A. I. KARAPETIAN, H. P. GUYUMDJIAN, E. M. NALBANDIAN

ON THE NEW HIGH TECHNOLOGICAL SILICA RAW MATERIAL OPALITES ORE DEPOSIT DISCOVERY

Abstract

On the Armenian SSR territory not many rich in silica rocks have low density and solidity as well as have low contents of trace elements and dye-oxides, and among those there are very rare ones with a high activity during chemical interactions. From this point of view the chalk-like quartzite-opalites of the new discovered Gomshategh ore deposit (Sisian region) are unique. These rocks easily undergo the technological processing. Quartzite-opalites formation is connected with fumarole-solfataric activities of the Gomshategh Miocene volcano.

The exploiting of qartzite-opalites is able to stimulate new industrial fields development in our republic.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Магидович В. И., Финько В. И.* Фарфоровые камни. В сб.: Новые виды неметаллических полезных ископаемых, Наука, 1975.
2. *Наковник Н. И.* Вторичные кварциты СССР. Недра, М., 1964.
3. *Набоко С. И.* Современные гидротермальные процессы и метаморфизм вулканических пород. Тр. лаборатории вулканологии АН СССР, вып. 19, 1961.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XXXVIII, № 2, 41—48, 1985.

УДК:553.26(479.25)

ДЖ. В. МХИТАРЯН, А. К. БАСАНИН

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЖИЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ В КЛИНОВИДНОМ БЛОКЕ ОДНОГО ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАЛОГО КАВКАЗА

Методом качественного моделирования установлены геодинамические условия формирования рудных жил в клиновидном блоке, соответствующие дорудному, предрудному и внутрирудному этапам. Полученная информация о напряженном состоянии геологической среды на разных стадиях формирования месторождения способствует выяснению физической сущности структурного контроля и разработке критериев на поиски скрытого оруденения.

Месторождение приурочено к стыку двух крупных тектонических блоков Малого Кавказа (рис. 1): Памбакского—с севера и Цахкуняцкого—с юга. В целом оно расположено в пределах клиновидного тектонического блока, ограниченного крупными дорудными разрывными нарушениями. В строении блока участвуют среднеэоценовые вулканогенно-осадочные образования, пронизанные верхнеэоцен-нижнеолигоценовыми субвулканическими и интрузивными телами, а также жильными дериватами последних, образующими дайковый пояс близширотного простирания. Эти образования, общей мощностью 2000 *м*, характеризуются пестрым составом. В них выделяются перемежающиеся пласты андезитов, дацитов и их пирокластических разностей.

Наиболее широко развиты пачки слоистых туфов, характеризующиеся непостоянной мощностью (150—250 *м*). Местами наблюдается чередование тонких и грубых слоев, что свидетельствует о некомпетентности пласта к пластичным деформациям, вследствие чего образуются разрывные нарушения, согласные со слоистостью. Несмотря на широкое развитие слоистых пород, мелкие складки волочения в них встречаются очень редко. Обычно вулканиты смяты в крупные линейные складки близширотного, северо-западного простираний.

