Известия НАН РА, Науки о Земле, 2004, LVII, No.2, 9-16

### ЭКСПЛОЗИВНЫЕ БРЕКЧИЕВЫЕ ТЕЛА КАДЖАРАНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ И УСЛОВИЯ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

## © 2004 г. М. А. Арутюнян, А. Х. Мнацаканян, Р. Н. Таян

Институт геологических наук НАН РА 375019, Ереван, пр Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения E-mail rubenhar@yahoo com hrshah@sci am Поступила в редакцию 05 05 2004 г.

В статье рассматривается пространственное и структурное размещение флюндно-эксплозивных брекчиевых тел в пределах Каджаранского рудного поля. Описываются особенности их внутреннего строения, состав и размерность кластического материала, степень эксплозивности, характер цементирующего субстрата Приводятся петрохимические составы пород брекчиевых тел и параметры химизма слагающих их минералов По глубине формирования выделяются моноциклические брекчии гипабиссальной фации и более приповерхностные брекчии полициклического развития.

Эксплозивные брекчиевые образования в настоящее время выявлены на всех крупных месторождениях медно-молибденовой формации руд. Характеризуются они тесной пространственновременной сопряженностью с процессами рудогенеза (Сотников, Берзина и др.1977; Туговик, 1984) и часто, как рудовмещающие породы, играют важную роль в формировании собственно месторождении

медной и молибденовой минерализаций во времени и связи молибдена с кислыми дифференциатами, а медного – с более поздними, основными дериватами.

Последующие наблюдения по срезам карьера за контактовыми взаимоотношениями брекчиевого тела и дайки порфиров, тончайшие инъекции в монцониты, а также обнаружение за пределами рудного контура выходов брекчиевых тел, содержащих литокласты даек гранодиорит-порфиров, дают основание относить брекчии к эксплозивным образованиям (Таян и др., 2002), тесно сопряженным (как и на ряде других медно-молибденовых месторождений) с процессами рудогенеза. Формировались эксплозивные брекчии после даек граноднорит-порфиров, в интервале времени между кварц-молибденитовой и кварцхалькопиритовой стадиями Все отмеченное не позволяет считать дайки гранодиорит-порфиров внутрирудными, а формирование руд Каджаранского месторождения связывать с различными этапами рудно-магматической деятельности.

К настоящему времени в пределах Каджаранского рудного поля установлены три брекчиевых тела (рис.1, участки 1,2,3). Первое из них – известный выход Центрального участка рудного штокверка (Пашков и др., 1975; Карамян и др., 1976). Второе вскрыто водоотводной штольней р Саккар и расположено в 3,5 км к востоку от месторождения. Третье, наиболее крупное (до 0,8 км<sup>2</sup>) штокообразное тело обнажается на западном склоне высоты "Медвежья". Последние из отмеченных тяготеют к участкам пересечения субширотной тектонической зоны правобережья р Вохчи, вмещающей пояс предшествующих оруденению даек мегафировых гранодиорит-порфиров с субмеридиональным дайковым поясом выс. "Медвежья" (Таян, 1984).

Ранние публикации (Пашков и др., 1975; Шипулин и др., 1975; Карамян и др., 1976) по выходу брекчий Центрального участка месторождения отражают особенности его проявления на горизонте 2130 м. Резкое отличие по облику от известных в пределах рудного поля даек, а также наличие в них рудокластов кварц-молибденитовой стадни и факт пересечения их, как и самого брекчневого тела, кварц-халькопиритовыми прожилками, явились тогда основанием для выделения на месторождении "внутриминерализационной дайки" кварц - сиенит-порфирового состава (Карамян и др., 1976) или дайки олигоклазового кварцевого диорита (Пашков и др., 1975; Шипулин и др., 1975). Осложненные пострудной тектоникой контактовые взаимоотношения брекчий с дайкой граноднорит-порфира привели последних из отмеченных авторов к ошибочному представлению о месте граноднорит-порфиров в процессе рудогенеза: дорудный возраст гранодноритпорфиров, неоднократно подтвержденный рядом исследователей, ставился под сомнение, и кроме того высказывалось предположение о разрыве

# Морфология и петрографические особенности

Дайкообразное брекчиевое тело Центрального участка месторождения в настоящем прослежено на глубину более чем на 200 метров (горизонты 2130-1935 м). На верхних горизонтах оно прослеживалось на расстоянии до 40 м, при изменчивой мощности от 0,2 до 2,0 м. На нижних горизонтах отмечается увеличение мощности до 4 м при протяженности в 60 м. Простирание выхода, как и даек гранодиорит-порфиров, субширотное. Падение на юг, угол падения 80°.

К характерным особенностям данного интрузивного тела следует относить брекчиевую текстуру и порфировидный облик цементирующего магматического субстрата, многочисленные тонкие апофизы во вмещающие монцониты. Преобладающие обломки, размерами 3–10 см, представлены монцонитами, без следов замещения и резко выраженных эндоконтактовых явлений. Встречаются также аплиты и микрограносиениты, известные в пределах месторождения. Магматический цемент брекчиевого тела имеет порфировидную структуру с неравномерным распределением вкрапленников (10–15% по-

