ГЕОЛОГИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

№ 4 Июль — Август 1989

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 549.35 : 551.261

Э. М. СПИРИДОНОВ, Н. А. ЕРШОВА, О. И. ТАНАНАЕВА

КОЧКАРИТ $PbBi_4Te_7$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ КОНТАКТОВО-МЕТАМОРФИЗОВАННЫХ РУД

К настоящему времени известны серия теллуридов висмута (теллуровисмутит Bi_2Te_3, цумоит Bi_2Te_2, пильзенит Bi_4Te_3, верлит Bi_3Te_2, хедлейит Bi_2Te или $Bi_{14}Te_6$) и единственный теллурид свинца-висмута — раклиджит $PbBi_2Te_4$ [13]. Второй природный теллурид свинца-висмута — кочкарит установлен в рудах Кочкарского месторождения [1].

Кочкарское месторождение (Южный Урал) приурочено к Пластовскому интрузиву плагиогранитоидов с многочисленными послегранитоидными дайками плагиогранит-порфиров, микродиоритов и спессартитов, с которыми сопряжены рудные кварцевые и карбонат-кварцевые жилы с ореолами березитов и лиственитов. Геологический и изотопный возраст гранитоидов, дорудных и послерудных даек допермский [3]. Кочкарит установлен в малосульфидных кварцевых жилах в виде вростков в гнездах галенита, в ассоциации с алекситом, раклиджитом, виттитом, пирротином, золотом.

Кочкарит слагает листоватые, пластинчатые, таблитчатые выделения, часто изогнутые, а также листоватые агрегаты. Размеры их от субмикроскопического до 10×10×3 мм. Выделения кочкарита обладают тенденцией к идиоморфизму, ограничения их чаще прямолинейные. Минерал серебристо-серого цвета (при наблюдении под бинокулярной лупой заметен фиолетовый оттенок), с ярким металлическим блеском, на воздухе тускнеет. Цвет черты свинцово-серый. Минерал мягкий, твердость 2—2,5 по шкале Мооса. Характерна весьма совершенная спайность по базису (молибденитоподобная), спайные пластинки гибкие, но не упругие. Плотность минерала 7,94±0,03 г/см³, определена методом гидростатического взвешивания. $T_{пл}$ около 580° С.

Под микроскопом кочкарит белый со светло-розовым оттенком, очень похож на теллуровисмутит и раклифжит; в контакте с галенитом — яркий желтоватый и желтовато-розовато-белый. По отражению в большей части видимой области спектра минерал практически не отличим от теллуровисмутита и раклиджита. Известно [13], что оптические свойства весьма близки у всех известных теллуридов висмута и висмута-свинца. R кочкарита немного ниже R теллуровисмутита и выше R раккиджита (табл. 1). В агрегатах разноориентированных зерен кочкарита отчетливо заметно двуотражение. Эффекты анизотропии довольно сильные с голубовато-серыми и коричневыми оттенками. Кривые дисперсии R имеют слабоаномальный профиль. VHN 28—80, преимущественно 30—75 кг/мм² (P=10—20 г, n=16). Полируется неоднородно.

Химический состав кочкарита и ассоциирующих минералов определен с помощью электронного микрозонда «*Camebax*»: ускоряющее напряжение 25 кВ, эталоны — синтетические $PbBi_4Te_7$ (для Bi, Pb, Te), PbS(Pb, S), Sb(Sb), ZnSe(Zn), CdSe(Se), химически анализированные гессит (Ag), халькопирит (Cu, Fe), тетрадимит (Te, S); составы рассчитаны по программе «*CORRECS*». Состав кочкарита устойчив и близок к $PbBi_4Te_7$ (табл. 2). Набор и уровень содержаний микропримесей в кочкарите тот же, что и в ассоциирующих алексите, раклиджите, галени-

[1] Минерал и его название утверждены 2 октября 1988 г. Комиссией по новым минералам Международной минералогической ассоциации. Типичные образцы находятся в Минералогическом музее АН СССР им. А. Е. Ферсмана.

