

ՀՄՍՀ ԳԱ Տեղեկագիր

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ
НАУКИ О ЗЕМЛЕ
EARTH SCIENCES



Журнал основан в 1943 г., выходит 6 раз в год
на русском и армянском языках

ԽՐԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈՒՆԿԻԱ

ՀՍՍՀ ԳԱ Թղթ.-անդամ Ա. Տ. Ասլանյան, տեխն. գիտ. թեկն. Ա. Վ. Բաղալյան,
ՀՍՍՀ ԳԱ Թղթ.-անդամ Ա. Բ. Բաղդասարյան, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադ. Ա. Հ. Կաբրեյան
(պատասխանատու խմբագիր), երկրա-հանք. գիտ. դոկտ. Ա. Ի. Կաբապետյան,
երկրա-հանք. գիտ. թեկն. է. Խ. Ղուլյան, երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Բ. Մ. Սելիֆ-
սեբյան, երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Կ. Գ. Շիրինյան, երկրա-հանք գիտ. թեկն. Խ. Տ.
Միրիջանյան, է. Ա. Խոստումովա (պատասխանատու քարտուղար), ՀՍՍՀ ԳԱ Թղթ.-
անդամ Կ. Ի. Տեր-Ստեփանյան, երկրա-հանք. գիտ. թեկն. Ա. Ս. Ֆարամազյան
(պատասխանատու խմբագրի տեղակալ):

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Член-корр. АрмССР А. Т. Асланян, член-корр. АН АрмССР А. Б. Багдасарян, канд. техн. наук С. В. Бадалян, академик АН АрмССР А. А. Габриелян (ответственный редактор), канд. геол.-мин. наук Э. Х. Гулян, доктор геол.-мин. наук А. И. Карапетян, канд. геол.-мин. наук Б. М. Меликсетян, канд. геол.-мин. наук Р. Т. Мириджанян, Э. С. Ростомова (ответственный секретарь), член-корр. АН АрмССР Г. И. Тер-Степанян, канд. геол.-мин. наук А. С. Фарамазян (зам. ответственного редактора), канд. геол.-мин. наук К. Г. Ширинян.

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

© Издательство АН Арм. ССР
Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1986

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԻ ՄԱՍԻՆ

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Կենսագործներ ՍՄԿԿ 27-րդ համագումարի որոշումները	3
Ա. Ա. Տաշչյան. Հայկական ՍՍՀ Կենտրոնական-Հոկտեմբերյանի անտիկլինալի շրջադաս ծագման մասին	7
Ա. Ի. Կաբապետյան, Շ. Հ. Ամիրյան. Ոսկու թելուրինդեոլ որպես միներալառաջացման երկրաբանական պայմանների ցուցիչներ	13
Է. Խ. Ղուլյան, Հ. Հ. Տոնականյան, Ա. Ս. Ավանեսյան, Ս. Հ. Աշիֆգյոզյան, Ե. Ա. Ուսպեն- սկայա, Է. Յա. Լելեն, Ս. Ա. Քոչարյան, Ա. Կ. Ղազարյան. Հայկական ՍՍՀ Ղափա- նի հանքային շրջանում սլշինձ-ցեոլիտ-պրենիտային հանքայնացման գոտու հայտ- նաբերման մասին	20
Գ. Բ. Մեծյուզյան. Հայկական ՍՍՀ երկաթի հանգավայրերի ֆորմացիոն դասակարգումը	30
Ջ. Վ. Մխիթարյան. Մեղրաձորի հանքադաշտի կառուցվածքի առանձնահատկությունները	38
Ն. Կ. Կաբապետյան. Հայկական լեռնաշխարհի երեք շրջանների երկրաշարժերի օջախների մեխանիզմը և լարված-ձևախախտված վիճակը	47
Ս. Ս. Սիմոնյան, Ա. Գ. Բաբաջանյան, Ս. Ս. Կաբապետյան. Հայկական ՍՍՀ քաղաքների և ջրամբարների բնատարածքների մանրակրկիտ սեյսմիկ շրջանցման մեթոդիկական	56
Ռ. Ս. Մինասյան. Սեյսմիկ ալիքների ազդեցությունը խոշորապանել շենքերի պատերի լարվածությունների վրա	63
Վ. Մ. Գևորգյան. Հայկական ՍՍՀ մետաղային հանքավայրերի սուլֆիդային հանքայնա- ցումների օքսիդացման զոնայի ֆիզիկական հատկությունները	69

ՀԱՄԱՌՈՏ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ

Գ. Ս. Գրիգորյան, Գ. Բ. Գուգունավա, Ի. Կ. Կիրիյա. Հայաստանի և հարակից շրջանների եռաշափ երկրաջերմային (անփոփոխ) մոդելը	77
Պ. Պ. Մխիթարյան. Էլեկտրալիտիկ դիսոցիացիայի երևույթը մթնոլորտում որպես ամպերի լիցքավորվածության պատճառ	82



СОДЕРЖАНИЕ

Решения XXVII съезда КПСС претворим в жизнь	3
А. А. Тацян. Об инверсионном происхождении Центрально-Октябрьской антиклинали в Армянской ССР	7
А. Н. Карапетян, Ш. О. Амирян. Теллуриды золота как индикаторы геохимических условий минералообразования	13
Э. Х. Гулян, А. Г. Тонакян, А. С. Авансян, С. О. Ачикгезян, Е. А. Успенская, Э. Я. Левен, С. А. Кочарян, А. К. Казарян. О выявлении полосы медно-цеолит-пренитовой минерализации в Кафанском рудном районе Армянской ССР	20
Г. Б. Межлумян. Формационная классификация железорудных месторождений Армянской ССР	30
Дж. В. Мхитарян. Особенности структуры Меградзорского рудного поля	38
Н. К. Карапетян. Механизм очагов землетрясений и напряженно-деформированное состояние трех регионов Армянского нагорья	47
С. С. Симонян, А. Г. Бабаджанян, С. С. Карапетян. Методика детального сейсмического районирования территорий городов и водохранилищ Армянской ССР	56
Р. С. Минасян. Влияние сейсмических волн на напряжение стен крупнопанельного здания	63
В. М. Геворкян. Физические свойства зоны окисления сульфидной минерализации на рудных месторождениях Армянской ССР	69

Краткие сообщения

Д. С. Григорян, Г. Е. Гугунава, Д. К. Кирия. Трехмерная геотермическая (стационарная) модель Армянской ССР и прилегающих районов	77
П. П. Мхитарян. Явление электролитической диссоциации в атмосфере как причина заряженности облаков	82

ԿԵՆՍԱԳՈՐԾԵՆՔ ՍՄԿԿ 27-ՐԴ ՀԱՄԱԳՈՒՄԱՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄՆԵՐԸ

1986 թվականը նշանավորվեց երկու կարևորագույն ֆաղափական և սոցիալ-տնտեսական իրադարձություններով՝ հունվարին կայացավ Հայաստանի Կոմկուսի 28-րդ համագումարը, իսկ փետրվարի 25-ից մինչև մարտի 6-ը՝ ՍՄԿԿ 27-րդ համագումարը: ՍՄԿԿ Կենտկոմի Գլխավոր ֆարտուղար Մ. Ս. Գորբաչովի ֆաղափական զեկուցման մեջ հստակորեն նախանշված են կուսակցության տնտեսական և սոցիալական ֆաղափականության հիմնական ուղղությունները, հանրագումարի են բերված ՍՄԿԿ ծրագրի նոր խմբագրության ու կանոնադրության մեջ կատարված փոփոխությունների էությունը և արդյունքները:

ՍՄԿԿ առջև դրված խոշոր պատմական կարևորություն ունեցող անհետաձրգելի խնդիրը պահանջ է ներկայացնում մշակելու սկզբունքներ են նոր ստատեգիական կուրս: ՍՄԿԿ 27-րդի և Հայաստանի Կոմկուսի 28-րդ համագումարների փաստաթղթերում ընդգծված է, որ երկրի սոցիալ-տնտեսական զարգացման ինտենսիֆիկացիայի գլխավոր լծակը՝ գիտատեխնիկական առաջընթացի զարգացումն է, տեխնիկայի նոր սերունդների, սկզբունքներ են նոր տեխնոլոգիաների լայն ներդրումը, որոնք պետք է ապահովեն առավելագույն արտադրողականություն ու էֆեկտիվություն: Դրանում է հատկապես կայանում մեր հասարակության զարգացման ներկայիս բեկումնային ժամանակաշրջանի վնասող ֆաղափական ու տնտեսական խնդիրը: Արագացումը, նշեց ընկ. Մ. Ս. Գորբաչովը, դա «նախ և առաջ տնտեսական անի տեմպերի բարձրացումն է: Բայց ոչ միայն դա: Նրա էությունը անի նոր որակի մեջ է՝ գիտատեխնիկական առաջընթացի հիման վրա արտադրության համակողմանի ինտենսիֆիկացիայի, տնտեսության ստրուկտուրային վերակառուցման, աշխատանքի կառավարման, կազմակերպման և խթանման էֆեկտիվ ձևերի կիրառման մեջ է»:

Համագումարը ցույց տվեց, որ արտադրության ինտենսիֆիկացիայի գրլխավոր միջոցը գիտատեխնիկական առաջընթացն է, երկրի արտադրողական ուժերի տրամաբանական վերափոխումը: Ըստ որում, խոսքը վերաբերվում է գիտության և տեխնիկայի նորագույն նվաճումների հիման վրա ժողովրդական տնտեսության խորը վերակառուցմանը, դրանց առաջավոր ուղղություններում կատարվող ճեղքումներին, տնտեսական մեխանիզմի, կառավարման համակարգի, գիտության ու տեխնիկայի վերակառուցմանը: Այդ նպատակներով ՍՄԿԿ պլանավորում է ուշադրության կենտրոնը ֆանակական ցուցանիշներից տեղափոխել որակի և էֆեկտիվության կողմը, միջանկյալներից՝ վերջնական արդյունքներին, արտադրական ֆոնդերի ընդլայնումից՝ նրանց նորացմանը, վառելիքահումքային ռեսուրսների ավելացումից՝ դրանց օգտագործման բարելավմանը, գիտատար բնագավառների, արտադրական և սոցիալական ինֆրաստրուկտուրայի արագ տեմպերով զարգացմանը:

Համագումարն ընդգծեց ժողովրդական տնտեսության և արտադրության համար գիտության ու տեխնիկայի նվաճումների ավելի եռանդազին կենսագործման անհրաժեշտությունը:

ՍՄԿԿ 27-րդ համագումարի «ՍՍՀՄ տնտեսական և սոցիալական զարգացման 1986—1990 թվականների և մինչև 2000 թվականն ընկած ժամանակաշրջանի հիմնական ուղղությունների մասին» որոշման մեջ երկրաբանների առջև խնդիր է դրվում ապահովել երկրի ճանապարհային բազայի ճեղքազարգացումը:

ամբապնդումն ու ընդլայնումը, հասնել հանձնարարական հումքի առավել լրիվ և համակողմանի օգտագործմանը, բոլոր օգտակար բաղադրամասերի կորզմանը: Ըստ ամենայնի օժանդակել անբախտ արտադրության զարգացմանը, հատկապես գործող լեռնարդյունահանող ձեռնարկություններում, բարձրացնելու ֆաղցրահամ ստորերկրյա ջրերի, սև և գունավոր մետալուրգիայի համար բարձրորակ հանձնարարությունների, հանձնարարական պարարտանյութերի և շինանյութերի, արտադրության այլ նյութերի համար անհրաժեշտ հումքի պաշարների հետախուզման և յուրացման նախապատրաստման էֆեկտիվությունը և որակը, արագացնել օգտակար հանածոների որոնման և հետախուզման առաջավոր մեթոդների ներդրումը, բարձրացնել օգտակար հանածոների հանձնարարական կանխագուշակման և երկրաբանա-տնտեսական գնահատման գիտական հիմնավորման մակարդակը, լայնորեն կիրառել հետազոտման երկրաֆիզիկական և երկրաֆիզիկական մեթոդները, երկրի մակերևույթի և նրա ընդերքի ուսումնասիրման օդանավային և տիեզերական միջոցները:

Կուսակցության տնտեսական ստրատեգիայի, հասարակական գիտակցության ձևավորման, նրա ֆաղափականության իրագործման մեջ, նշված է համագումարի նյութերում, առում է մամուլի, զանգվածային ինֆորմացիայի և պրոպագանդայի միջոցների դերը: Հարց է դրվում՝ ըստ ամենայնի ծավալել ֆենադատությունը և ինֆենադատությունը, ուժեղացնել սլայֆարը տոնականության դեմ, վեռականորեն կանխել առողջ ֆենադատությունը ննշելու և հալածելու ամեն մի փորձ: Այդ որոշումների լույսի տակ մեր «Գիտություններ երկրի մասին» Տեղեկագրի խմբագրական կոլեգիային խոշոր աշխատանք է սպասում, անհրաժեշտ է տպագրվող հոդվածների որակի նկատմամբ հանդես բերել խստապահանջություն, հասնել նրան, որ տպագրվեն միայն գիտական բարձր մակարդակ ունեցող հոդվածները: Անհրաժեշտ է նպաստել գիտական կարևորագույն պրոբլեմներին և նրանց շուրջում հարցերին նվիրված հոդվածների հանրապետության և նրան հարակից բնատարածքների երկրաբանությանը, երկրաֆիզիկային և աշխարհագրությանը նվիրված մենագրությունների և դասագրքերի վերլուծմանը և ֆենադատական գնահատմանը նվիրված նյութերի տպագրմանը և Տեղեկագրի էջերում գիտական բանավեճ ծավալել երկրի մասին գիտությունների տարիներ շարունակ վիճելի հարցերի շուրջը:

Մեծ խնդիր է դրված բարձրակարգ մասնագետների պատրաստման բնագավառում, որի լուծմանը մեծապես կնպաստեր հանրապետությունում երկրի մասին գիտությունների ասպարեզում թեկնածուական և դոկտորական աստիճաններ շնորհող մասնագիտացված Գիտական խորհուրդների ստեղծումը:

ՍՄԿԿ 27-րդ համագումարը կուսակցության, սովետական ժողովրդի համար կարևորագույն պատմական ուղենիշ է: Մեր երկրի սոցիալ-տնտեսական զարգացման արագացման, աշխարհում խաղաղության պահպանման գիծը համագումարի գլխավոր ֆաղափական արդյունքն է հանդիսանում: Նրա նյութերը գտնվում են ամբողջ կուսակցության, սովետական ողջ ժողովրդի, աշխարհի հասարակայնության ուշադրության կենտրոնում: Նրա որոշումները կանխորոշում են առաջիկա տարիների և տասնամյակների մեր առաջընթացի թե բնույթը և թե տեմպերը:

РЕШЕНИЯ XXVII СЪЕЗДА КПСС ПРЕТВОРИМ В ЖИЗНЬ

1986 год ознаменовался двумя важнейшими политическими и социально-экономическими событиями: в январе состоялся XXVIII съезд КП Армении, а с 25 февраля по 6 марта 1986 года—XXVII съезд КПСС. В Политическом докладе Генерального секретаря ЦК КПСС М. С. Горбачева четко очерчены основные направления экономической и социальной политики партии, подведены итоги обсуждения новой редакции Программы КПСС и изменений в ее Уставе.

Стоящая перед КПСС неотложная задача большой исторической важности требовала выработать принципиально новый стратегический курс. В документах XXVII съезда КПСС и XXVIII съезда КП Армении подчеркнуто, что главным рычагом интенсификации социально-экономического развития страны служит ускорение научно-технического прогресса, широкое внедрение техники новых поколений, принципиально новых технологий, обеспечивающих наивысшую производительность и эффективность. Именно в этом состоит ключевая политическая и хозяйственная задача на современном переломном этапе развития нашего общества. Ускорение, как отметил М. С. Горбачев, это «прежде всего повышение темпов экономического роста. Но не только. Суть его—в новом качестве роста: всемерной интенсификации производства на основе научно-технического прогресса, структурной перестройке экономики, эффективных форм управления, организации и стимулирования труда».

Съезд показал, что главным средством интенсификации производства является научно-технический прогресс, коренное преобразование производительных сил страны. При этом имеется в виду, что речь идет о глубокой реконструкции народного хозяйства на основе новейших достижений науки и техники, о прорывах на авангардных их направлениях, перестройке науки и техники хозяйственного механизма, системы управления. В этих целях КПСС планирует перенести центр внимания с количественных показателей на качество и эффективность, с промежуточных—на конечные результаты, с расширения производственных фондов—на их обновление, с наращивания топливно-сырьевых ресурсов—на улучшение их использования, на ускоренное развитие наукоемких отраслей, производственной и социальной инфраструктуры.

Съезд подчеркнул необходимость более энергично осуществлять поворот науки к нуждам народного хозяйства и повышение восприимчивости производства к достижениям науки и техники.

В постановлении XXVII съезда КПСС «Об основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года» перед геологами ставится задача обеспечить дальнейшее укрепление и расширение минерально-сырьевой базы страны, добиваться более полного и комплексного использования минерального сырья с извлечением всех полезных компонентов, всемерно способствовать развитию безотходного производства, в особенности, действующих горнодобывающих предприятий, повышение эффективности и качества подготовки к освоению разведанных запасов пресных подземных вод, высококачественных руд для черной и цветной металлургии, сырья для производства минеральных удобрений и строительных материалов, ускорить внедрение прогрессивных методов поисков и разведки полезных ископаемых, повысить уровень научного обоснования прогнозов и геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых, широко использовать геофизи-

ческие и геохимические методы исследований, аэровысотные и космические средства для изучения поверхности Земли и ее недр.

В осуществлении экономической стратегии партии, ее социальной политики в формировании общественного сознания, как отмечается в материалах съезда, возрастает роль печати, средств массовой информации и пропаганды. Ставится вопрос—всемерно развивать критику и самокритику, усиливать борьбу с парадностью, решительно пресекать любые попытки зажима здоровой критики, преследования ее. В свете этих решений редколлегии нашего журнала предстоит большая работа в деле повышения требовательности к качеству и научному уровню публикуемых статей. Необходимо способствовать публикации критических статей с развертыванием на страницах журнала широкой дискуссии по спорным вопросам наук о Земле. Следует отметить, что одним из упущений в публикациях журнала за последние годы было почти полное отсутствие статей по разбору и критике издаваемых монографических трудов и учебников по геологии, геофизике и географии республики и сопредельных территорий.

Большая задача стоит перед Отделением наук о Земле в области подготовки высококвалифицированных кадров. Нельзя примириться с тем, что в республике нет специализированного Совета по защите кандидатских и докторских диссертаций в области наук о Земле, что также является одним из препятствий в деле повышения квалификации научных работников.

XXVII съезд КПСС—историческая веха в жизни партии, советского народа. Принятая и утвержденная линия на ускорение социально-экономического развития страны, упрочение мира на Земле—главный политический итог съезда. Ход и результаты его работы—в центре внимания всей партии, советских людей, мировой общественности. Его решения определяют и характер, и темпы нашего движения на годы и десятилетия вперед.

А. А. ТАЦЯН

ОБ ИНВЕРСИОННОМ ПРОИСХОЖДЕНИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ОКТЕМБЕРЯНСКОЙ АНТИКЛИНАЛИ В АРМЯНСКОЙ ССР

Описывается главная антиклиналь (Центрально-Октемберянская) Октемберянской депрессии и обосновывается ее инверсионное происхождение.

Октемберянская депрессия находится в крайней западной части Араратской долины и состоит из двух частей: южной, детально изученной бурением, и северной (рис. 1). С северо-востока она ограничена Маркара-Кармрашенским погребенным выступом метаморфических пород, а в западном и южном направлениях распространяется в правобережья рек Ахурян и Аракс и соединяется с Карским прогибом и Кохбской мульдой. Южная часть депрессии изучена 56 опорно-параметрическими, структурно-картировочными и поисково-разведочными скважинами глубиной от 800 до 4000 м.

По данным бурения, в осадочном выполнении Октемберянской депрессии принимают участие туфогенно-терригенные и карбонатные отложения лютета мощностью до 600 м и терригенная толща миоцена, представленная пестроцветными молассаами мощностью до 700 м и сероцветными песчано-глинистыми отложениями октемберянской свиты максимальной мощностью 3000 м. Фундаментом здесь служат субметаморфизованные эпидот-хлоритизированные диабазы и метадиабазы, амфиболово-плагиоклазовые сланцы и окварцованные габбро-диабазы не установленного возраста.

Основой тектоники Октемберянской депрессии является Центрально-Октемберянская антиклиналь, которая простирается в широтном направлении и занимает почти всю южную часть депрессии. Протяженность антиклинали более 20 км при размахе крыльев в наиболее широкой ее западной части 7 км (рис. 2, 3).

В ядре складки под базальтами плиоцена выступает глинистая подсвета октемберянской свиты, а в крыльях и в восточной периклинальной части—верхняя октемберянская песчано-глинистая подсвета.

Северное крыло Центрально-Октемберянской антиклинали выявлено двадцатью скважинами, пробуренными в створе семи профилей. Это крыло падает под углом 20—35° и, осложняясь в самой краевой части Октемберянской депрессии второстепенной Севабердской складкой, переходит в Сардарапатскую синклинали. Южное крыло также посредством второстепенных складок (Херберклинская синклинали и Шаварутская антиклиналь) переходит в широкую Кохбскую мульду.

Центрально-Октемберянская антиклиналь рассечена многочисленными поперечными и продольными взбросо-сдвигами и надвигами с амплитудами вертикального смещения от 200 до 1700 м. Поперечными взбросо-сдвигами с амплитудами горизонтального смещения до 2,5 км она разбита на четыре сегмента (рис. 2)¹.

а) Восточный или Сурмалинский сегмент антиклинали, с которым связано непромышленное скопление метана, по данным скважин №№ 50, 47, 42-р и 46, простирается в широтном направлении на 8 км. В восточной части периклинально он замыкается, а к западу, вздымаясь, срезается Кармрадзорским взбросо-сдвигом.

¹ Ввиду ограниченного объема статьи обоснование надвигов, взбросо-сдвигов и сбросов не приводится. Все они реальны. Их наличие доказано бурением, геологической съёмкой и морфоструктурными признаками.

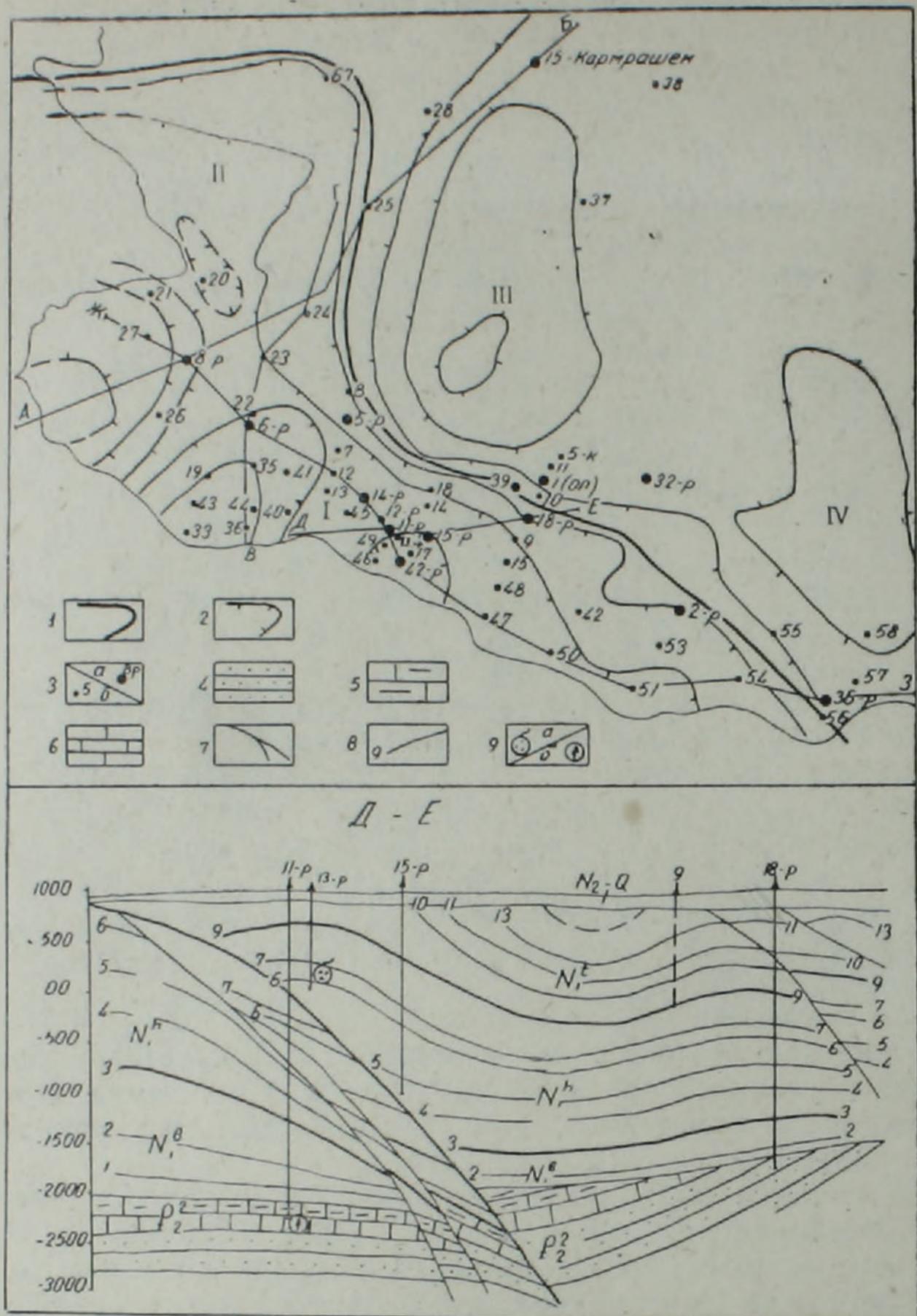


Рис. 1. Схема Октемберьянской депрессии по кровле условного фундамента. I—южная, II—северная часть Октемберьянской депрессии, III—Кармрашенское, IV—Маркаринское поднятия. 1—граница Октемберьянской депрессии, 2—изолинии поверхности субметаморфического условного фундамента, установленного бурением и различными методами геофизических исследований, 3—пробуренные скважины и их номера: а—глубокого, б—структурного бурения, 4—песчаники, 5—глинистые известняки, 6—известняки, 7—разрывные нарушения, 8—геолого-геофизические опорные горизонты и их номера, 9—выбросы: а—горючего газа, б—остаточной пластовой воды.

б) Кармрадзорский сегмент антиклинали к югу от скважины № 13 притесняется в узле нескольких разломов и превращается в тектонический клин. По плоскости одноимённого взбросо-сдвига он сдвинут на 2 км к северу по отношению Сурмалинского сегмента антиклинали.

в) Ервандашатский сегмент также простирается в широтном направлении и вздымается к западу. Как на востоке, так и на западе он срезан соответственно Спитаксарским и Асарским взбросо-сдвигами. Поэтому на восточном простираении его оси находится северное крыло Кармрадзорского сегмента, а на западе—южное крыло следую-

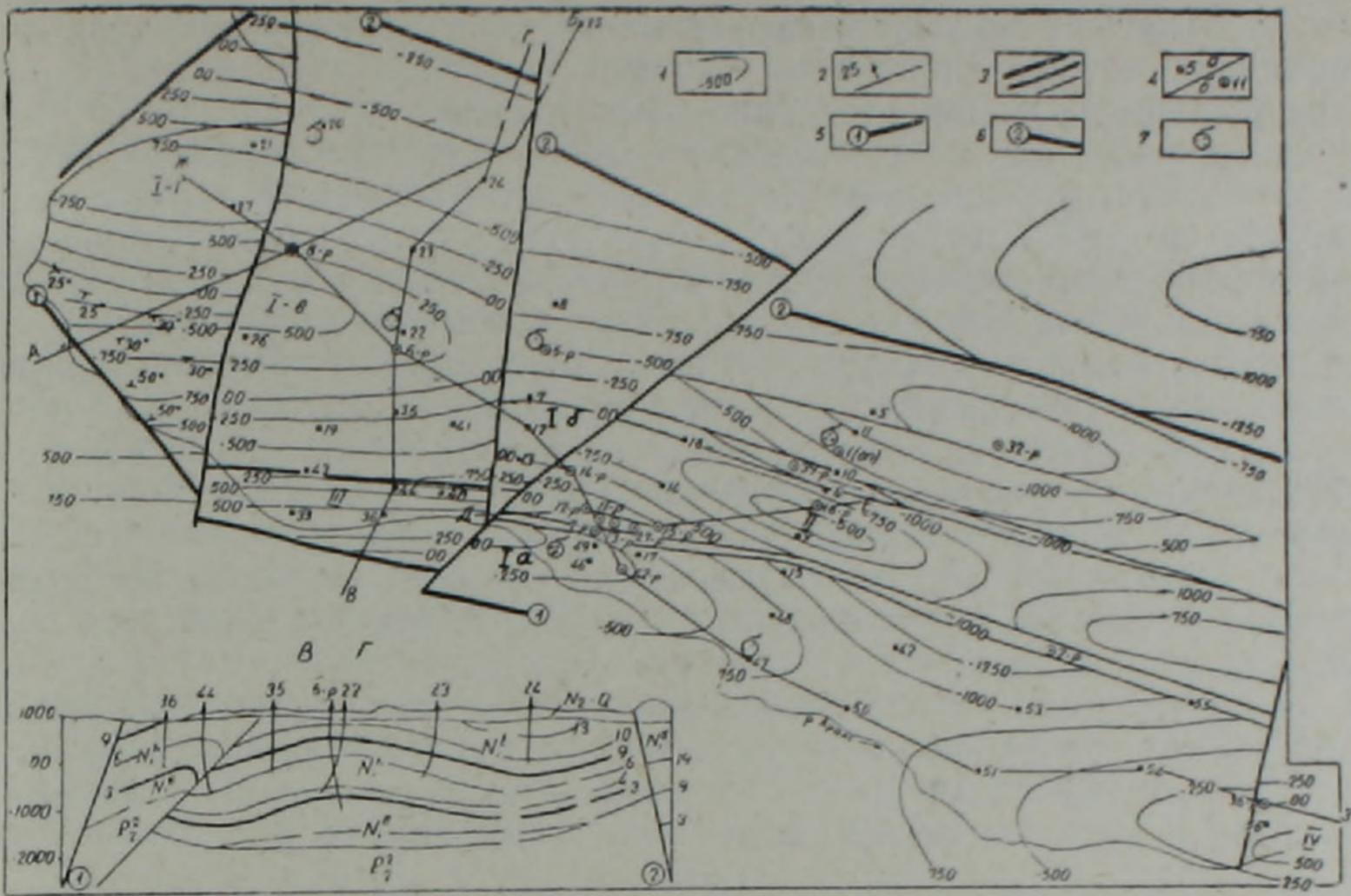


Рис. 2. Структурная карта Октемберьянской депрессии по 6-ому геолого-геофизическому опорному горизонту. 1—изолинии по кровле 6-го геолого-геофизического опорного горизонта, приуроченного к кровле нижней песчано-глинистой подсвиты октемберьянской свиты, 2—направления и углы падения обнаженных слоев октемберьянской свиты, 3—сбросы, взбросо-сдвиги и надвиги, 4—пробуренные скважины и их номера: а—структурного, б—глубокого бурения, 5—Араксинский сброс, 6—Дигорский сброс, 7—наблюдаемые выбросы и проявления горючего газа.

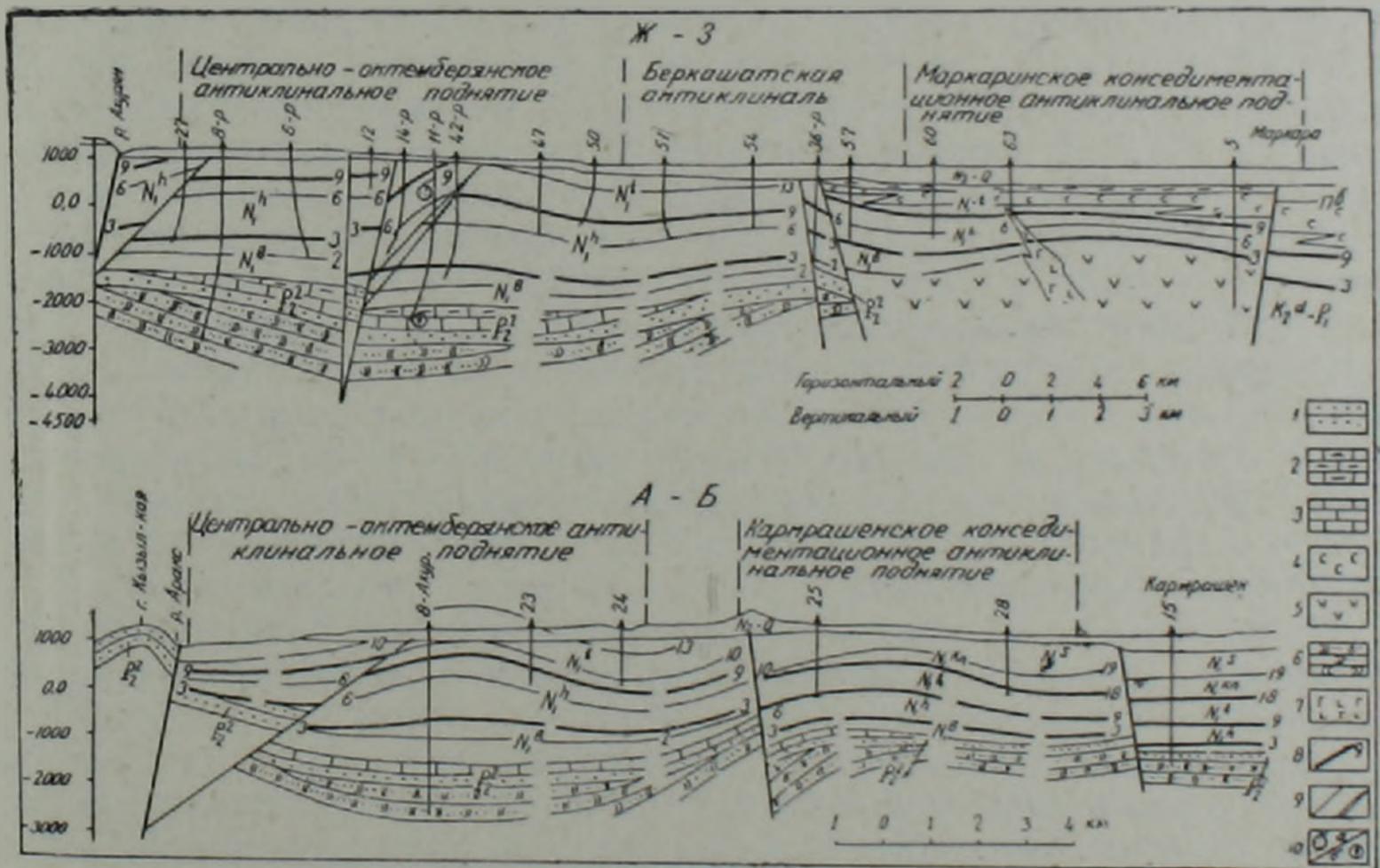


Рис. 3. Профильные разрезы: А—Б—вкрест простирания, Ж—З—по простиранию Центрально-Октемберьянской антиклинали, 1—песчаники, 2—глинистые известняки, 3—известняки, 4—каменная соль, 5—порфириты, 6—условный фундамент (эпидот-хлоритизированные диабазы, амфибол-плагноклазовые сланцы и прочие субметаморфизованные породы) 7—габбро-диабазовые субинтрузии, 8—геолого-геофизические опорные горизонты и их номера, 9—разрывные нарушения, 10—выбросы: а—горючего газа, б—остаточной пластовой воды.

щего Ахурянского сегмента Центрально-Октемберянской антиклинали. Южное крыло Ервандашатского сегмента переходит в Хербеклинскую синклинали, которая, по данным бурения, скрыта под надвинутой с юга Шаварутской антиклиналью (рис. 2—профиль).

г) Западный или Ахурянский сегмент является наиболее приподнятым сегментом Центрально-Октемберянской антиклинали. Северное его крыло установлено скважиной № 21, а южное откартировано по выходам верхней октемберянской подсвиты в окрестностях с. Багаран. Здесь оно переходит в Хербеклинскую синклинали, обнажённая часть которой по отношению к восточной, скрытой под Шаварутской антиклиналью, частью смещена на 2,0 км к северу.

Судя по характеру залегания пород верхней и средней подсвит октемберянской свиты, в правобережной части р. Ахурян, к западу от Ахурянского сегмента находится другой смещённый к северу пятый сегмент Центрально-Октемберянской антиклинали, который по правобережью р. Ахурян простирается на запад, к центру Карсского прогиба.

Таким образом, осевая линия Центрально-Октемберянской миоценовой инверсионной антиклинали протягивается по наиболее глубоко прогнутой южной части Октемберянской депрессии, где подстилающие среднеэоценовые отложения залегают синклиналино.

Обратимся к фактам.

При одинаковых гипсометрических отметках скважина 18-р в северной краевой части Октемберянской депрессии вскрыла почти весь разрез миоценовых отложений и на глубине 2540 м достигла кровли среднеэоценовых пород. Скважина же 11—р, заданная в центральной части Октемберянской депрессии, вскрыв на своде Центрально-Октемберянской антиклинали лишь нижнюю часть миоценовых отложений (верхняя половина разреза этих отложений здесь размыта), кровли среднего эоцена достигла на 442 м ниже, т. е. на глубине 2982 м. Поэтому с глубины 3200 м этой скважины ударил фонтан остаточной воды, приуроченной к мульде среднеэоценовой синклинали. Скважина же 13—Октемберян, заданная рядом со скважиной 11—р (на своде Сурмалинского сегмента Центрально-Октемберянской антиклинали), с глубины 710 м фонтанировала горючим газом (рис. 1—профиль).

В краевых частях Кохбской мульды породы среднего эоцена обнажены на гипсометрических отметках +1300, +1400 м. В центральной же части Октемберянской депрессии под сводом Ервандашатского сегмента Центрально-Октемберянской антиклинали они погружаются на глубину 2740 м, т. е. до отметки—1500 м (скважина 8-р) (рис. 3).

Азимутальное и угловое несогласие в залегании миоценовых и среднеэоценовых отложений Октемберянской депрессии бурением установлено также в восточной части Центрально-Октемберянской антиклинали по направлению её простирания (рис. 3, профиль ж-3).

Инверсионное происхождение рассматриваемой антиклинали подтверждается историей развития Октемберянской депрессии в миоценовую эпоху.

По имеющимся достаточным данным устанавливается, что вторжение миоценового моря в пределы Октемберянской депрессии происходило со стороны Карсского прогиба. Оно покрыло здесь размытую поверхность среднеэоценовых отложений и на первом этапе отложило грубообломочные молассы, галька которых большей частью состоит из метаморфических пород соседнего Маркара-Кармрашенского поднятия. Затем миоценовое море резко разрастается и покрывает всю Араратскую впадину и значительную часть Центрального прогиба Армянской ССР. Здесь отлагаются подстилающие соленосную толщу пестроцвет-

ные отложения, а в Октемберянской, глубоко прогнутой, депрессии накапливается мощная толща сероцветных терригенных отложений.

В дальнейшем в начале тортона центральная часть Октемберянской депрессии прогибается ещё больше. Поэтому здесь отлагается свита однообразных серых глин, мощностью 1000 м, которая в краевых частях депрессии фациально замещена песчаными осадками.

Позже, в конце тархан-чокракского века¹ происходит обмеление бассейна и накопление песчано-глинистых отложений, которые в краевых частях депрессии замещаются верхними пестроцветными молассоидами и гидрохимическими осадками. В карагане кровля среднего эоцена в центральной части Октемберянской депрессии опускается на 4,0 км, т. е. на общую мощность накопившихся здесь миоценовых отложений. Между тем, ввиду относительно медленного темпа опускания краевых частей депрессии, суммарная мощность отлагавшихся здесь отложений достигает лишь 1,5—2,0 км.

В течение конкского и сарматского веков в Октемберянской депрессии нисходящие движения сменяются восходящими и центральная её мобильная часть как при прогибании, так и при вздымании по плоскостям боковых разломов двигается гораздо интенсивнее, чем краевые. Поэтому верхние горизонты миоценовых пород здесь выпучиваются и, перегибаясь в своде Центрально-Октемберянской антиклинали, наклоняются в сторону бортовых частей депрессии.