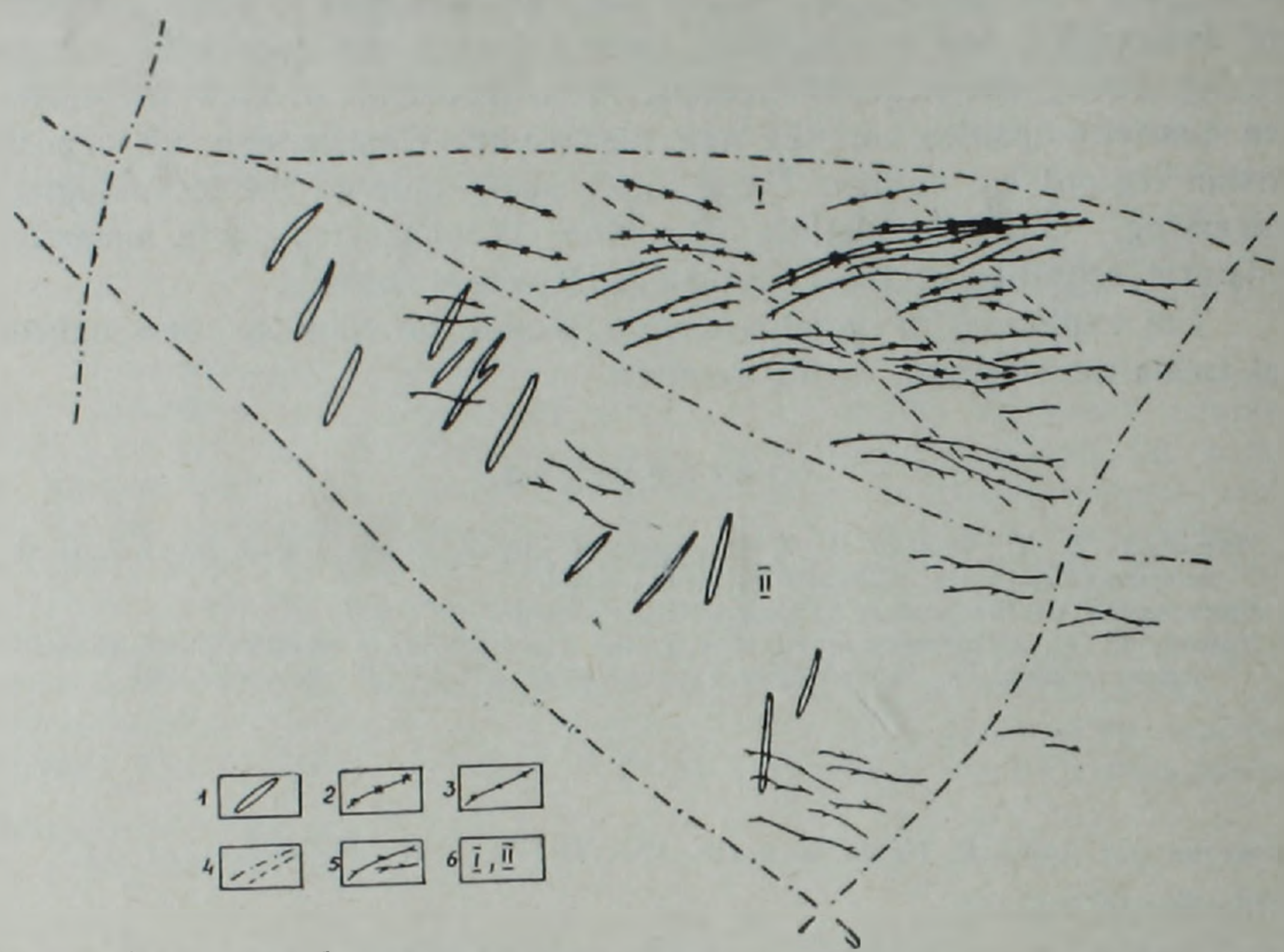

Рис. 1. Схематический план размещения рудных жил и даек на месторождении. 1. Дайки диоритовых порфиритов. 2. Дайки сиенит-порфиров, 3. Минетты. 4. Разрывные нарушения. 5. Рудные жилы. 6. Блоки: I—Памбакский, II—Цаукунякский.

Жилы месторождения контролируются сколовыми разрывами высоких порядков, которые закономерно наследуют направления слоистости туффитов, межпластовые контакты пород и зальбанды крутопадающих даек. Эти нарушения близширотного простирания отмечаются по всей площади блока, но рудовмещающими они являются, главным образом, в контактах даек. По структурно-морфологическим особенностям жилы подразделяются на: 1) простые (в интрузивных породах); 2) сложные (в апикальных частях интрузива, реже в самом интрузиве), сопровождаемые мелкими отходящими жилами и 3) крутопадающие жильные зоны (в вулканитах) сложного зонального строения. Наиболее характерными из них являются жилы третьей группы, приуроченные к сложным тектоническим разрывам. Промышленные руды здесь образовались гидротермально-метасоматическим путем после формирования гранитоидов.

Для изучения геодинамических условий формирования приоткрытых благоприятных рудовмещающих разрывов в клиновидном блоке был использован метод моделирования. Моделирование—это совокупность экспериментальных работ по составлению или изготовлению моделей с расчетом физико-механических параметров и различных исследований на них. Сравнение модели и объекта осуществлялось на основе теоретических разработок М. В. Гзовского [1], В. А. Короле-

ва, Ш. Д. Фахтуллаева [2] и других с обязательным соблюдением критериев, содержащих условия подобия, представляющих собой отношения параметров модели (размер, время, напряжение, упругость и др.) к аналогичным параметрам, характеризующим моделируемый объект. Проведенные нами тектонофизические исследования на примере одного из жильных месторождений Малого Кавказа позволили воссоздать картину напряженного состояния геологической среды на разных стадиях его формирования.

