

УДК 549.2

К. Ш. ДЮСЕМБАЕВА, В. Л. ЛЕВИН, П. Е. КОТЕЛЬНИКОВ, Г. К. БЕКЕНОВА

НОВОДНЕПРИТ AuPb_3 – НОВЫЙ МИНЕРАЛ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОВОДНЕПРОВСКОЕ (СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН)¹

(Представлена академик НАН РК А. А. Абдулиным)

Новый минеральный вид новоднеприт AuPb_3 встречен в золоторудном месторождении Новоднепровское (Северный Казахстан). В ассоциации с анюйтом, самородным золотом, самородным свинцом и аурикупритом минерал слагает необычные шаровидные и овальные образования, которые четко приурочены к якобит-миметитовому агрегату.

Местонахождение и ассоциация. Новоднеприт AuPb_3 обнаружен в подзоне лимонитовой и марганцевой сыпучки золоторудного месторождения Новоднепровское. Месторождение расположено в 75 км к юго-востоку от г. Кокшетау и относится к золото-мышьяк-полиметаллическому типу с совмещенным жильным и прожилково-вкрапленным оруденением [1]. Месторождение сложено докембрийскими гнейсо-терригенно-карбонатными породами шарыкской и кокчетавской свит, прорванными мелкими гранитоидными штокообразными телами зерендинского комплекса. В зоне окисления руды представлены охристыми, щебнистыми, глинистыми разновидностями с частыми карманами и пустотами, заполненными лимонит-гетитовой и марганцевой сыпучкой, с реликтами сульфидов. Глубина распространения зоны окисления значительна – 70–350 м.

Новоднеприт обнаружен под микроскопом в цементированных полированных аншлифах, в тесной ассоциации с анюйтом AuPb_2 . Максимальные размеры зерен новоднеприта не превышают 4×7 мкм². Оба интерметаллида вместе с золотом, самородным свинцом и аурикупритом слагают полиминеральные шаровидные образования (рис. 1) размером 0,05–0,3 мм [2]. В одних случаях они сложены тремя минералами, в которых новоднеприт в тонком сростании с анюйтом цементирует преобладающие в количествен-

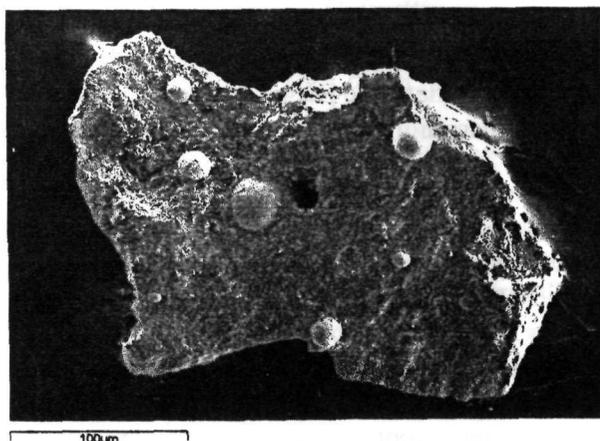


Рис. 1. Шаровидные образования.
Изображение во вторичных электронах

ном отношении кристаллы золота (рис. 2), в других – пятью минералами: самородным свинцом, новоднепритом, анюйтом, среди которых довольно равномерно распределены кристаллы самородного золота в микросрастании с аурикупритом. Подобная ассоциация с самородным свинцом, интерметаллидом Au и Pb и самородным золотом описана Л. В. Разиным и Г. А. Сидоренко [3]. Авторы считают, что такое микросрастание анюйта с самородным свинцом возможно при распаде твердого раствора. Кроме полиминеральных шаровидных образований в сыпучке содержатся золотые шаровидные образования, реликты сульфидов (пирит, галенит, арсенопирит)

¹ Утвержден Комиссией по новым минералам и минеральным названиям Международной минералогической ассоциации в апреле 2005 г.

