

© С. Н. БРИТВИН,\* д. чл. Н. С. РУДАШЕВСКИЙ,\*\* д. чл. А. Н. БОГДАНОВА,\*\*\*  
д. чл. Д. К. ЩЕРБАЧЕВ\*\*\*\*

### ПОЛКАНОВИТ $Rh_{12}As_7$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ ИЗ РОССЫПЕЙ РЕКИ МИАСС (УРАЛ)<sup>1</sup>

S. N. BRITVIN, N. S. RUDASHEVSKY, A. N. BOGDANOVA, D. K. SHCHERBACHOV. POLKANOVITE  
 $Rh_{12}As_7$  — THE NEW MINERAL FROM A PLACER AT THE MIASS RIVER (THE SOUTH URALS)

\* Санкт-Петербургский университет, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

\*\* ЗАО «Механобр-Аналит», 199026, Санкт-Петербург, 21-я линия, 8А

\*\*\* Геологический институт КНЦ РАН, 184200, Апатиты, ул. Ферсмана, 14

\*\*\*\* Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья (ВИМС),  
109017, Москва, Старомонетный пер., 31

Polkanovite has been found in a small unnamed placer deposit in the upper Miass river, the South Urals, Russia. It forms irregular inclusions up to  $45 \times 140$   $\mu\text{m}$  intergrown with isoferroplatinum and tulameenite, in a grains of native ruthenium. Associated minerals are cherepanovite, rhodian irarsite, unnamed  $RhNiAs$ ,  $Rh_2As$  and  $(Pd,Rh)_2As$ . In reflected light polkanovite is brownish-gray. Weakly anisotropic from gray to brownish-gray.  $R_{\text{max}}-R_{\text{min}}(\lambda)$  in air (%): 49.2—44.9(420), 47.9—44.2(440), 47.5—43.9(460), 47.8—44.5(480), 48.0—44.8(500), 48.1—44.5(520), 48.3—44.7(540), 48.8—45.6(560), 49.2—46.4(580), 49.7—46.9(600), 50.7—47.1(620), 51.3—47.8(640), 51.3—48.6(660), 51.6—49.1(680), 51.9—49.5(700).  $VHN$  (load 40g) 399—422  $\text{kg}/\text{mm}^2$ , mean 410  $\text{kg}/\text{mm}^2$ .  $D(\text{calc.})$  10.20  $\text{g}/\text{cm}^3$ . Cleavage and parting were not observed. Chemical composition (wt. %), mean of 9 analyses: Ru 2.93, Rh 54.33, Pd 2.02, Os 0.71, Ir 0.71, Pt 0.40, Ni 7.03, As 31.70; Total 99.83. Empirical formula based on 19 atoms per unit:  $(Rh_{8.90}Ni_{2.01}Ru_{0.48}Pd_{0.32}Os_{0.06}Ir_{0.06}Pt_{0.03})_{11.86}As_{7.13}$  corresponding to  $Rh_{12}As_7$ . Hexagonal,  $P6_3/m$ ,  $a_0$  9.31(2),  $c_0$  3.64(2) Å,  $V_0$  273 Å<sup>3</sup>,  $Z = 1$ . Strongest lines of powder diffraction pattern [ $d(I)(hkl)$ ]: 2.33(4)(211), 2.03(2)(400), 1.852(9)(320), 1.767(6)(401), 1.755(10)(410). It is named in honour for Acad. Yu. A. Polkanov, Institute of Mineral Resources, Academy of Technical Sciences of Ukraine.

В 1996 г. авторам для исследования было передано небольшое количество тяжелого шлиха из аллювиальной россыпи в верховьях р. Миасс в районе г. Златоуст, Южный Урал. Среди минералов шлиха (фракция 0.05—1.5 мм) преобладают хромит с ильменитом (около 70 мас. %). минералы системы  $Ru-Os-Ir$  (около 30 мас. %) и небольшое количество (меньше 1 %) изоферроплатины. Характерной особенностью минералов системы  $Ru-Os-Ir$  в этой россыпи является обогащенность рутением: около половины изученных зерен представлены самородным рутением ( $Ru > 33.3$  ат. %). Такие зерна содержат, как правило, многочисленные уплощенные включения изоферроплатины, самородного никеля и туламинита, ориентированные по плоскости {0001} совершенной спайности рутения. Изредка во включениях встречаются арсениды  $Rh$ ,  $Ir$ ,  $Pd$ ,  $Pt$ , представленные ирарситом, сперрилитом, черепановитом, неназванными минералами состава  $RhNiAs$ ,  $Rh_2As$  и  $(Pd,Rh)_2As$ . В этой ассоциации и был обнаружен новый арсенид родия, получивший название полкановит (polkanovite) в честь академика Академии технических наук Украины Юрия Александровича Полканова (г. Симферополь).

