241, № 5391, 1973.
22. Newton R. R. Ancient Astronomical Observations and the Accelerations of the Earth and Moon. John Hopkins Press., London, 1970.

УДК 551.243.5 : 782

А. Т. АСЛАНЯН

КРУПНЫЕ ОЛИСТОСТРОМЫ ПЛИОПЛЕЙСТОЦЕНОВОГО ВОЗРАСТА В ДОЛИНЕ р. АГСТЕВ (АРМЯНСКАЯ ССР)

Проведенные автором геологические наблюдения в бассейне р. Агстев позволили выделить среди большого разнообразия оползневых и других гравитационно сорванных масс ряд крупных объектов, которые с той или иной условностью могут быть отнесены к категории континентальных олистостром. Ниже приводится краткая характеристика этих объектов (см. рис. 1).

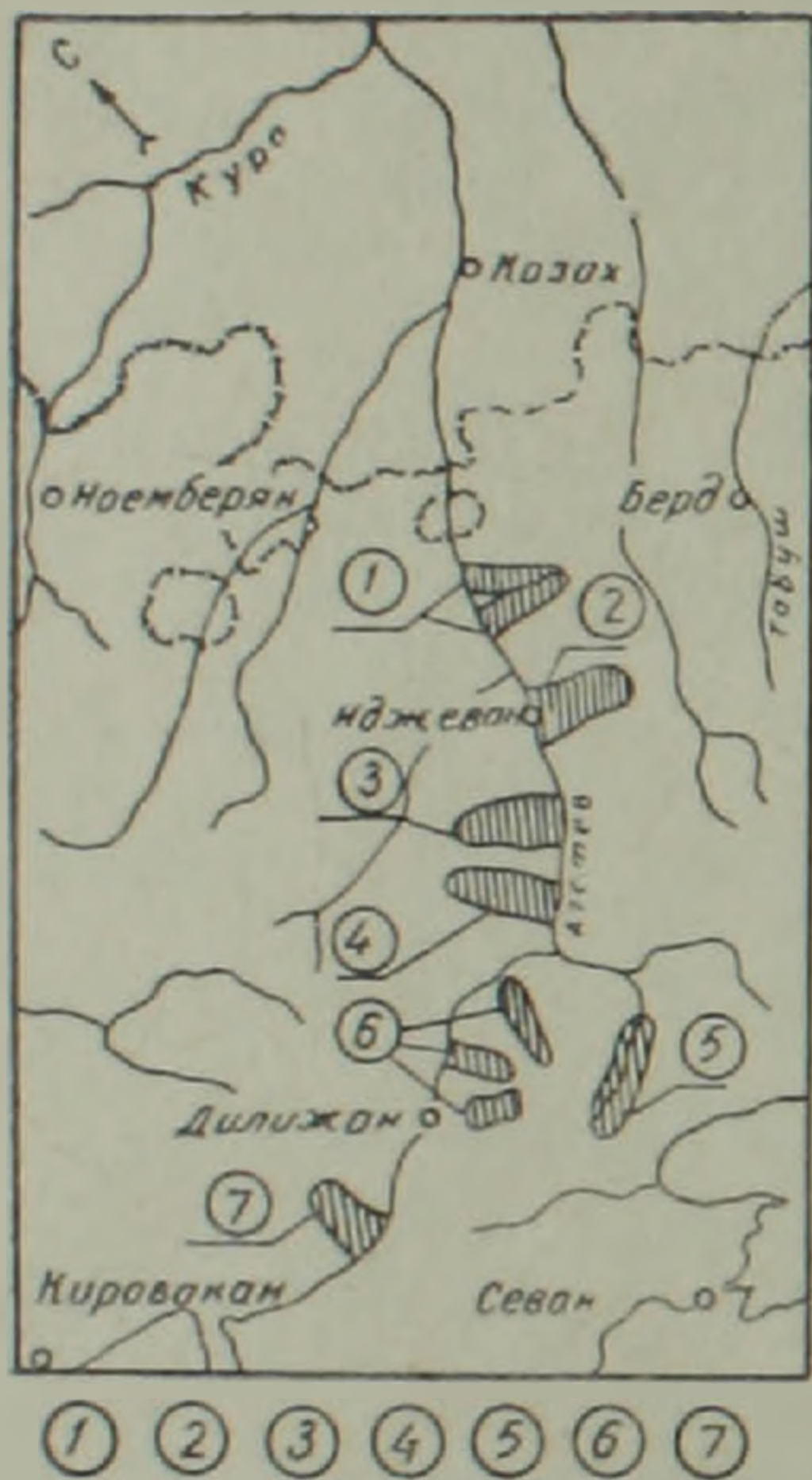


Рис. 1. Олистостромы в ущелье р. Агстев. 1—Хаштаракские, 2—Иджеванские, 3—Вургунские, 4—Куйбышевские, 5—Парзличские, 6—Дилижанские, 7—Фиолетовские.

1. Олистостромы у сел. Хаштарак. Языковидный поток, состоящий в основном из угловатых глыб кимериджских доломитов и известняков (объемом до 100 м куб.) с суглинистым заполнителем и примесью обломков порфиристов, туфобрекчий и туфов турона-нижнего сенона. Протягивается от основания восточного (Хаштаракского) карниза верхнеюрских доломитов и известняков, слагающих водораздельное плато между р.р. Агстев и Ахум, и, расщепляясь ниже сел. Хаштарак на две ветви, следует к р. Агстев, где перекрывается галечниками террас 12—13 и 20—25 м, которые соответствуют III (45—60 м с *Didacna trigonoides*) и IV (65—70 м) террасам Куры и относятся к позднему и раннему хвалыну

[2, 3, 7]. Общая протяженность потока 7 км, ширина каждой ветви в отдельности порядка 800—1000 м, мощность от нескольких метров до нескольких десятков метров.

Судя по рельефу тальвега р. Агстев, этот поток запрудил в свое время долину реки, образовав небольшое озеро протяженностью порядка 2 км. Перепад потока на 7,5 км составляет 850 м.

2. *Олистостромы у гор. Иджевана*. Два языковидных потока протяженностью 7—8 км прослеживаются от восточных (Иджеванских) карнизов верхнеюрских доломитизированных известняков на запад, обтекая город с севера и юга. Как и Хаштаракский поток, они сложены из угловатых, или реже угловато-окатанных глыб доломитов и известняков с известково-суглинистым заполнителем с редкой примесью глыб вулканитов и мергелей верхнего мела. Северный поток начинается у края плато Руси-тала и прослеживается до с.-в. окраины города, а южный поток начинается у поляны Гоми-тала и достигает ю.-в. окраины города, обрываясь в ущелье р. Агданагет. Оба потока шириной 500—600 и 300—400 м залегают во фронтальной части на покровных лессовидных суглинках террасы 130 м, относимых по аналогии с таковыми ущелий средних течений р.р. Дебед, Машавера и Храми к акчагылу (в этих районах суглинки залегают под потоком обратно намагниченных долеритовых базальтов, относимых к верхнему акчагылу). Перепад потока на 7,5 км составляет 900 м. Временные озера запрудного типа по р.р. Агданагет и Агстев (у карниза рудистовых известняков сантона ниже гор. Иджевана) также образовались этими олистостромами.

3. *Олистостромы у сел. Вургун (Ахкыхлу)*. Языковидный поток протяженностью 5 км и шириной 500—600 м, состоящий из угловато-окатанных, угловатых и бесформенных глыб известняков и доломитов с суглинистым заполнителем (с примесью глыб голубых туфов оксфорда и кварцевых порфиров байоса), начинаясь под карнизами Иджеванского хребта, сложенными известняками и доломитами кимериджа, прослеживается до ю.-в. окраин сел. Вургун, упирается здесь в контрфосный массив вулканогенно-осадочных пород бата-келловея (с *Posidonia buchii*, *Lima cf. rigidula*, *Belemnites sp.*, *Nerinea sp.* и углистыми сланцами) и, восточнее массива импозантной горы Абега-кар, расщепляясь на две ветви, прослеживается до р. Агстев [см. 6]. Здесь этот поток запрудил реку, образовав озеро, которое протягивалось до устья р. Гетик, правого притока р. Агстев. В олистострому врезаны нижние галечные террасы реки Агстев (12—13 и 20—25 м), относимые к верхнему плейстоцену (хвалыну). Перепад потока на 5 км составляет 1100 м¹.

¹ Кимериджские известняки массива г. Абега-кар на восточном склоне горы залегают трансгрессивно на кварцевых плагиопорфирах байоса, обнажающихся южнее этого массива —против устья р. Гетик, непосредственно из-под базальных пестроцветных конгломератов нуммулитового эоцена. На западе массива эти известняки последовательно перекрываются плитчатыми алевролитами альба, звонкими массивными из-

4. *Олистострома у сел. Куйбышев (Джархеч)*. Поток масс типа описанных выше прослеживается с севера на юг от карниза верхнеюрских доломитов и известняков Иджеванского хребта и западнее меридиана сел. Куйбышев продолжается до р. Агстев, в долине которой в прошлом возникло небольшое запрудное озеро. Поток состоит в основном из угловато-окатанных и бесформенных глыб доломитов и известняков с суглинистым заполнителем и залегает в окрестностях сел. сел. Куйбышев и Техут на вулканогенной толще эоцена, круто падающей на юг в сторону р. Агстев. Расстояние от реки до очагов накопления глыбового делювия 8—9 км, перепад более 1000 м, ширина потока 500—600 м. В этот поток врезаны нижние (вюрмские) галечные террасы р. Агстев.

5. *Олистострома уцелья р. Кобхани-джур* (правого притока р. Агстев, против сел. Куйбышев). Ущелье этой реки от с.-в. отрогов массива г. Маймех до оз. Парз-лич и далее до низовьев ее было выполнено на глубину порядка 150 м оползнево-обвальными и селевыми массами, состоящими из смеси суглинков, щебня вулканитов и экструзивов эоцена-нижнего олигоцена и молассово-флишондных пород среднего-верхнего олигоцена. Река Кобхани-джур протекает в основном по ю.-в. контакту между этими массами и вулканитами эоцена-нижнего олигоцена. Озеро Парз-лич возникло на этих массах после стабилизации олистостромы по контакту ее с плоскостью разлома, прослаивающегося вдоль з.-с.-з. побережья озера. Восток-юго-восточный борт озера в настоящее время интенсивно разрушается оползневыми процессами, охватившими указанную выше щебенисто-суглинистую толщу олистостромы.

В настоящее время под угрозой уничтожения находится само оз. Парз-лич ввиду оползневых деформаций, охвативших восточный береговой вал чаши озера. Нами рекомендовано устройство свайной сети в толще этого вала путем бурения скважин большого диаметра, обсадки их металлическими трубами и тампонажа цементным раствором, а также

вестняками верхнего сантона, голубыми туфами верхнего сантона-нижнего кампана и мергелистыми известняками верхнего сенона, падающими круто на ЮЮЗ.

На весь этот комплекс с юга на север взброшена толща кварцевых порфиров байоса, мощностью около 300 м. За ней в южном направлении друг за другом следуют: свита агломератовых туфов и туфоконгломератов (с галькой кварцевых порфиров), пересланная аркозовыми песчаниками и углистыми сланцами мощностью 300 м (батский ярус—западное продолжение угленосной свиты Иджеванского месторождения), крутопадающая свита туфов, агломератов и туфоконгломератов с прослоями известняков, известковистых песчаников и черных глинистых сланцев (с келловейской фауной), прослеживаемая вдоль северных склонов Мургузского хребта к южной окраине сел. Арцвашен (Верхний Башкенд), мощностью 250 м; свита порфиритов, прослеживаемая до западных окрестностей сел. Ачыхлу в нижнем течении р. Гетик, где уходит под красноцветные базальные конгломераты эоцена (мощность порядка 500 м). Отложения байоса, бата, келловей и оксфорда, а также альба и сенона в районе к западу и юго-западу от массива Абега-кар, у устья р. Гетик, отмечаются нами впервые.

Поисковые работы на выявление угленосной свиты батского яруса восточнее разведываемого ныне Иджеванского месторождения следует приурочить к лежащему боку келловейской свиты черных сланцев, четко трассирующейся по прямой линии от устья реки Гетик к южной окраине сел. Арцвашен.

укрепление левого берега реки Кобхани-джур и защита левого склона от боковой эрозии.

К олистостроме Парз-лич относится также мощное наносное заполнение ущелья правого притока р. Гош (выше сел. Гош), составляющее основание продолговатого ровного поля, занятого фруктовыми садами (в зоне выходов эоценовых и верхнемеловых отложений широтной антиклинальной структуры Орджоникидзе-Муртел-Гош-Фиолетово).

6. *Олистостромы в гор. Дилижане.* В районе гор. Дилижана широко развиты вулканогенные и субвулканитические интрузивные породы эоцено-н. олигоцена, которые прорваны небольшими гранитоидными интрузивами (тоналиты Головино), штоками трахилипаритов и трахидацитов, разнообразными дайками. Отдельные горизонты, пачки и линзы этих пород сильно бентонитизированы, а по зонам разломов по ним широко развиты процессы гидротермального метаморфизма пород, сопровождающегося сульфидной минерализацией и огипсованием. На этой вулканогенной толще с мощным базальным конгломератом залегает флишоидно-молассовая свита среднего-верхнего олигоцена-нижнего миоцена, прорванная дацитами и андезито-дацитами. Эта свита залегает в ядре Дилижанского широтного синклиория, имеет мощность порядка 1000 м и с севера обрезана крупным Шамахянским разломом широтного простирания.

Мощные наносные образования района представлены в основном легкими суглинками (с примесью обломков палеогеновых вулканитов), содержащими значительное количество бентонитовых глин (монтмориллонита). В условиях обводненных крутых склонов указанные глины набухая нарушают ранее сложившуюся структуру и консистенцию наносного чехла и способствуют развитию оползневых процессов¹. В оползневые процессы вовлекаются также верхние выветрелые горизонты указанной флишоидной свиты (тонкое ритмичное чередование песчаников, алевролитов и глин с ярозитом) и вулканогенных отложений палеогена, особенно в тех случаях, когда в основании этих наносов залегают бентонитовые глины. По такому механизму развиваются в гор. Дилижане крупные оползни Кахни-хач, Мец-Тала, Госдача, Западное Папанино и др., причем всюду на этих площадях четко вырисовываются нагромождения (с внутренним запутанным наложением) древних оползневых масс, вновь вовлеченных в оползневой процесс, ввиду обильного их обводнения. Характерным примером развития оползневых процессов в связи с набуханием бентонитов представляет оползень «Джухтак Ванк». По механизму проявлений оползневых деформаций особняком стоит в гор. Дилижане плато (поляна) «Тахта», расположенная на правом склоне ущелья в центральной застроенной части города. Это плато имеет трапециевидную форму в плане, занимает площадь около 1 кв.км, возвы-

¹Аналогичную роль в развитии оползневых процессов в офиолитовых поясах играет серпентин (талк, антигорит, хризотил). В знакомых автору офиолитовых поясах Закавказья, Ирана, Анатолии, Апеннин оползни имеют исключительно широкое развитие в сильно серпентинизированных перидотитах.

шается над уровнем р. Агстев на 180—200 м и покрыта мощной (до 30 м, по данным бурения) толщей желтовато-белесоватых суглинков с примесью глыб вулканитов палеогена и залегающих на них болотных образований мощностью до 5—10 м. Цоколем этого плато служит толща сильно разрушенных брекчиевидных андезитовых порфиритов, включающих небольшие пачки и глыбы пород флишовой серии среднего-верхнего олигоцена, а также блоки основных даек и гидротермально измененных пород.

В основании рассматриваемого трапециевидного блока разрушенных порфиритов почти вертикально залегает свита флишовой-моласовых отложений олигоцена. Она отчетливо вырисовывается в обнажениях выше поляны Кяхни-хач, в нижней части поляны Мец-Тала, на восточном крутом склоне поляны Госдача и по новой дороге Дилижан-Джархеч. В эту свиту врезаны террасы высотой 85 м и 35 м. Подошвой блока порфиритов являются на северо-востоке терраса +85 м (выше здания филиала Политехнического института) и +35 м на ЮЗ, у Административного центра города.

Таким образом, порфиритовый блок «Тахта» является экзотическим (аллохтонным) телом. Детальные исследования показали, что этот блок является сползшим и развалившимся отторженцем, расположенной восточнее Тахты палеогеновой порфиритовой толщи, слагающей цоколь террасы +300 м, отчетливо прослеживающейся параллельно террасе +180 м, выше поляны Тахта (см. рис. 2). Интересно отметить, что по-



Рис. 2.

верхность экзотического блока «Тахта» наклонена в целом в сторону верхнего оползневого склона, у подножья которого образовалась западина, заполнившаяся впоследствии сильно гумусистыми черными болотными илами, мощностью до 5—10 м. Между этими отложениями и поверхностью разрушенных порфиритов эоцена залегают желтовато-беле-

соватые суглинки, включающие местами большое число мелких обломков и крупных глыб палеогеновых вулканитов и субвулканических интрузивных пород и обнаруживающих нередко перекрестное внутреннее напластование, характерное для делювиально-пролювиальных и оползневых масс района. Так же как и поверхность подстилающих порфири-тов, горизонт этих суглинков погружается в направлении от фронтальной части аллохтона к его тыловой части — под указанную заболоченную западину. Это лишний раз подтверждает представление об аллохтонной природе блока «Тахта» и первичной принадлежности его и покрывающего его слоя суглинков к террасе 300 м.

Мощность наносных огложений на аллохтонном блоке Тахта составляет в среднем 20—30 м, причем в средней части разреза наносного слоя выделяется водонасыщенный горизонт.

Часть гор. Дилижана расположена на аллохтонном блоке Тахта. Это редчайший в практике градостроительства случай. К сожалению, ничего определенного нельзя говорить о том, как долго этот блок может находиться в устойчивом состоянии, но, конечно, нельзя исключить возможность нарушения его устойчивости при сильных землетрясениях и, по нашему мнению, следует воздержаться от строительства здесь высотных домов.

Отметим, что по краям блока Тахта происходят оползни-обвалы, охватывающие толщу разрушенных порфиритов и залегающих над ними суглинков. Административный центр гор. Дилижана (Горсовет, Почтамт, Дом культуры и др) расположен в обвальном амфитеатре, который с юга (у городской ротонды) ограничен дугообразным выходом пластовой интрузии андезито-дацитов, согласно размещенной в флишондной свите среднего-верхнего олигоцена.

7. *Олистострома у сел. Фиолетово.* В 6—7 км к востоку от сел. Фиолетово, на левом склоне ущелья верхнего течения р. Агстев вкрест простирацию сильно дислоцированных сенонских мергелистых известняков располагается язык разрушенных андезитовых порфиритов, которые иногда ошибочно рассматриваются как внутриформационный поток порфиритов, подчиненный толще сенонских известняков или как секущее тело. В действительности этот порфиритовый язык является отторженцем мощной порфиритовой толщи эоцена, залегающей вверх по склону на размытой поверхности сенонской известняковой свиты. Длина сорванного языка порфиритов около 700—800 м, ширина около 400—500 м, мощность 30—70 м. Этот язык в свое время запрудил ущелье р. Агстев, образовав временную озерно-болотную чашу протяженностью 3—4 км и шириной 1—1,5 км (Гамзачиманская котловина).

Касаясь вкратце генетических вопросов развития описанных выше гравитационно смещенных масс, следует обратить внимание на мощные зоны крупных разломов и катаклаза, к которым они тяготеют. Это крупное сбросовое нарушение на правом склоне ущелья р. Агстев, выше линии Иджеван-Црвиз-Хаштарак, взбросовое нарушение по линии г. Абегакар-монастырь Агарцин (выше сел. Куйбышев и сел. Техут), сбросовое

нарушение Парз-лич-Малый Маймех-Меградзор, мощное взбросовое нарушение по линии Шамахян (северный) — Редькин лагерь — Каракая, зона катаклаза, протягивающаяся в эоценовых вулканитах правобережья р. Агстев, против сел. Куйбышев, мощные зоны катаклаза и малоамплитудных широтных разломов, проходящих параллельно контакту эоценовых и олигоценных отложений под зоной крупных оползней Мец-Тала и южнее (у слияния трех рек).

Второй, заслуживающий серьезного внимания генетический вопрос — это длительность эволюции ущелья р. Агстев.

На всех склонах Малокавказских гор, обращенных на ССВ, на протяжении 300—400 км прослеживаются крупные останцы и фрагменты обширного покрова желтых лессовидных суглинков (вероятно, эолового происхождения, в последующем в той или иной мере преобразованных и переотложенных), которые в ущельях рр. Дебед, Машавера и Храми погребены под потоками акчагыльских обратно намагниченных долеритовых базальтов, залегающих в тальвегах этих рек на 1000—1300 м ниже денудационных уровней [см. 1, 2]. Абсолютный возраст аналогов этих лав в других районах Армянского вулканического нагорья 3—3,5 млн. лет. Возраст андезитовых лав, залегающих в нижней части долины, протягивающейся от гор. Кировакана до гор. Дилижана 5—6 млн. лет (*K-Ar* датировка, выполненная под руководством Г. П. Багдасаряна). Возраст черных туфов, развитых вблизи этих городов, вюрмский (по находке *Elephas primigenius* и др., сделанной Т. А. Айрапетяном в 1977 г.); в черте гор. Дилижана черные туфы встречены в верхней части разреза аллювиальной террасы +35 м, относимой обычно к раннему хвалыну [2, 3, 7].

Таким образом, выясняется, что ущелье р. Агстев в рассматриваемой области в своей основе (матрице) имеет возраст более 5—6 млн. лет (но моложе сарматских и раннепонтических морских отложений бассейна оз. Севан, имеющих абсолютный возраст 9—12 млн. лет). Террасы на склонах ущелья высотой 180—200 м, 300—320 м, 400—420 м, 600—620 м, 800—850 м и др., покрытые в большинстве мощными суглинками, относятся, несомненно, к плиоцену и в условиях влажного климата, северной экспозиции склонов и богатого растительного покрова оказались ареной мощного накопления эоловых и делювиально-пролювиальных образований [см. 4, 5]. Достигая каких-то пределов по мощности, обводненности и вязкости в косогорных условиях, эти наносы стали перемещаться в виде оползней, особенно если в ложе их находились бентониты и флишонды с большим содержанием набухающих бентонитовых элементов.

В отношении механизма перемещения особняком стоят описанные выше олистостромы, состоящие из глыб известняков, доломитов и суглинистого заполнителя. Глыбовый делювий образовался из кимеридж-

¹ К олистостромам, в узком смысле слова, из описанных выше семи объектов могут быть отнесены, безусловно, лишь Дилижанская (Тахта) и Фиолетовская смещенные толщи порфиринов (дословно олистострома это нагромождение оползней).

ских доломитов и известняков, непосредственно под сбросовыми утесами коренных доломитов и известняков Иджеванского хребта. После того, как промежутки глыб заполняются в той или иной мере илистым материалом, представляющим в основном продукт выветривания самих известняков (обычно глинистых) и низы толщи глыбового делювия насыщаются водой, при некоторой критической мощности делювиальной толщи начинается ее передвижение вниз в виде медленного (но импульсивного) вязкого прерывистого течения, т. е. по типу движения глетчерных языков. Представляется достаточно вероятным, что интенсификация рассматриваемых оползневых процессов происходила в плювиальные и позднеледниковые периоды (особенно при таянии рисского и вюрмского ледников, покрывавших водораздельные зоны почти всех горных цепей Закавказья), а также при сильных длиннопериодных землетрясениях.

Все указанные выше оползневые языки и языки других стабилизовавшихся оползней и олистостромов района в своих фронтальных частях часто разрушаются и становятся местом развития новых относительно малых оползней, причиняющих значительный ущерб средствам коммуникации, транспорта воды и природного газа, жилищному строительству, земельному фонду. Борьба с этими явлениями в условиях Армении представляется неотложной задачей, а залогом успешной ее организации должны быть: выявление и картирование оползневых масс по всей территории республики с использованием аэровысотных и спутниковых фотоснимков; рациональное и экономное использование вод для поливов и снабжения населенных пунктов; расчетливая срезка склонов при строительстве инженерных сооружений, правильный выбор системы канав, скважин и штолен для дренажа оползневых масс; обеспечение территории городов, райцентров, сел и различных новостроек качественными инженерно-геологическими, гидрогеологическими и сейсмопрогностическими картами, долженствующими научно-обоснованно ориентировать строительные, ирригационные и мелиоративные работы применительно к геологическим условиям их производства. Многие из этих вопросов неоднократно ставились в докладных записках и инженерно-геологических заключениях покойного Александра Петровича Демехина (1900—1953), лучшего знатока геологии и гидрогеологии гор. Дилижана.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 15.IX.1978.