Судя по масштабам денудированных в осевой зоне Центрально-Октемберянской антиклинали пород, амплитуда роста центральной части депрессии до излияний плиоценовых лав составляет более 1,5 км. В дальнейшем в плиоцене и антропогене рост центральной части депрессии продолжается. Вследствие этого размытая поверхность октемберянской глинистой подсветы в ядре антиклинали подымается над уровнем моря еще на 1000 м.

Плиоценовые восходящие движения сопровождаются перманентно развивающимися разломами на сей раз взбросо-сдвигового характера, что обусловило мелкоблочное строение района.

Восходящие движения не прекращаются также в четвертичное время. Здесь они фиксируются различными гипсометрическими положениями поверхности плиоценового пенеplена и древних террас р. Аракс.

Таким образом, амплитуда вздымания центральной части Октемберянской депрессии за период от конкского века до настоящего времени составляет 2,5 км. Поэтому опущенная на 4,0 км кровля среднеэоценовых пород вздымается лишь на 2,5 км и не достигает своего предмиоценового уровня на 1,5 км. В этой связи отложения среднего эоцена в центральной части Октемберянской депрессии залегают значительно ниже, чем в краевых её частях и образуют синклиналиную чашу. Средняя же часть разреза миоценовых отложений, наоборот, залегают здесь на 1,5 км выше, чем в краевых частях депрессии и выступает в ядре Центрально-Октемберянской антиклинали.

Подобные факты и примеры рассматриваемой антиклинали в Октемберянской депрессии, Шорахбюрской антиклинали в Приереванской депрессии [2], Тексарской антиклинали и Арпинском синклинории дают нам основание констатировать следующие отличительные черты инверсионных складчатых структур.

1. Инверсионные антиклинали формируются исключительно внутри депрессий и мульд и являются бескорневыми, поскольку слагаются верхними горизонтами осадочного чехла.

2. Осевые линии инверсионных антиклиналей располагаются в

¹ Поярусное расчленение миоценовых отложений Октемберянской депрессии и Араратской котловины в целом смотри в другой статье автора [1].

центральных частях депрессии, где фундамент прогнут наиболее глубоко, а смежные синклинали образуются в краевых частях депрессионных зон.

3. На крыльях инверсионных антиклиналей углы наклона слагающих пород с глубиной постепенно уменьшаются, переходя ещё ниже в горизонтальное положение. В самых нижних частях осадочного выполнения слои чехла залегают уже синклинально.

4. По направлению от далёких краёв и периклинальных частей антиклиналей к их сводам происходит резкое увеличение мощностей слагающих их пород и замещение песчаных мелководных фаций относительно глубоководными, большей частью глинистыми осадками.

Антиклинали других генетических типов этими особенностями не обладают, а для конседиментационных антиклиналей характерно диаметрально противоположное явление (рис. 3).

5. Простирающиеся параллельно инверсионным антиклиналям линейные антиклинальные складки не встречаются.

Геолого-геофизическая экспедиция
Управления геологии Армянской ССР

Поступила 11.III.1985.

Ա. Ա. ՏԱՇՉՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԿԵՆՏՐՈՆԱԿԱՆ-ՀՈԿՏԵՄԲԵՐՅԱՆԻ ԱՆՏԻԿԼԻՆԱԼԻ ՇՐՋԱԴԱՍ
ԾԱԴՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հորատանցքերից ստացված հարուստ փաստացի նյութի մշակումը հեղինակին թույլ է տվել հանգելու այն եզրակացությունը, որ ի տարբերություն այլ ծագումնային տիպերի անտիկլինալների, Կենտրոնական-Հոկտեմբերյանի կառույցը կազմող միոցենի շերտերի հոորությունն արագորեն աճում է նրա թևերից դեպի առանցքային մասերը: Դրանից բացի, անտիկլինալի թևերում շերտերի անկման անկյունները վերևից ներքև աստիճանաբար նվազում են, իսկ ստորին շերտերն ընդունում են հորիզոնական դիրք: Դրանց տակ տեղադրված էոցենի նստվածքներն արդեն ցուցաբերում են հակառակ անկումներ և առաջացնում են սինկլինալային տիպի ծալք՝ կրկնելով Հոկտեմբերյանի իջվածքի մետամորֆային հիմքի մակերևույթի ձևը:

A. A. TASHCHIAN

ON THE INVERSIONAL ORIGIN OF THE CENTRAL—HOKTEMBERIAN
ANTICLINE IN THE ARMENIAN SSR

A b s t r a c t

The general anticline (Central—Hoktemberian) of the Hoktemberian depression is described and its inversional origin is substantiated in this paper.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тащян А. А. Геолого-геофизическая корреляция разрезов миоценовых отложений Араратской впадины и установление стратиграфического положения залежей каменной соли--Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1978, № 3, с. 13—23.
2. Тащян А. А. О глубинном геологическом строении Шорахбюрской антиклинали Приереванского района. Уч. зап. ЕГУ. Ест. науки, 1984, 3, с. 129—136.

А. И. КАРАПЕТЯН, Ш. О. АМИРЯН

ТЕЛЛУРИДЫ ЗОЛОТА КАК ИНДИКАТОРЫ ГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ¹

Обобщение полученного в результате многолетних детальных исследований богатого фактического материала дало основание авторам статьи рассматривать теллуриды золота в качестве индикаторов геохимических условий минералообразования. В статье показано, что при помощи изучения теллуридов золота можно выяснить не только качественный состав участвующих в гидротермальных растворах элементов, но и определить относительные их концентрации, возможности появления с ними теллуридов и сульфидов серебра, свинца и висмута.

Индикаторная роль теллуридов золота установлена на примере изучения руд месторождений Армянской ССР, в которых они представлены петцитом Ag_3AuTe_2 или $(Ag,Au)_2Te$, калаверитом $AuTe_2$, креннеритом $AuTe_2$ или $(Au,Ag)Te_2$, сильванитом $(Au,Ag)Te_4$, нагнагитом $Pb_5Au(Te, Sb)_4S_{5-8}$ [2, 6]. Теллуриды золота развиты главным образом в рудах ряда месторождений собственно золоторудных формаций, в небольшом количестве они присутствуют также в рудах месторождений золотосодержащих формаций (табл. 1).

Таблица 1

Распространенность теллуридов золота в месторождениях собственно золоторудных и золотосодержащих рудных формаций Армянской ССР

Золотоносность рудных формаций	Рудные формации	Месторождения и рудопроявления	Петцит	Калаверит	Креннерит	Сильванит	Нагнагит
Собственно золоторудные	Золото-теллур-полиметаллическая	Зод	+++ +++	++ ++	++ ++	++ +++	++
	Золото-полиметаллическая	Меградзор	+	+	—	+	—
	Колчеданная золото-полиметаллическая	Шаумян-Халадж	+	+	—	+	—
Золотосодержащие	Скарновая железорудная	Раздан	+	—	—	—	—
	Медно-молибденовая	Каджаран Анкаван	++ ++	++ ++	++ ++	— ++	— +
	Медноколчеданная	Кафан	+	+	—	+	—

Примечание: +++ широко распространен в рудах месторождений и встречается в виде значительных скоплений, ++ встречается часто, но в небольших количествах, + встречается редко и в небольших количествах, — не установлен.

Во всех приведенных в табл. 1 месторождениях теллуриды золота образуются в более поздних, сравнительно низкотемпературных стадиях минерализации, слагая, вместе с теллуридами и сульфидами других элементов, ряд устойчивых парагенетических ассоциаций минералов (табл. 2). Число, разнообразие и интенсивность проявления этих ассоциаций находятся в зависимости от концентраций теллура и золо-

¹ Доклад, представленный на 27 сессию Международного геологического конгресса (Москва, 1984).

Парагенетические ассоциации с теллуридами золота из эндогенных рудных формаций Армянской ССР

Стадии минерализации	Состав парагенетических ассоциаций минералов	Рудные формации	Месторождения
Арсенопиритовая	Самородное золото-сильванит-гессит-алтаит в полях галенита, сфалерита, халькопирита, пирита,	Аи—Те-полиметаллическая	Зол
	Самородное золото (электрум)-калаверит-креннерит-нагиагит-тетрадимит-жозент-теллуровисмутит в полях сфалерита, арсенопирита.		Сарнахпюр
Галенит-сфалерит-халькопиритовая (полиметаллическая)	Самородное золото-гессит-петцит-калаверит алтаит в полях галенита, блеклой руды, сфалерита, халькопирита, пирита.	Колчеданная Аи-полиметаллическая, Аи—Те-полиметаллическая, Аи-полиметаллическая, Си—Мо, Fe скарновая	Шаумян, Зод, Меградзор, Гамзачиман, Каджаран, Анкаван, Раздан
Энергит-теннитовая (медно-мышьяковая)	Самородное золото-гессит-петцит-алтаит-калаверит-креннерит-теллуровисмутит в полях энергита, теннитита, борнита, халькозина, халькопирита	Си—Мо	Анкаван
	Самородное золото-гессит-петцит-тетрадимит-теллуровисмутит в полях энергита, борнита, халькозина, ковеллина, халькопирита, пирита	Медноколчеданная	Кафан
Золото-теллуридная	Самородное золото-колорадоит-сильванит-тетрадимит-верлит-риккардит-вейсит-мелонит	Аи—Те-полиметаллическая	Зол
	Самородный теллур-сильванит-колусит-колорадоит-теллуровисмутит-верлит-мелонит-риккардит-вейсит		
	Самородное золото-гессит-петцит-калаверит-креннерит-нагиагит-алтаит		Меградзор
	Самородный теллур-сильванит-калаверит-гессит-петцит-алтаит		
	Гессит-петцит-сильванит-калаверит-креннерит-алтаит-колорадоит в полях галенита, сфалерита, халькопирита		
Самородное золото-колорадоит-гессит-петцит-калаверит-креннерит-сильванит-алтаит в полях галенита, сфалерита, блеклой руды, халькопирита			

та в рудах месторождений. Для богатых золотом и теллуром собственно золоторудных формаций характерны две-три, иногда четыре, для золотосодержащих формаций—всего одна, иногда две парагенетические ассоциации с теллуридами золота. Так, в месторождениях золото-теллур-полиметаллической формации, характеризующихся наивысшей золото- и теллуриноносностью, теллуриды золота участвуют в составе золото-теллуридовой, полиметаллической и медно-мышьяковой стадий минерализации в качестве важнейших парагенетических ассоциаций минералов. В рудах месторождений золото-полиметаллической и колчеданной золото-полиметаллической формаций, значительно уступающих предыдущей обогащенностью теллуром и золотом, теллуриды золота участвуют в составе полиметаллической стадии минерализации в качестве важной парагенетической ассоциации. В месторождениях золотосодержащих формаций (медно-молибденовая, медноколчеданная и др.) теллуриды золота входят в состав второстепенных стадий минерализации (полиметаллическая, медно-мышьяковая) или образуют небольшие скопления в рудах главных стадий минерализации (кварцхалькопиритовая, полиметаллическая). Обычно образование наибольших скоплений теллуридов золота происходит в поздних и (или) конечных стадиях минерализации.

Богатые теллуром и золотом руды очень часто богаты также и серебром. Нередко в их составе участвуют свинец, цинк, медь, мышьяк и др. элементы, т. е. они являются полиметаллическими образованиями и, независимо от формационной принадлежности месторождений, являются индикаторами их золотоносности.

В ассоциациях с теллуридами золота нередко принимают участие самородное золото, теллуриды серебра (гессит, эмпрессит), висмута (теллуровисмутит, пильзенит-верлит, тетрадимит, жозеит), свинца (алтаит), иногда также теллуриды меди (вейсит, риккардит), ртути (колорадоит), никеля (мелонит) (табл. 2).

Эти минералы в определенных сочетаниях встречаются также в составе других, богатых золотом, но без его теллуридов, руд (табл. 3). Последние относятся, главным образом, к рудам месторождений золотосодержащих формаций, в которых они также образуются в составе поздних и (или) конечных стадий минерализации и, в большинстве случаев, имеют небольшое развитие.

Сравнительный анализ приводимых в таблицах 2 и 3 парагенетических ассоциаций минералов позволил выявить следующие особенности качественно-минерального состава минеральных парагенетических ассоциаций, позволяющие рассматривать некоторые из теллуридов золота как индикаторы геохимических условий минералообразования.

1. Во всех равновесных парагенетических ассоциациях минералов первой группы (табл. 2) и в тех парагенезисах второй группы (табл. 3), в которых участвуют теллуриды серебра (гессит), как правило, сульфиды и сульфосоли висмута—висмутин, виттихенит, эмплектит, айкинит, арамайонит, матильдит, козалит, купровисмутит, галеновисмутит отсутствуют или встречаются исключительно редко. Между тем, в других ассоциациях второй группы (табл. 2) эти минералы имеют значительное развитие. В ассоциации с перечисленными минералами нередко участвуют также теллуриды висмута—теллуровисмутит— Bi_2Te_3 , пильзенит-верлит Bi_3Te_2 , тетрадимит $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$, которые ассоциируются с самородным золотом, реже с самородным серебром, сульфидами и сульфосолями серебра и висмута.

2. В равновесных парагенетических ассоциациях первой группы (табл. 2) почти полностью отсутствуют сульфиды и сульфосоли серебра—акантит, полибазит-пирсеит, стефанит, пираргирит, миаргирит,

Таблица 3

Парагенетические ассоциации самородного золота из эндогенных рудных формаций теллуридов золота

Стадии минерализации	Парагенетические ассоциации минералов	Рудные формации	Месторождения
1	2	3	4
Арсенопиритовая	Самородное золото-теллуrowисмутит-пильзенит-верлит-арсенопирит-халькопирит-теннантит-галенит-сфалерит-пирит	Au—Te-полиметаллическая	Зод
	Самородное золото-гессит-алтаит-теллуrowисмутит-тетрадимит-арсенопирит-теннантит-халькопирит-галенит-сфалерит-пирит	Au-полиметаллическая	Тей-Личквас
Пирит-халькопиритовая	Самородное золото-гессит-блеклая руда-марказит-халькопирит-пирротин-пирит	Au—Te-полиметаллическая	Меградзор
Шеелитовая	Самородное золото-молибденит-шеелит-пирит-магнетит-гематит	Au-полиметаллическая	Гамзачиман
Галенит-сфалерит-халькопиритовая	Самородное золото-гессит-алтаит-тетрадимит-арсенопирит-теннантит-сфалерит-галенит-халькопирит-пирротин-пирит	Au—Sb-полиметаллическая, полиметаллическая	Азатек, Каялу, Газма, Гюмушхана
	Самородное золото-самородное серебро (кюстелит)-акантит-штроемейерит-полибазит-пирсеит-галенит, сфалерит-теннантит-халькопирит-пирит	Колчеданная барит-полиметаллическая	Ахтала
	Самородное золото-самородное серебро-тетрадимит-алтаит-акантит-галенит-сфалерит-блеклая руда-халькопирит	Медноколчеданная, Au-полиметаллическая	Кафан, Арманис
	Самородное золото-самородное серебро-акантит-германит-реньерит-борнит-халькозин-теннантит-халькопирит-галенит-сфалерит-пирит	Колчеданная-барит-полиметаллическая	Ахтала
Энаргит-теннантитовая	Самородное золото-самородное серебро-энаргит-теннантит-люционит-борнит-халькозин-германит-реньерит-станнин-идаит-халькопирит-пирит	Медноколчеданная, Au-Sb полиметаллическая	Кафан, Марджан
	Самородное золото-самородное серебро-теллуrowисмутит-энаргит-люционит-теннантит-борнит-халькозин-ковеллин-германит-реньерит-висмутин-эмплектит-виттихенит-халькопирит-пирит	Cu—Mo	Анкаван

1	2	3	4
Сульфоантимонитовая	Самородное золото-электрум-тетрадимит-висмутин-теннангит-халькопирит-галенит-сфалерит-борнит-энаргит-халькозин-пирит	Au—Te-полиметаллическая	Сарнахпюр
	Самородное золото-антимонит-буланжерит-бурнонтит-семсеит-геокронит-цинкениит-стефанит-пираргирит-плагионит-тетраэдрит-галенит-сфалерит-халькопирит-пирит	Au—Sb-полиметаллическая	Азатек, Каялу
Антимонитовая	Самородное золото-антимонит-арсенипирит-марказит-пирит	Au—Te-полиметаллическая	Зод
	Самородное золото-антимонит-тетраэдрит-галенит-сфалерит-барит	Au—Sb-полиметаллическая	Азатек

аромайоит, штрмейерит, ялпаит и др., а также кюстелит и самородное серебро, которые имеют значительное развитие в равновесных парагенетических ассоциациях минералов второй группы (табл. 3).

3. В парагенетических ассоциациях с теллуридами золота самородный теллур проявляется редко, только в определенных минеральных ассоциациях и концентрациях теллура. В богатых петцитом и (или) гесситом рудах, а также в парагенетических ассоциациях с самородным серебром и сульфидами серебра самородный теллур отсутствует. Он присутствует только в очень богатых теллуrom рудах в виде микроскопических выделений в ассоциации с теллуридами золота, серебра, свинца, иногда также висмута, никеля, меди.

4. Последовательность выделения теллуридов соответствует уменьшению валентности слагающих теллуриды катионов. Наиболее ранними являются теллуриды железа, никеля, висмута, золота (трехвалентного), меди, свинца, ртути, затем образуются теллуриды одновалентных катионов золота и серебра.

5. Самородное золото из парагенезисов с участием теллурида золота и серебра—петцита, как правило, характеризуется значительно более высокой пробой (900—950), чем из парагенезисов с участием теллурида серебра-гессита (800—850). С последним нередко ассоциируется электрум или кюстелит.

6. Самородное золото из парагенетических ассоциаций с теллуридами золота (табл. 2) характеризуется значительно большей неоднородностью, чем из парагенезисов второй группы (табл. 3). По величине колебаний содержания элементов-примесей в самородном золоте особо отличаются серебро, железо, ртуть, кобальт, платина, медь.

Перечисленные особенности качественно-минерального состава равновесных парагенетических ассоциаций, обусловленные величиной энергии кристаллических решеток, связеобразующими свойствами с серой и кислородом, способностью катионов образовывать гомоатомные соединения [4,7], и последовательность образования теллуридов в конечном итоге отражают сродство элементов образовывать соединения с теллуrom. В этом плане полученные результаты дают основание внести определенные коррективы в предложенный В. В. Щербиной [9] ряд возрастания сродства элементов с теллуrom: Cu—Pb—Ni—Bi—Hg—



Ag—Au. В частности, это касается элементов, расположенных в правой части ряда. Если исходить из приведенного ряда, то следует ожидать, что при наличии достаточных концентраций теллура все должно быть представлено в виде теллуридов и только избыточная часть теллура должна использоваться для образования кристаллических решеток теллуридов серебра и других элементов. Но в рудах изученных месторождений наблюдается обратная картина. Все серебро и значительная часть висмута, свинца, иногда также ртути, меди и железа представлены в виде теллуридов, а золото только частично образует теллуриды и в своей значительной массе представлено в самородной форме. Более того, установлены многочисленные факты, когда самородное золото находится в парагенетической ассоциации с самородным висмутом и теллуридами висмута (теллуровисмутит и др.). В литературе описаны факты ассоциации теллуридов висмута с висмутином и электрумом, при полном отсутствии теллуридов золота. Таким образом, вырисовывается следующий ряд возрастания сродства элементов с теллуром: Au—Ag—Bi. В этом ряду происходит уменьшение тенденции к металлическому состоянию или «самородности» и возрастание сродства с теллуrom. Представляя собой крайнее, наиболее сильное связеобразующее с теллуrom звено, среди всех теллуридообразующих элементов оно дает основание рассматривать теллуриды золота в качестве своеобразных индикаторов геохимической минералообразующей среды. Установленная закономерность теллуридов золота—находиться в парагенетической ассоциации с теллуридами серебра и висмута, но не с их сульфидами, теллуридов серебра ассоциироваться с теллуридами висмута, но не с его сульфидами и, наконец, теллуридов висмута образовываться в ассоциации с сульфидами висмута и серебра, но не с сульфидами висмута и теллуридами серебра дает возможность на основании состава парагенетической ассоциации теллуридов определять соотношения концентраций Bi: Te, (Bi+Ag): Te, (Bi+Ag+Au): Te и др. соотношения в минералообразующей среде, т. е. теллуриды золота, серебра, висмута могут использоваться в качестве индикаторов геохимических условий минералообразующей среды.

Химическая инертность, сильно выраженная тенденция к металлическому состоянию или высокая «самородность» [9], минимальный изобарный потенциал образования соединений золота, обусловивший отсутствие сернистых и др. его соединений и преобладание самородного золота, не могут объяснить отмеченных выше особенностей минерализации золота, в частности, появления той или иной минеральной формы золота, а также пробы самородного золота. Последние, согласно полученным данным, во многом определяются золото-серебряным отношением и концентрацией теллура в минералообразующей среде. В полиметаллических рудах, характеризующихся высокой относительной концентрацией серебра ($Au:Ag=1:20\div 700$), золото представлено электрумом или слагает кюстелит, с которыми ассоциируется самородное серебро.

В богатых теллуrom (3—5%) золото-теллуридовых рудах, характеризующихся близко-одинаковыми содержаниями Au и Ag ($Au:Ag\approx 1:1$), присутствует высокопробное (900—950) самородное золото в ассоциации с гесситом, петцитом, алтантом, калаверитом, креннеритом. В еще более богатых теллуrom рудах (25—30%) и при соотношении $Au:Ag=1:1$ самородное золото отсутствует, нет также электрума, самородного серебра и кюстелита. В них золото почти полностью представлено теллуридами—калаверитом, креннеритом, петцитом и сиванитом, ассоциирующимися с алтантом, колорадоитом, сульфидами, сульфосолями. Последние два факта обуславливают некоторую разоб-

шенность между участками скопления самородного золота и массивными, очень богатыми теллуридами, равновесными парагенетическими ассоциациями минералов.

Наряду с пробой, важное индикаторное значение имеет степень неоднородности самородного золота. От высокотемпературных месторождений и парагенетических ассоциаций минералов к низкотемпературным, параллельно возрастанию содержания серебра в рудах, возрастает возможность образования низкопробного самородного золота со сравнительно более высокими содержаниями серебра и большей неоднородностью. При этом, с понижением температуры образования уменьшается контрастность неоднородности самородного золота. Обусловленная изменениями окислительно-восстановительных условий минералообразования и процессами распада, эта неоднородность в течение длительного геологического времени усиливается, ибо твердые растворы различных элементов, за редкими исключениями, не могли сохраняться длительное время и неизбежно должны были распадаться [5]. Усиление неоднородности в результате диффузионной миграции серебра в пределах кристаллических зерен самородного золота (самоочищение кристаллической решетки золота от примесей или автолизия, по А. Е. Ферсману), представляющей собой по существу процесс «старения», характерно также и для ряда теллуридов золота и может быть использовано не только для определения геохимических и термодинамических особенностей минералообразующей среды, но и пострудных процессов и их длительности.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 11.III.1985

Ա. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ, Շ. Հ. ԱՄԻՐՅԱՆ

ՈՍԿՈՒ ԹԵԼՈՒՐԻԴՆԵՐԸ ՈՐՊԵՍ ՄԻՆԵՐԱԼԱՌԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ
ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՑՈՒՑԻՉՆԵՐ

Ա մ փ ո փ ու մ

Երկարատև ու մանրազնին ուսումնասիրությունների շնորհիվ ստացված հարուստ նյութի ամփոփումը հողվածի հեղինակներին թույլ է տվել ոսկու թելուրիդները դիտել որպես հանքառաջացման երկրաքիմիական պայմանների ցուցիչներ: Հողվածում ցույց է տրված, որ ոսկու թելուրիդների ուսումնասիրության շնորհիվ կարելի է պարզաբանել ոչ միայն հանքառաջացման մեջ մասնակցող քիմիական այս կամ այն տարրի առկայությունը, այլև որոշել նրանց հարաբերական պարունակությունները:

Պարզված են ոսկու թելուրիդների հետ բնածին ոսկու, ինչպես նաև արծաթի, բիսմութի, կապարի թելուրիդների և սուլֆիդների հանդես գալու երկրաքիմիական օրինաչափությունները:

A. I. KARAPETIAN, Sh. H. AMIRIAN

GOLD TELLURIDES AS INDICATORS OF THE MINERAL
FORMING GEOCHEMICAL CONDITIONS

A b s t r a c t

Generalization of many years detailed investigation of rich factual materials allow the authors to consider the gold tellurides as indicators

of the mineral forming geochemical conditions. It is shown that by means of gold tellurides investigation it is possible not only to ascertain the qualitative composition of the hydrothermal solutions elements but to determine their comparative concentrations as well as the possibility of silver, lead and bismuth tellurides and sulphides forming too.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Амирян Ш. О.* Зодское золоторудное месторождение. В кн.: Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974. с. 5—144.
2. *Карапетян А. И.* Эндогенные рудные формации Памбак-Запгезурской металлогенической зоны Малого Кавказа. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1982. 348 с.
3. *Карапетян А. И., Амирян Ш. О.* Парагенезисы золота в месторождениях различных рудных формаций Армянской ССР. В кн.: Минералогия самородных элементов. Владивосток: Изд. ДВНЦ, АН СССР, 1980, с. 30—34.
4. *Лебедев В. И.* Основы энергетического анализа геохимических процессов. Л.: Изд. ЛГУ, 1957, 342 с.
5. *Летников Ф. А.* Закономерности появления самородных элементов.—Изв. АН КазССР, сер. геол., № 3, 1963, с. 6—57.
6. *Магакьян И. Г., Пиджян Г. О., Фармазян А. С., Амирян Ш. О., Карапетян А. И.* и др. Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1972. 393 с.
7. *Петровская Н. В.* Самородное золото. М.: Изд. Наука, 1973, 410 с.
8. *Пиджян Г. О., Амирян Ш. О., Карапетян А. И., Фармазян А. С.* Минеральные ассоциации теллуридов в главнейших рудных формациях Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. 33, № 1, 1980, с. 31—41.
9. *Фармазян А. С.* Каджаранское медно-молибденовое месторождение В кн.: Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР, Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974, с. 145—253.
10. *Шербина В. В.* Основные черты геохимии теллура.—Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1937, с. 21—29.

Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, XXXIX, № 2, 20—29, 1986

УДК 552.08:546.18(479.25)

Э. Х. ГУЛЯН, А. Г. ТОНАКАНЯН, А. С. АВАНЕСЯН, С. О. АЧИКГЕЗЯН,
Е. А. УСПЕНСКАЯ, Э. Я. ЛЕВЕН, С. А. КОЧАРЯН, А. К. КАЗАРЯН

О ВЫЯВЛЕНИИ ПОЛОСЫ МЕДНО-ЦЕОЛИТ-ПРЕНИТОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В КАФАНСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ АРМЯНСКОЙ ССР

В Кафанском рудном районе выявлена протяженная полоса близмеридионального простирания (до 30 км длиной и более 1 км шириной) медно-цеолит-пренитовой минерализации в вулканогенных породах титонз-валанжина. Она пространственно совпадает с линеаментом, выделенным геофизическими и аэрокосмогеологическими методами. Рудная минерализация образует гнезда, прожилки, вкрапленность и представлена самородной медью, халькозином, борнитом, купритом, малахитом, азуритом, ковеллином, реже, халькопиритом, пиритом, сфалеритом, галенитом, самородными золотом и серебром. Из нерудных минералов развиты пренит, пумпеллит, хлорит, селадонит, зеленый кварц, карбонаты, цеолиты, реже эпидот, альбит, серицит. Присутствие в этой полосе последовательно дифференцированного ряда вулканитов и развитого по ним надрудного комплекса метасоматитов позволяет предполагать о наличии новых рудных объектов (кроме тех, которые размещены в Кафанском рудном поле) и в первую очередь—в пределах Шикахожского и Барцраванского рудных полей.

Работами по составлению крупномасштабной прогнозно-металлогенической карты Кафанского рудного района, начатыми в 1982 году, выявлены многочисленные гнезда, прожилки и вкрапленность своеоб-

of the mineral forming geochemical conditions. It is shown that by means of gold tellurides investigation it is possible not only to ascertain the qualitative composition of the hydrothermal solutions elements but to determine their comparative concentrations as well as the possibility of silver, lead and bismuth tellurides and sulphides forming too.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Амирян Ш. О.* Зодское золоторудное месторождение. В кн.: Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974. с. 5—144.
2. *Карапетян А. И.* Эндогенные рудные формации Памбак-Западной металлургической зоны Малого Кавказа. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1982. 348 с.
3. *Карапетян А. И., Амирян Ш. О.* Парагенезисы золота в месторождениях различных рудных формаций Армянской ССР. В кн.: Минералогия самородных элементов. Владивосток: Изд. ДВНЦ, АН СССР, 1980, с. 30—34.
4. *Лебедев В. И.* Основы энергетического анализа геохимических процессов. Л.: Изд. ЛГУ, 1957, 342 с.
5. *Летников Ф. А.* Закономерности появления самородных элементов.—Изв. АН КазССР, сер. геол., № 3, 1963, с. 6—57.
6. *Магакьян И. Г., Пиджян Г. О., Фармазян А. С., Амирян Ш. О., Карапетян А. И.* и др. Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1972. 393 с.
7. *Петровская Н. В.* Самородное золото. М.: Изд. Наука, 1973, 410 с.
8. *Пиджян Г. О., Амирян Ш. О., Карапетян А. И., Фармазян А. С.* Минеральные ассоциации теллуридов в главнейших рудных формациях Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. 33, № 1, 1980, с. 31—41.
9. *Фармазян А. С.* Каджаранское медно-молибденовое месторождение В кн.: Минералогия, геохимия и условия образования рудных месторождений Армянской ССР, Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974, с. 145—253.
10. *Шербина В. В.* Основные черты геохимии теллура.—Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1937, с. 21—29.

Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, XXXIX, № 2, 20—29, 1986

УДК 552.08:546.18(479.25)

Э. Х. ГУЛЯН, А. Г. ТОНАКАНЯН, А. С. АВАНЕСЯН, С. О. АЧИКГЕЗЯН,
Е. А. УСПЕНСКАЯ, Э. Я. ЛЕВЕН, С. А. КОЧАРЯН, А. К. КАЗАРЯН

О ВЫЯВЛЕНИИ ПОЛОСЫ МЕДНО-ЦЕОЛИТ-ПРЕНИТОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В КАФАНСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ АРМЯНСКОЙ ССР

В Кафанском рудном районе выявлена протяженная полоса близмеридионального простирания (до 30 км длиной и более 1 км шириной) медно-цеолит-пренитовой минерализации в вулканогенных породах титонз-валанжина. Она пространственно совпадает с линеаментом, выделенным геофизическими и аэрокосмогеологическими методами. Рудная минерализация образует гнезда, прожилки, вкрапленность и представлена самородной медью, халькозином, борнитом, купритом, малахитом, азуритом, ковеллином, реже, халькопиритом, пиритом, сфалеритом, галенитом, самородными золотом и серебром. Из нерудных минералов развиты пренит, пумпеллит, хлорит, селадонит, зеленый кварц, карбонаты, цеолиты, реже эпидот, альбит, серицит. Присутствие в этой полосе последовательно дифференцированного ряда вулканитов и развитого по ним надрудного комплекса метасоматитов позволяет предполагать о наличии новых рудных объектов (кроме тех, которые размещены в Кафанском рудном поле) и в первую очередь—в пределах Шикахожского и Барцраванского рудных полей.

Работами по составлению крупномасштабной прогнозно-металлогенической карты Кафанского рудного района, начатыми в 1982 году, выявлены многочисленные гнезда, прожилки и вкрапленность своеоб-

разной ассоциации медных минералов, цеолитов, пренита, пумпеллита, эпидота и зеленоватого кварца. Все выявленные многочисленные точки минерализации вместе с некоторыми ранее описанными [2, 3] составляют, как выяснилось после их прослеживания, единую полосу близмеридионального направления, размещенную в основном в вулканогенных породах титона—нижнего валанжина. Только две точки обнаружены на стратиграфически нижних горизонтах—оксфорде-кимеридже—и являются исключением.

Явная стратифицированность минерализации позволила ожидать ее обнаружение в двух крыльях антиклинальной складки, сложенной из тех же образований. Однако в юго-западном крыле она не выявлена. Именно это обстоятельство подсказывало мысль о приуроченности рассматриваемой полосы минерализации к разрывным структурам.

При анализе собранного материала минерализованная полоса пространственно совпала с протяженным линеamentом, откартированным еще в 1966 году магнитометрическими и металлометрическими работами Южной геофизической партии ГГЭ УГ АрмССР. По данным геофизических работ, ширина этой разломной полосы колеблется в пределах одного километра. Наличие этого протяженного линеамента было подтверждено и работами Аэрокосмогеологической партии ГГЭ УГ АрмССР в 1979 г. путем дешифрирования космического снимка (рис. 1). В таких же пределах колеблется ширина полосы минерализа-

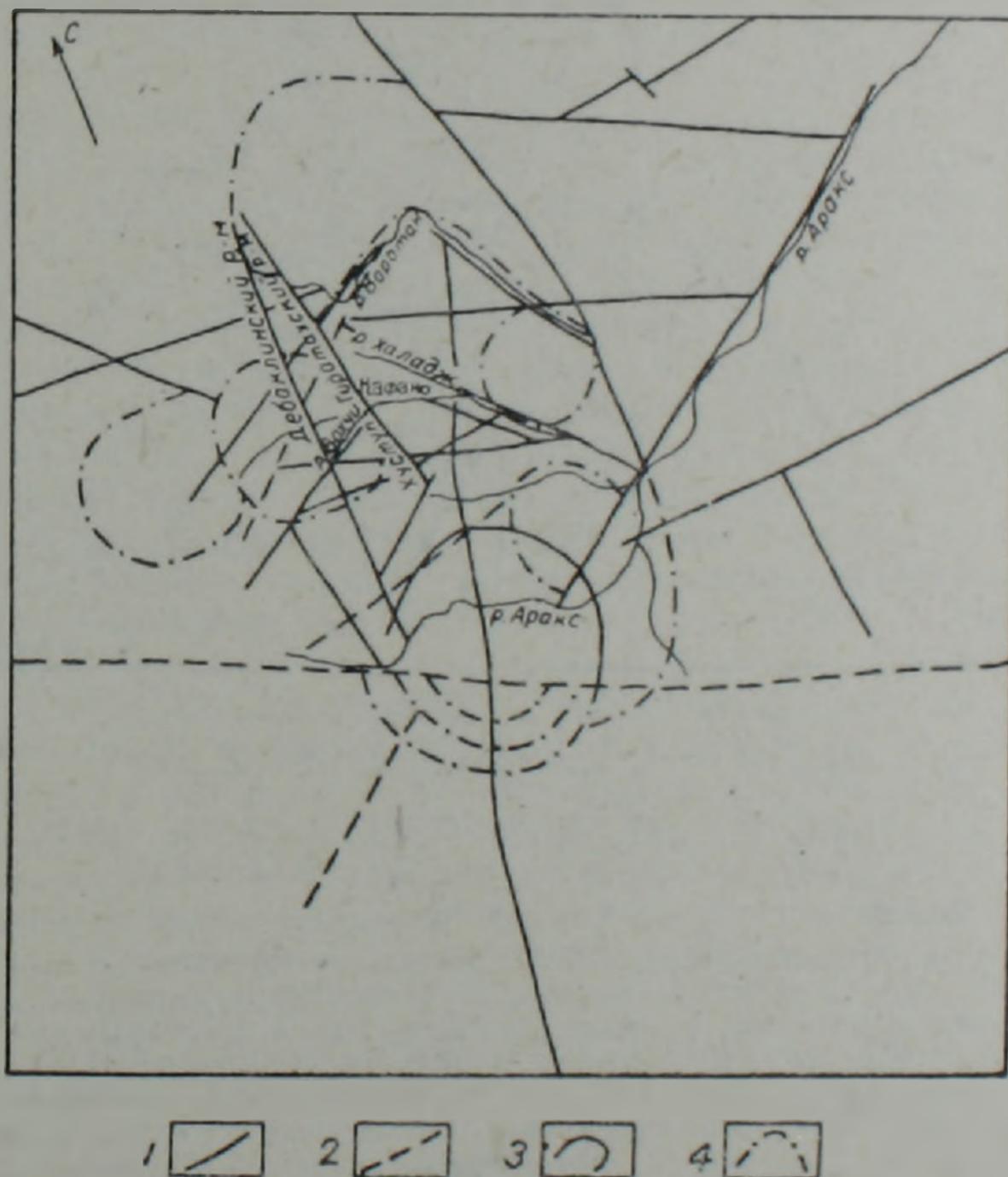


Рис. 1. Схема дешифрирования космического снимка южной части Армянской ССР с выделением крупного линеамента субмеридионального простирания. 1—уверенно дешифрированные линейные разломы, 2—предполагаемые линейные разломы, 3—уверенно дешифрированные кольцевые структуры, 4—предполагаемые кольцевые структуры.

ции. Вертикальный размах минерализации составляет 250—300 м, а протяженность всей полосы доходит до 28—30 км—от с. Шикахох до г. Пеллор, далее она меняет направление на северо-запад, выражаясь слабыми следами (рис. 2).

Рассматриваемая полоса сложена из следующих площадей, которые отделены друг от друга современными образованиями: Хастападзор-Шикахох-Бердикар, Саладаш-Шендрен-Чакатен, Сизнак-Багдаш-Пеллор и Малдаш.

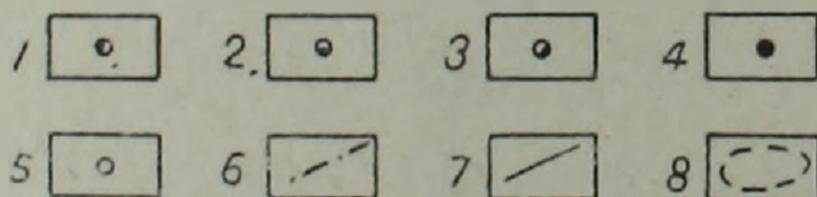
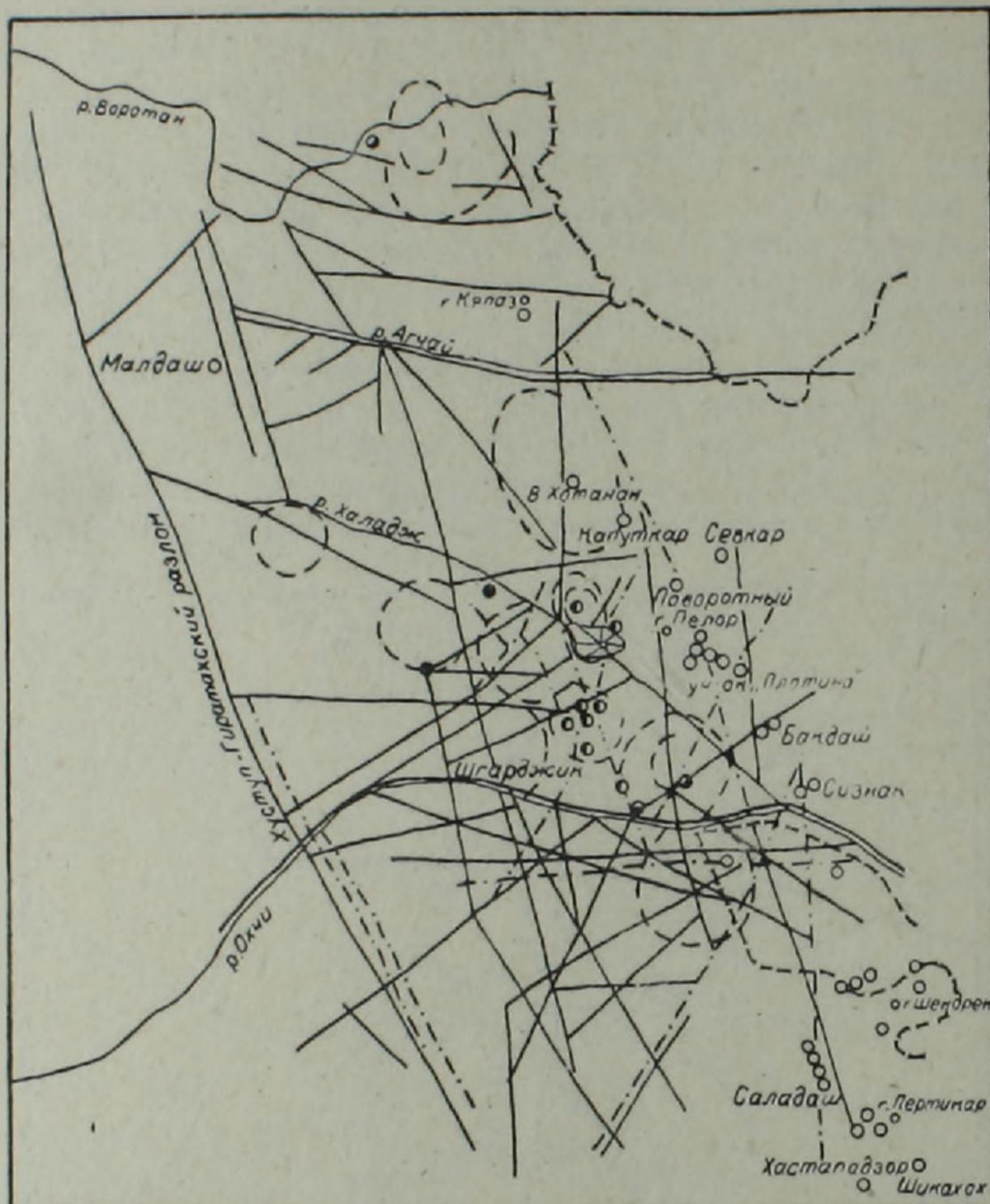


Рис. 2. Тектоническая схема Кафанского рудного района с указанием участков развития медно-цеолитовой и халькозин-борнитовой минерализаций. Тип минерализации: 1—медный, 2—медно-полиметаллический, 3—золото-полиметаллический, 4—медно-молибденовый, 5—медно-цеолитовый и халькозин-борнитовый; 6—разломы, установленные геофизическими методами и дешифрированием космо- и аэрофотоматериалов, 7—уверенно дешифрируемые линейные нарушения, 8—предполагаемые кольцевые структуры.

