

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

УДК 549.3

© 1995 г.

Д. чл. Ю. В. ЯШУНСКИЙ, д. чл. Е. Г. РЯБЕВА, д. чл. М. В. АБРАМОВ,
С. Д. РАСУЛОВАДЖАРКЕНИТ FeSe_2 — новый минерал¹Yu. V. YASHUNSKY, E. G. RYABEVA, M. V. ABRAMOV, S. D. RASULOVA.
DZHARKENITE FeSe_2 — THE NEW MINERAL

The mineral has been found in selenium ore within the Suluchekinskoye Se-U infiltrational deposit (Dzharkenskaya depression, South-Eastern Kazakhstan). It is represented by octahedral crystals 10—100 μm in size. The mineral has been named according to the place of finding. It occurs in association with ferroselite and goethite. Real composition of dzharkenite corresponds to formula $\text{FeSe}_{1.94}$, or ideally — FeSe_2 . All the necessary data on its physical properties and crystallo-chemical composition are presented in the paper. Its typical specimen has been transmitted in the A. E. Fersman Mineralogical Museum, Moscow.

Новый минерал состава FeSe_2 был обнаружен Ю. В. Яшунским в селеновых рудах Сулучекинского селено-уранового инфильтрационного месторождения, залегающего в мел—палеогеновых отложениях Джаркенской впадины (юго-восточный Казахстан). Он получил название джаркенит (dzharkenite) по месту находки.

Джаркенит установлен в эпигенетически восстановленных кварцевых песках и песчаниках, ранее подвергшихся пластовому окислению (Расулова, Яшунский, 1988). Основное количество минерала сосредоточено в зоне осветления и в зоне реликтовых гидроксидов железа непосредственно вдоль ее контакта с зоной новообразованного пирита. Джаркенит встречается в тесной ассоциации с гётитом, ферроселитом и ближе не определенным пока селенидом Cu, Co, Ni и Fe.

Джаркенит обнаружен в виде хорошо образованных октаэдрических кристаллов размерами 5—100 мкм, изредка до 500 мкм. Наиболее развитыми являются грани октаэдра o (111), реже отмечаются узкие грани ромбододэкаэдра u (110) (рис. 1, 2), встречаются параллельные сростки кристаллов (рис. 2).

Цвет джаркениита черный, блеск сильный металлический до алмазного, черта черная, спайность не обнаружена, непрозрачен, твердость 4.9. Твердость микровдавливания (ПМТ-3, тарирован по каменной соли, нагрузка 20 г, экспозиция 15 с) составляет 338 кгс/мм² при колебаниях 253—388 кгс/мм². Отпечаток квадратный, без следов давления.

В отраженном свете джаркениит розовато-желтого цвета, изотропный, внутренних рефлексов нет. Спектр отражения, полученный на универсальном микроскопе-спектрофотометре МСФ-10 (ЛОМО) по международному кремниевому эталону на участках диаметром 5—10 мкм с точ-

¹ Рассмотрено и рекомендовано Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества 14 мая 1987 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 28 февраля 1994 г.

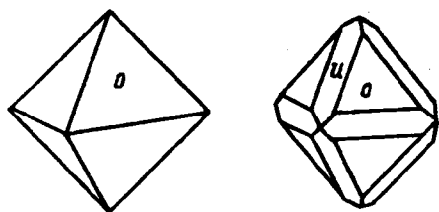


Рис. 1. Кристаллы джаркенита.

o (111), *u* (110).

Fig. 1. Dzharkenite crystals: *o* (111), *u* (110).

ностью 1.5 отн.%, следующий: 440 нм — 44.6%, 460 — 43.1, 480 — 41.7, 500 — 40.8, 520 — 41.3, 540 — 42.6, 560 — 43.8, 580 — 45.1, 600 — 46.4, 620 — 47.7, 640 — 49.0, 660 — 50.2, 680 — 51.5, 700 — 52.8. Интенсивность отражения джаркенита при увеличении длины волны в коротковолновой области убывает, достигая минимума в 40.8% при $\lambda = 500$ нм, а затем возрастает



Рис. 2. Сrostки кристаллов джаркенита.

Растровый электронный микроскоп. Увел. 500.

Fig. 2. Druse of dzharkenite crystals. SEM, x500.

(рис. 3). Аналогичный характер спектра отражения с минимумом при той же длине волны имеет трогталит CoSe_2 , однако интенсивность отражения в крайних областях спектра у него ниже, чем у джаркенита. Наименьшая интенсивность отражения среди кубических диселенидов Fe, Co и Ni характерна для пенрозеита NiSe_2 (Johan e. a., 1972). Закономерность уменьшения интенсивности отражения указанных диселенидов соответствует уменьшению числа свободных электронов в ряду Fe—Co—Ni. По измеренному спектру отражения джаркенита рассчитаны характеристики цвета и цветности минерала по стандартным источникам белого света A, B, C и E (табл. 1).