верхности шлифа). Представлены они плагиоклазом и биотитом двух генераций, а также редкими выделениями калишпата и роговой обманки, нацело замещенной агрегатом хлорита и карбоната. Плагноклаз первой генерации имеет таблитчатый облик, интенсивно пелитизирован, альбитизирован и испешрен чешуйками серицита и биотита. Плагиоклаз - II (№ 30-28) имеет тонкопризматический габитус, слабо пелитизирован и нередко образует каемки вокруг кристаллов первой генерации. Ранний биотит сохранился в виде буровато-коричневых реликтов в хлориткальцитовых псевдоморфозах. Поздний биотит развит более широко и представлен длиннопризматическими кристаллами коричневато-бурого или зеленоватого цвета, нередко изогнутыми и деформированными. Отмечаются переходы к мелким пластинкам, нгольчатым выделениям биотита в основной массе. Порфировые выделения калишпата имеют таблитчатый облик и микропертитовое строение. Основная масса - среднеили мелкозернистая, микрогранитовой структуры с переходами к микроаллотриоморфной структуре, участками микропойкилитовой. Она сложена таблитчатыми зернами тонкосдвойникованного кислого плагиоклаза, ксеноморфными выделениями калишпат-микропертита, кварцем и тонкими призмами биотита. Отмечаются каемки из калишпата вокруг зерен плагиоклаза. Из акцессорных минералов встречаются апатит, сфен, магнетит Характерна мелкая равномерная вкрапленность пирита. Постмагматические новообразования представлены биотитизацией, адуляризацией и разрастанием "глазков" мозаичного кварца. Брекчиевое тело водоотводной штольни Саккар (рис.1, уч 2) вскрыто по мощности на 4м, степень насыщенности обломками достигает 85-90% Брекчия представляет собой плотно сцементированный полимиктовый агрегат неотсортированных пород, размером 5-6, реже 10-12см, среди которых преобладают биотит-амфиболовые монцониты, отмечаются также амфибол-биотитовые и кварц-биотитовые монцогаббро, сиениты, аплиты, кварцевые диориты и гранодиориты, известные либо в пределах вмещающей монцонитовой интрузии, либо в ее обрамлении. Форма наиболее крупных обломков неправильно-угловатая, более мелких – вытянуто-округлая, иногда овальная, контуры четкие. По периферии отдельных литокластов отмечается калишпатизация.

Микроскопически структура описываемых брекчий литокристаллокластическая, тип цементации контактовый или базальный. В составе кристаллокластов преобладают калишпат, плагиоклаз и биотит. Цементирующая масса представлена на разных участках по-разному. Местами она сложена первичным кварц-полевошпатовым агрегатом аллотриоморфной или фельзитовой структуры с интенсивной эпидотизацией. хлоритизацией и окварцеванием. На других участках устанавливается обломочная структура, сложенная мелкими зернами калишпата, плагиоклаза, кварца и биотита, промежутки между которыми выполнены крипточешуйчатым хлоритом. Реже цемент представлен гидротермально-метасоматическим кварц-серицитовым агрегатом с неравномерными пятнами разрастания этих минералов. На отдельных участках брекчиевого тела литокласты дезинтегрированы до составляющих породу минералов, обломки которых имеют остроугольную форму и размеры 2-0,2 мм. Они и составляют связующую массу обломочной структуры, сложенную зернами калишпата, плагиоклаза, хлоритизированного биотита, изредка кварца. На этом фоне выделяются своим идиоморфизмом пластинки биотита буровато-корич-



Рис I Схематическая карта Каджаранского рудного поля. I. Монцониты (верх.эоцен); 2 Порфировидные граниты (ниж.миоцен); 3 Среднезернистые порфировидные гранодиориты (ниж.миоцен); 4 Спессартиты; 5 Диорит-порфириты; 6 Карцевые диорит-по-фириты; 7 Гранодиорит-порфиры (полифировые); 8 Гранодиорит-порфиры (мегафировые); 9 Эксплозивные образования; 10 Гидротермальные изменения, 11 Крупные разрывные нарушения; 12 Зоны повышенной трешиноватости; 13 Уступы карьера, 14 Участки выходов эксплозий, 15. Устье водоотводной штольни р Саккар

невого цвета. Кроме материала дезинтегрированных обломков в цементирующей массе обильно развиваются постмагматические минералы: хлорит в виде бледно-зеленоватых крипто-микрочешуйчатых агрегатов, в поле которых индивидуализируются иногда чешуйки вторичного зеленовато-бурого биотита и "глазки" мелкозернистого мозаичного кварца в ассоциации с эпидотом Отмечаются кроме того процессы кварцсерицитовых изменений с сопутствующим пиритом, накладывающимся как на литокласты, так и на цементирующую массу. Пирит в идиоморфных кристаллах, окаймленных гидроокислами железа - гидрогетитом, установлен во всех разностях брекчий и характеризуется процессами мушкетовитизации. Аналогичные гидротермальные образования проявляются в пределах Каджаранского рудного поля во вторичных кварцитах дорудного пропилитового изменения, а также в связи с кварц-пиритовой стадией минерализации.

Третий выход эксплозивных брекчий, штокообразное тело выс. "Медвежья" (рис.1, участок 3), находится на более высоком гипсометрическом уровне (2100-2200 м). Насыщенность обломками и их размерность такие же, как и в брекчиях водоотводной штольни Саккар, но с большим разнообразием кластического и цементирующего материала. Отличия заключаются в преобладании кристаллолитокластических структур, появлении витрокластов, контактовом или поровом типе цементации, структурных особенностях цементирующей массы. Состав литокластов полимиктовый, с преобладанием монцонитов и их дезинтегрированных минералов. Высоко содержание разнообразных по составу гранитоидов и гранодиорит-порфиров, кварц-серицитовых пород. В отличие от других выходов, здесь устанавливаются также ксеногенные обломки андезитов, не обнажающиеся в ближайшем окружении. Они имеют микропорфировую структуру, гиалопилитовую, микролитовую структуру основной массы с опацитизированным стеклом: нередко видна миндалекаменная текстура с синевато-зеленым тонкоагрегатным хлоритом в пустотах. Кристаллокласты обычно количественно преобладают и представлены угловатыми зернами измененного плагиоклаза (альбитизация, соссюритизация, пелитизация) микропертитового калишпата, реже микроклина, хлоритизированного биотита, кварца Кристаллокласты нередко катаклазированы и деформированы.