Медно-цеолит-пренитовая минерализация на протяжении всей полосы представлена своеобразной ассоциацией как рудных, так и нерудных минералов. Макроскопически оруденение представлено самородной медью, халькозином, борнитом, купритом, малахитом, азуритом

и, реже, ковеллином. Из нерудных минералов определяются зеленый кварц, пренит, пумпеллит, эпидот, селадонит, карбонаты и минералы группы цеолитов. Под микроскопом в ассоциации с указанными минералами очень редко и только на некоторых участках устанавливаются мелкие вкрапленники халькопирита, пирита, самородных золота и серебра, сфалерита и галенита.

Минералы группы цеолитов изучены ранее А. Х. Мнацаканян и др. [3], которые выделяют следующие разновидности: сколецит, гейландит, десмин, ломонтит, кальциевый морденит, гмелинит.

За последние годы многочисленными исследованиями все больше подтверждается поисковое значение самородных элементов и рассматриваемой ассоциации медных минералов в сочетании с такими метасоматическими минералами, как цеолиты, пумпеллит, монтмориллонит, пренит, зеленый кварц, серицит, хлорит, кальцит, альбит и адуляр.

В. Г. Гогишвили и др. [1] составлена сводная рудно-метасоматическая колонка для колчеданных месторождений Малого Кавказа, благодаря которой, по мнению авторов, можно судить об эрозионном срезе исследуемой рудной площади. Индикаторами уровней в приводимой таблице служат как рудообразующие минералы, так и самородные элементы и фации метасоматитов. Одновременно, в комплексе, они позволяют судить о температурных и окислительно-восстановительных условиях образования руд колчеданной формации.

При сравнении данных указанной колонки с таковыми, полученными при наших исследованиях и сведенными в табл. 1, нетрудно заметить их схожесть. С целью подтверждения изложенного, ниже приводятся результаты проведенных работ, сгруппированные по участкам.

Участок Сизнак-Пеллор-Багдаш. Вмещающими породами являются миндалекаменные андезитобазальты и их туфы. Метасоматиты представлены пумпеллит-хлорит-кварц-эпидот-карбонатными разновидностями. Здесь установлены Са—Na цеолиты, составляющие гнезда в ассоциации с зеленым кварцем, пренитом, самородной медью и купритом. Местами встречается вкрапленность халькозина. Содержание меди в этих гнездах доходит до 0,8—1%. В южной части участка преобладают линзообразные гнезда с халькозином, в которых содержание меди доходит до 25—30%. Максимальный размер их доходит до 1,5 м. На этом участке наблюдаются также многочисленные интервалы малахитизированных пород, в которых макроскопически отсутствуют сульфиды. Например, малахитизация в районе с. Багдаш выражена зонами, но их протяженность не превышает 10—15 м при мощности до 1,5 м. Содержание меди в таких зонах доходит до 2%. На этом же участке можно выделить и площади в 30—35 кв. м с вкрапленным халькозином и малахитом. В них содержание меди не превышает 1—1,5%. Редко встречаются карбонатные прожилки, а еще реже — кристаллы кальцита с малахитом и купритом. Микроскопическими исследованиями, кроме отмеченных минералов, установлены редкие вкрапленники борнита, еще реже галенита и пирита.

Участок Саладаш-Шендрен-Чакатен. Местность здесь сильно залесенная и обнажения выделяются либо в водораздельных частях, либо в ущельях речек. На изрезанном участке можно наблюдать вертикальный размах этой минерализации от водораздельной части г. Саладаш до ущелья речки Карминджидзор, который составляет около 300 м.

Участок сложен теми же андезитобазальтами, афировыми и ошлакованными базальтами, их туфами, а также субвулканическими породами аналогичного состава. Медная минерализация в них представлена в основном самородной медью, купритом и, реже, халькозином. Она установлена в кварц-хлорит-пренит-эпидотовых метасоматитах, в кото-

Краткая характеристика оруденения и гидротермальных изменений в полосе

№ п/п	Участки	Главные рудные минералы	Редкие рудные минералы	Минералы, устанавливаемые только в микро-включениях
1	Западный Шикахот	Борнит, халькозин, ковеллин, самородная медь, малахит	Халькопирит, тенорит, куприт, азурит, пирит, гематит, лимонит, золото	Тенорит, пирит, лимонит
2	Хастапа-дзор	Борнит, халькозин, халькопирит, малахит, пирит, лимонит, золото	Ковеллин, тенорит, самородная медь, азурит, гематит, сфалерит, галенит	Пирит, тенорит, галенит
3	Бердикар (Пертикар)	Халькозин, ковеллин, самородная медь, малахит	Ковеллин, куприт, пирит, галенит	Пирит, галенит
4	Саладаш	Борнит, халькопирит, халькозин, ковеллин	Пирит	Пирит
5	Шендрен	Самородная медь, халькозин	Пирит, ковеллин	Пирит
6	Сюник	Куприт, тенорит, малахит, борнит, халькопирит	Халькозин, самородная медь	Халькопирит
7	Гедаклу	Самородная медь, халькозин	Галенит	Галенит
8	Багдаш	Куприт, самородная медь, халькозин, малахит	Борнит, пирит, лимонит, самородный свинец	Пирит, лимонит, самородный свинец
9	Башкенд	Халькозин, самородная медь	Пирит, галенит, золото	Пирит, золото, галенит
10	Плотина хвостохранилища	Куприт, самородная медь, халькозин, борнит, малахит	Куприт, пирит	Пирит, халькопирит
11	Пеллор	Халькозин, ковеллин, самородная медь, малахит	Пирит, лимонит, сфалерит, галенит	Пирит, лимонит, галенит, сфалерит
12	Шабдин	Самородная медь, халькозин	Сфалерит, халькопирит, золото	Сфалерит, золото, пирит
13	Малдаш	Халькозин, самородная медь, тенорит	Ковеллин, пирит	Пирит, ковеллин, тенорит, самородная медь

Таблица 1

медно-цеолит-пренитовой минерализации

Кол-во ан-шлифов	Кол-во шлифов	Кол-во отобранных проб	Содержание меди в пробах (%)	Морфология рудных тел	Сопровождающие метасоматические изменения
8	22	17	0,6—4,4	Жилы, прожилки, гнезда, вкрапленность	Эпидот-хлорит-кварц-карбонат
13	11	42	0,4—32,25	Жилы, прожилки, вкрапленность, гнезда	1. Пумпеллиит-эпидот-альбит-хлорит-кварц 2. Альбит-хлорит-карбонат-серицит-кварц
3	12	3	0,6—15,0	Гнезда, вкрапленность	1. Пренит-пумпеллиит-эпидот-хлорит-кварц 2. Пумпеллиит-хлорит-селадонит-цеолит 3. Эпидот-альбит-хлорит-карбонат-кварц
3	4	2	0,82—1,35	Гнезда и вкрапленность	1. Пренит-пумпеллиит-эпидот-кварц 2. Эпидот-альбит-хлорит-кварц
5	4	1	1,0	Гнезда	1. Пренит-пумпеллиит-хлорит-альбит-кварц 2. Пренит-эпидот-хлорит-кварц
—	5	2	1,0—1,85	Гнезда и вкрапленность	1. Пумпеллиит-хлорит-альбит-кварц 2. Альбит-хлорит-карбонат-цеолит
2	3	2	0,5—0,92	Гнезда, вкрапленность, прожилки	1. Альбит-хлорит-карбонат-серицит-кварц 2. Пумпеллиит-хлорит-альбит-цеолит
2	5	16	0,45—31,8	Жилы, гнезда, вкрапленность	Пумпеллиит-хлорит-альбит-карбонат-цеолит
2	3	2	0,65—6,0	Гнезда, прожилки	Пумпеллиит-хлорит-альбит-карбонат
2	7	8	0,82—19,25	Гнезда, вкрапленность, линзы	Пумпеллиит-хлорит-альбит-карбонат-цеолит
8	6	35	0,42—5,5	Гнезда, линзы, вкрапленность и прожилки	Пумпеллиит-эпидот-хлорит-карбонат-цеолит-кварц
3	4	—	—	Натечные корки и прожилки	Пумпеллиит-эпидот-хлорит-карбонат-цеолит-кварц
2	12	12	0,43—1,16	Рудные брекчии	Альбит хлорит-селадонит-карбонат-кварц

рых местами встречаются пумпеллит, зеленый кварц и карбонаты, а также в слабо измененных породах андезитобазальтового состава.

Участок Бердикар-Хастападзор-Западный Шикахох. Вершина горы Бердикар вместе с ее глубоким врезом—руслом р. Хастападзор—составляют западную часть этого участка, а восточная часть выделена под названием Западный Шикахох. Названные в заглавии площади объединены не только по причине развития рассматриваемой ассоциации медных минералов и фаций метасоматитов, но и подобием геологического строения. Весь этот участок расположен в 2—3 км западнее известного Шикахохского медно-молибденового проявления.

Эти площади сложены вулканогенными породами титон-валанжинского возраста, которые местами прорываются субвулканическими телами кварцевых диорит-порфиритов. На этом участке выделены два структурных блока, разделенных меридиональным разрывным нарушением. При этом западный блок, включающий Бердикарскую и Хастападзорскую площади, приподнят и в последней обнажаются более низкие горизонты титон-валанжина. Вероятно, по этой причине с вершины г. Бердикар до русла р. Хастападзор наблюдается вертикальная зональность, выявляющая надрудный и начало внутрирудного уровней (рис. 3). Упомянутая зональность выражена в том, что на вершине г. Бердикар развита медно-цеолитовая гнездообразная минерализация, сменяющаяся ниже мелкими линзами окисленных борнит-халькозиновых руд, а еще ниже—пиритовыми и кварц-халькопиритовыми прожилками. В минеральном составе руд этой площади выявлена та же ассоциация, но, в отличие от других участков, устанавливаются самородные золото и серебро, сфалерит, пирит и халькопирит. В кварц-халькопиритовых жилах и прожилках содержания меди доходят до 3—4%; спорадически встречается самородное золото. Содержание меди в разбросанных медно-цеолитовых гнездах доходит до 1,8%. Жильное медное оруденение не представляет самостоятельного интереса из-за маломощности жил (до 0,20 м).

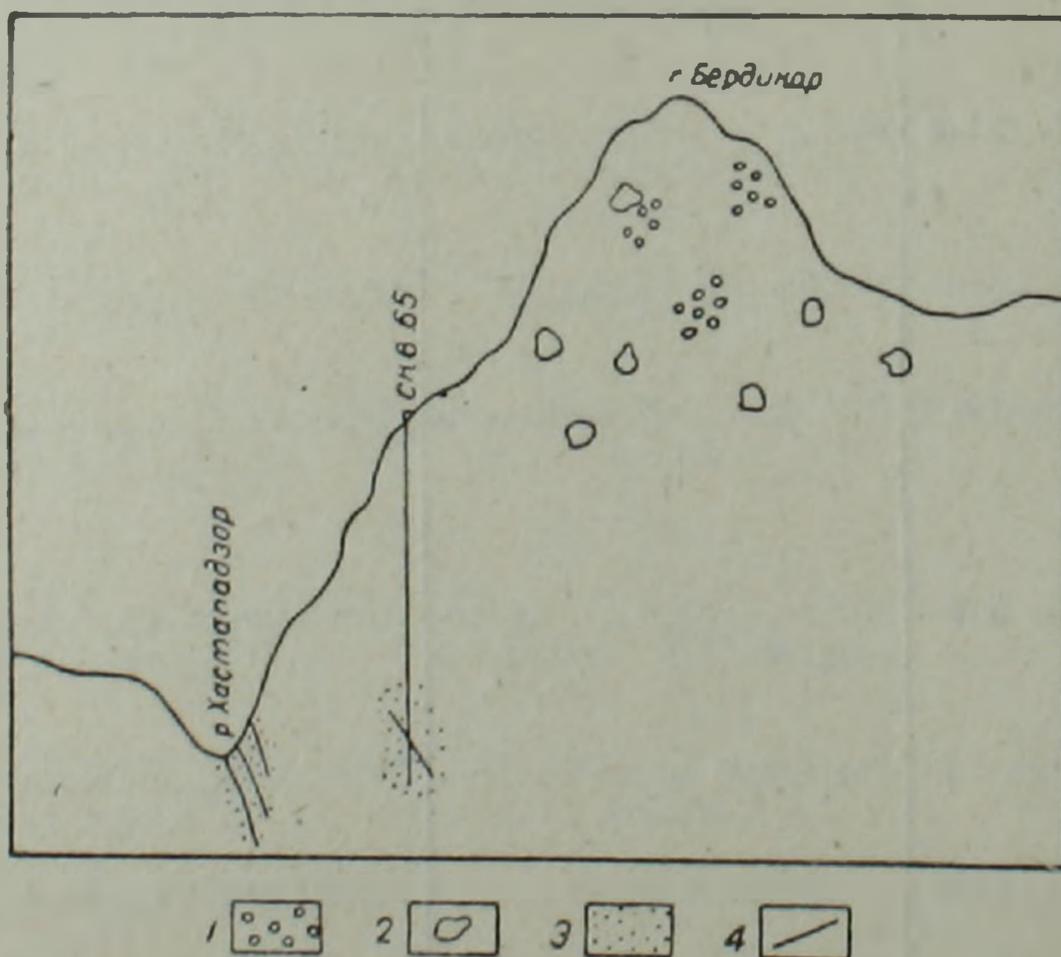


Рис. 3. Схема вертикальной рудно-метасоматической зональности на участке Бердикар-Хастападзор. 1—гнезда и зоны медно-цеолит-пренит-пумпеллитовой минерализации 2—гнезда борнит-халькозиновой минерализации с пренитом, пумпеллитом, эпидотом, 3—пиритизация, 4—кварц-халькопиритовые жилы с альбитом, хлоритом, карбонатом, серицитом.

Изучение гидротермально измененных пород этой площади выявило также разницу в фациях метасоматитов, заключающуюся в наличии более высокотемпературных кварц-серицит-альбитовых пропилитов.

На площади Западный Шикахох, сложенной более верхними горизонтами титон-валанжиновой вулканогенной толщи, отмечена система крутопадающих параллельных прожилков мощностью не более 15—20 см, сложенных, в основном, борнитом и халькозином. Здесь, в отличие от Хастападзора, пирит и халькопирит не образуют макроскопически видимых скоплений, хотя восточнее, на расстоянии 0,5—1 км, обнаружена вкрапленная халькопиритовая минерализация с содержанием меди до 0,9%.

Изучение аншлифов и протолочек позволило определить в жилах халькозин, борнит, тенорит, ковеллин, куприт, самородную медь, малахит, азурит и гематит. При этом борнит и халькозин заполняют крутопадающие прожилки, в которых содержание меди доходит до 30%; они отличаются также высоким содержанием серебра.

Сопоставляя собранный авторами материал по Бердикар-Шикахохскому рудному полю с сводной рудно-метасоматической колонкой [1], можно считать, что в ущелье Хастападзор имеется переходная часть надрудной зоны во внутрирудную. Наряду с этим, на этом участке закартирована последовательно дифференцированная вулканогенная толща титон-валанжина, по породам которой развиваются пропилиты стадии кислотного выщелачивания и вторичные кварциты. Кроме того, на этом участке в пределах сочленения продольных и поперечных разрывных структур широко развиты субвулканические тела кварцевых диоритов, местами с бипирамидальным кварцем.

Участок Малдаш выявлен в 1961 году С. Машуряном и представляется обособленным, хотя исследуемая полоса далее с. Н. Хотанан поворачивает на северо-запад (к с. Малдаш). Надо отметить, что на этом участке в эксплозивно-вулканогенном горизонте апта встречаются многочисленные обломки халькозиновой руды. Содержание меди в обломках доходит до 30—35%. Проведенные нами исследования позволяют надеяться на обнаружение халькозиновых руд в толще вулканогенно-обломочных пород титона-валанжина, погруженных под чимянскую верхнемеловую толщу.

Представляется уместным привести данные И. Л. Фишмана [4] о роли приразломных пропилитов в локализации оруденения, согласно которым в Центральном Казахстане эти образования имеют существенно медную специализацию и контролируют размещение маложелезистого халькозин-борнит-халькопиритового оруденения. Последнее может иметь самостоятельное значение или (при наложении на ранее сформированные объекты) проявляться в виде позднего этапа рудообразования.

Таким образом, резюмируя вышеизложенное, можно сделать следующие выводы.

1. В Кафанском рудном районе выявлена протяженная (до 30 км), в основном, стратифицированная по образованиям титона-валанжина полоса со своеобразной минерализацией, представленной самородной медью, купритом, борнитом, халькозином, а также минералами медных окислов. Во всех образцах, отобранных из полосы минерализации, халькопирит и пирит устанавливаются редко, за исключением Хастападзорской площади.

2. Рассматриваемая минерализация сопровождается постоянством метасоматических изменений. Метасоматические минералы представлены в основном цеолитами, пренитом, зеленым кварцем, пумпеллиитом, альбитом, хлоритом, эпидотом, карбонатом, кварцем. Только на Хаста-

падзор-Шикахохском участке устанавливаются кварц-серицит-альбитовые ассоциации пропилитов стадии кислотного выщелачивания.

3. Полоса с медно-цеолитовой минерализацией приурочена к глубинному разлому северо-западного—близмеридионального направления, простирающемуся субпараллельно Хуступ-Гиратахскому разлому и протяженной флексурной структуре, тянущейся от с. Барцраван до с. Шикахох.

Рассматривая металлогеническую роль этой полосы, можно отметить следующее. Если она является полосой, вмещающей надрудные метасоматиты, характерные для медноколчеданных месторождений Малого Кавказа, то расширяется перспектива выявления новых залежей медноколчеданных руд, размещенных вдоль этой полосы в единой флексурной структуре (выделенной съемочными работами 1981—1984 гг.), тянущейся параллельно ей от с. Шикахох через г. Кафан к Барцраванскому рудопроявлению; если же выявленная полоса образовалась в результате возгонки и переотложения меди по зоне разлома из среднеюрских пород, то можно считать, что существовали «слепые» залежи медноколчеданных руд, расположенные в этой флексуре и, в первую очередь, в пределах Шикахохского и Барцраванского рудных полей, где имеются все условия локализации медноколчеданных руд. Не исключена возможность, что медная минерализация отмеченных участков сингенетична с вулканогенными породами титона-валанжина. При этом, малдашские брекчии халькозиновых руд, вероятно, некогда составляли единую залежь, которая впоследствии была взорвана более молодым вулканизмом или эродировалась в течение позднего мела—палеогена. В соответствии с этим, можно допустить возможность выявления «слепых» залежей халькозиновых руд, а также отдельных площадей с интенсивной минерализацией самородной меди, аналоги которых имеются на Южном Урале и в Чили.

Управление геологии Армянской ССР,
Институт геологических наук АН
Армянской ССР,
Московский геологоразведочный
институт

Поступила 11.XII.1984.

Է. Խ. ՂՈՒՅԱՆ, Հ. Հ. ՅՈՆԱԿԱՆՅԱՆ, Ա. Ս. ԱՎԱՆԵՍՅԱՆ, Ս. Հ. ԱԶԻՔԳՅՈՋՅԱՆ
Ե. Ա. ՈՒՍՊԵՆՍԿԱՅԱ, Է. Յա. ԼԵՎԵՆ, Ս. Ա. ՔՈԶԱՐՅԱՆ, Ա. Կ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՂԱՓԱՆԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՇՐՋԱՆՈՒՄ ՊՂԻՆՁ-ՑԵՈՒԼԻՏ-
ՊՐԵՆԻՏԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՅԻՆԱՑՄԱՆ ԳՈՏՈՒ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ղափանի հանքային շրջանի տիտոն-վալանժինի հրաբխածին ապարներում հայտնաբերվել է մերձմիջօրեական տարածման պղինձ-ցեոլիտ-պրենիտային հանքայնացման գոտի՝ մինչև 30 կմ երկայնքով և մոտ 1 կմ լայնքով: Այն տարածականորեն համընկնում է երկրաֆիզիկական և օդատիեզերակրարական մեթոդներով առանձնացված լինեամենսի հետ: Հանքայնացումն առաջացնում է բներ, երակիկներ, ցան և ներկայացված է բնածին պղնձով, խալկոզինով, բորնիտով, կուպրիտով, մալախիտով, ազուրիտով, կովելլինով, հազվադեպ, խալկոպիրիտով, պիրիտով, սֆալերիտով, գալենիտով, բնածին ոսկով և արծաթով: Ոչ-հանքային միներալներից տարածված են պրենիտը,

պումպելլիտը, քլորիտը, սելադոնիտը, կանաչ քվարցը, կարբոնատները, ցեոլիտները, հազվագեյ, էպիդոտը, ալբիտը, սերիցիտը: Այդ գոտում հաջորդաբար դիֆերենցված շարք կազմող հրաբխածին ապարների և նրանց հաշվին առաջացած վերհանքային մետասոմատիտների համալիրի ներկայությունը թույլ է տալիս ենթադրելու Ղափանի, Շիկահողի և Բարձրավանի հանքադաշտերում նոր հանքային առաջացումների առկայության մասին:

E. Kh. GHULIAN, H. H. TONAKANIAN, A. S. AVANESIAN, S. H. ACHIKGUEOZIA,
E. A. USPENSKAYA, E. Ya. LEVEN, S. A. KOCHARIAN, A. K. GHAZARIAN

ON THE REVEALING OF A COPPER-ZEOLITE-PREHNITE MINERALIZATION ZONE IN THE ARMENIAN SSR KAPHAN ORE REGION

A b s t r a c t

A submeridional extensive (up to 30 km length and about 1 km width) copper-zeolite-prehnite mineralization zone in Tithonian-Valangian volcanic rocks of the Kaphan ore region is revealed. This zone spatially coincides with a lineament marked out by geophysical and aerocosmogeological methods. The ore mineralization forms nests, veinlets, impregnation and is presented by native copper, chalcocite, bornite, cuprite, malachite, azurite, covellite, rarely, chalcopyrite, pyrite, sphalerite, galena, native gold and silver. Non-metallic minerals are prehnite, pumpellyite, chlorite, seladonite, green quartz, carbonates, zeolites, rarely, epidote, albite, sericite. The presence of consequently differentiated volcanites and supra-ore metasomatites within this zone allows to consider the availability of new ore deposits (besides those of the Kaphan ore field) and firstly in the limits of Shikahogh and Bartsravan ore fields.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гогошвили В. Г., Гогошвили Т. Ш., Хочолава Д. Ш. Минерализация самородной меди в Болнисском рудном районе Грузии. Сообщения АН ГрССР, т. 96, 1979, № 1, с. 109—112.
2. Казарян А. Г., Хачатурян Э. А. Некоторые геологические особенности рудопроявлений в верхнеюрских и нижнемеловых отложениях Кафанского рудного района. Известия АН АрмССР, Науки о Земле, № 1, 1974, с. 78—82.
3. Мнацаканян А. Х., Ревазова Н. В., Хуршудян Э. Х. Цеолиты из верхнеюрских-нижнемеловых вулканических пород Кафанского антиклинория. В кн.: Магматизм и металлогения Армянской ССР, Зап. Арм. отд. ВМО, вып. № 5. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1972, с. 192—201.
4. Фишман И. Л. Метаморфические и метасоматические изменения в эвгеосинклинальных колчеданосных зонах (методические рекомендации по составлению карт метаморфизма). Алма-Ата: Изд. КазИМС, 1984. 49 с.

ФОРМАЦИОННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЯНСКОЙ ССР

В работе рассматривается вопрос классификации железных руд Армянской ССР по формациям. Все железорудные месторождения и проявления, известные на территории республики, классифицируются на восемь железорудных формаций: собственно магматическая титаномагнетитовых руд, скарновая магнетитовых руд, гидротермально-метасоматическая магнетит-апатитовых руд, гидросиликатная окисно-сульфидных железных руд, гидротермальная гематитовых руд, метаморфогенная (кремнисто-железистая) магнетитовых кварцитов, вулканогенно-осадочная (эксталяционная) железо-марганцевых руд, прибрежно-морская россыпь титанистых магнетитовых песчаников.

Проблема классификации руд на формационной основе давно привлекала к себе внимание многих советских и зарубежных исследователей, занимающихся изучением месторождений полезных ископаемых. В последние два-три десятилетия при крупномасштабных прогнозно-металлогенических исследованиях рудных районов и областей нашей страны с большим успехом широко применяется формационный метод изучения руд и их классификации.

Повышенный интерес и всеобщее признание формационного анализа вызваны тем, что с его помощью можно всесторонне рассмотреть ряд геологических вопросов, детализировать и раскрыть природу как общих, так и специфических геолого-генетических особенностей, закономерностей образования и размещения месторождений полезных ископаемых.

Большое научное и практическое значение формационного анализа заключается в том, что довольно четко разделяется большое количество объективных признаков исследуемых и сравниваемых месторождений и тем самым открываются реальные возможности непосредственной интерпретации и обобщения фактического материала прогнозной оценки перспектив как рудных районов в целом, так и отдельных рудных полей и месторождений.

Под железорудной формацией нами подразумеваются железорудные месторождения, которые образовались в одинаковых или сходных геологических условиях, имеют аналогичный состав руд ведущих рудных и нерудных минералов, характеризующихся общностью генетической или парагенетической связи с определенными комплексами и типами пород.

На основании анализа и обобщения большого фактического материала, накопившегося в результате систематических исследований железорудных месторождений и проявлений Армянской ССР за последние 25 лет, впервые дается их формационная классификация.

Известные в настоящее время на территории нашей республики более 80 железорудных месторождений и проявлений, образовавшихся в различных геолого-генетических условиях, классифицируются на восемь железорудных формаций: 1) собственно магматическая титаномагнетитовых руд; 2) скарновая магнетитовых руд; 3) гидротермально-метасоматическая магнетит-апатитовых руд; 4) гидросиликатная окисно-сульфидных железных руд; 5) вулканогенно-осадочная (эксталяционная) железо-марганцевых руд; 6) гидротермальная гематитовых руд; 7) метаморфогенная (кремнисто-железистая) магнетитовых кварцитов; 8) прибрежно-морская россыпь титанистых магнетитовых песчаников.

Следует отметить, что до наших исследований специальных работ, посвященных формационной классификации железных руд Армянской ССР, не проводилось, хотя и они, наряду с другими рудными формациями, классифицировались по генетическим типам И. Г. Магакьяном

[8, 9], А. И. Карапетяном [6, 7] и другими исследователями. Классификация же железных руд по генетическим типам была проведена также Э. А. Хачатуряном [13], Э. Х. Гуляном, Г. А. Дадаяном [5] и Г. Б. Межлумяном [10, 11].

В основу нашей формационной классификации железорудных месторождений положены главные геолого-генетические особенности условий образования, минеральная ассоциация и типы руд, характер генетической или парагенетической связи оруденения с определенным типом или комплексом пород, околорудных изменений и другие особенности.

Внутри формации могут быть выделены минеральные типы руд. Так, внутри скарновой формации различаются магнетитовый (Разданское месторождение), магнетит-апатитовый (Ахавнадзорское месторождение), магнетит-гематитовый (Моллакишлагское месторождение), магнетит-пиритовый (Базумское месторождение) минеральные типы.

Касаясь соотношения генетического типа и формации железных руд, отметим, что понятие генетический тип более широкое таксонометрическое деление, чем формация. В один генетический тип могут входить несколько формаций, а в последние, в свою очередь—минеральные типы. Здесь в зависимости от состава железных руд различаются простые (мономинеральные) и сложные (полиминеральные) железорудные формации. Иногда в названии формации наряду с главным минералом в виде приставки участвует также характерная элемент-примесь. Например, при наименовании формации железных руд с содержанием титана она называется формацией титаномагнетитовых руд, титанистых магнетитовых песчаников.

Ниже приводится краткая характеристика выделенных железорудных формаций.

1. Формация собственно магматических титаномагнетитовых руд. Железные руды этой формации представлены титаномагнетитовыми оливинитами и пироксенитами, размещенными среди дифференцированных ультраосновных и основных пород верхнеэоцен-олигоценного комплекса: Арамаздский интрузив в Баргушатском и Мегринский плутон в одноименном рудных районах [11]. Общей специфической особенностью этих интрузивов является полифазность их формирования и превалирующая роль процесса магматической дифференциации.

Титаномагнетитовые руды характеризуются титаномагнетит-ильменит-шпинель минеральным парагенезисом, вкрапленной текстурой и сидеронитовой структурой. В минеральном составе руд присутствуют ильменомангнетит, вторичный магнетит, оливин, пироксен, основной плагиоклаз и серпентин.

Руды комплексные и отличаются высоким содержанием Ti, V, Mn, Mg, а также Ni и Co, низким—вредных примесей (P, S, As). Руды относятся к бедному железом (18—22% Fe), „малотитанистому“ (1.5—4—6 % TiO_2), ванадийсодержащему (0,1—0,4 % V_2O_5) типу железных руд и являются типичным аналогом качканарских руд на Урале.

В локализации оруденения контролирующую роль играли протектонические структуры: первичные трещинки, трещиноватые ослабленные зоны и элементы первичной псевдостратификации. Закономерная приуроченность титаномагнетитовых руд к псевдостратифицированным оливиновым габбро и троктолитам является надежным поисковым критерием для обнаружения новых рудных залежей, что позволяет поисковые работы направить в районы и участки развития этих разновидностей габброидов с полосчатой текстурой. В этом отношении заслуживают особого внимания площади развития ультраосновных и основных пород Баргушатского и Мегринского рудных районов, по-

тенциальная железозноность которых изучена недостаточно. Поэтому рекомендуется детальными геолого-геофизическими комплексными поисково-съёмочными работами охватить всю полосу интрузивных пород Зангезурской рудоносной области АрмССР с целью выделения новых перспективных оруденелых участков (псевдостратифицированных полосчатых оливиновых габбро и троктолитов) для постановки дальнейших поисково-разведочных работ.

По масштабу оруденения и удельному весу в общем балансе железных руд республики значение титаномагнетитовых руд весьма велико, и они обладают большими запасами. Более 50% геологических и прогнозных запасов железных руд республики падает на формацию титаномагнетитовых руд (порядка 1,2—1,5 млрд. т).

2. *Формация скарновых железных руд.* Железные руды скарновой формации являются характерным и широко распространенным видом полезных ископаемых в Памбакском и Базумском рудных районах республики. Из известных более 30 скарновых железорудных месторождений и проявлений промышленный интерес имеют Разданское, Базумское и Ахавнадзорское месторождения.

В отношении железозноности продуктивными являются среднеэоценовый (Каджерийский или Геджалинский) и верхнеэоцен-олигоценый (Разданский, Ахавнадзорский и др.) субщелочной и щелочно-земельный интрузивные комплексы. Эти гранитоидные интрузии отличаются сложным петрографическим составом. Они сформировались в гипабиссальной фации глубинности и образовались в результате нескольких разновременных интрузивных фаз внедрений.

В зоне контактового ореола этих интрузий развиты железорудные скарны, представляющие собой продукт реакционного взаимодействия карбонатных и алюмосиликатных пород с магмой. Железорудные скарны образовались в течение последовательно происходившего скарново-рудообразовательного процесса при посредстве постмагматических растворов в вулканогенных и вулканогенно-осадочных породах с линзами известняков нижнего и среднего эоцена в экзоконтактах гипабиссальных гранитоидных интрузий отмеченных комплексов.

Железорудные скарны состоят в основном из граната, пироксена и магнетита; присутствуют также амфибол, эпидот, плагиоклаз, скаполит, гематит, пирит, кальцит, кварц и другие второстепенные минералы.

По минеральным ассоциациям выделяются гранат-магнетитовые, гранат-пироксен-магнетитовые, гранат-эпидот-магнетитовые, гранат-апатит-магнетитовые и гранат-пироксен-магнетит-пиритовые скарны.

Главными элементами, принимающими участие в химическом составе скарновых железных руд, являются Fe, Si, Ca и Al, а для некоторых типов характерными элементами-примесями—Mn, Co, Ni и Zn.

Важнейшей особенностью скарновых железных руд является то, что они локализируются в основном в гранатовых и гранат-пироксеновых скарнах. Железорудные скарны Армянской ССР по характеру околорудных метасоматитов, геологическим условиям образования относятся к известково-скарновому типу.

Взаимоотношения рудовмещающих скарнов и железных руд позволяют на железорудных месторождениях республики выделить два типа образования железорудных скарнов:

а) сопутствующий тип железоруденения, характеризующийся отложением магнетита и других рудных минералов, непосредственно после процесса скарнообразования, и

б) наложенный тип железоруденения, характеризующийся отложением магнетита и других рудных минералов, связанных с более поздними процессами, наложенными на скарнообразование.

К первому типу—скарновым железорудным образованиям относятся Разданское и Базумское месторождения, а ко второму—Ахавнадзорское месторождение.

Рудоконтролирующими структурами оруденения и размещения скарновых железных руд являлись тектонические нарушения, представленные зонами трещиноватости и раздробления скарнов. На основании взаимоотношения скарнов, руд и послерудных метасоматических образований на железорудных месторождениях АрмССР выделяются три этапа происхождения тектонических структур: доскарновый, послескарновый-дорудный и послерудный.

Факты постоянной приуроченности железных руд к гранатовым и гранат-пироксеновым скарнам, развитым в контактах указанных интрузивов, позволяют эту закономерность рассматривать как поисковый критерий для скарновой формации железооруденения.

3. *Формация гидротермально-метасоматических магнетит-апатитовых руд.* Железные руды этой формации довольно своеобразны как по геолого-генетическим особенностям образования и возрасту оруденения, так и структурным особенностям локализации руд и характеру минерализации и окolorудных изменений. Представителем железных руд этой формации является Абовянское месторождение. Магнетит-апатитовые руды рассматриваемой формации размещены в молодых вулканитах—андезитовых порфиридах и андезитодацитах экструзивно-эффузивного комплекса плиоценового возраста. По геологическим и радиологическим данным, возраст рудовмещающих андезитодацитов определяется как постсармат-допонтский (8—9 млн. лет), а магнетит-апатитового оруденения—понт-киммерийский (5—7 млн. лет) [4, 12].

Главными рудообразующими минералами являются магнетит и апатит; в рудах и окolorудных метасоматитах распространены кальцит, скаполит, альбит, актинолит, биотит и пирит; часто присутствуют мартит и гематит. Для железных руд этой формации свойственны следующие элементы: Fe, Ca, P, Cl, F, Si и редкие земли, главным образом цериевой группы; из элементов-примесей характерны Ti, V, Mn, Ni, Co, Cu, Sr и Be.

На месторождении преобладающими метасоматическими изменениями рудовмещающих пород являются скаполитизация и альбитизация. Широким развитием пользуются также актинолитизация, карбонатизация и биотитизация.

По преобладающему типу окolorудной минерализации, парагенетически связанной с рудным процессом, Абовянское месторождение относится к скаполитовому подтипу. Месторождение формировалось в условиях высоких—средних температур (в интервале температур 580—390°C) в субвулканической фации глубинности (1,0—1,5 км). Наличие ксенолитов меланократовых интрузивных пород в вулканитах месторождения, тесная пространственная приуроченность магнетит-апатитовых руд к экструзивным андезитодацитам наводят на мысль о том, что железооруденение является неразрывной частью единого вулкано-плутонического процесса. Здесь руды и рудовмещающие экструзивные породы, вероятно, связаны с общим магматическим очагом. Образование гидротермально-метасоматических магнетит-апатитовых руд связано с более поздним процессом гидротермальной деятельности магматического очага, породившего парагенетически взаимосвязанные экструзивные андезитодациты и магнетит-апатитовые руды.

На Абовянском месторождении процесс минерализации протекал в три этапа—предрудный, рудный и послерудный и в восемь стадий: аль-

битовая, скаполитовая, магнетит-апатитовая, магнетит-апатит-актинолит-биотитовая, пирит-халькопиритовая, кварцевая и карбонатная.

Магнетит-апатитовое оруденение локализовано именно в трещиноватых и раздробленных андезитовых порфиритах жерловой фации.

Морфология рудных тел и оруденелых зон обусловлена сложной формой жерлового некка, что контролируется тектоническим фактором, главным образом, приуроченностью вулкана к зоне разлома. Месторождение приурочено к региональной Ани-Ордубадской зоне разломов и флексур глубокого заложения, служившей структурным швом, разграничивающей эвгеосинклинальную и миогеосинклинальную области Армянской геосинклинали [3].

4. *Формация гидросиликатных железных руд.* Железные руды рассматриваемой формации размещены среди пород вулканогенной и вулканогенно-осадочной толщ средней и верхней юры с линзами известняков, вмещающих Кохбский гранитоидный гипабиссальный интрузив нижнего мела. К этой железорудной формации относятся Цакери-дошское и Мисханское месторождения, Карцахское, Большой Геог-дагское, Гедак-бурунское и другие проявления, а также проявления в бассейне р. Марцигет (Сот или Магазимат, Сарин-булах, Джангарлу).

Гидросиликатные железные руды характеризуются гематит-мушкетовит-пиритовым составом. Они сопровождаются интенсивным проявлением таких средне- и низкотемпературных изменений, каковыми являются эпидотизация, альбитизация, актинолитизация, хлоритизация и карбонатизация. Железорудные месторождения гидросиликатной формации относятся к среднетемпературной эпидот-актинолитовой фации метасоматических изменений и формировались в условиях малых и субвулканических глубин (до 1,0—1,5 км).

На гидросиликатных месторождениях минерализация происходила в три этапа (предгидросиликатный, гидросиликатный и гидротермальный) и шесть стадий: плагиоклаз-пироксен-гранатовая, эпидот-амфибол-альбитовая, эпидот-гематитовая, мушкетовитовая, пирит-халькопиритовая и кварц-карбонатная. Руды характеризуются набором следующих элементов: Fe, Co, Ni, Ca, Si и S.

Гидросиликатным железным рудам присущи мушкетовитизация и наложенная сульфидизация (пиритизация), которые при сочетании с эпидотизацией могут служить надежными поисковыми критериями данного формационного типа железооруденения. Площади развития отмеченных процессов следует рассматривать как перспективные рудоносные участки, обратив особое внимание при производстве поисково-оценочных работ на железные руды в северной части республики.

Железорудные месторождения гидросиликатной формации изучены недостаточно, и их перспективы в отношении промышленной концентрации Fe, Co, Ni и других ценных компонентов окончательно не выяснены. Выявленные геолого-генетические и минералого-геохимические положительные предпосылки говорят в пользу перспектив гидросиликатных железных руд и целесообразности дальнейшего разностороннего изучения.

