

ВОДНЫЙ ФОСФАТ УРАНИЛА И АММОНИЯ (УРАМФИТ)— $\text{NH}_4(\text{UO}_2)(\text{PO}_4) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

З. А. Некрасова

Минерал обнаружен в 1950 г. в зоне окисления одного из отечественных ураноугольных месторождений. Он развивается по трещинкам в угле на глубине 20—50 м от поверхности в виде отдельных мелких розеток, лишайникоподобных агрегатов и сплошных плотных корочек (рис. 1). Кристаллизуется в форме квадратных табличек сечением до $0,2 \times 0,2$ мм (рис. 2).

Цвет минерала—бутылочно-зеленый до бледно-зеленого, блеск стеклянный, спайность в двух направлениях довольно ясная; прозрачен; удельный вес 3,7; оптически отрицательный, слабо двуосный до одноосного ($2v=0-3^\circ$); $N_p=1,564$; $N_m=N_g=1,585$; плехроизм от бледно-зеленого по N_g и N_m до бесцветного по N_p .

Люминесценция умеренная желтовато-зеленая (тип отенита). При нагревании по мере потери воды (табл. 1) интенсивность люминесценции уменьшается. После прокалывания при температуре 500°C и выше кристаллическая решетка разрушается и минерал полностью теряет люминесцентные свойства.

Ниже приводятся результаты замера интенсивности люминесценции урамфита после его нагревания при различных температурах, проведенного на фотоэлектрической установке.

Минерал легко растворяется в слабых кислотах: в HCl —на холоду, в HNO_3 —с подогревом.

Химический состав минерала (данные микрохимического анализа, выполненного Р. П. Ходжасвой):

Химический состав	Содержание %	Молекулярные количества	Молекулярные отношения
NH_4	4,60	0,25	2,3
UO_3	68,70	0,24	2,2
P_2O_5	15,63	0,11	1
H_2O	11,00	0,61	5,5

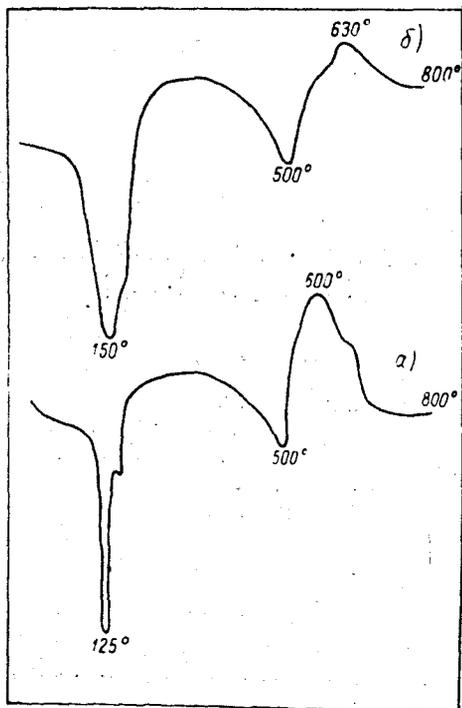


Рис. 3. Дифференциальные кривые нагревания урамфита (а) и синтетического фосфата уранила и аммония (б).

Дифференциальная кривая нагревания минерала (рис. 3, а) аналогична кривой нагревания синтетического фосфата уранила и аммония (рис. 3, б). Она характеризуется одним экзотермическим и двумя интенсивными эндотермическими эффектами*).

Первая эндотермическая реакция с максимумами при температуре 105 и 140° С связана с удалением воды; вторая при 500° С — с разрушением кристаллической решетки минерала и удалением аммиака. Экзотермический пик с максимумом при 600° С обусловлен кристаллизацией новой фазы, представленной пирофосфатом урана.

Сопоставление обнаруженного нами минерала с синтетическим фосфатом уранила и аммония показало полную аналогию их

*) Расшифровка кривых нагревания выполнена Ц. Л. Амбарцумян с учетом данных рентгеноструктурного, химического и тензиметрического анализов продуктов термического разложения минерала и синтетического фосфата.