матическая микрофельзитовая масса 2. Вторичный мозаично-кварцевый агрегат со средне-мелкокристаллической структурой с наложенной эпидотизацией, хлоритизацией и окварцеванием 3. Однородная тонкоагрегатная структура хлоритовой массы с мелкими "глазками" кварца и эпидота. 4. Реликтовая пепловая структура с характерными дужковидными рогульчатыми обломками нацело хлоритизированного стекла и треугольными, продолговато-вогнуто-выпуклыми осколками плагиоклаза и кварца в промежуточной криптокристаллической хлоритовой массе 5. Структура полупрозрачного глинисто-хлоритового криптокристаллического агрегата в тесной смеси с гидроокислами железа

Таким образом, по наличию в кластическом материале эксплозивных тел Каджаранского рудного поля рудокластов, обломков дорудных даек, вторичных кварцитов, кварц-серицитовых метасоматитов можно утверждать, что процесс брекчирования происходил близкоодновременно с рудным процессом Это свидетельствует не только о тесной пространственно-временной, но и генетической связи явлений брекчирования с глубинными очагами порфирового магматизма и гидротермального рудообразования Разнообразие цементирующего материала, представленного как магматическим (порфировидные, аллотриоморфные, микрофельзитовые структуры), так и вторичным (мозаично-кварцевые гидротермально-метасоматические, хлоритовые агрегаты, дезинтегрированные, перетертые минеральные агрегаты) субстратами и своеобразным взрывным пепловым типом. свидетельствует о полицикличности (многократное повторение флюидно-взрывных явлений) эксплозивного брекчирования.

Витрокласты сравнительно редки, размеры их 3-4 мм. Они имеют линзовидную или неправильную форму с характерными рваными, пламеневидными контурами, содержат многочисленные микролиты и лейсты плагиоклаза, сферолиты зеленого хлорита. Собственно вулканическое стекло в них замещено волокнисто-чешуйчатым или криптокристаллическим хлоритом синеватозеленого цвета. В цементирующей массе эксплозивных брекчий описываемого выхода наблюдаются генетически разнообразные микроструктуры Их можно свести к следующим типам: 1. Первично-маг-

# Химический состав пород эксплозивных брекчий

В табл 1 приводятся химические составы цементирующих магматических субстратов эксплозивных брекчиевых образований Каджаранского рудного поля. Составы субстратов дайкообразного эксплозивного тела Центрального участка (анализы 1-4) варьируют от субщелочных (и лейкократовых) кварцевых диоритов до кварцевых монцонитов.

В этом ряду содержание SIO, возрастает от 54,6 до 59,5%, сумма щелочей - от 6,9 до 7,7%; максимальное содержание последних отмечается в лейкократовых разностях (8,6%). К.О чаще всего преобладает над Na,O По сравнению с составом вмещающих монцонитов (Мкртчян и др., 1969) в субстрате дайкообразного брекчиевого тела Центрального участка устанавливаются более высокие содержания SiO<sub>2</sub> и K<sub>2</sub>O, пониженные - ТіО, сумма двух- и трехвалентного железа, СаО и РО5. Составы субстратов эксплозивных брекчий выс. "Медвежья" (анализы 5-8) обнаруживают вариации в пределах кварцевый монцонит - кварцевый диорит. Содержания SiO., возрастают от 59,2 до 62,9% при одновременном убывании суммы щелочей от 6,7-8,2 до 6,2% за счет К,О.

Окислы	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO	54.59	58,82	59,40	59,48	59,15	60,00	61,63	62,85
TiO	0.09	0,87	0,09	0,54	0,73	0,59	0,48	0,63
ALO	20,54	18,19	15,74	14,48	20,94	19,69	15,86	15,19
Fe <sub>2</sub> O <sub>1</sub>	0,61	1,99	0,30	2,22	1,01	0,93	1,69	3,96
FeO	3,08	2,91	3,36	1,68	4,88	4,59	3,73	2,87
MnO	0,06	0,28	0,06	0,11	0,31	0,25	0,01	0,05
MgO	1,96	2,20	4,28	4,14	2,22	2,02	3,48	3,75
CaO	4,13	2,60	3,64	4,75	2,05	2,40	2,90	2,80
Na <sub>2</sub> O	1,80	3,10	2,70	2,35	4,50	3,70	3,50	4,10
K <sub>2</sub> O	5,10	5,50	4,60	5,40	2,20	4,50	4,40	2,10
P2O5	0,34	0,59	0,34	0,11	0,59	0,46	0,07	0,14
CO2	2,92	-	3,60	-	-	-	-	2,12
n.n.n.	4,47	3,02	2,34	2,85	2,06	1,56	3,50	-
H <sub>2</sub> O	0,06	0,80	0,09	0,72	-	-	0,10	0,07
Σ	99,75	100,87	100,54	98,83	100,64	100,69	101,35	100,63
		Hop	мативн	ый сост	гав по GI	IPW		
il	0,15	1,67	0,15	1,06	1,37	1,21	0,91	1,21
mgt	0,93	2,78	0,46	3,24	1,39	1,39	2,55	5,79
ap	0,67	1,35	0,67	0,34	1,35	1,35	-	0,34
or	30,05	32,28	27,27	31,72	12,80	26,71	26,16	12,24
ab	15,20	26,22	23,07	19,92	38,27	31,46	29,36	34,60
an	18,64	9,18	16,13	13,07	6,68	8,34	14,46	13,07
cor	5,20	3,77	0,31	-	8,67	5,61	0,10	1,43
wo	-	-	-	4,07	-	-	-	-
di en	4,82	-	-	3,31	-	-	-	-
fs	5,14	-	-	0,26	-	-		-
en	-	5,52	10,54	7,03	5,62	5,02	8,63	9,34
hy fs	-	2.77	5,94	0,13	7,52	7,12	4,62	1,06
P	11,35	11,41	9,97	11,17	14,90	11,23	10,99	19,46

Таблица І

ными выделениями. Для матрикса эксплозивных брекчий двух других выходов более характерны пластинчатые вкрапленники и кристаллокласты биотита.