5. *Формация вулканогенно-осадочная (эксгалакционная) железо-марганцевых руд.* На территории республики к этой формации относится Чайкендское месторождение, которое пространственно приурочено к туффитам, туфобрекчиям, туфопесчаникам, а также окремненным порфирирам, яшмам и известнякам миапорской вулканогенно-осадочной толщи средней юры. Перечисленные породы прорываются штокообразными интрузивными телами кварц-диоритового и гранодиоритового составов.

Руды этой формации характеризуются магнетит-якобсит минеральным парагенезисом; в небольшом количестве присутствуют манганит, родохрозит, реже родонит.

Месторождение приурочено к висячему боку крупного Гетикского тектонического разлома. В пределах месторождения установлено несколько тектонических нарушений низкого порядка близмеридионального и северо-восточного простираний, оперяющих разлом. Эти тектонические структуры являлись благоприятной средой для циркуляции рудоносных растворов и распределения руд.

6. Формация гидротермальных гематитовых руд. К этой формации относятся многочисленные месторождения и проявления, среди которых интересными являются Бовери-гашское, Еркати-цакерское и Айриджурское месторождения.

Главным рудным минералом является гематит, а нерудным — кварц. В составе руд в подчиненном значении часто присутствуют магнетит и пирит. Оруденение гидротермальной формации морфологически образует жилки и жилы мощностью от первых миллиметров до 2,3—2,6 м, иногда до 3,5—4,0 м, которые прослеживаются на расстоянии 150—300 м по простиранию и 200—240 м на глубину.

7. Формация метаморфогенная (железисто-кремнистая) магнетитовых кварцитов. К рудам этой формации относятся железистые (магнетитовые) кварциты Меградзорского месторождения, Мармарикского, Макраванского и Арзакан-Бжнийского проявлений, приуроченные к породам древнего метаморфического комплекса Памбакского рудного района АрмССР.

Метаморфические породы: эпидот-пироксен-роговообманковые, эпидот-роговообманковые, хлорит-роговообманковые, хлорит-мусковит-эпидотовые, хлоритовые, эпидот-кварц-полевошпатовые сланцы прорываются интрузией диоритов, кварцевых диоритов и гранодиоритов третьего возраста. Абсолютный возраст интрузии датируется как верхнеэоценовый, а пород древнего метаморфического комплекса — 650 млн. лет [4]. Железистые кварциты входят в мисханскую свиту, которая расположена между арзаканской и апаранской свитами, выделенными А. Т. Асланяном [2].

Метаморфические породы, в том числе и магнетитовые кварциты, относятся к полиметаморфической формации рифейского (?) возраста [1].

Железистые кварциты, приуроченные к метаморфическим сланцам, представлены зоной с вкрапленностью магнетита в тесной ассоциации с кварцем, амфиболом, хлоритом, эпидотом и плагиоклазом. Для магнетитовых кварцитов характерна полосчатая и сланцевая текстура. Содержание железа в рядовых магнетитовых кварцитах высокое и колеблется в пределах от 5,19 до 23,01%.

Перечисленные месторождения и проявления изучены недостаточно, поэтому промышленные масштабы этого типа окончательно не выяснены. Интерес представляет район распространения древних метаморфических пород, распространенных между Меградзорским месторождением и Арзакан-Бжнийским проявлением, в пределах которого необходимо произвести поисково-оценочные и предварительные поисково-разведочные геолого-геофизические работы.

8. Формация ископаемых россыпей титанистых магнетитовых песчаников. К этой формации относятся титанистые магнетитовые песчаники типа ископаемых россыпей Агарцинского месторождения, Гарнасарского, Жангарлинского, Дайлахлинского и Лалварского проявлений, пространственно приуроченные к верхней части средней порфиритовой подсвиты среднеэоценовых вулканогенных

и вулканогенно-осадочных комплексов. Морфологически рудные образования представлены пологопадающими пластовыми телами мощностью от нескольких десятков сантиметров до 2,5—3,0 м и прослеживаются на расстоянии 300—450, иногда до 900 м.

Титанистые магнетитовые руды приурочены к стратифицированному продуктивному горизонту осадочного комплекса. Они образовались в прибрежной зоне эоценового моря под воздействием волн прилива, прилива, отлива и морских береговых течений за счет разрушений, размыва, сортировки и переотложения вулканогенных пород средней и верхней юры и мела. Оценивая железные руды рассматриваемой формации, следует отметить, что оруденение перспективное и может представить промышленный интерес.

Анализ материалов по геолого-генетическим и минералого-геохимическим особенностям перечисленных проявлений и месторождения приводит к заключению, что в эоценовое время существовал общий морской бассейн, где имели место благоприятные условия интенсивного накопления залежей титанистых магнетитовых песчаников. По всей вероятности, в настоящее время нам известны только небольшие выходы тех необнаженных пластов этой обширной прибрежной зоны эоценового моря, которые в отмеченных районах имеют большое распространение и скрыты под более молодыми образованиями. Поэтому, для выяснения предварительных промышленных перспектив и прогнозной оценки запасов титанистых магнетитовых песчаников рекомендуется произвести поисково-оценочные геолого-геофизические работы с проходкой буровых скважин 250—300 м, проследить и оконтурить границы продуктивных горизонтов, среди них выделить залежи титанистых магнетитовых песчаников.

Таким образом, на территории Армянской ССР среди выделяемых восьми железорудных формаций, по перспективам и масштабам оруденения промышленный интерес представляют железные руды скарновой, собственно магматической и гидротермально-метасоматической формаций. Привлекают внимание, в смысле перспектив оруденения, мушкетовит-гематит-пиритовые руды гидросиликатной и магнетитовые кварциты метаморфогенной формации, а также формация ископаемых россыпей титанистых магнетитовых песчаников.

Представленная формационная классификация железных руд республики несомненно будет способствовать рациональному и целеустремленному проведению поисково-оценочных и разведочных геолого-геофизических работ.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 4.IX.1984.

Գ. Ք. ՄԵԺԼՈՒՄԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԵՐԿԱԹԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՖՈՐՄԱՑԻՈՆ ԴԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Աշխատանքը նվիրված է Հայկական ՍՍՀ երկաթի հանքավայրերի ֆորմացիոն դասակարգման և բնութագրման հարցերին: Հանրապետության բնատարածքում հայտնի երկաթի հանքավայրերը և հանքային երևակումները դասակարգվում են՝ բուն մագմատիկ (հիստերոմագմատիկ) տիտանամագնետիտա-

յին, կոնտակտ-մետասոմատիկ (սկանային) մագնետիտային, ջրաջերմային-մետասոմատիկ մագնետիտ-ապատիտային, ջրասիլիկատային մուշկետովիտ-հեմատիտ-պիրիտային, ջրաջերմային հեմատիտ-մագնետիտային, մետամորֆային երկաթային (մագնետիտային) քվարցիտների, հրաբխածին-նրստվածքային (էքսալադիոն) մագնետիտ-յսիկոբսիտային, նստվածքային (ծովափնյա-ցրոնային) տիտան պարունակող մագնետիտային ավազաքարերի երկաթահանքային ֆորմացիոն տիպերի: Առանձնացված երկաթահանքային ֆորմացիաներից արդյունաբերական կարևոր նշանակություն ունեն առաջին երեք ֆորմացիոն տիպերը:

G. B. MEILOUMIAN

FORMATIONAL CLASSIFICATION OF THE ARMENIAN SSR IRON DEPOSITS

A b s t r a c t

All the iron deposits and ore manifestations on the Armenian SSR territory are divided into eight formations: hystermagmatic of titanomagnetitic ores, skarn of magnetitic ores, hydrothermal-metasomatic of magnetite-apatitic ores, hydrosilicatic of oxide-sulphidic ores, hydrothermal of hematitic ores, metamorphogenous (siliceous-ferriferous) of magnetitic quartzites, volcanogenous-sedimentary (exhalated) of iron-manganese ores, sea-beach placer of titaniferous magnetitic sandstones.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агамалян В. А. Региональный диафторез в Арзаканском кристаллическом массиве.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1968, № 1—2, с. 95—102.
2. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Ереван: Изд. Айпетрат, 1958. с. 430.
3. Асланян А. Т. Основные черты геологического строения Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1981, т. 34, № 3, с. 3—21.
4. Багдисарян Г. П., Гукасян Р. Х., Карамян К. А. Итоги абсолютного датирования ряда рудных формаций Армянской ССР.—Изв. АН СССР, сер. геол., 1968, № 5. с. 19—28.
5. Гулян Э. Х., Дадаян Г. А. Железорудные месторождения Армении—Тр. Ин-та научно-технич. информации АрмССР, Ереван, 1963, с. 92.
6. Карапетян А. И. К вопросу выделения рудных формаций на примере эндогенных месторождений Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1969, № 5, с. 39—46.
7. Карапетян А. И. Генетические группы рудных формаций Памбак-Зангезурского пояса—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1977, № 4—5, с. 122—133.
8. Магакьян И. Г. Главнейшие промышленные семейства и типы руд.—Зап. ВМО, 1950, сер. 2, вып. 4, с. 241—267.
9. Магакьян И. Г. Опыт классификации рудных формаций СССР—Геол. рудных м—ний. М.—1967, № 5, с. 35—43.
10. Межлумян Г. Б. Состояние изученности и перспективы железорудных месторождений Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1977, № 4—5, с. 113—121.
11. Межлумян Г. Б. Сваранцское железорудное месторождение. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974. с. 206.
12. Саруханян Л. Б. Минералогия, геохимия и генезис Абовянского апатит-магнетитового месторождения. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1971, с. 184.
13. Хачатурян Э. А. Генетические типы железорудных месторождений Армянской ССР и перспективы их освоения. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1953. с. 142.

Дж. В. МХИТАРЯН

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ МЕГРАДЗОРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Рассматриваются геологическая позиция рудного поля, его строение и особенности структуры. Показано, что основные рудоконтролирующие разломы, обусловившие блоково-глыбовую структуру рудного поля—нарушения северо-западного и северо-восточного простирания—являются доскладчатыми по возрасту заложения и магмо-рудоконтролирующими по характеру. Заложение рудовмещающих разрывов и их развитие происходило в результате объемных деформаций, возникших синхронно со становлением Тежсарского вулканотектонического поднятия.

В геологическом строении рудного поля участвуют верхнепротерозойские кристаллические сланцы основания, геосинклинальный комплекс-меловые осадочные и среднеэоценовые вулканогенно-осадочные отложения, а также орогенные—верхнеэоценовые и плиоценовые вулканиты [6]. Каждый из них прорван определенными формациями интрузивных и жильных пород: нижний—неокомскими тоналитами и их жильными отщеплениями (диоритовые порфириды, микродиориты, спессартиты); верхний—верхнеэоцен-олигоценными монцонитами, монцодиоритами, щелочными, нефелиновыми и псевдолейцитовыми сиенитами, сиенит-порфирами и лампрофирами. Детальное петрографическое описание интрузивов приведено в работах В. Н. Котляра [8], Г. П. Багдасаряна [5], Б. М. Меликсетяна [11] и др.

Оруденение приурочено к вулканогенно-осадочным образованиям среднего эоцена и прорывающим интрузивам сиенит-монцонитового состава, частично—кристаллическим сланцам и ассоциирующим с ними тоналитам.

Структура рудного поля и этапы его формирования

Сведения о структуре Меградзорского рудного поля приводятся в работах А. Т. Асланяна [4], И. Г. Магакьяна [9], Ш. О. Амиряна [2], А. И. Карапетяна [7], А. Р. Арутюняна [3]. По данным этих исследователей, главной чертой геолого-структурной позиции рудного поля является его нахождение в зоне глубинного Анкаван-Зангезурского разлома.

Для понимания геолого-структурной позиции Меградзорского рудного поля наиболее важным представляется его приуроченность к узлу сочленения Памбакского и Цахкуняцкого блоков, ограниченных крупным Мармарикским разломом (рис. 1). По А. Р. Арутюняну [3], зона сочленения представляет узкий краевой прогиб, ось которого совпадает с ориентировкой Анкаван-Зангезурского разлома. Формирование прогиба происходило в ходе последовательного накопления эоценовых вулканитов в условиях растяжения, с неоднократной инверсией тектонических движений. Процесс растяжения, сопутствующий излиянию вулканитов, был дискретным; периоды относительного спокойствия чередовались с периодами повышенной активности, одновременными блоковыми движениями, амплитуды которых были наибольшими. При этом, возможно, происходила усадка блоков по ограничивающим разломам. Сжимающие усилия, возникшие при заклинке, разрядились путем заложения трещин как в висячем, так и в лежащем боках Мармарикского разлома, поскольку наиболее интенсив-

ные подвижки устанавливаются именно по этому разлому. Эти геодинамические условия оказались благоприятными для возникновения близширотных трещин (рис. 2). В среднеэоценовых вулканитах они заложились согласно слоистости, так как последние явились основными плоскостями механической анизотропии, способствующей возникновению разрывов. В ходе дальнейшего развития они либо зацементировались дайками субщелочных пород, либо были затерты раздробленным материалом. Возникшие при этом трещины в Цахкуняцком блоке, как будет показано ниже, унаследовали элементы складчатости

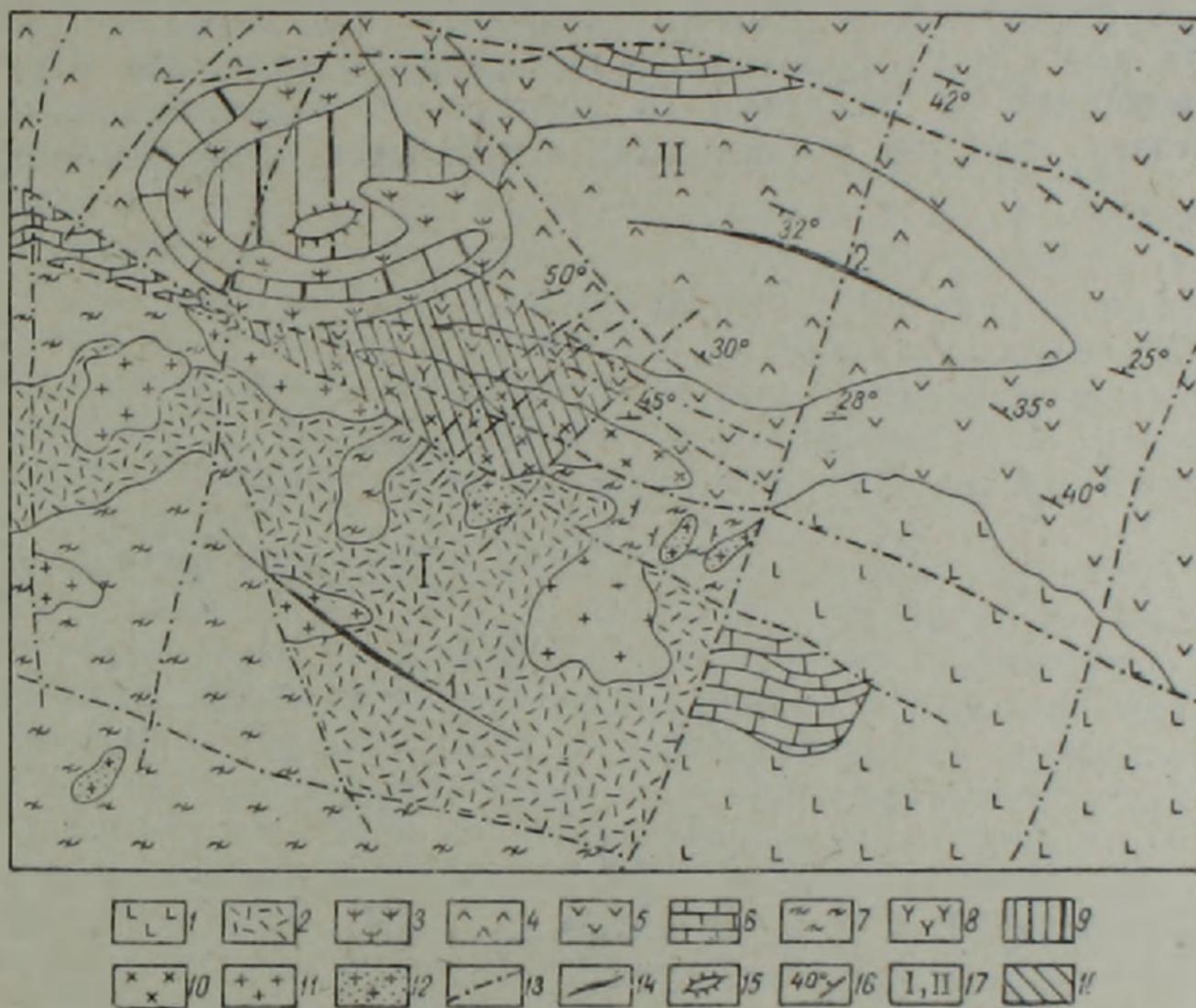


Рис. 1. Схематическая геолого-структурная карта Памбак-Цахкуняцкого рудного района. 1. Четвертичные базальт-андезитовые лавы. 2. Миоплиоцен. Андезиты, андезито-дациты, обсидианы, липариты, пемзовые пески, перлиты. 3. Верхний эоцен-нижний олигоцен. Эпилейцитовые порфиры, фонолиты. 4. Верхний эоцен. Трахиандезиты, трахидациты и их пирокластолиты. 5. Средний эоцен. Туфы андезитов, андезито-дацитов, туфопесчаники, туффиты и туфобрекчии. 6. Сенон. Известняки, мергелистые известняки, песчаники. 7. Верхний протерозой. Эпидот-актинолит-хлоритовые, кварц-полевошпатовые сланцы. 8. Верхний эоцен-нижний олигоцен. Граносиениты, кварцевые сиениты. 9. Щелочные, нефелиновые, псевдолейцитовые сиениты. 10. Монзониты, монцосиениты, габбро-сиениты. 11. Дотурон. Тоналиты, кварцевые диориты. 12. Среднеюрские плагиограниты, лейкократовые плагиограниты. 13. Разрывные нарушения. 14. Оси крупных пликтивных структур (на карте): 1—Цахкуняцкой антиклинали; 2—Памбакской синклинали. 15. Центр вулканического конуса. 16. Элементы залегания пород. 17. Блоки: I—Цахкуняцкий; II—Памбакский. 18. Территория рудного поля.

верхней серии кристаллических пород. Существование среди близширотных трещин сбросов, сдвигов, сбросо-сдвигов и раздвигов свидетельствует о том, что в этот период наряду с растягивающими имели место и сжимающие усилия, разрядка которых происходила между формированием горизонтов и пачек вулканических пород. В последующие эпохи, судя по геологическим разрезам прилегающих областей, территория рудного поля испытывала непрерывное воздымание, амплитуда которого составляла около 1500 м. Это подтверждается по-

степенным выклиниванием пород верхнеэоценовой памбакской свиты, формированием Тежсарского вулкано-тектонического поднятия и почти полным отсутствием плиоценовых образований цахкуняцкой свиты.

Интенсивные вертикальные движения по-разному отражались на строении прилегающих блоков. В блоках, сложенных кристаллическими сланцами, образовались брахиформные дисгармоничные складки, с широко распространенной приразломной гофрировкой, свидетельствующей о преобладании в этот период сжимающих усилий. Рудовмещающие трещины здесь ориентированы субсогласно со сланцеватостью верхней серии кристаллических пород, имея при этом южное падение (рис. 2б). В Памбакском блоке, где развиты слоистые вулканиты, формировались в основном линейные близширотные складки и субсогласные с ними рудовмещающие разрывы (рис. 2а). При блоковых движениях по разломам со встречными падениями сокращение поверхности пластов могло компенсироваться либо формированием

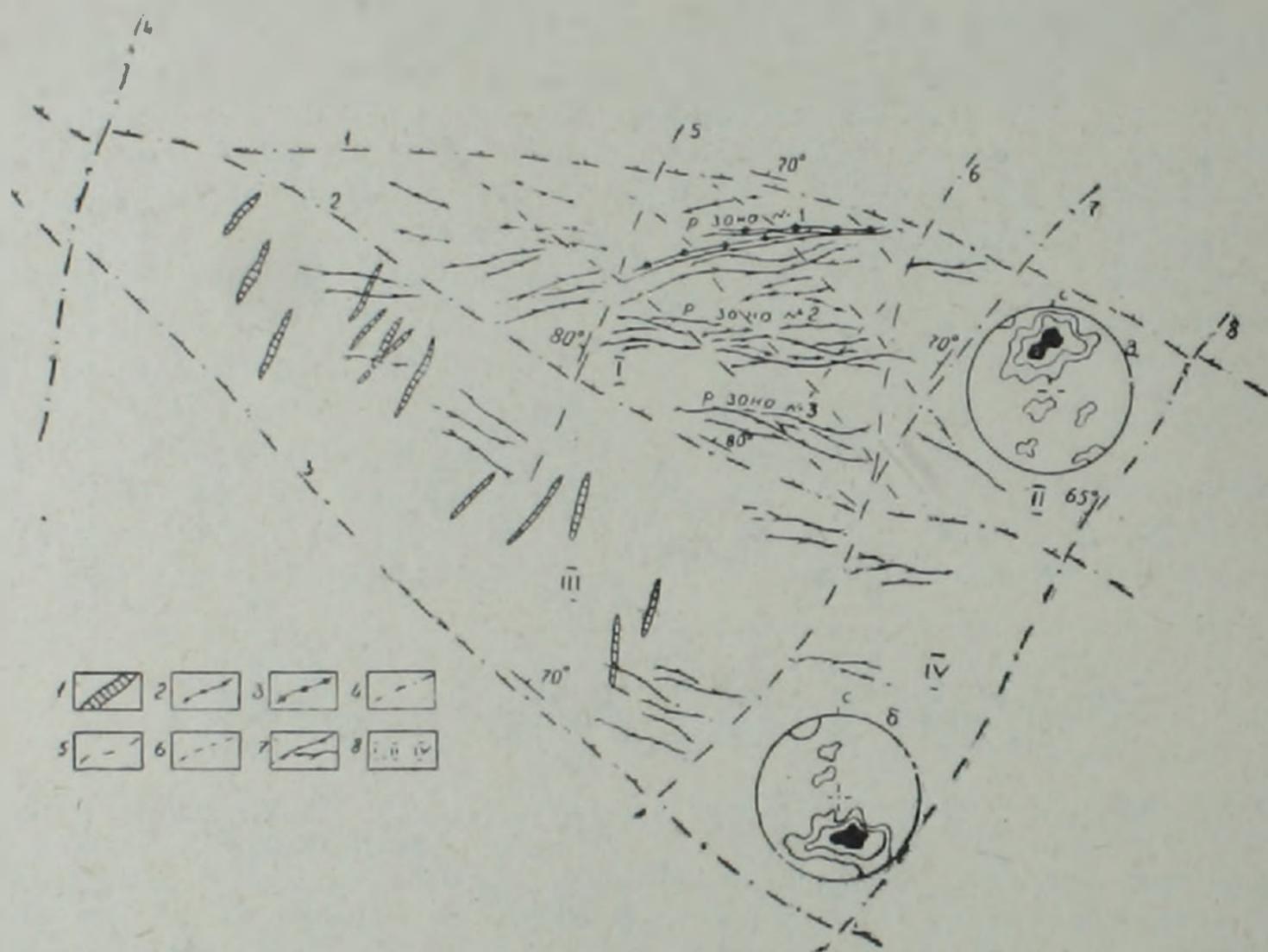


Рис. 2. Схематический план рудоконтролирующих и рудовмещающих структур Меградзорского рудного поля. 1. Дайки диоритовых порфиров, микродиоритов. 2. Дайки сиенит-порфиров, граносиенит-порфиров. 3. Лампрофиры. 4. Швы продольных разломов (на схеме): 1—Северный, 2—Мармарикский, 3—Анкаванский. 5. Поперечные разломы (на схеме): 4—Уляшикский, 5—Корчлинский, 6—Меридиональный, 7—Меградзорский, 8—Суримджанский. 6. Мелкие внутриблоковые разрывы. 7. Рудоносные жилы и зоны. 8. Блоки III порядка: I—Меградзорский; II—Восточный; III—Ахундовский; IV—Мармарикский. Диаграммы ориентировки рудных трещин по 200 замерам: а) в Меградзорском блоке; б) в Ахундовском блоке.

мелких складок, либо возникновением новых разрывов. Эти условия, по-видимому, были благоприятными для приоткрывания ранее заложенных близширотных и возникновения новых трещин в вулканитах, поскольку вулканиты залегают на жестком кристаллическом основании, менее подверженном деформированию. Приоткрывание ранних трещин сопровождалось разрастанием их по восстанию при орогенических движениях. Выделенные среди близширотных трещин сбросы, сбросо-сдвиги, сдвиги и раздвиги обычно несут рудную минерализацию. Наличие в пределах рудного поля столь разнородных по генетическим

особенностям трещин объясняется неоднократным изменением характера деформаций. Очевидно, периоды растяжения среды, соответствующие возникновению новых отрывных трещин, чередовались с периодами сжатия в сопровождении сдвиговых перемещений. При этом отчетливо наблюдается возрастание роли сжатия от ранних к поздним стадиям формирования структуры рудного поля.

В рудный этап убывает интенсивность тектонических напряжений, что подтверждается меньшими значениями амплитуд перемещений по разрывным нарушениям. В целом разрядка тектонических усилий осуществлялась не заложением новых систем разрывов, а подновлением ранее возникших нарушений. При этом в первую очередь подновляются трещины близширотной системы, вмещающие дайки субщелочных пород, т. е. участки, испытавшие наибольшее растяжение, сопровождавшее внедрение даек.

Среди подвижек по близширотным и восток-северо-восточным (рудолокализирующим) разрывам преобладающими были малоамплитудные правосторонние сдвиги, обресо-сдвиги, чем доказывается в рудный этап ведущая роль сжатия. Амплитуды смещений по рудовмещающим нарушениям не превышали первые метры. Форма и особенности внутреннего строения продуктивных рудных тел, а также наличие косоориентированных жил, развившихся по вновь образованным трещинам отрыва, свидетельствуют о том, что при рудоотложении, на общем фоне сжатия имели место и раздвиги.

Морфология рудных тел, характер их контактов, структурно-текстурные особенности руд и т. д. позволяют считать, что выполнение трещин происходило при действии близширотных сжимающих тектонических усилий. Жилы формировались, главным образом, путем выполнения открытых полостей трещин и характеризуются сложными полосчатыми, прожилково-вкрапленными и брекчиевыми текстурами, образованными продуктами всех стадий минерализации. Показателями развития минералообразования на фоне объемного сжатия рудоносного Меградзорского блока (рис. 2) могут служить наращивание жил по мощности в результате многократного расширения трещин малоамплитудными перемещениями, раздробления ранее отложенного жильного материала и последовательное заполнение возникших полостей новыми порциями минерального вещества.

Увеличение мощности жил обычно сопровождается их выколаживанием на 5—10°. Эти интервалы, характеризующиеся небольшими (первые десятки метров) размерами, являлись неоднократно подновлявшимися участками рудовмещающих разрывов, к которым приурочивались рудные столбы. Относительно небольшие размеры подобных интервалов также подтверждают представления о проявлении в процессе оруденения малоамплитудных тектонических подвижек.

Послерудный этап ознаменовался постепенно затухающими орогеническими движениями, суммарная амплитуда которых не превышает 100—200 м. Малоамплитудные пострудные смещения (0,5—1 м) устанавливаются лишь по пологопадающим разрывам близширотного и близмеридионального простирания.

Складчатые структуры рудного поля

Анализ складчатых элементов структуры проводился по методике, разработанной Ф. Тернером и Л. Вейсом [13]. Наиболее надежно этим методом определяется ориентировка шарнира складок [10].

Статистический анализ залегания структурных элементов верхнепротерозойских пород южной части рудного поля иллюстрируется сте-

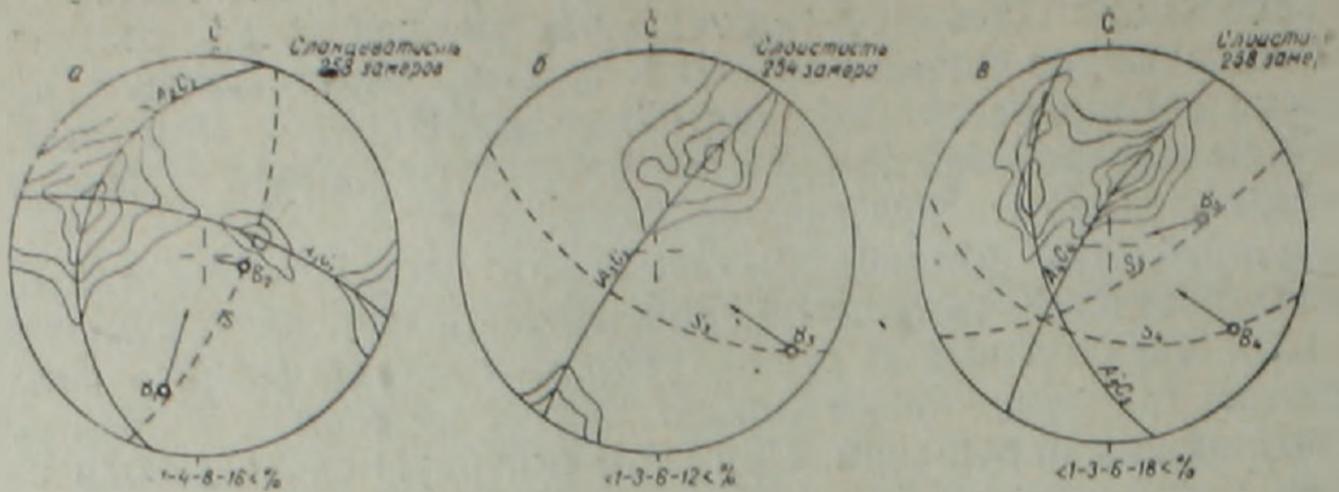


Рис. 3. Стереографические диаграммы ориентировки по: а) сланцеватости кристаллических пород; б) слонистости верхнемеловых известняков; в) слонистости среднеэоценовых вулканогенно-осадочных образований.

реографической диаграммой (рис. 3а). Сланцеватость характеризуется одним четким максимумом, отражающим северо-восточное простирание $15-20^\circ$ и падение к северо-западу под углом 70° . По форме дополнительных максимумов можно судить о рассеянии нормалей сланцеватости в двух направлениях, что указывает на существование двух плоскостей симметрии. Одна плоскость ориентирована в северо-восточном направлении, другая—в северо-западном. Нормали к этим плоскостям отвечают шарнирам и положению осей В деформации с погружением по азимуту 16° , под углом 20° и $296-66^\circ$, соответственно.

Ось B_1 отражает складчатость кристаллических пород—ее ориентировка совпадает с ориентировкой Арзаканской антиклинали. Статистическая обработка данных сравнительно небольшого участка южной части рудного поля подтверждает мнение исследователей [1, 4, 12] о северо-восточном простирании оси Арзаканской антиклинали и о северо-восточном погружении ее шарнира. Размещение интрузивных тел плагиогранитов и даек неокомского интрузивного комплекса строго подчинено простиранию складчатости нижней серии кристаллических пород.

Вторая, более четко проявленная плоскость (A_2C_2) симметрии с крутым склонением оси B_2 (296° , угол 66°) соответствует поперечной складчатости, проявленной в верхней серии кристаллических пород. Складчатость этого направления связывается с резким изменением плана деформации в нижнемеловое время, когда произошло заложение глубинного Анкаван-Зангезурского разлома и отделение Севано-Ширакского геосинклинального прогиба [6]. Этим объясняется северо-западное простирание крупного Цахкуняцкого горст-антиклинория, ось которого в общем совпадает с простиранием оси B_2 .

Таким образом, ориентировка оси В деформации в породах верхней серии практически не зависит от таковой пород нижней серии и отражает структурный план, обусловленный ранней тектоно-магматической активизацией.

Складчатые структуры верхнемеловой толщи, слагающей Памбакскую синклиналь, характеризуются северо-западным простиранием (рис. 3б). На диаграмме ориентировки слонистости этих пород отчетливо выражен максимум— 308° , падение к северо-востоку 58° . Растянутасть максимума вдоль плоскости симметрии северо-восточного направления выражена более четко. Нормаль к этой плоскости (ось B_3) наклонена более полого (10°), чем B_2 на диаграмме (рис. 3а), но также расположена к северо-западу (306°). Устанавливается определенное изменение плана деформации верхнемеловой толщи относительно верх-

ней серии кристаллических пород. Это обстоятельство представляется важным, так как фактическое положение осевой поверхности Памбакской синклинальной складки под перекрывающими эоценовыми отложениями зафиксировать не удалось. Складчатость в верхнемеловой толще наблюдается лишь по небольшим флексуорообразным перегибам с осью северо-западной ориентировки, отвечающим скорее складкам волочения.

На диаграмме (рис. 3в) показана ориентировка слоистости среднеэоценовых вулканитов. Здесь выделяются два максимума элементов слоистости, из них главный—отвечает среднему залеганию слоистости вулканитов. В то же время устанавливается определенная симметрия в разбросе точек: главный пояс с осью B_4 и менее четкий с осью B_5 .

Ось B_4 , имеющая северо-западную (301°) ориентировку с наклоном к северо-западу под углом 16° , характеризует деформацию продольного изгиба. Она согласна с осью Памбакской синклинали. Проявление поперечной складчатости с осью B_5 (266° , наклон на северо-запад, угол 40°), по-видимому, можно объяснить наличием в пределах синклинали крупной Тежсарской кольцевой структуры. По нашим данным, вблизи последней отмечается резкое изменение простирания пластов, вплоть до их выкручивания. Изгибы и выкручивание отмечаются также вблизи штокообразных интрузивов и даек. Детальные исследования показали, что узлы сочленения северо-западной и близширотной складчатости являются благоприятными участками для концентрации золотого оруденения.

Сопоставление стереографических диаграмм показывает, что ось B_1 в кристаллических сланцах (нижняя серия) ориентирована в север-северо-восточном направлении, а оси B в известняках и вулканитах вытянуты в северо-западном направлении, унаследова элементы складчатости верхней серии кристаллических пород.

Разрывные нарушения и их соотношение со складчатыми структурами

Анкаван-Зангезурский глубинный разлом в рудном поле представлен двумя тектоническими швами северо-западного простирания: Анкаванским и Мармарикским (рис. 2). Анкаванский—ограничивающий рудное поле с юга, фиксируется интенсивной перемятостью кристаллических сланцев. Мармарикский—контролирует размещение крупных линейно-вытянутых интрузивов верхнемелового и верхнеэоценового возрастов. Многочисленные плоскости разлома с зеркалами скольжения падают на север, северо-восток под крутыми углами ($70-85^\circ$). Общая мощность зоны дробления и гидротермального изменения колеблется от 20 до 100 м. В западной части рудного поля разлом расщепляется на две ветви. Северная ветвь (Северный разлом) достаточно прямолинейна и четко фиксируется развитием вдоль нее зоны гидротермальных метасоматитов. Другие оперяющие разрывы этой системы, интенсивно проявленные в лежащем боку Северного разлома, залечены дайками сиенит-порфиров и лампрофиров.

Характерной особенностью северо-западных продольных разломов является их неоднократное подновление и исключительно северное падение наиболее крупных тектонических швов.

В структуре рудного поля важная роль принадлежит поперечным разломам. Устанавливаются они по приуроченным к ним интрузивным и субвулканическим телам. В кристаллических сланцах поперечные

разломы представлены зонами дробления и гидротермального изменения. В породах геосинклинального этажа они фиксируются лишь зонами интенсивной трещиноватости. Наиболее крупные разломы этой системы (Уляшикский, Корчлинский, Меградзорский, Суримджанский и др.), имеющие северо-восточное ($10-40^\circ$) простирание и западное ($55-80^\circ$) падение, очевидно, были заложены до раннеальпийского магматического цикла и неоднократно подновлялись. Это доказывается развитием в их зонах среднеюрских плагиогранитов, даек неокомского интрузивного комплекса и субвулканических тел верхнего эоцена.

В рудном поле широко развиты мелкие разрывные нарушения, которые подразделяются на додайковые, дорудные, синрудные и послерудные. Среди них выделяются основные сбросо-сдвиги и второстепенные сбросы. Для сбросо-сдвигов характерны большая протяженность по падению и простиранию и относительно сложное строение, обусловленное наличием серии изгибающихся, часто кулисообразно расположенных разрывов, соединенных в одну зону. Ими контролируются рудоносные зоны, обычно приуроченные к контактам даек субщелочных пород. К второстепенным сбросам, характеризующимся меньшими размерами и относительно простым строением, относятся близширотные и близмеридиональные пологопадающие разрывы.

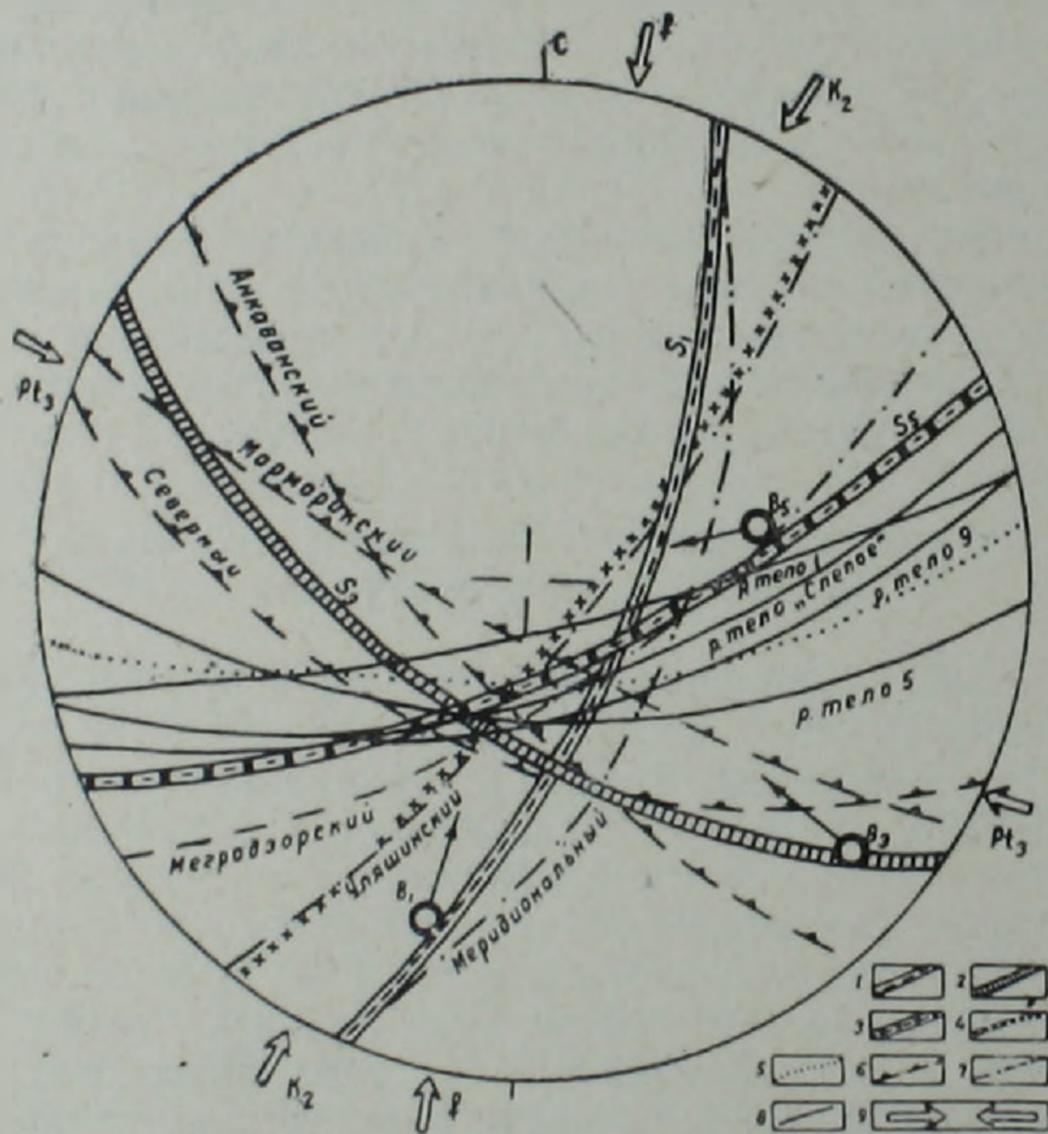


Рис. 4. Сводная стереографическая диаграмма ориентировки структурных элементов рудного поля. Дуги большого круга: 1—верхнепротерозойской; 2—верхнемеловой; 3—среднеэоценовой складчатостей. Плоскости: 4—даек неокомского интрузивного комплекса; 5—верхнеэоцен-нижнеолигоценового интрузивного комплекса; 6—продольных разломов; 7—поперечных разломов; 8—рудных тел. 9. Направления тектонических сил.