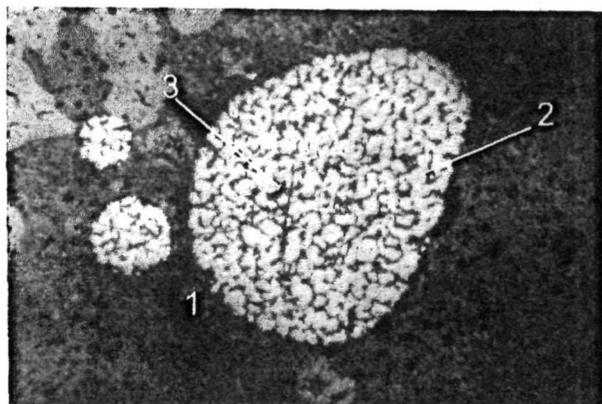


Рис. 2. Полиминеральные шаровидные образования в якобсит-миметитовом минеральном агрегате (1). Самородное золото (2), новоднеприт в сростании с анионитом (3). Аншлиф. Ув. 250

и вторичные минералы (церуссит). Сфероидальные агрегаты ассоциируют с якобситом и якобсит-миметитом. Нередко наблюдались шаровидные образования с пустотками выкрошенных зерен якобсита.

Свойства новоднеприта под микроскопом. В отраженном свете новоднеприт и анионит практически неразличимы и имеют темно-серый цвет с синеватым оттенком. Двухотражение слабое, анизотропия слабая, от темно-серого до темного. Свежие зерна анионита непрозрачные, серебристо-серые с металлическим блеском, но довольно быстро окисляются и становятся тусклыми свинцово-серыми. Измерить микротвердость и отражательную способность новоднеприта невозможно из-за малого размера его выделений. Полученный нами синтетический аналог новоднеприта имеет свинцово-серый цвет и окисляется быстрее, чем синтетический анионит. Микротвердость синтетического новоднеприта, измеренная на микротвердомере ПМТ-3 с нагрузкой 20 г, составляет 99,6 кГ/мм² (среднее для 10 измерений), а синтетического анионита – 136 кГ/мм². Рассчитанная на основе эмпирической формулы плотность новоднеприта составляет 12,87 г/см³.

Химический состав (табл. 1) нового минерала был изучен на электронно-зондовом микроанализаторе JСХА-733 (рис. 3). Условия анализа: ускоряющее напряжение – 25 кВ, ток зонда – 25 нА. Время измерения пиков и фона 30 и 5 с соответственно.

Средняя эмпирическая формула – $(\text{Au}_{0,996}\text{Cu}_{0,014}\text{Ag}_{0,008})\Sigma_{1,018}\text{Pb}_{2,982}$. Идеальная формула – AuPb_3 . Новый минерал содержит в незна-

Таблица 1. Химический состав (вес. %) новоднеприта (9 анализов) из полиминерального шаровидного образования

Компоненты	Среднее значение	Область значений	Стандартное отклонение	Использованный стандарт
Au	24,15	20,73-25,29	1,32	Au – 100%
Cu	0,11	0-0,18	0,05	Cu – 100%
Ag	0,11	0-0,13	0,06	Ag – 100%
Pb	76,00	73,74-77,33	1,13	PbS
Σ	100,37			

чительном количестве изоморфные примеси Cu и Ag. Новоднеприт преобладает над анионитом в полиминеральных шаровидных образованиях.

Для рентгеновского изучения шаровидные агрегаты золота были извлечены из аншлифов с помощью ультразвуковой иглы [4]. Дебаграммы шаровидных агрегатов (табл. 2) содержат линии трех минералов: самородного золота, анионита и новоднеприта. Выделенные из табл. 2 рефлексы новоднеприта (табл. 3) совпадают с рефлексами синтетической фазы AuPb_3 [5]. По аналогии с синтетической фазой AuPb_3 новоднеприт принадлежит к тетрагональной сингонии. Параметры элементарной ячейки: a 11,954(3) Å; c 5,890(5) Å; V 842(1) Å³, $Z = 8$. Пространственная группа: $I \bar{4} 2m$.

Выделение монокристаллов новоднеприта для структурного изучения в настоящее время невозможно из-за малого размера зерен и тесного сростания минерала с анионитом.