Ա. Տ. ԱՍԼԱՆՅԱՆ

ՊԼԻՈՊԼԵՅՍՏՈՑԵՆՅԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱՇՐՋԱՆԻ ԽՈՇՈՐ
ՕԼԻՍՏՈՍՏՐՈՄՆԵՐ ԱՂՍՏԵՎ ԳԵՏԻ ՀՈՎՏՈՒՄ
(ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ)

Ա Վ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հոդվածում իբրև քամարատիկ օգիստոստրոմներ են բնութագրվում (որոշ պայմանականությամբ) Աղստև գետի հովտում գտնվող Խաչթառակի,

Իջևանի ու Վուրդունի մի քանի կիլոմետր երկարությամբ ունեցող ժայռավեցած սողանքային զանգվածները, Դիլիջան քաղաքի և Ֆիոլենտովո գյուղի մոտ առանձնացված պորֆիրիտային օլիտոստրոմները (Թախտա և Հանքաջուր) և ապա Դիլիջանի, Պարզ լճի ու Գոշի տարածքներում արտահայտված Կաղնի հաշի, Մեծ Թալայի, Զուխտակ վանքի, Գոշազետի և Կոբխանագետի խոշոր բազմահարկ սողանքները, որոնք կազմված են հիմնականում դելյուվիալ, պրոլյուվիալ ու էոլային կուտակումների վերանստեցված հաստվածքներից: Հոգվածում ուշադրություն է հրավիրվում Դիլիջանի Թախտա կոչվող օլիտոստրոմի (քայքայված պորֆիրիտային բլուկի) սեյսմոկայունության հարցին՝ այն առումով, որ այդ բլուկի վրա է տեղադրված քաղաքի նորակառույց շրջաններից մեկը:

Հոգվածում առաջին անգամ հիմնավորվում է Կուլբիշև և Վուրդուն գյուղերի միջև ընկած տարածքում, Աբեղա քարից հարավ՝ Գետիկի գետաբերանի շրջանում (միջին բայոսի քվարցային պորֆիրներ), բաթի, կելովեյի, օքսֆորդի, ալբի, սանտոնի և վերին սենոնի նստվածքների առկայությունը և խոշոր աղիմուտալ աններդաշնակությամբ էոցենի նստվածքներով դրանց ծածկվելու փաստը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Акопян Ц. Г. О магнитных свойствах горных пород Армении. Тр. Ин-та геофизики АН Груз. ССР, т. XIV, 1955.
2. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. «Айпетрат», Ереван, 1958.
3. Гаврилов М. Д. Очерк четвертичной геологии и геоморфологии западной части Азербайджанской ССР. Баку, 1938.
4. Демехин А. П. Минеральные воды ущелья р. Блдан (Дилижан). Ереван, 1956.
5. Котляр В. Н. Памбак. Ленинград, 1939.
6. Паффенгольц К. Н. От Казаха до Дилижана. В кн. «Экскурсия по Кавказу—Армянская ССР», под ред. А. П. Герасимова. Международный геол. конгресс, XVII сессия, М.—Л., 1937.
7. Федоров П. В. Плейстоцен Понто-Каспия. М., 1978.

Г. М. АРСЕНЯН, П. М. БАРТИКЯН, А. С. ВАРТАНЯН, М. Г. ГАСПАРЯН,
Э. Х. ГУЛЯН, Н. С. ХАЧАТРЯН

БЛАГОТВОРНОЕ ВЛИЯНИЕ РУССКОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ НА РАЗВИТИЕ ГОРНОГО ДЕЛА И ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МЫСЛИ В АРМЕНИИ

(к 150-летию присоединения Восточной Армении к России)

В октябре трудящиеся Армении вместе со всеми народами нашей страны отметили славный юбилей — 150-летие вхождения Армении в состав России. Вхождение Армении в состав России имело огромное прогрессивное значение для страны. Правда, оказавшись под властью русского царизма, армянский народ не избавился от социального и национального гнета, ибо самодержавие являлось ненавистным врагом не только самого русского народа, но и национальных меньшинств. Однако, благодаря этому историческому акту, армянский народ был спасен от реальной угрозы физического истребления, а экономика страны — от деградации, имевшей место при персидском господстве. Армения получила возможность экономического, политического и культурного развития. Наконец, присоединяясь к России, армянский народ навеки связал свою судьбу с великим русским народом, с его рабочим классом, по примеру и при помощи которого он впоследствии добился своего окончательного освобождения и действительно национального возрождения.

Во второй четверти XIX века в России развивалась промышленность, возросло число промышленных предприятий, стал широко применяться наемный труд, в производство все больше внедрялись машины. В 30-х годах XIX века в России началось железнодорожное строительство, которое в свою очередь в значительной степени способствовало дальнейшему экономическому развитию страны. Но к этому времени эксплуатировавшиеся издавна рудники оказались в значительной степени выработанными и возникла самая острая необходимость в быстром развертывании геолого-поисковых и разведочных работ. Исходя из этого, в конце 20-х и особенно в 30-х годах резко возросло количество геологических партий и сильно расширилась территория, охваченная геологическими исследованиями.

Происходящие большие изменения в экономической жизни России, несомненно, оказали благотворное влияние на развитие экономики и культуры Восточной Армении. В стране постепенно развиваются ремесла и торговля. В городах вновь открываются школы, которые сыграли огромную роль в формировании национальной интеллигенции.

Армения вступила на путь прогрессивного развития. Уже в 40-х годах XIX века многие представители армянской молодежи обучались в выс-

ших учебных заведениях России и Европы. Значительно выросла так называемая заводская промышленность типа мануфактур. Это были большие мастерские, вырабатывавшие кожу, прессы для выжимки растительного масла или занимавшиеся мыловарением, перегонкой спирта и т.п. В силу развития товарного производства определенные сдвиги произошли в горнорудной промышленности страны. В течение первой половины периода восстанавливаются заводы и рудники Алаверди и Ахталы, которые были разгромлены и опустошены персидскими завоевателями. После значительного перерыва было возобновлено медно-рудное дело в Загезуре, организована добыча руд и выплавка меди в Агараке (1845), а также в других районах Армении.

Таким образом, зарождение и развитие капиталистических отношений в Армении способствовали развитию производительных сил, дали толчок росту общественного разделения труда и его обобществлению. «Несколько десятилетий капиталистической «ломки», — говорил В. И. Ленин, — сделали в этом отношении больше, чем целые века предшествующей истории»¹.

Этот период в истории геологии характерен тем, что именно с этого времени начинается систематическое изучение геологии Кавказа вообще и Армении в частности, в чем огромная роль принадлежит русской передовой геологической науке. Правда, еще до этого на Кавказе и в Армении были экспедиции под руководством И. А. Гильденштедта (1768-1775 гг.); С. Г. Гмелина (1768-1774 гг.), а также экспедиция, возглавляемая русским ученым и государственным деятелем, графом А. А. Муסיным-Пушкиным. За ними приезжают также талантливые и крупные специалисты по разным отраслям геологической науки. Среди них Эйхвальд (1825), Паррот (1829), Воскобойников (1830), Гурьев (1829) и др., а также член ряда русских и иностранных научных обществ академик Г. В. Абих (1844—1868). Ими закладываются первые основы стратиграфии страны, составляется первая сводная геологическая карта Малого Кавказа.

В середине прошлого века (1847) учреждается первая государственная геологическая служба на Кавказе — Кавказское горное управление. В его работу были вовлечены крупные специалисты своего времени, сделавшие многое по изучению геологии Армении и ее рудных месторождений (Г. Цулукидзе В. Архипов, Г. Халатов, А. Иваницкий, С. Симонович, А. Сорокин, Л. Бацевич, Л. Конюшевский, А. Марголиус, Н. Лебедев, Л. Круг, В. Богачев). Создается печатный орган — «Материалы по геологии Кавказа», где систематически издаются материалы по результатам практических работ, а также, на их основе, обобщения по теоретическим вопросам геологической науки.

Кавказское горное управление, которое просуществовало около 70 лет, Кавказское отделение Русского Географического общества, созданное еще в 1852 г., где в начале сосредотачивались все естественно-науч-

¹ В. И. Ленин, Полное собрание сочинений, т. III, стр. 270.

ные исследования Кавказа, внесли огромный вклад в дело изучения геологии страны.

Систематические исследования горных богатств Кавказа связаны с рескриптом от 19 ноября 1801 г., когда граф Мусин-Пушкин был назначен начальником экспедиции для организации горного дела в Грузии. В конце мая 1802 г. он прибыл в Тифлис, а до этого он привлек к себе искусных сибирских и коливано-воскресенских горных мастеров. В первую очередь граф Мусин—Пушкин обратил внимание на Ахталский серебро-свинцовый рудник. Время открытия этого рудника не известно, но видно, что этот рудник разрабатывался гораздо раньше 1770 года, так как выходцы из Анатолии, поселившиеся в Алавердском медеплавильном заводе, греки нашли в Ахтале своих земляков, которые уже добывали там серебряную руду. Следует отнести открытие этого рудника ко времени постройки Ахталского монастыря. Из этого рудника кроме серебра извлекалось золото.

Алавердский медеплавильный завод функционировал параллельно с Ахталским рудником на базе Алавердского медного месторождения. Наиболее богатые медные руды открыты в 1817 году к северу от Алавердского медеплавильного завода, на земле князей Аргутинских-Долгоруковых.

В 1829—1830 гг по поручению генерала Паскевича, гиттенфельвальтер Н. Воскобойников произвел разведку и подробно описал Дарачичагский и Агаракский медные рудники, Даралагязские свинцовые месторождения и мышьяковые рудники Нахичеванской провинции. В 1829 г. горные инженеры Э. Н. Кун и Бароцци-де-Эльс составили геологическое описание окрестностей оз. Гекча (Севан), где нашли месторождение золота.

Одновременно с развертыванием геологоразведочных работ царское правительство подготовило к эксплуатации те месторождения, которые обещали наибольшие доходы казне. Еще в сентябре 1801 г. граф Мусин-Пушкин в своем докладе царю о положении горного дела во вновь присоединенном к России крае выдвигал вопрос о целесообразности передачи в ведение казны в первую очередь Ахталского серебряного и Алавердского медеплавильного заводов. В результате были проведены значительные работы по переустройству и переоборудованию Алавердского и Ахталского заводов. В это время в Тифлисе были учреждены химическая лаборатория и монетный двор для чеканки монет из произведенных на указанных заводах серебра и меди.

Поиски полезных ископаемых стимулировались положением от 3-го февраля 1816 г., согласно которому разрешалось людям всякого состояния искать и добывать всякого рода руды и минералы, строить заводы без всяких со стороны правительства ограничений.

Фактически с начала XIX столетия инициатива геологических исследований горных богатств Закавказья, а также организация их эксплуатации перешла к русским инженерам.

Довольно большой интерес представляла также добыча медной руды в Зангезуре. Медная руда в этом крае была известна и во время владычества персов и медное производство, возможно, процветало в эпоху глубокой древности, на что указывают остатки древних разработок

Рудный промысел в Зангезуре был восстановлен Яковом Розовым, основавшим в 1845 г. первый в этом крае Агаракский медеплавильный завод на р. Мегри-чай. Далее он же открыл медное месторождение близ села Каварт и получил разрешение в 1846 г. строить здесь медеплавильный завод. В дальнейшем, после смерти Я. Розова, эти месторождения освоены греками.

Другой медеплавильный завод в 1857 г. был открыт Ованесом Ходжамировым близ села Катар, а в 1858 г. основан Галидзорский завод. Однако обстоятельным изучением Зангезурских медных месторождений занимались А. Эрн, Л. К. Колюшевский и др.

В 1850-1860 годах на Памбакском участке Александропольского уезда также было построено два завода — Сисимаданский и Антониевский. В конце 60-х годов в Армении действовали 9 медеплавильных заводов: Алавердский, Шамлугский, Ахтальский, Сисимаданский, Кавартский, Катарский, Пирдоуданский, Агаракский и Галидзорский, преимущественно на базе одноименных месторождений.

Сведения о количестве выплавленной этими заводами меди в пудах приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Наименование заводов	1857	1858	1859	1866	1867	1868	1869	1870
Алавердский	4690	7906	8360	5435	6188	4391	5070	4572
Шамлугский				752	450	628	653	384
Ахтальский		не действовал		300	240	321	20	—
Сисимаданский	420	440	320	—	517	1057	937	902
Кавартский	900	970	2510	8130	7290	3263	2509	3003
Катарский		нет сведений		486	1215	1287	1974	2826
Пирдоуданский		не действовал			129	125	154	380
Агаракский	450	500	555	432	396	169	175	—
Галидзорский		не действовал		421	527	577	699	1112

За 13-ти летний период с 1857 по 1870 выплавка меди в Армении увеличилась более чем в два раза, главным образом за счет увеличения выплавки зангезурских заводов.

Если в годы русско-персидской войны (1826—1828 гг) в Эриванском ханстве совершенно не велась разработка медной руды, то в 1870 г. на территории Армении действовали 9 медеплавильных заводов. Царское правительство, исходя из интересов русской торговопромышленной буржуазии, развернуло большую для того времени работу по геологическому исследованию Армении и всего Закавказья.

Рост медной промышленности Закавказья начинается с 1883 г., когда завершается строительство железнодорожного участка Тифлис-Баку. С установлением железнодорожного сообщения Баку-Батуми закавказ-

ская медь начинает вывозиться через Одессу на русские рынки. Открытие обширных рынков сбыта благоприятствует расширению производства меди в Закавказье. За семилетний период с 1883 по 1890 гг. выплавка меди в Закавказье в целом увеличивается в 2,4 раза, а в Армении — в 4,9 раза. Бурное развитие медной промышленности продолжается в 90-х годах. За период 1890-1900 гг. производство меди в Закавказье увеличивается в 1,6 раза. За этот же период производство меди в Армении выросло в 2,8 раза.

С конца 80-х годов увеличивается прилив иностранного капитала в медную промышленность Армении. В 1887 году Алавердские медные рудники вместе с заводом перешли в руки французских капиталистов «Компании рудников Ахталы», а с конца 1897 г. — в руки новой французской компании «Кавказское промышленное и металлургическое общество». Это общество, располагая большими капиталами, построило два новых медеплавильных завода и на реке Дебет-чай гидроэлектростанцию. Были построены железнодорожная станция Алаверди, а также для перевозки медной руды из верхних рудников бремсберг и воздушная канатная дорога.

Пуск в 1900 г. новых заводов значительно увеличил выплавку меди. В конце XIX столетия некоторые технические сдвиги происходят также и на медных предприятиях Зангезура. Здесь в 1897 г. был построен новый крупный медеплавильный завод. В 1900 г. на четырех зангезурских заводах старой системы было выплавлено 13,6 тыс. пудов меди, а на Сюникском заводе Мелик-Азаряна — 38,8 тыс. пудов.

Развитие капитализма в медной промышленности Армении привело не только к обновлению ее техники, но и к концентрации производства меди, в результате чего количество выплавленной меди увеличилось.

В течение двух последних десятилетий XIX столетия медная промышленность Армении развивалась быстрее, чем медная промышленность всей Российской империи, в том числе и Закавказья в целом. Так, если в 1900 г. по сравнению с 1880 годом выплавка меди во всем Закавказье увеличилась в 6,3 раза, то за этот же период выплавка меди в Армении выросла более чем в 13 раз.

Бурное развитие медной промышленности в Армении продолжалось и в начале XX столетия. Накануне первой мировой войны главный центр закавказской медной промышленности переместился в Армению.

Кроме добычи и производства меди, в это время на территории Армении добывалось также разнообразное нерудное сырье: каменная соль, горючий сланец, квасцы, гипс, мрамор, обсидиан, пемза и др. Были известны минеральные источники. Однако среди этого разнообразного нерудного сырья большую роль играла каменная соль, которая добывалась около села Кульп Сурмалинского уезда, недалеко от Нахичевана.

Специальные вопросы по полезным ископаемым в то время были затронуты, главным образом, специалистами-горняками в процессе изучения конкретных объектов горной промышленности. Что касается исследователей общих вопросов геологии Армении, то, в первую очередь,

можно отметить академика Г. В. Абиха (1808—1886), приглашенного в 1841 г. в Россию из Германии и посвятившего исследованию Кавказа более 30 лет. На основе фундаментальных работ Г. В. Абиха получили дальнейшее развитие исследования по тектонике, полезным ископаемым, петрографии и др. вопросы геологии Армении. Фактически возрастное расчленение вулканогенно-осадочных толщ в Армении начинается с работ Г. Абиха. Это такие узловые и важные для геологии Армении комплексы, как метаморфический комплекс Цахкуняцкого хребта, юрский комплекс Алавердского и Кафанского районов, верхний мел Иджеванского района и др.

Большой научный интерес представляют работы Г. В. Абиха в области расчленения и фаунистического определения антропогенных толщ, изучения молодых лавовых центров и др. Еще в 1882 г. Г. Абих связывал вулканическую деятельность центральной части современной Армении с прогибанием Араратской и Нахичеванской котловин и поднятием краевых гор. Г. В. Абих одним из первых поставил химические проблемы в петрографии. И в настоящее время можно завидовать точности силикатных анализов пород, выполненных самим Г. Абихом. Он указал на большое значение полевых шпатов при исследовании изверженных пород.

Региональными вопросами геологии, и особенно тектоники, занимался также Ф. Освальд. Как Г. Абих, так и другие геологи того времени занимались также узкими, специальными вопросами, как вопросы землетрясений, палеонтологии, стратиграфии и др.

Большую роль сыграли труды академика Г. В. Абиха и в области изучения кавказских землетрясений. Изучение геологического строения Кавказа и кавказских вулканов и землетрясений привело Г. Абиха к убеждению о преимуществах вулканической теории над нептунической.

Вопросами вулканизма занимались также Н. И. Воскобойников, Г. П. Гельмерсен, Э. Эйхвальд.

Г. Абих считал, что поднятие горных краев, извержение вулканов, существование термальных источников и землетрясения есть следствие одной причины. Все эти явления, рассуждал дальше Г. Абих, связаны с направлением горных цепей. Эта последняя мысль явилась оригинальной и новой для того времени. Г. Абих рассчитал на Кавказе четыре ясно выраженных направления горных цепей, причем главным из них он считал широтное, так как в этом направлении тянется пояс потухших и действующих вулканов. В этих рассуждениях Г. Абиха выражена мысль о существовании тектонически активной геосинклинальной зоны и ее сейсмической активности. Он целиком поддерживал передовую для того времени гипотезу поднятия, связывая с ней землетрясения. Его предположение о приуроченности землетрясений к определенным направлениям протяженных горных систем оказало довольно значительное влияние на представления ученых последующего периода.

Г. Абих выделял Альпийско-Кавказско-Гималайский горный пояс, характеризующийся вулканизмом и землетрясениями, т. е. в нашем по-

нимании тектонически активную альпийскую геосинклиналь. Эти передовые воззрения дали возможность ввести в науку о землетрясениях новое понятие о совпадении направления землетрясения с направлением горных цепей.

Следует отметить также большие заслуги В. В. Богачева в исследованиях по палеонтологии, стратиграфии, особенно неогеновых и четвертичных отложений Армении. Он изучил и описал много новых видов морских и пресноводных моллюсков. Выделяются его работы по палеонтологии позвоночных, главным образом, ихтиофауны и млекопитающих. Им же составлена палеофитологическая документация третичных отложений Закавказья.

Большой вклад в геологическую науку был внесен работами членов Русского географического общества, организованного в 1845 г.

В 1851 г. возник Кавказский отдел этого общества в Тифлисе.

В начальный период присоединения Закавказья к России русские горные специалисты столкнулись со многими трудностями. Кавказ представлял много серьезных препятствий для первых предпринимателей горной промышленности. Отсутствие дорог, недостаток продовольствия и трудность приобретения его в глухих уголках края, отсутствие специальных рабочих рук, незнание языка и т. д.—все это являлось серьезными трудностями.

Наследие горнодобывающей промышленности, полученное после присоединения Закавказья к России, было жалким—примитивные медеплавильные заводы и весь ход обработки и обогащения руды, поиски руд неквалифицированными специалистами и др.

Интересно высказывание русского инженера Л. И. Подгоецкого после осмотра Антониевского месторождения: «... эти две штольни представляют собой безобразный памятник неграмотности в горном деле прежних хозяев, которые не могли дать положительный результат...» Поэтому еще тогда, передовые специалисты отмечали: «... нам нужны сознательно работающие специалисты по изысканию разнообразных рудных месторождений, специалисты по добыче, обогащению руды, специалисты по плавке и др., нам нужно для применения к местным условиям подготовить таких людей, ... только густым насаждением профессионального образования в крае мы достигнем его богатств».

В результате всесторонних геологоразведочных и эксплуатационных работ, проведенных русскими горными специалистами XIX столетия, получило развитие горное дело в Закавказье вообще и в Армении в частности. Особенно это ощутимо, когда после победы Великой Октябрьской революции в России выросла целая плеяда геологов-специалистов Кавказа: А. А. Герасимов, О. Т. Карапетян, К. Н. Паффенгольц, И. Г. Кузнецов, В. Г. Грушевой, И. В. Барканов, А. Л. Додин, Л. Н. Леонтьев, В. П. Ренгартен, В. Н. Котляр, В. Е. Хаин, Л. А. Варданянц, Г. Д. Афанасьев и др., которые подняли геологическую науку на новую ступень, при уже новой благоприятной обстановке—в условиях Советской власти в Закавказье.

Именно при Советской власти были открыты промышленные месторождения редких и благородных металлов, железных руд, разнообразного нерудного сырья, минеральных источников и др., которые определили лицо Советской Армении, как высокоразвитой индустриальной республики. В этом большая заслуга нового поколения геологов — Г. М. Арутюняна, А. Т. Асланяна, А. А. Габриеляна, И. Г. Магакьяна, С. С. Мкртчяна и др. Следует отметить также работы специалистов центральных научно-исследовательских и др. учреждений—А. Н. Заварицкого, П. И. Лебедева, Ф. Ю. Левинсона—Лессинга, В. Ф. Захарова, А. Г. Бетехтина, Е. Е. Милановского, И. И. Малышева, А. В. Сидоренко, П. Я. Антропова и др.

История формирования и развития геологических наук в Советской Армении, история формирования национальных кадров, способных на высоком техническом уровне решать вопросы в области наук о Земле, обобщение опыта организации геологоразведочных работ, открытия месторождений минерального сырья, является ярким примером бескорыстной помощи всех союзных республик. Содружество со всеми учеными нашей необъятной страны—залог успехов геологов Армении.

Գ. Մ. ԱՐՍԵՆՅԱՆ, Պ. Մ. ԲԱՐԹԻԿՅԱՆ, Ա. Ս. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Մ. Գ. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ,
Է. Խ. ՂՈՒԼՅԱՆ, Ն. Ս. ԽԱԶԱՏՐՅԱՆ

ՌՈՒՍԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՈՒ ՏԵԽՆԻԿԱՅԻ ԲԱՐԵՐԱՐ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ ԼԵՌՆԱՅԻՆ ԳՈՐԾԻ ԵՎ ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՄՏՔԻ
ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ԳՈՐԾՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Անդրկովկասի միավորումը Ռուսաստանի հետ ստեղծեց բարենպաստ քաղաքական իրադրություն, որի ժամանակ Հայաստանը, ինչպես նաև Անդրկովկասի մյուս շրջանները, միավորվեցին տնտեսապես ավելի զարգացած մի երկրի հետ։ Դրա հետևանքով հնարավոր եղավ ուսումնասիրել Ռուսաստանի Հայաստան, որոնք մեծ աշխատանք կատարեցին երկրի ընդերքի հարստությունների հայտնաբերման և շահագործման գործում։ Ռուս մասնագետները ղինված լինելով այն ժամանակվա համար առաջավոր երկրաբանական տեսությամբ նպաստեցին Հայաստանում երկրաբանական առաջավոր մտքի զարգացմանը։

УДК 549.283 : 550.4

А. И. КАРАПЕТЯН, Ш. О. АМИРЯН, Р. Г. МХИТАРЯН,
Г. М. МКРТЧЯН

КОНВЕРГЕНЦИЯ И ТИПОМОРФИЗМ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ИЗ РУДНЫХ ФОРМАЦИЙ АРМЯНСКОЙ ССР

Конвергенцией называется образование одних и тех же минералов, минеральных ассоциаций или свойств минералов при различных геологических условиях. Минералообарзование, охватывающее экзогенные и эндогенные условия, называется конвергенцией первого порядка; возникновение же минералов только в экзогенных или эндогенных условиях называется конвергенцией второго порядка [18]. Конвергенция одних минералов происходит при весьма резко отличающихся условиях, других—при сравнительно небольшом диапазоне температур и давлений. В соответствии с этим конвергенция первого порядка подразделяется на две группы: при широком и узком диапазоне термодинамических условий.

Термин «типоморфизм» в минералогии применяется для обозначения минералов или их свойств, образующихся в одинаковых или весьма близких термодинамических, физико-химических и геологических условиях.

Одной из важнейших задач генетической минералогии в настоящее время является выявление типоворфных минералов вообще и типоворфных особенностей конвергентных минералов в частности. В предлагаемой статье сделана попытка на основании полученного авторами фактического материала определить порядок конвергенции и типоворфные свойства самородного золота из рудных формаций Армянской ССР.

