

Б. В. ЧЕСНОКОВ, Е. Г. КОВАЛЕВ, П. Н. ГОРЕЛОВ,
В. А. КОТЛЯРОВ, А. Ф. БУШМАКИН, В. Ф. ЖДАНОВ

ТИННУНКУЛИТ $C_{10}H_{12}N_8O_8$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ

Новый минерал — продукт димерной конденсации мочевой кислоты состава $C_{10}H_{12}N_8O_8$ — найден Б. В. Чесноковым летом 1982 г. на терриконе шахты № 44 в г. Копейске (Челябинский угольный бассейн на Южном Урале). Он получил название тиннункулит (tinnunculite) от названия птицы *Falco tinnunculus*.

Минерал найден в пещерке на вершине террикона, сложенного горелыми породами. Он имел вид небольших плиток (до $4 \times 3 \times 0,4$ см), расположенных в рыхлой мелкообломочной и пылевой массе горелых пород на дне пещерки. Во время взятия образцов грунт на дне пещерки был теплым (порядка $30-35^\circ\text{C}$) и снизу из горельника наблюдался слабый выход теплых газов с температурой около 40°C . В целом террикон потухший, выходов более горячих газов на нем не наблюдалось. Высота его около 48 м. Со всех сторон террикон подработан экскаваторами, и бока его в настоящее время представлены обрывистыми склонами, покрытыми осыпями рыхлого горельника и крупными глыбами обвалившихся пластов спекшихся горелых пород. В верхних частях склонов с обильными выходами спекшихся пород находится много карнизов и пещерообразных углублений, где гнездятся пустельги — *Falco tinnunculus* (L.). Плитки нового минерала — продукт химического преобразования помета этих птиц.

Плитки минерала с поверхности и в изломе желтовато-белые, блеск матовый. Вещество их очень чистое и тонкозернистое. Плитки легко ломаются, излом плоскораковистый, слегка землистый. Кусочки минерала легко растираются в желтовато-белый порошок. В иммерсии под микроскопом видны агрегаты мельчайших (около 0,01 мм в поперечнике) глобулей, состоящих из нескольких блоков, гаснущих одновременно в скрещенных николях. Двупреломление очень высокое, показатель преломления агрегатов около 1,523. В ультрафиолетовом свете люминесцирует зеленовато-белым цветом.

Минерал в воде и в HCl заметно не растворяется. Бурно, со вскипанием, реагирует с HNO_3 . Очень легко растворяется в

Порошкограмма тиннункулита (проба 066-20)

<i>l</i>	$d_{изм.} \text{ \AA}$	$d_{выч.} \text{ \AA}$	<i>hkl</i>
2	4,24	4,23	026
1	3,77	3,75	400
4	(3,55)	—	—
10	3,21	3,22	420
2	1,774	1,790	822
3	1,608	1,610	840

Примечание. Камера РКД, FeK α , β . Исправлено по отдельному снимку с Ge. Аналитик А. Ф. Бушмакин (Свердловский горный институт).

диметилсульфоксиде (CH₃)₂SO — стандартном растворителе органических веществ.

При слабом подогревании в закрытой трубке выделяет воду. При более сильном нагревании чернеет, образуя ряд налетов на стенках трубки (по мере удаления от пробы): буро-черный налет, белый тонкий налет, вода и белые дендритного строения корочки кристаллического вещества, по цвету и блеску похожего на парафин. Перед паяльной трубкой обугливается, выделяя специфический запах горячей органики. Окрашивает пламя в желтый цвет. После полного сгорания кусочка на пинцете остается капелька белой эмали, окрашивающей пламя в желтый цвет и растворимой в воде.

Плотность определена методом урановешивания частиц в растворе бромформа и ксилола и пикнометрически. В обоих случаях она равна $1,73 \pm 0,01 \text{ г/см}^3$.

Химические анализы минерала выполнены в лабораториях Восточного научно-исследовательского углехимического института (1) и Уральского политехнического института (2) в г. Свердловске (проба 066-20, террикон шахты № 44, г. Копейск), мас. %:

	1	2	Атомные отношения
О	33,20	—	4
С	30,70	30,64	5
N	29,00	29,06	4
H	3,24	3,30	6
K	2,25	—	—
Na	0,18	—	—
S	0,25	—	—
Зола	1,24	—	—

Сумма . . . 100,06

Калий, натрий, сера и зола при пересчетах были отброшены как примеси. Брутто-формула минерала C₅H₆N₄O₄. Дебаеграм-