В табл.2 приводятся химические анализы биотитов из субстрата различных участков эксплозивных брекчий. Для сравнения приведены также представительные анализы биотитов из вмещающих абиссальных монцонитов и гипабиссальных порфировидных гранитов (Шипулин и др., 1975). Отметим, что биотиты из монцонитов, порфировидных гранитов и дайкообразного эксплозивного тела Центрального участка по высокой доле Mg в октаэдрической позиции (51-61%) относятся к магнезиальным биотитам, в то время как биотиты из эксплозивных брекчий выс. "Медвежья" выше по железистости и близки к магнезиально-железистым биотитам.

Характерно, что все биотиты эксплозивных брекчий отличаются от биотитов монцонитов и порфировидных гранитов высокой титанистостью. Что касается глиноземистости и, в частности, параметра Al<sup>vi</sup> как показателя глубинности кристаллизации, то здесь соотношения более сложные. Наиболее высокая величина Al<sup>vi</sup> уста-

Примечание 1 – 4 порфировидный магматический субстрат эксплозивных брекчий Центрального участка: 1 и 3 - субщелочной кварцевый диорит; 2 - субщелочной лейкократовый кварцевый днорит; 4 - кварцевый монцонит. 5 - 8 микрофельзитовый магматический субстрат эксплозивных брекчий выс "Медвежья": 5, 6, 7 - кварцевый монцонит, 8 кварцевый днорнт

Сравнение химизма эксплозивных брекчий разных участков Каджаранского рудного поля выявляет, что субстраты брекчий выхода выс. Медвежья" относительно Центрального участка обогащены SiO2, нормативным кварцем, Na2O, FeO+Fe,O, при близких содержаниях суммы щелочей. При этом, в первом из них возрастает роль Na<sub>2</sub>O (и нормативного альбита) и убывает К,О (и нормативного ортоклаза). Подобные соотношения могут указывать или на антидромный тренд дифференциации магматического субстрата брекчий или, по Г.И.Туговику (1984), на перегрев, повышение температуры и давления флюидной фазы, обусловивших эксплозивные явления и формирование штокообразного тела брекчий.

## Химический состав минералов

навливается в глубинных монцонитах (0,206 на ф.ед), наиболее низкая (0-0,031) - в гипабиссальных порфировидных гранитах. Таким образом, очаги кристаллизации порфировых выделе-

Таблица 2

Окислы	1	2	3	4	5
SIO2	36,46	36,64	36,79	35,65	36,62
TiO <sub>2</sub>	4,46	5,28	4,80	3,20	3,27
Al <sub>2</sub> 0 <sub>3</sub>	13,40	12,59	13,23	15,74	14,36
Fe <sub>2</sub> O <sub>1</sub>	5,68	-	-	3,67	3,20
FeO	10,00	-20,66	20,49	14,62	14,54
MnO	0,25	0,07	0,01	0,22	0,30
MgO	14,13	11,08	11,30	13,40	14,76
CaO	-	-	0,16	0,17	-
Na <sub>2</sub> O	0,35	0,06	0,09	0,15	0,12
K <sub>2</sub> O	9,34	9,96	9,37	9,09	8,74
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,02	-	-	-
Cl	0,02	0,36	0,20	0,29	0,07
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,14	-	0,11	-	-
H <sub>2</sub> O*	-	-	-	3,56	3,88
Σ	94,25	97,12	96,55	99,76	99,46
Кристаллохим	формулы	в персочет	е на 14кат	нонов	
Si	5,700	5,720	5,737	5,404	5,492
AIIY	2,300	2,280	2,263	2,596	2,508
AIM	0,160	0,102	0,151	0,206	0,031
Ti	0,526	0,619	0,561	0,364	0,369
Fe <sup>+3</sup>	0,676	-	-	0,418	0,360
Fe	1,305	2,700	2,667	1,856	1,818
Mn	0,038	0,009	-	0,027	0,036
Mg	3,296	2,569	2,620	3,020	3,295
Ca	-		0.028	0.027	-
Na	0.113	0.019	0.037	0.055	0.036
K	1,859	1,988	1,872	1,765	1,656
OH	5.623	3.172	3.740	3.585	3.871
CI	-	0,094	0,641	0,073	-
f	0,38	0.51	0.50	0.43	0.40
m	0,62	0,49	0,50	0.57	0,60
Na +K/Al	80,2	84,3	79,1	65,0	66,6

Химический состав породообразующих минералов в эксплозивных брекчиях Каджаранского рудного поля определялся в прозрачнополированных шлифах на электронном микроанализаторе САМЕВАХ в Департаменте морской геологии IFREMER, Брест, Франция.

Биотит, как указывалось выше, представлен в магматическом цементе дайкообразного эксплозивного тела Центрального участка двумя генерациями, ранняя из которых сохранилась в виде реликтов в хлорит-кальцитовых псевдоморфозах, поздняя представлена свежими идиоморф-

Примечание: 1 - обр 30, биотит из вкрапленников эксплозивного тела Центрального участка; 2 - 3 обр. 123 и 122 биотиты из матрикса штокообразного эксплозивного тела выс Медвежья 4 - биотит из вмещающих монцонитов; 5 - биотит из вкрапленников порфировидных гранитов.

