

А. И. МАХМУДОВ, И. П. ЛАПУТИНА

ДАНАИТ ИЗ ДАШКЕСАНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР (МАЛЫЙ КАВКАЗ)

Данаит — высококобальтистый арсенопирит¹, открыт в 1883 г. Хэйсом в образцах из рудника Хэйнес — Стелайт (штат Айдахо, США) и позже обнаружен в ряде месторождений СССР и за рубежом [1, 2]. Химические анализы данаита из Северного Дашкесанского кобальтового месторождения впервые приведены Г. Х. Эфендиевым [3], а минералогическое описание этого минерала из Южно-Дашкесанского железокобальтового месторождения было выполнено А. И. Махмудовым [4, 5].

Условия нахождения. Нами исследован данаит из различных месторождений Дашкесанского рудного района, преимущественно Южно-Дашкесанского железокобальтового и Северо-Дашкесанского кобальтового месторождений. Во всех этих месторождениях среди скарнов различного состава в магнетитовых рудах и в зонах сильно раздробленных диабазовых порфириров данаит встречен в ассоциации с арсенопиритом, глаукодотом, высококобальтистым глаукодотом, аллоклазитом, кобальтином, магнетитом, гематитом, халькопиритом, пиритом, кобальтпиритом и редко встречающимися минералами — моддеритом, сафлоритом, карролитом, лёллинитом, миллеритом, линнеитом, зигенитом, самородным висмутом, висмутином, теллуровисмутитом, теллурином и электрумом. На Северо-Дашкесанском кобальтовом месторождении отмечаются зоны вкрапленной минерализации обогащенной данаитом (Главная рудная зона, жилы № 10 и 11).

На Южно-Дашкесанском железокобальтовом месторождении среди эпидот-гранатовых скарнов и магнетитовых руд встречена арсенопирит-данаитовая жила мощностью до 1 м и прожилки данаит-глаукодот-аллоклазитового состава (юго-восточный участок, шт. № 1).

Данаит образует ромбовидные и удлиненно-призматические кристаллы размером от 0,1 мм до 0,5 см (рис. 1).

Физические свойства. Цвет данаита под микроскопом оловянно-белый. От арсенопирита отличается слабо заметным серовато-белым оттенком. От глаукодота и аллоклазита отличается четкой анизотропией с цветным эффектом от голубого до розовато-желтого, иногда голубовато-серого. Обладает сильным отражением. В иммерсии в кристаллах данаита по границе с аллоклазитом, глаукодотом, высококобальтистым глаукодотом, кобальтином и пиритом наблюдается отчетливо выраженный синий оттенок. Иногда отмечаются двойники.

Спектры отражения данаита и арсенопирита близки (табл. 1, рис. 2). Однако начиная от 600 нм величина R арсенопирита уменьшается по сравнению с R данаита.

Твердость данаита из Северо-Дашкесанского кобальтового месторождения, измеренная на приборе ПМТ-3, находится в пределах 831—1005 кгс/мм², $H_{ср.} = 881$ кгс/мм², нагрузка $P = 70—100$ г, а данаита из месторождения Якобсбокенн (Норвегия, из личной коллекции А. И. Махмудова) — 824—873 кгс/мм²; $H_{ср.} = 852$ кгс/мм²; нагрузка $P = 70—100$ г.

¹ Данаит — арсенопирит, содержащий от 1 до 12% Со [1].