Спектры отражения (R,

λ, нм	Кочкарит	
	R_{max}	R_{min}
400	61,3	58,
420	61,5	58,
440	61,6	58,
460	61,7	58,
480	61,9	58,
500	62,4	58,
520	62,9	58,
540	63,2	59,
560	63,6	59,
580	64,0	59,
600	64,4	59,
620	64,8	60,
640	65,1	60,
660	65,6	61,
680	66,0	61,
700	66,3	62,
VHN_{10-20}	28—70	

Примечание. Микрорефлектомет
лева.

Химический состав ко

Элемент	1 (6)	
Bi	44,01±0,21	
Pb	11,18±0,27	8
Sb	0,05±0,02	
Ag	0,24±0,04	
Cu	Следы	C
Fe		
Zn	0	C
Te	46,68±0,26	
Se	0,17±0,04	
S	Следы	
Σ	102,33	1

Примечания. 1 — кочкарит, 2 -
тит. В скобках число анализов. Au,
Э. М. Спиридонов.

те,— Ag, Sb, Se. Эмпир
мов: $(Pb_{1,02}Ag_{0,04})_{1,06}$(B
ная с учетом пара
$(Pb_{1,05}Ag_{0,04})_{1,09}(Bi_{4,08}Sb$
чает $PbTe \cdot 2Bi_2Te_3$, а п
риации состава того и
ного состава не известн

Рентгенограмма по
рентгенограмме синтет
кочкарит надежно отли
скопически теллуровис
с его рентгенограммой
структурой его синтет
[11]) имеет состав из
турой. В этой структур
типа BABACAC, где а
ческих пустот: *aBcAB*

Я

И. ТАНАНАЕВА

ИНЕРАЛ
ЛНЫХ РУД

ридов висмута (теллу-
e_3, верлит Bi_3Te_2, хед-
свинца-висмута — ра-
рид свинца-висмута —
ждения[1].

риурочено к Пластов-
енными послегранито-
диоритов и спессарти-
и карбонат-кварцевые
тический и изотопный
даек допермский [3].
х жилах в виде врост-
раклиджитом, витти-

таблитчатые выделе-
ы. Размеры их от суб-
кочкарита обладают
прямолинейные. Ми-
под бинокулярной лу-
лическим блеском, на
инерал мягкий, твер-
а совершенная спай-
пластинки гибкие, но
определена методом

овым оттенком, очень
те с галенитом — яр-
отражению в боль-
ически не отличим от
что оптические свой-
висмута и висмута-
утита и выше R рак-
ных зерен кочкарита
ропии довольно силь-
и. Кривые дисперсии
30, преимущественно
днородно.

минералов опреде-
х»: ускоряющее на-
$_7$ (для Bi, Pb, Te),
ки анализированные
S); составы рассчи-
устойчив и близок
микропримесей в коч-
раклиджите, галени-

Комиссией по новым ми-
нные образцы находятся

Таблица 1

Спектры отражения (R, %) и микротвердость кочкарита, теллуровисмутита, раклиджита

λ, нм	Кочкарит		Теллуровисмутит 2		Раклиджит 7	
	R_{max}	R_{min}	R_{max}	R_{min}	R_{max}	R_{min}
400	61,3	58,2	—	—	—	—
420	61,5	58,5	62,0	59,1	60,9	57,8
440	61,6	58,6	62,0	59,0	61,0	57,9
460	61,7	58,7	62,1	58,9	61,3	58,0
480	61,9	58,7	62,3	58,8	61,6	58,3
500	62,4	58,8	62,8	58,8	62,0	58,7
520	62,9	58,8	63,2	58,9	62,6	58,9
540	63,2	59,0	63,6	59,0	63,0	59,1
560	63,6	59,2	64,0	59,2	63,4	59,3
580	64,0	59,5	64,5	59,7	63,8	59,6
600	64,4	59,8	65,0	60,2	64,0	59,7
620	64,8	60,2	65,7	60,8	64,2	59,8
640	65,1	60,6	66,3	61,5	64,4	60,1
660	65,6	61,1	66,8	62,2	64,6	60,4
680	66,0	61,7	67,4	63,0	64,8	60,8
700	66,3	62,1	68,0	63,8	65,0	61,1
VHN_{10-20}	28—70		29—95		20—60	