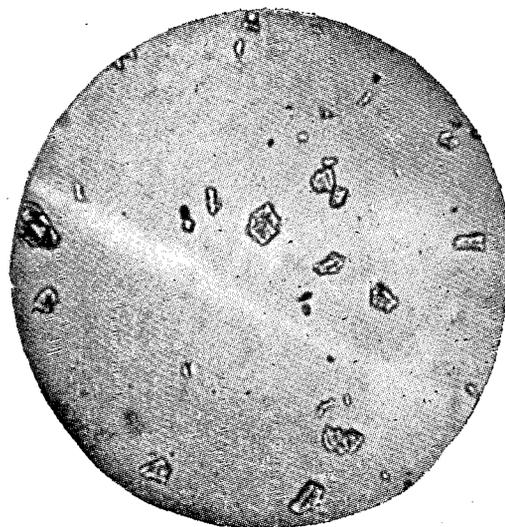


Рис. 2. Урамфит в препарате. Никели параллельны. Микрофото ($\times 80$).

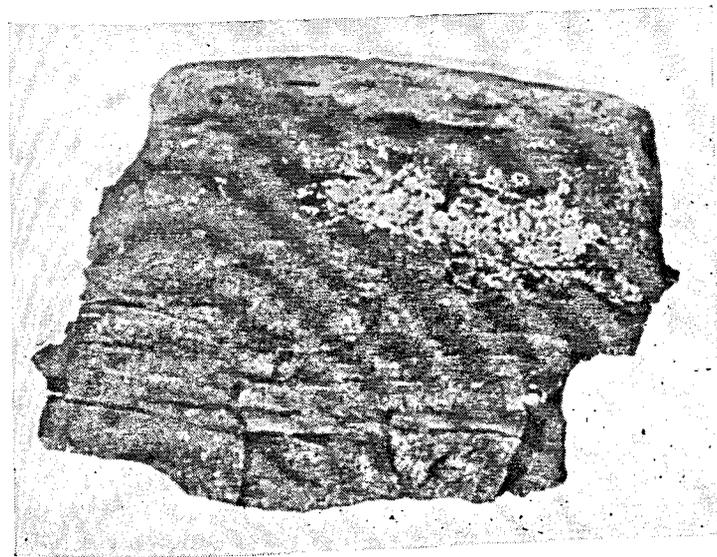


Рис. 1. Штуф угля с корочкой урамфита (светлое). Уменьшено в 3 раза.