Самородное золото относится к числу важнейших и широко распространенных рудных минералов Малого Кавказа. В группе самородных элементов оно является наиболее ценным и развито в рудах самых различных по условиям образования месторождений. Это главным образом месторождения плутогенной, в меньшей мере вулканогенной гидротермальных рудных формаций. Наиболее часто самородное золото встречается в рудах золото-теллур-полиметаллической или золото-сульфидно-теллуровой (Зод, Меградзор), золото-полиметаллической (Тей-Личквас, Гамзачиман и др.) формаций, а затем колчеданно-полиметаллической (Шаумян-Халадж и др.), медно-молибденовой (Анкаван, Каджаран, Дастакерт и др.), золото-сурьма-полиметаллической (Азатек, Каялу), медно-мышьяковой, золото-кварцевой и полиметаллической формаций. Значительно реже самородное золото встречается в рудах метаморфогенной кварц-золоторудной (Ванкидзор и др.) и скарновой железорудной (Раздан) формаций.

Значительную роль играет вторичное золото, образование которого связано с разложением золотосодержащих гипогенных минералов (сульфидов, сульфосолей, в особенности, теллуридов). Золото такого происхождения развито главным образом в зонах окисления и вторичного сульфидного обогащения и составляет значительную часть россыпного золота бассейнов рек Мармарик, Мегригет, Арпа и т. д.

Обобщенные в таблице I парагенезисы самородного золота показывают, что во всех перечисленных формациях оно проявляется в устойчивых парагенетических ассоциациях минералов, число и интенсивность проявления которых в различных формациях существенно разны. Для золоторудных формаций характерны две-три, иногда четыре парагенетические ассоциации с самородным золотом, а для незолоторудных формаций—одна-две. Кроме того, в золоторудных формациях золотосные ассоциации минералов являются главными рудообразующими парагенезисами, образование которых происходит в средних и поздних стадиях минерализации, тогда как в других формациях золото связано с второстепенными парагенетическими ассоциациями, образующимися преимущественно в поздних, сравнительно низкотемпературных стадиях минерализации.

По качественно-количественному минеральному составу парагенезисы самородного золота существенно отличаются друг от друга, в них относительная роль золота существенно разная. Наиболее богаты им парагенезисы золото-теллуровой стадии, затем идут полиметаллическая, арсенопиритовая, медно-мышьяковая и др.

В зависимости от термодинамических условий рудообразования и состава рудоносных растворов парагенезисы одноименных стадий несколько отличаются друг от друга. Так, в парагенезисах полиметаллической, медно-мышьяковой и пирит-халькопиритовой стадий в одних месторождениях самородное золото ассоциирует с сульфидами, в других—с теллуридами и сульфидами. При этом какой-либо зависимости от формационной принадлежности месторождений не наблюдается. Месторождения одной и той же формации характеризуются несколько различными ассоциациями золота и, наоборот, одни и те же ассоциации проявлены в месторождениях различных формаций (конвергенция). Диапазон температур и давлений проявления гипогенных золотоносных ассоциаций, судя по парагенезисам, их составу и декрепитации газожидких включений, весьма велик—от высокотемпературных до низкотемпературных, от значительных глубин до близповерхностных.

В экзогенных условиях самородное золото образуется в результате окисления и разложения золотосодержащих минералов в низкотемпературных условиях, при низком давлении.

Таким образом в рудных формациях Армянской ССР самородное золото выступает в роли типичного конвергентного минерала, конвергенция его первого порядка, она проявлена в широких диапазонах колебаний температур и давлений. Конвергенция гипергенного самородного золота в отмеченных рудных формациях относится ко второму

Парагенезисы самородного золота в рудных формациях Армянской ССР

Стадии минерализации	Ассоциации элементов	Парагенетические ассоциации минералов	Рудные формации и месторождения
1	2	3	4
Полиметаллическая	Au—Ag—Te—Bi—Cu—Pb—Zn—As—Fe—S—Si—Ca.	Самородное золото-гессит-петцит-сильванит-алтаит-теллуrowисмутит-теннантит-галенит-сфалерит-халькопирит-пирит-кварц-карбонаты.	Золото-теллур-полиметаллическая (Меградзор), медно-молибденовая (Каджаран, Аткиз), колчеданно-полиметаллическая (Шаумян-Халадж-Тежадин), золото-полиметаллическая (с шеелитом) (Гамзачиман), скарновая железорудная (Раздан).
	Au—Ag—Bi—Te—Pb—Sb—Cu—Zn—As—Fe—S—Si—Ca.	Самородное золото-гессит-алтаит-тетрадимит-матильдит-козалит-айкинит-галеновисмутит-теллуrowисмутит-арсенопирит-теннантит-сфалерит-галенит-халькопирит-пирит-пирротин-кварц-карбонаты.	Золото-сурьмяно-полиметаллическая (Азатек, Гегарчин, Софи-бина).
	Au—Ag—Cu—Pb—Zn—As—Sb—Fe—S—Si—Ca.	Самородное золото-самородное серебро-акантит-штрмейерит-полибазит-пирсеит-галенит-сфалерит-теннантит-халькопирит-пирит-кварц-барит.	Колчеданно-барито-полиметаллическая (Ахтала).
	Au—Ag—Cu—Pb—Zn—As—Sb—Fe—S—Si—Ca.	Самородное золото-самородное серебро-аргентит-галенит-сфалерит-блеклая руда-халькопирит-пирит-кварц-карбонаты.	Серноколчеданная (Тандзут), золото-полиметаллическая (золото-сульфидная) (Тей-Личквас, Кабахлу), полиметаллическая (Газма, Гюмүш-хана), мышьяково-полиметаллическая (Аравуская гр.), медно-молибденовая (Анкаван, Дастакерт, Агарак и др.)

1	2	3	4
М е д н о - м ы ш ь я к о в а я	Au—Ag—Ge—Cu—As— Pb—Zn—Fe—S—Si.	Самородное золото-самородное серебро-акантит-германит-реньерит-борнит-халькозин-тенинантит-халькопирит-галенит-сфалерит-пирит-кварц.	Колчеданно-барито-полиметаллическая (Ахтала)
	Au—Ag—Ge—Sn—Cu— As—Fe—S—Si.	Самородное золото-самородное серебро энаргит-тенинантит-люционит-борнит-халькозин-германит-реньерит-станин-идаит-халькопирит-пирит-кварц.	Колчеданно-полиметаллическая (Кафан), мышьяково-полиметаллическая (Аравусская группа).
	Au—Ag—Bi—Ge—Cu— As—S—Si.	Самородное золото-самородное серебро-германит-реньерит-теллуrowисмутит-гессит-петцит-сильванит-висмутин-виттихенит-эмплектит-лорандит-халькопирит-пирит-кварц.	Медно-молибденовая (Дастакерт)
	Au—Ag—Bi—Ge—Te— Ti—Cu—Fe—As—Si—S.	Самородное золото-самородное серебро-германит-реньерит-теллуrowисмутит-гессит-петцит-сильванит-висмутин-виттихенит-эмплектит-лорандит-халькопирит-пирит-кварц	Медно-молибденовая (Анкаван)
	Au—Ag—Te—As—Fe— Cu—Pb—Zn—S—Si.	Самородное золото-тенинантит-халькопирит-галенит-сфалерит-пирит-кварц-борнит-энаргит-халькозин и др.	Золото-теллур-полиметаллическая (Меградзор)
Сульф-антимонитовая	Au—Ag—Sb—Pb—Zn— Cu—Fe—S—Si.	Самородное золото-антимонит-буланжерит-бурнонит-семсепт-геокронит-цинкенин-плагионит-тетраэдрит-галенит-сфалерит-халькопирит-пирит-кварц	Золото-сурьяно-полиметаллическая (Азатек, Гегарчин и др.).

1	2	3	4
Золото-теллуровая	Au—Ag—Te—Hg— Pb—As—Cu—Zn—Fe— S—Si—Ca.	Самородное золото-гессит-петцит-колорадонит-силъ- ванит-калаверит-креннерит-сфалерит-галенит- халькопирит-пирит-кварц-карбонаты.	Золото-теллур-полиметаллическая (Меградзор)
	Au—Ag—Bi—Zn—Pb— Fe—Cu—S—Si—Ca.	Самородное золото-тетраэдрит-жозеит-теллуrowис- мутит-калаверит-креннерит-галенит-сфалерит- кварц-карбонаты.	Золото-теллур-полиметаллическая (Сарнахпюр)
Арсенопи- ритовая	Au—Ag—As—Fe—Cu— Pb—Zn—S—Si.	Самородное золото-арсенопирит-теннантит-халько- пирит-галенит-сфалерит-пирит-кварц.	Золото-полиметаллическая (Тей-Личквaz)
Пирит-халькопи- ритовая	Au—Ag—Bi—Te—Fe— Cu—S—Si—Ca.	Пирит-халькопирит-марказит-пирротин-висмутин- самородное золото-теллуrowисмутит-тетрадимит- гессит-бл. руды-кварц-кальцит.	Золото-теллур-полиметаллическая (Меградзор), золото-полиметаллическая (Тей-Личквaz)
	Au—Ag—As—Cu—Fe— S—Si—Ca.	Пирит-халькопирит-энаргит-тетрадимит-самород- ное золото-кварц-кальцит.	Колчеданно-полиметаллическая (Шаумян-Халадж- Тежадни)
Золото-ше- елитовая	Au—W—Fe—Si—Ca—S.	Пирит-шеелит-самородное золото-магнетит-гема- тит-кварц-кальцит.	Золото-полиметаллическая (с шеелитом) (Гамза- чиман)
Антимони- товая	Au—Sb—Cu—Zn—Pb— Ba—S—Ca.	Антимонит-самородное золото-сфалерит-галенит- тетраэдрит-барит-кварц-кальцит	Золото-сурьяно-полиметаллическая (Азатек)

порядку и характеризуется узкими диапазонами температур и давлений.

В рудах рассматриваемых формаций самородное золото нередко представлено микроскопически видимыми частицами, которые наиболее часто встречаются в рудах Меградзорского месторождения и, в особенности, в его верхних горизонтах. В меньшем количестве оно установлено также в рудах Тей-Личкваского, еще меньше Гамзачиманского и Азатекского месторождений. Во всех случаях видимое золото связано с

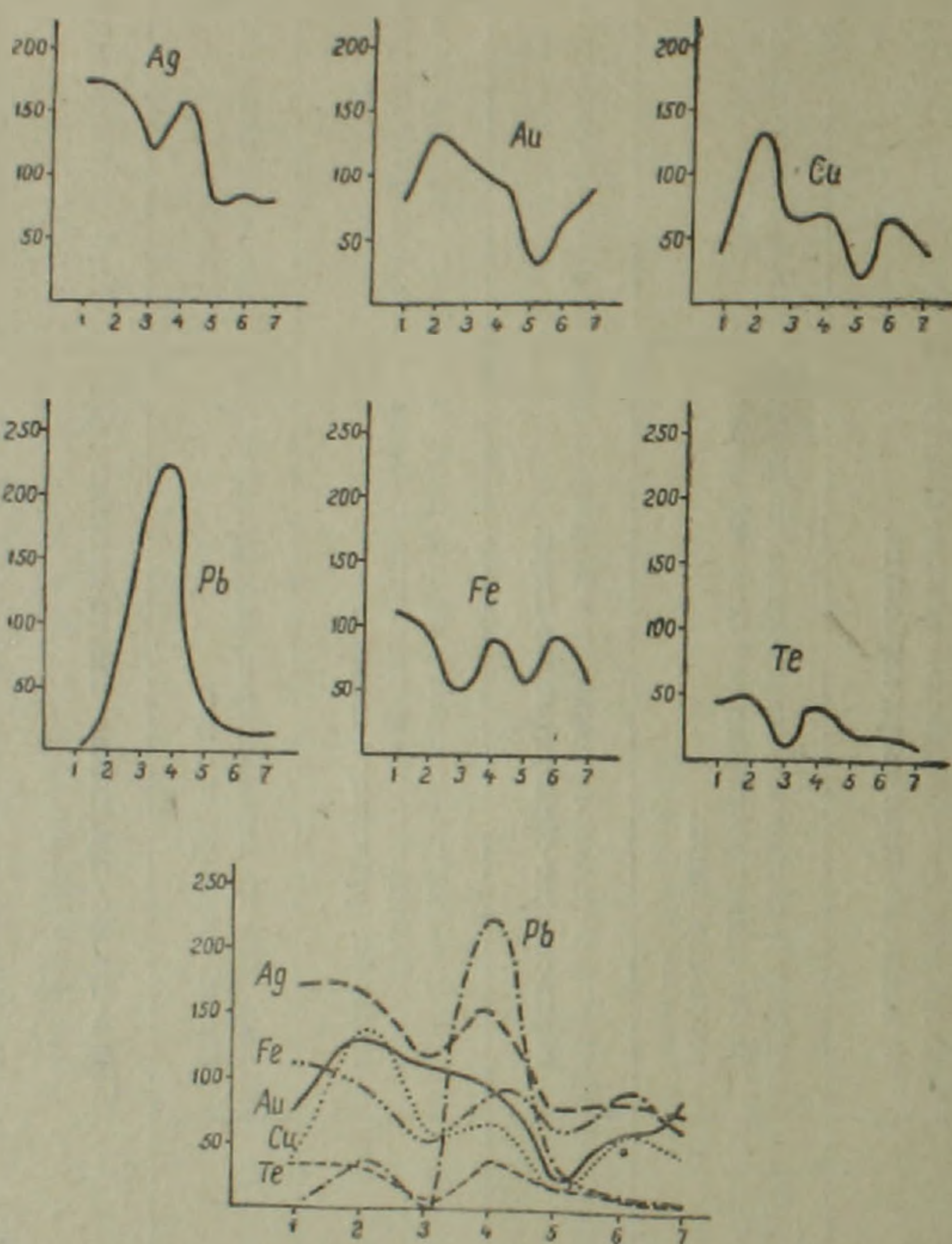


Рис. 1. Относительные содержания отдельных элементов в условных единицах в различных точках опробования самородного золота из Меградзорского золоторудного месторождения по данным лазерного микроанализа. По оси абсцисс—точки опробования, по оси ординат—содержания в условных единицах.

наиболее поздними, сравнительно низкотемпературными стадиями минерализации. В рудах Меградзора (Шакарсар) оно связано со средними и поздними стадиями минерализации. От ранних к поздним стадиям относительное количество и размер выделений самородного золота увеличивается. Такая тенденция укрупнения частиц является одной из характерных типоморфных особенностей самородного золота, отмеченной

ранее Н. В. Петровской [13, 14, 15]. В большинстве случаев видимое золото тяготеет к контактам рудных минералов (сульфиды, теллуриды) с кварцем или последнего с реликтами вмещающих пород. Золото нередко развивается по границам зерен кварца, кристаллов кальцита или по трещинкам раздробленных жильных и рудных минералов. Среди видимого золота преобладают неправильные по форме выделения, встречаются также дендриты, геммидноморфные частицы¹, слабо развитые кристаллики.

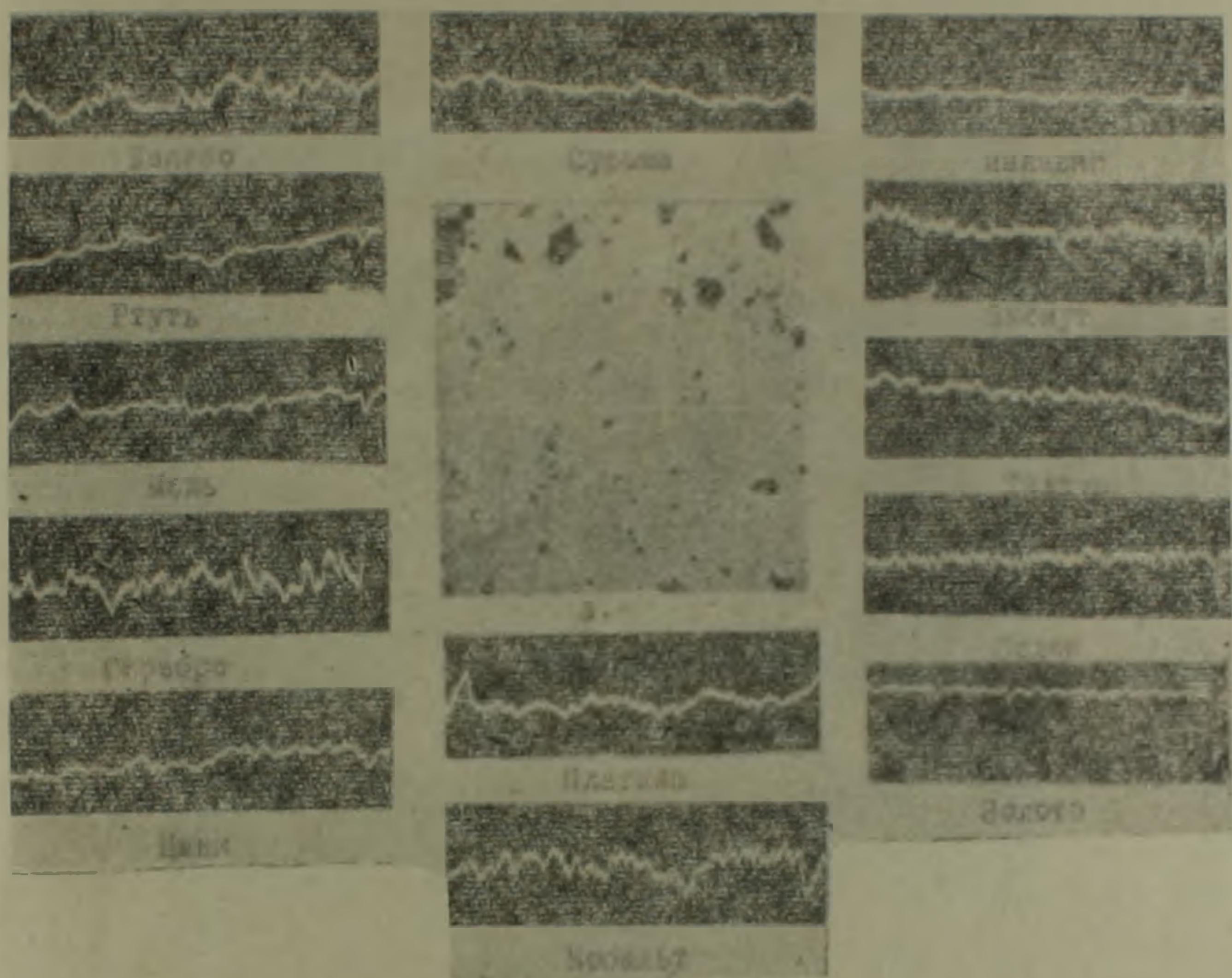


Рис. 2. Участок полированного шлифа (а) с линией сканирования (избранные во вторичных электронах, увеличение 300X и характер распределения железа, ртути, меди, серебра, цинка, сурьмы, платины, кобальта, палладия, висмута, теллура и золота по этой линии.

Микроскопические выделения самородного золота имеют несравненно большее распространение, они так же, как и макроскопически видимое золото, главным образом развиваются по трещинкам более ранних минералов (трещинные, прожилковые, цементационные в брекчиях и т. д.) и образуют интерстициальные частицы, заполняя друзовые полости. Встречаются также геммидноморфные частицы (сростки ксеноморфных золотинок и кристаллов), идиоморфные удлиненные (игольчатые, проволоочные, волосовидные) кристаллы, дендритоиды и др. формы.

¹ Имеются в виду ксеноморфные выделения с отдельными несовершенно развитыми кристаллическими выступами, располагающимися на границе с минералами, легко поддающимися замещению.

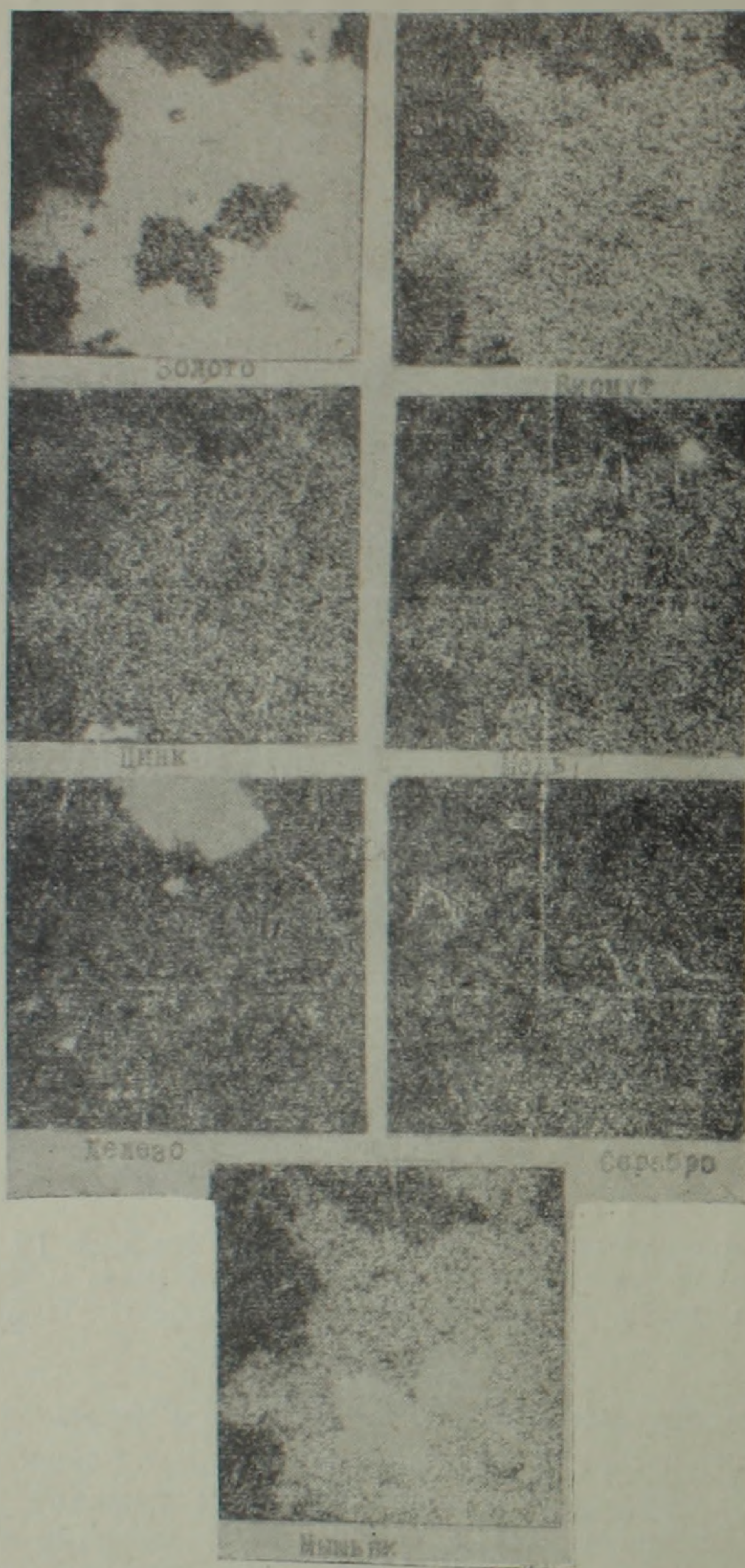


Рис. 3. Участок полированного шлифа с линией сканирования с распределением золота, серебра, висмута, цинка, меди, железа, мышьяка по этой линии; а—самородное золото (белое) с микровключениями теннантита (серое) во вторичных электронах. Увеличение 300X.

Внутреннее строение выделений золота в большинстве случаев зернистое, нередко двойники, скелетно- и мозаично-дендритовые, зональные структуры роста.