Примечание. Микрорефлектометр «Блеск», эталон — металлический кремний, аналитик Т. Н. Чзиева.

Таблица 2

Химический состав кочкарита и ассоциирующих минералов Кочкарского месторождения, мас.%

Элемент	1 (6)	2 (3)	3 (1)	4 (2)	5 (4)	6 (2)
Bi	44,01±0,21	3,67	37,15	46,71	37,52	45,59
Pb	11,18±0,27	84,36	15,88	20,87	37,36	38,25
Sb	0,05±0,02	0	0,03	0,06	0,02	0,02
Ag	0,24±0,04	0,62	0,94	0,12	0,09	0,53
Cu	Следы	Следы	Следы	—	0,01	0,16
Fe		0,02		—	0,01	0,17
Zn	0	Следы	0	—	0	0,08
Te	46,68±0,26	0,09	44,06	28,09	14,32	0,19
Se	0,17±0,04	0,17	0,22	0,46	0,49	Следы
S	Следы	13,38	0,10	6,40	8,27	16,42
Σ	102,33	102,31	98,38	102,71	98,07	100,92

Примечания. 1 — кочкарит, 2 — галенит, 3 — раклиджит, 4 — алексит, 5 — фаза $Pb_5Bi_8Te_3S_7$, 6 — виттит. В скобках число анализов. Au, Hg, As не обнаружены. Электронный микрозонд «Camebax», аналитик Э. М. Спиридонов.

те,— Ag, Sb, Se. Эмпирическая формула кочкарита в расчете на 12 атомов: $(Pb_{1,02}Ag_{0,04})_{1,06}(Bi_{3,98}Sb_{0,01})_{3,99}(Te_{6,92}Se_{0,04})_{6,95}$; формула, рассчитанная с учетом параметров решетки и плотности минерала,— $(Pb_{1,05}Ag_{0,04})_{1,09}(Bi_{4,08}Sb_{0,01})_{4,09}(Te_{7,10}Se_{0,04})_{7,14}$. Кочкарит по составу отвечает $PbTe \cdot 2Bi_2Te_3$, а похожий на него раклиджит — $PbTe \cdot Bi_2Te_3$. Вариации состава того и другого минерала невелики, фазы промежуточного состава не известны.

Рентгенограмма порошка (дифрактограмма) кочкарита близка к рентгенограмме синтетического $PbBi_4Te_7$ (табл. 3). По рентгенограмме кочкарит надежно отличается от весьма сходных с ним макро- и микроскопически теллуровисмутита и раклиджита. Кочкарит в соответствии с его рентгенограммой и метрикой элементарной ячейки и в согласии со структурой его синтетического аналога (по [8, 12] и с учетом данных [11]) имеет состав из 12 атомов $PbBi_4Te_7$ и обладает 36-слойной структурой. В этой структуре атомы теллура образуют семислойную упаковку типа BABACAC, где атомы висмута и свинца занимают 5/7 октаэдрических пустот: *aBcABcAbCAbC* (*a* — атомы свинца, *b* и *c* — атомы вис-

Таблица 3

Рентгенограммы, параметры решетки и плотность кочкарита, его синтетического аналога, раклиджита, теллуровисмутита