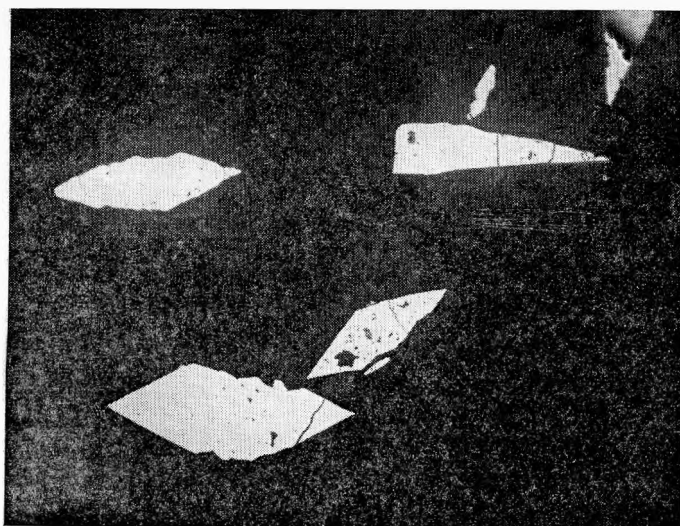


Рис. 1. Кристаллы данайта (белое) в породе (черное). Северное Дашкесанское кобальтовое месторождение, шт. 6, жила 10. Обр. 580. Полированный шлиф, увел. 10

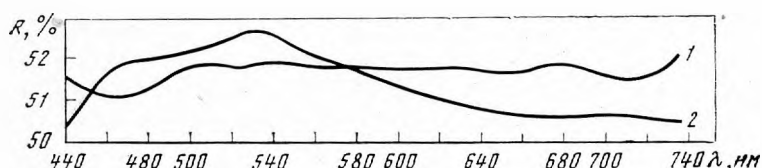


Рис. 2. Спектры отражения данайта (1) из Северного Дашкесанского кобальтового месторождения (обр. 580) и арсенипирита (2) из Южно-Дашкесанского железо-кобальтового месторождения (обр. 535)

Таблица 1

Результаты измерения спектров отражения данайта и арсенипирита (R.)

Длина волн, нм	Данайт	Арсенипирит	Длина волн, нм	Данайт	Арсенипирит
	Северное Дашкесанское месторождение. Обр. 580	Южно-Дашкесанское месторождение. Обр. 535		Северное Дашкесанское месторождение. Обр. 580	Южно-Дашкесанское месторождение. Обр. 535
440	51,6	50,4	600	51,7	51,3
460	51,0	51,8	620	51,8	51,0
480	51,2	52,0	640	51,7	50,8
500	51,9	52,1	660	51,6	50,7
520	51,8	52,6	680	51,9	50,5
540	52,0	52,7	700	51,7	50,6
560	51,8	52,0	720	51,4	50,5
580	51,8	51,8	740	52,2	50,4

Примечание. Спектры отражения данайта и арсенипирита изучены на приборе ПИОР Л. Н. Вьяльсовым в лаборатории ИГЕМ АН СССР.

Таблица 2
Химический состав дананта

Месторождение	№ п/п	№ обр.	Зерно	Содержание, %					
				Fe		Co		Ni	
				Вес. %	Ат. %	Вес. %	Ат. %	Вес. %	Ат. %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Северное кобальтовое	1	580	I	26,1	0,468	6,0	0,102	0,15	0,003
			II	24,5	0,439	7,6	0,129	1,00	0,017
			III	23,8	0,426	8,8	0,149	0,10	0,002
	2	585	I	26,0	0,466	7,4	0,126	1,26	0,021
3	586	I	29,85	0,584	4,22	0,079	0,02	0,001	
4	587	I	27,05	0,485	7,02	0,102	0,00	0,000	
Южно-Дашкесанское железо-кобальтовое	5	200	I	29,7	0,532	4,0	0,068	0,05	0,001
	6	205	II	31,3	0,560	2,8	0,048	Не обн.	
			I	25,0	0,448	8,2	0,139	0,2	0,003
	7	206	I	29,2	0,523	3,9	0,066	1,2	0,02
			II	27,6	0,494	6,3	0,007	0,4	0,007
	8	450	I	23,6	0,423	11,7	0,199	Не обн.	
			II	26,5	0,475	8,2	0,139	»	
			III	30,2	0,541	4,5	0,076	»	
			IV	24,3	0,435	10,0	0,170	»	
	9	615	V	26,7	0,478	7,8	0,132	»	
I			24,5	0,439	9,7	0,165	»		
10	620	II	23,9	0,428	9,6	0,163	0,4	0,007	
		I	24,55	0,440	10,46	0,177	Не обн.		
Якобсбокенн, Норвегия	11	21	I	33,25	0,595	1,20	0,020	0,03	0,001
			II	33,32	0,597	1,21	0,021	0,03	0,001
Карагемское, Алтай	12	22	I	33,82	0,606	4,94	0,084	Не обн.	
Нордмаркен, Швеция	13	23	I	31,42	0,563	3,07	0,052	»	
Рудник Монинг-Стар, р-н Западный Куменай, Британская Колумбия	14	24	I	29,65	0,531	3,05	0,055	»	
Сулетьма, Норвегия	15	25	I	33,93	0,603	6,81	0,116	»	
Рудник Феникс-Принс, Южная Родезия	16	26	I	35,54	0,600	5,36	0,091	0,4	0,007
Рудник Хейнес-Стелайт, Айдахо, США	17	27	I	27,26	0,488	8,71	0,148	Не обн.	