ний биотитов из магматического субстрата эксплозивных брекчий по Al<sup>vi</sup> оказываются более глубинными относительно очагов порфировидных гранитов. В свою очередь, различия по величине Al<sup>vi</sup> в брекчиях Центрального участка (0,160 на ф.ед.) и выс. "Медвежья" (0,102-0,151 на ф.ед.) указывают на относительно более приповерхностный характер последних. Биотиты



изученных брекчиевых тел характеризуются кроме того значительно более высоким Na+K/ Al (79,1-84.3) отношением, что наряду с высокой ролью Ti (0,53-0,62 на ф.ед.) свидетельствует об условиях повышенной щелочности в очаге их кристаллизации.

На днаграмме в координатах магнезиальность (m)-титанистость (TiO<sub>2</sub>, вес. %) по (Bachinski, 1984) биотиты из эксплозивных брекчий располагаются вблизи низкобарной области умеренно-магнезиальных высокотитанистых составов (рис.2).

Составы полевых шпатов из матрикса изученных эксплозивных брекчий приведены в табл.3.

Плагиоклаз в дайкообразном эксплозивном теле Центрального участка представлен двумя генерациями, первая из которых сложена короткопризматическими и таблитчатыми кристаллами, а вторая - удлиненными зернами в основной массе или образует пойкилитовые вростки в калишпате. В брекчиях выс "Медвежья" плагиоклаз имеет преимущественно облик угловатых кристаллокластов, неравномерно альбитизированных и катаклазированных; в матриксе плагиоклаз входит в состав мелкокристаллического кварц-полевошпатового микрофельзитового агрегата. Химический состав плагиоклаза во всех брекчиевых телах варьирует от кислого андезина до чистого альбита (табл 3, анализы 1-4) Калишпат представлен ксеноморфными зернами, нередко с пертитовыми вростками альбита (дайкообразное тело брекчий Центрального участка). Некоторые кристаллы неправильной формы могут быть и вкрапленниками, и реликтами дезинтегрированных до отдельных зерен

# •1 •2 •3 •4 TiO<sub>2</sub>, Bec.%

Рис.2 Соотношение магнезиальности (т) и титанистости (TiO<sub>3</sub>) в биотитах вмещающих интрузивных пород и матрикса эксплозивных брекчиевых тел Каджаранского рудного поля Области составов по (Bachinski, 1984): 1 – область низкотитанистых флогопитов высоких (мантийных) давлений, II – область высокотитанистых флогопитов низких давлений Условные знаки: 1 – биотит из монцонитов, 2 – биотит из порфировидных гранитов; 3 – биотит из дайкообразного эксплозивного тела Центрального участка, 4 – биотит из штокообразного тела выс "Медвежья"

	- 0
1000000	- •
and the second se	_

Окислы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SIO <sub>2</sub>	69,09	57,74	66 57	66.76	63.10	65 25	64 00	64 07	64.39	66.47
TiO <sub>2</sub>	0,04	-	4	-	-	-	-	0.02	0.07	0.03
Al <sub>2</sub> O <sub>1</sub>	18,95	23,06	20 79	20 82	17 81	1828	18.59	17.99	1811	17.37
ΣfeO	-	1,03	0 09	-	0.72	0 07	0 26	0 08	0.05	0.33
MnO	0,06	-	0 03	0.03	-	-		011	-	-
MgO	0,02	0,06	0 01	-	-	0.01	0.04		-	0 03
CaO	0,23	6,30	1 78	1.98	-	-	0.19	007	0.07	-
Na <sub>2</sub> O	11,57	7,24	10.44	10.50	0.45	1.08	1.30	1.18	1.14	093
K <sub>2</sub> O	0,16	0,57	0.21	0.23	16 56	1588	1535	1572	1592	15 30
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	-	0.05	0.03	0.08	0 03	-	-	0 04	-
Cl	0,02	-	-	0.01	0.09	-	-	0 02	-	001
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	~	0,11	0.15	-	-	-	-	-	0.05	-
Σ	100,18	96,11	100 12	100 38	98.81	100.84	99.72	99.28	99.82	100.46
		Кр	нсталлохн	мнчсские (	ормулы і	пересче	те на 32 (	)		
Si	12,066	10 785	11.698	11.698	11 926	12 003	11 877	11 961	11.961	12 169
AI	3.903	5.069	4.307	4 292	3.972	3 9 5 9	4 0 5 6	3 972	3 972	3 760
Fe	-	0.162	0.011	-	0.113	0.011	0 045	0 0 1 1	0 022	0.055
Mg	-	0.022		-	-	-	0 220	0011	-	0 022
Са	0.042	1 262	0 327	0.368	-	-	0.045	0011	0.011	-
Na	3 903	2 632	3 568	3556	0.159	0.375	0.468	0.426	0 402	0 3 3 0
K	0.042	0 1 2 9	0.042	0 042	3.994	3 732	3 6 3 2	3 748	3 771	3 562
An, %	1,10	32,0	8.4	9.4	-	-	-		-	-
An	1.05	31.37	8.30	9.28	_	-	1.1	0 20	0 30	-
Ab	97.9	65.42	90.63	89.66	38	9.1	11.3	10.2	9 60	8 50
Or	1.05	321	107	1.06	96.2	90 9	876	896	90.10	91 50

Примечание: Плагноклаз 1 – обр 33 из вкрапленников в брекчиях Центрального участка, 2 – обр 111 из вкрапленников в штокообразном теле выс. "Медвежья"; 3 – обр. 112, то же; 4 – обр. 114, то же. Калишпат: 5 – обр 36 из вкрапленников в брекчиях Центрального участка. 6 – обр. 29, то же; 7 – обр 105 из вкрапленников в штокообразном теле выс. "Медвежья ; 8 – обр. 120, то же; 9 – обр. 118, то же; 10 – обр. 104, то же кристаллов из монцонитов.