Наиболее характерна приуроченность самородного золота к катаклазированным частям пирита, оно нередко устанавливается также в

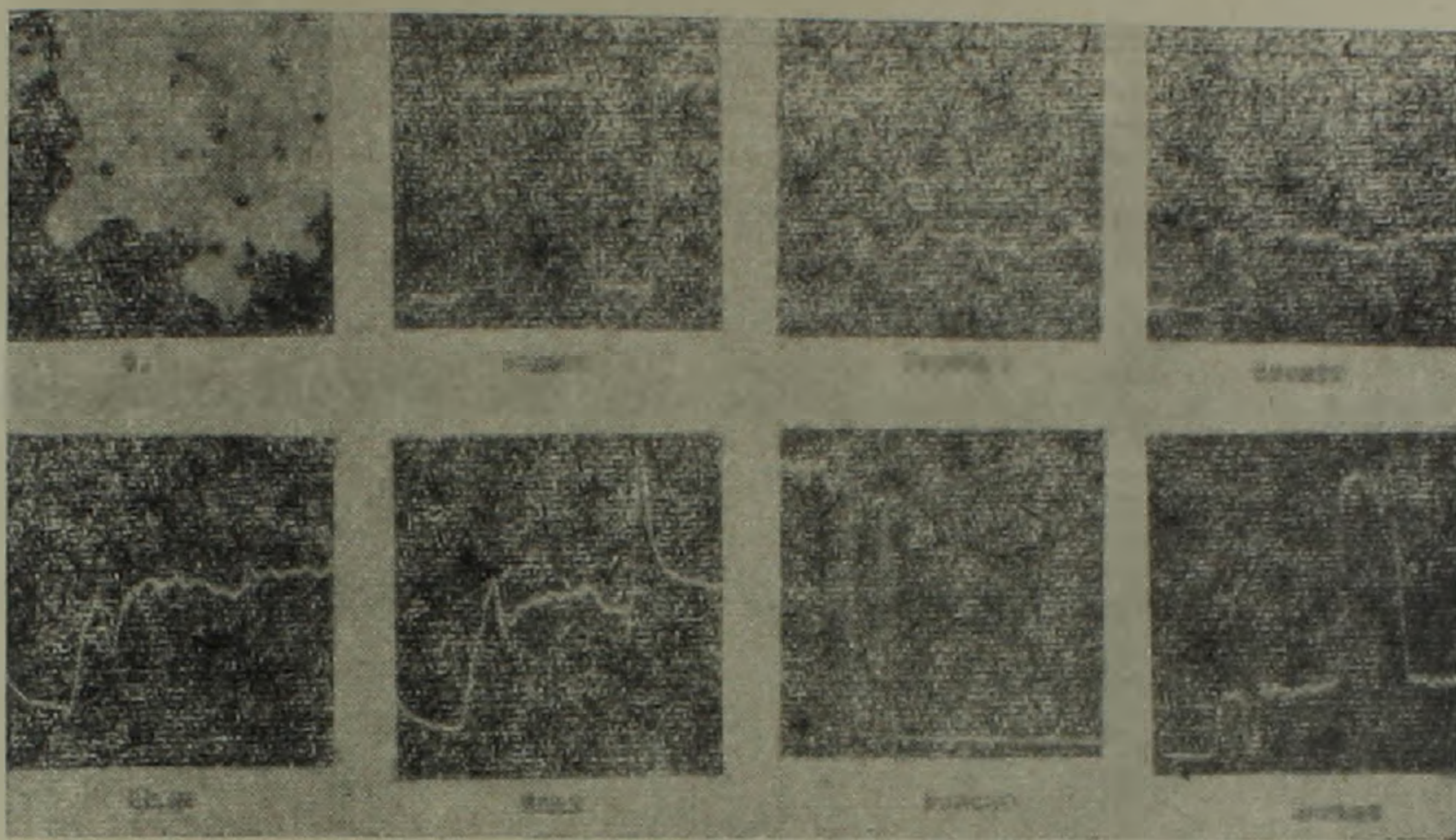


Рис. 4. Характер площадного распределения золота, висмута, цинка, меди, железа, серебра и мышьяка в самородном золоте, в микровключениях теннантита, пирита, кварца и других минералов. Увеличение 300X

полях сфалерита, халькопирита, арсенопирита, борнита, блеклой руды, галенита, гессита и др. минералов. В большинстве случаев самородное золото является наиболее поздним образованием, выпадавшим после кристаллизации почти всех ассоциирующих с ним минералов, в том числе и теллуридов. Вместе с тем были установлены случаи пересечения выделений самородного золота микропрожилками блеклой руды, что может свидетельствовать о значительной продолжительности процесса и разновременности его образования. Под микроскопом в полях золота нередко устанавливаются включения сульфидов, теллуридов, жильных минералов. Размер включений, как и размер самих выделений самородного золота варьирует в широких пределах: от нескольких микронов, едва уловимых под обыкновенным поляризационным микроскопом, до 2—3 мм. Эти включения значительно искажают истинную картину состава золота.

Состав золота, его проба и элементы-примеси в нем имеют наиболее важное типоморфное значение. Набор и концентрация элементов-примесей в самородном золоте из различных формаций, стадий минерализации и парагенетических ассоциаций минералов колеблются в значительных пределах (табл. 2), соотношение Au и суммы примесей в самородном золоте (проба) во многом зависит от температурных условий минералообразования. От сравнительно высокотемпературных к низкотемпера-

Результаты микрохимических анализов самородного золота

Месторождения	Стадии минерализации	Элементы и их					
		Au	Ag	Fe	Cu	Sb	As
Меградзор	Полиметаллическая	92,5—95,0	—	—	—	—	—
	Полиметаллическая	93,0	5,1	0,30	0,01	—	0,01
	Золото-теллуровая	82,5—85,0	5,6	0,02	0,003	0,001	0,001
	Золото-теллуровая	88,20	6,5	0,10	0,03	0,02	0,03
	Золото-теллуровая и золото-сульфидная	91,31	6,79	0,13	0,003	0,006	0,006
Азатек (Гегарчин)	Полиметаллическая	92,7	6,95	0,30	0,003	0,007	0,01
	Сульфоантимонитовая	83,04	15,58	0,03	0,14	0,015	0,06
Тей-Личкваз	Золото-арсенопиритовая	78,0	4,0	0,2	0,06	—	0,01
	Золото-полиметаллическая	87,0	—	—	—	—	—

Таблица 3

Результаты лазерного микроспектрального анализа

№ изученных точек	Содержание элементов					
	Ag	Au	Cu	Pb	Fe	Te
1	173	81	40	—	111	48
2	171	131	132	37	99	47
3	119	116	66	—	54	12
4	156	96	70	225	89	41
5	79	30	20	41	63	21
6	84	65	63	17	90	17
7	83	90	48	(16)	64	12

Примечание: результаты приведены в условных единицах (почернениях спектральных линий). С целью повышения точности анализа для серебра, золота, свинца и теллура представлены средние почернения по 2—3 спектральным линиям:

Ag (2437,8Å; 24447,9Å и 2473,8Å), Au (2912,5Å; 3029,2Å); Pb (3639,6Å и 3683,2Å); Te (2383,2Å и 2385,8Å). Медь оценена по линии 3247,5Å, а железо—по линии 2599,4Å.

Такое представление результатов, не отражая концентрацию элементов в процентах, позволяет рассматривать относительные изменения в их содержаниях.

турным проба золота падает. Так, в рудах Анкаванского месторождения, по данным А. И. Карапетяна [6], она составляет 900—950, в рудах Личкваз-Тейского месторождения, по Ш. О. Амиряну, она значительно ниже—750—870. По П. С. Бернштейну и др. от золото-полиметалли-

Таблица 2

из различных месторождений Армянской ССР

содержание в %							Автор анализа и аналитик
Bi	Te	Se	Zn	Pb	H. o.	Σ	
—	—	—	—	—	—	—	П. С. Бернштейн и др. (1968), Ф. А. Ферьянчик
—	0,01	0,002	0,01	0,05	1,75	100,242	А. И. Карапетян, Ф. А. Ферьянчик
0,001	0,02	0,003	0,001	—	—	—	П. С. Бернштейн и др. (1968) Ф. А. Ферьянчик
0,001	0,30	0,05	0,001	0,01	4,10	99,342	А. И. Карапетян, Ф. А. Ферьянчик
—	0,03	0,039	—	0,001	2,30	100,668	Ш. О. Амирян (1968) Ф. А. Ферьянчик
0,002	—	—	0,008	0,005	0,30	100,312	Ш. О. Амирян, А. Г. Акопян (1964), Ф. А. Ферьянчик
0,007	—	—	—	0,001	1,13	99,003	Ш. О. Амирян, А. Г. Акопян (1964), Ф. А. Ферьянчик
0,001	—	—	0,02	0,002	—	—	Ш. О. Амирян (1971), Л. А. Николаева
—	—	—	—	—	—	—	Ш. О. Амирян (1971), Л. А. Николаева

ческой к золото-теллуровой стадии Меградзорского месторождения проба золота падает от 925—950 до 825—850. По данным Ш. О. Амиряна (1974), от золото-полиметаллической к сульфоантимонитовой стадии (Азатек) проба золота соответственно падает от 870 до 780.

Эта закономерность, отмеченная ранее Fisher N. H. [19], Ш. О. Амиряном (1974) и др., обусловлена возрастанием роли серебра и др. элементов в рудообразующих растворах сравнительно низкотемпературных стадий минерализации.

Детальные микроскопические исследования выделений самородного золота с применением рентгеновского и лазерного микрозондов позволяют заключить о неоднородности его состава. В пределах даже небольших выделений устанавливаются значительные колебания содержания золота и связанных с ним примесей: Ag, Bi, Cu, Zn, Fe и др. (табл. 3, рис. 1—6). В таблице 3 обобщены результаты локального микроспектрального (лазерного) анализа¹ различных участков самородного золота из Меградзорского золоторудного месторождения.

Как следует из таблицы 3 и составленных по ней графиков (рис. 1), по величине колебаний содержания элементы располагаются в следующий ряд: свинец, медь, серебро, золото, железо, теллур.

¹ Лазерные микроспектральные анализы выполнены в ИГН на приборе LMA-1 производства фирмы К. Цейсс (ГДР) в комплекте с дифракционным спектрографом PGS-2, обеспечивающим дисперсию 7,4А/ММ; фотопластинки Zu-2 (ГДР); область регистрации спектра 2300—4000А.

Микрорентгеноспектральные анализы¹ показывают, что на сравнительно небольших участках содержание золота колеблется в небольших пределах. Наиболее значительны колебания содержаний серебра, железа, кобальта, ртути, платины, цинка, меди, селена, палладия (рис. 2, 3, 4).

Полученные данные о неоднородности состава самородного золота из различных месторождений и рудных формаций в целом согласуются с выводами Н. В. Петровской [15] о том, что твердые растворы различных элементов, за редкими исключениями, не могли сохраняться длительное время и неизбежно должны были распадаться. Вместе с тем эта неоднородность, по-видимому, в значительной мере обусловлена субмикроскопическими включениями других минералов и неравномерным распределением (первичным) примесей в самородном золоте.

В золото-теллуридных рудах установлены интересные факты образования вторичного (гипогенного и гипергенного) золота, в результате параморфного превращения петцита в гессит и окисления золото-содержащих сульфидов, сульфосолей, теллуридов. Вторичное золото, высвобожденное в результате разложения первичных минералов (сульфидов, теллуридов, сульфосолей), как правило, характеризуется тонкозернистым внутренним строением и сравнительно высокой пробностью.

З а к л ю ч е н и е

Самородное золото в рудных формациях Армянской ССР представляет собой типичный конвергентный минерал, образующийся в значительных диапазонах колебаний температур и давлений. Конвергенция гипергенного самородного золота существенно отличается от таковой гипогенного золота. Она относится к конвергенции второго порядка и проявляется в сравнительно узких и низких диапазонах колебаний температур и давлений.

Самородное золото обладает определенными типоморфными свойствами. Наиболее важное типоморфное значение имеет состав (проба) золота. От высокотемпературных парагенетических ассоциаций к низкотемпературным проба его падает, что обусловлено возрастанием относительной концентрации серебра и др. элементов в завершающих рудообразовательный процесс рудоносных растворах. Низкотемпературное золото отличается также большей неоднородностью состава и физико-механических свойств. Типоморфными характеристиками являются также размер и форма зерен самородного золота. От ранних к поздним ассоциациям минералов увеличивается размер зерен, уменьшается степень их идиоморфизма.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 9.VI.1978.

¹ Локальные рентгеноспектральные исследования проводились на микрозонде марки JXA-5 Японской фирмы «Джеол», при ускоряющем напряжении 25 кВ и силе тока 3×10^{-8} А.

Ա. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Շ. Հ. ԱՄԻՐՅԱՆ, Ռ. Գ. ՄԵԼԻՔԱՐՅԱՆ, Գ. Մ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ

ԲՆԱԾԻՆ ՈՍԿՈՒ ԿՈՆՎԵՐԳԵՆՑԻԱՆ ԵՎ ՏԻՊՈՄՈՐՖԻԶՄԸ
ՀՍՍՀ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՖՈՐՄԱՑԻԱՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Երկար տարիների մանրազնի ուսումնասիրությունների շնորհիվ «տացված հարուստ փաստացի նյութի ամփոփումը և ընդհանրացումը թույլ է տալիս եզրակացնելու, որ ՀՍՍՀ հանքային ֆորմացիաների բնածին ոսկին ներկայացված է որպես տիպիկ կոնվերգենտ միներալ: Նրա առաջացումը կատարվում է թերմոդինամիկ պայմանների տատանման մեծ դիապազոններում, այդ կոնվերգենցիան առաջին կարգի է: Հիպոթեզն ոսկու կոնվերգենցիան տարբերվում է հիպերգեն ոսկու կոնվերգենցիայից: Վերջինս կատարվում է ցածր ջերմաստիճանի ու ճնշման տատանման փոքր սահմաններում:

Բնածին ոսկին ուսումնասիրված ֆորմացիաներում օժտված է որոշակի տիպոմորֆ հատկություններով: Առավել կարևոր տիպոմորֆ նշանակություն ունի նրա կազմը կամ հարգը: Բարձր ջերմաստիճանից ցածրին անցնելու պայմաններում բնածին ոսկու հարգն ընկնում է, այն պայմանավորված է հանքային պրոցեսն ավարտող հիդրոթերմալ լուծույթներում արժաթի և մի շարք այլ տարրերի կոնցենտրացիայի աճով: Ցածր ջերմաստիճանի բնածին ոսկին բնութագրվում է նաև կազմի և ֆիզիկա-քիմիական պայմանների, ջերմաստիճանի ու ճնշման փոփոխման փոքր սահմաններում:

Տիպոմորֆիզմի տեսակետից որոշակի հետաքրքրություն են ներկայացնում նաև ոսկու հատիկների չափերն ու ձևերը: Վաղ առաջացումներից դեպի ուշ առաջացումները բնածին ոսկու հատիկների չափերը աճում են, իջնում է նրանց իդիոմորֆիզմի աստիճանը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Амирян Ш. О., Аюлян А. Г. О золоторудной минерализации на одном сурьмяно-полиметаллическом месторождении. Научн. техн. сб., Ереван, № 3—4, 1963.
2. Амирян Ш. О., Карапетян А. И. Минеральный состав руд Меградзорского золоторудного месторождения. В кн.: «Экспериментально-методические исследования рудных минералов». М., «Наука», 1965.
3. Амирян Ш. О. К минералогии и золоторудной минерализации Гамзачиманского месторождения. Зап. Арм. отд. ВМО. вып. 3, 1966.
4. Амирян Ш. О. Некоторые новые данные по минералогии и геохимии руд Личквасского золоторудного месторождения. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XIX, № 6, 1966.
5. Амирян Ш. О. Некоторые черты металлогена золота и золотоносных ассоциаций минералов в Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XXI, № 4, 1968.
6. Карапетян А. И. Характер оруденения золота на одном медно-молибденовом месторождении. Известия АН Арм. ССР, Геол.-геогр. науки, т. XIV, № 4, 1961.
7. Карапетян А. И., Амирян Ш. О. Об обнаружении теллуридов золота, серебра, висмута и свинца в рудах Меградзорского золоторудного месторождения. ДАН Арм. ССР, т. 38, № 1, 1964.

8. Карапетян А. И. Об обнаружении золото-серебро-висмут-теллуровой минерализации в рудах Разданского железорудного месторождения. ДАН Арм. ССР, 1969, т. 49, № 1.
9. Карапетян А. И. Благородные и редкие элементы в рудах Раздан-Анкаванской зоны. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 5, 1973.
10. Карапетян А. И., Амирян Ш. О. Парагенезисы золота в главнейших эндогенных рудных формациях Армянской ССР. Тезисы докладов симпозиума «Минералогия и геохимия золота», ч. 1, Владивосток, 1974.
11. Магакьян И. Г., Амирян Ш. О. Золото. В кн.: «Геология Армянской ССР», т. VI, «Металлические полезные ископаемые», Изд. АН Арм. ССР., Ереван, 1967.
12. Магакьян И. Г., Пиджян Г. О. и др. Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1972.
16. Фарамазян А. С. К минералогии полиметаллических руд Каджаранского медно-молибденового месторождения, Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-геогр. наук, т. XI, № 6, 1958.
13. Петровская Н. В. К вопросу о принципах минералогической классификации типов первичных золотоносных руд. Труды НИГРИ-Золото, вып. 20, 1955.
14. Петровская Н. В. Интраминерализационное развитие деформаций, перекристаллизации и переотложения минерального вещества при формировании золоторудных месторождений. Труды ЦНИГРИ, вып. 87, 1970.
16. Петровская Н. В. Самородное золото. «Наука», М., 1973.
17. Пиджян Г. О., Карапетян А. И. Характер распределения оруденения в рудном поле Азатекского золото-сурьяно-полиметаллического месторождения. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 2, 1978.
18. Чухров Ф. В. Некоторые вопросы типоморфизма минералов. В кн.: «Типоморфизм минералов и его практическое значение». 1972.
19. Fisher N. H. The fineness of Gold, with Special Reference to the Morobe Gold-field, New Guinea. Econ. Geol. v. 40, № 7, 1945.

УДК 622.235

М. И. ПЕТРОСЯН

О СВЯЗИ ВЗРЫВНОЙ ВОЛНЫ С
РАЗРУШЕНИЕМ ГОРНЫХ ПОРОД

Подземная разработка рудных месторождений неразрывно связана с применением взрывной отбойки, ее роль с расширением и совершенствованием технологии выемки постоянно увеличивается. Задачей взрыва теперь является не только отделение от массива полезного ископаемого и его дробление, но также и сохранение массива за контуром скважин от возможных разрушений вмещающих пород, разубоживающих руду. Решение этой проблемы возможно на основе глубокого изучения физической природы действия взрыва на горные породы. Как известно, в настоящее время отсутствует единое мнение специалистов по этому вопросу, представления о роли взрывной волны и продуктов детонации взрывчатого вещества (ВВ) противоречивы. Несмотря на это, анализ работ в области взрывной отбойки показывает общность во взглядах авторов, согласно которым массив разбивается трещинами, обусловленными действием взрывной волны, а продукты детонации, как бы завершая работу взрыва, только лишь расчленяют его. Обращает на себя внимание представление строго волновой схемы дробления пород в зоне, примыкающей к заряду [7]. Эксперименты, на которых основывается это представление, выполнены на оптически активных материалах (плексиглас, стекло и др.). Не затрагивая подробности методологических положений, отметим, что основным недочетом эксперимента является невозможность обеспечения необходимых и достаточных условий подобия между натурой и моделью. В связи с этим был развит метод эквивалентных материалов [1] и разработан способ регистрации трещин в процессе разрушения пород взрывом [6], что позволило расширить возможности изучения кинетики разрушения тела.

Для изучения физической природы действия взрыва на горные породы, необходимо было установить доленое участие взрывной волны и продуктов детонации ВВ.

Регистрацию напряжений, возникающих в массиве при прохождении взрывной волны осуществляли с помощью тензодатчиков специальной конструкции. В блоке модели (рис. 1) устанавливали три тензодатчика на различных уровнях уступа, располагая их (в глубь массива) на расстоянии 38 мм от заряда (тэн). Скважину диаметром 2,4 мм и длиной 370 мм располагали параллельно поверхности обнажения, принимая линию наименьшего сопротивления (лнс) 35 мм. На рис. 2 показаны осциллограммы напряжений, развивающихся во времени в трех конкретных точках массива. При этом фиксируется смещение импульса взрыв-

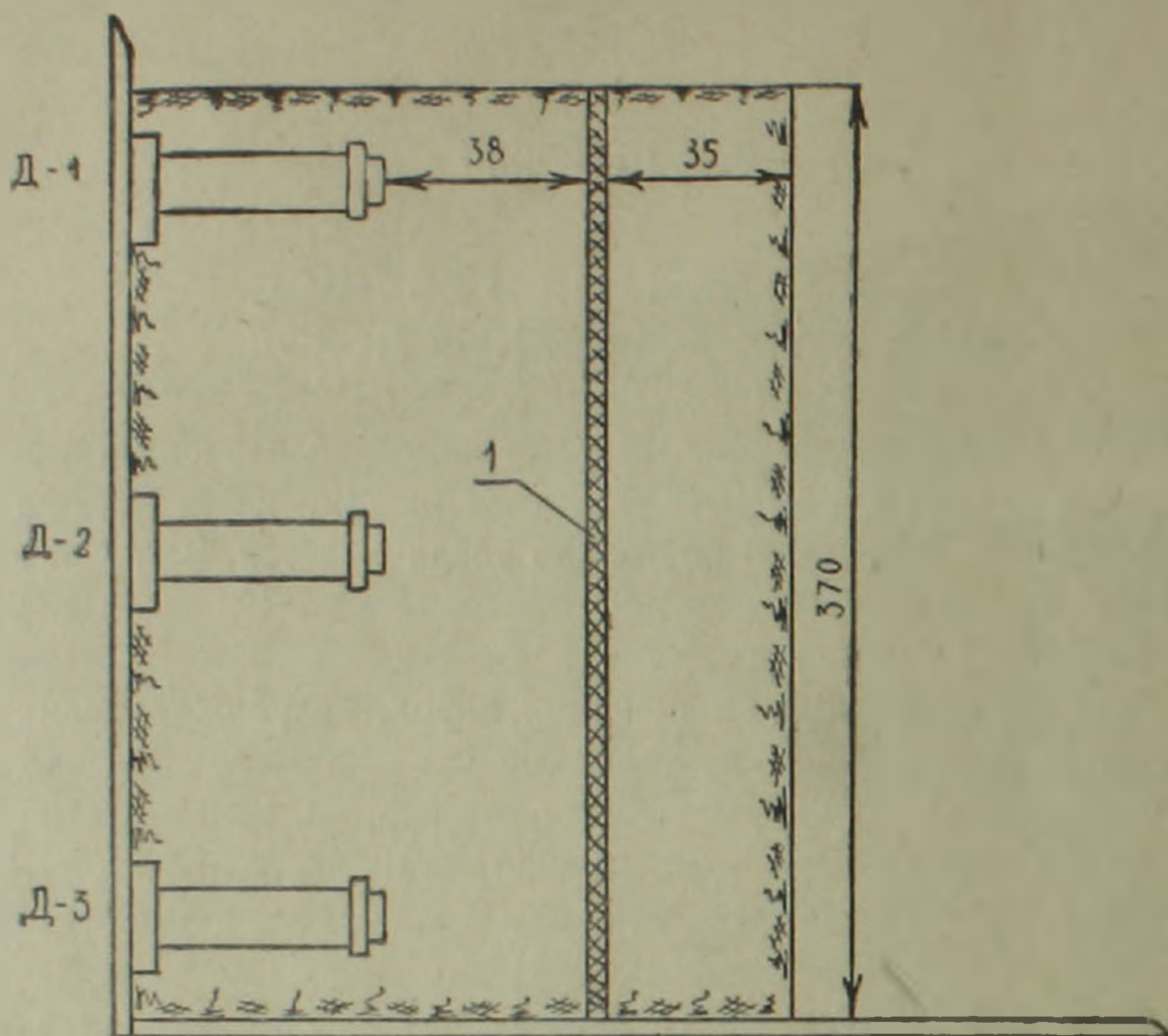


Рис. 1. Схема расположения скважинного заряда (1) и датчиков в блоке модели.

ной волны, обусловленное детонацией удлиненного заряда. В верхней части уступа, где установлен датчик Д-1, вход волны на осциллограмме наблюдается через 30 мкс с момента детонации заряда, в средней части, где установлен датчик Д-2, через 60 мкс и в нижней части, где установлен датчик Д-3, через 130 мкс. Периоды импульса взрывной волны в верхней, средней и нижней точках уступа соответственно равны 175, 300 и 125 мкс. Время действия взрывной волны экспоненциально связано с максимальными напряжениями и в трех точках массива составляет 75, 100 и 50 мкс (рост напряжений), 100, 200 и 75 мкс (спад напряжений). Максимальные напряжения в верхней, средней и нижней точках уступа соответственно равны 196, 98 и 49 кгс/см².

Кинетику разрушения изучали на эквивалентных материалах, твердеющей закладке и горных породах взрывом одиночных зарядов в блоках размером ребра 200÷500 мм. Эта упрощенная схема взрывания исключает возможности влияния различных факторов на разрушаемую среду, которые возникают при взрыве групповых зарядов. В процессе выполнения опытов фиксировали вес ВВ (тэн), диаметр и длину заряда, лмс. Регистрацию возникновения, роста и ветвления трещины осуществляли с помощью установки типа ЛВ-04 (лупа времени), которая оборудована электронно-оптическим преобразователем УМИ-92 или УМИ-93. Прежде всего необходимо было изучить параметры разрушения блоков из эквивалентного материала для сравнения с результатами регистрации развития напряжений в этой среде. Нами получены кадры ско-

ростной регистрации процесса разрушения блока эквивалентного материала при взрыве заряда весом 80 мг, диаметром 1,8 мм и длиной 35 мм. Поверхность исследуемого объекта расположена на расстоянии 30 мм от места взрыва. Здесь необходимо учитывать положение о том, что период импульса взрывной волны заряда с меньшим диаметром и длиной всегда меньше периода импульса, зарегистрированного на одном и том же относительном расстоянии при взрыве заряда с большим диаметром и длиной. Принимая допущение в пользу взрывной волны, устанавливаем, что долговечность эквивалентного материала больше периода существования взрывной волны, возникновения трещины на поверхности блока зарегистрировано на пятом кадре. Учитывая время экспозиции кадра 20 мкс и интервал времени между кадрами 100 мкс, устанавливаем задержку разрушения, которая равна 480 мкс. Скорость взрывной волны в пределах зоны активного разрушения равна 1150—1200 м/сек. При этом головная часть взрывной волны продвинется на расстояние 216 мм, которая значительно (до 15 раз) опережает фронт разрушения слоя.