Несмотря на резко выраженное блоковое строение рудного поля, обусловившее фрагментарный характер складчатых элементов, соотношение последних с разрывными нарушениями достаточно ясно. Для выяснения этого соотношения была построена сводная стереографичес-

кая диаграмма ориентировки основных структурных элементов рудного поля (рис. 4). На диаграмме— V_1 , V_3 и V_5 соответствуют положениям главных осей деформаций, отвечающих верхнепротерозойской, верхнемеловой и среднеэоценовой (наложенной) складчатостям, а S_1 , S_3 и S_5 —плоскостям большого круга. Кроме того, на диаграмме нанесены плоскости крупных продольных и поперечных разломов, даек и рудовмещающих структур, а также вероятные направления максимально-сжимающих тектонических сил, в условиях которого они формировались. При сопоставлении элементов залеганий отмеченных структур выясняется, что: а) шарнир древней складчатости (ось V_1) параллелен плоскостям крупных поперечных разломов северо-восточного и близмеридионального простираний и системе мелких соскладчатых разрывов, вместивших дайки неокомского интрузивного комплекса; б) ось V_3 (шарнир верхнемеловой складчатости) и ее основная плоскость (S_3) ориентированы согласно плоскостям крупных продольных разломов, а также соскладчатым разрывам северо-западного простирания; в) ось V_5 (с плоскостью S_5) соответствует направлению наложенной складчатости среднеэоценовых образований и в целом совпадает с плоскостями даек субщелочных пород и рудовмещающих разрывных нарушений восток-северо-восточного, близширотного простираний.

В ы в о д ы

1. Меградзорское рудное поле представляет собой приразломный блок, расположенный в зоне сочленения локальных орогенных структур—Памбакского прогиба и Тежсарского вулcano-тектонического поднятия, на стыке Памбакского и Цахкуняцкого мегаблоков.

2. В структуре рудного поля сочетаются складчатые и разрывные элементы. Ведущее значение имели разрывные нарушения северо-западного и северо-восточного простираний, обусловившие блоковое развитие рудного поля. Внутриблоковые рудовмещающие разрывы образовались как трещины оперения Мармарикского разлома и в результате объемных деформаций при активных сжимающих усилиях. Рудовмещающими нарушениями в значительной мере унаследованы дайковые разрывы. В рудный период они развивались в основном как стадийно подновляющиеся сбросо-сдвиги.

3. Структура рудного поля формировалась в условиях неоднократных изменений направлений тектонических напряжений. Складчатые дислокации привели к созданию дисгармоничной брахискладчатости, приразломных складок и флексур, а также сопряженных с ними согласных зон интенсивного рассланцевания и секущих сколовых нарушений.

4. Поисковые и геологоразведочные работы необходимо концентрировать на тех участках в зоне деформирующего влияния Мармарикского разлома, которые характеризуются проявлением наложенной складчатости в среднеэоценовых образованиях.

ՄԵԿՐԱԶՈՐԻ ՀԱՆՔԱԴԱՇՏԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում քննարկված են Մեղրաձորի հանքադաշտի կառուցվածքի առանձնահատկությունները և զարգացման պատմությունը:

Հանքադաշտը հարում է Փամբակի և Ծաղկունյացի բեկորների համան տեղին: Վերջինս բարդացված է օղակաձև կառուցվածք ունեցող Թեթսարի ալկալային կազմի ներժայթքուկային զանգվածով: Հանքադաշտի կառուցվածքում առկա ծալքավոր և խզումնային խախտումներից առավել կարևոր դեր են խաղացել խզումնայինները, որոնք և պայմանավորել են հանքադաշտի բնատարածքի բեկորային կառուցվածքը: Հանքատար լայնակի ստրուկտուրաները բեկորային շարժումներով պայմանավորված ծավալային ձևախախտումների արդյունք են:

Dj. V. MKHITARIAN

THE MEGHRADZOR ORE FIELD STRUCTURE PECULARITIES

A b s t r a c t

The geological position and structural peculiarities of the ore field are considered. It is shown that the main ore-controlling fractures stipulating the ore field block-clumpy structure and having NW and NE strikes are pre-folding ones by their age of formation and magma-controlling by their character. The ore-bearing fractures formation and their evolution have taken place as a result of volumetrical deformations generated synchronously with the Tezhsar volcanotectonic upheavel formation.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Агамалян В. А. Геология и петрология сланцевого комплекса Арзаканского кристаллического массива: дисс. на соискание уч. ст. канд. геол.-мин. наук. М.: МГУ, 1969, 274 с.
2. Амирян Ш. О. Золоторудные формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1984, 292 с.
3. Арутюнян А. Р. К тектонической характеристике юго-западной части Севано-Ширакского палеогенового прогиба в связи с его рудоносностью. В кн.: Науч. техн. сборник, сер. геол., горное дело и металлургия. Ереван: № 4, 1964, с. 31—40.
4. Аслонян А. Т. Региональная геология Армении. Ереван: Айпетрат, 1958, 404 с.
5. Багдасарян Г. П. К истории тектонического развития Памбакского хребта.—Изв. АН АрмССР, сер. физ.-матем., естеств. и техн. наук, 1950, т. III, № 2, с. 121—132.
6. Габриелян А. А., Саркисян О. А., Симонян Г. П. Сейсмоструктурология Армянской ССР. Ереван: Изд. ЕГУ, 1981, 270 с.
7. Карапетян А. И. Эндогенные рудные формации Памбак-Зангезурской металлогенической зоны Малого Кавказа. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1982, 346 с.
8. Котляр В. Н. Памбак. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1958, 220 с.
9. Магакьян И. Г. Структурно-металлогенические зоны Малого Кавказа.—В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. М.: Наука, 1960, т. 3, с. 341—348.
10. Малиновский Е. П., Чернышев В. Ф. Геометрический анализ структуры рудных месторождений в дислоцированных слоистых толщах. В кн.: Эндогенные рудные месторождения (геология, условия образования, методы изучения). М.: Наука, 1980, с. 215—229.

11. Меликсетян Б. М. Минералогия, геохимия и петрологические особенности Тежсарского щелочного комплекса. В кн.: Петрология интрузивных комплексов важнейших рудных районов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1971, с. 117—308.
12. Назарян А. Е. Краткий очерк геологии, тектоники и истории тектонического развития Цахкуняцкого хребта.—Уч. зап. ЕГУ, т. 99, 1965, с. 25—40.
13. Turner P. I., Weiss L. F. Structural analysis of metamorphic tectonites. New York, Mc. Hill co., 1963.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XXXIX, № 2, 47—56, 1986.

УДК:550.348.436.098.2(479.25)

Н. К. КАРАПЕТЯН

МЕХАНИЗМ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТРЕХ РЕГИОНОВ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

В статье приводятся результаты изучения механизма очагов землетрясений трех регионов Армянского нагорья: Черноморско-Байбуртского, Эрзинджан-Бингёльского и Ванского. В результате совместного анализа расположения линеаментов, выявленных по космическим снимкам, эпицентров землетрясений, простираний плоскостей разрывов и направлений движения крыльев разрывов в очагах землетрясений, вся исследуемая территория разделена на блоки. По механизму очагов форшоков и афтершоков сильных землетрясений установлен прогностический признак возникновения землетрясения, равносильного основному толчку.

Территория Армении входит в Средиземноморско-Трансазиатский сейсмический пояс. Она является одной из сейсмоактивных зон СССР. В связи с этим нами проведено исследование механизма очагов землетрясений на территории Армянской ССР и прилегающих областей Азербайджанской ССР, Грузинской ССР, Ирана и Турции.

Изучены механизмы очагов свыше 150 землетрясений Армянского нагорья, происшедших в период с 1951 по 1984 годы.

Учитывая, что характер проявления сейсмичности и механизм очагов для всей исследуемой территории могут быть не однозначными, анализ проводился по отдельным сейсмоактивным регионам. С этой целью вся исследуемая территория по очаговым признакам разделена на десять регионов [8], а именно: I—Черноморско-Байбуртский, II—Эрзинджан-Бингёльский, III—Аджаро-Триалетский, IV—Ардахан-Карс-Хорасанский, V—Ванский, VI—Ленинаканский, VII—Ереванский, VIII—Варденис-Кировабадский, IX—Зангезурский и X—Талышский.

Рассмотрим результаты, полученные для трех регионов: Черноморско-Байбуртского, Эрзинджан-Бингёльского и Ванского.

Черноморско-Байбуртский регион характерен малым количеством сильных землетрясений. Первые сведения об ощутимых землетрясениях этого региона относятся к 1890 году, когда в районе г. Трабзона произошло землетрясение с магнитудой порядка 4. За время с 1890 г. по 1980 г. в регионе произошло всего 30 землетрясений силой 5 баллов и более. При этом магнитуда самых сильных землетрясений не превосходит 6. Эпицентры землетрясений с $M=6$ расположены на границах с Эрзинджан-Бингёльским и Ардахан-Карс-Хорасанским регионами и приурочены к Северо-Анатолийскому разлому (рис. 1).

11. Меликсетян Б. М. Минералогия, геохимия и петрологические особенности Тежсарского щелочного комплекса. В кн.: Петрология интрузивных комплексов важнейших рудных районов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1971, с. 117—308.
12. Назарян А. Е. Краткий очерк геологии, тектоники и истории тектонического развития Цахкуняцкого хребта.—Уч. зап. ЕГУ, т. 99, 1965, с. 25—40.
13. Turner P. I., Weiss L. F. Structural analysis of metamorphic tectonites. New York, Mc. Hill co., 1963.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XXXIX, № 2, 47—56, 1986.

УДК:550.348.436.098.2(479.25)

Н. К. КАРАПЕТАН

МЕХАНИЗМ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТРЕХ РЕГИОНОВ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

В статье приводятся результаты изучения механизма очагов землетрясений трех регионов Армянского нагорья: Черноморско-Байбуртского, Эрзинджан-Бингёльского и Ванского. В результате совместного анализа расположения линеаментов, выявленных по космическим снимкам, эпицентров землетрясений, простираний плоскостей разрывов и направлений движения крыльев разрывов в очагах землетрясений, вся исследуемая территория разделена на блоки. По механизму очагов форшоков и афтершоков сильных землетрясений установлен прогностический признак возникновения землетрясения, равносильного основному толчку.

Территория Армении входит в Средиземноморско-Трансазиатский сейсмический пояс. Она является одной из сейсмоактивных зон СССР. В связи с этим нами проведено исследование механизма очагов землетрясений на территории Армянской ССР и прилегающих областей Азербайджанской ССР, Грузинской ССР, Ирана и Турции.

Изучены механизмы очагов свыше 150 землетрясений Армянского нагорья, происшедших в период с 1951 по 1984 годы.

Учитывая, что характер проявления сейсмичности и механизм очагов для всей исследуемой территории могут быть не однозначными, анализ проводился по отдельным сейсмоактивным регионам. С этой целью вся исследуемая территория по очаговым признакам разделена на десять регионов [8], а именно: I—Черноморско-Байбуртский, II—Эрзинджан-Бингёльский, III—Аджаро-Триалетский, IV—Ардахан-Карс-Хорасанский, V—Ванский, VI—Ленинаканский, VII—Ереванский, VIII—Варденис-Кировабадский, IX—Зангезурский и X—Талышский.

Рассмотрим результаты, полученные для трех регионов: Черноморско-Байбуртского, Эрзинджан-Бингёльского и Ванского.

Черноморско-Байбуртский регион характерен малым количеством сильных землетрясений. Первые сведения об ощутимых землетрясениях этого региона относятся к 1890 году, когда в районе г. Трабзона произошло землетрясение с магнитудой порядка 4. За время с 1890 г. по 1980 г. в регионе произошло всего 30 землетрясений силой 5 баллов и более. При этом магнитуда самых сильных землетрясений не превосходит 6. Эпицентры землетрясений с $M=6$ расположены на границах с Эрзинджан-Бингёльским и Ардахан-Карс-Хорасанским регионами и приурочены к Северо-Анатолийскому разлому (рис. 1).

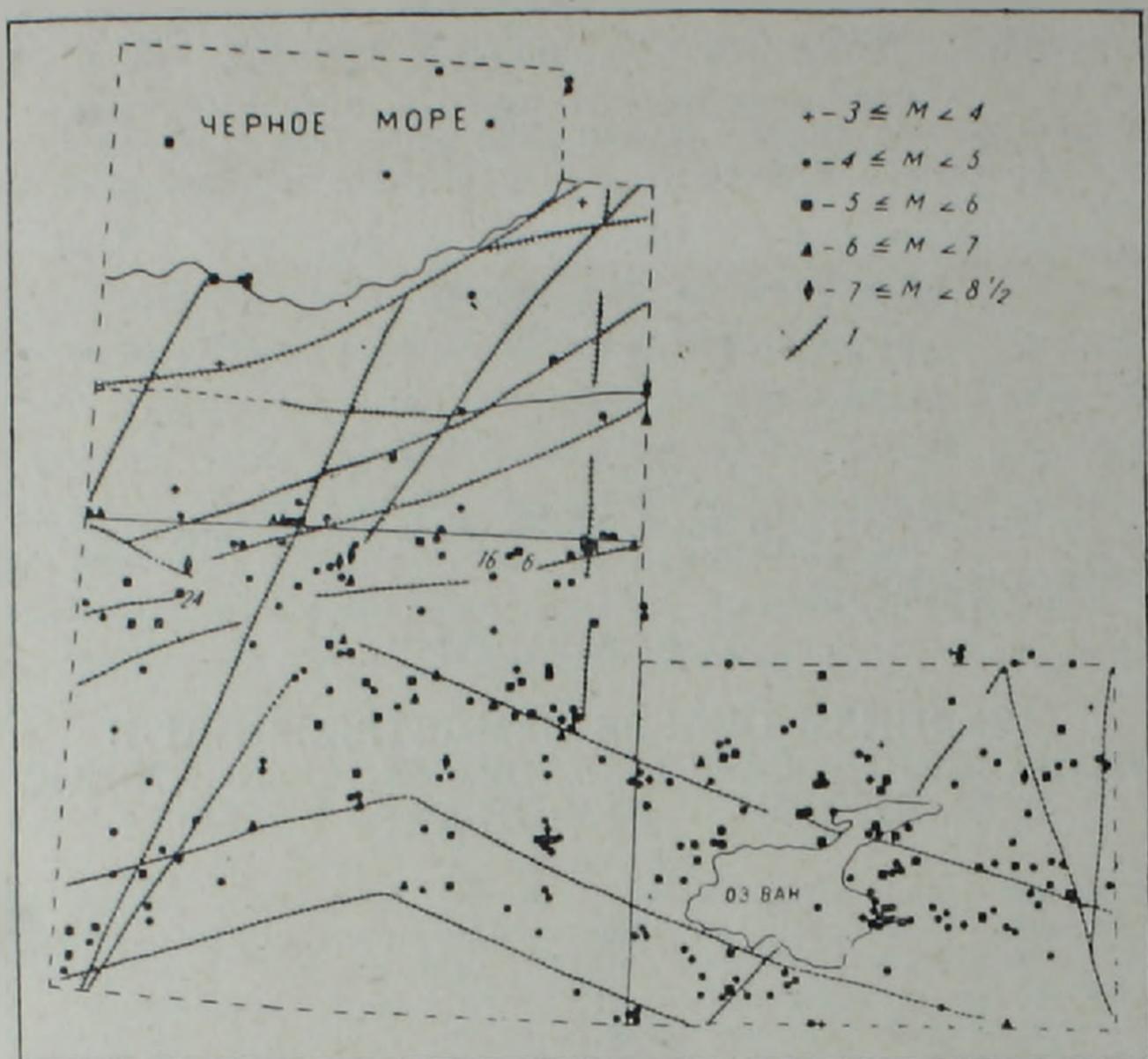


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Черноморско-Байбуртского, Эрзинджан-Бингёльского и Ванского регионов. 1—основные линеаменты.

Эрзинджан-Бингёльский регион по количеству и силе происшедших землетрясений является самым сейсмоактивным регионом исследуемой территории Армянского нагорья [7]. Этот регион известен разрушительными землетрясениями как в прошлом, так и в XX столетии. Первые известия о землетрясениях этого региона относятся к 602 г., когда в Тароне произошло восьмибалльное землетрясение. В Эрзинджан-Бингёльском регионе за время с 602 по 1980 годы произошло всего 268 землетрясений силой 5 и более баллов. При этом 173 землетрясения были основными толчками, а 95—афтершоками или форшоками.

Ванский регион является одной из наиболее сейсмоактивных областей Турции. Сведения о разрушительных и сильных землетрясениях, происшедших на этой территории, имеются с начала 12 века н. э. [6]. Последним крупным землетрясением Ванского региона явилось Чалдыранское землетрясение с магнитудой порядка 7. Во время этого землетрясения образовался разрыв, который ранее не был отмечен на геологических и тектонических картах Турции [10]. В Ванском регионе, начиная с 1100 г., всего произошло 204 ощутимых землетрясений, силой 5 баллов и более. Из них 109 являются основными толчками, а 95—афтершоками, в основном Чалдыранского землетрясения.

На карте эпицентров сильных землетрясений Черноморско-Байбуртского, Эрзинджан-Бингёльского и Ванского регионов (рис. 1) нанесены также основные линеаменты, отдешифрованные по космическим снимкам [2]. Как следует из этой карты, эпицентры сильных землетрясений в основном приурочены к линеаментам, выявленным по космическим снимкам.

Изучение механизма очагов землетрясений исследуемой территории проведено по методу, основанному на теории дислокации [3]. Данные о землетрясениях, механизм очагов которых нами исследован, сведены в табл. 1. Исследованы механизмы очагов трех землетрясений Черноморско-Байбуртского региона, 18 землетрясений (из них 8 являются основными толчками) Эрзинджан-Бингёльского региона и 23 землетрясения (10—основные толчки) Ванского региона. Результаты определения положения двух возможных плоскостей разрывов, подвижки по разрыву и ориентации осей главных напряжений в очагах землетрясений даны в табл. 2.

Направление одной из возможных плоскостей разрыва в очагах землетрясений (плоскость I в табл. 2) примерно совпадает с направлением известных тектонических разломов на исследуемой территории. Так, например, разрыв в очагах двух землетрясений Черноморско-Байбуртского региона, ряда землетрясений Эрзинджан-Бингёльского региона, в том числе и землетрясения в Варто, совпадает с направлением Северо-Анатолийского разлома. Полученный разрыв в очаге Бингёльского землетрясения совпадает с направлением большой оси первой изосейсты и направлением активного разлома «Гойнюк», с которым связан очаг этого землетрясения. Надвиг, полученный для очага землетрясения в Лидже, также совпадает с направлением большой оси первой изосейсты и направлением надвига, проходящего через эпицентр этого землетрясения. Исключением является Чалдыранское землетрясение, разрыв в очаге которого не совпадает с известными разломами на земной поверхности. Однако наблюдается хорошее соответствие между направлениями плоскости разрыва в очаге землетрясения, Чалдыранского разрыва, образовавшегося при этом землетрясении, афтершоковой области и вытянутости максимальных девяти- и восьмибалльных изосейст [5].

Падение плоскостей разрыва в очагах всех рассмотренных землетрясений крутое.

Оси напряжения сжатия в основном ориентированы горизонтально. Угол падения этих осей для землетрясений Ванского региона составляет от 2 до 24°, для землетрясений Эрзинджан-Бингёльского региона—от 3 до 33°, а для двух землетрясений Черноморско-Байбуртского региона—до 6°. Исключением является землетрясение, эпицентр которого расположен на границе с Ардахан-Карс-Хорасанским регионом и в очаге которого произошел сброс.

Оси напряжения растяжения также, в основном, ориентированы горизонтально. Исключением являются три землетрясения, в очагах которых произошел надвиг. Это два землетрясения в Ванском регионе (16 и 22) и землетрясение в Лидже в Эрзинджан-Бингёльском регионе (рис. 2).

Оси промежуточного напряжения, кроме указанных выше трех землетрясений, ориентированы вертикально.

Подвижка по разрыву в очагах рассмотренных землетрясений (кроме землетрясений 16 и 22 в Ванском регионе и землетрясения в Лидже в Эрзинджан-Бингёльском регионе) имеет значительную сдвиговую компоненту. При этом, как следует из табл. 2, в одних случаях происходил левосторонний сдвиг, а в других—правосторонний.

Определены направления движений крыльев разрыва в очагах рассмотренных землетрясений. На рис. 2 даны направления южного крыла разрыва в очагах землетрясений.

В результате совместного анализа расположения линеамантов, выявленных по космическим снимкам, эпицентров землетрясе-

Основные параметры землетрясений

№ региона	№ п/п	Дата и время возникновения землетрясения		Координаты эпицентра		Глубина	Магнитуда	Район или название землетрясения
				φ _N	λ _E			
I	1	12/VIII	1976 09 37	41 24	41 36	10	3 ³ / ₄	30 км к СЗ от Артвина
	2	19/I	1979 23 36	40 01	39 26	5	4 ³ / ₄	Чифтлика
	3	18/X	1980 03 14	40 02	40 15	15	4 ³ / ₄	Байбурта
II	1	31/VIII	1965 07 29	39 22	40 47	10	5 ¹ / ₂	30 км к СЗ от Карлыова
	2	7/III	1966 01 16	39 12	41 36	20	5 ¹ / ₂	Форшок землетрясения в Варто
	3	19/VIII	1966 12 22	39 10	41 34	25	6 ³ / ₄	Землетрясение в Варто
	4	19/VIII	1966 13 15	39 25	41 18	20	5 ¹ / ₄	Афтершок землетрясения в Варто
	5	19/VIII	1966 13 54	39 00	41 46	20	5 ¹ / ₄	— . —
	6	19/VIII	1966 14 17	39 20	41 15	25	5	— . —
	7	19/VIII	1966 18 41	39 08	41 29	20	4 ³ / ₄	— . —
	8	20/VIII	1966 11 59	39 25	40 59	30	6 ¹ / ₄	— . —
	9	20/VIII	1966 12 01	39 10	40 42	30	5 ¹ / ₂	— . —
	10	26/VII	1967 18 53	39 32	40 23	25	6	Черме
	11	18/IX	1968 06 17	39 49	40 14	20	4 ¹ / ₂	30 км к СВ от Селепюра
	12	24/IX	1968 04 19	39 11	40 17	10	5	Киги
	13	25/IX	1968 20 52	39 14	40 17	20	4 ¹ / ₂	Афтершок землетрясения в Киги
	14	10/IX	1969 12 14	39 15	41 23	25	5 ¹ / ₄	Карлыова
	15	22/V	1971 16 44	38 51	40 31	15	6 ³ / ₄	Бингёльское
	16	6/IX	1975 09 20	38 31	40 40	20	6 ³ / ₄	Землетрясение в Лидже
	17	6/IX	1975 10 52	38 28	40 49	25	5	Афтершок землетрясения в Лидже
	18	6/IX	1975 12 10	38 20	40 34	5	4 ³ / ₄	— . —
V	1	24/XI	1976 12 22	39 03	44 02	15	7	Чалдыранское землетрясение
	2	24/XI	1976 12 36	39 06	44 12	30	5 ¹ / ₂	Афтершок Чалдыранского зем-ия
	3	24/XI	1976 13 18	39 05	43 43	25	5	— . —
	4	24/XI	1976 15 04	39 11	43 43	25	4 ³ / ₄	— . —
	5	24/XI	1976 15 11	39 00	44 11	30	5	— . —
	6	24/XI	1976 20 46	39 05	44 08	25	5	— . —
	7	25/XI	1976 09 49	38 58	44 17	30	5 ¹ / ₄	— . —
	8	4/XII	1976 04 10	39 19	43 40	20	4 ¹ / ₂	— . —
	9	12/XII	1976 07 54	39 00	44 16	30	5	— . —
	10	25/XII	1976 22 19	39 00	44 18	25	4 ³ / ₄	— . —
	11	28/XII	1976 17 55	39 28	43 38	20	4 ¹ / ₄	— . —
	12	17/I	1977 05 19	39 16	43 42	25	5 ¹ / ₄	— . —
	13	4/II	1977 20 47	38 56	44 03	20	4 ¹ / ₂	— . —
	14	15/IX	1977 15 19	38 54	43 54	15	4	— . —
	15	11/IV	1979 12 14	39 08	43 50	5	4 ¹ / ₂	Чалдыран
	16	5/VI	1964 00 11	39 08	43 12	30	4 ³ / ₄	Эржиш
	17	27/IV	1966 19 48	38 08	42 31	20	5	Битлисское
	18	2/V	1966 23 12	38 06	42 30	25	4 ³ / ₄	Афтершок Битлисского зем-ия
	19	29/IV	1968 17 01	39 14	44 14	20	5 ¹ / ₂	Бедавлиинское
	20	17/II	1970 02 59	38 39	43 22	20	4 ¹ / ₂	Вана
	21	16/VII	1972 02 46	38 14	43 22	35	4 ³ / ₄	Вана
	22	12/III	1974 06 53	38 25	43 58	35	4 ¹ / ₂	50 км к ЮВ от Вана
	23	12/I	1976 22 41	38 37	43 10	25	4 ³ / ₄	Вана

ний, простираения плоскостей разрывов и направлений движения крыльев разрывов в очагах землетрясений, вся исследуемая территория разделена на блоки. Границы выделенных блоков в Черноморско-Байбуртском, Эрзинджан-Бингёльском и Ванском регионах на рис. 2 показаны пунктирными линиями. Границы этих блоков в дальнейшем при рассмотрении соседних регионов и их стыковке будут уточнены.

Согласно дислокационной теории разрушения при повышенной

Ориентация разрывов и осей главных напряжений в очагах землетрясений

№ региона	№ п/п	Дата и время возникновения землетрясений—число, месяц, год, час, минута	Плоскость разрыва I				Плоскость разрыва II				Напряжения					
			вектор падения		компоненты подвижки		вектор падения		компоненты подвижки		сжатия		промежуточное		растяжения	
			А°	е°	по про- стиранию	по па- дению	А°	е°	по про- стиранию	по па- дению	А°	е°	А°	е°	А°	е°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
I	1	12/VIII 1976 09 37	179	60	+0,48	-0,87	47	40	-0,66	-0,75	132	63	285	25	20	11
	2	19/I 1979 23 36	179	88	-1,00	+0,07	89	86	+1,00	+0,03	44	1	293	86	135	4
	3	18/X 1980 03 14	170	80	+1,00	+0,03	260	88	-0,98	+0,17	123	6	1	80	215	9
II	1	31/VIII 1965 07 29	202	66	+0,99	+0,14	290	84	-0,91	+0,41	158	11	40	66	252	21
	2	7/III 1965 01 16	334	50	+0,63	-0,78	68	86	-1,00	-0,09	34	36	161	50	279	29
	3	19/VIII 1966 12 22	16	88	+0,77	-0,64	284	50	-1,00	-0,05	339	29	109	51	233	25
	4	19/VIII 1966 13 15	44	74	+0,93	-0,37	309	70	-0,95	-0,31	358	26	170	63	267	3
	5	19/VIII 1966 13 54	37	78	+0,91	-0,42	302	66	-0,97	-0,23	352	26	154	63	258	7
	6	19/VIII 1966 14 17	10	80	+0,85	-0,53	274	58	-0,98	-0,21	328	30	116	56	229	14
	7	19/VIII 1966 18 41	28	80	+0,95	-0,31	296	72	-0,98	-0,17	344	19	118	70	252	4
	8	20/VIII 1966 11 59	201	72	+0,88	+0,47	304	64	-0,94	+0,34	346	5	84	56	251	33
	9	20/VIII 1966 12 01	216	84	+0,82	+0,57	310	56	-0,99	+0,12	358	19	118	55	257	28
	10	26/XII 1967 18 53	202	76	+0,91	+0,41	298	66	-0,96	+0,28	342	6	84	62	248	27
	11	18/IX 1968 06 17	334	54	-1,00	+0,03	242	88	+0,81	+0,59	24	23	151	54	282	26
	12	24/IX 1968 04 19	204	78	-0,87	-0,48	301	62	+0,97	-0,23	250	28	94	59	346	11
	13	25/IX 1968 20 52	48	64	-0,93	-0,37	148	70	+0,89	-0,46	99	33	271	57	7	4
	14	10/IX 1969 12 14	46	78	+0,95	-0,33	312	72	-0,98	-0,21	1	21	170	68	268	4
	15	22/V 1971 16 44	318	82	-1,00	-0,03	48	88	+0,99	-0,14	3	7	152	82	273	4
	16	6/IX 1975 09 20	353	54	-0,55	+0,83	222	48	+0,62	+0,79	196	3	105	27	293	62
	17	6/IX 1975 10 52	353	54	-0,90	+0,13	248	70	+0,78	+0,62	33	9	135	47	295	41
	18	6/IX 1975 12 10	348	74	-0,82	+0,57	247	56	+0,95	+0,33	204	11	100	52	302	36

Продолжение таблицы 2

1	2	3			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
V	1	24/XI	1976	12	22	211	74	+0,90	+0,44	309	65	-0,96	+0,29	352	6	93	60	258	29	
	2	24/XI	1976	12	36	220	86	+0,90	+0,44	312	64	-0,99	+0,09	359	16	122	64	263	21	
	3	24/XI	1976	13	18	220	86	+0,88	+0,47	312	62	-0,99	+0,09	359	17	123	62	263	22	
	4	24/XI	1976	15	04	219	80	-0,75	+0,66	121	50	+0,97	+0,23	74	19	321	48	178	36	
	5	24/XI	1976	15	11	204	86	+0,91	+0,34	295	70	-0,99	+0,07	342	11	104	70	248	17	
	6	24/XI	1976	20	46	224	89	+0,89	+0,45	315	64	-1,00	+0,02	3	17	133	64	267	19	
	7	25/XI	1976	09	49	183	68	-0,88	+0,47	82	64	+0,91	+0,41	42	3	309	55	134	35	
	8	4/XII	1976	04	10	37	64	+0,52	-0,86	272	40	-0,73	-0,68	354	59	142	27	240	15	
	9	12/XII	1976	07	54	222	86	+0,99	+0,10	313	84	-0,99	+0,07	358	1	97	83	268	9	
	10	25/XII	1975	22	19	222	86	+0,94	+0,34	314	70	-0,99	+0,07	360	11	123	70	267	17	
	11	28/XII	1976	17	55	2	84	-0,94	-0,33	91	70	+0,99	-0,10	47	18	257	69	140	10	
	12	17/I	1977	05	19	340	54	+0,54	+0,84	111	47	-0,60	+0,80	137	4	228	26	39	64	
	13	4/II	1977	07	20	47	175	66	+0,90	-0,44	74	66	-0,90	-0,44	124	35	304	55	34	0
	14	15/IX	1977	15	19	5	58	-0,81	-0,59	117	60	+0,79	-0,62	63	47	238	43	331	2	
	15	11/IV	1979	12	14	358	62	+0,89	+0,46	102	66	-0,86	+0,52	320	3	225	51	51	39	
	16	5/VI	1964	00	11	352	70	+0,60	+0,80	107	42	-0,86	+0,52	145	17	248	35	34	51	
	17	27/IV	1966	19	48	40	82	+0,90	-0,44	307	64	-0,99	-0,16	356	24	147	62	262	12	
	18	2/V	1966	23	12	348	68	-0,98	+0,19	254	80	+0,92	+0,39	32	8	139	65	299	23	
	19	29/IV	1968	17	01	59	68	+0,99	+0,16	152	82	-0,92	+0,39	14	9	261	66	108	21	
	20	17/II	1970	02	59	192	82	+0,98	+0,19	282	80	-1,00	+0,05	328	5	64	77	236	8	
	21	16/VII	1972	02	46	172	50	+0,98	+0,19	268	82	-0,78	+0,63	125	20	7	49	228	33	
	22	12/III	1974	06	53	108	46	-0,45	+0,89	325	50	+0,42	+0,91	127	2	217	19	31	71	
	23	12/I	1976	22	41	330	54	-0,97	+0,24	231	78	+0,80	+0,50	15	16	125	51	275	34	

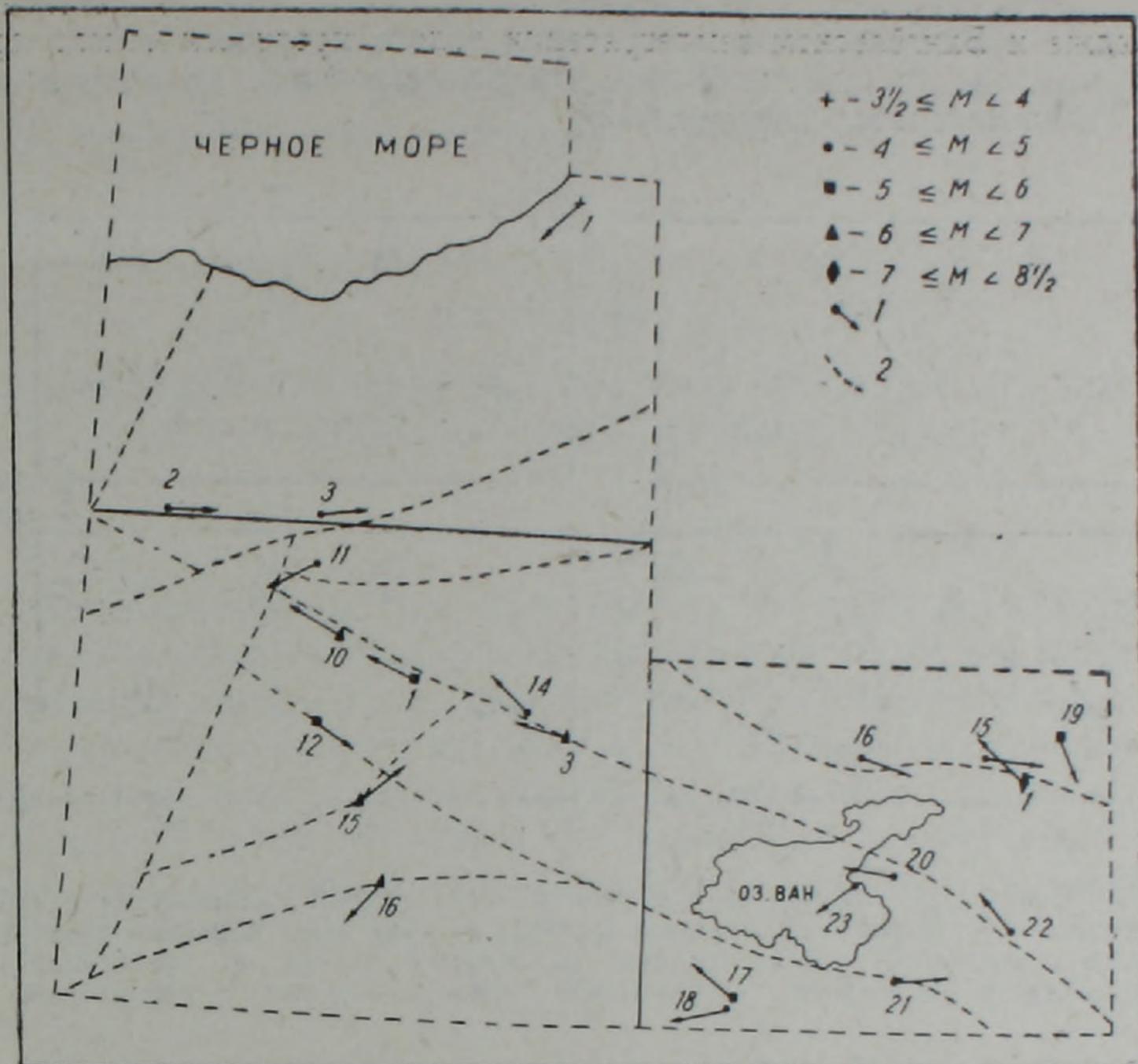


Рис. 2. Блоки земной коры на территории Черноморско-Байбуртского, Эрзинджан-Бингёльского и Ванского регионов. 1—направление движения южного крыла разрыва в очаге землетрясения, 2—границы выделенных блоков.

скорости деформирования сейсмоактивного района происходит хрупкое разрушение, которое является прогностическим признаком появления повторного сильного землетрясения [4]. Нами сделана попытка по механизмам очагов форшоков и афтершоков сильных землетрясений установить прогностический признак возникновения землетрясения, равносильного основному толчку. С этой целью исследованы механизмы очагов сильнейших землетрясений с магнитудой $M \geq 6^{3/4}$ и их ощутимых форшоков и афтершоков с магнитудой $M \geq 4$, происшедших на территории Эрзинджан-Бингёльского и Ванского регионов.

На рис. 3 даны ориентации плоскостей разрывов и осей главных напряжений в очагах землетрясения в Варто, его форшока и афтершоков. Очаг этого землетрясения приурочен к Северо-Анатолийскому разлому. Но при исследовании механизма очага форшока ($M=5^{1/2}$), который произошел за 5 месяцев и 12 дней до основного толчка, нами было установлено, что обе возможные плоскости в очаге составляют значительный угол с направлением Северо-Анатолийского разлома. При этом наблюдается хорошее соответствие между направлениями разрыва в очаге форшока и распределением повреждений зданий [9]. Несовпадение плоскости разрыва в очаге форшока с фокальной поверхностью (Северо-Анатолийский разлом) свидетельствует о том, что происходило хрупкое разрушение среды, а это означает, что происходит нарастание скорости деформации района землетрясения и следует ожидать землетрясения такой или большей силы. Действительно, землетрясение в Варто имело магнитуду $M=6^{3/4}$.

При Чалдыранском землетрясении, а также при землетрясении в Лидже и Бингёльском землетрясении такого прогностического признака не было. И действительно, эти землетрясения не сопровождались равносильными афтершоками.

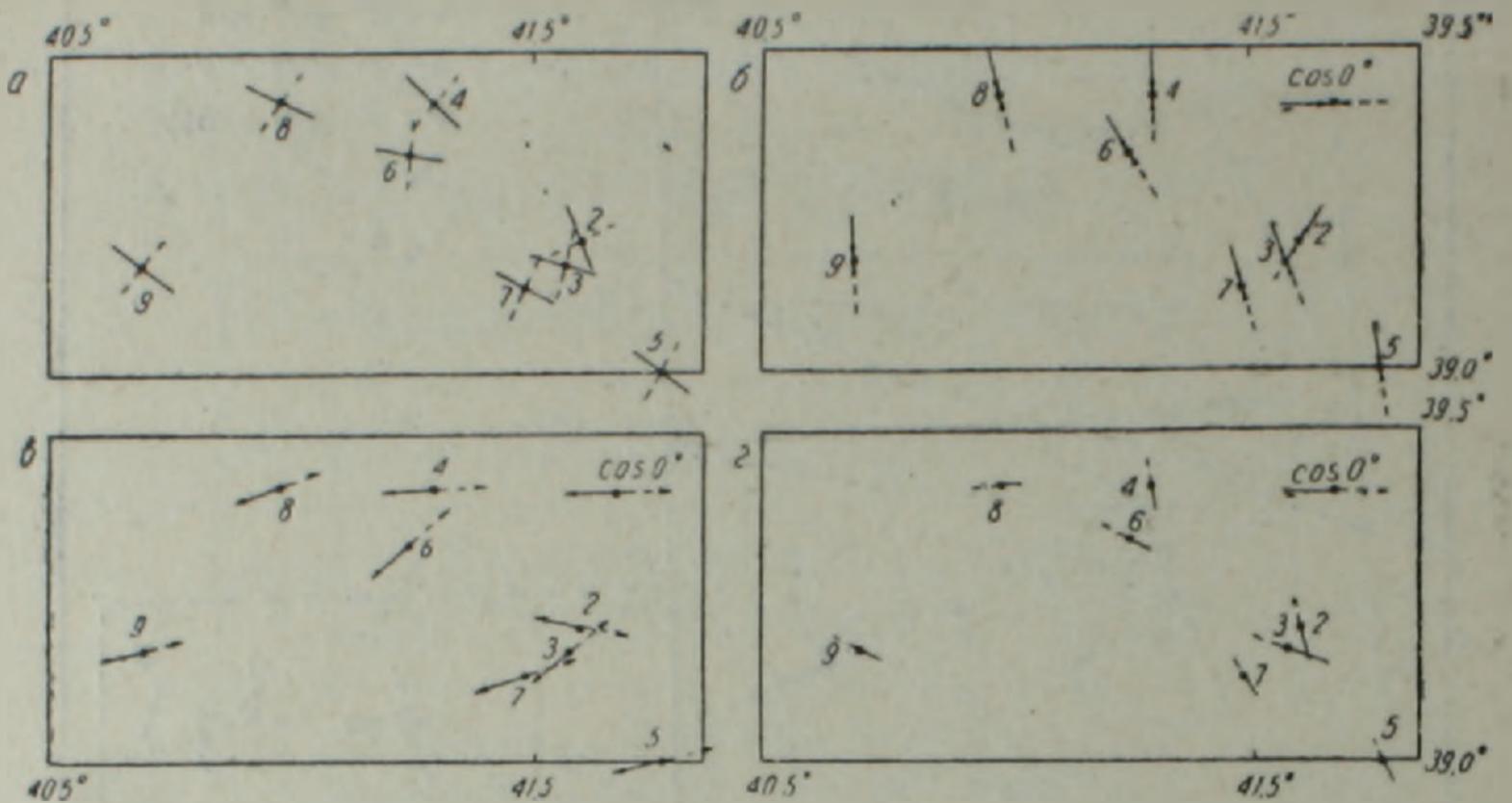


Рис. 3. Ориентация плоскостей разрывов и осей главных напряжений в очагах землетрясения в Варто, его форшока и афтершоков: а) ориентация плоскостей разрывов в очагах; б) ориентация осей напряжения сжатия; в) ориентация осей напряжения растяжения; г) ориентация осей промежуточного напряжения.