Как следует из табл.З (анализы 5-10), калишпат в описываемых брекчиях представлен ортоклазом с содержанием Аb компонента в пределах 3,8-11% и крайне низким содержанием анортита (0,2-11%). Последний в калишпатах брекчий Центрального участка отсутствует.

Апатит – один из наиболее распространенных акцессорных минералов эксплозивных брекчий. В дайкообразном теле Центрального участка апатит представлен правильными призматическими, прозрачными кристаллами (h:1=2,5:1; 3,5:1). Апатит в цементирующей массе эксплозивных брекчий выс. "Медвежья" чаще всего представлен неправильными, прозрачными или буроватыми зернами, реже образует удлиненные призмы.

Химические составы апатитов (табл.4) в пересчете на кристаллохимическую формулу обнаруживают небольшой избыток атомов Р и Са по сравнению с теоретическими значениями (Р=6.0, Са=10). Гидроксильная группа остается незаполненной до теоретической величины 2,0. Апатиты эксплозивных брекчий выс. "Медвежья" отличаются несколько повышенными содержаниями хлора и присутствием небольших количеств титана. Хлорит для описываемых эксплозивных брекчий является типоморфным гидротермальным минералом с разнообразными формами проявления. В дайкообразном теле брекчий Центрального участка он встречается преимущественно в виде псевдоморфоз замещения по ранним вкрапленникам биотита и ассоциируется с кальцитом. В цементе эксплозивных брекчий штольни Саккар хлорит обильно развивается в виде крипто-микрочешуйчатых агрегатов в парагенезисе с вторичным биотитом, кварцем и эпидотом. В брекчиях выс. "Медвежья" хлорит зачастую играет самостоятельную роль, развиваясь как по витрокластам в виде волокнисто-чешуйчатых или сферолитовых агрегатов, так и в качестве почти мономинеральной цементирующей массы пепловой структуры. В этих породах хлорит имеет густой зеленый, иногда синевато-зеленый цвет с аномальными серо-сиреневыми цветами интерференции и микро-крипточешуйчатое сложение. На отдельных участках разрастаются розетковидные агрегаты с высоким двупреломлением.

Химический состав хлоритов приводится в табл.5 и на классификационной диаграмме (рис.3а) в координатах  $\Sigma Fe / \Sigma Fe + Mg - Si^{+4}$  в ф.ед (Дир и др., 1966). Фигуративная точка хлорита из брекчий Центрального участка ложится на границу талько-хлорита с диабантитом, отличаясь высоким содержанием Si<sup>IV</sup> (7,4 на ф ед.) и низкой общей железистостью (f=31). Общее содержание Al в этом образце составляет 3,31 на ф.ед., Al<sup>VI</sup> = 2,69 на ф.ед. Содержание Ca+Na+K составляет 0,63 на ф.ед.

На тройной диаграмме Al-Fe-Mg (рис.36) составы изученных хлоритов локализуются в поле собственно хлоритов, очерченном Kranidiotis et al. (1987). Температурные условия формирования хлоритов из описываемых эксплозивных брекчий оценивались на основе разработанного Cathelineau et al. (1985) геотермометра: t<sup>o</sup>= 106 Al<sup>IV</sup> +18 с корректировкой на отношение 0, 7Fe / Fe+Mg. В результате для цементирующего хлоритового субстрата эксплозивных брекчий выс. "Медвежья" получены значения в интервале 250 - 290°С. Смешаннослойная примесь в хлорите замещения в брекчиях Центрального участка делает определение температуры их образования (~110°С) некорректным. Таким образом, составы хлоритов в изученных эксплозивных брекчиях различных участков обнаруживают определенную зависимость от минерального парагенезиса. Вариации величин АІч в хлоритах указывают, что брекчии выс Медвежья" формировались на более высоких гипсометрических уровнях по сравнению с брекчиями Центрального участка.

Окислы	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	0.22	0,18	0,43	0.24	0.26	-	-
TIO <sub>2</sub>	-	-	-	0,11	-	0,02	0,03
Al <sub>2</sub> O <sub>1</sub>	-	_	-	-	-		-
ΣfeO	0,09	0,03	0,13	0,13	-	-	0,12
МпО	-	-	0,03	0,07	0,07	-	0,03
MgO	0,01	0,03	-	-	0,02	0,01	-
CaO	54,86	55,48	55,62	55,48	55,97	56,32	56,43
Na <sub>2</sub> O	0.02	0,02	0,12	0,09	0,05	0,03	0,01
K <sub>7</sub> O	0.02	-	-	-	-	0,02	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	43,92	43,62	42,19	42,33	42,89	42,85	43,37
CI	0.29	0,21	0,16	0.37	0.32	-	0,20
Cr <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06	-	0,03	0,04	0.03	-	0,04
Σ	98.89	99,56	99,70	98,85	99,62	99,40	100,73
	Криста	ЛЮХИМН	ческие ф	ормулы е	пересче	те на 26 С	
P	6.302	6,299	6,435	6,206	6,222	6,233	6.243
ΣFc	-	-	0,011	0,021	-	-	0.10
Na	-	-	0,044	0,021	0,020		-
Ca	10,161	10,191	9,826	10,347	10,329	10,419	10,320
CI	0,083	0,062	0,062	0,105	0,104	-	0.062

Таблица 4

Составы хлоритов из эксплозивных брекчий выс. "Медвежья" характеризуются значительно более низкими содержаниями S (5,7-6,04 на ф.ед.) и более высокой железистостью (f=41-47), что сдвигает их в поле пикнохлоритов. Суммарное содержание Al в них находится в пределах 4,05-4,56 на ф.ед., при этом доля Al<sup>VI</sup> заметно ниже (2,13-2,44 на ф.ед.). Содержание Са+Na+K не превышает 0,11 на ф ед. По Сгиг et al (2003), эта величина наряду с повышенными Si/Al и ΣFe/ΣFe+Mg отношениями указывает

Примечание: 1 — обр 38, идиоморфный кристалл апатита из магматического цемента эксплозивных брекчий Центрального участка; 2 — обр 39, то же; 3 — обр.41, то же. 4 — обр 123, — прозрачный кристалл апатита в матриксе штокообразного эксплозивного тела выс "Медвежья"; 5 — обр 125, то же; 6 — обр 106, то же; 7 — обр 109, то же.