Согласно представлениям С. Н. Журкова и др. [3] долговечность тела определяется кинетикой накопления и укрупнения зародышевых трещин. Это представление при статическом нагружении твердого тела не

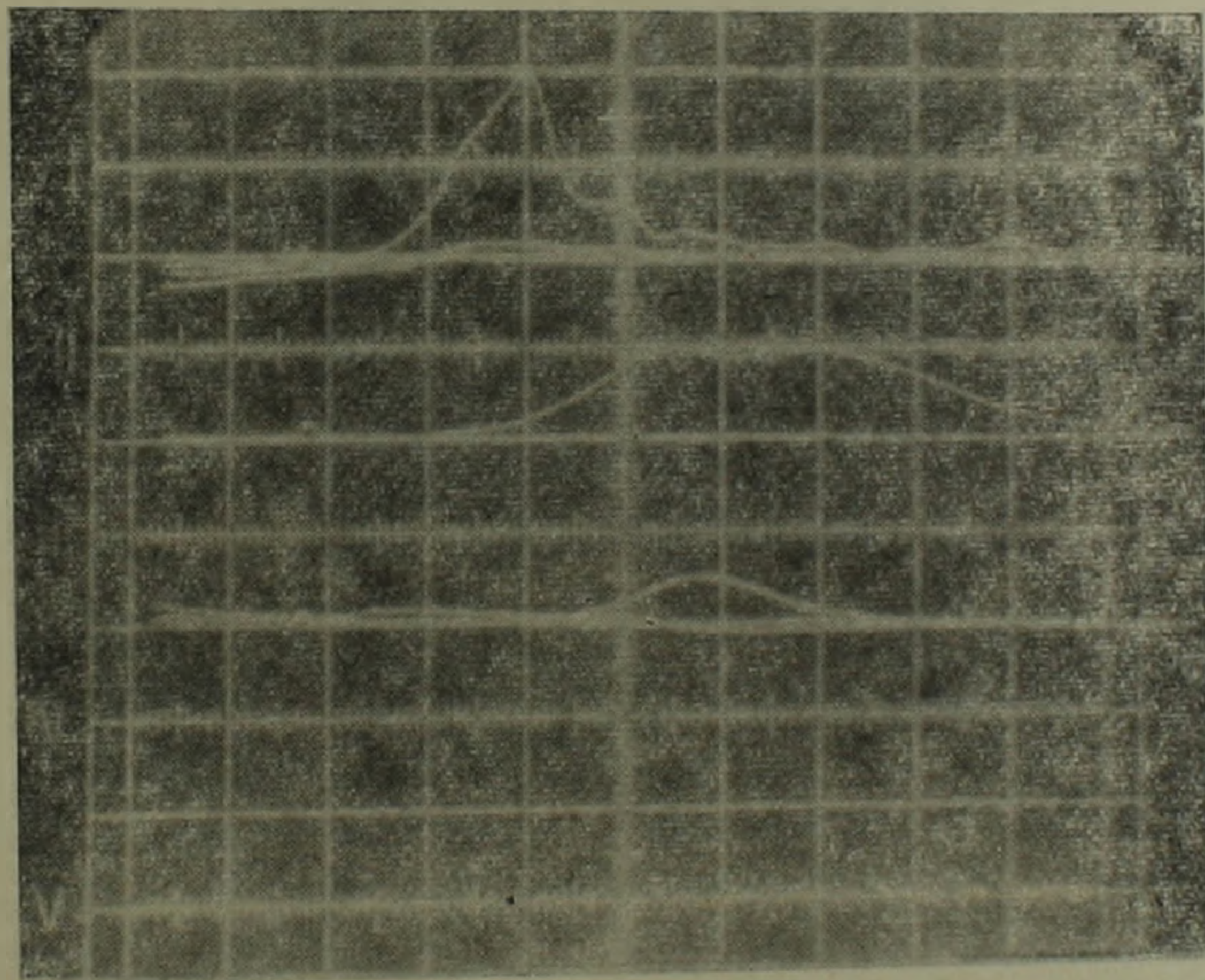


Рис. 2. Осциллограммы напряжений, зафиксированных в блоке модели при взрыве скважинного заряда диаметром 2,4 мм.

оспаривалось. Задержку разрушения при динамическом нагружении изучали В. М. Финкель и др. [8]. Показано, что существует задержка разрушения—временной интервал, отделяющий начало роста трещины от момента удара. Утверждается, что это явление в металле связано с пла-

стической деформацией. Однако задержка разрушения была установлена также на стекле, лишенном пластических свойств. В стекле, имеющем исходную трещину или надрез, задержка разрушения отсутствует или проявляется в малой степени. В связи с этим В. М. Финкель, отмечает: «По-видимому, задержка разрушения обусловлена необходимостью образования зародышевой трещины». Существует ли задержка при взрывном разрушении горных пород, содержащих многочисленные зародышевые трещины. И если да, какова физическая природа этого процесса?

На рис. 3 показаны кадры скоростной регистрации процесса разрушения блока из базальта, представленного неплотной структурой. Поверхность исследуемого объекта расположена от места взрыва на расстоянии 12 радиусов заряда. В табл. 1 представлены данные о времени «жизни» образцов горных пород при взрывной нагрузке, которая составляет 240—630 мкс.

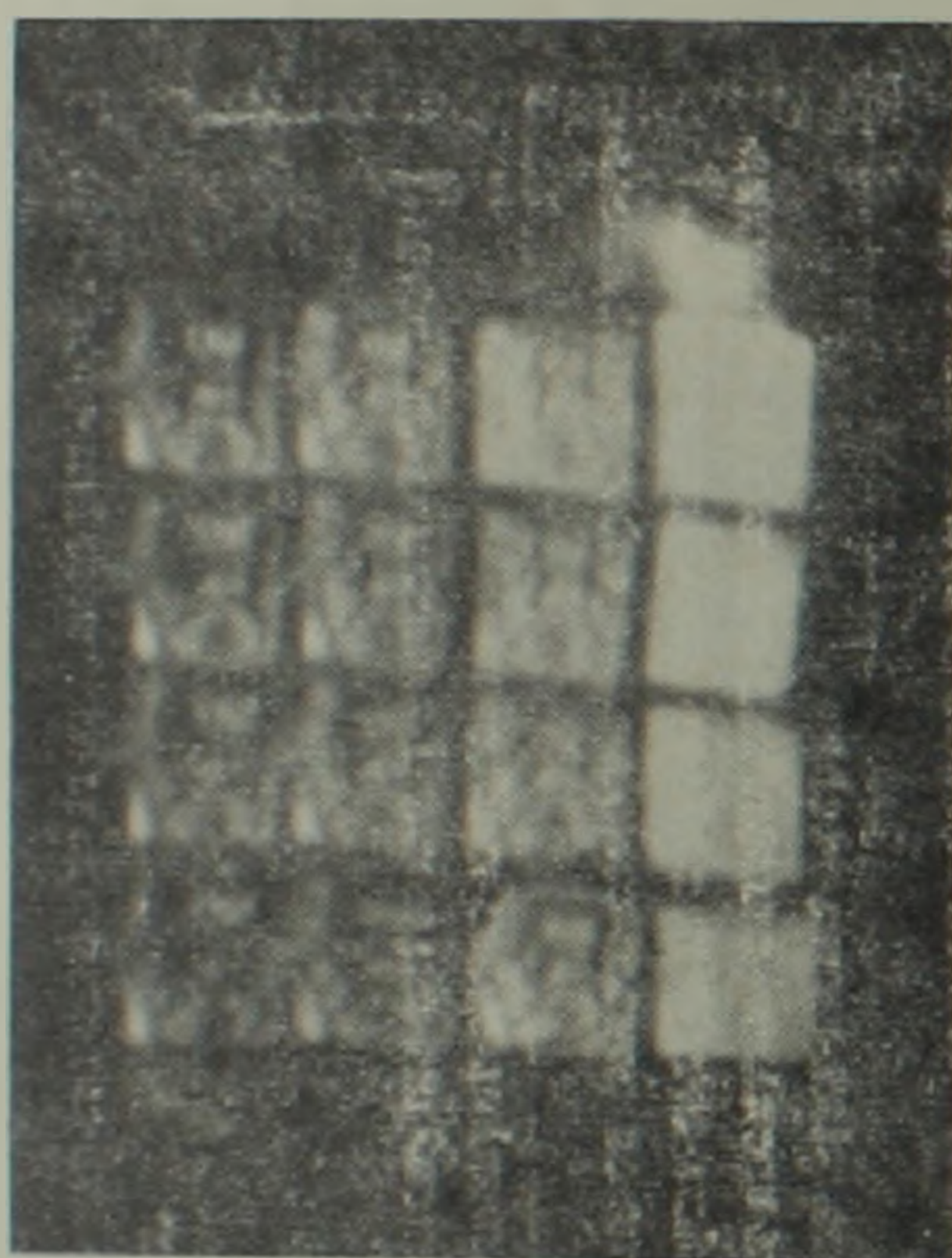


Рис. 3. Кадры скоростной регистрации процесса разрушения базальта. Время экспозиции кадра 20 мкс, интервал времени между кадрами 100 мкс.

Взрыв в горных породах в принципе включает две стадии: первую стадию детонации заряда и вторую—расширения продуктов детонации. При детонации ВВ взрывная волна распространяется в окружающую среду, в результате чего происходит смещение частиц и возникают напряжения. Первая стадия взрыва определяется малой долговечностью (менее 10^{-3} сек) и действует на массив аperiodически в виде импульса взрывной волны с четко выраженным пиковым значением. В зависимости от характера проявления взрывной волны принято называть ее ударной волной или волной напряжений. Ударная волна фиксируется на относительном расстоянии до 12 радиусов заряда. С увеличением расстояния от места взрыва происходит спад напряжений и увеличение периода импульса волны. Энергия взрывной волны в пределах зоны активного раз-

Задержка разрушения при взрыве

Таблица 1

Материал	Вес ВВ кг	Расстояние по - верхности обнаже- ния от заряда, м.м	Задержка разрушения, мкс
Эквивалентный материал	80	30	480
Твердеющая закладка	50	35	630
Каменная соль	71	24	540
Базальт	180	12	260
Мрамор	222	28	320
Туф	169	24	240

рушения составляет 2—5% от общей энергии заряда. При отражении взрывной волны от поверхности обнажения горного массива, ввиду резкого изменения поля упругих напряжений происходит откол. Можно привести много примеров из практики работы рудников, когда с увеличением веса взрываемого ВВ фиксируется рост отколов, приводящих к подработке стенок очистных камер и междукammerных целиков. В определенных условиях, когда правильно принимается интервал замедления короткозамедленного взрывания при отбойке руды сохраняется поверхность обнажений горного массива. Разубоживание руды при этом минимальное. Таким образом, роль взрывной волны при дроблении руды незначительна, она производит разрушения горных конструкций, обусловленное растягивающими напряжениями и сейсмическим воздействием.

По-видимому, разрушение горных пород при их отбойке связано со второй стадией взрыва, т. е. с расширением продуктов детонации ВВ, которые подобно своеобразному «поршню» давят на стенки зарядной полости. В результате подвижки слоя по *лнс* осуществляются, в основном, акты распада горной породы на части. Вторая стадия взрыва относится к области больших долговечностей (10^{-3} сек и более). Однако разрушение горной породы взрывом определяется не одной или двумя трещинами, а системой ветвленных трещин, поэтому период полного раз-

Таблица 2

Результаты регистрации периода импульса волны и периода разрушения горных пород

Материал	Период импульса взрыв- ной волны, мкс	Период полного разрушения слоя, мкс
Эквивалентный материал	48	1540
Твердеющая закладка	56	1850
Туф		580
Базальт		1260
Каменная соль		2060

рушения (дробления) слоя больше его долговечности— времени существования тела под нагрузкой. Из табл. 2 видно, что величина периода полного разрушения слоя примерно на два порядка больше периода существования взрывной волны. Очевидно, что разрушение слоя не совпадает с временем действия взрывной волны. Остается неясным вопрос накопления зародышевых трещин, предшествующего макроразрушению, при взрыве в горных породах. Экспериментально установленные период действия взрывной волны и долговечность слоя дают основание считать, что концентрация макротрещин мало связано с присутствием взрывной волны.

Роль продуктов детонации заряда при разрушении породы существенна, оказывая поршневое действие на горные породы, они определяют силовой фактор разрушения. Теплота взрыва играет не основную роль, ее влияние с удалением от места взрыва слабее. Однако на контакте с зарядом и в ближней зоне, примыкающей к заряду (расстояние до 12 радиусов заряда), по-видимому, действие теплового фактора разрушения значительно, и его необходимо учитывать. Это представление подтверждается практикой взрывной отбойки. При концентрации ВВ, т. е. с увеличением диаметра зарядов при разреженной сетке их расположения получается неравномерное дробление с выходом большого количества рудной мелочи, вблизи заряда, и негабарита с удалением от него.

Согласно исследованиям [4] прочностные и деформационные характеристики горных пород являются функциями времени (скорости) нагружения. Увеличение времени нагружения ведет к понижению сопротивляемости материала деформированию и разрушению. Такой подход к проблеме разрушения показывает, что основным направлением повышения полезного использования взрыва является увеличение времени поршневого действия продуктов детонации ВВ на горный массив. Основными способами достижения этой цели являются: применение ВВ с умеренной скоростью детонации, выделяющих сравнительно большее количество газообразных продуктов; короткозамедленный способ взрывания; применение конструкции заряда с воздушными промежутками и др.

Покажем плодотворность применения зарядов с воздушными промежутками. Произведены взрывы в двух аналогичных блоках плотного туфа ереванского типа с применением зарядов различных конструкций (рис. 4, 5). При этом величина всех одноименных параметров постоянна. Глубина скважины—80 мм, диаметр—2 мм, вес *тэна*—124 мг, *лнс* равна 25 мм. В скважине первого блока длина заряда 40 мм. Во второй скважине заряд разделен воздушным промежутком 10 мм на две части, длина нижней части 28 мм и верхней—12 мм. Регистрация разрушения уступа произведена с помощью ЛВ-04 при времени экспозиции кадра 20 мкс и интервале времени между кадрами 100 мкс. На рис. 4 кадры развития трещин при взрыве сплошного цилиндрического заряда, а на рис. 5 показана аналогичная картина при взрыве цилиндрического заряда, рассредоточенного воздушным промежутком. Заметим,

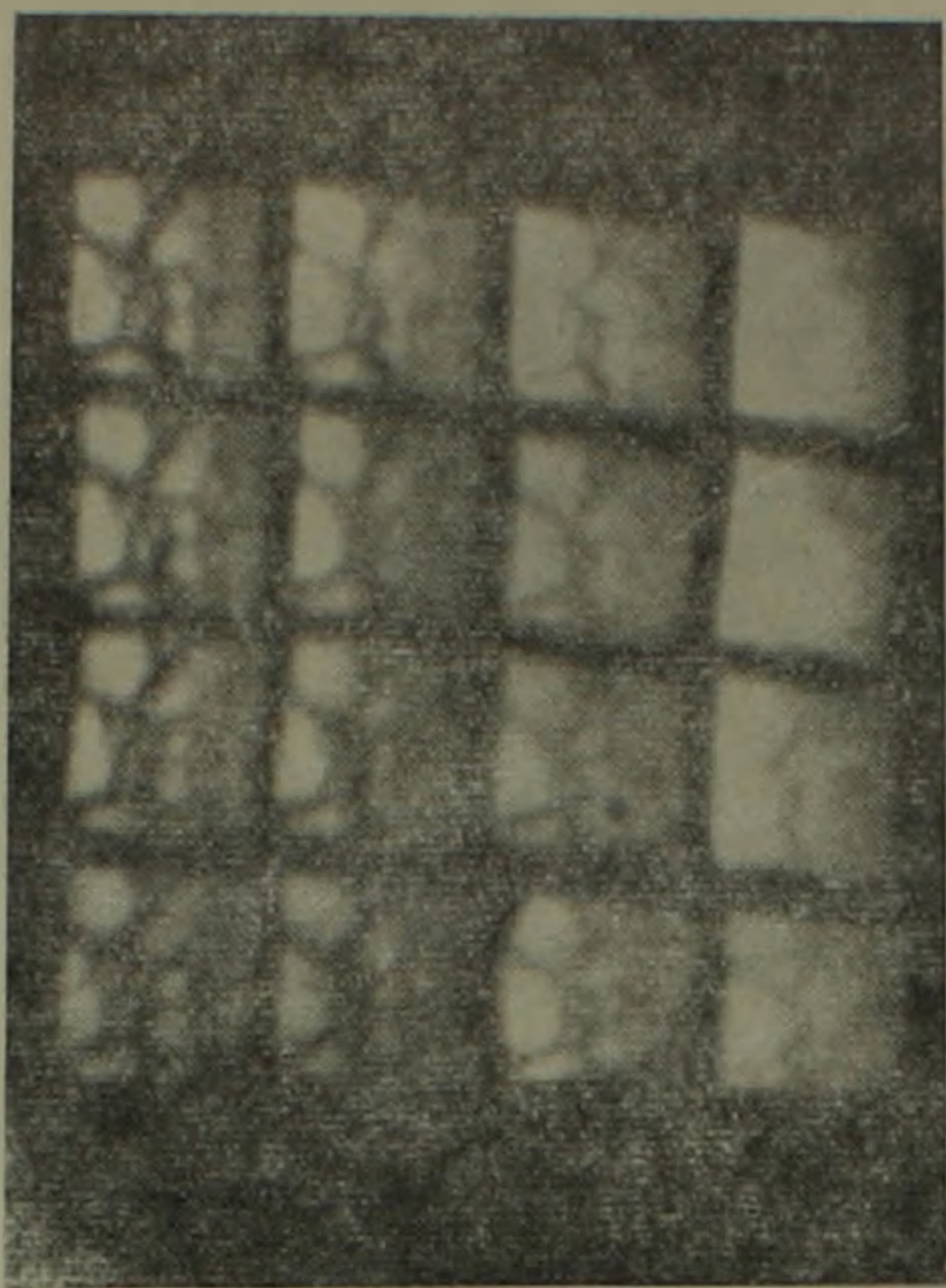


Рис. 4.

Рис. 4. Кадры скоростной регистрации процесса разрушения туфа при взрыве сплошного скважинного заряда. Время экспозиции кадра 20 мкс, интервал времени между кадрами 100 мкс.

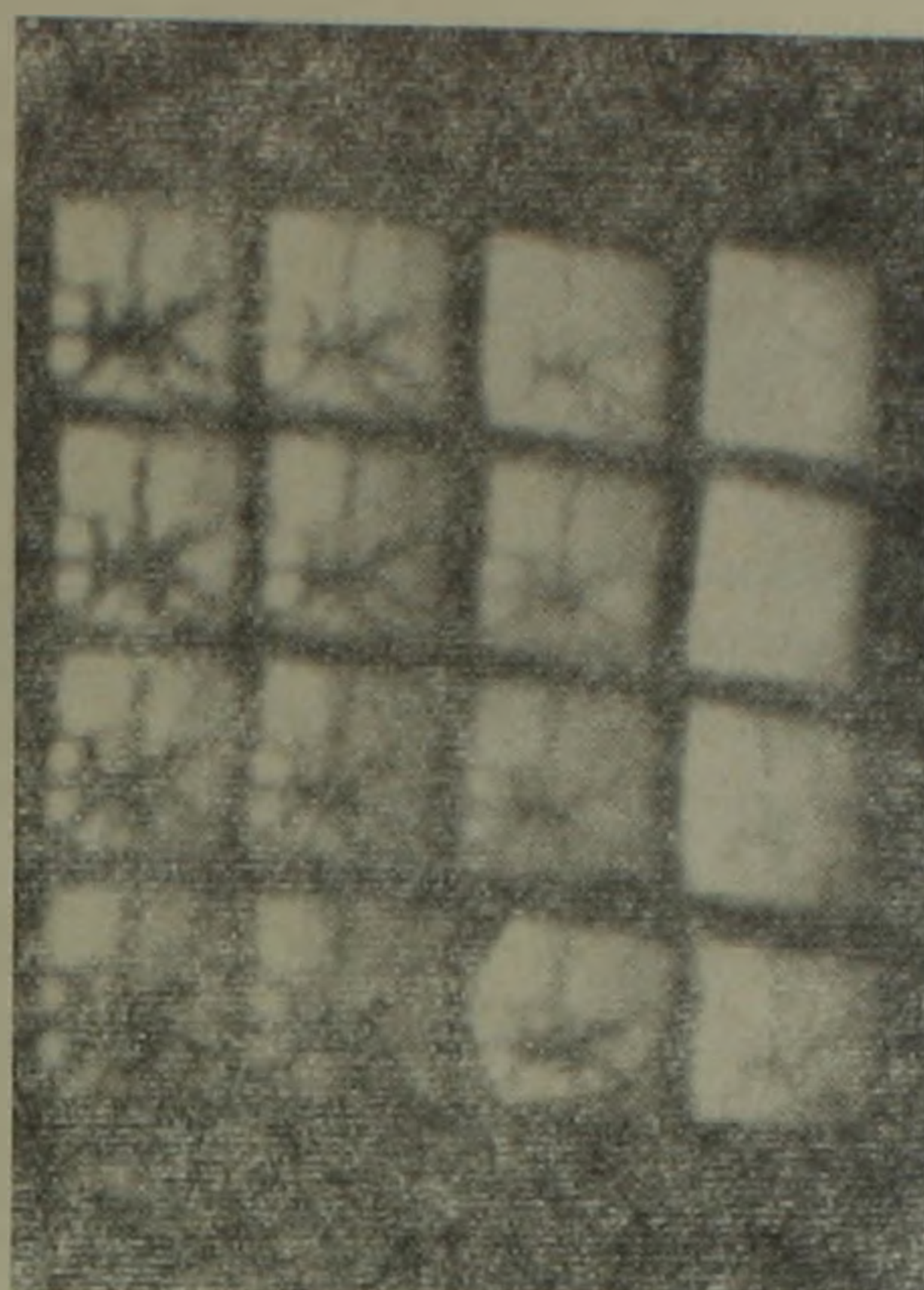


Рис. 5.

Рис. 5. Кадры скоростной регистрации процесса разрушения туфа при взрыве скважинного заряда, рассредоточенного воздушным промежутком. Время экспозиции кадра 20 мкс, интервал времени между кадрами 100 мкс.

что начало возникновения трещин зарегистрировано на третьем кадре, т. е. через 260 мкс после взрыва. Скорость роста трещины в обоих случаях равна 96 м/сек. На последующих кадрах наблюдается различие в развитии разрушения. При взрыве сплошного цилиндрического заряда возникает магистральная трещина, расположенная напротив колонки заряда. В местах ветвлений обнаруживается отклонение этой трещины. При взрыве цилиндрического заряда, рассредоточенного воздушным промежутком, возникает также одна магистральная трещина, однако в нижней части поверхности обнажения трещины возникают «розы», которые покрывают 2/3 поверхности слоя. Таким образом, при заряде с воздушным промежутком степень дробления примерно в 1,5 раза больше по сравнению с зарядом сплошной конструкции. Результаты экспериментов данной серии являются прямым подтверждением представлений относительно применения зарядов с воздушными промежутками [5].

Известен также способ повышения эффективности действия взрыва за счет увеличения объемной концентрации энергии ВВ [2]. Этот способ послужил основой для внедрения дешевых ВВ простейших составов с большим экономическим эффектом. При анализе сопоставительных взрывов [2] с использованием игданитов и детонитов обращает на себя внимание относительно высокая степень дробления при игданите. Замечаем, что при замене детонита игданитом, выделяющих соответственно

835 и 750 л/кг газообразных продуктов, вес заряда нужно увеличить всего лишь на 10%, чтобы сохранить объемную концентрацию газообразных продуктов детонации заряда. Фактически плотность игданита, при пневматическом зарядении скважин или шпуров несколько выше (1,00—1,25), поэтому больше удельный расход газов и выше степень дробления. Концентрация газов имеет принципиально важное значение в том смысле, что увеличивается время поршневого действия взрыва, обеспечивающее сравнительно высокую диссипацию тепловой энергии, разрыв и подвижку породы по лнс. При взрыве продукты детонации действуют равномерно на окружающий массив, несмотря на это перемещение горной массы происходит по лнс, в направлении компенсационного пространства. Таким образом, роль энергии продуктов детонации ВВ при отбойке руды и горных пород существенна, обеспечивает дробление и перемещение горной массы. По-видимому, удельный объем продуктов детонации, как основной критерий работы взрыва, является наиболее приемлемым при оценке методов взрывной отбойки.

Установленные закономерности разрушения, параметры взрывной волны и продуктов детонации ВВ способствуют развитию теории разрушения горных пород взрывом. Результаты исследования могут быть использованы для дальнейшего совершенствования процесса управления действием взрыва, а также при изучении механизма разрушения, связанного с вулканическими процессами.