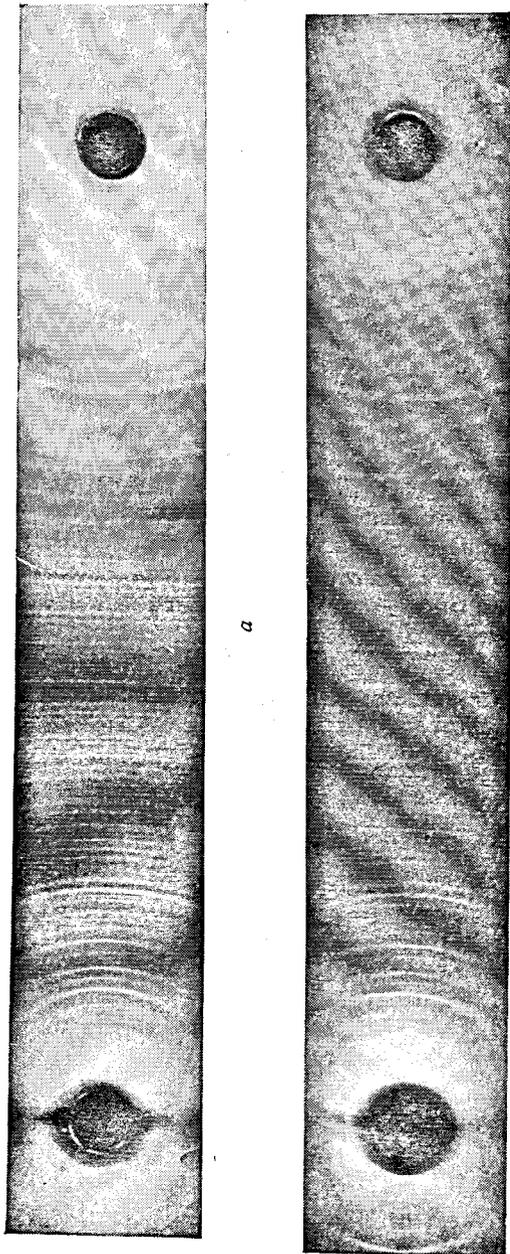


Рис. 4. Дебаеграммы уранифита (а) и синтетического фосфата уранила и аммония (б).

Таблица 1
Изменение интенсивности люминесценции уранифита в зависимости от температуры нагревания (в относительных единицах)

Температура нагревания минерала, °С	20	125	200	300	400	500-600
Интенсивность люминесценции	200 000	60 000	60 000	40 000	30 000	0

оптических и рентгенометрических констант, а также химического состава и термических кривых (данные по синтетическому фосфату Е. И. Шелудяковой).

На рис. 4 представлены дебаеграммы уранифита и синтетического фосфата. Съемка производилась К. Ф. Кудимовой на аппарате УРС-70 в камерах РКУ диаметром 86 мм, при Si-излучении и Ni-фильтре. Толщина образца 0,6 мм. Напряжение 35 кВ при 25 мА. Экспозиция 3 часа.

В табл. 2 приведены значения рентгенометрических констант уранифита и синтетического фосфата.

Таблица 2
Данные рентгенометрических исследований уранифита и синтетического фосфата уранила и аммония

I_1/I_2	θ	$\frac{d}{n}$	I_1/I_2	θ	$\frac{d}{n}$
Синтетический фосфат			Уранифит		
			3	4,23	10,42
8	5,03	8,76	3	5,04	8,75
4	8,15	5,42	4	7,99	5,53
4,5	9,08	4,87	5	8,96	4,93
2	9,26	4,44	4	9,83	4,56
4-3	10,36	4,27	4	10,20	4,34
			1	11,26	3,93
10	11,85	3,74	10	11,73	3,78
7	12,84	3,45	5	12,73	3,54
8	13,77	3,22	7	13,69	3,24
			1	14,49	3,07
4	15,21	2,93	5	15,07	2,95
8	16,39	2,72	8	16,18	2,75
4	17,55	2,54	4	17,01	2,54
3	18,22	2,45	2	18,31	2,44
4	18,92	2,37	4	19,01	2,36
5	20,07	2,24	9	20,18	2,22
			4	20,56	2,48
6	20,88	2,15	5	20,97	2,44
7	21,11	2,13	8	21,21	2,42
5	21,21	2,06	4	21,99	2,05

Таблица 2 (продолжение)