Влияние геодинамических условий формирования месторождения на структурную позицию разрывных нарушений и связанных с ними рудных тел нами изучалось методом моделирования на фотоупругих материалах (глицерин-желатиновый студень).

Здесь следует оговориться, что в связи с отсутствием достоверных способов определения величин палеотектонических напряжений на геологических объектах и невозможности реконструкции значений упругих и прочностных параметров горных пород в каждой точке исследуемой среды полное соблюдение условий подобия при тектонофизическом моделировании в принципе невозможно. При четко установленных границах аналогии применение метода фотоупругости для решения качественных тектонофизических задач вполне допустимо и оправдано.

Основные разрывные нарушения, ограничивающие клиновидный блок, задавались сплошными прорезями в модели. Теоретически напряженное состояние многосвязной области, то есть области, имеющей нарушения сплошности, зависит главным образом от коэффициента Пуассона (μ —упругие свойства). Условия подобия в данном случае соблюдаются при равенстве коэффициентов Пуассона модели и природного прототипа. При качественном моделировании строгое соблюдение указанного условия не обязательно, поскольку связанная с этим погрешность обычно не превышает 10% [2].

Таблица 1

Физико-механические свойства рудовмещающих пород*

Порода	Кол-во проб	г/см³	$П_{эфф}$, %	Скорость прохождения упругих волн, м/сек		Параметры упругих свойств		
				Vp	Vs	E, кг/см³	G, кг/см³	μ
Лавобрекчии андезитов, измененные	4	2,60	3,58	4500	2655	4,46	1,82	0,24
Андезитовые порфириты, свежие (субвулканичес.)	5	2,64	0,70	5100	2930	5,58	1,49	0,26
Андезиты, слабоизмененные	4	2,72	2,49	5500	2895	6,08	2,28	0,30
Андезито-дациты, слабоизмененные	5	2,62	3,60	5200	2990	6,08	2,46	0,26
Дациты, слабоизмененные	7	2,66	2,98	4400	2460	4,12	1,61	0,27
Монцониты	6	2,72	1,25	5700	3272	7,24	2,91	0,26
Граносиениты	5	2,71	1,34	5200	3068	6,17	2,55	0,24

* Анализы выполнены в ИГН АН АрмССР и Армнипроцветмет.

Изучаемый объект рассматривался нами как однородное многосвязанное тело, находящееся в условиях плоской деформации. Основанием для таких представлений служили данные по физико-механическим свойствам вмещающих пород (табл. 1). Результаты полевых наблюдений ориентировки складчатости, сланцеватости и основных разрывных нарушений также дают основание предполагать, что линейные складчатые структуры месторождения и осложняющие их северо-

западные разрывные нарушения формировались в условиях близгоризонтального сжатия в северо-восточном направлении. Ориентировка даек и рудных жил, выполняющих восток-северо-восточные, близширотные сколовые нарушения, может свидетельствовать о смене плана деформаций с близмеридионального на близширотный в предрудной и внутрирудной стадиях формирования месторождения.