Армнипроцветмет

Поступила 27.IX.1978

Մ. Ի. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ

ՊԱՅԹՄԱՆ ԱԼԻՔԻ ԿԱՊԸ ԼԵՌՆԱՅԻՆ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՔԱՅՔԱՅՄԱՆ ՀԵՏ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հանքանյութի հարվածահատման ժամանակ անհրաժեշտություն է ծագել պարզելու պայթման ալիքի և պայթուցիկ նյութերի դետոնացման արդյունքների բաժնեմասային մասնակցությունն այդ պրոցեսում: Լեռնային ապարի զանգվածում առաջացող լարվածությունների արձանագրման եղանակների կիրառմամբ և քայքայման կինետիկայի տրագրնթաց լուսանկարահանման շնորհիվ տվյալներ են ստացված պայթման ալիքի պարամետրերի մասին, պարզված է մարմնի դիմացկունությունը: Ցույց է տրված, որ լեռնային ապարների քայքայման ժամանակամիջոցը մի մեծություն է, որն երկու կարգով գերազանցում է պայթման ալիքի ազդեցության ժամանակը: Շերտի բեկորատման հիմնական գործոններ են հանդիսանում պայթուցիկ նյութի դետոնացման արդյունքները: Ուսումնասիրությունը նպաստում է քայքայման ազդեցության ընթացքի ղեկավարումը զարգացնելուն: Բացահայտված է քայքայիչ էֆեկտը օդային միջակայքով լիցքերի պայթման ժամանակ: Աշխատության արդյունքները կարող են կիրառվել քայքայման կինետիկայի ուսում-

նախնական փորձերով, մանիֆորմացիոն, հրաբխային երևույթները հետ
կապված քայքայումները հետազոտելու:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бронников Д. М., Замесов Н. Ф., Петросян М. И. Моделирование взрывной отбойки с фиксацией напряжений в любой точке модели. Сб. «Проблемы разрушения горных пород и совершенствования технологии разработки месторождений полезных ископаемых». М., «Наука», 1969.
2. Демидюк Г. П. О потенциальной энергии как критерии оценки промышленных взрывчатых веществ. Сб. «Взрывное дело, 57/14». М., 1965.
3. Журков С. Н., Куксенко В. С. и др. О прогнозировании разрушения горных пород. Известия АН СССР, Физика Земли, 6, 1977.
4. Кунтыш М. Ф., Тедер Р. И. Влияние скорости разрушения на предел прочности пород при сжатии. Сб. «Исследование физико-механических свойств и взрывного способа разрушения горных пород». М., «Недра», 1970.
5. Мельников Н. В., Марченко Л. И. Энергия взрыва и конструкция заряда. М., «Недра», 1964.
6. Петросян М. И., Гаспарян Т. Г. Об одной методике моделирования разрушающего действия взрыва на горные породы. Научные сообщения Армнипроцветмета, выпуск 22—24. Ереван, «Айастан», 1978.
7. Покровский Г. И., Федоров И. С. Действие удара и взрыва в деформируемых средах. М., Госстройиздат, 1957.
8. Финкель В. М. Физика разрушения. М., «Металлургия», 1970.

УДК 552.1 : 53(479.25).

Р. С. МОВСЕСЯН

О ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ПОРОД
АРМАНИССКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Физико-механические свойства горных пород играют важную роль в формировании структур и локализации оруденения на эндогенных месторождениях [1, 2, 4 и др.]. Ниже рассматриваются некоторые особенности физико-механических свойств рудовмещающих пород Арманисского рудного поля.

В геологическом строении площади участвуют, с одной стороны, верхнеэоценовые вулканогенные образования, с другой—нижнемеловые карбонатные породы, участками метаморфизованные. В соприкосновение они приведены по крупному Арманисскому (Куйбышевскому по И. В. Барканову) разрывному нарушению северо-западного простирания, падающему на юго-запад под углом $40-60^\circ$. Вулканогенные породы прорваны многочисленными субвулканическими и жерловыми телами базальтов, андезитов, дацитов и липаритов. Все вышеописанные породы в различной степени пропилитизированы.

Арманисское полиметаллическое месторождение расположено в северо-западной части одноименного рудного поля, вблизи указанного разлома, в его лежащем боку. Здесь широким развитием пользуются субвулканические и жерловые породы основного, среднего и кислого составов, прорывающие туфы базальтов и андезитов. Рудные тела представлены жилами и зонами с прожилково-вкрапленным оруденением. Главными рудными минералами являются сфалерит, халькопирит, пирит, галенит и гематит.

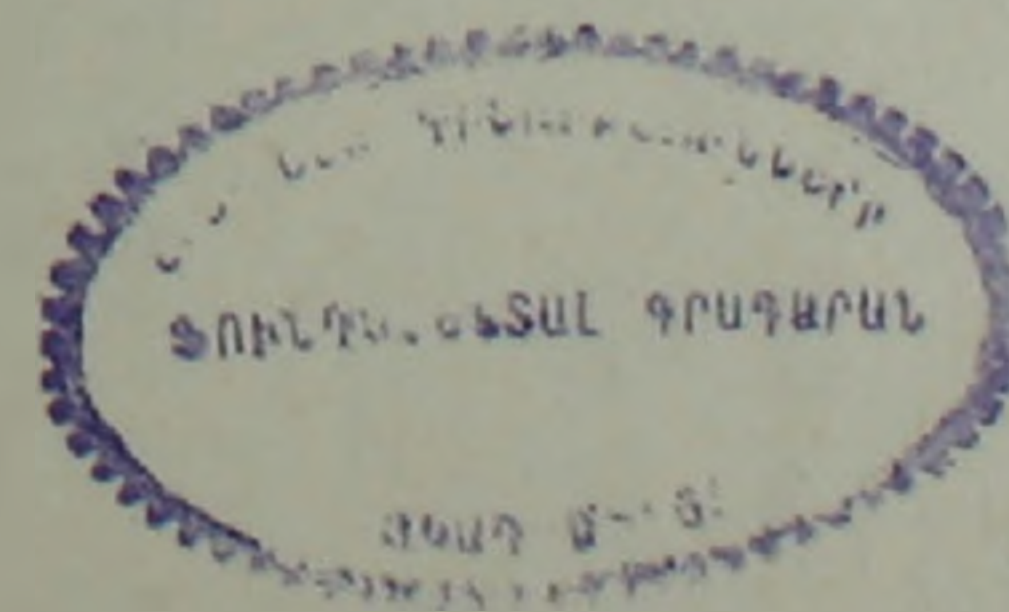
Исследованные породы объединяются в 4 группы. В таблице приводятся средние значения: объемного веса (ρ); водонасыщения за 45 суток (W_{45}), эффективной пористости ($P_{эфф}$); скоростей распространения продольных (V_p), поперечных (V_s) и поверхностных (V_R) упругих волн; коэффициента Пуассона (σ); модулей упругости (E) и сдвига (G).

В первую группу входят вулканогенные образования: гиалобазальты, туфы базальтов, андезитов-базальтов-андезитов, андезито-дацитов-дацитов. Их отличительными чертами являются высокая эффективная пористость, низкие значения упругих свойств и высокие—коэффициента Пуассона (таблица).

Неподверженность туфов хрупким деформациям обусловила развитие в них невыдержанных по простиранию и падению разрывов и соответственно жил, развитых в них. Этим же обусловлено и изменение морфологии трещин и выклинивание оруденения при переходе в туфы.

ТАБЛИЦА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД АРМАНИССКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

№ п/п	Группа	Порода	Минеральный состав		Кол-во определений	ρ , г/см ³	W_{45} , %	Пэфф., %	Упругие свойства					
			Вкрапленники	Цемент и основная масса					V_p , м/сек	V_s , м/сек	V_{Σ} , м/сек	ν	$E \cdot 10^3$, кг/см ²	$G \cdot 10^3$, кг/см ²
1	I	Гналобазальт сильно измененный	Плагноклаз, оливин, основная масса, миндалины	Порфировая, основная масса гналиновая; текстура миндалекаменная	3	2,55	3,38	8,62	4440*	1760	1887	0,39	2,55	0,92
2		Туф базальтов, измененный	Обломки базальтов и стекла основного состава	Литовитрокластические, литокластические, спекшиеся; псефито-псаммитовые	2	2,52	3,31	8,29	4160*	1880	2038	0,34	2,87	1,06
3					2	2,52	3,98	10,00	4460*	2140	2368	0,23	3,52	1,43
4					2	2,50	3,98	9,92	3640*	1910	2093	0,25	2,80	1,11
5		Туф базальтов, сильно измененный			2	2,36	5,88	13,83	3360*	1740	1979	0,24	2,29	0,93
6					2	2,39	5,42	12,91	3490	1645	1783	0,32	2,07	0,76
7		Туф андезито-базальтов, андезитов, измененный, сильно измененный	Обломки андезитов, базальтов, реже дацитов, плагноклаза	Псефитовые, псефито-псаммитовые; тип цементации контактовый	2	2,63	2,02	5,30	5000	2475	2706	0,30	5,03	1,96
8					2	2,47	3,41	8,42	3910	1780	1931	0,34	2,53	0,93
9		Туф андезито-дацитов, дацитов, слабо-измененный	Обломки базальтов, андезитов, дацитов, липаритов, кварца, плагноклаза	Псаммито-псефитовые, псаммитовые; тип цементации контактовый	3	2,40	4,38	10,50	3480**	1650	1788	0,32	2,07	0,78
10					2	2,35	5,04	11,65	3660	2020	2256	0,20	2,69	1,21
11					3	2,34	6,00	14,17	2760**	1440	1584	0,26	1,47	0,60
12	II	Оливиновый базальт, слабоизмененный, измененный	Плагноклаз, оливин	Порфировая, основная масса долеритовая, призматически-зернистая, диабазовая; массивная	1	2,81	0,38	1,06	5080	2680	2941	0,25	6,31	2,47
13					2	2,70	1,76	4,07	5000	2410	2618	0,31	4,93	1,88
14		Оливиновый базальт, сильно измененный			2	2,70	1,99	5,36	4480	2245	2453	0,29	4,23	1,65
15					2	2,67	1,90	5,07	3420*	1829	2427	0,30	2,36	0,91
16		Андезито-базальт I, слабоизмененный	Плагноклаз, темноцветные	Порфировая, сериально-порфирная, основная масса гналиновая; массивная	2	2,82	0,42	1,14	5440	2570	2785	0,32	5,93	2,22
17					2	2,86	0,73	2,00	4920*	2500	2750	0,27	5,62	2,20
18		Андезито-базальт I, сильно измененный	Плагноклаз, темноцветные	Порфировая, сериально-порфирная, основная масса интерсертальная, призматически-зернистая; массивная	1	2,74	1,86	4,62	5600	2450	2665	0,30	5,20	1,99
19		Андезито-базальт II, слабоизмененный			2	2,70	2,07	5,58	5140	2692	2955	0,22	6,01	2,40
20		Андезито-базальт II, сильно измененный			2	2,53	4,17	10,58	4480	2365	2605	0,25	4,32	1,74
21		Андезит неизмененный	Плагноклаз, пироксен, редко миндалины	Порфировая, сериально-порфирная, гломеро-порфирная; основная масса гналогилитовая, реже интерсертальная, пилотакситовая	3	2,63	0,98	2,57	4893	2517	2750	0,27	5,12	2,02
22		Андезит сильно измененный			2	2,59	2,87	7,28	4050	2305	2584	0,16	4,07	1,76
23					2	2,56	2,71	6,91	3600	2040	2283	0,17	3,15	1,36
24	III	Трахилпарит, неизмененный	Плагноклаз, кварц, КПШ, темноцветный, магнетит	Порфировая, основная масса криптокристаллическая, фельзитовая, сферолитовая, аллотриоморфнозернистая	3	2,47	2,55	6,27	4160**	2440	2767	0,11	4,23	1,91
25		Липарит, неизмененный			3	2,51	1,86	4,66	4660	2470	2721	0,25	4,68	1,88
26		Сильно измененный			3	2,17	6,40	13,83	2500**	1400	1567	0,18	1,26	0,54
27		Дацит, сильно измененный	Плагноклаз, темноцветный	Порфировая, основная масса гналопилитовая, микрофельзитовая; массивная	2	2,34	5,16	12,05	3900	2090	2307	0,23	3,10	1,26
28		Туф липаритов, слабоизмененный	Обломки кварца, кислого плагноклаза	Алевро-псаммитовые; цемент с криптофельзитовой структурой; тип цементации базальный	2	2,32	5,51	12,77	3080*	1670	1848	0,22	1,96	0,80
29		Туф липаритов, измененный			2	2,17	8,35	18,05	3100	1785	2002	0,21	2,01	0,87
30		Лавобрекчия дацитов, слабоизмененная	Обломки андезитов, андезито-базальтов	Псефито-псаммитовые, псаммитовые; цемент с фельзитовой структурой; тип цементации базальный и контактовый	2	2,62	1,43	3,73	5160	2655	2905	0,27	5,69	2,25
31		Лавобрекчия дацитов, сильно измененная			3	2,55	3,13	7,98	3587	1927	2129	0,23	2,89	1,17
32					3	2,48	4,13	10,23	3480	1925	2142	0,20	2,77	1,16
33		:			2	2,46	4,77	11,67	3460	1905	2118	0,20	2,69	1,12
34					2	2,45	4,39	10,72	3000	1690	1888	0,18	2,07	0,90
35	IV	Известняк		Пелитоморфные	3	2,67	0,32	0,86	5653	3147	3506	0,19	7,92	3,35
36		Метаморфический сланец	Глаукофан, актинолит, кварц, альбит, эпидот, хлорит	Порфиробластовая, граноленитобластовая	2	2,67	0,46	1,22	5060	2860	3210	0,17	6,51	2,80
37					2	2,93	0,59	1,71	5180	2940	3291	0,21	7,58	3,22
38					2	2,96	0,63	1,86	5580	2785	3049	0,29	7,15	2,81
39		Тектоническая брекчия	Обломки известняков и вулканогенных пород	Цемент — глина притирания	3	2,09	9,05	18,94	3080**	1570	1720	0,30	1,60	0,63

Примечание: * и ** в графе V_p означает соответственно одно и два определения упругих свойств.

Во вторую группу входят породы субвулканической фации основного и среднего состава—оливиновые базальты, андезито-базальты и андезиты.

У слабо измененных разностей оливиновых базальтов эффективная пористость низкая (1,06%), а значения упругих свойств высокие. В связи с наложением метасоматических новообразований происходит увеличение пористости и уменьшение упругих параметров (таблица). Однако при этом увеличивается и коэффициент Пуассона. Согласно исследованиям Ю. А. Розанова и И. П. Тимченко [3] такое преобразование физико-механических свойств говорит об увеличении пластичности и уменьшении упругости и прочности пород. Следовательно, измененные оливиновые базальты превращаются в неблагоприятную среду для рудоотложения.

Слабо измененные и измененные разности андезито-базальтов I (таблица) имеют низкую эффективную пористость (1,14—2,06%) и только у сильно измененных она несколько увеличивается, доходя до 4,62%. Что касается упругих свойств, то они в обоих случаях имеют высокие значения.

В отличие от них у слабо измененных андезито-базальтов II значение пористости более чем в два раза выше (5,58%). Упругие же свойства почти одинаковы. Исключение составляет коэффициент Пуассона, который равен 0,22 (у первой разности 0,27—0,32). Здесь наблюдается уменьшение значений упругих свойств от слабо- к сильно измененным разностям. Вместе с этим увеличиваются эффективная пористость и коэффициент Пуассона (таблица).

Вследствие метасоматических изменений пористость наиболее широко распространенных пород этой группы—андезитов, так же как и в предыдущих случаях, возрастает, а упругие параметра уменьшаются. Однако существенным положительным отличием их физико-механических свойств является уменьшение при этом коэффициента Пуассона (до 0,16—0,17), которое превращает их в более хрупкие и менее прочные [3]. Этим объясняется развитие в андезитах хорошо выраженных разрывных нарушений и зон трещиноватых и брекчированных пород, что привело к локализации в них прожилково-вкрапленного оруденения. Этого нельзя сказать в отношении андезито-базальтов, которые после наложения гидротермальных изменений становятся более пластичными и менее благоприятными для рудоотложения. В них отмечаются лишь простые, реже сложные жилы.

Третья группа объединяет субвулканические и жерловые породы кислого состава. Эти образования после наложения метасоматических изменений становятся более хрупкими, что наряду с возрастанием при этом эффективной пористости (таблица) превращает их в наиболее благоприятную среду для рудоотложения. В них развиваются многочисленные разрывные нарушения и зоны трещиноватости и повышенной проницаемости, предопределившие широкое развитие прожилково-вкраплен-

ного типа оруденения. Несомненно, что при этом немаловажную роль сыграли их физико-химические свойства.

В четвертую группу входят известняки и метаморфические сланцы. Судя по приведенным в таблице данным, они являются неблагоприятной средой для локализации оруденения. Непосредственно шовная зона Арманинского разлома, по которому контактируют известняки и вулканогены, представленная тектонической брекчией, обладает высокой пористостью (18, 94%) и низкими упругими свойствами.

Таким образом, у пород рудного поля и месторождения наблюдается общая тенденция к изменению физико-механических свойств при наложении метасоматических процессов (пропилитизации). При этом возрастает эффективная пористость и уменьшаются значения параметров упругих свойств. Коэффициент же Пуассона у одних пород увеличивается (оливиновые базальты, андезито-базальты, туфы), что выражается в увеличении их пластичности, у других он уменьшается (андезиты, группа кислых пород), вследствие чего последние становятся более хрупкими и менее упругими и прочными.

По своим физико-механическим свойствам наиболее благоприятными для рудообразования являются породы кислого состава—липариты, дациты, лавобрекчии дацитов, туфы липаритов, а также андезиты. Эти образования развиты в лежащем боку Арманинского разлома и в них локализованы рудные тела с прожилково-вкрапленным типом оруденения, представляющие основную промышленную ценность месторождения. Породы же висячего бока нарушения (известняки и сланцы) из-за неблагоприятности их физико-механических свойств явились экраном для рудоносных растворов.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 29.XI.1978.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Вольфсон Ф. И., Лукин Л. И., Залесский Б. В., Розанов Ю. А. Роль изучения структур рудных месторождений и физико-механических свойств горных пород в выявлении условий локализации эндогенного оруденения. Тр. ИГЕМ АН СССР, вып. 41, М., 1961.
2. Розанов Ю. А. Роль физико-механических свойств горных пород в формировании структур месторождений и локализации оруденения. В сб. «Физико-механические свойства пород верхней части земной коры». «Наука», М., 1964.
3. Розанов Ю. А., Тимченко И. П. Изменение упругих свойств горных пород под влиянием постмагматических процессов. Геол. рудн. месторожд., № 6, 1965.
4. Роль физико-механических свойств горных пород в локализации эндогенных месторождений. «Наука», М., 1973.

УДК 553.611(479.25)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Т. А. АВАКЯН

ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В КАЧЕСТВЕННОЙ
ХАРАКТЕРИСТИКЕ ДИАТОМОВЫХ ПОРОД СИСИАНСКОГО
И АХУРЯНСКОГО РАЙОНОВ

В чистых разновидностях диатомитов Армянской ССР (район сс. Нуриус, Джрадор и Гндеваз) содержание глинистых примесей составляет от ничтожных долей до 5%.

Все известные диатомитовые месторождения Армянской ССР в той или иной мере загрязнены глинистыми примесями, которые снижают качество диатомитов.

В данном сообщении рассматриваются разновидности диатомитов, в которых количество глинистой примеси доходит до 50% и выше [1]. Эти разновидности следующие: диатомовая глина, диатомит глинистый и диатомово-известковистая глина.

Отмеченные разновидности играют существенную роль в разрезе диатомитовой толщи. Они составляют около 50—60% от общей мощности пород. В составе глинистой примеси преобладает монтмориллонитовая группа. В этих разновидностях пород имеется большое содержание алюминия при почти одинаковом содержании Na_2O и K_2O . Содержание главных компонентов в глинистых диатомитах и диатомовых глинах варьирует в широких пределах. Для Сисианского района пределы содержаний основных компонентов в породах следующие (в %): SiO_2 —от 59,84 до 69,25; Al_2O_3 —от 9 до 18,27; Fe_2O_3 —от 2,21 до 4,54; MgO —от 0,70 до 2,47; CaO —от 0,80 до 4,89; Na_2O —от 0,20 до 2,72; K_2O —от 0,15 до 2,76. Для тех же пород Ахурянского района химические анализы показали (в %): SiO_2 —от 58,5 до 69,8; TiO_2 —от 0,01 до 0,8; Al_2O_3 —от 10 до 17,5; Fe_2O_3 —от 5,8 до 6,1; FeO —от 0,18 до 0,25; MnO —от 0,03 до 0,04; MgO —от 0,8 до 2,3; CaO —от 1,11 до 2,03; Na_2O —от 0,8 до 2,6; K_2O —от 1,0 до 2,3.

Глинистые диатомиты макроскопически светло-серые с беловатым оттенком. В микроструктурном отношении эти разновидности диатомитов почти идентичны. Отличаются они лишь по количеству содержащегося в породе глинистого материала. В глинистых диатомитах процент глинистых примесей доходит до 40—50%, а в диатомитовых глинах—50% и выше [1]. Они имеют органогенную алеврито-пелитовую структуру и состоят из преобладающего количества остатков панцирей. Эти разновидности широко развиты как в Сисианском, так и в Ахурянском месторождениях. Отмеченные породы сцементированы кремнисто-глинистым цементом, местами карбонатом с примесью глинистого материала (диа-

томово-известковистая глина). Изучение глинистых минералов в основном проводилось на фракциях меньше 0,001 мм.

В отмеченных разновидностях глинистые примеси представляются разными ассоциациями глинистых минералов, среди которых преобладает тот или иной минерал. Выделяются следующие ассоциации: монтмориллонит-гидроslюдистая, гидроslюда-монтмориллонит-каолинитовая, гидроslюда-монтмориллонитовая, гидроslюда-каолинит-монтмориллонитовая, монтмориллонит-хлорит-гидроslюда-каолинитовая.

В зависимости от превалирования в породе той или иной минеральной ассоциации определяются его структурные особенности. Из отмеченных ассоциаций наиболее развита гидроslюда-монтмориллонитовая, с резким преобладанием монтмориллонитового компонента, которая имеет большое распространение в Сисианском (участки Шамб, Нораван, Базарчай-Амулсар, Барцраван) и в Ахурянском (участки Арапи, Вартбах, Хач-кар, Карнут и т. д.) районах. Эти разновидности изучались методом определения обменной емкости, состава обменного комплекса и гидрофильности.

В диатомовых глинах с преобладанием монтмориллонита отмечаются повышенные значения величины емкости обмена (65,0; 62,7 мг-экв/100 г) и показатели теплоты смачивания, причем в емкости обмена этих глин преобладают щелочноземельные катионы (табл. 1). Между тем, в разновидностях, в которых преобладает гидроslюдистая или другая ассоциация, наблюдаются низкие значения емкости обменных катионов (до 13,8 мг-экв/100 г) при явном преобладании суммы обменных ионов Mg^{2+} и Ca^{2+} . Наряду с этим характерно и низкое значение теплоты смачивания с соответствующей ему эффективной поверхностью (табл. 1).

Согласно данным Ю. В. Саядяна, термограммы глинистых минералов в диатомовых глинах и глинистых диатомитах Ахурянского района свидетельствуют о присутствии в глинистой фракции в качестве основного компонента минерала монтмориллонитовой группы.

Термограммы основных глинистых минералов в диатомовых глинах Сисианского района показывают, что минералы монтмориллонитовой группы имеют весьма интенсивный эффект с максимумом при 100—210°C, вызванный выделением низкотемпературной воды; кроме того, фиксируются еще два эффекта, связанных с разрушением решетки минерала и полной его аморфизацией.

О присутствии монтмориллонита свидетельствует серия рефлексов, из которых интенсивный рефлекс для образцов из Сисианского района $d(0,01)$ до 15,5 Å (участок Амулсар, Барцраван и др.), а для образцов из Ахурянского района $d(0,01)$ —до 15,7 Å (участки Вартбах, Хачкар, Арапи и др.), а после насыщения образцов глицерином возрастают до 17,7 Å.