Рис. 3. Спектры отражения джаркенита (1), трогталита (2) и пенрозеита (3).

Данные для трогталита и пенрозеита — по результатам Йогана и соавторов (Johan e. a., 1972).

Fig. 3. Reflectance spectra of dzharkenite (1), trogtalite (2) and penroselite (3). (2 and 3 — after Johan e. a., 1972).

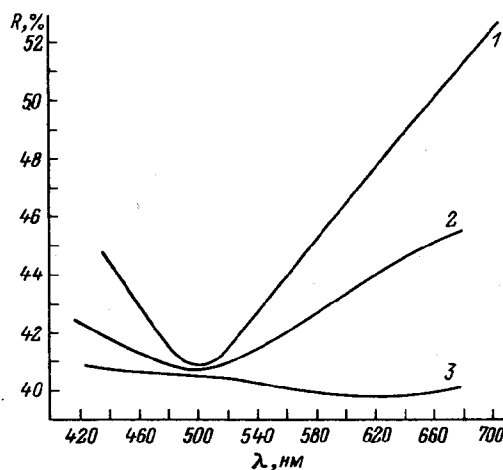


Таблица 1

Характеристика цвета и цветности джаркенита
Color characteristic of dzharkenite

Характеристика	Источник белого цвета			
	A	B	C	E
X	51.0176	45.3700	44.5900	44.598
Y	44.7091	44.1264	43.9215	44.075
Z	15.164	36.472	50.5876	42.268
m	110.8607	125.968	139.099	131.941
x	0.460	0.360	0.320	0.346
y	0.403	0.350	0.316	0.334

Таблица 2

Химический состав джаркенита (мас.%)
Chemical composition of dzharkenite (% wt)

Элемент	Анализ							FeSe ₂ , теор. состав
	1	2	3	4	5	6	среднее	
Fe	26.85	26.43	26.50	26.37	26.32	26.74	26.70	26.14
Co	—	—	—	0.05	—	—	0.01	—
Cu	—	—	0.11	—	0.13	—	0.04	—
Se	72.78	73.78	73.95	74.21	72.86	72.33	73.32	73.86
Сумма	99.63	100.21	100.56	100.63	100.31	99.07	100.07	100.00

Примечание. Анализ выполнен на микроанализаторах JСХА-733 и САМЕВАХ. Образцы сравнения: для Fe и Cu — халькопирит, для Se — клаусталит, для S — сфалерит, для As — синтетическое соединение InAs, для Co, Ni и Sb — металлическое Co, Ni и Sb. Аналитические линии: для Sb — L_α, для остальных элементов — K_α. Ускоряющее напряжение 20 кВ, ток через образец 30 нА. В изученных зернах никель, сера, мышьяк и сурьма не обнаружены.

Таблица 3

Результаты расчета рентгенограммы порошка
джаркенита

X-ray powder analysis data for dzharkenite

<i>l</i>	<i>d</i> _{эксп}	<i>d</i> _{выч}	<i>hkl</i>
50	2.888	2.892	200
100	2.588	2.586	210
80	2.364	2.361	211
40	2.045	2.045	220
50	1.743	1.744	311
20	1.669	1.669	222
25	1.605	1.604	230
60	1.546	1.546	321
25	1.4459	1.4457	400
10	1.2931	1.2931	420
30	1.2559	1.2620	421
15	1.2274	1.2329	332
40	1.1131	1.1129	511
15	1.0737	1.0739	432
10	1.0559	1.0558	521
15	1.0221	1.0223	440

Примечание. Условия съемки: дифрактометр ДРОН-3, FeK_α-излучение. Аналитик Н. И. Величина (ВИМС).