Кочкарит $PbBi_4Te_7$				Синтетический $PbBi_4Te_7$ [4]		Раклиджит $PbBi_2Te_4$ [7]		Теллуровисмутит Bi_2Te_3 [9]	
I	$d_{изм}$	$d_{расч}$	hkl	I	$d_{изм}$	I	$d_{изм}$	I	$d_{изм}$
6	18,8	18,08	004						
4	9,01	9,017	008					0,5	10,2
13	4,86	4,807	0.0.15	2	4,80			1,5	5,09
—	—			—	—	1	4,61	—	—
4	4,50	4,507	0.0.16	1	4,53	—	—	—	—
6	3,79	3,795	0.0.19	0,5	3,80	—	—	0,5	3,75
—	—			—	—	—	—	0,5	3,386
—	—			—	—	—	—	0,5	3,379
100	3,228	3,227	1.0.12	10	3,208	10	3,22	10	3,214
—	—			—	—	—	—	0,5	2,689
—	—			—	—	—	—	0,5	2,534
58	2,364	2,363	1.0.24	7	2,364	9	2,34	7	2,372
19	2,212	2,208	110	2	2,214	4	2,21	1	2,234
6	2,164	2,159	117	0,5	2,158	2	2,15	2	2,186
—	—			—	—	1	2,07	3	2,029
33	2,005	2,003	0.0.36	5	2,003	—	—	0,5	2,010
18	1,983	1,983	1.1.16	2	1,985	5	1,976	0,5	1,994
—	—			—	—	—	—	0,5	1,890
17	1,822	1,8223	2.0.12	1	1,823	4	1,822	2	1,809
—	—			—	—	1	1,731	0,5	1,701
8	1,666	1,6647	1.0.39	0,5	1,664	2	1,632	0,5	1,695
13	1,612	1,6133	2.0.24	1,5	1,613	4	1,607	1	1,613
—	—			—	—	—	—	0,5	1,563
17	1,482	1,4836	1.1.36	2	1,483	6	1,473	2	1,488
—	—			—	—	—	—	0,5	1,451
13	1,402	1,4045	2.0.35			3	1,405	0,5	1,415

Параметры решетки: a_0, Å	4,416±0,008	44,418	4,422	4,378
c_0, Å	72,09±0,10	72,07	41,49	30,49
V, Å³	1218,1	1218,4	702,6	506,1
Пространственная группа	$P\bar{3}m1$	$P\bar{3}m1$	$R\bar{3}m$	$R\bar{3}m$
Слойность	36-слойный		21-слойный	15-слойный
Рентгеновская плотность, г/см³	7,89	7,92	7,98	7,87
Измеренная плотность, г/см³	7,94	—	8,06	7,81

Примечание. Внутренний эталон для рентгенограмм — низкий кварц. Параметры решетки рассчитаны МНК.

мута). Структура $Pb^{2+}Bi_4Te_7$ близка к структурам $Sn^{2+}Bi_4Te_7$, $Ge^{2+}Bi_4Te_7$ и $GeSb_4Te_7$ [4, 8]. Кочкарит не является смешанослойной фазой системы Bi—Te—Pb, так как для структуры $PbBi_4Te_7$ установлено индивидуальное чередование атомных слоев.

По данным [2, 8, 12], в системе Bi_2Te_3—PbTe единственная устойчивая двойная фаза — это $PbBi_4Te_7$, которая конгруэнтно плавится при 585° С и образует эвтектики с Bi_2Te_3 (91 мол.% Bi_2Te_3, $T_{пл.}$=575°) и с PbTe (55 мол.% Bi_2Te_3, $T_{пл.}$=577°).