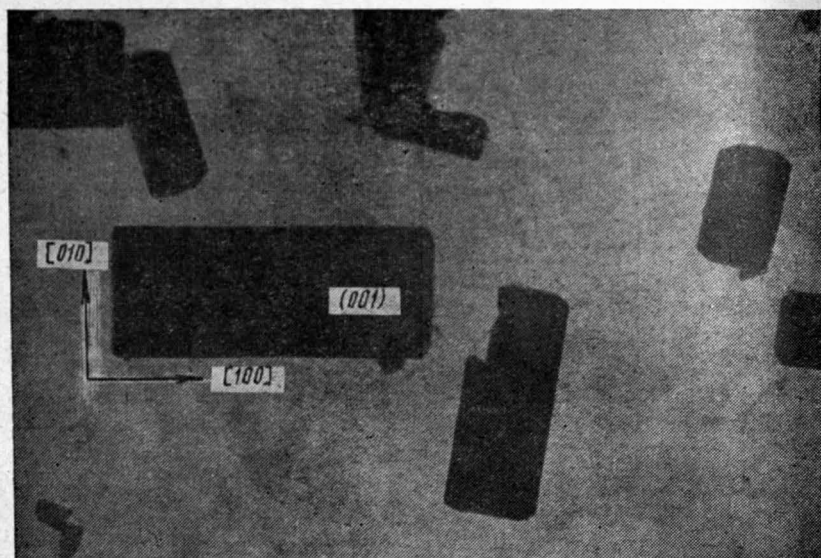


Рис. 1. Электронно-микроскопический снимок суспензии тиннункулита.
 $\times 24000$.



Рис. 2. Электронно-дифракционный снимок от кристалла тиннункулита.
 Направление первичного пучка $\perp \{001\}$.

**Результаты электронографического изучения поликристаллического
препарата тиннункулита (проба 066-20)**

<i>I</i>	$d_{изм}, \text{Å}$	$d_{выч}, \text{Å}$	<i>hkl</i>
1	6,28	6,28	020
3	5,73	5,71	121
3	5,47	5,49	122
4	5,00	4,98	301
3	4,84	4,81	302
4	4,78	4,77	221
3	4,47	4,44	223
2	3,93	3,94	033
1	3,76	3,75	400
10	3,22	3,22	420
8	3,14	3,14	040
2	2,93	2,92	510
2	2,86	2,86	242
3	2,39	2,38	442
2	1,95	1,94	066
2	1,87	1,86	800
2	1,81	1,79	822
2	1,61	1,61	840
1	1,57	1,57	080

Примечание. Электронограф ЭМР-100. Аналитик В. А. Котляров (Ильменский государственный заповедник).

ма тиннункулита приведена в табл. 1. Ее индцирование проведено только после электронографического исследования минерала.

Под электронным микроскопом суспензия тиннункулита представлена множеством прямоугольных пластинчатых кристаллов со слегка срезанными углами (рис. 1). На некоторых кристаллах ясно видны следы спайности, идущей параллельно уплощению. Очевидно, при ультразвуковой диспергации пробы блоки глобулей распадались на слагающие их отдельные пластинчатые кристаллы.

Электронографические исследования монокристаллов (рис. 2) и косых текстур поликристаллических агрегатов тиннункулита (табл. 2) позволили установить его ромбическую сингонию и параметры элементарной ячейки: $a_0 = 15,08 \pm 0,02$; $b_0 = 12,56 \pm 0,02$; $c_0 = 34,64 \pm 0,10 \text{ Å}$ (аналитик В. А. Котляров, лаборатория Ильменского государственного заповедника).

Общие свойства вещества и его брутто-формула позволяют предполагать, что оно является гидратированной мочевой кислотой. Однако минерал не дает характерной для мочевой кислоты (или ее кристаллогидрата) мурексидной реакции. Это за-

ставляет предполагать наличие или ковалентного гидрата мочевой кислоты (две формы), или продукта его размыкания. Учитывая повышенную склонность пиримидинового цикла к образованию гидратов, можно представить разветвленную схему получения веществ, удовлетворяющих приведенной простейшей брутто-формуле. Данные ИК-спектров ($\nu \approx 1650-1700 \text{ см}^{-1}$) и ПРМ-спектров не противоречат ни ковалентным гидратам, ни любой из форм их размыкания, поскольку спектры не характеристичны, а у всех указанных веществ характеристические фрагменты близки или одинаковы.

Данные масс-спектрометрии позволяют выбрать другой путь интерпретации. Молекулярная масса гидрата мочевой кислоты равна 186. В масс-спектре исследуемого минерала среди заслуживающих внимания пиков нет пика с m/e 186. Наличие пиков с m/e 352, 336 и особенно пика 335 (относительная интенсивность 100 %) несомненно говорит о том, что мочева кислота в ходе окислительного пиролиза подвергалась димерной конденсации с отщеплением какого-то низкомолекулярного фрагмента.

Основываясь на данном выводе, удваиваем число атомов в приведенной брутто-формуле и получаем окончательную — $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_8\text{O}_8$.

Взяв объем элементарной ячейки тиннункулита $6560,98 \text{ \AA}^3$, молекулярную массу 372 и плотность $1,73 \text{ г/см}^3$, получим число формульных единиц в элементарной ячейке $z = 18$. Вычисленная плотность $\rho_{\text{выч}} = 1,695 \text{ г/см}^3$. Некоторое превышение $\rho_{\text{изм}}$ над $\rho_{\text{выч}}$ можно объяснить наличием в минерале примесей с повышенным атомным весом.

Образование минерала произошло в специфической обстановке «еще теплого» террикона. Длительное действие теплых газов сложного состава, по-видимому, явилось причиной того, что мочева кислота — обычный компонент помета птиц — подвергалась существенному химическому перерождению. Эталонный образец минерала передан в Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана АН СССР (Москва). Авторы выражают благодарность Е. П. Щербаковой за определение плотности тиннункулита.