Прогностический признак по механизмам очагов был отмечен при изучении землетрясений Азербайджана [1].

Прогностический признак по механизмам очагов, установленный для двух сейсмоактивных регионов (Азербайджана и Турции), по-видимому, может рассматриваться как предвестник сильных землетрясений во всех сейсмоактивных районах.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
АН Арм. ССР

Поступила 19.XII.1985.

Ն. Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԼԵՌՆԱՇԽԱՐՀԻ ԵՐԵՔ ՇՐՋԱՆՆԵՐԻ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ՕՋԱԽՆԵՐԻ ՄԵԽԱՆԻԶՄԸ ԵՎ ԼԱՐՎԱԾ-ՉԵՎԱԽԱԽՏՎԱԾ ՎԻՃԱԿԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում բերված են Հայկական լեռնաշխարհի Սևծովյան-Բարբերդի, Ծրղնկա-Բինգյուլի և վանի շրջանների երկրաշարժերի օջախների մեխանիզմների ուսումնասիրման արդյունքները: Տիեզերանկարների միջոցով ի հայտ բերված լինեամենտների և երկրաշարժերի էպիկենտրոնների տեղաբաշխման, ինչպես նաև խզումների հարթությունների տարածման ու երկրաշարժերի օջախներում խզումների թևերի շարժման ուղղությունների համատեղ վերլու-

ծովյան հիման վրա ուսումնասիրվող բնատարածքն առանձին բեկորների է
բաժանված: Ուժեղ երկրաշարժների ֆորշոկների և աֆտերշոկների օջախների
մեխանիզմներով հաստատված է հիմնական ցնցմանը հավասարազոր երկրա-
շարժի առաջացման կանխագուշակային հատկանիշ:

N. K. KARAPETIAN

SEISMIC FOCI MECHANISM AND THE ARMENIAN HIGHLAND THREE REGIONS TENSE-DEFORMED STATE

A b s t r a c t

The Armentian highland Black sea—Baybourt, Erzincan—Bingöl and Van regions seismic foci mechanism investigation results are brought in this paper. According to the combined analysis of lineaments and earthquakes epicentres location as well as ruptures planes strike and movements of their sides in seismic foci all the investigated territory is divided into blocks. By the strong earthquakes foci foreshocks and after-shocks mechanisms the prediction symptom of an earthquake equivalent to the main shock has been established.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаларова Э. Б., Введенская А. В. Прогностический признак повторного сильного толчка в последовательности землетрясений на территории Азербайджана. Тезисы докладов XIX Генеральной Ассамблеи Европейской сейсмологической комиссии (Москва, 1—6 октября 1984 г.). М.: Наука, 1984, с. 22.
2. Асланян А. Т., Дебадов А. С., Караханян А. С., Коровина Т. Л., Усиков Д. А. О возможности применения результатов дистанционного зондирования из космоса для интерпретации пространственного распределения сейсмичности (на примере Анатолийско-Армянско-Иранского региона).—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1981, XXXIV, № 6, с. 3—11.
3. Введенская А. В. Исследование напряжений и разрывов в очагах землетрясений при помощи теории дислокаций. М.: Изд. Наука, 1969, 134 с.
4. Введенская А. В. Прогноз повторного сильнейшего землетрясения. Тезисы докладов XIX Генеральной Ассамблеи Европейской сейсмологической комиссии (Москва, 1—6 октября 1984 г.). М.: Наука, 1984, с. 12.
5. Карпетян Н. К. Чалдыранское землетрясение и механизм его возникновения. Рукопись деп. в ВИНТИ 30.09.82, № 5003—82, Деп., 28 с.
6. Карпетян Н. К. Механизм очагов землетрясений Ванского района. Рукопись деп. в ВИНТИ 30.09.82, № 5002—82, Деп., 31 с.
7. Карпетян Н. К. Сейсмичность Эрзинджан-Бингельского региона.—Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1985, XXXVIII, № 4, с. 38—47.
8. Карпетян Н. К. Сейсмические условия Армянского нагорья.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, XXXVIII, № 6, с. 31—39.
9. Ambraseys N. N. and Zatopek A. The Varto-Ustükran (Anatolia) Earthquake of 19 August 1966: Summary of a Field Report. Bull. Seism. Soc. Am., 58, 47—102, 1968.
10. 24 Kasım 1976 Çaldıran Depremi Raporu. Haziran, Ankara, 1977, 126.

С. С. СИМОНЯН, А. Г. БАБАДЖАНЯН, С. С. КАРАПЕТЯН

МЕТОДИКА ДЕТАЛЬНОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДОВ И ВОДОХРАНИЛИЩ АРМЯНСКОЙ ССР

В статье обобщен многолетний опыт работ авторов в области детального сейсмического районирования (ДСР) территорий городов и водохранилищ Армянской ССР с целью уточнения исходной сейсмической балльности. Показано, что при ДСР значение комплексных геолого-геофизических и сейсмологических исследований неизмеримо возрастает по сравнению с сейсморайонированием общего типа. В качестве примера приводится ДСР территории Мармарикского водохранилища.

Большой опыт по определению сейсмической опасности территорий городов, строительства гидротехнических сооружений и атомных электростанций, накопленный в последние годы в СССР, показывает, что прямой переход от карт общего сейсмического районирования (СР) к сейсмическому микрорайонированию (СМ) затруднителен, а порой и невозможен. Масштаб карт общего СР, а следовательно, их кондиционность таковы, что перед СМ приходится прибегать к специальным исследованиям по уточнению исходного балла, причем площадь, на которых они проводятся, превышает (до 100 раз) площадь строительства. Часто оказывается, что районируемая площадь обладает какими-либо специфическими сейсмогеологическими и сеймотектоническими особенностями, которые не могли быть учтены при СР, что заставляет существенно пересматривать точку зрения на сейсмогеологическую позицию площадки и исходный балл для нее.

Таким образом, нормативное СР в масштабах 1:5000000 и 1:2500000, основанное преимущественно на макросейсмических данных, дает лишь осредненную в баллах характеристику сейсмической опасности для больших регионов, отнесенную к средним грунтам. СМ позволяет внести поправки за грунт в установленную для района фоновую балльность и проводится в масштабах 1:25000 и крупнее. Переход от общей карты СР к СМ невозможен без проведения промежуточных исследований в масштабе 1:500000 и крупнее—детальное сейсмическое районирование (ДСР). Последнее отличается от СР и СМ не только масштабом, но и задачами исследований, поскольку при расчетах на сейсмостойкость таких уникальных сооружений, как АЭС, ГЭС и водохранилища, кроме оценок сейсмических воздействий в баллах, необходимо знание параметров характерных типов воздействий на строительной площадке в виде сейсмических записей.

На современном уровне исследований основными задачами ДСР [6,7] являются:

1. Выделение сейсмогенерирующих зон и узлов на площади радиусом не менее 50—100 км вокруг исследуемого объекта.

2. Уточнение или определение исходной балльности при сейсмическом микрорайонировании.

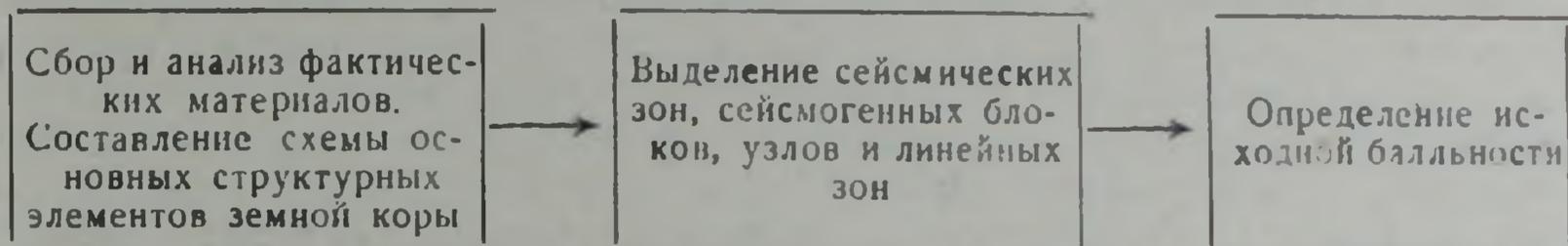
Кроме того, на стадии ДСР выясняется также вопрос о характере затухания колебательного процесса в зависимости от направления на основные сейсмогенерирующие зоны, с учетом эффектов экранирования и фокусировки сейсмического процесса.

В зависимости от цели ДСР и сейсмогеологии территории определяются площадь и метод исследований. Они существенно различны

при ДСР непосредственно в сейсмоактивных (современной орогении) и слабо сейсмичных районах (на платформах).

Многочисленные разрушительные землетрясения, происшедшие в прошлом на территории Армянской ССР, позволяют отнести ее к одной из наиболее сейсмоопасных областей Советского Союза и поэтому при ДСР отдельных ее районов необходимо использовать по возможности все имеющиеся фактические материалы по орографии, гидрографии, геологии, геофизике и геодинамике районируемой территории радиусом не менее 50 км.

Накопленный опыт по определению сейсмической опасности района строительства Армянской АЭС, водохранилищ на реках Гехи и Мармарик, а также городов Кировакан, Дилижан и Масис [1, 4, 9, 10, 11 и др.], позволяет предложить следующий план (схему) проведения работ по ДСР в условиях Армянской ССР:



1. Сбор и анализ фактических материалов. Схема основных структурных элементов земной коры 1. Геологические материалы: средне-масштабные (1:200000) геологические, тектонические, геоморфологические, палеографические карты, а также карты новейших и современных движений земной коры, результаты дешифрирования аэрокосмических изображений, данные бурения и т. д.

2. Геофизические материалы: гравиметрические карты (осредненные, остаточные, пересчитанные и т. д.), магнитные карты (наземные и на различных высотах), результаты исследований со станциями «Земля» и «Черепаша», данные сейсморазведочных (КМПВ, МОВ), электро-разведочных (МТЗ, МТП) работ т. д.

3. Сейсмологические материалы: сбор и систематизация сведений о эпицентрах сильных, слабых и местных землетрясений, происшедших в прошлом на исследуемой территории (описание, координаты, интенсивность, глубина очага, класс, точность и т. д.), а также установка сети временных сейсмических станций с целью уточнения сейсмичности района, особенностей сейсмического режима и параметров местных землетрясений.

Макросейсмические и палеосейсмологические исследования (в районах с сейсмической опасностью 8 баллов и выше) для получения дополнительных сведений о наиболее сильных землетрясениях и их проявлении на поверхности.

4. Материалы, характеризующие геодинамическую активность исследуемой территории: данные о изменении гравитационного, магнитного и радиоактивного полей во времени, скорости современных вертикальных движений, тепловой поток и т. д. В случае отсутствия этих данных, целесообразно создание локального геодинамического полигона.

Исходя из необходимой совокупности признаков районирования гравитационного и магнитного полей (интенсивность, простираание, протяженность осей корреляции аномалий и др.), на основе результатов количественной интерпретации по выбранным геолого-геофизическим профилям (пересчеты в верхнее и нижнее полупространство, вычисление верхних и нижних кромок аномалиеобразующих тел, построение гравитационных моделей верхней части земной коры и т. д.),

а также широко используя геологические данные (скважины) и результаты исследований со станциями «Земля» и «Черепаша», для рассматриваемой территории составляется схема распределения структурных элементов земной коры. При составлении схемы главное внимание уделяется выявлению основных блоков земной коры и разграничивающих их относительно ослабленных зон—разломов земной коры различной глубины заложения.

Производится сравнительный анализ выделенных блоков по геофизическим полям, поверхности залегания кристаллического фундамента и более глубоким горизонтам, проявлению интрузивного и эффузивного магматизма и т. д. Аналогично анализируются и зоны выделенных глубинных разломов и, в особенности, «узлы» их пересечений—потенциально динамически активные участки земной коры.

Параллельно с вышеуказанными работами на этом этапе исследований составляются мелко- и среднемасштабные карты эпицентров сильных, слабых и местных землетрясений. В отдельных случаях, в результате детальных макросейсмических исследований становится возможным уточнять интенсивность, координаты и др. параметры прошлых землетрясений. Одновременно для исследуемой территории составляются карты активности и сотрясаемости, строятся графики повторяемости землетрясений, определяются теоретические изосейсты и т. д.

II. *Выделение сейсмических зон, сейсмогенных блоков, «узлов» и линейных зон.* К настоящему времени имеются различные схемы сейсмического районирования территории Армянской ССР, которые составлены в основном по сейсмостатистическим и сейсмогеологическим данным. Последняя по времени из опубликованных схем принадлежит А. А. Габриеляну и др. [4], в которой авторы синтезируют как свои, так и представления других исследователей по вопросу СР территории республики. Отметим, что все исследователи сходятся в основном—в зональном распределении крупных сейсмических зон, имеющих северо-запад-юго-восточное (кавказское) простирание. Обращает на себя внимание и то обстоятельство, что до сих пор очень мало уделялось внимания выявлению локальных сейсмических областей, что имеет чрезвычайно важное значение при определении исходной балльности районов строительства особо важных народнохозяйственных объектов.

При ДСР на территории республики, помимо выделения сейсмоопасных зон, определения силы и частоты повторения землетрясений, установления взаимосвязи между сейсмичностью и геофизическими полями существенное значение имеет выявление соотношений сейсмических проявлений с особенностями строения верхней части земной коры районированных территорий, т. к. они могут явиться основанием для прогноза новых вероятных сейсмогенных зон и их узлов. Правомерность исследования соотношения распределения эпицентров землетрясений именно со строением верхней части земной коры аргументируется тем, что наиболее частные глубины очагов землетрясений на территории Армянской ССР характеризуются величиной порядка 5÷10 и 25÷30 км, а подавляющее большинство их имеет глубину очага 5÷15 км [8].

Комплексный анализ результатов изучения блокового строения и сейсмичности (их сопоставление) позволяет в пределах исследуемой территории выделять: а) активные и менее активные в сейсмическом отношении блоки; б) сейсмогенные разломы (линейные зоны) и в) наиболее вероятные сейсмогенные «узлы» (пересечение разломов), с проявившейся сейсмичностью и вероятные сейсмогенные «узлы», в которых пока еще не известны очаги сильных землетрясений.

Исходя из точности определения координат эпицентров землетрясений по макросейсмическим данным (5+8 км) и масштаба составленных карт блокового строения, на данном этапе исследования можно лишь в первом приближении характеризовать приуроченность очагов землетрясений к зонам разломов различной глубины заложения. Более определенно можно рассматривать приуроченность эпицентров сильных землетрясений к «узлам» пересечения разломов. На современной стадии геофизической изученности контуры этих «узлов» не могут быть очерчены с высокой точностью, учитывая точность определения координат эпицентров.

При выделении сейсмогенных блоков, линейных зон и «узлов» важное значение имеет также изучение следующих вопросов: соотношение сильных и слабых землетрясений, наблюдающаяся анизотропия сейсмичности вдоль простирающихся протяженных зон глубинных разломов, образование «узлов» системами ортогональных или диагональных разломов и т. д.

III. Определение исходной балльности на примере Мармарикского водохранилища. Территория Мармарикского водохранилища находится в среднем течении притока р. Раздан. В геологическом строении рассматриваемой области принимают участие различные породы от докембрия до четвертичного периода: протерозойские метаморфические сланцы, порфириды мелового возраста, вулканогенно-осадочные образования среднего эоцена, андезиты, андезито-базальты плиоцена и четвертичного периода, а также современные аллювиально-делювиальные отложения. Из интрузивных образований широкое развитие имеют гнейсовидные граниты палеозоя, гранодиориты, щелочные и нефелиновые сиениты среднего эоцена [5]. В тектоническом отношении исследуемая территория входит в основном в Анкавано-Зангезурскую мегантиклинальную зону, охватывая на северо-востоке и юго-западе отрезки Присеванской и Еревано-Ордубадской мегасинклинальных зон [5].

На фоне результатов, полученных по геологическим, геофизическим и сейсмологическим данным, выделяется Меградзорская блоково-складчатая структура общей площадью 800 кв. км (40×20 км), ограниченная глубинными разломами, в вершинах которых выделяются «узлы» их пересечения (рис. 1). Последние являются потенциальными очаговыми зонами с различной вероятностью интенсивности. Естественно поэтому несколько детальнее рассмотреть внутриблоковое строение Меградзорской блоково-складчатой структуры, учитывая местоположение Мармарикского водохранилища.

При оценке сейсмической опасности территории Мармарикского водохранилища следует учесть по меньшей мере два вопроса: а) каков будет сейсмический эффект, когда проявятся сейсмогенные и вершинные «узлы» (Апаранский, Лермонтовский и Лчашенский); б) имеются ли в пределах этого блока потенциальные сейсмогенные участки земной коры, имея в виду, что именно в пределах этого блока проявился 7—8-балльное Цахкадзорское землетрясение 1827 г.¹

Для ответа на первый вопрос, т. е. потенциальной сейсмоопасности в результате возникновения землетрясений в пределах привершинных «узлов», мы можем воспользоваться лишь аналогией, с одной стороны,

¹ Одним из существенных вопросов в оценке сейсмической активности Меградзорского блока является вопрос о местоположении эпицентра Цахкадзорского землетрясения, точность определения координат которого варьирует в пределах 8—10 км. Отсюда следует, что оно в равной степени вероятности может быть приурочено как к зонам глубинных разломов кавказского и антикавказского простираний, так и наиболее близко расположенным «узлам» их пересечений (Фонтанский, Лчашенский).

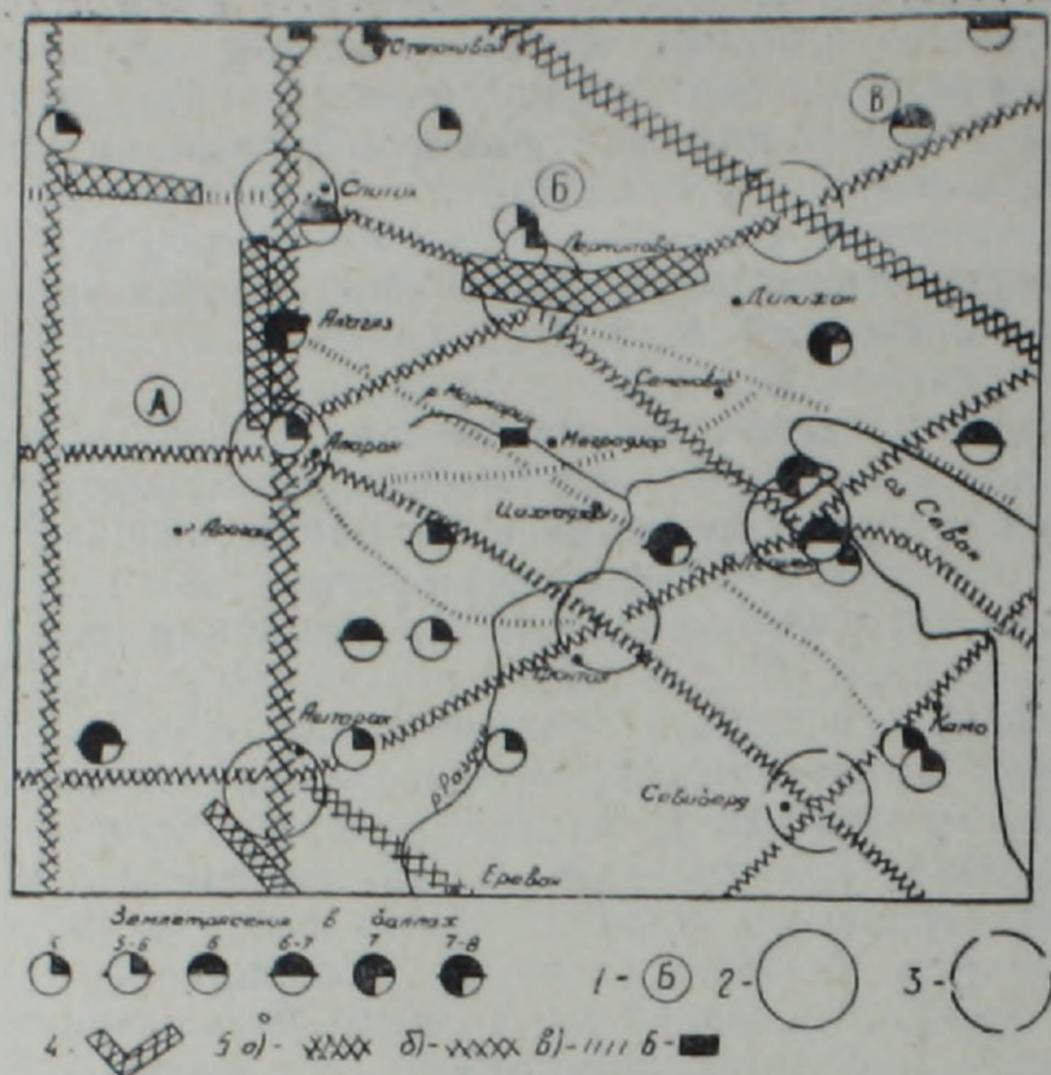


Рис. 1. Схема сеймотектонической обстановки района Мармарикского водохранилища. 1. Мегарегиональные блоки: А—Касах-Ахурянский, Б—Центрально-Армянский, В—Алаверди-Иджеванский. 2. Наиболее вероятные сейсмогенные «узлы». 3. Вероятные сейсмогенные «узлы». 4. Области, характеризующиеся анизотропией скоростей упругих волн по данным станции «Земля». 5. Разломы: а) 1-го порядка; б) II-го порядка; в) поверхностные. 6. Площадка Мармарикского водохранилища.

с землетрясениями, уже проявившимися до настоящего времени в этих узлах, а с другой стороны, ближайшими по местонахождению наиболее вероятными сейсмогенными узлами. Исходя из этого, весьма вероятно, что в пределах привершинных узлов могут проявляться землетрясения, по меньшей мере, аналогичные тем, которые уже проявились в пределах рассматриваемого блока.

Кроме того, для площадки Мармарикского водохранилища по методу теоретических изосейст [12] были вычислены приближенные эффекты (в баллах) от 8 землетрясений ($M \geq 5$), проявившихся в радиусе 50 км вокруг площадки. Полученные величины средней балльности на площадке составили 4—6 баллов. Результат, конечно, приближенный, т. к. не полностью учитываются сейсмогеологические факторы.

В отношении строения Меградзорского блока отметим, что наиболее важные результаты были получены при комплексном анализе крупномасштабных геолого-геофизических данных [2,3]. В результате были выявлены два региональных разлома по линиям Апаран-Семеновка и Арагац-Цахкадзор-Камо. Последний, в литературе известен под названием Мармарикского разлома [5]. Пространственное расположение этих разломов показано на рис. 2.

О многократной активизации этих разломов, в пределах Меградзорского блока, свидетельствуют наличие многочисленных выходов интрузий самого различного состава и возраста (от гнейсовидных гранитов палеозоя до нефелиновых сиенитов эоцена). С другой стороны, по весьма ограниченному данным скоростей современных вертикальных

движений земной поверхности методом повторного высокоточного нивелирования вдоль автомобильной дороги Цовагюх-Фонтан являются существенные изменения в амплитудах скоростей по обе стороны от Мармарикского разлома ($+1,7 \div +0,1$ мм/год).

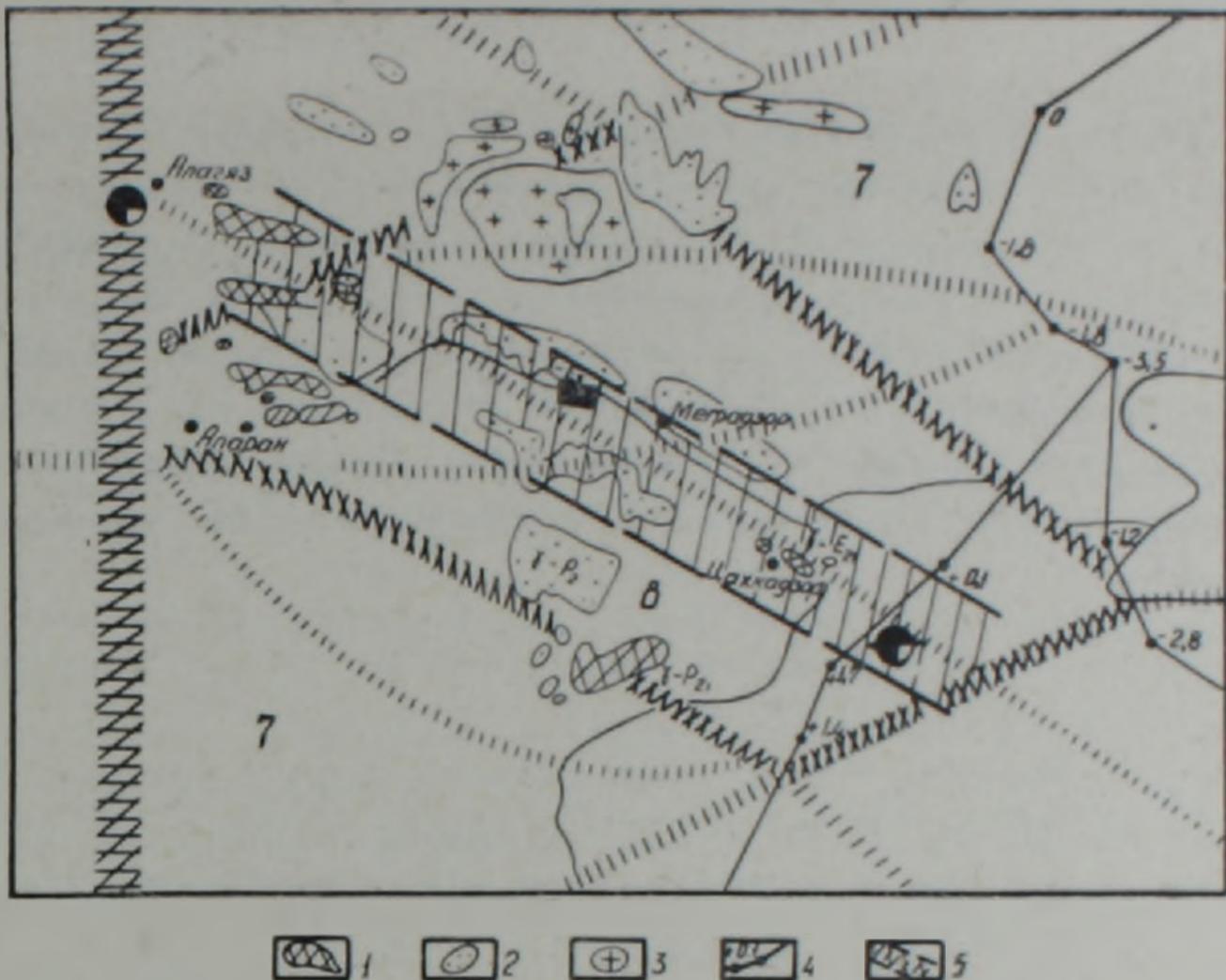


Рис. 2. Схема внутреннего строения Меградзорского блока. 1. Гнейсовые граниты. 2. Габбро-диориты. 3. Нефелиновые и щелочные сиениты. 4. Линии высокоточного нивелирования. 5. Меградзорская линейная сейсмогенная зона.

Учитывая следующие обстоятельства: а) на северо-западном продолжении зоны Мармарикского разлома, в районе с. Арагац, расположен эпицентр 7—8-балльного землетрясения, а на юго-восточном продолжении, в районе г. Камо — эпицентры 5—6-балльных землетрясений; б) вдоль этого разлома внедрялись в основном интрузии кислого (гранитного) состава; в) глубина проявившихся землетрясений колеблется в интервале $10 \div 15$ км, т. е. они расположены в «гранитном» слое; г) современную активность разлома по данным скоростей современных вертикальных движений, а также наличие многочисленных оползней и обвалов вдоль р. Мармарик, можно с достаточным основанием отнести зону Мармарикского разлома к динамически активному участку земной коры.

Таким образом, можно заключить, что в пределах Меградзорского блока, помимо привершинных сейсмогенных «узлов», вдоль р. Мармарик выявляется линейная сейсмогенная зона длиной около 40 км и шириной 5—6 км, в пределах которой и расположена площадка Мармарикского водохранилища. Ширина этой зоны была принята равной радиусам первых максимальных изосейст Цахкадзорского и Арагацкого землетрясений. Учитывая интенсивность проявившихся землетрясений как в пределах Меградзорского блока, так и в ближайших его пограничных зонах, особенности его внутреннего строения (без учета грунтовых, гидрогеологических и др. условий) максимальную интенсивность ожидаемых землетрясений на территории Мармарикского водохранилища следует принять равной 8 баллам.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՔԱՂԱՔՆԵՐԻ ԵՎ ՋՐԱՄԲԱՐՆԵՐԻ ԲՆԱՏԱՐԱԾՔՆԵՐԻ
ՄԱՆՐԱԿՐԿԻՏ ՍԵՅՍՄԻԿ ՇՐՋԱՆԱՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում ամփոփված են Հայկական ՍՍՀ քաղաքների և ջրամբարների տարածքներում մանրակրկիտ սեյսմիկ շրջանցման (ՄՍՇ) ասպարեզում ելակետային սեյսմիկ բալայնոսթյան ճշգրտման նպատակով հեղինակների կողմից կատարված բազմամյա աշխատանքների արդյունքները: Ցույց է տրված, որ ՄՍՇ ընթացքում համալիր երկրաբանա-երկրաֆիզիկական սեյսմաբանական հետազոտությունների նշանակությունն անհամեմատ աճում է ընդհանուր տիպի սեյսմաշրջանացման հետ բաղդատելիս: Որպես օրինակ բերված են Մարմարիկի ջրամբարի բնատարածքում կատարված ՄՍՇ աշխատանքների արդյունքները:

S. S. SIMONIAN, A. G. BABADJANIAN, S. S. KARAPETIAN
THE METHODS OF DETAILED SEISMIC ZONING OF THE
ARMENIAN SSR TOWNS AND RESERVOIRS TERRITORIES

A b s t r a c t

The authors experience of many years investigations in the sphere of detailed seismic zoning (DSZ) of the Armenian SSR towns and reservoirs territories is summarized in this paper. It is shown that during DSZ the significance of complex geological-geophysical and seismological investigations increases immeasurably in comparison with the common type seismic zoning. The DSZ of Marmarik reservoir territory is brought as an example.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Асланян А. Т., Аракелян Ф. О., Агамалян К. А., Баграмян А. Х. и др. Анализ сейсмических условий района Армянской атомной электростанции (Арагатская долина).—Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1982, № 5, с. 3—17.
2. Бабаджанян А. Г. Некоторые данные о разломной тектонике бассейна оз. Севан по геофизическим и геодезическим исследованиям.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1977, № 6, с. 18—25.
3. Бабаджанян А. Г., Оганесян С. М., Оганесян Л. Б. Возможности гравиметрии при изучении строения земной коры на территории Армянской ССР. В кн.: Геологическое истолкование геофизических полей. Киев: Наукова думка, 1983, с. 10—16.
4. Габриелян А. А., Саркисян О. А., Симонян Г. П. Сейсмоструктурная Армянской ССР. Ереван: Изд. ЕГУ., 1981. 284 с.
5. Геология СССР. Том 43. Армянская ССР. М.: Недра, 1970. 464 с.
6. Губин И. Е. О детальном сейсмическом районировании. В кн.: Детальное сейсмическое районирование. М.: Наука, 1980, с. 5—26.
7. Детальное сейсмическое районирование. М.: Наука, 1980. 176 с.
8. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР. М.: Наука, 1977. 535 с.
9. Оганисян Ш. С., Оганесян А. О., Бабаджанян А. Г. Опыт выделения активных зон глубинных разломов на Зангезурском геодинамическом полигоне. В кн.: Современные движения земной коры на геодинамических полигонах. М.: Изд. Радио и связь, 1981, с. 99—103.

10. Пирузян С. А. Опыт детального сейсмического районирования территории Большого Ереванского района. Ереван: Айастан, 1969. 91 с.
11. Пирузян С. А., Бабаджанян А. Г., Донабедов А. Т., Оганесян Л. Б. Блсковое строение территории Армянской АЭС и сопредельных районов в связи с сейсмическим районированием.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 6, 1978, с. 69—78.
12. Шебалин В. Н. Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании. В кн.: Сейсмическое районирование СССР. Ч. II, гл. 6 М.: Наука, 1968.

Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, XXXIX, № 2, 63—68, 1986

УДК:699.841

Р. С. МИНАСЯН

ВЛИЯНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН НА НАПРЯЖЕНИЕ СТЕН КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЗДАНИЯ

В статье рассматриваются закономерности распределения динамических напряжений в связях несущих стен крупнопанельного здания при действии сейсмических волн.

Показано, что наиболее уязвимым местом при действии сейсмических сил являются стыковые соединения. Разрушение стыковых соединений связано в основном с неоднородностями напряжений, вызванными интерференцией двух или большего числа распределенных волн напряжений.

Рассматривается случай определения динамических срезающих сил в связях сдвига от горизонтальных волн, так как их воздействие является наиболее опасным.

Выясняется, что максимальные срезающие напряжения при сейсмическом ударе и толчке возрастают сравнительно с статическими в среднем на 43—67%.

Цель исследований—на основании последних достижений инженерной сейсмологии выявить основные закономерности распределения динамических напряжений в связях несущих стен крупнопанельного здания, которые несомненно помогут правильно проектировать и конструировать стыковые соединения.

Сейсмические волны являются особенно опасными для крупнопанельных зданий, которые осуществлены из сборных крупногабаритных составных элементов. Здесь прочность и жесткость зданий в основном обеспечиваются стыковыми соединениями и несущими элементами. Но наиболее уязвимым местом сейсмостойкого строительства крупнопанельных зданий являются стыковые соединения, и поэтому при проектировании зданий главное внимание уделяется конструктивным решениям этих элементов. Опыт показывает, что во многих случаях эти элементы стены страдают больше. Это объясняется тем, что волны напряжения вызывают смещение одной части стены относительно другой, вследствие чего в вертикальных и горизонтальных стыковых соединениях возникают значительные сдвигающие и нормальные динамические напряжения, и если они достигают определенного значения, то наступает разрушение. Конечно, действительный механизм разрушения значительно сложнее, чем тот, который описывается в динамической одномерной теории.

Анализ воздействия землетрясения на здание весьма сложен, так как оно при этом деформируется, находясь в условиях сложного напряженного состояния, и установление истинной картины распределения напряжений по высоте здания и стыков при землетрясении является важной задачей сейсмостойкого строительства.

В большинстве случаев разрушение стыковых соединений связано с неоднородностями напряжений, вызываемыми интерференцией двух

10. Пирузян С. А. Опыт детального сейсмического районирования территории Большого Ереванского района. Ереван: Айастан, 1969. 91 с.
11. Пирузян С. А., Бабаджанян А. Г., Донабедов А. Т., Оганесян Л. Б. Блсковое строение территории Армянской АЭС и сопредельных районов в связи с сейсмическим районированием.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 6, 1978, с. 69—78.
12. Шебалин В. Н. Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании. В кн.: Сейсмическое районирование СССР. Ч. II, гл. 6 М.: Наука, 1968.

Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, XXXIX, № 2, 63—68, 1986

УДК:699.841

Р. С. МИНАСЯН

ВЛИЯНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН НА НАПРЯЖЕНИЕ СТЕН КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЗДАНИЯ

В статье рассматриваются закономерности распределения динамических напряжений в связях несущих стен крупнопанельного здания при действии сейсмических волн.

Показано, что наиболее уязвимым местом при действии сейсмических сил являются стыковые соединения. Разрушение стыковых соединений связано в основном с неоднородностями напряжений, вызванными интерференцией двух или большего числа распределенных волн напряжений.

Рассматривается случай определения динамических срезающих сил в связях сдвига от горизонтальных волн, так как их воздействие является наиболее опасным.

Выясняется, что максимальные срезающие напряжения при сейсмическом ударе и толчке возрастают сравнительно с статическими в среднем на 43—67%.

Цель исследований—на основании последних достижений инженерной сейсмологии выявить основные закономерности распределения динамических напряжений в связях несущих стен крупнопанельного здания, которые несомненно помогут правильно проектировать и конструировать стыковые соединения.

Сейсмические волны являются особенно опасными для крупнопанельных зданий, которые осуществлены из сборных крупногабаритных составных элементов. Здесь прочность и жесткость зданий в основном обеспечиваются стыковыми соединениями и несущими элементами. Но наиболее уязвимым местом сейсмостойкого строительства крупнопанельных зданий являются стыковые соединения, и поэтому при проектировании зданий главное внимание уделяется конструктивным решениям этих элементов. Опыт показывает, что во многих случаях эти элементы стены страдают больше. Это объясняется тем, что волны напряжения вызывают смещение одной части стены относительно другой, вследствие чего в вертикальных и горизонтальных стыковых соединениях возникают значительные сдвигающие и нормальные динамические напряжения, и если они достигают определенного значения, то наступает разрушение. Конечно, действительный механизм разрушения значительно сложнее, чем тот, который описывается в динамической одномерной теории.

Анализ воздействия землетрясения на здание весьма сложен, так как оно при этом деформируется, находясь в условиях сложного напряженного состояния, и установление истинной картины распределения напряжений по высоте здания и стыков при землетрясении является важной задачей сейсмостойкого строительства.

В большинстве случаев разрушение стыковых соединений связано с неоднородностями напряжений, вызываемыми интерференцией двух

или большего числа распределяющих волн напряжений; особо важную роль играет возмущение дополнительных волн напряжений при отражении от свободных поверхностей.

Таким образом, изучение распределения волн в зданиях важно не только для определения колебания здания, но и для определения распределения динамических напряжений в связях несущих стен.

Воздействие сейсмостойких волн на здание, при решении инженерных задач, можно условно разложить на горизонтальные и вертикальные составляющие.

Ниже рассматривается случай определения динамических напряжений в связях сдвига от горизонтальных волн, так как их воздействие является наиболее опасным.

В расчетной схеме напряжения в поперечных сечениях столбов от вертикальных сил принимаем распределенными равномерно, а от изгибающих моментов линейно. В нашем случае сейсмические воздействия на здания имитируются явлениями механических ударов и толчков.

Наиболее распространенным в практике способом восприятия горизонтальных нагрузок является передача их на стены жесткости—вертикальные диафрагмы.

Рассмотрим двухстолбовую диафрагму, в которой столбы имеют различную ширину и соединяются стыковыми соединениями или перемычками, которые в расчетной схеме заменяются нормальными связями и связями сдвига (рис. 1).