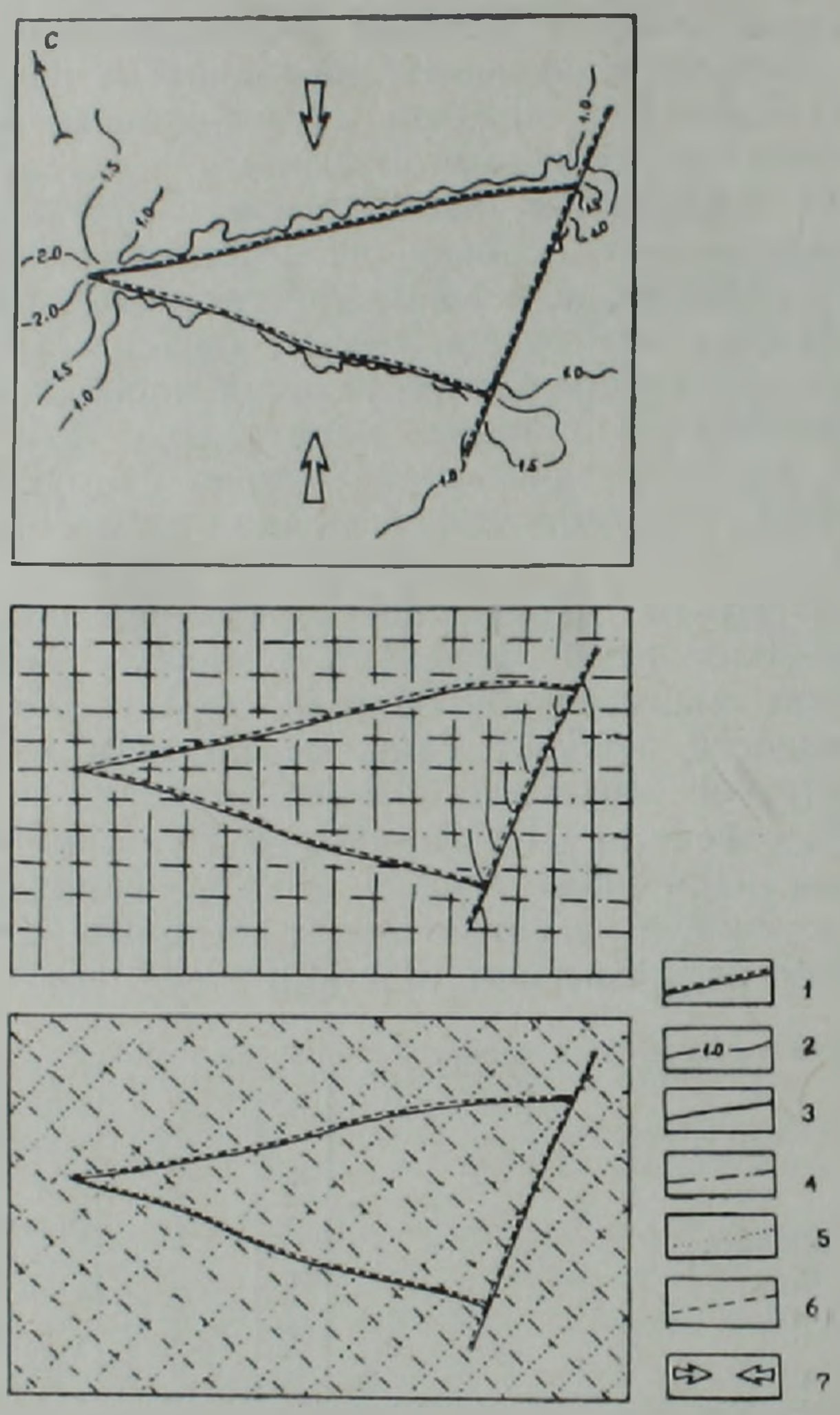

Рис. 2. Распределение напряжений в модели клинообразного блока при близмеридиональном сжатии. 1. Разрывные нарушения. 2. Изолинии максимальных касательных напряжений (τ_{max} в относительных единицах). Траектории осей напряжений: 3. Максимальных сжимающих (σ_3); 4. Минимальных сжимающих (σ_1); 5, 6. Максимальных касательных (τ_{max}); 7. Направления сжатия.

Результаты моделирования изображены на рис. 2 и 3. На рис. 2 видно, что при близмеридиональном направлении стресса значительных концентраций напряжений внутри клинообразного блока не наблюдается. Концентрации напряжений возникают лишь в местах сочленения разрывных нарушений, ограничивающих тектонический блок. В целом поле напряжения однородное: траектории осей напряжений (σ_3) совпадают с направлением регионального сжатия, что обусловило формирование продольных складок. При таком плане деформации, соответствующем дорудному этапу, в пределах блока возникли

три системы разрывных нарушений: близширотная, северо-западная и северо-восточная. Первая из них ориентирована перпендикулярно (в горизонтальной проекции) к траекториям осей напряжений. Сколовыми нарушениями этой системы контролируются рудные тела месторождения. Они выдержаны по простиранию и падению. Их четкие прямолинейные тектонические контакты сопровождаются глинкой трения, что свидетельствует об их неоднократном подновлении. Нередко вдоль контактов рудовмещающих разрывов отмечаются смещения сбросо-сдвигового характера. На этих участках по контактам жил образуются зоны брекчирования, где их мощность резко увеличивается.