Обсуждение результатов. Механизм формирования шаровидных образований, сложенных самородным золотом и золотом в ассоциации с другими минералами (самородный свинец, новоднеприт, анионит, аурикуприт), трудно объяснить. Несомненна приуроченность шаровидных образований к якобсит-миметитовому, существенно якобситовому агрегатам. Среди выделений последнего нередко можно наблюдать шаровидные формы с пустотками выкрошенных зерен. Вероятно, якобсит играл роль осадителя. Интерметаллиды, главные элементы которых Au, Pb, Cu, Ag, видимо, формировались в результате распада высокотемпературных твердых растворов по мере снижения температуры. Изученные шаровидные образования, особенно полиминеральные, в которых найден новый интерметаллид Au и Pb –

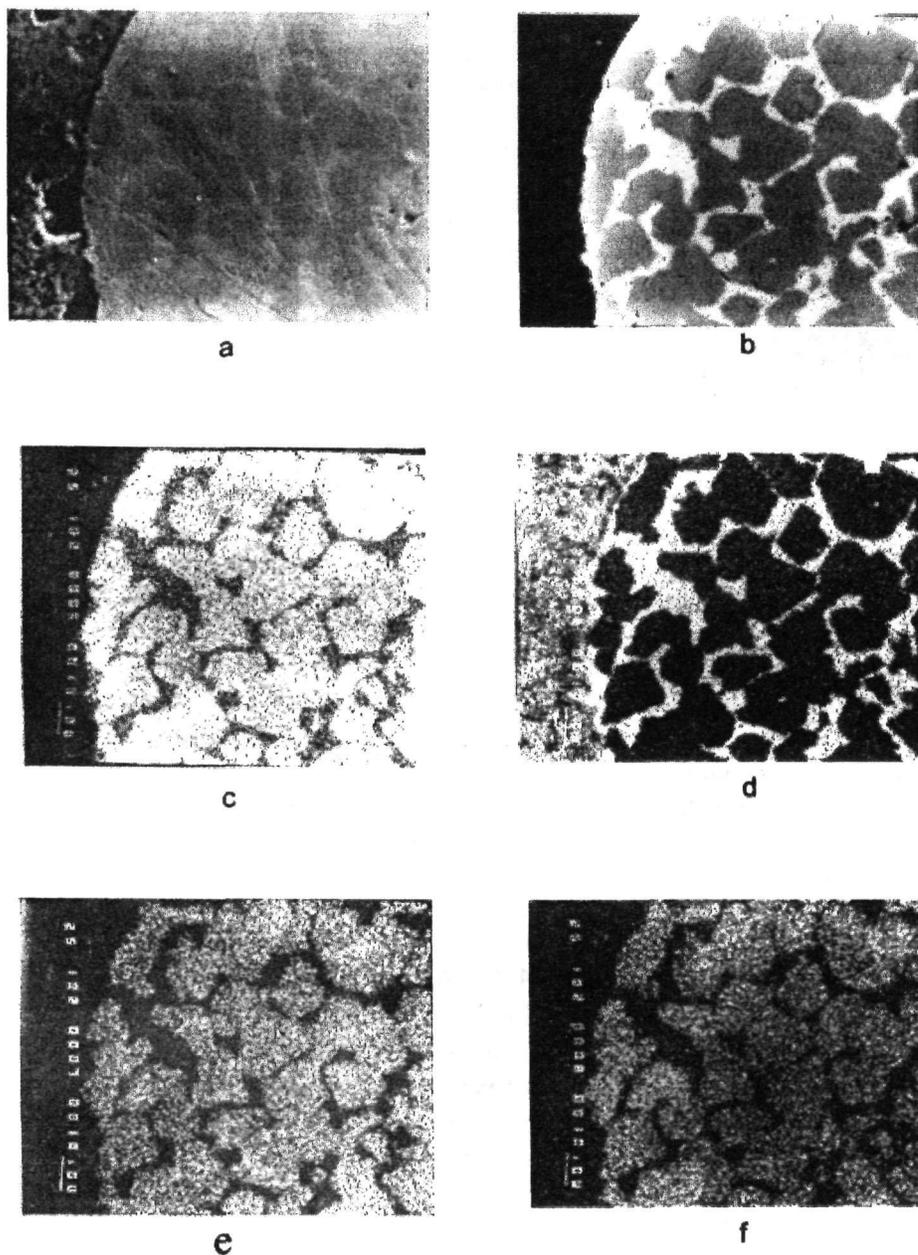


Рис. 3. Фрагмент шаровидного образования. x1000.
 а – SEI, б – BEI (comp),
 с – AuK α , д – PbK α ,
 е – AgK α , ф – CuK α

Таблица 2. Результаты расчета дебаграмм анионита и шаровидных агрегатов (Au+AuPb₂+AuPb₃)