на возможность нахождения в структуре хлорита гидробиотитовой смешаннослойной примеси.

#### Заключение

Морфологические особенности, пространственное размещение и внутреннее строение эксплозивных бречиевых образований Каджаранского рудного поля позволяют связывать их происхождение со своеобразными постмагматическими флюндно-эксплозивными процессами, характерными для специализированных интрузивных комплексов.

					Т	аблица 5
Окислы	1	2	3	4	5	6
SIO	37.27	27.32	28,06	28,65	28,89	28,93
TIO	1,54	0.01	0,01	0,01	-	0,01
ALO	14,24	18,54	16,90	16,16	17,32	18,30
FeO	13,75	22.91	25,12	24,02	23,37	22.96
MnO	0,14	0.09	0,22	0,12	0,34	0.01
MgO	17,56	18,26	15,97	17,17	17.09	17.27
CaO	0,16	-	0,14	0.12	0,03	0,06
Na <sub>2</sub> O	0,09	-	0,02	0,06	-	0,05
K <sub>2</sub> O	2,33	0,02	0.06	0,06	0,32	0,28
P.O.	-	-	0,06	0,19	0,06	0,21
CI	0,15	-	-	~	0.04	0,01
Cr <sub>2</sub> O <sub>1</sub>	0,03		0,07	0.05	0,01	0,05
Σ	87,25	87,18	86,62	86,60	87,47	88,17
Кри	сталлохи	мнчески	с формулы	в пересч	стс на 28	0
Si	7,381	5,726	5,990	6,079	6,042	5,988
AIIY	0,619	2,274	2,010	1,921	1,958	2,012
AI	2,690	2,281	2,248	2,132	2,313	2.435
	0.226	-	-	-	-	
Fc <sup>+2</sup>	2,286	4,014	4,489	4,257	4,083	3.975
Mn	0,024	0,012	0,038	0,025	0,063	-
Mg	5,178	5,688	5,066	5,429	5,326	5,317
Са	0.035	-	0,038	0,038	-	0.012
Na	0,024		-	0,025	-	0.025
K	0,571	-	-	-	0,075	0,075
ſ	0,31	0,41	0,47	0,44	0,43	0,43
Al	30,7	32,0	30,8	29,5	31,2	32,4
Fe	21,2	28.1	32,5	31,0	29,8	28,9
Mg	48,1	39,9	36,7	39,5	39,0	38,7
Ca+Na+K	0,630	-	0,038	0.630	0.075	0,112
T <sup>o</sup> C	107 <sup>0</sup>	257°	254°	263°	289 <sup>a</sup>	266°

кластов и цементирующего материала эксплозивных брекчий свидетельствует об их формировании за счет подъема флюидонасыщенных магматических масс через ослабленные зоны (трещины, полости) в относительно твердом (плотном) субстрате. Образование эксплозивных брекчий находится в тесной пространственновременной связи с рудным процессом

На гипабиссальных уровнях (Центральный участок) формирование эксплозивных брекчий происходило в условиях одноактного прорыва флюидо-магматического субстрата. На малоглубинных уровнях, для которых характерны гетерогенный состав как литокластов, так и самого цементирующего субстрата (первично-магматический, гидротермальный или гидрохимический, кластический, пепловый) фиксируются неоднократные взрывные явления в условиях, когда отсутствует связь с поверхностью (формирование кристалло-витрокластических брекчий и туфов с пепловой структурой).

Минералогические критерии, в частности высокая титанистость, отношение Na+K/Al во вкрапленниках биотитов матрикса эксплозивных брекчий подтверждают высокощелочной характер магматического очага. Значения параметра Al<sup>VI</sup> в биотитах свидетельствуют о его глубинном характере и указывают на более глубинные условия кристаллизации биотита в брекчиях Центрального участка относительно брекчий выс. "Медвежья". Параметры химического состава хлоритов цементирующей массы эксплозивных брекчий позволяют оценить температурный интервал образования гидротермального цемента брекчий выс. "Медвежья" в 250-290°С.

Примечание: 1 – обр 42, хлорит из псевдоморфозы по бнотиту I в дайкообразном теле эксплозивных брекчий Центрального участка. 2 – обр 119, хлорит из гидротермальной цементирующей массы эксплозивных брекчий выс "Медвежья": 3 – обр 115, то же; 4 – обр. 116, то же; 5 – обр 108, то же; 6 – обр 110, то же



Рис.3. а). Составы хлоритов из эксплозивных брекчий Каджаранского рудного поля на классификационной диаг Неу (Дир и др., 1966). Поля составов: 1 – талько-хлорит. 2 – пеннин; 3 – клинохлор; 4 – шериданит; 4 – диабантит. 6 – пикнохлорит; 7 – рипидолит. Условные знаки: 1 – хлорит из брекчий Центрального участка; 2 – хлорит из брекчий выс. "Медвежья"; б) Тройная диаграмма AL – Fe – Mg состава хлоритов из эксплозивных брекчии Каджаранского рудного поля Пунктиром очерчены границы поля собственно хлоритов [Kranidiotis, 1987]

Магматизм этого типа связан с глубинными источниками, дифференциация которых отвечает тренду накопления щелочей и флюидной фазы в расплаве.