Полкановит обычно встречается в тесном сростании с черепановитом и  $(Pd,Rh)_2As$ . Максимальный размер его обособлений составляет  $45 \times 140$   $\mu\text{m}$ . В отраженном свете минерал имеет коричневато-серый цвет. Анизотропия слабая в коричневато-серых тонах. Двухотражение и плеохроизм не заметны. Внутренние рефлексии

<sup>1</sup> Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества РАН 30 июня 1997 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 3 октября 1997 г.

Таблица 1

Отражение ( $R$ , %) полкановита  
The reflection ( $R$ , %) of polkanovite

$\lambda$ , нм	$R_{\max}$	$R_{\min}$	$\lambda$ , нм	$R_{\max}$	$R_{\min}$	$\lambda$ , нм	$R_{\max}$	$R_{\min}$
420	49.2	44.9	520	48.1	44.5	620	50.7	47.1
440	47.9	44.2	540	48.3	44.7	640	51.3	47.8
460	47.5	43.9	560	48.8	45.6	660	51.3	48.6
480	47.8	44.5	580	49.2	46.4	680	51.6	49.1
500	48.0	44.8	600	49.7	46.9	700	51.9	49.5

Таблица 2

Химический состав полкановита (мас. %)  
Chemical composition of polkanovite (wt. %)

Элемент	Анализ									среднее значение
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Ru	12.1	4.0	6.2	1.9	2.7	2.2	2.2	2.5	2.6	2.9
Rh	54.0	51.9	49.8	54.0	56.1	56.5	56.4	55.3	55.0	54.3
Pd	1.9	1.1	1.1	1.6	1.9	2.4	2.4	2.9	2.9	2.0
Os	0.9	1.1	2.1	0.7	0.2	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7
Ir	1.4	1.0	1.9	0.6	0.8	0.0	0.0	0.3	0.4	0.7
Pt	0.5	0.6	0.7	0.5	0.7	0.0	0.0	0.3	0.3	0.4
Ni	7.7	7.9	6.9	8.2	6.7	6.6	6.7	6.3	6.3	7.0
Cu	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
As	31.4	32.2	31.3	32.4	30.8	32.1	32.0	31.6	31.5	31.7
Сумма	99.9	99.8	100.0	99.9	99.9	99.8	99.7	99.9	99.7	99.7

Примечание. Условия анализа: ускоряющее напряжение 30 кВ, ток образца 0.7 нА, эталоны для Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Fe, Ni, Cu — чистые металлы, для As — синтетический InAs.

Таблица 3

Результаты расчета рентгенограммы полкановита и синтетического  $Rh_{12}As_7$   
X-ray powder diffraction pattern of polkanovite and synthetic  $Rh_{12}As_7$

$hkl$	Полкановит			$Rh_{12}As_7$ (Lambert-Andron c. a., 1985)		
	$I$	$D_{\text{экс}}$	$D_{\text{выч}}$	$I$	$D_{\text{экс}}$	$D_{\text{выч}}$
110			4.6550	0.6	4.6577	4.6582
101			3.3176	1.3	3.3345	3.3323
201	1	2.72	2.7017	2.8	2.7108	2.7012
300			2.6876	2.8	2.6900	2.6894
211	4	2.33	2.3366	98.5	2.3426	2.3425
220			2.3275	11.0	2.3292	2.3291
310			2.2362	29.7	2.2368	2.2377
301	1	2.15	2.1621	32.1	2.1665	2.1670
400	2	2.03	2.0157	10.0	2.0165	2.0170
221			1.9609	39.4	1.9646	1.9648
311			1.9054	19.5	1.9092	1.9090
320	9	1.852	1.8497	3.5	1.8517	1.8510
002	2	1.818	1.8200	32.5	1.8297	1.8294
401	6	1.767	1.7634	7.4	1.7656	1.7664
410	10	1.755	1.7594	43.6	1.7602	1.7606
321			1.6490	11.5	1.6520	1.6516
330	8	1.549	1.5517			
510	2	1.446	1.4481			
332	1	1.182	1.1808			
422	2	1.166	1.1683			
611			1.1649			

Примечание. Условия съемки: полкановит —  $FeK_{\alpha}$ -излучение, D-114.6 мм;  $Rh_{12}As_7$  —  $CrK_{\alpha}$ -излучение. Камера Гинье.