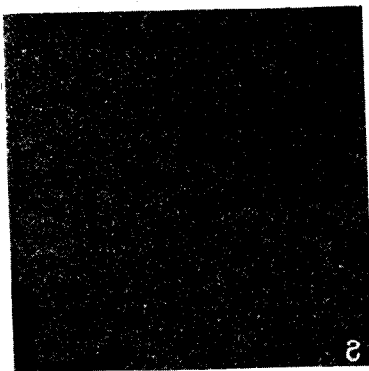
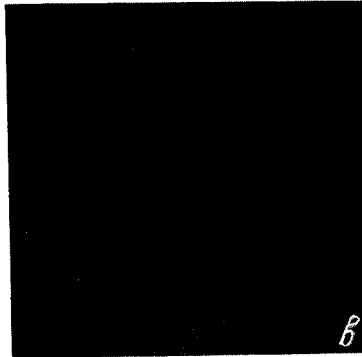
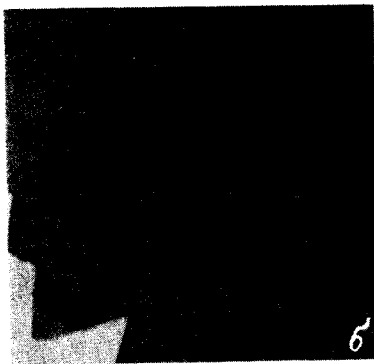
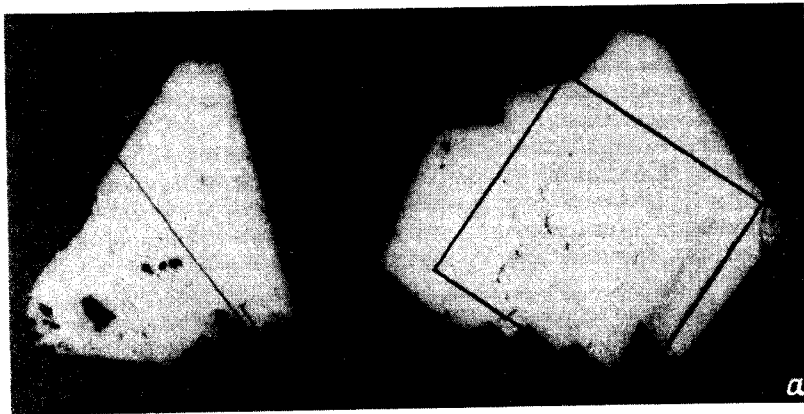


Рис. 4. Агрегат кристаллов джаркенита.
 а — отраженный свет, увел. 500; б — изображение в поглощенных
 электронах, увел. 800; в, з — изображение в характеристическом
 излучении железа и селена, увел. 800.

Fig. 4. Aggregate of dzharkenite crystals.

Химический состав нового минерала, определенный микрорентгеноспектральным методом (для 6 зерен), приведен в табл. 2.

На растровых изображениях в поглощенных электронах и в характеристическом рентгеновском излучении Fe и Se видна однородность химического состава кристаллов джаркенита (рис. 4). Средний по 6 зернам химический состав джаркенита рассчитывается на формулу $\text{FeSe}_{1.94}$, идеальная форма нового минерала FeSe_2 .

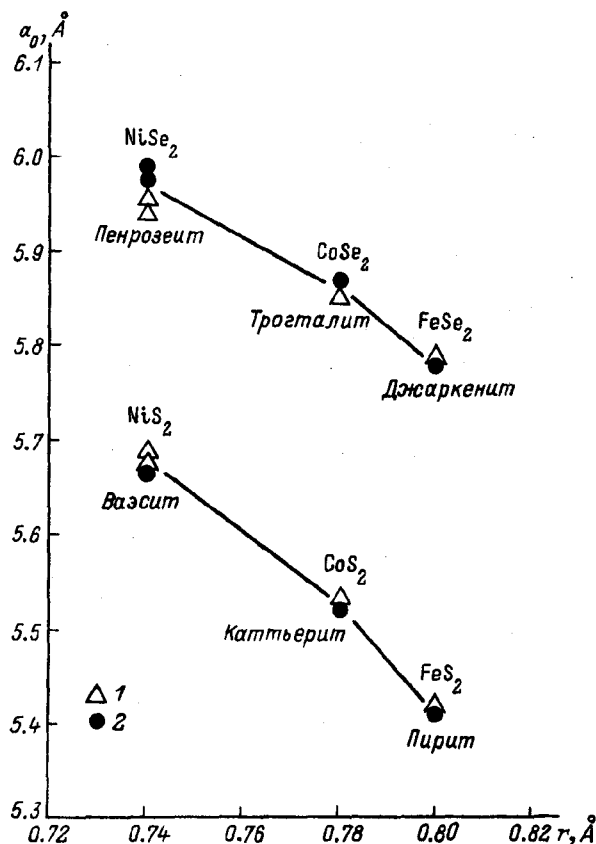


Рис. 5. Зависимость параметров элементарной ячейки (a_0) от размеров ионного радиуса (r) катионов в кубических диселенидах и дисульфидов никеля, кобальта и железа. 1 — минералы, 2 — синтетические соединения; параметры a_0 (кроме джаркенита) приведены по опубликованным данным (Минералы, 1960; Bither e. a., 1968).