Примечание. № 1—3 и 5—11 выполнены на рентгеновском микроанализаторе MS=46, № 4 и 12—17 — химические анализы (№ 4 [3]; № 12 [7] и № 13—17 [1]).

						Сумма	Формула
Cu		At		S			
Вес.%	Ат.%	Вес.%	Ат.%	Вес.%	Ат.%		
11	12	13	14	15	16	17	18
He обн.		51,2	0,683	14,5	0,452	97,9	$(Fe_{0,82}Co_{0,18}Ni_{0,004})_{1,004}As_{1,20}S_{0,80}$
»		50,8	0,673	15,2	0,474	99,1	$(Fe_{0,76}Co_{0,22}Ni_{0,02})_{1,00}As_{1,18}S_{0,82}$
»		50,6	0,675	15,2	0,474	98,5	$(Fe_{0,74}Co_{0,26}Ni_{0,003})_{1,003}As_{1,18}S_{0,82}$
»		45,6	0,609	19,7	0,614	99,96	$(Fe_{0,76}Co_{0,21}Ni_{0,03})_{1,00}As_{1,00}S_{1,00}$
»		48,45	0,622	19,7	0,614	100,24	$(Fe_{0,86}Co_{0,12}Ni_{0,001})_{0,981}As_{1,01}S_{0,99}$
»		45,56	0,609	19,25	0,600	98,88	$(Fe_{0,80}Co_{0,20})_{1,00}As_{1,01}S_{1,00}$
0,03	0,00	48,7	0,650	17,9	0,555	100,38	$(Fe_{0,98}Co_{0,11}Ni_{0,001})_{1,091}As_{1,08}S_{0,92}$
He обн.		47,6	0,635	18,2	0,568	99,9	$(Fe_{0,93}Co_{0,08})_{1,01}As_{1,06}S_{0,94}$
»		52,1	0,695	14,9	0,465	100,4	$(Fe_{0,77}Co_{0,24}Ni_{0,01})_{1,02}As_{1,20}S_{0,80}$
0,1	0,001	45,8	0,611	19,7	0,613	99,9	$(Fe_{0,85}Co_{0,11}Ni_{0,03}Cu_{0,002})_{0,992}As_{1,00}S_{1,00}$
0,1	0,001	45,8	0,611	19,6	0,611	99,8	$(Fe_{0,81}Co_{0,18}Ni_{0,01}Cu_{0,003})_{1,00}As_{1,01}S_{1,00}$
He обн.		46,1	0,615	19,2	0,599	100,6	$(Fe_{0,88}Co_{0,33})_{1,02}As_{1,01}S_{0,99}$
»		47,1	0,629	18,9	0,589	100,7	$(Fe_{0,78}Co_{0,23})_{1,01}As_{1,03}S_{0,97}$
»		46,0	0,614	19,5	0,608	100,2	$(Fe_{0,88}Co_{0,12})_{1,00}As_{1,00}S_{1,00}$
»		51,0	0,681	16,6	0,518	101,9	$(Fe_{0,72}Co_{0,28})_{1,00}As_{1,14}S_{0,88}$
»		47,5	0,634	18,3	0,571	100,3	$(Fe_{0,72}Co_{0,22})_{0,96}As_{1,05}S_{0,95}$
»		48,0	0,641	18,0	0,561	100,2	$(Fe_{0,73}Co_{0,27})_{1,00}As_{1,07}S_{0,93}$
»		47,5	0,634	18,8	0,586	100,2	$(Fe_{0,70}Co_{0,27}Ni_{0,01})_{0,98}As_{1,04}S_{0,98}$
»		45,11	0,602	20,28	0,632	100,4	$(Fe_{0,71}Co_{0,29})_{1,00}As_{0,98}S_{1,02}$
He обн.		43,81	0,595	21,96	0,676	100,25	$(Fe_{0,95}Co_{0,03}Ni_{0,001})_{0,96}As_{0,92}S_{1,10}$
»		43,80	0,585	22,23	0,693	100,59	$(Fe_{0,95}Co_{0,03}Ni_{0,001})_{0,95}As_{0,92}S_{1,10}$
»		42,61	0,568	18,63	0,581	100,00	$(Fe_{0,95}Co_{0,15})_{1,10}As_{0,99}S_{1,01}$
»		45,77	0,611	19,74	0,616	100,00	$(Fe_{0,92}Co_{0,08})_{1,00}As_{1,00}S_{1,00}$
»		47,6	0,635	19,7	0,614	100,00	$(Fe_{0,85}Co_{0,09})_{0,94}As_{1,02}S_{0,98}$
»		38,40	0,513	20,75	0,647	99,89	$(Fe_{1,05}Co_{0,20})_{1,25}As_{0,88}S_{1,12}$
»		40,66	0,543	19,93	0,622	101,89	$(Fe_{1,03}Co_{0,16}Ni_{0,01})_{1,20}As_{1,20}S_{1,07}$
»		46,93	0,626	17,10	0,533	100,00	$(Fe_{0,84}Co_{0,26})_{1,10}As_{1,06}S_{0,92}$