отсутствуют. Спектры отражения (табл. 1) измерены на автоматическом микроспектрофотометре МСФП (ЛОМО) с шагом измерения 20 мкм. Число отсчетов для каждой длины волны 7 с последующим усреднением. В качестве эталона использован аттестованный на ЛОМО кремний.

Твердость микровдавливанию измерялась на микроскопе Neophot-2 (Carl Zeiss, Jena) при помощи объектива-микротвердометра с пирамидой Викерса. Значения микротвердости при нагрузке 40 г составили 399—422 кг/мм<sup>2</sup> (шесть определений), среднее 410 кг/мм<sup>2</sup>. Спайность и отдельность не наблюдались.

Химический состав минерала (табл. 2) изучен на сканирующем электронном микроскопе SAMSCAN с энергодисперсионным анализатором LINK-AN10000. Эмпирическая формула рассчитана по среднему из 9 анализов исходя из 19 атомов на формульную единицу (Rh<sub>8.90</sub>Ni<sub>2.01</sub>Ru<sub>0.48</sub>Pd<sub>0.32</sub>Os<sub>0.06</sub>Ir<sub>0.06</sub>Pt<sub>0.03</sub>)<sub>11.86</sub>As<sub>7.13</sub>. Идеализированная формула Rh<sub>12</sub>As<sub>7</sub>. Полкановит является природным аналогом синтетического Rh<sub>12</sub>As<sub>7</sub>. Это соединение представляет собой наиболее богатый родием член твердых растворов Rh<sub>1+x</sub>As (0.3 < x < 0.67) (Quensel, Heyding, 1962). Более поздними исследованиями (Pivan, Guerin, 1988) установлено, что существует непрерывная серия твердых растворов Rh<sub>1+x</sub>As, вплоть до Rh<sub>10.5</sub>As<sub>7</sub>, а далее в интервале Rh<sub>10.5</sub>As<sub>7</sub>—Rh<sub>12</sub>As<sub>7</sub> наблюдается разрыв смесимости. Таким образом, Rh<sub>12</sub>As<sub>7</sub> является стехиометричным соединением, величина отношения Rh/As = 1.67.

Рентгенограмма порошка полкановита приведена в табл. 3 в сравнении с данными для синтетического Rh<sub>12</sub>As<sub>7</sub>. Расхождения в относительной интенсивности некоторых линий могут быть вызваны различиями химического состава природного и синтетического соединений, поскольку полкановит содержит значительное количество никеля. По аналогии с Rh<sub>12</sub>As<sub>7</sub> для полкановита принята гексагональная сингония, пространственная группа *P6<sub>3</sub>/m*. Уточнение параметров элементарной ячейки методом наименьших квадратов дало следующие результаты: *a*<sub>0</sub> 9.31(2), *c*<sub>0</sub> 3.64(2) Å, *V*<sub>0</sub> 273 Å<sup>3</sup>, *Z* = 1. Расчетная плотность *D*<sub>расч</sub> = 10.20 г/см<sup>3</sup>.

Эталонный образец полкановита передан на хранение в Горный музей Санкт-Петербургского горного института (регистрационный номер 3073/1).

#### Список литературы

- Lambert-Andron B., Dhari E., Chaudoet P., Madar E. Crystal structure of Rh<sub>12</sub>As<sub>7</sub> // J. Less-Comm. Met. 1985. Vol. 108(2). P. 353—358.  
Pivan J. V., Guerin R. Rhodium arsenide (Rh<sub>10.5</sub>As<sub>7</sub>): a defective Cr<sub>12</sub>P<sub>7</sub>-type structure // J. Less-Comm. Met. 1988. Vol. 144(1). P. 31—39.  
Quensel J. C., Heyding R. D. Transition metal arsenides V. A note on the rhodium/arsenic system and the monoclinic diarsenides of the cobalt family // Canad. J. Chem. 1962. Vol. 40. P. 814—818.

Поступила в редакцию  
15 декабря 1997 г.