

УДК 553.411:553.491(571.55)

## БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ В ОСАДОЧНО-МЕТАМОРФИЧЕСКИХ И ИНТРУЗИВНЫХ КОМПЛЕКСАХ ПОРОД КОДАРО-УДОКАНСКОЙ ЗОНЫ

© 2004 г. Б. Н. Абрамов

Представлено академиком Ф.А. Летниковым 09.09.2003 г.

Поступило 30.10.2003 г.

В Кодаро-Удоканской структурной зоне выявлены следующие основные раннепротерозойские золотоносные комплексы пород: медистые, магнетитовые, черносланцевые отложения удоканской серии; базиты чинейского комплекса.

В разрезе удоканской серии выявлено три основных стратиграфических уровня развития медистых и магнетитовых песчаников – сакуканский (верхний), александровский и читкандинский (нижний). При этом масштабы проявления магнетитовых песчаников на разных стратиграфических уровнях соответствуют масштабам проявления медного оруденения, что может свидетельствовать о единых источниках их формирования.

В медистых песчаниках наибольшее содержание благородных металлов отмечено в борнит-халькозиновых типах руд (табл. 2). Ранее было указано на увеличение концентраций золота в медных рудах от верхнего меденосного уровня к нижнему [1]. Такое же распределение подтверждается в основном и для Ag, Pt, Pd в медистых и магнетитовых песчаниках (см. табл. 2), а также для литофильных и редкоземельных элементов (табл. 1). Повышенные концентрации рудных и редкоземельных элементов связаны главным образом с особенностями пород областей сноса, что находит отражение в составе различных стратиграфических уровней. Так, в минералах тяжелого шлиха магнетитовых песчаников читкандинской свиты, в отличие от таковых сакуканской свиты, отмечены ураноносные рудные минералы – браннерит, урансодержащий ильменит [2]. В породах нижних частей разреза сакуканской свиты широко развиты многочисленные окатанные гальки гранитоидов, реже кварцитов, яшм [3]. Кроме этого, составы рудных конкреций сакуканской

свиты отличаются от таковых читкандинской свиты [4].

Развитые в мартитах сакуканской и читкандинской свит мирмекитовых, пластинчатых структур распада твердого раствора ильменита, а также наличие хромита в ядрах магнетитов Удоканского месторождения свидетельствуют о присутствии в породах областей сноса ультрабазит-базитовых образований [2, 5].

Распределение редкоземельных элементов свидетельствует об обогащении легкими лантаноидами медистых песчаников сакуканской ( $\Sigma Ce/\Sigma Y = 5.11$ ), читкандинской свит ( $\Sigma Ce/\Sigma Y = 4.71$ ) и увеличении доли тяжелых лантаноидов в медистых отложениях александровской свиты ( $\Sigma Ce/\Sigma Y = 2.75$ ). По данным Ю.А. Балашова, в процессе осадкообразования в прибрежно-морских условиях обломочные материалы обогащаются легкими лантаноидами – La, Ce [6]. При этом по мере удаления от береговой линии увеличивается доля тяжелых лантаноидов. Обращает на себя внимание тесная корреляционная связь ( $r > 0.5$ ) благородных металлов с легкими лантаноидами – La, Ce. В медистых и магнетитовых песчаниках отмечены акцессорные минералы – концентраторы редкоземельных элементов (ксенотим, циркон и др.). Увеличение концентраций благородных металлов в нижних стратиграфических уровнях медистых и магнетитовых песчаников, схожие корреляционные связи золота и платиноидов могут свидетельствовать о том, что большая часть благородных металлов в медистых и магнетитовых песчаниках имеет кластогенную природу. В пользу этого также свидетельствуют находки обломочного золота в магнетитовых песчаниках сакуканской свиты [7].

В отложениях черносланцевой формации повышенными концентрациями благородных металлов характеризуются зоны сульфидизации и метаморфогенно-гидротермальные сульфидно-кварцевые жилы, пространственно приуроченные к зонам тектонических нарушений. При этом

**Таблица 1.** Среднее содержание элементов в медистых песчаниках Кодаро-Удоканского района, г/т

Свита	<i>n</i>	Ni	Zn	Pb	Bi	Ba	La	Ce	Y	ΣCe ΣY
Сакуканская	15	3	176	10	28	912	28	62	12	5.11
Александровская	5	10	192	10	25	355	17	40	15	2.75
Читкандинская	9	83	317	634	650	1476	48	81	17	4.71

Примечание. Анализы выполнены в аналитическом центре Геологического института СО РАН (г. Улан-Удэ) рентгеноспектральным методом, аналитик Б.Ж. Жалсараев.