Петрографический состав литокристалло-

Содержания октаэдрического алюминия в хлоритах указывают на более высокий гипсометрический уровень формирования брекчий штокообразного тела, в сравнении с брекчиями Центрального участка.

Авторы приносят глубокую благодарность профессору Департамента Морской Геологии IFREMER, Брест, Франция Роджеру Экиняну за любезно выполненные микрозондовые определения химического состава минералов, а также сотруднице ИГН НАН РА Ж С Вартазарян за содействие в работе.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дир У.А., Хаун Р.Л., Зусман Дж. Породообразующие минералы. т.4. М: Мир 1966, 481 с.
- 2 Карамян К.А., Таян Р.Н., Арутюнян М.А. и др. О взаимоотношениях даск и оруденения на Каджаранском месторожлении и природе внутриминерализационной дайки. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1976, № 4, c.46-56.
- 3. Мкртчян С.С., Карамян К.А., Аревшатян Т.А. Каджаранское медно-молибденовое месторождение. Ереван: Изд. АН Арм. ССР. 1969, 326 с.
- 4 Пашков Ю.И., Ефремова С.В., Аветисян Г.Г. О месте молибденового и медного оруденения в интрузивном процессе (на примере Калжаранского медно-молибденового месторождения). Магматизм и полезные ископаемые, М.: Наука, 1975, с. 156-162.
- Сотников В.И., Берзина А.П., Никитина Е.И., Прос-

16

- 6. Таяв Р.Н. Особенности развития разрывных структур Каджаранского рудного поля. Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1984, №3, с.21-29.
- 7. Таян Р.Н. Арутюнян М.А. Мнацаканян А.Х. Особенности проявления эксплозивного брекчирования в гипабиссальных условиях (на примере Каджаранского медно-молибденового месторождения). Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2002, № 1-3, с.24-28.
- 8 Туговик Г.И. Флюидо-эксплозивные структуры и их рудоносность. М: Наука, 1984, 192 с.
- 9. Шипулин Ф.К., Рехарский В.И., Розбианская А.А. и др. Интрузии, гидротермально-метасоматические образования и медно-молибденовое оруденение. М: Наука, 1975, 232 с...
- 10. Bachinski Sh.W. 1984. Ti phlogopites of the Shaw's Cowe minette: a comparison with micas of other lamprophyres. Amer. Miner., v.69, № 1-2, p.41-56.
- 11 Cruiz, M.D.R., Novak, J.K. 2003. Metamorphic chlorite and "vermiculitic" phases in mafic dikes from the Malaguide Complex (Betic Cordillera, Spain). Eur. J. Miner., v.15, p.67-80.
- 12. Cathelineau, M. and Nieva. D., 1985. A chlorite solid solution geothermometer: The Los Azufres (Mexico) geothermak system. Contr. Mineralogy, Petrology, v.91, p.235-244.
- Kranidiotis P. and Mac Lean W.H. 1987. Systematics 13. of chlorite alteration at the Phelps Dodge Massive sul-

куряков А.А., Скуридин В.А. Медно-молибденовая рудная формация. Новосибирск: Наука, 1977, 422 с.

fide Deposit, Matagami, Quebec. Economic Geology, v.82, №7, 1987, p.1898-1911.

#### ՔԱՋԱՐԱՆԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԴԱՇՏԻ ԷՔՍՊԼՈԶԻՎ-ԲՐԵԿՉԱՆՄԱՆ ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

#### Մ. Ա. Հարությունյան, Ա. Խ. Մնացականյան, Ո. Ն. Տայան

#### Ամփոփում

Քաջարանի հանքային դաշտի սահմաններում առանձնացվել են էքսպլոզիվբրեկչանման առաջացումների երեք ելք։ Այդ մարմինների մորֆոլոգիական առանձնահատկությունները, տարածական տեղաբաշխումը և ներքին կառուցվածքը, թույլ են տալիս նրանց կապել հետմագմատիկ ֆլյուիդ-էքսպլոզիվ պրոցեսների հետ։

էքսպլոզիվ բրեկչայի, լիթո-կրիստալոկլաստների և ցեմենտացնող նյութի պետրոգրաֆիական կազմերը ցույց են տալիս պայթման երևույթների ճակատի տեղափոխումը հիպաբիսալ խորություններից մինչև մակերես, ինչպես նաև նրանց սերտ կապը հանքառաջացման պրոցեսների հետ։

Հիպաբիսալ խորություններում (Կենտրոնական տեղամաս) էքսպլոզիվ բրեկչայի ձևավորումը տեղի է ունեցել ֆլյուիդ-մագմատիկ սուբստրատի մեկանգամյա ներմղմամբ։ Փոքը խորություններում (Սակքարի բովանցք և «Մեդվեժայա բարձունք») ֆիքսվում են կրկնվող պայթյունային երևույթներ՝ մակերեսի հետ կապի բացակայության պայմաննե-ព្រារបំ:

Միներալոգիական ուսումնասիրությունները հաստատում են խորքային մագմատիկ օջախի ալկալային բնույթը, ինչպես նաև բրեկչանման մարմինների ձևավորման տարբեր խորությունները։

#### EXPLOSIVE BRECCIAL BODIES OF THE KAJARAN ORE FIELD AND CONDITIONS OF THEIR FORMATION

#### M. A. Haroutiunian, A. Kh. Mnatsakanyan, R. N. Tayan

#### Abstract

The article considers spatial and structural disposition of fluidal-explosive breccial bodies within the Kajaran ore field. Consideration is given to the features of their inner structure, composition and dimensions of clastic material, rate of explosiveness, and character of cementing substrate. The authors present petrochemical compositions of breccial body rocks and chemistry parameters for the minerals of which these are composed. By depth of formation, monocyclic breccias of a hypabbysal facies and breccias of polycyclic development, located closer to the surface, are identified