Анионит AuPb ₂		Шаровидный агрегат (Au+AuPb ₂ +AuPb ₃)							
Обр. 1		Обр. 2		Обр. 3		Обр. 4		Обр. 5	
<i>I</i>	<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>d</i> , Å
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<1	5,29								
5	3,15								
		1	2,904	2	2,907	1д	2,881		
10	2,839	5	2,834	3	2,828	<1	2,825	1	2,824
		2	2,793*	4	2,792*	2	2,791	1	2,791
		1	2,675*	1	2,661*	<1	2,661	1	2,659
2	2,593	3д	2,589	3д	2,587	1	2,604	1	2,602

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	2,482	<1	2,482	1	2,475	1д	2,456		
		1	2,426*	1	2,420*	1	2,418	3	2,416
7	2,323	10д	2,344*	10	2,339*	10	2,330	8	2,333
6	2,241	2	2,237	2д	2,236	<1	2,220	<1	2,233
		1	2,090	1	2,082				
		5	2,022	5	2,031	4д	2,016	4	2,023
1	1,877	2	1,874*	2	1,867*	2	1,869		
1	1,807								
		1	1,754	1	1,750				
3	1,699	3	1,695	3	1,692	3	1,69	2	1,691
		1	1,653	1	1,650	<1	1,65	<1	1,651
6	1,635	2	1,631	2	1,632	3	1,63	<1	1,637
		3	1,581*	3	1,578*	<1	1,58		
4	1,540	1	1,522	1	1,530	<1	1,531		
				1	1,489				
5	1,475					3д	1,478	1	1,478
		2	1,472*	3	1,469*				
		6	1,427	5	1,433	6д	1,430	4	1,430
		1	1,389*	1	1,389*	<1	1,397		
		2	1,363*	1	1,360*	<1	1,363		
		3	1,344	2	1,346				
3	1,323			1	1,317	1	1,312		
		2	1,309	1	1,306			<1	1,309
1	1,295	1	1,295	2д	1,290	1	1,298	<1	1,294
1	1,284	1	1,288						
		1	1,261			<1	1,263		
		1	1,251	<1	1,252	<1	1,250		
		1	1,239					1	1,238
1	1,221	8	1,217	6	1,221	10	1,221	10	1,2204
1	1,208	1	1,206			3	1,207	<1	1,1964
		1	1,188	<1	1,184	2	1,186		
		4	1,164	3	1,170	8	1,170	5	1,1680
						<1	1,141		
		1	1,137			1	1,135		
1	1,122								
2	1,105	1	1,104			2	1,106		
						3	1,095		
						2	1,087		
3	1,070			<1	1,072	1	1,079		
						3д	1,071		
						2	1,037		
		1	1,021	<1	1,024	1	1,0209		
						3д	1,0143		
		2	1,009	2	1,012	3д	1,0098		
		1	0,9958	<1	0,998				
2	0,9913	1	0,9894	<1	0,991	2д	0,9900		
2	0,9784	1	0,9796	1	0,978				
2	0,9730								
1	0,9626	1	0,9668						
1	0,9552	1	0,9589						
1	0,9394								
<1	0,9250	6	0,9254	6	0,931				

Примечание. Обр. 1 – РКД 57,3; CoK_{α} -излучение; ускоряющее напряжение – 25 кВ; ток анода – 20 мА, время экспозиции – 7 ч; обр. 2 – РКД 57,3; CoK_{α} -излучение; 20 кВ; 20 мА; 9 ч; обр. 3 – РКД 57,3; CoK_{α} -излучение; 25 кВ; 20 мА; 10 ч; обр. 4 – РКД 57,3; FeK_{α} -излучение; 20 кВ, 20 мА; 7 ч. (Минералогический музей им. Е. А. Ферсмана, г. Москва); обр. 5 – РКУ 114; FeK_{α} -излучение; 20 кВ; 20 мА; 78 ч. (Минералогический музей им. Е. А. Ферсмана, г. Москва). Обозначены: д – диффузный; * – межплоскостные расстояния, по которым рассчитывались параметры элементарной ячейки новоднеприта.