Таблица 3

Результаты расчета межплоскостных расстояний дананта и арсенопирита

По нашим данным				Карагемское месторождение [7] (Обр. 1)		Южно-Дашкесанское железно-кобальтовое м-ние [5] (Обр. 535)	
Северное Дашкесанское кобальтовое месторождение (Обр. 580)							
$(d/n)_{\text{выч}}$	hkl	I	d/n	I	d/n	I	d/n
—	—	—	—	—	—	3,0	4,90
3,67	210	3	3,67	1	3,65	1,3	3,68
—	—	1	3,51	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	0,4	3,37
—	—	—	—	—	—	0,5	3,04
—	—	—	—	1	3,01	—	—
—	—	3	(2,95 _β)	1	2,96	2,8	2,90
—	—	2	2,84	—	—	—	—
2,822	020	2	2,82	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
2,67	202	10	2,67	8	2,66	10	2,67
2,56	311	2	2,558	1	2,54	0,6	2,55
2,44	220	8	2,443	8	2,42	6,6	2,445
2,41	400	8	2,413	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	0,3	2,297
2,22	410	2	2,210	—	—	0,1	2,203
—	—	—	—	2	2,219	0,4	2,168
2,11	022	1	2,094	—	—	1,2	1,103
—	—	2p	(2,01 _β)	—	—	0,5	2,027
1,995	013	1	1,983	—	—	—	—
1,964	113	1	1,962	—	—	—	—
—	—	3	1,944	1	1,940	1,2	1,946
1,925	500	—	—	—	—	0,4	1,922
1,825	510	6	1,825	—	—	3,8	1,828
1,81	031	6	1,818	8	1,810	3,4	1,816
—	—	(1)	(1,803 _β)	—	—	—	—
1,77	131	4	1,764	—	—	1,8	1,766
1,755	230	1	1,753	—	—	—	—
—	—	(1)	(1,702 _β)	—	—	—	—
—	—	(1)	(1,684 _β)	—	—	0,5	1,687
1,625	330	5	1,633	3	1,628	2,2	1,636
1,602	660	1	1,603	—	—	1,4	1,610
1,575	331	2	1,588	1	1,579	1,2	1,588
—	521	5	1,545	—	—	1,3	1,543
1,54	014	3	1,533	1	1,526	—	—
—	232	(1)	(1,478 _β)	—	—	0,5	1,482
1,43	503	1	1,430	—	—	0,4	1,431
1,39	024	1	1,390	1	1,376	0,5	1,387
—	—	—	—	—	—	—	—
1,335	223	3	1,345	5	1,342	1,3	1,343