Кроме монтмориллонита, на дифрактограммах глинистых минералов в образцах из Сисианского и Ахурянского районов фиксируется каолинит с рефлексом $d \sim 4,43$; 2,57; 3,56; 7,08 и $d \sim 2,56$; 7,19 и гидроslюда с рефлексом $d \sim 1,496$; 3,33 Å и $d \sim 9,99$; 4,99 Å. Последний при

Таблица 1

Средние показатели обменной емкости и состава обменного комплекса гидрофильности диатомовых глин
Сисианского и Ахурянского районов*

Породы	№ образцов	Ассоциации минералов	Обменный комплекс, мг—экв/100 г					Гидрофильность	
			Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	сумма	теплота смачивания, к/г	эффектив- ная поверх- ность, м ² /г
Диатомовая глина Сисианского ме- сторождения	1	Гидрослюда-монтмориллонитовая. Превалирует монтмориллонит	16,0	3,0	29,0	17,0	65,0	220	7,3
	2	Монтмориллонит-гидрослюдистая. Превалирует гидрослюда	4,6	2,4	8,69	8,04	21,73	180	5,0
	3	Монтмориллонит-каолинит-гидро- слюдистая. Превалирует гидрослюда	1,6	1,0	7,08	4,21	13,89	109	3,03
Диатомовая глина Ахурянского района	4	Гидрослюда-монтмориллонитовая. Превалирует монтмориллонит	16,5	2,2	32,0	18,0	68,7	235	7,4
	5	Монтмориллонит-гидрослюдистая. Превалирует гидрослюда	5,2	3,4	9,6	9,06	27,26	187	5,5
	6	Монтмориллонит-каолинит-гидро- слюдистая. Превалирует гидрослюда.	1,9	1,2	8,5	4,6	16,2	111	3,3

* Согласно данным Г. С. Асратяна.

насыщении глицерином базальных рефлексов не изменяет своего положения.

Отмеченные результаты подтверждают и электронномикроскопические исследования (рис. 1). На электронномикроскопических сним-

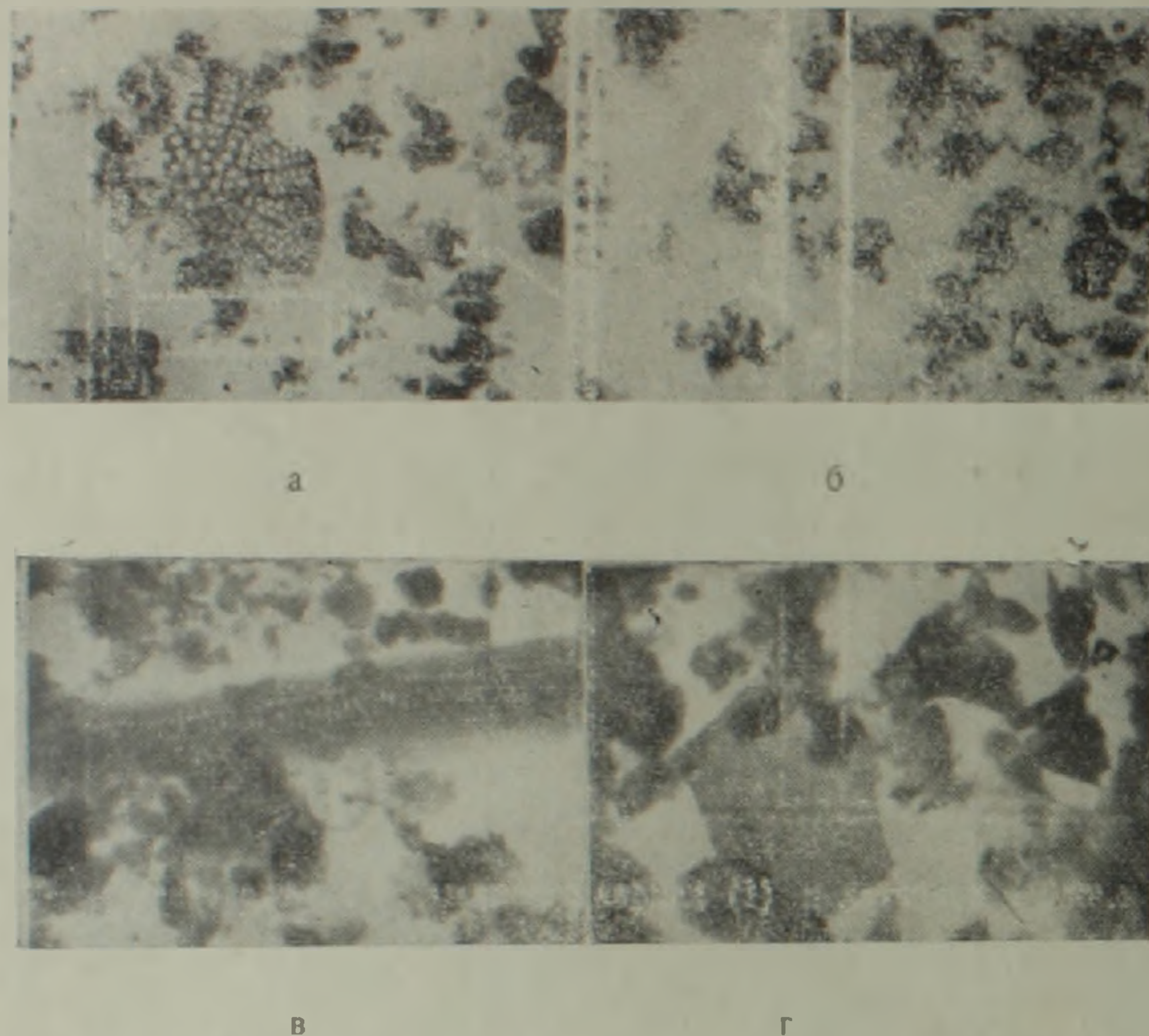


Рис. 1. Электронно-микроскопические снимки образцов диатомовых пород из Сисианского (а, б) и Ахурянского (в, г) районов.

ках фиксируются более или менее изометрически плотные частицы гидрослюды с резкими линиями ограничения и сравнительно крупные агрегаты монтмориллонита с сильно размытыми краями. Термические исследования (от 600 до 1100°C) описанных разновидностей показали, что путем термической обработки можно получить однородную, широкопористую структуру, которая характерна качественным диатомитам.

Вышеизложенное показывает, что монтмориллонитовые глинистые разновидности диатомитов являются полезным компонентом и заслуживают особого внимания с точки зрения промышленного использования.

Отмеченная разновидность диатомовых глин в Сисианском, Ахурянском (возможно и в других диатомовых бассейнах) районах имеет широкое распространение, она составляет почти 50—60% общей мощности пород.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 14.IV.1978

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян Т. А. Диатомиты Сисианского месторождения Армянской ССР. Изд.-во АН Арм. ССР, Ереван, 1974.

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
СОВРЕМЕННОЙ МИНЕРАЛОГИИ

(О XI съезде Международной Минералогической
Ассоциации (ММА))

Международная Минералогическая Ассоциация (ММА), основанная в апреле 1958 г. на Учредительном съезде в Мадриде как Союз Минералогических обществ, объединяет ныне 29 обществ-членов ММА. Согласно Уставу, ММА имеет целью развитие минералогии, методов исследований и международного сотрудничества. Съезды ММА созываются каждые четыре года, а каждые два года—общие собрания, совпадающие с работой МГК. Предыдущий X съезд ММА проходил в 1974 г. в Западном Берлине и Регенсбурге (ФРГ), а общее собрание—в Сиднее (Австралия) в 1976 г.

XI съезд ММА проходил в г. Новосибирске с 4 по 10 сентября и собрал минералогов из 28 стран—членов ММА.

Наиболее крупные представительства имели: СССР (350 чел.), ФРГ (36 чел.), ЧССР (30 чел.), США (20 чел.), Япония и Испания (по 18 чел.), Франция, Италия, Канада, Англия (по 12—15 чел.), другие страны имели: Австрия, Австралия, Бельгия, Болгария, Дания, ГДР, Голландия, Венгрия, Польша, Швеция, Румыния, Югославия (по 3—5 чел.), а Греция, Финляндия, Норвегия, Индия, Новая Зеландия, Португалия, Западный Берлин—по 1—2 чел.

В составе делегаций видные советские и зарубежные ученые, работающие в различных областях минералогии.

От Армянского минералогического общества на XI съезде ММА присутствовали: Ширинян К. Г. (зам. пред. Арм. отд. ВМО), Меликсетян Б. М., Сатнан М. А. и Абовян С. Б.

4 сентября в Доме ученых СО АН СССР проходило открытие XI съезда и первое общее собрание ММА, на котором выступили Президент Оргкомитета академик А. В. Сидоренко и Президент ММА академик В. С. Соболев.

В первой части съезда на сессиях 3 секций, а во второй части на 10 специальных симпозиумах было заслушано и обсуждено более 400 докладов.

Отличительной чертой XI съезда ММА явился проблемный характер программы, затрагивающий фундаментальные аспекты минералогии и петрологии верхней мантии, а также важные вопросы типоморфизма, минералогии и петрологии магматических, метаморфических и метасоматических процессов. Работал также целый ряд симпозиумов—по рудной микроскопии, космической минералогии, неоднородностей минералов,

физике минералов, росту кристаллов, методам рентгеноспектрального микроанализа, драгоценным камням и др.

Заслугой оргкомитета, а также председателю секций и организаторов специальных симпозиумов, которые возглавлялись видными советскими учеными, явилась программа съезда и представленные доклады ВМО, подтвердившие значительные успехи советской минералогической науки, как в экспериментальных, так и методических и теоретических аспектах. Остановимся на наиболее важных проблемах, затронутых во всех разделах программы съезда.

Типоморфизм минералов рассматривался в 60 докладах исключительно советских геологов (организаторы сессии Ф. В. Чухров, Л. Н. Когарко, Н. З. Евзикова). Можно выделить следующие аспекты:

1. Теоретические основы учения о типоморфизме минералов рассматривались в докладе Е. К. Лазаренко, В. И. Павлишина и В. С. Мельникова; в них суммированы основные понятия учения: типоморфизм минералов, типоморфные особенности, типоморфный анализ. Доклад А. И. Гинзбурга и В. В. Матиаса был посвящен прикладному значению типоморфизма при установлении генетического и формационного типа месторождений.

2. Типоморфизм и типохимизм минералов щелочных массивов (агпаитового и мнаскитового типов) в связи с их апатитоносностью (Л. Н. Когарко) и редкометальной минерализацией (Е. В. Семенов, С. Б. Дудкин, Н. В. Владыкин, В. И. Коваленко, Б. Е. Боруцкий и др.).

3. Структурно-кристаллохимический типоморфизм минералов: слюд (Б. Б. Звягин, С. В. Соболева), калиевых полевых шпатов (Б. М. Шмакин, В. С. Антипин), а также флюорита, кварца, циркона, турмалина, пирита, хлоритов и др.

О теоретических аспектах структурного типоморфизма минералов доложил В. А. Франк-Каменецкий.

4. Типоморфизм минералов гидротермальных месторождений (золоторудных, оловорудных, ртутных, кварц-вольфрамовых и медно-молибденовых) затрагивался в докладах Н. В. Петровской, А. Д. Генкина, Н. С. Сахарова, Г. П. Воларович, Н. З. Евзиковой, С. Т. Бадалова, В. Г. Прохорова, О. В. Русинова и др. Здесь представлен был и доклад Г. О. Пиджяна, Ш. О. Амиряна, А. И. Карапетяна и А. С. Фарамазяна «Теллуриды в рудных формациях Арм. ССР и их типоморфные особенности».

Типоморфным особенностям весьма редкой группы минералов джерфишерита посвящен был доклад М. Г. Добровольской и М. Н. Соколовой, а доклады В. В. Иванова и Р. М. Константинова — статистико-математическим оценкам типоморфизма минералов.

Неоднородности минералов. На секции было заслушано 18 докладов (организатор Н. В. Петровская). Применение новейшей аппаратуры высокой разрешающей способности позволило выявить различные неоднородности минералов прото- и эпигенетической природы, которые подразделяются на три типа:

1. Вещественный (микровключения минералов и минералообразующих сред, распад твердых растворов, элементы-примеси и др.).
2. Структурный (дефекты в кристаллах, дисимметризация и др.).
3. Физический (электропроводность, магнитность и др.).

Интересные доклады были посвящены неоднородностям самородного золота (Н. В. Петровская, М. И. Новгородова, В. Г. Моисеенко, С. В. Яблокова, Ф. П. Кренделев и др.), магнетита, ильменита и магнезиоферита (Г. П. Барсанов, Г. П. Кудрявцева), тантало-ниобатов (С. И. Лебедева), кальцита, барита, ангидрида (Л. З. Резницкий), слюд (Т. А. Капитонов, Н. Ф. Челищев) хризотил-асбеста (З. В. Левашева и М. Лашнев), пирита, сфалерита (К. Леви, Франция), волотоносного пирита (Е. М. Брадинская), апатита (З. В. Васильев).

При рассмотрении явлений неоднородности минералов многие докладчики подчеркивали большую роль физико-химических условий (P , T , EH , pH) кристаллизации, при этом выявленные неоднородности имеют фазовый характер (эмульсионные, решетчатые структуры распада), дисимметризация и сверхструктуры различного типа (плоские, точечные, блоковые), связанные с одной стороны с дефектами кристаллической решетки при росте кристаллов, с другой—при ограниченных возможностях изоморфизма, с явлениями упорядочения и разупорядочения, а также метастабильностью соединений.

Породообразующие минералы. Было заслушано 65 докладов, выполненных в основном классическими методами и лишь частично микрозондовыми и другими методами. Важное значение имеют детальные исследования по следующим группам минералов:

1. Оливины и хромшпинелиды изучены в аспекте генезиса офиолитов, в частности дается генетическая их классификация (Ю. Р. Васильев, А. В. Соболев), рассмотрены распределения элементов-примесей в сосуществующих с оливином—пироксенах (Э. Ягуца, Б. Шпетель, Х. Венке, ФРГ), хромшпинелидах (Е. П. Царицин, Свердловск, О. К. Иванова), в различных формационных типах ультрамафитов.

2. Пироксены обсуждались в докладах японских минералогов Н. Моримото, К. Нобуган, обосновывающих наличие пластин распада бедной и богатой Са—фазы в авгитах и пижонитах, и одновременно превращение (распад) стабильного при высокой температуре пижонита в авгит и гиперстен. Составам моноклиновых пироксенов (и роли титана) в разнотипных вулканических сериях были посвящены доклады Е. Е. Порошина, Н. А. Румянцевой, Е. П. Соколовой и И. Я. Центр, которые на основании тренд-анализа выявили особенности изменчивости химического состава в зависимости от P , T и условий кристаллизации.

В докладе Л. В. Масленникова и И. В. Рождественской рассмотрены связи симметрии высококальцевых моноклиновых пироксенов с условиями образования и существование двух модификаций—высоко- и низко t° $S2/c$. Интересны данные об изоморфизме и предельных составах в ряду салит—авгит—эгирин, приводимых Р. А. Хови и З. Али (Англия) и титанфассаит-титанавгит (А. А. Конев, Ю. А. Сизых, Г. В. Бондарев).

3. Калишпаты, нефелины и псевдолейциты. В докладе В. Н. Зырянова «Температура санидин-ортоклазового перехода» экспериментально установлен устойчивый парагенезис их при $T=680^\circ\text{C}$ и $P=1000$ кбар. Детальные исследования нефелина (М. Н. Канильо, М. Граца и др., Португалия) позволили установить микрозамещения канкринитом и анальцитом.

Интересная дискуссия развернулась по проблеме генезиса псевдолейцитов. На примере Тежсарского щелочного комплекса Б. М. Меликсетяном доказывается субсолидусовый распад богатого натрием метастабильного лейцита на псевдолейцит состава— $\text{Or}_{90}\text{Ab}_{10}$; $\text{Ne}_{70}\text{Kc}_{30}$ ($t^\circ=600^\circ\text{C}$) и значительная роль одновременно замещаемой H_2O при превращении его изохимически в эпилейцит ($\text{Or}+\text{Ab}+\text{Mu}+\text{An}+\text{Natr.}$). В то же время, К. Яги и А. К. Гупта (Япония) на образцах эпилейцита из Тежсара (подаренных покойным Е. К. Устиевым) приходят к прямо противоположному выводу о взаимодействии с богатыми натрием флюидами, сопровождающемся замещением калия лейцита натрием с образованием гомогенных агрегатов— $(\text{Or}_{92}\text{Ab}_8)$ и $(\text{Ne}_{87.9}\text{Kc}_{3.0}\text{kv}_{9.1})$. Однако, в интересных экспериментах Ж. Руа и У. С. Маккензи (Франция) подчеркивается важное петрогенетическое значение натрия в лейците. Ионно-обменный метод с использованием раствора NaCl при $P=1$ кбар, $T=750^\circ\text{C}$ показал значительное вхождение Na в структуру лейцита, хотя твердые растворы Na —лейцит были метастабильны. При $T=750^\circ$ была установлена область сосуществования лейцита и анальцита и их изоструктурность, что благоприятствовало вхождению значительного количества воды в лейцит.

4. Амфиболы. Вопросам классификации и номенклатуры группы амфиболов были посвящены доклады И. В. Остроумовой (Москва, СССР) и Б. Лик (Англия). Был заслушан также доклад Л. Унгаретти и др. (Италия) о «Кристаллохимической характеристике голубых амфиболов» и А. К. Яковлевой и Ю. Н. Яковлева «Амфиболы сульфидных Cu-Ni руд». Основной упор в заслушанных докладах делается на основные типы гетеровалентных замещений при определении предельных составов слабозамещенных (обыкновенная роговая обманка) и высокозамещенных (гастингсит, паргасит и др.) амфиболов. При этом использованы прецизионные методы рентгеноструктурного анализа.

5. Общие доклады. Особо следует отметить проблемные доклады по изучению составов породообразующих минералов, отличающиеся новизной подхода и методической оригинальностью.

В докладе К. Б. Кепежинскас и В. В. Хлестова (СССР) отрицается роль каких-либо потоков мантийных флюидов при мигматизации и метаморфизме, на основании изменчивости состава ассоциации: кварц+плагиоклаз+калишпат+ Al_2SiO_5 +гранат+биотит в пределах участков 10×15 км, испытавших одноактный региональный метаморфизм.

И. Н. Расс (СССР) на основании микрозондовых определений зональности породообразующих минералов ставит под сомнение условие локального равновесия и дифференциальной подвижности компонентов.

так как парагенетический анализ базируется на валовом составе минералов, а составы зональных минералов отражают смену последовательности стадий равновесия между поверхностным слоем твердых фаз и жидкой фазой и являются следствием меньшей скорости диффузии в твердой фазе, чем скорость кристаллизации.

Выделяются критерии отличия магматических (в соответствии с диаграммой плавкости) и метасоматических минералов. Однако обращает внимание то обстоятельство, что валовый состав минералов отражает генеральные физико-химические тенденции макропроцесса, а микрозональность—пределы вариации T , P и «неравновесности» и стационарности магматических и метаморфических процессов.

О результатах исследования состава и свойств минералов разреза земной коры до глубин 30 км по данным глубинной скважины на Кольском полуострове докладывала Э. Б. Наливкина.

Физика минералов за последнее десятилетие, на стыке минералогии, геохимии и физики твердого тела, достигла огромных успехов. В программе съезда было заслушано 66 докладов по следующим разделам:

1. Спектроскопия и химическая связь; 2. Кристаллические структуры и физические свойства. 3. Прикладная физика и термодинамика минералов. 4. Методы исследования.

Из представленных докладов наибольшее число принадлежит СССР—35, ФРГ—15, США—5, Англии—3, Канаде—2, другие страны—по одному докладу. Отрадно отметить, что СССР за последнее десятилетие вышел на передовые позиции по всем разделам физики минералов мессбауэровская (ЯГР), рентгеновская (ЭПР), оптическая (ИК и УФ) спектроскопия и магнитному ЯМР и квадрупольному (ЯКР) резонансу. Симпозиум по физике минералов проходил под председательством А. С. Марфунина (СССР) и С. Хафнера (ФРГ).

Рост кристаллов обсуждался на специальном симпозиуме под председательством В. С. Балицкого (СССР) и И. Сумагава (Япония). Из представленных 25 докладов большая часть была посвящена успешно развивающейся в СССР онтогении минералов (особенности формы минеральных индивидов, их внутреннего строения и взаимоотношений друг с другом). Кроме того, проблема механизма и теории роста кристаллов сильно расширилась в связи с искусственным выращиванием кристаллов для различных областей науки и производства. По существу симпозиум подвел итоги экспериментального синтеза минералов и теории механизма роста кристаллов.

Рудная микроскопия в рамках комиссии ММА заслушана в 8 докладах (пред. С. Г. Баун и Ф. М. Вокс), в основном советских минералогов. Доклады освещали методы и аппаратуры изучения физических свойств минералов (Л. Н. Вяльсов, М. Вандрелсаз, М. С. Бессмертная, С. И. Лебедева и др.); доклад Н. Шумской был посвящен системе автоматической диагностики рудных минералов, разработанной

во ВСЕГЕИ, которая определяет параметры и производит диагностику около 96 минералов.

Сульфосоли и платиновые минералы рассматривались на специальной сессии, которая обсудила 29 докладов (пред. И. Костов, Болгария и И. В. Белов, СССР), Интерес к докладам был очень большой, т. к. участвовали видные советские и зарубежные ученые. Теоретические обобщения затрагивали вопросы кристаллохимии, классификации и номенклатуры минералов группы сульфосолей, предложенных именовать сложными сульфидами. Элементы группы платины рассматривались в альпинотипных гипербазитах и в Cu-Ni формации руд. Обращает внимание использование современных методов исследований и синтеза.

Минералогические критерии связи кислого магматизма и рудной минерализации постоянно включаются в последние годы в программу сессий и съездов ММА. Организаторы и председатели совета — Л. В. Таусон и И. Д. Рябчиков (СССР). Было заслушано 28 докладов. В докладе И. Д. Рябчикова «Физико-химический анализ потенциальной рудоносности гранитоидов» особый акцент в мобилизации рудных металлов сделан на различии в поведении фтора и хлора в магматических расплавах при концентрации соответственно литофильных и халькофильных элементов. О решающей роли хлора в формировании Cu-Mo месторождений подчеркивалось в докладе В. И. Сотникова, А. П. Берзиной и др.

Доклад И. Т. Бакуменко, Ю. А. Долгова и др. «Кислый магматизм и минералообразование» сделан на основании изучения включений в минералах гранитоидов. В модели мобилизации растворов и локализации рудного вещества основное внимание уделяется как флюидам, так и активизации растворов околоинтрузивного пространства. Большинство других докладов (Р. А. Некрасовой, Глебова М. П., Козлова В. Д., Антипина В. С., Коваленко В. И., Руб М. П. и др.) посвящено разработке минералого-геохимических критериев связи редкометального Li, Sn, W, Nb, Be, TR, Y оруденения со специализированными в разной степени гранитоидными комплексами. Следует подчеркнуть значительный прогресс в разработке этой проблемы, благодаря тонким минералого-аналитическим исследованиям микроэлементов и газовой-жидких включений в минералах, с применением новейшей аппаратуры.

Минералы высоких давлений. Сессия межсоюзной комиссии по геодинاميке МГК на XI съезде ММА заслушала более 30 докладов (организатор Н. В. Соболев, председатель О. А. Андерсен), которые по проблематике можно сгруппировать следующим образом:

1. Алмазы, генезис и включения в связи с проблемой модели верхней мантии. В докладе Г. О. Мейер, Х. М. Теан (США), основываясь на различиях в составе минералов-включений в алмазах, выделяются две геохимические обстановки, с несколько отличными P, T — эклогитовая (некимберлитовой ассоциации) и ультраосновная, причем алмазы с включениями минералов ультраосновных пород являются ксенокриста-

ми, а не фенокристами кимберлитов. Изучение включений в алмазах трубки «Премьер» и алмазах Юж. Африки (Д. Д. Гарни, Д. Гаррис (Англия) и Лесото (Квасница, Крочук и др., СССР) указывают на значительные локальные вариации состава мантии регионов.

2. Изучение ксенолитов кимберлитов Лесото, Колорадо, Юж. Африки и их систематика: эклогиты, гроспидиты, лерцолиты, клинопироксен-ильменитовые и др. типы, обобщенные в докладе Н. В. Соболева (СССР), выделяющего алмаз-пироповую абисобную фацию.

3. Гроспидиты и их генезис. Эти своеобразные клинопироксен-дистен-Са-гранатовые породы, часто алмазоносные, встреченные в ксенолитах кимберлитов. По сообщению Д. Кармайкла (США), это, по-видимому, океаническая кора, опущенная в зонах субдукции на глубины 120 км.

4. Проблема некимберлитовых алмазов и высокобарных полиморфных модификаций углерода (Ф. Каминский, Еременко, Полканов, СССР). Если в кимберлитах алмазы мантийного типа образуются при $T = 1400^\circ\text{C}$, $P = 40\text{—}50$ кбар, то балассы, карбонадо и другие полиморфы углерода, которые не встречены в кимберлитах (чаоит и др.)—при $T = 1000^\circ\text{C}$, $P = 400$ кбар (шоковый тип).

5. Минералы мантии и их кристалломорфология освещались в докладах А. Владимирова (СССР) по протоминералам (оливин, пироп, ильменит), М. Принца (США) по шпинели, граната, особенно по хромовой разности—кнорингиту; Квасницы и Харькива (СССР) по алмазам; Понамаренко и Спецнуса—по коэситу и других докладах, в частности по Mg—роговым обманкам высоких давлений (каринтин, смарагдит).

Симпозиум по экспериментальной минералогии и проблеме верхней мантии, организатором которого являлся В. А. Жариков и председателем Уайли (США), заслушал 20 докладов, из которых 6—СССР, 4—США, 4—ФРГ, 3—Япония.