Таблица 3. Рентгеновские порошковые данные для новоднеприта

№ п/п	$d_{\text{им}}, \text{Å}$	hkl	$d_{\text{вмч}}, \text{Å}$
1	2,792	112	2,781
2	2,668	420	2,673
3	2,423	222	2,416
4	2,342	510	2,344
5	1,8705	611	1,8642
6	1,5825	721	1,5817
7	1,4705	523	1,4706
8	1,3890	750	1,3896
9	1,3615	831	1,3612

новоднеприт в ассоциации с другими минералами, несмотря на их нахождение в подзоне сыпучки, имеют гипогенную природу, о чем свидетельствуют их состав, структурные особенности, тесная связь с якобситом – гипогенным минералом. Миметит, тесно срастающийся с якобситом, образовался за счет воздействия поверхностных вод, содержащих фосфорную кислоту, на свинцовые минералы (галенит, церуссит), присутствие которых отмечается в подзоне сыпучки; источником мышьяка, по-видимому, является процесс окисления арсенопирита и, возможно, блеклой руды.

Имеется иная точка зрения на условия формирования шаровидных образований [6], согласно которой полиминеральные и золотые шаровидные образования являются продуктами заполнения газовой-жидких полостей золотом и другими минералами в кварце. В дальнейшем кварц подвергался выветриванию. В 1980-е гг. В. Н. Матвиенко и В. Л. Левин провели систематическое изучение золота из различных месторождений Казахстана и бывшего СССР по оригинальной методике, разработанной и использованной в ИГН им. К. И. Сатпаева [7]. Она основывалась на растворении кварцево-жильной матрицы для извлечения чистых зерен золота с сохранением их природных форм, что обеспечивалось отсутствием механического воздействия на образцы. С помощью методики было выявлено множество шаровидных золотых зерен (более тысячи из семи месторождений) среди золота самых различных форм. Химический состав, морфология поверхности и внутреннее строение нескольких сотен шаровидных образований были изучены электронно-зондовым микроанализом. Доказательствами того, что золотые шары – продукты

заполнения протогазово-жидких включений на ранних этапах формирования кварцево-жильной матрицы, являются как сам факт нахождения их в кварце, так и отпечатки минералов-узников на их поверхности, а также сохранившиеся остатки рудоподводящих каналов в виде «хвостиков» у шаров золота. Установлено после сравнения, что часть их имеет полную композиционную, морфологическую и структурную аналогию с полиминеральными шаровидными агрегатами из месторождения Новоднепровское.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспяев Х.А., Глоба В.А., Абишев В.М., Гуляева Н.Ф. Месторождения золота Казахстана. Алматы, 1996. 28 с.
2. Дюсембаева К.Ш., Бирюлин В.В., Левин В.Л., Котельников П.Е., Бекенова Г.К. Шаровидные образования золота из зоны окисления Новоднепровского месторождения // Геология Казахстана. 2002. №2. С. 57-67.
3. Разин Л.В., Сидоренко Г.А. Анюит AuPb_2 – новый интерметаллид золота и свинца // Минералогический журнал. 1989. Т. 11, №4. С. 88-96.
4. Левин В.Л. Ультразвуковое устройство для приготовления препарата из мелких включений // Изв. АН КазССР. Сер. физ.-мат. 1984. №4. С. 82-83.
5. Wang, R., Giessen, B.C. AB – element – rich representative of the alpha-V3 S type: AuPb_3 // Metallurgical and Materials Transaction. 1971. 2. P. 2195-2197.
6. Матвиенко В.Н., Левин В.Л. Морфология и условия образования самородного золота в золотых месторождениях Северного Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1988. № 4. С. 14-24.
7. Патент СССР на изобретение №1471576 от 08.12.1988.

Резюме

Солтүстік Қазақстандағы Новоднепровка кенорындағы алтын рудасында кездесетін жана минералдың түрі – новоднеприт AuPb_2 , Анюитит, саф алтын, саф қорғасын, аурикуприт минералының ассоциациялар қосылымы керемет шар тәрізді және жұмырлау құрылымды, негізі, олардың ұштастырған – якобсит-миметитті агрегаты. Гипогенді табиғат қурылымын минералды ассоциация және құрылымдық ерекшелік көрсетеді. Табылған олжа сол жердегі мекен-жаймен аталған.

Summary

Novodnepite, AuPb_2 , was discovered in Novodneprovsk deposit, 75 km SE from Kokshetau (Kokchetav), Northern Kazakhstan. Intermetallic compound occurs in unusual spheroidal aggregates, consisting mostly of gold grains, anyuinite, native lead and auricupride. The mineral is of hypogene origin, based on the mineral associations, their close intergrowths and structural features.

Институт геологических наук
им. К. И. Сатпаева МОН РК,
г. Алматы

Поступила 4.08.06г.