Замечательная особенность Кочкарского месторождения — это широкое развитие послерудного термального метаморфизма под действием крупного Борисовского плутона гранитов позднепалеозойского возраста. Борисовский плутон расположен в западном контакте Пластовского. Интенсивность контактового метаморфизма возрастает от восточной к центральной и западной части месторождения: в центральной части метаморфизм отвечает эпидот-актинолитовой фации роговиков, а в запад-

ной части — фации рого
сторождения плагиогра
ванные и лиственитизи
(и породы меланократо
табашки (роговики с р
кристаллизованы, хлори
ты порфиробласты рого
ной зональностью: в це
радор, во внешней зоне
рудные минералы пер
в них взорваны газово-
биотита, роговой обман
В восточной слабом
цевых жилах в галените
мутита, висмутина, алт
сти месторождения в р
мит, теллуровисмутит,
развиты алексит, ракл
(табл. 2). Очевидно, эт
ратурных реакций телл
вой матрицей и между
сит $PbBi_2Te_2S_2$; телл
$PbBi_2Te_4$ и т. д.
Минерал, отвечающ
ту, описан в малосуль
проявления Станового
лиджитом, галенитом,
здесь в кварцевых жил
тина в ущерб пириту
мом руд.
Многие гидротерма
жильные месторожден
ские месторождения с
вростками (ламеллями
(матрица) с ламеллям
тетрадимита [1, 9, 10
структурам распада в
ничных месторождени
динения, представляю
сокотемпературные тв
ные ему раклиджит P
как и раклиджита и а
сти в низкотемператур
рит образуется при
повышенных температ
товом метаморфизме
обусловлена блоковы
амплитудой.

1. *Аполлонов В. Н.* К ге
допроявления//Узб. ге
2. *Голованова Н. С.* Син
хим. наук. М., 1983. 14
3. *Ершова Н. А.* Дайки
тоидным магматизмом
4. *Жукова Т. Б., Заслав*
добинарных системах
Некоторые вопросы хи
1977. С. 158—163.
5. *Завьялов Е. Н., Бегизе*
рождений Зод и Кочка

Таблица 3

та, его синтетического
та

лиджит Bi_2Te_4 [7]	Теллуровисмутит Bi_2Te_3 [9]	
$d_{изм}$	I	$d_{изм}$
	0,5	10,2
	1,5	5,09
4,61	—	—
—	—	—
—	0,5	3,75
—	0,5	3,386
—	0,5	3,379
3,22	10	3,214
—	0,5	2,689
—	0,5	2,534
2,34	7	2,372
2,21	1	2,234
2,15	2	2,186
2,07	3	2,029
—	0,5	2,010
1,976	0,5	1,994
—	0,5	1,890
1,822	2	1,809
1,731	0,5	1,701
1,632	0,5	1,695
1,607	1	1,613
—	0,5	1,563
1,473	2	1,488
—	0,5	1,451
1,405	0,5	1,415
4,422	4,378	
1,49	30,49	
2,6	506,1	
$\bar{3}m$	$R\bar{3}m$	
ойный	15-слойный	
,98	7,87	
06	7,81	

Параметры решетки рассчитаны

$n^{2+}Bi_4Te_7$, $Ge^{2+}Bi_4Te_7$
ойной фазой системы
овлено индивидуаль-

инственная устойчи-
энтно плавится при
Te_3, $T_{пл.}=575°$) и с

ождения — это широ-
изма под действием
еозойского возраста.
такте Пластовского.
тает от восточной к
нтральной части ме-
оговиков, а в запад-

ной части — фации роговообманковых роговиков. В западной части месторождения плагиогранитоиды перекристаллизованы; пропилитизированные и лиственитизированные микродиориты и спессартиты даек (и породы меланократовых включений) превращены в так называемые табашки (роговики с реликтами дайковых структур); березиты перекристаллизованы, хлорит и мусковит в них замещены биотитом, развиты порфиробласты роговой обманки и плагиоклаза (плагиоклаз с обратной зональностью: в центре — альбит-олигоклаз, далее — андезин, лабрадор, во внешней зоне — битовнит); жильные кварц и карбонаты и рудные минералы перекристаллизованы в гранобластовые агрегаты, в них взорваны газово-жидкие включения, развиты новообразования биотита, роговой обманки, диопсида, пирротина.