Под действием горизонтальной сейсмической силы в столбах диафрагмы появляются моменты, нормальные и поперечные силы, а в связях—только моменты и поперечные силы. Если бы связи были абсолютно жесткими и в них не возникли бы деформации изгиба и сдвига, диафрагма деформировалась бы как сплошной консольный стержень, но так как в действительности связи имеют конечную жесткость, то в столбах развиваются деформации. Динамические усилия, которые возникнут вследствие этих деформаций, можно выявить, используя значения деформаций их крайних волокон обеих сторон связей с учетом инерционных сил в столбах.

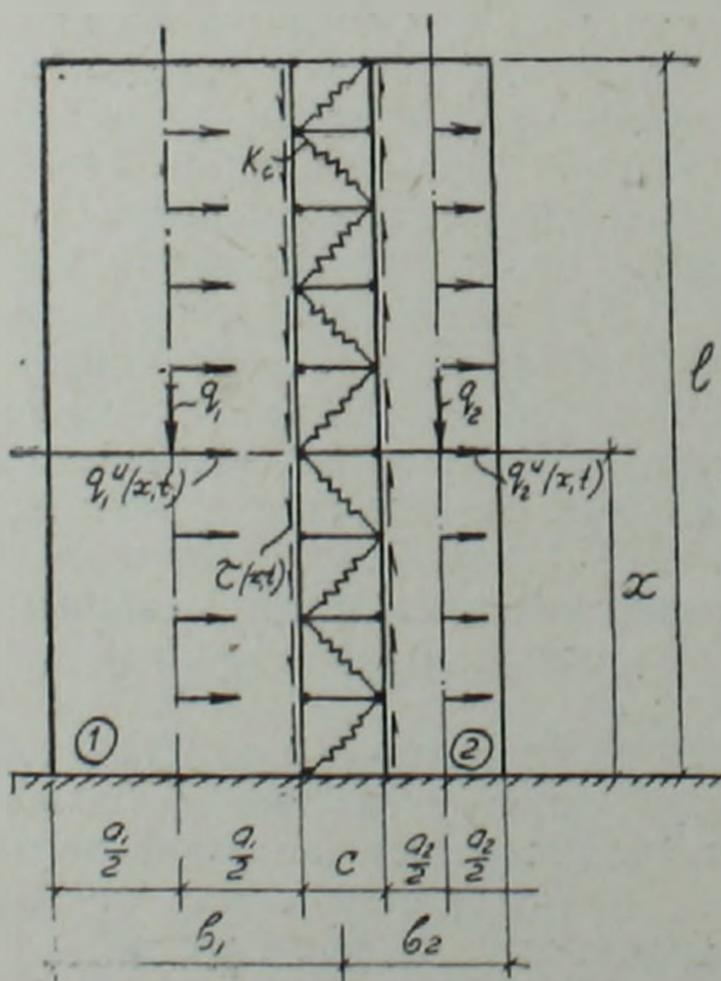


Рис. 1

Элементарные динамические приращения сдвига столбов для крайних волокон, соприкасающихся со связями определяются:

$$\delta_1'(x_1 t) = -\frac{q_1}{B_1} (l-x) - \frac{T(x_1 t)}{B_1} - \frac{T(x_1 t)}{4D_1} a_1^2 - \frac{a_1^2}{2D_1} M_1^{\text{ин}}(x_1 t), \quad (1)$$

$$\delta_2^1(x_1 t) = \frac{q_2}{B_2} (l-x) + \frac{T(x_1 t)}{B_2} + \frac{T(x_1 t)}{4D_2} a_2^2 + \frac{a_2^2}{2D_2} M_2^{\text{ин}}(x_1 t), \quad (2)$$

где $T(x_1 t)$ — искомая динамическая срезающая сила; q_1, q_2 — погонные нагрузки в столбах; B_1, B_2, D_1 и D_2 — соответственно жесткости столбов при растяжении (сжатии) и изгибе; $M_1^{\text{ин}}, M_2^{\text{ин}}$ — динамические изгибающие моменты от инерционных погонных сил; a_1, a_2 — соответственно ширины столбов; l — высота здания.

Принимая пропорциональную зависимость между смещениями сдвига и срезающими напряжениями, находим

$$k_c [\delta_2(x_1 t) - \delta_1(x_1 t)] = \tau(x_1 t), \quad (3)$$

где k_c — коэффициент жесткости связей сдвига.

Дифференцируя равенство (3) один раз, учитывая при этом зависимость $T'(x_1 t) = \tau(x_1 t)$ и подставляя в выражения (1) и (2), получим:

$$T''(x_1 t) - \alpha_0^2 T(x_1 t) = k_c \left[\left(\frac{q_1}{B_1} - \frac{q_2}{B_2} \right) (l-x) + \frac{a_1 + a_2}{2} \left(\frac{M_1^{\text{ин}}(x_1 t)}{D_1} + \frac{M_2^{\text{ин}}(x_1 t)}{D_2} \right) \right], \quad (4)$$

где
$$\alpha_0^2 = \left(\frac{1}{B_1} + \frac{1}{B_2} + \frac{a_1^2}{4D_1} + \frac{a_2^2}{4D_2} \right).$$

Учитывая, что поперечные связи достаточно жесткие, можно принять:

$$M_1^{\text{ин}}(x_1 t) = M^{\text{ин}}(x_1 t) \frac{D_1}{D_1 + D_2};$$

$$M_2^{\text{ин}}(x_1 t) = M^{\text{ин}}(x_1 t) \frac{D_2}{D_1 + D_2}. \quad (5)$$

Подставляя величины моментов из (5) в (4), окончательно для $T(x_1 t)$ получим [1]:

$$T''(x_1 t) - \alpha_0^2 T(x_1 t) = k_c \left[\left(\frac{q_1}{B_1} - \frac{q_2}{B_2} \right) (l-x) + \frac{a}{2D} M^{\text{ин}}(x_1 t) \right], \quad (6)$$

где $a = a_1 + a_2; D = D_1 + D_2.$

При сейсмическом ударе изгибающий момент выражается формулой [2,3];

$$M^{\text{ин}}(x_1 t) = \frac{ql^2}{g} v_0 P_1 \varphi(x_1 t), \quad (7)$$

и при сейсмическом толчке:

$$M^{\text{ин}}(x_1 t) = \frac{ql^2}{g} \frac{4v_0^1}{x^2 + 4} \psi(x, t), \quad (8)$$

где $q = q_1 + q_2$ — погонная нагрузка стен; α — коэффициент внутреннего трения материала стен; v_0 и v_0' — соответственно скорость и ускорение почвы.

В формулах (2) и (3) приняты следующие обозначения:

$$\varphi(x_1 t) = \sum_{j=1}^{\infty} v_j \gamma_j(x) e^{-\frac{\alpha_j n_j}{2} t} \sin n_j t; \quad (9)$$

$$\psi(x_1 t) = \sum_{j=1}^{\infty} \gamma_j(x) - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{2} \sqrt{\alpha_j^2 + 4} \gamma_j(x) e^{-\frac{\alpha_j n_j}{2} t} \sin \left(n_j t + \arctg \frac{2}{\alpha_j} \right); \quad (10)$$

$$\text{где } k_j = \frac{\cos \mu_j + \operatorname{ch} \mu_j}{\sin \mu_j + \operatorname{sh} \mu_j}; \quad P_j = \frac{\mu_j^2}{l^2} \sqrt{\frac{gD}{q}};$$

$$n_j = P_j v_j^2; \quad T_j = \frac{2\pi}{P_j}; \quad v_j = \frac{\mu_j}{\mu_1}$$

μ_j — коэффициент (для первых трех форм имеет значения: $\mu_1 = 1,875$; $\mu_2 = 4,694$; $\mu_3 = 7,835$).

Подставляя значения моментов из (2) и (3) в (1) и учитывая зависимость $T'(x_1 t) = \tau(x_1 t)$, выполняя интегрирование методом Фурье и используя следующие граничные и начальные условия ($x = 0$; $\tau(0, t) = 0$; $x = l$; $T(l, t) = 0$ и $t = 0$; $\frac{\partial \tau(x, 0)}{\partial t} = 0$), получим:

а) для сейсмического удара

$$T(x_1 t) = T_0(x) - \frac{ql^4}{g} \left(\frac{a}{D} \right) k_c v_0 P_1 \sum_{j=1}^{\infty} \frac{k_j n_j}{\mu_j^3} \left\{ \frac{2\alpha_0 l}{\mu_j^4 - \alpha_0^4 l^4} (k_j \mu_j) \frac{\operatorname{sh} \alpha_0 (l-x)}{\operatorname{ch} \alpha_0 l} + \right. \\ \left. + \left[\frac{1}{\mu_j^2 - \alpha_0^2 l^2} (\operatorname{ch} \mu_j - k_j \operatorname{sh} \mu_j) - \frac{1}{\mu_j^2 + \alpha_0^2 l^2} (\cos \mu_j - k_j \sin \mu_j) \right] \frac{\operatorname{ch} \alpha_0 x}{\operatorname{ch} \alpha_0 l} - \right. \\ \left. - \left[\frac{1}{\mu_j^2 - \alpha_0^2 l^2} \left(\operatorname{ch} \mu_j \frac{x}{l} - k_j \operatorname{sh} \mu_j \frac{x}{l} \right) - \frac{1}{\mu_j^2 + \alpha_0^2 l^2} \times \right. \right. \\ \left. \left. \left(\cos \mu_j \frac{x}{l} - k_j \sin \mu_j \frac{x}{l} \right) \right] \right\} e^{-\frac{\alpha_j n_j}{2} t} \sin n_j t;$$

$$\tau(x, t) = \tau_0(x) - \frac{ql^3}{g} \left(\frac{a}{D} \right) k_c v_0 P_1 \sum_{j=1}^{\infty} \frac{k_j n_j}{\mu_j^3} \left\{ \frac{2\alpha_0^2 l^2}{\mu_j^4 - \alpha_0^4 l^4} (k_j \mu_j) \times \right. \\ \times \frac{\operatorname{ch} \alpha_0 (l-x)}{\operatorname{ch} \alpha_0 l} - \alpha_0 l \left[\frac{1}{\mu_j^2 - \alpha_0^2 l^2} (\operatorname{ch} \mu_j - k_j \operatorname{sh} \mu_j) - \frac{1}{\mu_j^2 + \alpha_0^2 l^2} (\cos \mu_j - \right. \\ \left. - k_j \sin \mu_j \frac{x}{l}) \right] - \mu_j \left[\frac{1}{\mu_j^2 - \alpha_0^2 l^2} \left(\operatorname{sh} \mu_j \frac{x}{l} - k_j \operatorname{ch} \mu_j \frac{x}{l} \right) + \frac{1}{\mu_j^2 + \alpha_0^2 l^2} \times \right. \\ \left. \left. \times \sin \mu_j \frac{x}{l} + k_j \cos \mu_j \frac{x}{l} \right] \right\} e^{-\frac{\alpha_j n_j}{2} t} \sin n_j t$$

б) для сейсмического толчка

$$T(x_1 t) = T_0(x) + \frac{2ql^2}{g} \left(\frac{a}{D} \right) \frac{v_0'}{\alpha^2 + 4} \left(\frac{k_c}{\alpha_0^2} \right) \left[\frac{1}{\alpha_0 l} \frac{\operatorname{sh} \alpha_0 (l-x)}{\operatorname{ch} \alpha_0 l} + \right. \\ \left. + \frac{1}{\alpha_0^2 l^2} \left(\frac{\operatorname{ch} \alpha_0 x}{\operatorname{ch} \alpha_0 l} - 1 \right) - \frac{1}{2} \left(1 - \frac{x}{l} \right)^2 \left| \sum_{j=1}^{\infty} \left[1 - \frac{1}{2} \sqrt{\alpha_j^2 + 4} \times \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. \times e^{-\frac{\alpha_j n_j}{2} t} \sin \left(n_j t + \operatorname{arctg} \frac{2}{\alpha_j} \right) \right] \right| \right];$$

$$\tau(x_1 t) = \tau_0(x) - \frac{2ql}{g} \left(\frac{a}{D} \right) \frac{v_0'}{\alpha^2 + 4} \left(\frac{k_c}{\alpha_0^3} \right) \left[\frac{\operatorname{ch} \alpha_0 (l-x)}{\operatorname{ch} \alpha_0 l} - \frac{1}{\alpha_0 l} \frac{\operatorname{sh} \alpha_0 x}{\operatorname{ch} \alpha_0 l} - \right. \\ \left. - \left(1 - \frac{x}{l} \right) \left| \sum_{j=1}^{\infty} \left[1 - \frac{1}{2} \sqrt{\alpha_j^2 + 4} e^{-\frac{\alpha_j n_j}{2} t} \sin \left(n_j t + \operatorname{arctg} \frac{2}{\alpha_j} \right) \right] \right| \right],$$

где $T_0(x)$ и $\tau_0(x)$ соответственно срезающие усилия и напряжения от статического действия продольной нагрузки, определяющиеся:

$$T_0(x) = \frac{k_c}{\alpha_0^3} \left(\frac{q_1}{B_1} - \frac{q_2}{B_2} \right) \left[\frac{\operatorname{sh} \alpha_0 (l-x)}{\operatorname{ch} \alpha_0 l} - \alpha_0 (l-x) \right];$$

$$\tau_0(x) = \frac{k_c}{\alpha_0^2} \left(\frac{q_1}{B_1} - \frac{q_2}{B_2} \right) \left[1 - \frac{\operatorname{ch} \alpha_0 (l-x)}{\operatorname{ch} \alpha_0 l} \right].$$

Выводы. Анализ численных результатов срезающих напряжений $\tau(x_1 t)$ показывает, что учет трех форм колебаний для определения динамических срезающих напряжений для практических целей достаточен. Наибольшие срезающие напряжения всегда получаются в верхних сечениях зданий.

Если учесть еще, что максимальные значения изгибающих моментов в верхней части наступают раньше, что обусловлено высшими формами, то вероятность разрушения в высотных домах в верхней части будет больше, что в общем соответствует реальным разрушениям при землетрясениях. Максимальные срезающие напряжения при сейсмическом ударе и толчке возрастают сравнительно с статическими значениями в среднем на 43—67%, а влияние высших форм колебаний особенно сказывается в верхних сечениях, где их неучет приводит к существенным погрешностям.

При увеличении коэффициента внутреннего трения (α) в два раза максимальные значения $T(x_1 t)$ и $\tau(x_1 t)$ в среднем уменьшаются на 12,4—17,6%, т. е. при кратковременных воздействиях влияние рассеяния энергии не так велико. Влияние высших форм колебаний при сейсмическом ударе обычно сильнее, чем при сейсмическом толчке, кроме того они сравнительно больше влияют на срезающие напряжения $\tau(x_1 t)$, чем на срезающие силы $T(x_1 t)$.

Таким образом, каждая попытка определить закон распределения динамических напряжений в стыковых соединениях с использованием существующих расчетных схем несомненно помогает уточнить конструкции стыковых соединений, реализация которых способствует зданиям сопротивляться более сильным сейсмическим воздействиям при минимальных затратах на антисейсмические мероприятия.

ՍԵՅՍՄԻԿ ԱՆԻՔՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՌՇՈՐԱՊԱՆԵԼ ՇԵՆՔԵՐԻ ՊԱՏԵՐԻ
ԼԱՐՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում քննարկված են սեյսմիկ ալիքների ազդեցության տակ խոշորապանել շենքերի կրող պատերի կապերում դինամիկ լարվածությունների բաշխման օրինաչափությունները: Ցույց է տրված, որ սեյսմիկ ուժերի ազդեցության դեպքում ամենաթույլ տեղերը պատերի ծայրակցվանքային միացումներն են: Վերջիններիս քայքայումը հիմնականում կապված է լարվածությունների անհամասեռության հետ, որն առաջանում է երկու և ավելի թվով լարվածությունների բաշխված ալիքների ինտերֆերենցիայով: Քննարկված է հորիզոնական ալիքների ազդեցության ընթացքում դինամիկ կտրող ուժերի որոշման դեպքը, քանի որ դրանց ազդեցությունն ամենավտանգավորն է: Պարզաբանված է, որ սեյսմիկ հարվածի և հրման դեպքում ամենամեծ կտրող լարվածությունները, ստատիկի հետ համեմատած, աճում են միջին հաշվով 43—67 տոկոսով:

R. S. MINASIAN

THE SEISMIC WAVES INFLUENCE ON THE LARGE-PANEL
BUILDING WALLS STRESS

A b s t r a c t

The dynamical stresses distribution regularities in the large-panel building carrier walls ties under the action of seismic waves are considered in this paper. It is shown that under the seismic waves action the most vulnerable places are the butt joints. The butt joints destruction is mainly connected with the stresses heterogeneities provoked by the interference of two or more distributed stress waves. The case of determination the dynamical shearing forces in butt joints under the action of horizontal waves is considered as their action is the most dangerous. It turns out that maximal shearing stresses under a seismic shock action prevail over the static ones by 43—67 % on the average.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минасян Р. С. Влияние сейсмических волн на поле напряжения сооружений, возведенных в оползневых районах. Мат. VIII НТ семинара по вопросам «Геофизические методы в гидрогеологии, инженерной геологии и гидротехнике». Ереван: 1985, 184—188 с.
2. Назаров А. Г. Метод инженерного анализа сейсмических сил. Ереван: Изд. АН АрмССР 1959. 276 с.
3. Хачиян Э. Е. Сейсмические воздействия на высотные здания и сооружения. Ереван: Айастан, 1973. 251 с.

В. М. ГЕВОРКЯН

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗОНЫ ОКИСЛЕНИЯ СУЛЬФИДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АРМЯНСКОЙ ССР

Рассмотрен характер изменения удельного электрического сопротивления, поляризуемости, плотности и магнитной восприимчивости окисленных руд и руд первичных образований с глубиной в зависимости от различных геологических факторов на рудных месторождениях Армянской ССР.

Особенностью верхних горизонтов рудных месторождений является то, что сульфидная минерализация рудных жил и зон в большинстве случаев подвергнута окислению. Окисление сульфидных руд обычно сопровождается резким преобладанием процессов растворения, вследствие чего для окисленных руд характерны пористые, друзовые, землистые и тому подобные текстуры [8].

Природа и механизм образования зон окисления сульфидных месторождений находят свое полное объяснение в работах [7, 8, 9] как последовательная и непрерывная цепь изменений рудного вещества, стремящегося принять наиболее устойчивые формы в условиях зоны окисления. Протекающие процессы в конечном итоге ведут к полному удалению серы и рассеянию некоторых других элементов, входящих в состав рудной массы.

Интенсивность окислительно-восстановительного процесса верхних горизонтов определяется, главным образом, содержанием в природных водах растворенного кислорода и разных химических элементов с переменной валентностью. При этом на месторождениях сульфидного оруденения основное значение имеют Fe^{2+}/Fe^{3+} ; S^{2-}/S^{6+} и количество растворенного кислорода в рудничных водах [7].

Процесс окисления сульфидных руд приводит к образованию новых минералов и соединений, которые по физическим свойствам отличаются от их первичных гипогенных образований. В этих зонах в итоге окисления сульфидной руды обычного типа (с пиритом, халькопиритом, сфалеритом и галенитом) преобладающее значение имеют, в основном, окислы, гидроокислы, сульфаты и карбонаты. Кроме этого, в составе рудных зон окисления, не достигающих еще конечных стадий развития, встречается также то или иное количество сульфидов (остаточные гипогенные сульфиды) [8].

Учитывая это обстоятельство, нами предприняты попытки оценить особенности поведения основных физических параметров при переходе от зоны окисленных к зоне первичных рудоносных и рудовмещающих образований и установить определенную зависимость их в условиях рудных месторождений АрмССР.

В табл. 1 представлены результаты исследований физических свойств окисленных и первичных руд и вмещающих их пород в пределах медноколчеданных, медно-молибденовых, полиметаллических и кварц-сульфидных месторождений Армянской ССР. Исследования проводились в естественном залегании пород на поверхности (в канавах, шурфах) и в горных выработках путем параметрических наблюдений удельного электрического сопротивления (ρ) и поляризуемости (η), а также путем лабораторных измерений плотности (σ) и магнитной восприимчивости (χ) образцов тех же петрографических образований. Судя по таблице, характер изменения физических свойств окисленных

руд по сравнению с их первичными образованиями выражается, в основном, уменьшением параметров поляризуемости (особенно значительное для рудных тел), магнитной восприимчивости и плотности. Особый интерес представляет поведение удельного электрического сопротивления. Изменение ρ для окисленных руд и рудовмещающих пород носит инверсионный характер. Для рудных тел процесс окисления приводит к увеличению электрического сопротивления, а для рудовмещающих пород наоборот—к уменьшению.

По результатам экспериментальных исследований (табл. 1) были введены переходные или поправочные коэффициенты, представляющие собой отношение значений физических параметров окисленных руд (пород) по каждому параметру к соответствующим значениям руд (пород) первичных образований. Судя по таблице, для параметров η , σ и ρ окисленных руд, а также ρ рудовмещающих пород, значение поправочных коэффициентов меньше единицы; для окисленных руд больше единицы (инверсия электрического сопротивления). Причиной увеличения удельного сопротивления рудоносных образований является, в основном, окисление и растворение электроннопроводящих минералов пирита и халькопирита и относительное увеличение более высокоомных рудных и нерудных компонентов: гидроокиси железа, гетита, лимонита, малахита, азурита, церуссита и некоторых сульфатов и карбонатов. Часть растворимой массы по трещинам распространяется в околорудных породах и они становятся более проводящими.

Представляет интерес сопоставление результатов исследований физических свойств руд с глубиной, полученных на различных горизонтах медноколчеданных, полиметаллических и кварц-сульфидных месторождений (рис. 1) [1].

Анализируя данные, представленные в таблицах 1,2, можно отметить, что сравнительно высокие значения поляризуемости (8,5%) и плотности (2,83 г/см³) наблюдались для окисленных руд Анкадзорского месторождения меди (гор. шт. 54 и 52). Здесь первичная рудная масса представлена, в основном, пиритом и халькопиритом. Подчиненное значение имеют арсенопирит, сфалерит и борнит [4].

В процессе окисления пирита на верхних горизонтах месторождений образовались окислы и гидроокислы железа, которые в конечном итоге превращались в лимонит. Гораздо быстрее окисляется и растворяется халькопирит окисным железным сульфатом, давая сульфаты меди и железа. В частности, при окислении халькопирита довольно распространенным является также замещение последних халькозином (и лимонитом), купритом (и лимонитом). Куприт в дальнейшем переходит в окислы и гидроокислы меди, а последние—в малахит и подобные соединения [4,8].

При окислении руд пирит окисляется быстрее халькопирита и форсирует процесс окисления последних. Однако в пределах развития зоны окисления медноколчеданных месторождений помимо минералов зоны окисления (лимонит, малахит, азурит, халькозин, куприт) встречается также халькопирит, не подвергавшийся полному окислению. Этот факт установлен в результате минералогического анализа окисленных руд и можно констатировать, что сравнительно повышенное значение параметров η и σ обусловлено относительно высоким содержанием халькопирита в окисленной руде [3,4].

В окисленных рудах полиметаллических месторождений интерес представляет характер сульфидной минерализации. Ее особенность в том, что сфалерит принадлежит к числу наиболее легко окисляемых сульфидов и обладает исключительно низким потенциалом окисления, и поэтому окисление и растворение сфалерита, когда он находится в

Физические свойства окисленных разностей и первичных руд и вмещающих их пород

№№ пп	Наименование горных пород и руд	Рудные минералы зон первичных образований	Рудные минералы зон окисленных руд	$\rho_{\text{окис.}}$	$\eta_{\text{окис.}}$	$\sigma_{\text{окис.}}$	$\chi_{\text{окис.}}$	Коэффициенты			
				$\rho_{\text{перв.}}$	$\eta_{\text{перв.}}$	$\sigma_{\text{перв.}}$	$\chi_{\text{перв.}}$	K_p	K_T	K_σ	K_χ
1	Медноколчеданные рудные жилы и зоны (Анкадзор)	пирит, халькопирит, арсенопирит и др.	гидроокислы железа, гетит, лимонит, малахит, азурит, куприт, халькопирит и др.	75	8,5	2,83	12	2,2	0,5	0,9	0,7
				30	17,0	3,20	175				
2	Медно-молибденовые рудные зоны (Каджаран)	пирит, халькопирит, арсенопирит, молибденит и др.	ковеллин, молибденит и др.	250	2,5	2,57	24	1,3	0,2	0,9	0,8
				200	11,0	2,77	30				
3	Полиметаллические рудные зоны (Арманис)	пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, и др.	гидроокислы железа, лимонит, малахит, галенит халькопирит и др.	220	4,6	2,59	128	1,8	0,5	0,9	0,5
				115	9,0	2,90	300				
4	Золоторудные зоны (Зод)	пирит, арсенопирит сфалерит, халькопирит	гидроокислы железа, гетит, лимонит, малахит и др.	145	2,2	2,61	20	1,4	0,2	0,9	0,7
				107	11,0	2,95	28				
5	Плагиоклазовые порфириты (Анкадзор)	пирит	гидроокислы железа	580	2,1	2,42	225	0,5	0,7	0,9	0,5
				1300	2,9	2,68	420				
6	Вторичные кварциты (Анкадзор)	—	—	650	1,5	2,45	17	0,5	0,6	0,9	1,0
				1400	2,5	2,70	17				
7	Гидротермально изм. породы (Арманис)	—	—	—	1,3	2,45	25	—	0,4	0,9	0,9
				—	3,6	2,63	28				
8	Габбро (Зод)	—	—	540	1,7	2,55	28	0,3	0,7	0,9	0,8
				1700	2,3	2,85	33				
9	Перидотиты (Зод)	—	—	170	1,0	2,35	1500	0,4	0,6	0,9	0,4
				250	1,6	2,59	3700				

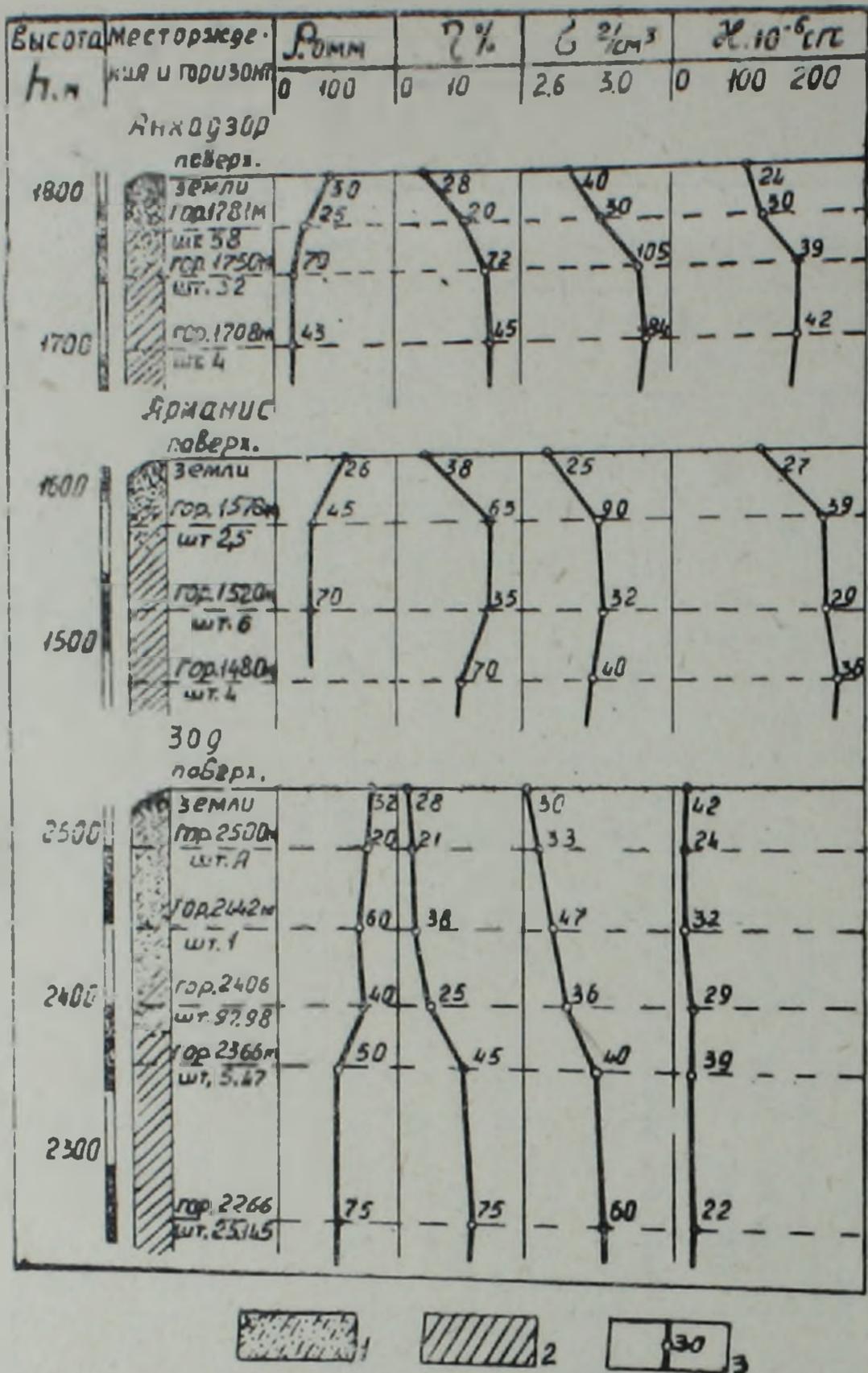


Рис. 1. Характер изменения физических свойств руд с глубиной на примере медных (Анкадзор), полиметаллических (Арманис) и кварц-сульфидных (Зод) месторождений АрмССР. 1—зона окисленных руд; 2—первичных руд; 3—количество определений по горизонту.

контакте с другими сульфидами, особенно с пиритом, имеющим высокие потенциалы, идет довольно быстрее, чем он окисляется в тех же условиях один. Полученный в результате окисления сфалерита цинковый сульфат обладает исключительно большой растворимостью и легко покидает окисляющийся сфалерит, и поэтому сфалерит окисляется одним из первых среди сульфидов полиметаллических образований [8,9].

Начальные стадии окисления галенита идут довольно быстро, хотя получающийся продукт сульфата свинца (англезит) в связи с ничтожной растворимостью, не удаляется и затрудняет доступ вод несущих кислород к еще неизменным частям скопления галенита, образуя своего рода защитную корку. Окисление халькопирита в присутствии галенита и сфалерита происходит в сравнительно меньшей степени, в результате чего даже на поверхности земли, в канавах и в шурфах этого типа месторождений, со скоплениями галенита, наблюдаются вкрапленники халькопирита, обуславливающие повышенные значения параметров γ и σ .

Достаточно интенсивное и глубокое проникновение окисленных зон характерно для Зодского и Меградзорского месторождений [4, 6]. На этих месторождениях зона окисления представлена почти полностью гидроокислами железа (гидрогетитом, гетитом, лимонитом), являющимися индикаторами зоны окисления.

На Меградзорском месторождении в окисленных рудных зонах гетит развивается при наличии халькопирита и имеет очень тонкую зонально-колломорфную структуру, в некоторых случаях в рудных зонах сохраняются реликты халькопирита. Часто гидроокислы железа развиваются на отдельных зернах пирита, замещая последние по многочисленным трещинам.

Таблица 2

Изменения параметров ρ , η и σ рудных тел на различных горизонтах месторождений в зависимости от развития окисленных зон.

Горизонт в м	№ № штолен	Уд. электр. сопр.		Поляризуемость		Плотность	
		кол-во опр.	$\rho_{ср}$	кол-во опр.	$\tau_{ср}$	кол-во опр.	$\sigma_{ср}$
Анкадзорское медноколчеданное месторождение							
1820	поверх. земли	30	85	28	5,3	43	2,80
1781	54	25	60	20	12,0	30	2,95
1750	52	70	28	72	16,0	105	3,30
1708	4	43	35	45	18,0	84	3,55
Арманисское полиметаллическое месторождение							
1620	поверх. земли	28	220	38	4,0	10	2,58
1578	2,5	57	45	65	16,0	90	2,90
1525	6	32	70	35	15,0	35	2,83
1480	4	80	165	70	9,0	40	2,79
Зодское кварц-сульфидное месторождение							
2500	A	20	150	21	2,1	33	2,53
2447	1	60	130	8	2,4	47	2,58
2406	97,98	40	135	25	2,5	36	2,67
3366	5,47	50	100	45	10,6	40	2,85
2266	108 25,145	74	110	75	11,5	60	2,90
Меградзорское кварц-сульфидное месторождение							
2105	поверх. земли	18	155	16	0,8	20	2,45
2047	53	13	120	15	1,3	25	2,56
2011	52,54	20	76	22	12,0	30	2,65
1970	66	16	80	14	15,0	20	2,90
1930	55	36	95	35	13,2	53	2,78

Анализ проведенных исследований показывает, что установленные зависимости изменений физических параметров со степенью развития зоны окисленных руд и рудовмещающих пород позволяют оценить глубину развития последних сопоставлением результатов измерений параметров ρ , η и σ . Так, для Зодского месторождения резкие различия этих параметров отмечаются (рис. 1) для глубины порядка 150 м (горизонты 2406 и 3366), для Меградзорского месторождения на глубине порядка 50—70 м (горизонты 2047 и 2011) и в пределах первых десятков метров (ниже горизонтов 1578 и 1781 м) для Арманисского и Анкадзорского месторождений. Эти данные полностью соответствуют геологическим данным о степени и глубине развития зон окисления упомянутых месторождений.

Определение взаимосвязи между физическими свойствами руд и физико-химическими условиями на различных горизонтах месторождения может способствовать получению дополнительных поисковых критериев, а установленная дифференциация физических свойств горных пород и руд на различных горизонтах месторождения должна учитываться при интерпретации наблюдений методов электроразведки и гравиразведки.

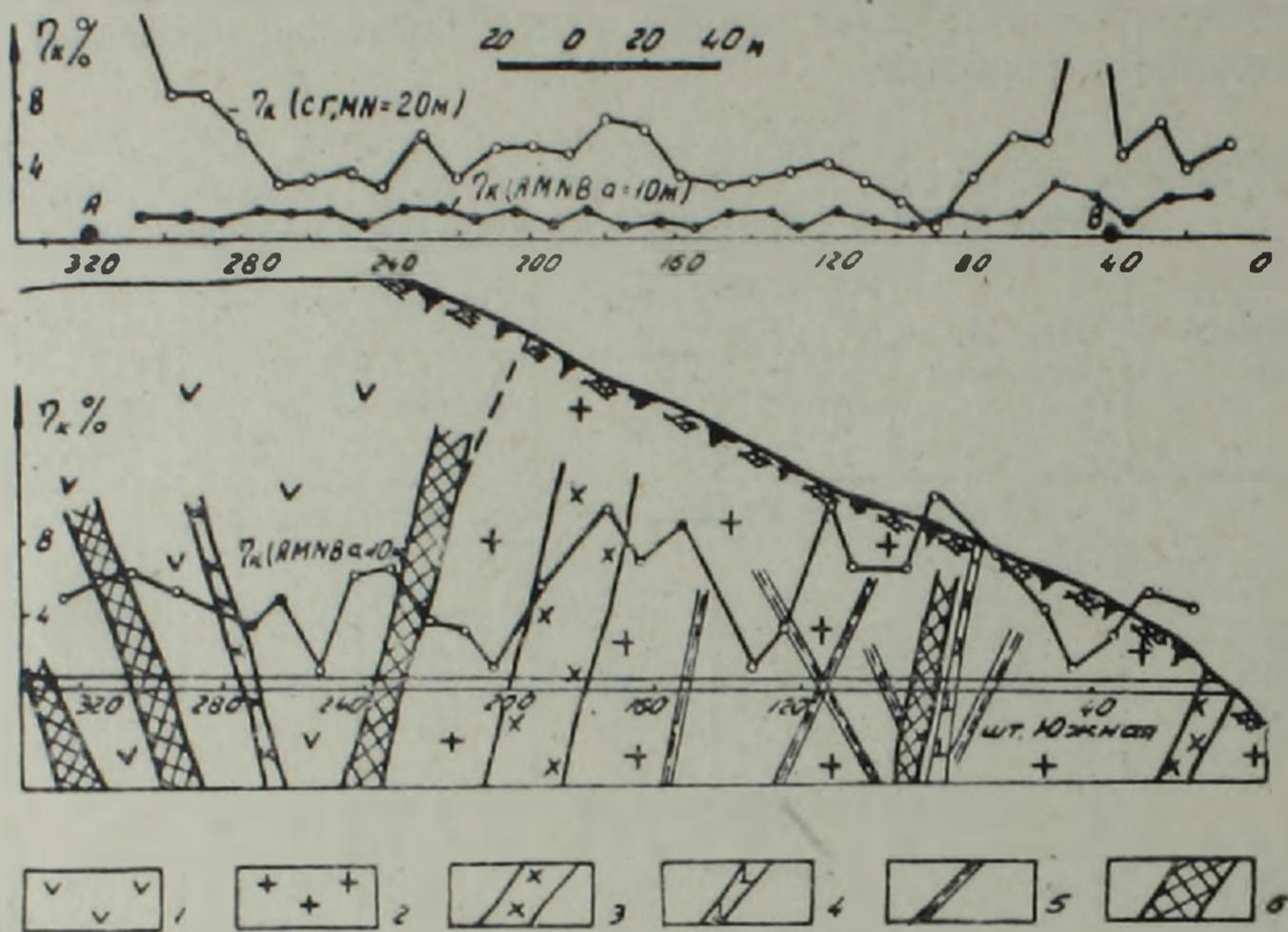


Рис. 2. Наблюдения методом ВП в зоне окисленных пород на поверхности земли и первичных образований в горных выработках. 1—порфиры, 2—гранодиориты, 3—диорит-порфириновые дайки, 4—диабаз-порфириновые дайки, 5—тектонические нарушения и трещины, 6—зоны медно-молибденового оруденения.

Иллюстрацией высказанного положения могут служить наблюдения методом вызванной поляризации по стволу штольни «Южная» и на поверхности медно-молибденового месторождения (рис. 2), который позволяет представить общую характеристику геоэлектрического разреза и выделить известные зоны оруденения. При подземных измерениях вне зоны окисления получены достаточно четкие характеристики. При поверхностных наблюдениях по оклону горы кривая τ_k при работе симметричного электропрофилирования AMNB, AB=30 м представляет собой весьма пологую линию, т. к. глубина наблюдений не превышала мощности окисленных и выветренных зон. С увеличением глубины исследований установки срединного градиента AB=280 м соответственно увеличивается интенсивность поля ВП, которая приближается к значениям наблюдений ВП в горной выработке. В этом случае глубина исследований уже превышала мощность окисленной зоны, что и сказалось на результатах.

Аналогичные исследования методами ВП и естественного электрического поля вне зоны окисленных руд по стволу шт. 54 медноколчеданного месторождения (рис. 3) показали, что аномальное значение кривой τ_k по схеме градиента AB=240 м и u в интервале 115—165 м с интенсивностью в 30% и 250 мВ обусловлено известными рудными телами. При исследовании на поверхности земли в пределах окисленных и выветренных пород и руд над шт. 54 по той же установ-

лено, что интенсивность аномальных значений, а также нормального поля ВП уменьшается примерно в 1,5—2 раза, а график наблюдений методом ЕП представляет собой спокойную линию, не отражающую наличия известных рудных тел.

Резюмируя все вышесказанное, можно констатировать, что породы и руды окисленных зон существенно отличаются по физическим свойствам от их первичных образований. Величина расхождения физических параметров окисленных и первичных образований зависит от степени окисления.