Fig. 5. Dependence of the unit cell dimensions (a) on the cation ionic radius (r) within cubic Ni, Co and Fe diselenides and disulphides.

Результаты расчета дебаеграммы джаркенита приведены в табл. 3. Джаркенит кристаллизуется в кубической сингонии, пространственная группа $T_h^6 - Pa\bar{3}$, как для изоструктурного искусственного аналога. При внешней достаточно совершенной октаэдрической форме получить рентгенограмму от монокристалла не удалось: лауэрограммы выявляют блочное строение зерен, что не позволило подтвердить пространственную группу симметрии по монокристалльным картинкам. Параметр элементарной ячейки, рассчитанный по дифрактограмме (табл. 3), составляет $5.783(4) \text{ \AA}$, $Z=4$, $V=193.40 \text{ \AA}^3$. Вычисленная рентгеновская плотность 7.34 г/см^3 . Параметр элементарной ячейки джаркенита близок к значению, полученному для синтетического соединения FeSe_2 со структурой пирита, $a_0 = 5.7859 \text{ \AA}$ (Bither e. a., 1968). Размеры элементарных ячеек a_0 природных и синтетических диселенидов Ni, Co и Fe закономерно уменьшаются при переходе к соединению металла с большим ионным радиусом (рис. 5). Аналогичная зависимость характерна и для дисульфидов этих же металлов.

Приведенные исследования показывают, что джаркениит представляет собой природную кубическую полиморфную модификацию диселенида двухвалентного железа. Ромбическая его модификация известна под названием ферроселит (Минералы, 1960). Полиморфная пара джаркениит—ферроселит изоструктурна паре пирит—марказит, ставшей уже классическим примером полиморфизма. Таким образом, находка джаркениита завершила группу природных кубических и ромбических диселенидов Ni, Co и Fe, которая теперь представляется в следующем виде: пенрозеит—кулерудит (NiSe₂), трогталит—хастит (CoSe₂), джаркениит—ферроселит (FeSe₂).

Образование джаркениита и других диселенидов на Сулучекинском месторождении связано с процессом окисления восстановительных сероводородных растворов, содержащих гидроселенид-ион, при их проникновении в лимонитизированные породы.

Образец минерала сдан на хранение в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана Российской академии наук.

Список литературы

- Минералы. Справочник. М.: Изд. АН СССР. Т. 1, 1960. 551 с.
Расулова С. Д., Яшунский Ю. В. Роль эпигенетической пиритизации в формировании уранового оруденения на инфильтрационных месторождениях // Литология и полезн. ископаемые. 1988. № 6. С. 101—112.
Bither T. A., Bouchard R. J., Cloud W. H. et al. Transition metal pyrite deichalcogenides // Inorganic Chemistry. 1968. Vol. 7. N 11. P. 2208—2220.
Johan Z., Picot P., Pierrot R., Kvacsek M. La Krutaite, CuSe₂, un nouveau mineral de groupe de la pyrite // Bull. Soc. Fr. Miner. Crist. 1972. Vol. 95. N 4. P. 475—480.

Поступила в редакцию
27 сентября 1994 г.

УДК 549.755.31

© ЗВМО, № 1, 1995 г.
Proc.RMS, N 1, 1995

С. Н. БРИТВИН, д. члены Я. А. ПАХОМОВСКИЙ, А. Н. БОГДАНОВА,
А. П. ХОМЯКОВ, Н. И. КРАШОВА

РИМКРОЛЬГИТ (Mg,Mn)₅(Ba,Sr,Ca)(PO₄)₄ · 8H₂O — НОВЫЙ МИНЕРАЛ ИЗ КОВДОРСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ¹

S. N. BRITVIN, Ya. A. PAKHOMOVSKY, A. N. BOGDANOVA, A. P. KHOMJAKOV,
N. I. KRASHOVA. RIMKOROLGITE (Mg,Mn₅(Ba,Sr,Ca)(PO₄)₄ · 8H₂O — THE NEW
MINERAL FROM KOVDOR IRON DEPOSIT (KOLA PENINSULA)

Новый фосфат магния и бария был впервые обнаружен летом 1986 г. в жильных телах доломитовых карбонатитов в центральной части карьера Ковдорского железорудного месторождения. Исследование собранного материала показало, что во всех образцах присутствуют две полиморфные модификации одного соединения. Эти минералы образуют тонкие синтаксические прорастания, что затруднило получение корректных данных по каждому из них.

¹ Рассмотрено и рекомендовано Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества 15 мая 1990 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 29 сентября 1990 г.