**Таблица 2.** Распределение благородных металлов в породах Кодаро-Удоканского района

Породы, руды	Au		Ag		Pt		Pd		
	<i>x</i>	<i>s</i>	<i>x</i>	<i>s</i>	<i>x</i>	<i>s</i>	<i>x</i>	<i>s</i>	
	<i>n</i>		<i>n</i>		<i>n</i>		<i>n</i>		
<b>Удоканская серия (PR<sub>1</sub>)</b>									
<b>Сакуканская свита. Медистые песчаники</b>									
Борнит-халькозиновый	40	52	57.2	57.5	3.8	3.9	1.1	1.6	
	140		22		15		14		
Пирит-халькопиритовый	35	40	15.5	12					
	17		14						
Брошантит-малахитовый	46	23	10.2	8.2	3.0	1.4	0.4	0.1	
	30		24		2		4		
<b>Сакуканская свита. Магнетитовые песчаники</b>									
Минералы тяжелого шлиха	11	14	0.8	0.7			3.0	2.0	
	84		22				4		
<b>Александровская свита. Медистые песчаники</b>									
Пирит-халькопиритовый	94	254	4.5	3.1	6.1	9.3	1.2	1.9	
	17		7		4		3		
<b>Читкандинская свита. Медистые песчаники</b>									
Борнит-халькозиновый	950	1060	129	159	39.7	49.9	5.5	2.4	
	5		5		2		2		
Халькопирит-пирротинный	126	148	40.1	73.4	5.8	6.2	1.6	1.4	
	27		6		6		3		
Брошантит-малахитовый	42	30							
	5								
<b>Читкандинская свита. Магнетитовые песчаники</b>									
Минералы тяжелого шлиха	36	39	1.5	2.1					
	14		9						
<b>Аянская, иньрская, икабийская свиты. Черносланцевые породы</b>									
Сланцы	6	9.7	1.2	1.1					
	55		35						
Сланцы сульфидизированные	203	311	3.1	5.5	6.5	6.4	0.5	1.5	
	35		23		2		19		
Сульфидно-кварцевые жилы	284	833	32.8	46.9			1.1	1.1	
	46		8				4		
<b>Чинейский интрузивный комплекс (PR<sub>1</sub>)</b>									
Габброиды	28.7	53.6	1.5	1.5	4.6	0.9	2.7	2.6	
	66		16		5		11		
Габброиды сульфидизированные	237	595	2.6	1.7	3.2	0.9	2.8	2.6	
	29		9		3		5		
Титаномагнетиты	286	441	2.2	1.9	3.5	0.8	2.6	2.6	
	18		7		9		10		

Примечание. Содержание Au, Pt, Pd – в мг/т, Ag – г/т; золото определено спектрозолотометрическим, пробирным методами анализов; Ag – пробирным анализом в аналитических лабораториях ЗабНИИ, Роскомнедра РФ (г. Чита); Pt, Pd – химико-спектральным методом в аналитическом центре Геологического института СО РАН (г. Улан-Удэ); *n* – число анализов, *x* – среднее арифметическое, *s* – среднеквадратичное отклонение.

наибольшие содержания благородных металлов связаны с полиметаллической рудной ассоциацией.

В предшествующих работах изучено распределение благородных металлов в породах Чинейского массива [8, 9 и др.]. При этом недостаточно исследовано распределение благородных металлов в дайках чинейского комплекса. Наши данные восполняют этот пробел. Повышенными концентрациями благородных металлов в них характеризуются участки пород с сульфидной и титаномагнетитовой минерализацией.

Корреляционный анализ выявил тесную связь благородных металлов в золотоносных комплексах пород с халькофильными, сидерофильными и литофильными элементами. Так, в медистых песчаниках благородные металлы наиболее часто коррелируют ( $r > 0.5$ ) с Bi, Cu, Pb, Ba, La, Ce; в магнетитовых песчаниках – Bi, Cu, Ba, Sr; в черносланцевых отложениях – Cu, Co, Pb, Y; в базитах чинейского комплекса – Cu, Ni, Pb, Ti, V, Y. При этом обращает на себя внимание тесная связь благородных металлов с легкими лантаноидами – La, Ce, а также с Cu, Ba.

Таким образом, основная часть благородных металлов в медистых и магнетитовых песчаниках удоканской серии имеет кластогенную природу. При этом отмечено увеличение их концентраций к нижним рудоносным уровням удоканской се-

рии. В черносланцевых отложениях удоканской серии и базитах чинейского комплекса наблюдается несколько уровней концентрации благородных металлов. Повышенные концентрации благородных металлов связаны в основном с процессами сульфидизации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абрамов Б.Н., Винниченко С.Г.* // Геология и геофизика. 1997. Т. 38. № 6. С. 1148–1151.
2. *Юргенсон Г.А., Абрамов Б.Н.* // Зап. ВМО. 2000. № 2. С. 44–54.
3. *Бурмистров В.Н.* // ДАН. 1989. Т. 304. № 5. С. 1201–1204.
4. *Абрамов Б.Н., Наркелюн Л.Ф.* // Изв. вузов. Геология и разведка. 1999. № 6. С. 90–96.
5. *Габлина И.Ф., Ермилов В.В.* // Литология и полезные ископаемые. 1990. № 1. С. 119–123.
6. *Балашов Ю.А.* Геохимия редкоземельных элементов. М.: Наука, 1976. 267 с.
7. *Безродных Ю.П., Наркелюн Л.Ф., Трубочев А.И., Юргенсон Г.А.* // ДАН. 1968. Т. 197. № 4. С. 927–930.
8. *Гонгальский Б.И., Криволицкая Н.А.* Чинейский расслоенный плутон. Новосибирск: Наука, 1993. 183 с.
9. *Мельникова К.М., Белова Н.Б., Сярьий Е.С.* // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1988. № 9. С. 87–99.