В восточной слабометаморфизованной части месторождения в кварцевых жилах в галените наблюдаются вростки тетрадимита, теллуровисмутита, висмутина, алтаита. В западной сильнометаморфизованной части месторождения в рудах аналогичного химического состава тетрадимит, теллуровисмутит, висмутин и алтаит обычно отсутствуют, но развиты алексит, раклиджит, кочкарит, виттит, минерал $Pb_5Bi_5Te_3S_7$ (табл. 2). Очевидно, эти минералы являются продуктами высокотемпературных реакций теллуридов висмута и теллурида свинца с галенитовой матрицей и между собой: тетрадимит Bi_2Te_2S+галенит $PbS \rightarrow$ алексит $PbBi_2Te_2S_2$; теллуровисмутит Bi_2Te_3+алтаит $PbTe \rightarrow$ раклиджит $PbBi_2Te_4$ и т. д.

Минерал, отвечающий по составу и оптическим свойствам кочкариту, описан в малосульфидных кварцевых жилах Алексеевского рудопроявления Станового хребта [6], в ассоциации с алекситом [7], раклиджитом, галенитом, алтаитом, пирротином. Резкое преобладание здесь в кварцевых жилах, залегающих среди архейских гранитов, пирротина в ущерб пириту наиболее вероятно обусловлено метаморфизмом руд.

Многие гидротермальные плутоногенные и вулканогенные кварцево-жильные месторождения и вулканогенные колчеданно-полиметаллические месторождения содержат алтаит (матрица) с пластинообразными вростками (ламеллями) теллуровисмутита, а также теллуровисмутит (матрица) с ламеллями алтаита или галенит (матрица) с ламеллями тетрадимита [1, 9, 10 и др.]. Структуры этих срастаний аналогичны структурам распада высокотемпературных твердых растворов. В единичных месторождениях установлены минералы — псевдобинарные соединения, представляющие, очевидно, метастабильные относительно высокотемпературные твердые растворы,— кочкарит $PbBi_4Te_7$ и парагенные ему раклиджит $PbBi_2Te_4$ и алексит $PbBi_2Te_2S_2$. Редкость кочкарита, как и раклиджита и алексита, в природе свидетельствует о неустойчивости в низкотемпературной области. Вероятно, как и раклиджит, кочкарит образуется при взаимодействии теллуровисмутина и алтаита при повышенных температурах: $2Bi_2Te_3+PbTe \rightarrow PbBi_4Te_7$, т. е. при контактовом метаморфизме руд с последующей закалкой. Закалка могла быть обусловлена блоковыми перемещениями со значительной вертикальной амплитудой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аполлонов В. Н.* К геохимии редких и рассеянных элементов Кошмансайского рудопроявления//Узб. геол. журн. 1964. № 6. С. 23—29.
2. *Голованова Н. С.* Синтез теллурида свинца, легированного висмутом: Дис. ... канд. хим. наук. М., 1983. 145 с.
3. *Ершова Н. А.* Дайки рудных полей Среднего и Южного Урала, их связь с гранитоидным магматизмом: Дис. ... канд. геол.-минер. наук. М., 1979. 195 с.
4. *Жукова Т. Б., Заславский А. И.* Структура полупроводниковых соединений в псевдобинарных системах PbTe — Bi_2Te_3, SnTe — Bi_2Te_3, GeTe — Bi_2Te_3, SnTe — Sb_2Te_3// Некоторые вопросы химии и физики полупроводников сложного состава. Ужгород, 1977. С. 158—163.
5. *Завьялов Е. Н., Бегизов В. Д.* Раклиджит (Bi, Pb)$_3$Te$_4$ — новый минерал из месторождений Зод и Кочкарь//Зап. ВМО. 1977. Ч. 106. № 1. С. 62—68.