Примечание. Съемка дифрактограммы дананта (обр. 580) производилась И. А. Будько на рентгеновском дифрактометре ДРОН-1 на железном излучении с Mn-фильтром. Скорость съемки 1° в минуту. В качестве эталона для введения поправок использовался металлический алюминий; межплоскостные расстояния арсенопирита (обр. 535) рассчитаны по дифрактограмме, снятой Г. Ф. Плаховым на рентгеновском аппарате УРС-50ИМ на Cu-излучении с Ni-фильтром. Режим работы трубки: $V = 35$ кВ, $I = 12$ мА; скорость вращения счетчика $1/4^\circ$ в мин.

ского кобальтового месторождения: $a=9,64 \text{ \AA}$, $b=5,64 \text{ \AA}$, $c=6,40 \text{ \AA}$, $\beta \approx 90^\circ$; $a : b : c = 1,79 : 1 : 1,135$.

Параметры арсенопирита по литературным данным [1] следующие: $a=9,53$; $b=5,66$; $c=6,43 \text{ \AA}$, $\beta=90^\circ$, $a : b : c = 1,684 : 1 : 1,136$.

Необходимо отметить, что вхождение больших содержаний кобальта (в среднем 7,5% Co) в арсенопирит влияет в основном на увеличение параметра a_0 .

Приведенные данные показывают, что данаит отличается от арсенопирита по химическому составу и физическим признакам, что дает основание считать его самостоятельной высококобальтистой разновидностью арсенопирита. Окончательное решение о данаите как самостоятельном минеральном виде может быть сделано после проведения структурного исследования данаита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минералы. Справочник, т. 1. Изд-во АН СССР, 1960.
2. Шишкин Н. Н. Кобальт в рудах СССР. «Недра», 1973.
3. Эффендиев Г. Х. Гидротермальный рудный комплекс Северо-Восточной части Малого Кавказа. Баку, Изд-во АН АзербССР, 1957.
4. Махмудов А. И. Минералогия и условия формирования кобальтовых руд Южно-Дашкесанского месторождения. Баку, «Азернешр», 1968.
5. Махмудов А. И. Арсенопирит (кобальтсодержащий) в рудах Дашкесанских месторождений (Азербайджанской ССР).— Уч. зап. АГУ, геол.-геогр. сер., № 4, 1973.
6. Тронева Н. В., Лапутина И. П., А. И. Цепин, Ш. Х. Игамбердиев. Программа дисперсионного анализа и расчета поправок при количественном рентгеноспектральном микроанализе для ЭВМ БЭСМ-6 на языке АЛГОЛ-60.— В кн.: Алгоритмы и программы, вып. 23, Ташкент, 1975.
7. Баженев А. И. Минералы кобальта и никеля из Карагемского месторождения (Южно-Восточный Алтай).— Научные доклады высшей школы, сер. геол.-географ. наук, № 4, 1968.