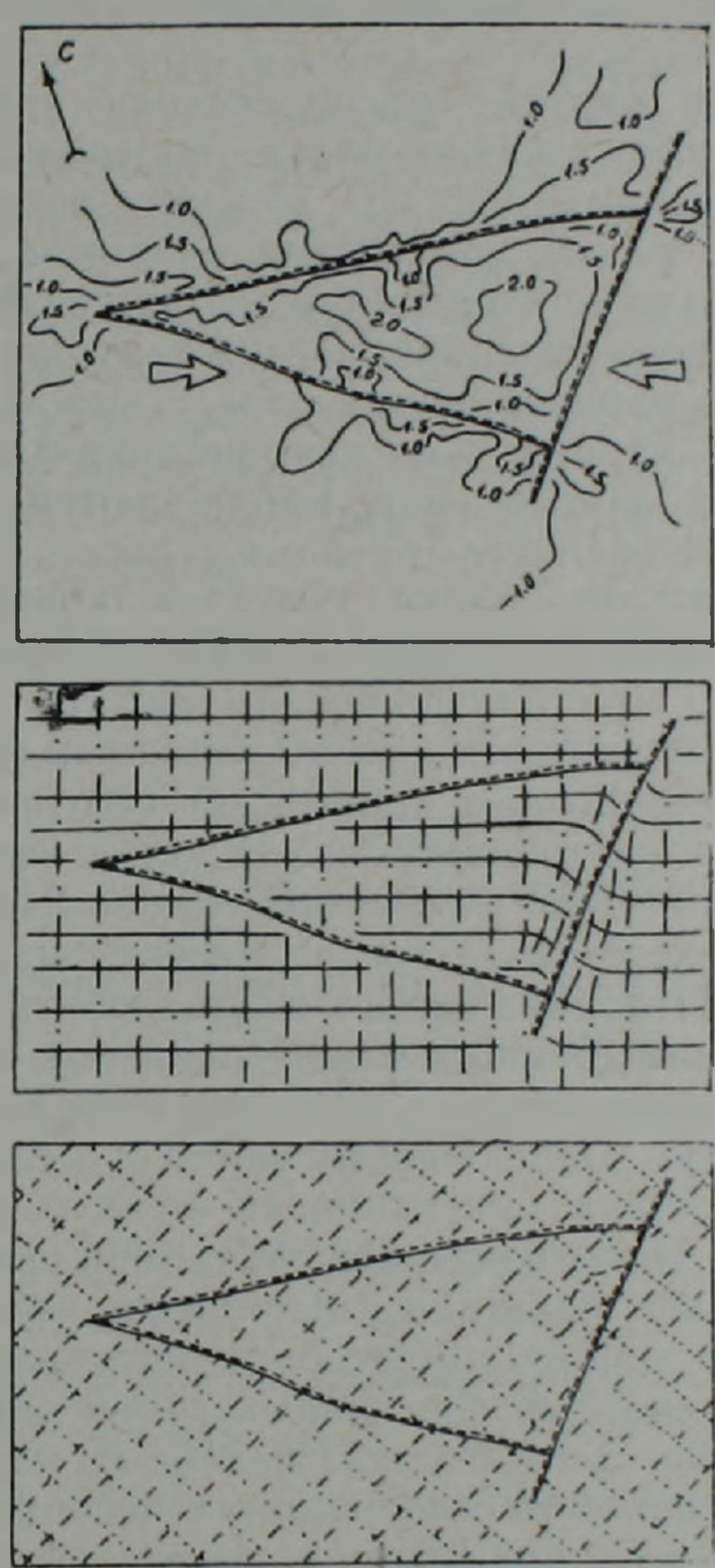

Рис. 3. Распределение напряжений в модели клинообразного блока при близширотном сжатии (условные обозначения—см. рис. 2).

Системы разрывов северо-западного и северо-восточного простираний соответствуют направлениям максимальных касательных напряжений (σ_{max}). Из них более четко выражена северо-западная система. Разрывы этого направления также характеризуются прямолинейностью, выдержанностью и, как правило, развитием вдоль них мощных (до 50 *см*) зон глинок трения. По всей площади они распределены равномерно. Некоторые из них контролируют размещение дайковых тел, нередко мелкие жилы и прожилки. Последние возникают

на участках разветвления разрывов и в местах изгибов мелких приразломных складок.