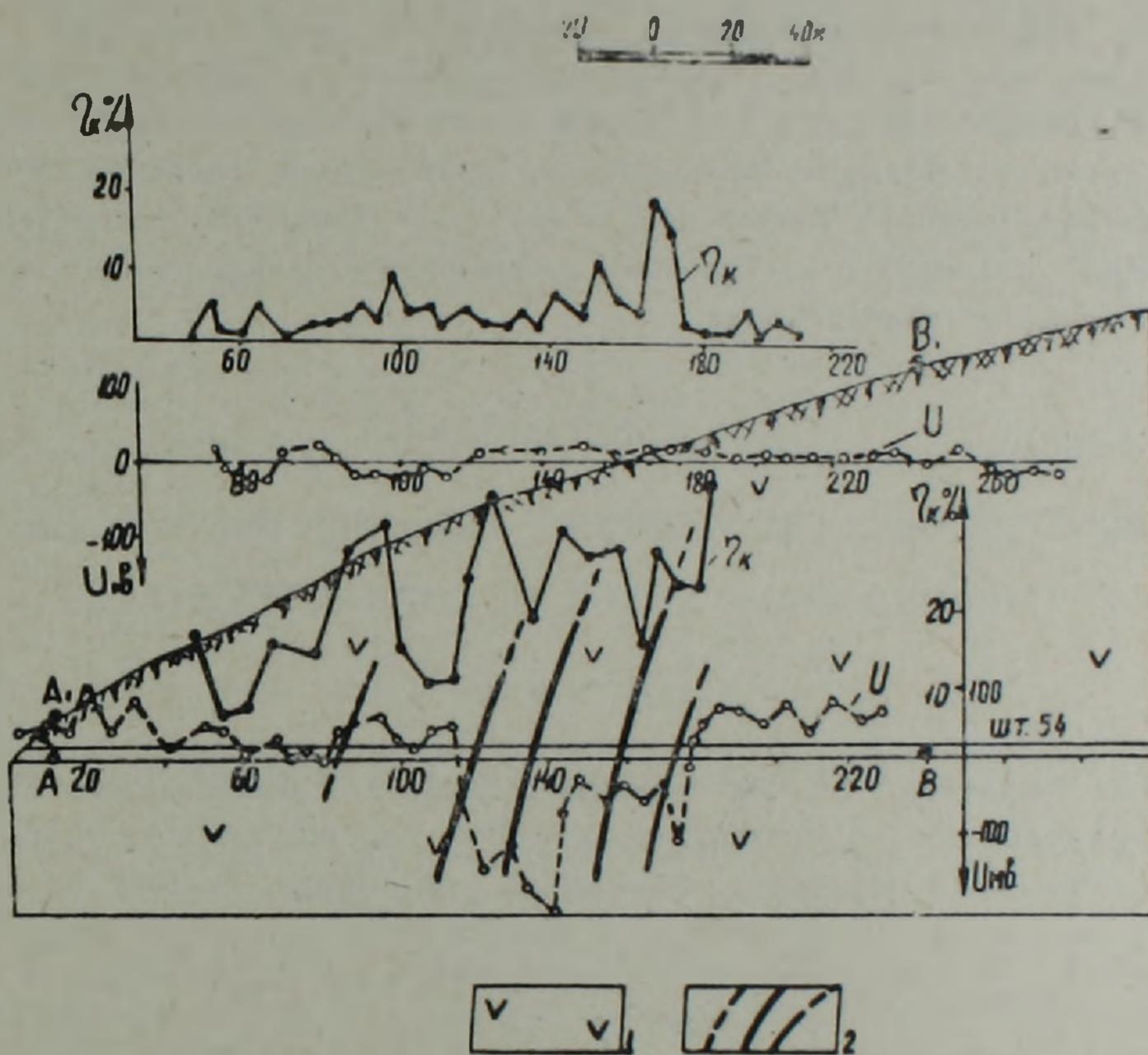


Рис. 3. Наблюдения методом ВП и ЕП в зоне окисленных пород на поверхности земли и первичных образований в горных выработках [2]. 1—плагноклазовые порфиры, 2—медноколчеданные рудные жилы.

В результате окисления поляризуемость и плотность руд резко понижается. Относительная дифференциация между рудными телами и рудовмещающими породами в пределах зоны окисления медноколчеданных и полиметаллических месторождений по физическим свойствам низкая, а на кварц-сульфидных месторождениях почти отсутствует. Здесь наблюдается слабая дифференциация по удельному электрическому сопротивлению.

При проведении геофизических исследований с поверхности, необходимо предварительно установить мощность зоны окисленных руд, и в соответствии с этим выбрать методику геофизических наблюдений для исследования горизонтов месторождений под зоной окисления.

Վ. Մ. ԳԵՎՈՐԿՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՍՈՒՆԻԴԱՅԻՆ
ՀԱՆՔԱՅՆԱՑՈՒՄՆԵՐԻ ՕՔՍԻԴԱՑՄԱՆ, ԶՈՆԱՅԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ
ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում բերված են մետաղային հանքավայրերի առաջնային և օքսիդացված հանքանյութերի տեսակարար էլեկտրական դիմադրության, հարուցված բևեռացման, խտության և մագնիսական դժայունակության ուսումնասիրման արդյունքները բնական տեղադրման պայմաններում: Բնութագրված է Հանքածորի պղնձի, Արմանիսի բալամամետաղային, Զոդի և Մեղրածորի քվարց-սուլֆիդային հանքավայրերի օքսիդացման զոնաների ֆիզիկական հատկությունների փոփոխություններն ըստ խորության՝ կախված որոշ հանքային միներալների օքսիդացման աստիճանից և օքսիդացմանը նպաստող երկրաբանական գործոններից:

V. M. GUEVORKIAN

THE ARMENIAN SSR ORE DEPOSITS SULPHIDE MINERALIZATIONS
OXIDIZED ZONE PHYSICAL CHARACTERISTICS

Abstract

The Armenian SSR ore deposits primary and oxidized ores specific electrical resistance, polarizability, density and magnetic susceptibility changes by depth depending on various geological factors are considered.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадалян С. В., Геворкян В. М. Об изменении электрических свойств горных пород и руд на рудниках в зависимости от геологических факторов.—Изв. АН АрмССР, «Науки о Земле», № 1, 1972, с. 97—102.
2. Бадалян С. В., Гамоян В. Б., Геворкян В. М., Овсепян Р. В., Арутюнян Г. В., Фиданян Ф. Н., Гарибян З. В. Применение методов подземной геофизики на месторождениях меди Армянской ССР.—В кн: Подземная геофизика при поисках и разведке минерального сырья. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1983, с. 135—143.
3. Геворкян В. М., Бадалян С. В. Физические свойства зоны окисления сульфидных руд на месторождениях Армянской ССР.—В кн: Материалы республиканской конференции молодых геофизиков ИГИС АН АрмССР. Ленинакан: 1977. с. 29—30.
4. Геворкян Г. М., Гольденберг Г. И. О геологическом строении и перспективах медного оруденения Анкадзорского рудного поля.—Изв. АН АрмССР, «Науки о Земле», 1972, № 1, с. 57—67.
5. Геология Армянской ССР, том. 6. Металлические полезные ископаемые. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1967. 540 с.
6. Матевосян С. М., Мадатян Э. М. Некоторые вопросы зоны окисления Зодского золоторудного месторождения.—Изв. АН Арм. ССР, «Науки о Земле», 1969. № 3, стр. 62—68.
7. Свешников Г. Б. Электрохимические процессы на сульфидных месторождениях. Л.: Изд. Ленинградского университета, 1967. 160 с.
8. Смирнов С. С. Зона окисления сульфидных месторождений. М.: Изд. АН СССР, 1955. 330 с.
9. Чухров Ф. В. Зона окисления сульфидных месторождений степной части Казахстана. М.: Изд. АН СССР, 1950. 151 с.

УДК 550.36:550.836(479.25)

Д. С. ГРИГОРЯН, Г. Е. ГУГУНАВА, Д. К. КИРИЯ

ТРЕХМЕРНАЯ ГЕОТЕРМИЧЕСКАЯ (СТАЦИОНАРНАЯ)
МОДЕЛЬ АРМЯНСКОЙ ССР И ПРИЛЕГАЮЩИХ РАЙОНОВ

Изучение температурного поля является важнейшим фактором в познании жизни Земли. Зная характер температурного поля, можно объяснить многие явления, протекающие в недрах планеты, такие как: возникновение фазовых переходов первого рода [1], распределение термоупругих напряжений, следовательно, и областей возможных глубинных разломов [2], очаговых зон землетрясений [3] и др.

В настоящей работе рассматривается трехмерная расчетная стационарная геотермическая модель территории Армянской ССР и прилегающих областей, а также проводится анализ некоторых, вытекающих из нее, последствий.

Расчет модели произведен на основании современных представлений о строении литосферы: мощности осадочного комплекса, рельефа поверхностей фундамента, Конрада, Мохо, а также теплогенерации в этих слоях.

Аналогично [4] решалось стационарное уравнение теплопроводности

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(a \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(a \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(a \frac{\partial T}{\partial z} \right) = \frac{\omega}{c\rho},$$

где a — коэффициент температуропроводности; $a = \frac{\lambda}{c\rho}$, λ , c и ρ соот-

ветственно теплопроводность, теплоемкость и плотность слоев; T — температура; ω — тепловыделение в единице объема; с граничными условиями, уже взятыми в соответствии с результатами счета для Кавказского региона, без учета поверхностного рельефа, с шагом 10 км (а не 50 км, как это делалось в [4]), что не могло не отразиться на улучшении точности счета.

К граничным условиям добавлены условия сопряжения на границах раздела

$$\lambda_i \left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)_i = \lambda_{i+1} \left(\frac{\partial T}{\partial n} \right)_{i+1},$$

где $i = 1, 2, 3, 4$; $i = 1$ относится к осадочному комплексу, $i = 2$ — к „гранитному“, $i = 3$ — к „базальтовому“ и $i = 4$ — к веществу верхней мантии [4].

Тепловые параметры, использованные для расчета, приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Обобщенные тепловые параметры модели

П а р а м е т р ы	i			
	1	2	3	4
λ [10^{-3} кал/см, с. град]	3,4 [15]	6,88 [15]	7,0 [15]	10,0 [15]
ρ [г/см ³]	2,4 [7]	2,7 [7]	2,9 [7]	3,3 [7]
ω [10^{-13} кал/см ³ с]	2,8 [9]	3,0 [9]	1,3 [9]	0,03 [9]

В квадратных скобках указаны источники данных таблицы.

Для теплоемкости принимались в зависимости от температуры значения от 0,19 до 0,3 [5]. На глубине 210 км задавалась постоянная температура 1600°C, что приводит к распределению температур в глубине, близкому к моделям Андерсона [17], Чепмена и Поллака [18].

Для численного решения поставленной задачи был использован метод конечных разностей, соответствующая система разностных аппроксимаций решалась методом верхней релаксации.

В результате расчетов для территории АрмССР и прилегающих районов построены: карта теплового потока на поверхности Земли, карты распределения температур на всех основных границах раздела: фундаменте, Конрада, Мохо, внутри осадочного, «гранитного» и «базальтового» комплексов, а также на глубинах 70 и 140 км.

Как и в [4], при решении задачи наблюдаемый тепловой поток (ТП) не использовался, и поэтому он может быть привлечен для проверки правомерности проведенных построений. Отметим также, что часть области Малого Кавказа охвачена неовулканизмом и поэтому не следует ожидать полного количественного совпадения данных расчета и эксперимента [1,4]. Наблюдаемый тепловой поток в областях неовулканизма всегда должен быть выше, чем расчетный (фоновый) [1]. Отсюда представляет значительный интерес сопоставление трехмерных расчетов теплового потока (ТП) и наблюдаемого, конечно, с учетом тектонического строения региона.

На территории Армении выделяются три крупные тектонические единицы общекавказского направления: Антикавказский, Севанский и Араксинский оротектонические поясы [6].

Геотермические данные свидетельствуют, что в Севанском оротектоническом поясе тепловой поток значительно выше среднемирового значения, тогда как в Антикавказском и Араксинском оротектонических поясах (ТП) соответствует средним значениям.

Перейдем к сопоставлению и анализу карт наблюдаемого и расчетного тепловых потоков.

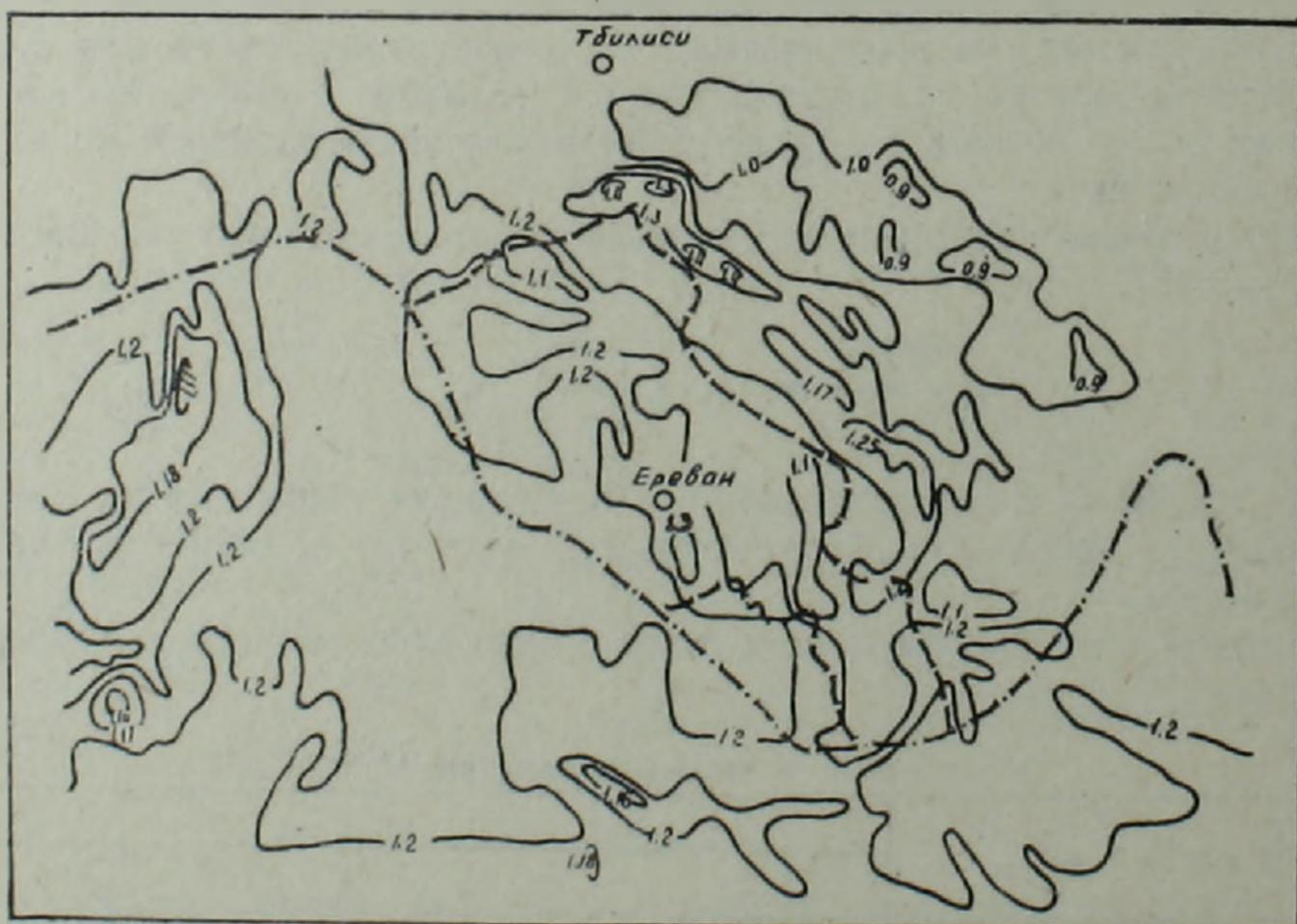


Рис. 1. Карта теплового потока на поверхности Земли территории АрмССР и прилегающих районов.

На расчетной карте теплового потока (рис. 1) на общем фоне средних тепловых потоков выделяется область несколько повышенных ($1,2-1,3 \cdot 10^{-6}$ кал/см²с) тепловых потоков, охватывающая большую часть Севанского оротектонического пояса и частично Араксинский оротектонический пояс. Наблюденный тепловой поток здесь значительно выше вычисленного (порядка $2,1 \cdot 10^{-6}$ кал/см²с). На остальной же части территории АрмССР, в области Антикавказского оротектонического пояса и Приараксинской зоне Араксинского пояса, наблюдается почти полная корреляция (ТП). Таким образом, в областях с развитым неовулканизмом корреляция между наблюдаемым и расчетным (ТП) отсутствует, там же, где нет очагов неовулканизма, наблюдается хорошая корреляция между расчетными и наблюдаемыми данными.

Несмотря на то, что Ереванско-Ордубадская и Приараксинская зоны Араксинского пояса сложены мощными (6 и 2 км соответственно) палеоген-неогеновыми отложениями, экранирующий эффект осадконакопления не наблюдается. Такое положение, кстати, характерно для всего Кавказа и акваторий Черного и Каспийского морей, что ставит вопрос о недостаточности кондуктивного теплопереноса и необходимости поисков других способов, таких как—конвекционные процессы, позволяющие за значительно меньший промежуток времени достигнуть стационарного состояния теплового потока, которое, по-видимому, наблюдается на Кавказе, несмотря на молодой возраст мощных осадочных комплексов.

Учитывая площадное распределение (узкая полоса) аномалии теплового потока на территории АрмССР, надо полагать, что источник расположен в коре на глубинах порядка 10—25 км [11,16].

В пределах территории АрмССР данные трехмерных расчетов достаточно хорошо коррелируют с данными одномерных расчетов [8].

На рис. 2,3 приводятся распределения температур на поверхностях Кондрада и Мохо.

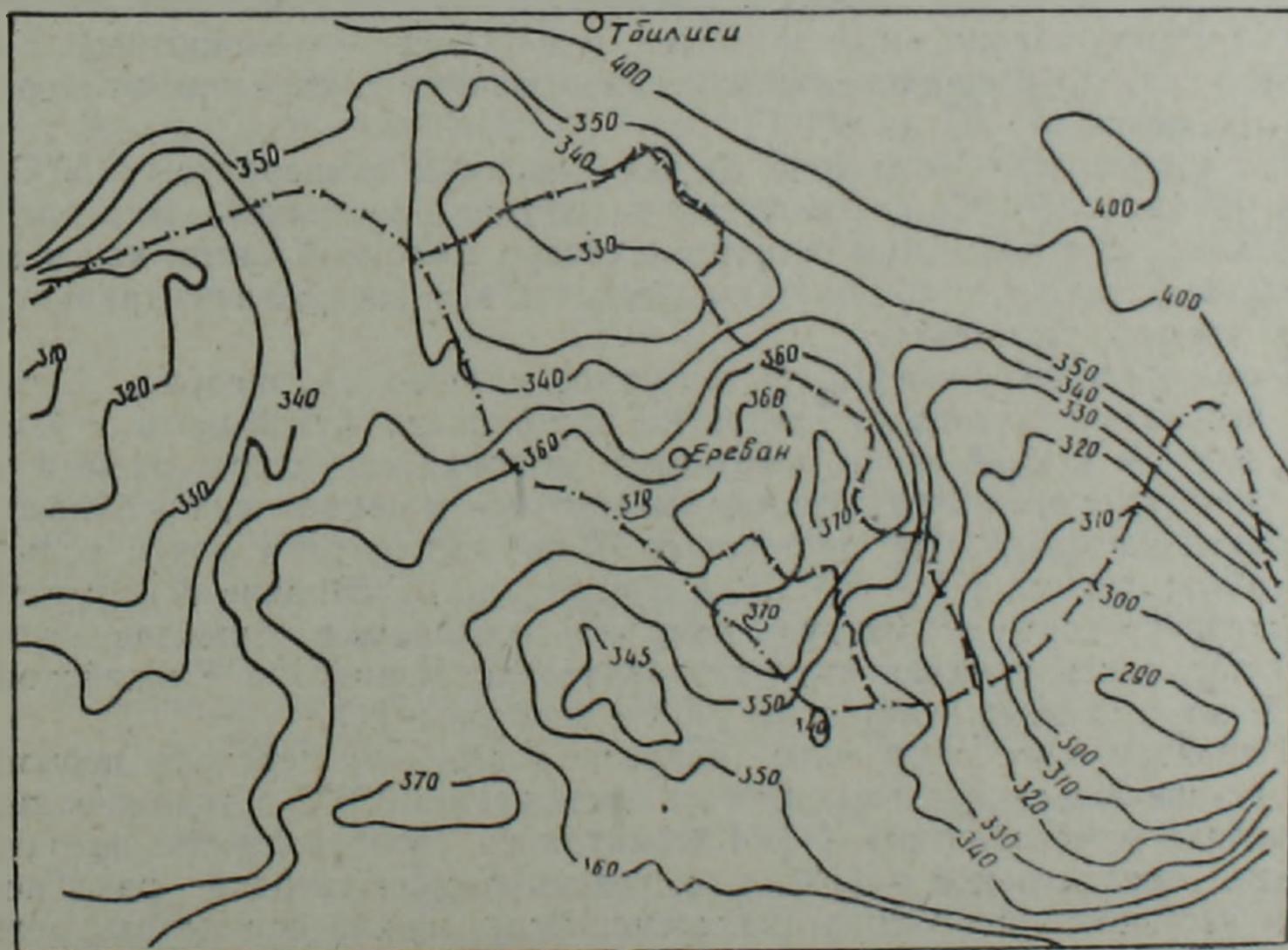


Рис. 2. Карта распределения температур на поверхности Кондрада территории АрмССР и прилегающих районов.

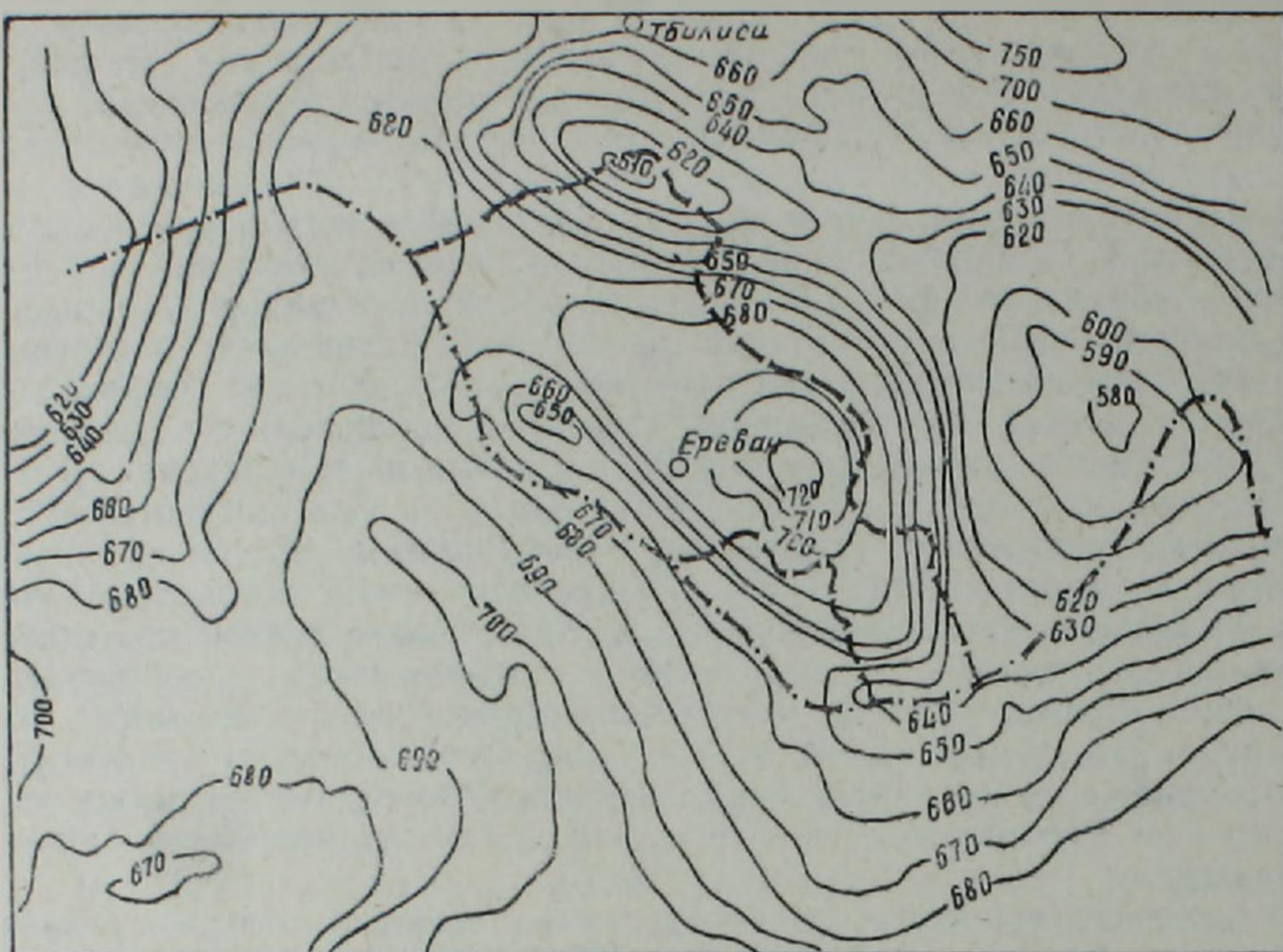


Рис. 3. Карта распределения температур на поверхности Мохо территории АрмССР и прилегающих районов.

На поверхности Конрада (рис. 2) температура меняется от 290°C (юго-восток планшета) до 400°C (северо-восток). В пределах территории АрмССР основные элементы распределения изотерм носят на юге региона субмеридиональный характер, а на севере—субширотный. Таков же характер расположения изотерм и на фундаменте, где температуры меняются от 0°C до 300°C .

На поверхности Мохо (рис. 3) как максимум температуры (750°C), так и минимум (580°C) по-прежнему находятся в восточной части планшета. Хотя, если максимум остается в северо-восточной части, как и на предыдущих срезах, то минимум смещается с юго-востока в центральную часть востока планшета.

Распределение изотерм на поверхности Мохо (в пределах Армении) несколько отлично от срезов на поверхности фундамента и Конрада, здесь в южной части появляется круговая структура, окаймленная эллиптическими структурами, вытянутыми в направлении, близком к общекавказскому. На глубине же 70 км температуры почти полностью нивелируются ($756\text{—}820^{\circ}\text{C}$), а следовательно, влияние поверхностных структур почти отсутствует, чего нельзя сказать в общекавказском масштабе, здесь влияние структур акваторий Черного и Каспийского морей четко прослеживается на 140 км и глубже [4].

Перейдем к рассмотрению вопроса о фазовом переходе первого рода в коре Земли, возникающем по достижению 600°C в увлажненных «гранитах» и «базальтах» [1]. Рассматривая этот вопрос с позиции модели, предлагаемой в [12], т. е. возникновения твердой фазы под слоем частичного плавления (инверсионного), можно определить мощностные характеристики этого инверсионного слоя [1]. Предположение о существовании на Кавказе зоны частичного плавления пород неодно-

кратно высказывалось еще в начале 70-х годов [12, 13] и подтверждено данными ГСЗ [14]. Как показывают расчеты, наибольшие мощности инверсионного слоя достигаются в Севанском оротектоническом поясе, при этом максимальные—на юго-восточном окончании. Значительные мощности инверсионного слоя в этой области подтверждаются данными ГМТЗ. Инверсионному слою соответствуют значительные суммарные продольные проводимости, что в предположении постоянства удельного сопротивления слоя (что вполне допустимо) приводит нас к выводу о значительных мощностях этого слоя [11, 12].

Интересно отметить также, что области неовулканизма приурочены к областям наибольшей мощности инверсионного слоя, что, учитывая характер магматизма (низкотемпературные магмы), свидетельствует в пользу высказанного в [1] предложения об инверсионном слое, как источнике питания неовулканизма.

З а к л ю ч е н и е

1. Предполагается трехмерная геотермическая стационарная модель Армении и прилегающих районов. В результате расчетов построены: карты теплового потока на поверхности Земли, карты распределения температур на всех основных границах раздела: фундаменте, Конрада, Мохо, внутри осадочного, «гранитного», «базальтового» комплексов, а также на глубинах 70 и 140 км.

2. Рассчитанный на поверхности тепловой поток хорошо коррелирует с экспериментальными данными в областях Антикавказского и Приараксинской зоны, а в области Севанского пояса—занижен, что объясняется наличием в этой области молодого вулканизма, не учитываемого в расчетах.

3. На основании расчетной и экспериментальной карт выделена зона аномального теплового потока, что позволит в дальнейшем рассчитать энергетику вулканической области и провести построение нестационарной модели.

4. Выделен слой частичного плавления, делается вывод о его связи с молодым вулканизмом.

Институт геофизики и инженерной
сейсмологии АН АрмССР,
Институт геофизики АН ГрССР

Поступила 26.XII.1984.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Алексидзе М. А., Буачидзе Г. И., Гугунава Г. Е., Кирия Д. К., Челидзе Т. Л. Трехмерная стационарная геотермическая модель Кавказа.—В кн.: Геофизические поля и строение земной коры Закавказья. М.: Наука, 1985. с. 123—133.
2. Алексидзе М. А., Буачидзе Г. И., Гугунава Г. Е., Кирия Д. К., Челидзе Т. Л., Шенгелая Г. Ш. Термоупругие напряжения и формирование некоторых глубинных разломов Кавказа.—Сообщения АН ГССР, 1985, т. 117, № 1, с. 53—56.
3. Алексидзе М. А., Гугунава Г. Е., Кирия Д. К., Челидзе Т. Л., Шенгелая Г. Ш. Термоупругие напряжения и сейсмичность Кавказа и прилегающих территорий.—В кн.: XIX Генеральная ассамблея сейсмологического комитета (ЕСК). М.: 1984, с. 61—62.
4. Алексидзе М. А., Буачидзе Г. И., Гугунава Г. Е., Кирия Д. К., Челидзе Т. Л. Трехмерная стационарная геотермическая модель Кавказа.—Сообщения АН ГССР, 1983, т. III, № 3, с. 505—508.
5. Алексидзе М. А., Гугунава Г. Е., Пертая К. В. Геофизические поля и строение земной коры и верхней мантии территории Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1977, с. 187—199.
6. Асланян А. Т.—В кн.: Геология СССР, т. 43, Армянская ССР. М.: Недра, 1970, с. 366—395.

7. Балавадзе Б. К. Гравитационное поле и строение земной коры в Грузии. Тбилиси: 1957. 120 с.
8. Вартанян К. С. Фоновый тепловой поток на территории Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1984, XXXVII, № 2, с. 61—64.
9. Глубинный тепловой поток Европейской части СССР. Киев: Наукова думка, 1974. 192 с.
10. Гордиенко В. В. Тепловые аномалии геосинклиналей. Киев: Наукова думка, 1975. 141 с.
11. Григорян Д. С., Шахназарян А. Д. Об электропроводности земной коры и верхней мантии по линии Бавра-Бюракан-Гехард-Кечут.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1984, т. № 5, с. 73—76.
12. Гугунава Г. Е. Взаимосвязь некоторых геофизических полей и глубинного строения Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1981. 180 с.
13. Гугунава Г. Е., Кикинадзе Д. А. О возможной связи промежуточного проводящего горизонта и минимума теплопроводности в верхних слоях Земли.—Сообщения АН ГССР, 1970, т. 58, № 1, с. 69—72.
14. Диасамидзе М. Г., Иоселиани М. С., Раджабов М. М. Сейсмическая модель земной коры в Колхидской низменности.—Сообщения АН ГССР, 1980, т. 97, № 1, с. 77—80.
15. Любимова Е. А. Термика Земли и Луны. М.: Наука, 1968. 280 с.
16. Чернявский Г. А., Яникян В. О., Мириджанян Р. Т. Некоторые результаты глубинных магнитотеллурических зондирований на территории Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1980, т. XXXIII, № 6, с. 43—50.
17. Anderson O. The temperature profile of the upper mantle. Journ. Geophys. Res. 1980, v. 85, pp. 7003—7010.
18. Pollak H. N., Chapman D. S. On the regional variation of heat flow, geotherms and lithospheric thickness.—Tectonophysics, 1977, vol. 38, pp. 279—296.

Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, XXXIX, № 2, 82—83, 1986.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК:551.594.2

П. П. МХИТАРЯН

ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ В АТМОСФЕРЕ КАК ПРИЧИНА ЗАРЯЖЕННОСТИ ОБЛАКОВ

Проблема природы возникновения электрических зарядов в облаках во время гроз все еще остается предметом обсуждений [1].

В работе [2] была высказана гипотеза о возможности протекания электролитической диссоциации в газовой фазе в присутствии паров воды и что это может служить причиной появления зарядов в облаках. Так, изучение электропроводности ряда газов, таких как CO_2 , NH_3 и др., а также их смесей в присутствии паров воды приводит к выводу, что в этих условиях в газовой фазе имеет место электролитическая диссоциация с образованием ионов [3]. Экспериментально измеренные данные по электропроводности для различных газов и их смесей приводятся в таблице 1.

Таблица 1
Электропроводность различных газов и их смесей в присутствии паров воды

Наименование газов	Напряженность E кВ/м	Плотность тока J А/м ²
Аммиак	120	$6 \cdot 10^{-5}$
Оксид углерода (IV)	88	$4 \cdot 10^{-10}$
Смесь аммиака и оксида углерода (IV)	1,2	$8 \cdot 10^{-5}$
Оксид азота (IV)	80	$8 \cdot 10^{-5}$
Оксид серы (IV)	80	$8 \cdot 10^{-6}$
Хлористоводородный газ	44	$8 \cdot 10^{-3}$
Смесь аммиака и хлористоводородного газа	0,8	$2 \cdot 10^{-3}$

7. Балавадзе Б. К. Гравитационное поле и строение земной коры в Грузии. Тбилиси: 1957. 120 с.
8. Вартанян К. С. Фоновый тепловой поток на территории Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1984, XXXVII, № 2, с. 61—64.
9. Глубинный тепловой поток Европейской части СССР. Киев: Наукова думка, 1974. 192 с.
10. Гордиенко В. В. Тепловые аномалии геосинклиналей. Киев: Наукова думка, 1975. 141 с.
11. Григорян Д. С., Шахназарян А. Д. Об электропроводности земной коры и верхней мантии по линии Бавра-Бюракан-Гехард-Кечут.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1984, т. № 5, с. 73—76.
12. Гугунава Г. Е. Взаимосвязь некоторых геофизических полей и глубинного строения Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1981. 180 с.
13. Гугунава Г. Е., Кикинадзе Д. А. О возможной связи промежуточного проводящего горизонта и минимума теплопроводности в верхних слоях Земли.—Сообщения АН ГССР, 1970, т. 58, № 1, с. 69—72.
14. Диасамидзе М. Г., Иоселиани М. С., Раджабов М. М. Сейсмическая модель земной коры в Колхидской низменности.—Сообщения АН ГССР, 1980, т. 97, № 1, с. 77—80.
15. Любимова Е. А. Термика Земли и Луны. М.: Наука, 1968. 280 с.
16. Чернявский Г. А., Яникян В. О., Мириджанян Р. Т. Некоторые результаты глубинных магнитотеллурических зондирований на территории Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1980, т. XXXIII, № 6, с. 43—50.
17. Anderson O. The temperature profile of the upper mantle. Journ. Geophys. Res. 1980, v. 85, pp. 7003—7010.
18. Pollak H. N., Chapman D. S. On the regional variation of heat flow, geotherms and lithospheric thickness.—Tectonophysics, 1977, vol. 38, pp. 279—296.

Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, XXXIX, № 2, 82—83, 1986.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК:551.594.2

П. П. МХИТАРЯН

ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ В АТМОСФЕРЕ КАК ПРИЧИНА ЗАРЯЖЕННОСТИ ОБЛАКОВ

Проблема природы возникновения электрических зарядов в облаках во время гроз все еще остается предметом обсуждений [1].

В работе [2] была высказана гипотеза о возможности протекания электролитической диссоциации в газовой фазе в присутствии паров воды и что это может служить причиной появления зарядов в облаках. Так, изучение электропроводности ряда газов, таких как CO_2 , NH_3 и др., а также их смесей в присутствии паров воды приводит к выводу, что в этих условиях в газовой фазе имеет место электролитическая диссоциация с образованием ионов [3]. Экспериментально измеренные данные по электропроводности для различных газов и их смесей приводятся в таблице 1.

Таблица 1
Электропроводность различных газов и их смесей в присутствии паров воды

Наименование газов	Напряженность E кВ/м	Плотность тока J А/м ²
Аммиак	120	$6 \cdot 10^{-5}$
Оксид углерода (IV)	88	$4 \cdot 10^{-10}$
Смесь аммиака и оксида углерода (IV)	1,2	$8 \cdot 10^{-5}$
Оксид азота (IV)	80	$8 \cdot 10^{-5}$
Оксид серы (IV)	80	$8 \cdot 10^{-6}$
Хлористоводородный газ	44	$8 \cdot 10^{-3}$
Смесь аммиака и хлористоводородного газа	0,8	$2 \cdot 10^{-3}$

Можно полагать, что количество ионов, образовавшихся за счет электролитической диссоциации электролитов, находящихся в атмосфере, вполне достаточно для возникновения зарядов в облаках. Действительно, по данным табл. 1 можно оценить, что из 11 мг сернистого газа в каждую секунду образуется $8 \cdot 10^{-9}$ Кл заряда, из 8 мг оксида азота (IV) — $8 \cdot 10^{-8}$ Кл, 1,5 мг аммиака в смеси с другими газами — $2 \cdot 10^{-6}$ Кл.

Указанные выше эксперименты проводились при атмосферном давлении, т. е. в условиях, близких к атмосферным. Поэтому можно проводить параллель между экспериментом и явлениями, происходящими в атмосфере.

Согласно [4, 5] содержание оксида серы (IV) в атмосфере колеблется в пределах $0,26—0,46$ мг. m^{-3} , а в отдельных случаях доходит до 7 мг. m^{-3} . Содержание оксида азота (IV), аммиака, хлора колеблется соответственно в пределах $0,002—0,09$ мг. m^{-3} , $0,005—0,02$ мг. m^{-3} , $0,006—0,01$ мг. m^{-3} .

Исходя из этих данных, можно вычислить количество ионов, образующихся в одну секунду за счет электролитической диссоциации указанных газов, содержащихся в $1 m^3$ воздуха, с учетом того, что аммиак в атмосфере находится в смеси с другими газами.

Расчет показывает, что в этих условиях из оксида серы (IV) должно образоваться примерно 10^{-10} Кл. сек. $^{-1}m^{-3}$, из оксида азота (IV) — $10^{-10}—10^{-9}$ Кл сек. $^{-1}m^{-3}$, а из аммиака — 10^{-8} Кл сек. $^{-1}m^{-3}$.

Согласно [6] в грозовых облаках в активной стадии в $1 m^3$ в течение одной секунды накапливается $10^{-10}—10^{-8}$ Кл объемного заряда, а средняя плотность объемных зарядов составляет $3 \cdot 10^{-9}—8 \cdot 10^{-8}$ Кл m^{-3} .

Сравнивая полученные нами экспериментальные данные с данными, приведенными в [6], следует, что концентрация ионов, образующихся в атмосфере, достаточна и даже превышает вышеуказанное количество объемных зарядов.

Как было отмечено в [7], подавляющее большинство комплексных аэроионов строения $H_3O^+(H_2O)_n$ являются ионами $H_3O^+(H_2O)_3$. В литературе отсутствуют данные относительно таких комплексных аэроионов как $NO_3^-(H_2O)_n$, $HSO_4^-(H_2O)_n$, $SO_4^{2-}(H_2O)_n$, $HCO_3^-(H_2O)_n$ и т. д. Однако даже при $n=1$ масса вышеуказанных отрицательных аэроионов больше по сравнению с массой $H_3O^+(H_2O)_3$. Поэтому комплексные аэроионы под действием восходящего потока воздуха должны подвергаться сепарации. Сравнительно легкие аэроионы (положительные) распределяются в верхних слоях облаков, а тяжелые (отрицательные) — в низких.

Ереванский политехнический институт



Поступила 9.X.1985.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мучник В. М., Фишман Б. Е. Электризация грубодисперсных аэрозолей в атмосфере. Л.: Гидрометеониздат, 1982 стр. 187—189.
2. Мхитарян П. П. Об одной гипотезе заряженности облаков.—Изв. АН АрмССР, «Науки о Земле». 1978, № 2, с. 69—73.
3. Мхитарян П. П. Явление электролитической диссоциации в газовой фазе в присутствии паров воды.—Армянский химический журнал, 1986 № 8.
4. Смирнов В. В. Атмосферные ионы.—Вопросы атмосферного электричества, вып. 24(89) 1980, с. 3—28.
5. Чальмерс Дж. А. Атмосферное электричество. Л.: Гидрометеониздат. 1974. 364 с.
6. Юнге Х. Химический состав и радиоактивность атмосферы. М.: Мир, 1965. 80—86 с.