Большой интерес вызвали два доклада В. А. Жарикова с сотрудниками (СССР, Черноголовка):

1. Клинопироксены высокого давления, синтезированные при $T = 1200^\circ\text{C}$, $P = 36$ кбар, в которых установлено растворение избыточного кремнезема в виде минала Эскола— $\text{Ca}_{0.5}\text{AlSi}_2\text{O}_6$ порядка 21%. Присутствие избыточного SiO_2 до глубин эклогитовых парагенезисов имеет важное значение для обсуждения происхождения кварцсодержащих магм из верхней мантии.

2. Влияние щелочных и флюидных компонентов на генезис мантийных магм. Экспериментально проведенное плавление базальта при $P = 25\text{—}45$ кбар в сухих условиях и с флюидом H_2O и CO_2 показало, что в отличие от Грина, Рингвуда и Куаширо, H_2O и CO_2 имеют весьма важное значение в петрогенезисе щелочных магм, а в генезисе известково-щелочных кремнекислых магм значительная роль отводится преодолению эклогитового барьера при $P = 20$ кбар до 52—53% SiO_2 с отделением флюидами избыточного SiO_2 из клинопироксенов.

В докладе Уайли (США) о системе «перидотит— CO_2 — H_2O » при 800° и 300 км. рассмотрено «Влияние щелочных флюидных компонентов на генезис мантийных магм». Причем, при 0,5% H_2O образуются амфибол и флогопит, а при 30% CO_2 выплавление магм связано с гетерогенностью субконтинентальной коры и мантии под ней. Рассмотрение парагенезисов в сухой системе при 1 кбар (Ка; Ол+Пи; Кв), при 30 кбар в присутствии (Лар+Ол), Ол и Кв показало, что флюидная мобилизация Na_2O и K_2O происходит за счет H_2O и CO_2 в порах протоминералов.

Вторая группа докладов была посвящена фазовым переходам в мантии. В докладе Н. И. Хитарова (СССР) рассмотрен переход при 20 кбар энстатит клиноэнстатит, в докладе Л. Л. Перчука—гранат-пироксеновые равновесия с образованием необычных твердых растворов сосуществующих пироксенов. Л. Фингер (США) сделал доклад о структурах кристаллов под высоким давлением, которое приводит к сжимаемости больших координационных полиэдров, в результате чего весь SiO_2 до глубин порядка 900 км должен находиться в шестерной координации.

Проблеме вебстеритовой модели верхней мантии был посвящен доклад В. А. Кутолина (СССР), основанный на статистической обработке составов различных типов ксенолитов в лавах Камчатки и на экспериментальных данных по скорости растворения оливина, гиперстена и клинопироксена в базальтовых расплавах.

Космическая минералогия. На симпозиуме комиссии по космической минералогии (председатель Д. П. Григорьев) было заслушано 20 докладов, касающихся минералогии Луны и метеоритов. В докладах зарубежных минералогов (США, Канада, ФРГ, Япония) рассматривались как состав, так и свойства земных и лунных минералов. Д. П. Григорьев сделал доклад о телесных формах выделения лунных минералов. Малочисленность минералов, формы проявления, отсутствие широких изоморфных смесей, множественность взаимных включений и другие особенности связаны с отсутствием воды и газов или с их незначительной концентрацией. Этому был посвящен доклад Ю. А. Долгова, установившего в вакуолях тектитовых стекол газовые смеси очень низких давлений (ниже атмосферного в 5000 раз) и поэтому не подверженного диффузии в течение длительного времени (15 млн. лет). Интересные доклады по геохимии лунных пород и метеоритов сделали В. Л. Барсуков (ГЕОХИ) и О. А. Богатиков (ИГЕМ).

Драгоценные камни. Специальный симпозиум под председательством Х. Ш. Шубнеля и С. С. Савкевича заслушал более 20 докладов и сообщений как по природным, так и по синтетическим минералам. Интерес вызвал доклад Г. В. Букина, А. А. Годовикова и В. С. Соболева (СССР) по синтезу изумруда при $T^\circ=900\text{—}1250^\circ\text{C}$, $P=600\text{—}1200$ атм.

В других докладах приводились сведения о находках и характеристике различных драгоценных камней (бирюзы, сапфира, рубина, аквамарина, кунцита, изумруда, хризопраза и др.). Интересны были доклады, посвященные нефритам СССР (А. Н. Сутурин и др.) и новому ювелирно-поделочному камню—минералу—чароиту (В. П. Рогова).

Из докладов общего характера отметим доклад М. Суперчи (Италия) о геммологии—как самостоятельной науке о драгоценных камнях и В. С. Балицкого по проблеме получения и идентификации синтетических аналогов драгоценных камней.

Рентгеноспектральный микроанализ с электронным зондом в минералогии рассматривался на специальной сессии (организаторы Ю. Г. Лаврентьев, В. А. Лаврентьев, В. А. Черепанов (СССР)).

Из заслушанных 25 докладов и ознакомления с лабораторией ИГГ СО АН СССР вытекают основные тенденции, области применения и методические разработки по усовершенствованию микронзондовых анализов породообразующих, глинистых, самородных и сульфидных минералов, а также элементов-примесей в них и в газовой-жидких включениях минералов (F, Cl, H, O). Значительное место занимали доклады об источниках ошибок, о применении ЭДА (Si(Li)) детекторах при анализе с энергетической дисперсией и модулей «Канак» (Д. Г. Смит; Канада; Дж. Раклидж), а также компьютерной системы и статистической обработки данных.

На общей сессии было заслушано 32 доклада, носящие наиболее обобщающий характер и представляющие официальные доклады от каждой страны—члена ММА. Доклады были сгруппированы в 3 проблемы:

1) Минералогия, где касались в основном вопросов классификации и систематики минеральных групп (боратов, органических соединений, метамиктных минералов, онтогении минеральных индивидов).

2) Петрология, в которой обсуждались результаты экспериментальных исследований и термодинамические теоретические аспекты полей устойчивости различных минералов при различных Р Т, приближенных, к природным объектам: везувияна (М. Олеш, ФРГ), куммингтонита (В. И. Домарев, СССР), лантаноидов (Висванья, Индия), а также проблема ультраосновных пород (Курокава, Япония).

3) Минералы и месторождения. В этой части общей сессии были заслушаны доклады по месторождениям цеолитов (Эрсалья, Италия, Киров, Болгария), цирколита (Мак-Кол, Австрия), марганцевым ореолам и др.

Касаясь общих результатов XI съезда ММА, следует, во-первых, подчеркнуть неоднородность программы съезда и огромный объем представленной научной информации, во-вторых, значительную перегруженность сессий и симпозиумов по отдельным проблемам докладами и стендовыми сообщениями. В то же время, необходимо остановиться на тех главных направлениях развития минералогической науки, которые проявлялись в сообщениях на съезде.

1. Широкое применение точных и прецизионных методов исследования минералов, руд и горных пород с применением методов физики твердого тела (ЯГР, ЭПР, ЯКР, ЯМР, ИК и УФ-спектроскопии), локальных методов химического анализа с использованием рентгеноспектрального микроанализа (с электронным и ионными зондами), рентгенострук-

турного анализа, изотопной масс-спектропии, а также ЭВМ по автоматизации сбора и обработки данных.

2. Усиленное развитие экспериментальных исследований по природным процессам и синтезу минералов, а также привлечение этих данных и термодинамических и физико-химических расчетов для оценки Р и Т условий образования минералов и их парагенезисов.

3. Развитие исследований по генетической минералогии и онтогении минеральных индивидов, по типоморфизму и кинетике роста кристаллов.

4. Постановка проблемных тематических минералогических исследований отдельных минералов и минеральных парагенезисов по проблемам верхней мантии и космического вещества.

Подводя итог участия делегации Арм. отд. ВМО на XI съезде ММА, необходимо отметить:

1. Значительные успехи советских ученых во всех областях минералогических и, особенно, экспериментальных исследований.

2. Повышение роли ведущих советских ученых в руководящих органах ММА.

3. Получение обширной научной и методической информации о новейших советских и зарубежных исследованиях.

4. Установление деловых и научных контактов с советскими и зарубежными учеными.

На общей заключительной сессии XI съезда ММА было принято решение, что как XII самостоятельный съезд ММА в 1982 г., так и сессия ММА одновременно с 26 конгрессом МГК в 1980 г. состоятся во Франции. Были избраны руководящие органы, совет, председатели комиссий и президент ММА (К. Гимэ, Франция).

Были организованы экскурсии на оз. Байкал и в Грузию.

Касаясь задач ИГН АН Арм. ССР в свете XI съезда ММА, представляется необходимым. а) усиление специальных и методических минералогических исследований по тематике института; б) внедрение и оснащение института современной прецизионной рентгеновской, масс-спектрометрической, электронографической, электронно-зондовой аппаратурой и методов физики твердого тела в практику минералогических исследований; г) расширение экспериментальных исследований по синтезу минералов; д) улучшение минералогической экспозиции музея ИГН АН Арм. ССР.

Б. М. МЕЛИКСЕТАН

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

VIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНОГО
КОМИТЕТА ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
НАУК (ИНИГЕО)

В ФРГ с 12 по 24 сентября 1978 г. Интернациональным комитетом истории геологических наук был организован восьмой симпозиум, посвященный проблеме «Влияние географического (регионального) фактора на теоретическую геологию».

Непосредственным организатором симпозиума явился Институт геологии и палеонтологии Мюнстерского университета. В симпозиуме приняли участие 43 человека из 14 стран: Англии, Бельгии, Венгрии, ГДР, Ирландии, Нигерии, Нидерландов, Польши, СССР, США, Франции, ФРГ, Чехословакии, Швеции. Наиболее многочисленной была советская делегация, состоящая из 13 человек (Тихомиров В. В.—руководитель, Батюшкова И. В., Вялов О. С., Круть И. В., Леонидова Т. А., Ломинадзе Т. А., Мехтиев С. Ф., Милановский Е. Е., Павлинов В. Н., Саядян Ю. В., Топчишвили Т. М., Федоров П. В., Химшиашвили Г. Н.).

Заседания симпозиума начались 12 сентября в городе Мюнстере (земля Северный Рейн—Вестфалия) в Институте геологии и палеонтологии и закончились 14 сентября в Боннском университете.

Со вступительным словом на заседании выступил председатель Оргкомитета проф. Х. Хёльдер, а затем президент Интернационального комитета истории геологических наук проф. Р. Хокас, которые подробно остановились на задачах данного симпозиума и на его работе. Они, в частности, отметили, что в последнее время происходит оживление дискуссии по вопросу влияния социальных условий на развитие научной мысли, однако диалог между ученым и природой был и остается предметом наиболее интенсивного обсуждения. Как геологические исследования, так и любые естественно-научные работы, говорили они, начинались этим диалогом.

Конкретными примерами влияния природной среды какого-либо региона на формирование теоретических положений, получивших широкое распространение и в применении к другим регионам, выступили представители различных стран.

В. В. Тихомиров (СССР) в своем докладе показал, что учение о платформах (кратонах) возникло в результате детального изучения геологического строения и истории развития Русской платформы. Начиная с IX в. всесторонне были изучены основные особенности структуры этой тектонической единицы: щиты, плиты, двурусное строение, синеклизы и антиклизы, валы, краевые швы и т. д., которые были признаны эталонными и стали прообразами для аналогичных тектонических единиц всех континентов.

Е. Е. Милановский (СССР) отметил, что учение о платформах возникло на базе длительного изучения Русской и Северо-Американской платформ, а учение о геосинклиналях—Альп и Аппалач. Однако если бы изучение тектонических единиц началось в других регионах, то возникли бы существенно иные представления о структурных формах, магматизме и закономерностях развития. Он показал, что региональный фактор имеет решающее значение в формировании основных понятий и идей в геотектонике.

М. Ф. Мехтиев (СССР) в совместном с З. А. Буниат-Заде докладе показал, что Азербайджан является родиной учения о геологии нефти и газонефтяных вулканах. Здесь впервые были разработаны основные теоретические вопросы нефтяной геологии и тот классический полигон, где применялось подавляющее большинство вновь разработанных методов и технических новинок.

Представитель ГДР М. Гунтау рассказал о зарождении горнодобывающего производства в Саксонских Рудных горах с 1168 года, которое во многом определило формирование теоретических знаний в области геологии жильных месторождений. Он отметил, что металлы в месторождениях Рудных гор в зависимости от своего относительного возраста образуют характерные парагенетические ассоциации (жильные формации). Еще в эпоху Возрождения впервые возник интерес к научному рассмотрению этих жил, из которых добывался монетный металл—серебро и другие цветные металлы. Жильные месторождения Саксонии до настоящего времени вызывают предпочтительный интерес у ученых, взгляды которых формировались под влиянием представлений о жилах Рудных гор.

Э. Дудич (Венгрия) в своем выступлении сделал хронологический обзор главнейших теорий по генезису бокситовых залежей, остановился на спорных вопросах, препятствующих созданию единого учения о генезисе бокситов и отметил, что венгерскому ученому Бардошши удалось установить общие закономерности условий и предпосылок бокситообразования при помощи глобальной тектоники (тектоники плит).

А. М. Осповат (США) показал, что деятельность крупнейшего немецкого ученого Абраама Вернера связана с Саксонией, где им был создан ряд геологических теорий, в особенности его глобальная теория, созданная на основании интерпретации геологического строения сравнительно небольших регионов юга Германии. А. М. Осповат отметил, что, вероятно, первые идеи у А. Вернера возникли частично из собственных наблюдений и частью из прочитанной им литературы. По-видимому, региональный фактор на происхождение и развитие всех его теорий имел определенное, но не решающее влияние.

Дж. В. Уайт (США) в своем докладе рассказал о зарождении американской геологии с 1585 по 1845 гг., т. е. с первых же посещений Южного Света английскими путешественниками. Он отметил, что первые же экспедиции, высадившиеся на Американский континент, начиная с То-

маса Гариота (1560—1621 г.), писали подробные отчеты по геологии этой страны.

Представитель Франции Ф. Элленберже оценил влияние окружающего ландшафта на французских натуралистов 18 века. Сравнивая научную школу Прованса и Лангедока со школой Парижского бассейна, он отметил, что ландшафт может быть решающим духовным фактором, как например, ландшафтам Апеннин или Тосканы, многим обязаны Леонардо да Винчи и Стено. Однако в этом вопросе можно попасть впросак. Так, гляциальная морфология многих исследователей вводила в заблуждение, они видели формы рельефа, не имеющие никакого отношения к вековому воздействию талых вод.

Ю. Бабич (Польша) выступил с сообщением о польском непунисте Станиславе Сташице и его наблюдениях в Польше на рубеже 18 и 19 веков. Он сказал, что Сташиц был самым выдающимся региональным исследователем и теоретиком своего времени, который на основании наблюдений в Польше подтвердил господствующую в то время теорию непунизма. Эта теория позволила Сташицу интерпретировать многие геологические явления и классифицировать их в рамках единой систематической целостности.

Доклад Х. Хёлдера (ФРГ) был посвящен понятию «ступенчатый ландшафт», введенному впервые в 1842 г. Ф. А. Квенштедтом при изучении Швабско-Франконской ступенчатой области, сложенной пластами триаса и юры. Он, в частности, отметил, что современное актуалистическое объяснение образования ступенчатого ландшафта в формациях из чередующихся более твердых и более мягких отложений под влиянием эрозии в течение длительного времени, отнюдь не соответствует первому впечатлению Ф. А. Квенштедта. Последний посвятил себя изучению последовательного налегания слоев в ступенчатом ландшафте и переменам в их фауне в вертикальном направлении и достиг в этом небывалого дотоле успеха. Однако за сто лет до этих наблюдений возникло «горизонтальное» объяснение происхождения ступенчатого ландшафта, выдвинутое в 1724 г. М. Б. Эрхартом также при наблюдениях в Швабии, но не принимаемое Ф. А. Квенштедтом. В настоящее время известно, что горизонтальное и вертикальное объяснения ступенчатого ландшафта взаимно связаны.

Об Аристотеле и начале разработки климатической морфологии немецкими географами 15—16 веков говорил в своем докладе М. Бюттнер (ФРГ). Он отметил, что истоки учения о влиянии экзогенных сил на образование земной поверхности, т. е. климатической морфологии, связаны с Аристотелем. Его географо-космогонистические воззрения основаны на представлениях о первом толчке. На основании наблюдений в Греции Аристотель полагал, что суша постоянно врастает в море, это происходит посредством рек, которые питаются сверху и переносят землю в море, а землетрясения происходят от ветра, который таится в пустотах. Географы, живущие в 15 и 16 веках в Средней Европе, наблюдали противоположные явления. Они считали, что Северное море наступает

на сушу. До 17 века в основном все процессы на земной поверхности рассматривались как вызванные «свыше», но, однако, климатическая морфология в сущности определялась той местностью, в которой данные ученые наблюдали наглядные примеры.

И. В. Батюшкова (СССР) выступила с сообщением о роли отдельных регионов в представлениях об общем строении Земли. В частности, она отметила, что проблема общего строения Земли от древнейших времен до наших дней является одной из актуальных. Развитие идей зависело от региональных геологических исследований и общего уровня знаний. Нередко на основании изучения отдельных регионов выводились представления о строении Земли в целом. В настоящее время региональные исследования охватывают не только Землю, но и все планеты земной группы, которые позволяют современной науке по-новому рассматривать вопросы происхождения, эволюции и строения Земли.

С докладом о роли венгерских ученых в деятельности «Минералогического общества» в г. Иена и их влиянии на развитие геологических наук в Венгрии выступил Г. Чики (Венгрия). Он отметил, что из 15 членов—основоположников этого Минералогического общества в 1797 году трое были венграми, причем председателем был избран молодой венгерский аристократ граф Д. Телеки, уроженец Трансильвании—родины красивых, редких кристаллов, руд и минералов. Это общество было важнейшим в сфере влияния немецкого языка и немецкой культуры на развитие естествознания и науки в целом в Венгрии.

О вулканизме карпатской области и роли венгерской петрографической школы XIX века доложила Т. Пока (Венгрия). Она отметила, что венгерские петрографы XIX века практически исследовали все горы Внутреннекарпатского вулканического пояса, описали главные типы горных пород и руд, установили их тектонические и стратиграфические взаимоотношения, создали геологическую карту Венгрии, получившую золотую медаль на Всемирной выставке в Париже. Научные достижения этих исследователей в некоторых случаях превышали мировой уровень.

Доклад И. В. Крутя (СССР) был посвящен эпистемологическому анализу взаимоотношений между природным регионом и исследователем, между региональными, историческими и таксономическими аспектами геологической истории и практики. Он, в частности, отметил, что на идеи геологов (например, в Шотландии на школу Геттона, в Саксонии—Вернера, в России—Карпинского) факты регионального влияния очевидны. Они свидетельствуют о реальности геологических регионов как естественно-исторических условностей, образующих, вероятно, иерархию уровней интеграции. Установление такого факта способствует междисциплинарному синтезу крайне дифференцированного геологического знания.

Ю. В. Саядяном (СССР) был представлен доклад, в котором освещалась история развития представлений о роли вулканической активности в возникновении плейстоценовых оледенений и значении вулка-

низма Армянского нагорья в свете этих представлений. Было доказано, что только в последние годы благодаря детальным исследованиям воздушного пространства путем актинометрических наблюдений и Мирового океана методом глубоководного бурения стало возможным оценить значение вулканической активности на климат в определенные геологические эпохи. Обобщение тектонических, стратиграфических и тефрохронологических исследований, проведенных в Закавказье, позволило сделать важный вывод, уточняющий эту оценку теоретических представлений, а именно доказать, что на протяжении всего плейстоцена эпохи пароксизма кислого вулканизма явились причиной оледенений и имели определенную ритмичность—они совпадали с концом ледниковых и межледниковыми эпохами и чередовались с относительно спокойными.

Кроме отмеченных докладов, был сделан ряд коротких сообщений. По докладам и сообщениям были прения. С 15 сентября начались научные экскурсии по землям Баден-Вюртемберг и Нижняя Саксония и Северной Швейцарии. Известно, что на этой территории были созданы многие классические теории различных ветвей геологической науки. Члены советской группы геологов знакомились с той или иной областью немецкой классической геологии района экскурсий. Автор заметки ознакомился с геологией четвертичного периода как во время полевых экскурсий, так и в музеях.

Экскурсии по югу ФРГ и Северной Швейцарии представляли особый интерес в области четвертичной геологии. Как известно, эти области являются родиной классического расчлененного плейстоцена на гюнц, миндель, рисс и вюрм, предложенного А. Пенком и Э. Брюкнером в 1905 году в их капитальной работе по ледниковому периоду Альп и его отложениям, а в двадцатых годах дополненного Б. Эберлем еще одним, более древним дунайским оледенением и установившего двух- и трехкратность каждого из этих оледенений.

Во время экскурсий были показаны районы сочетания конечных морен и галечных террас Альпийского фюрланда, которые до сих пор остаются самым надежным критерием для выделения горных оледенений в различных странах.

Результаты изучения четвертичного периода юга ФРГ и Северной Швейцарии нашли свое отражение на современных геологических картах и в специальной геологической литературе. На основании осмотра показанных разрезов и ознакомления с полученной геологической литературой характеристику геологии четвертичного периода указанной территории можно представить следующим образом.

На этой территории в конце третичного периода формировались основные формы рельефа, а современный ландшафт получил свой собственный облик лишь в четвертичное время. Растительный и животный мир в настоящее время проходит последний этап развития. Человек появился как сопутствующий фактор и постепенно стал осознавать окружающие явления.

На границе между третичным и четвертичным периодами произошло похолодание, кульминация которого наступила в четвертичную эпоху. Вследствие ухудшения климатических условий появились покровные материковые льды. Северная Европа была погребена под 2000-метровым ледяным покровом, который простирался от скандинавских гор до Ирландии, среднегерманских гор и до Урала. Приальпийские области попали под влияние альпийских ледников. Эти ледники с Альпийских гор проникли далеко в Форланд и объединились там в единую ледниковую массу. У выступа рейнского ледника из Альп толщина льда достигала почти 1000 м. Расположенные рядом с Альпами горные цепи Шварцвальд и Вогезы имели свое собственное оледенение. Земля Баден-Вюртемберг льдом не была покрыта, но находилась в засушливых холодных климатических условиях и полностью потеряла лесные массивы, на смену которым пришла степная растительность с травами, мхами и низкими кустарниками, а затем еще более скудная тундровая растительность. Это изменение растительного мира обусловило обеднение животного мира, что повлияло на судьбу человека, который охотился в этих местах.

По данным геологической карты земли Баден-Вюртемберг масштаба 1:100000 (изд. 1972 г.) четвертичный период, охватывающий последние 1,5—2 млн. лет истории Земли, начинается ранним плейстоценом, который занимает три четверти квартала с четко выраженными следами в верхнерейнском грабене и отложениями высоких аллювиальных террас в области Рисс-Иллер-Лех («дунайское» и «биберское» похолодания). Далее следует ледниковая эпоха—плейстоцен с многократным чередованием похолоданий (оледенений) и потеплений (межледниковий). Последние 10000 лет занимает послеледниковье (постгляциал), которое называют также голоценом.

В районе экскурсий расположены классические месторождения ископаемого человека и фауны млекопитающих. Так, недалеко от г. Гейдельберга у сел. Мауэр в гравийном карьере известны находки нижней челюсти «гейдельбергского человека» с фауной млекопитающих, относимые к гюнц-миндельскому интергляциалу. Здесь же в бассейне р. Неккер у сел. Штейнхейм в галечном карьере была сделана вторая знаменитая находка черепа человека в отложениях с фауной миндель-рисского межледниковья.

Во время экскурсий участники симпозиума ознакомились с двумя геологическими музеями.

В музее геологии и палеонтологии Мюнстерского университета имеется очень богатая коллекция пород и фауны земли Северный Рейн-Вестфалия. Четвертичный период здесь представлен наиболее яркими представителями ледниковых млекопитающих: мамонтом и шерстистым носорогом, причем мамонт трогонтериевый (степной). Здесь демонстрированы также: лесной слон, пещерный медведь, два вида бизона, тур, гигантский олень, стеновая лошадь и другие.

Недалеко от Штутгарта при карьере Хольдмаден создан музей, где экспонированы уникальные остатки животных и растений, весьма тща-

тельно собранных Б. Гауффом на протяжении 60 лет при разработке посидониевских черных сланцев.

Таким образом, содержание прослушанных докладов и дискуссий, совершенные научные экскурсии позволили:

1. Ознакомиться с вопросами влияния региональных особенностей природной среды на мышление крупнейших геологов различных стран и, в частности, на немецких геологов 17—19 веков.

2. Осмотреть области, где немецкими учеными были созданы классические теории различных отраслей геологической науки (палеонтологии и стратиграфии, тектоники, рудной геологии и минералогии, геоморфологии и т. д.).

3. Ознакомиться с замечательными по своей сохранности коллекциями беспозвоночных и позвоночных животных третичного и четвертичного периодов и растительными остатками триаса и юры в музеях ФРГ.

Ю. В. САЯДЯН