Северо-восточные разрывные нарушения, возникшие в дорудное время, представлены в основном зонами интенсивной трещиноватости и нередко дайкообразными субвулканическими телами. Отмеченные зоны трещиноватости несомненно свидетельствует о наличии в фундаменте крупных разрывов того же простирания. Подвижки по контактам северо-восточных разрывов обычно непостоянны по знаку, величине и намного меньше, чем у северо-западных нарушений. Как правило, только отдельные фрагменты этих разрывов представлены четко выраженными зонами нарушений, обычно сбросами, реже—сбрососдвигами.

Качественно иная картина распределения напряжений наблюдается при близширотном сжатии блока, вызывающем предрудное и внутрирудное деформации (рис. 3). Помимо локальных максимумов поля напряжений в местах сочленения разломов в пределах блока выделяются две области концентрации напряжений: вблизи барицентра блока и в его северо-западной части, на участке сочленения разрывных нарушений, ограничивающих блок с юга и севера. Траектории напряжений в целом параллельны оси регионального стресса; отклонения от указанного направления наблюдаются вблизи северо-восточного блокоограничивающего разлома.

Существование внутри блока областей концентрации напряжений обусловлено, вероятно, неравномерным распределением напряжений на его границах. При близширотном сжатии тектонические силы действуют под острым углом к северо-западным разрывным нарушениям, в результате чего по ним происходят повторные подвижки. Разлом северо-восточного простирания был зажат, и смещения по его плоскости не происходили. При этом интенсивно подновляются близширотные и часть северо-западных разрывных нарушений. В результате тектонофизического анализа по сопряженным трещинам и рудным жилам устанавливается близгоризонтальное положение сжимающих (σ_3) и перпендикулярно к ним растягивающих (σ_1) осей деформаций. Эти данные хорошо согласуются с результатами статистической обработки замеров ориентировки рудных прожилков. Анализ сопряженных систем трещиноватости, разломов и рудных прожилков позволил наметить два подэтапа в процессе минералообразования: ранний и поздний. В раннем подэтапе приоткрывались запад-северо-западные и часть широтных разрывных нарушений, вследствие чего вдоль них образовались зоны гидротермальных метасоматитов с относительно небольшим набором минеральных ассоциаций. О принадлежности их к раннему внутрирудному подэтапу свидетельствуют многочисленные рудные жилы северо-западного простирания, развивающиеся вдоль контактов пачек и пластов вмещающих пород, а также минеральные ассоциации, соответствующие ранним кварц-безрудной и кварц-пиритовой стадиям.

Для позднего внутрирудного подэтапа характерно изменение направления максимальных и соответственно-минимально-сжимающих осей деформаций. В это время приоткрывались широтные и восток-северо-восточные разрывы, являющиеся наиболее важными рудовмещающими структурами месторождения. Максимальные концентрации подобных структур отмечаются вблизи барицентра блока, т. е. в областях, характеризующихся высокими концентрациями напряжений.

Таким образом, результаты тектонофизического моделирования свидетельствуют о том, что на первом этапе, соответствующем дорудной стадии формирования месторождения, в пределах рассматривае-

мого блока образовалась система соскладчатых сколовых нарушений близширотного, северо-западного и северо-восточного простираний. Первые две системы в горизонтальной проекции перпендикулярны к траекториям осей напряжений, а третья—косоориентирована к ней. Вследствие однородности поля внутренних напряжений сколовые нарушения распределяются по площади тектонического блока равномерно и выдержаны по простиранию. На втором этапе деформации, соответствующем предрудной (дайковой) и внутрирудной стадиям формирования месторождения, наиболее благоприятные условия для образования зон трещиноватости и приоткрывания существовавших к тому времени разрывных нарушений создавались в областях концентрации напряжений, т. е. в барицентре блока. Следует отметить, что один из двух максимумов поля напряжений, полученных при моделировании, соответствует восточному участку месторождения, где локализована большая часть известных в настоящее время рудных жил. Это свидетельствует о важной роли тектонического фактора в процессе формирования и локализации рудных жил. Можно предположить, что на северо-западном участке месторождения, соответствующем второму максимуму, существовали аналогичные структурные условия для образования рудоконтролирующих разрывных нарушений. К тому же выявляется определяющая роль северо-восточного разлома в тектоническом контроле оруденения.