6. *Липовецкий А. Г., Бородаев Ю. С., Завьялов Е. Н.* Новые свинцово-висмутовые теллуриды Алексеевского рудопроявления (Становой хребет)//Геология руд, месторождений. 1976. № 2. С. 111—115.
7. *Липовецкий А. Г., Бородаев Ю. С., Завьялов Е. Н.* Алексит $PbBi_2Te_2S_2$ — новый минерал//Зап. ВМО, 1978. Ч. 107. № 3. С. 315—321.
8. *Петров И. И., Имамов Р. М.* Электронографическое исследование фаз в системе $PbTe$ — Bi_2Te_3//Кристаллография. 1968. № 6. С. 699—703.
9. *Синдеева Н. Д.* Минералогия, типы месторождений и основные черты геохимии селена и теллура. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 256 с.
10. *Спиридонов Э. М., Соколова Н. Ф., Шумкова Н. Г. и др.* Теллуровисмутиты и тетрадимиты Северного Казахстана. М.: Тр. Минерал. музея АН СССР, 1978. Вып. 26. С. 120—139.
11. *Стасова М. М., Карпинский О. Г.* О слойности в структурах селенидов и теллуридов висмута и теллуридов сурьмы//Журн. структур. химии. 1967. Т. 8. № 1. С. 85—88.
12. *Талыбов А. Г., Вайнштейн Б. К.* Электронографическое исследование сверхструктуры сплава $PbBi_4Te_7$//Кристаллография. 1967. Т. 7. № 1. С. 43—50.
13. *Чвилева Т. Н., Безсмертная М. С., Спиридонов Э. М. и др.* Справочник — определитель рудных минералов в отраженном свете. М.: Недра, 1988. 504 с.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

ЦНИГРИ
Москва

Поступила в редакцию
30.XI.1988

УДК 553.065 : 551.21

Е. А. ЕЛЬЯНОВА

СВЯЗЬ ГИД
С ВУЛКАНО-ТЕКТОН
ВЫСОКОСКО

Современное сульфид
хребтах и задуговых цен
большинством исследова
ми гидротермальной акт
разгрузки на океаническ
В соответствии с предст
развита гидротермальна
сопровождающаяся изме
виях, отвечающих цеолит
проявлениями низкотем
сивная, с которой связа
ствующих фации зелены
жилково-вкрапленных с
мальная циркуляция пр
ских хребтов, тогда как
ность отмечается лишь с

В моделях конвекти
что энергетической осно
в океанской коре, связа
Как показывают послед
Восточно-Тихоокеанског
очаг, расположенный на
живается под осевой зо
тически на всем ее прот
необходимые для функц
стем, должны существо
ростных центров спреди
всей вероятности, шир
хребтах слабоинтенсив
новения и поддержания
развитой в центрах спр
видно, воздействие как

Отправной точкой д
высокоинтенсивную гид
соответствии с законом
возникает как следстви
стеме. Одна из причин
термальных системах
личение теплового пот
межуточную магматиче
ского давления, необхо
создается вследствие р
на нисходящей низкоте
ветвях конвективной я
ленными изменениями
очевидно, слабоинтенси
торой по существу отра
межуточного магматиче

. 3
ructures in distri-
. 18
l genesis of chro-
inor Caucasus . 32
tion of Peschanka
. 44
e sulfide minerali-
. 57
osit and the regu-
. 65
n Ukranian shield
. 74

ore deposit, KMA 82
ic-ultrabasic com-
. 88
ekely type deposit 95

. 101
of metalogeny . 105

. 108

Формат бумаги 70×108 1/16
вд. л. 11,2 Бум. л. 3,5

35, ИГЕМ АН СССР

нский пер., 6

ISSN 0016-7770

GEOLOGIIA RUDNYKH MESTOROZHDENII

'К СССР

ГЕОЛОГИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Том XXXI

4

1989

LINDA HALL
NOV 3 1989
LIBRARY

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»