I_1/I_2	θ	$\frac{d}{n}$	I_1/I_2	θ	$\frac{d}{n}$
Синтетический фосфат			Урамфит		
4	22,14	2,03	6	22,23	2,03
1	22,81	1,98	6	24,11	1,88
4	24,04	1,887	5	24,89	1,82
4	24,73	1,837	4	25,42	1,79
4	24,86	1,821	5	25,59	1,779
3	25,31	1,798	4	26,13	1,74
4	25,66	1,775	2	26,59	1,718
3	26,20	1,741			
3	26,74	1,708			
5	27,10	1,687	9-8	26,98	1,694
1-2	27,58	1,660	1	27,44	1,668
1-2	27,91	1,642	1	27,77	1,649
3ш	28,32	1,620	5	28,20	1,626
3	28,78	1,596	3	28,64	1,603
3-2	29,09	1,581	4	29,06	1,582
3	29,23	1,574	2	29,49	1,561
3	29,57	1,557	3-4	29,92	1,541
1	30,88	1,497	2-1	30,76	1,503
3	31,54	1,469	3	31,46	1,472
2	31,94	1,453			
3	32,44	1,433	5	32,33	1,437
6	33,47	1,393	7	33,32	1,399
5	33,89	1,378	6	33,81	1,381
4	34,65	1,352	4	34,51	1,357
3	35,25	1,331	5	35,19	1,333
			1	35,83	1,313
3	36,84	1,282	4	36,69	1,286
5	37,42	1,265	6	37,34	
4	38,25	1,241	7	38,13	1,267
1	39,26	1,212	1-2	39,11	1,244
5	40,32	1,188	6	40,21	1,218
2	41,80	1,153			1,190
2	42,51	1,137	1	42,39	1,140
2	43,12	1,124	2	43,01	1,126
3	43,78	1,111	5	43,68	1,113
5	44,70	1,092	1-2	44,75	1,091
2	45,26	1,082	1	45,19	1,083
2	45,79	1,072	3	45,71	1,073
3-4	46,54	1,059	4	46,52	1,059
4	48,03	1,033			
1	48,63	1,024	2	48,54	1,025
3-4	49,36	1,013	3-4	49,25	1,014
4	50,32	0,998	2	50,16	1,001
1	50,89	0,990	1	50,82	0,991
1	51,48	0,982	1	51,78	0,983
			1-2	52,03	0,975
2	52,92	0,963	2	52,91	0,963
1	53,71	0,953	2	53,59	0,955
2	54,26	0,947	2	54,17	0,948
2	55,03	0,938	3	54,97	0,938

Таблица 2 (продолжение)

I_1/I_2	θ	$\frac{b}{n}$	I_1/I_2	θ	$\frac{b}{n}$
Синтетический фосфат			Урамфит		
3	56,70	0,919	1	56,62	0,920
1	57,20	0,914	3	57,16	0,914
3	59,70	0,890	2	59,51	0,892
3	61,11	0,877	1	61,16	0,877
3	62,33	0,867	1	62,41	0,852
2	64,57	0,851	2	65,38	0,845
2	67,16	0,834	1	67,10	0,834
1	68,50	0,826	4	68,34	0,827
3	69,73	0,819	2	69,47	0,820
			1	69,83	0,818
1	71,52	0,810	1	71,78	0,809

Таблица 3

Химический состав, физические и оптические константы урамфита и синтетического фосфата уранила и аммония

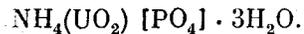
Исследуемое вещество	Содержание, %				Удельный вес	Люминесценция	Показатели преломления
	NH ₃	U	P	H ₂ O			
Урамфит	4,6	57,0	6,92	11,0	3,7	Умеренная желтовато-зеленая (тип отенита)	$N_p = 1,564$ $N_m = N_g = 1,585$
Синтетический фосфат	5,09	54,45	6,56	12,35		То же	$N_p = 1,564$ $N_g = 1,585$
Теоретический состав водного фосфата уранила и аммония NH ₄ (UO ₂)[PO ₄]·3H ₂ O	4,12	54,45	7,09	12,0			

Данные о химическом составе, физических и оптических константах природного и синтетического фосфатов для сравнения сведены в табл. 3.

Все эти данные показывают, что урамфит является полным аналогом синтезированного Е. И. Шелудяковой водного фосфата

урана и аммония. Совпадение межплоскостных расстояний природного и синтетического фосфатов аммония указывает на идентичность их структуры. Последняя отвечает двойной соли ортофосфорной кислоты, в которой на месте одного катиона находится аммоний.

Эти данные в совокупности с результатами химического анализа позволяют представить формулу минерала в следующем виде:



Название минерала—урамфит—дано с учетом его состава (ур—уран, ам—аммоний, ф—фосфат).

Обнаружение настоящего минерала свидетельствует о том, что циркулирующие в зоне окисления урано-угольного месторождения растворы обогащены ионом NH_4 , образовавшимся за счет разрушения органического вещества углей. Это обстоятельство позволяет предполагать о возможном нахождении минералов подобного состава на других месторождениях урана в каустобиолитах.