ИГН АН Армянской ССР,
ИГЕМ АН СССР

Поступила 17. 01. 1985.

Ջ. Վ. ՄԽԻԹԱՐՅԱՆ, Ա. Կ. ԲԱՍԱՆԻՆ

ԵՐԱԿԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՅՆԱՑՄԱՆ ՏԵՂԱՅՆԱՑՄԱՆ ԳԵՈԴԻՆԱՄԻԿ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ ՓՈՔՐ ԿՈՎԿԱՍԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻՑ ՄԵԿԻ ՍԵՊԱՆՄԱՆ ԲԵԿՈՐՈՒՄ

Ամփոփում

Որակական մոդելացման մեթոդով որոշված են հանքային երակների ձևավորման գեոդինամիկ պայմանները, որոնք համապատասխանում են մինչհանքային, նախահանքային և միջհանքային էտապներին։ Երկրաբանական միջավայրի լարված վիճակի մասին ստացված տեղեկությունները հանքավայրի ձևավորման տարբեր փուլերում հնարավորություն են ընձեռում պարզաբանելու ստրուկտուրային վերահսկման ֆիզիկական էությունը և մշակելու չբացահայտված հանքայնացման որոնման չափանիշներ։

J. V. MKHITARIAN, A. K. BASANIN

THE VEINED MINERALIZATION LOCALIZATION GEODYNAMICAL CONDITIONS IN A MINOR CAUCASUS ORE DEPOSIT WEDGE-SHAPED BLOCK

Abstract

By methods of qualitative modelling pre-ore, before-ore and intra-ore stages geodynamical conditions of vein-forming process are consi-

dered. Obtained data on the geological environment intense condition during the ore formation various stages promote the clearing up the structure control physical nature as well as the elaboration of prospecting criteria.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гзовский М. В.* Основы тектонофизики. М., Наука, 1975.
2. *Королев В. А., Фахтуллиев Ш. Д.* Общие вопросы моделирования структур рудных полей и месторождений. В кн.: Эксперимент и моделирование в структурообразующих процессах рудогенеза. Новосибирск, Наука, 1976.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XXXVIII, № 2, 48—53, 1985.

УДК:550.36(479.25)+553.24.065

К. С. ВАРТАНЯН, Н. М. ЯКОБИ

ИСТОЧНИКИ АНОМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НА ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

В соответствии с представлениями полиморфно-адвекционной гипотезы рассчитаны значения аномального теплового потока, связанного с геосинклинальной складчатостью (30 *млн. лет*) и последним этапом магматической активизации (6 *млн. лет*).

Приводится кривая пространственной аномалии Малокавказской геосинклинали вдоль профиля Маркара-Пойлы, занимающая промежуточное положение между рассмотренными значениями теплового потока. Приведена также кривая глубинного распределения температур (до 150 *км*).

Тепловой поток (ТП) на территории Армянской ССР существенно выше, чем во многих других регионах Закавказья: средние его величины составляют 70—80 *мВт/м*^{2}, что значительно превышает обусловленные радиоактивным распадом в земной коре и верхней мантии величины фонового теплового потока, составляющие в среднем 50 *мВт/м*^{2} [2]. Очевидно, что фиксируемые аномалии связаны с глубинными процессами, геологическим проявлением которых являются альпийская складчатость в геосинклинали Малого Кавказа и молодой, миоплиоценовый магматизм в центральной части территории Арм. ССР. Поэтому кажется логичным предположение, что источники тепла, обусловливающие аномалию, располагаются в недрах частей региона, охваченных указанными активными геологическими процессами. Этот вывод подтверждается и сравнением аномальных ТП с геологическими данными: максимум распределения ТП пространственно совпадает с центральными частями геосинклинальной складчатой зоны и областью вулканизма [8].

Для интерпретации аномальных ТП необходимо прежде всего датировать указанные активные геологические процессы. По данным работ [1, 4, 6], возраст геосинклинальной складчатости можно оценить в 25÷30 *млн. лет*, а возраст последнего этапа магматизма— в 6 *млн. лет*. Судя по составу вулканогенных пород (преимущественно основному), можно предположить, что этот этап магматизма отличается от предыдущих, непосредственно связанных с геосинклинальным развитием территории, и представляет собой дополнительный вид активизации.