

Литература

1. Андрусов Н.И. Очерк истории развития Каспийского моря и его обитателей // Изв. Рус. геогр. о-ва. 1888. Т. 24, вып. 2. С. 91-114.
2. Евсеев А.А. Региональные исследования и крупные музеи // Особенности обработки материалов при минералогическом картировании. М.: ИМГРЭ, 1985. С. 30-39.
3. Кац Я.Г., Евсеев А.А., Федоров А.Е. Зависимость размещения местонахождений минералов от гексагональной сетки линеаментов на Кольском полуострове // Изв. вузов. Геология и разведка. 1986. № 7. С. 24-28.
4. Купффер А.Э. Минералогическая коллекция Горного института. СПб., 1911. 575 с.
5. Полетаев А.И. Сейсмотектоника зоны Главного Копетдагского разлома. М., 1986. 132 с.
6. The Mineralogical Record Index. 1970-1983. Vol. 1-14.
7. Moody J.D. Crustal shear patterns and orogenesis // Tectonophysics. 1966. Vol. 3, N 6. P. 479-522.

УДК 549.623.7:549(477.75)

П.М.Карташов

О Li-СОДЕРЖАЩЕМ АЛУШТИТЕ ИЗ КРЫМА И ЕГО ПОЛОЖЕНИИ В ГРУППЕ ТОСУДИТА

Алушит - типичный крымский минерал, дискредитированный без достаточных оснований и несправедливо забытый. Впервые он был описан П.А.Двойченко в районе д. Куру-Узень (Солнечногорск) в 1914 г. [2]. Тогда же А.Е.Ферсманом было предложено название. Предполагалось, что алушит близок каолиниту, в отличие от которого имеет голубую окраску, содержит 13,7% воды и некоторое количество магния. Двойченко считал, что "этот минерал может быть встречен по всей площади залегания черных юрско-триасовых сланцев Южного берега Крыма (ЮБК), а также и северного склона /Крымских/ гор" [2, с. 104].

В 1950 г. С.П.Попов приводит результаты первых химических анализов алушита и его оптические характеристики [14], считая его самостоятельным минералом, близким "диккиту" П.Л.Прокопенко (7,9% CaO) [15]. По мнению Попова, алушитовая минерализация связана с небольшим участком ЮБК, где сильно дислоцированная таврическая формация пронизана серией среднеюрских малых интрузий.

В 1955 г. Н.В.Логвиненко и В.А.Франк-Каменецкий публикуют статью "О так называемом алуштите" [11]. Они приводят результаты первых рентгенографических и термографических исследований алушита, еще два химических анализа. Авторы считают алушит механической смесью диккита и небольшого количества гидрослюда, основываясь на ошибочной интерпретации рентгенограмм (в частности, аналитический для смешанослойных хлорит-сметитов рефлекс $d_{002} = 14,0 \text{ \AA}$ [6] они принимают за линию термически измененного диккита) и данных термического анализа [5].

На эти и другие недостатки в 1961 г. указал Г.А.Булкин [1], проводивший детальное минералогическое исследование алушита из района

с. Приветного (Ускют). В своей работе он доказывает, что главной составной частью алушита является не диккит, а, как он ошибочно считал, каолиновый минерал, близкий диккиту, но со всей очевидностью отличный от него. Вопрос о его самостоятельности откладывается до более детального кристаллохимического исследования.

Почти одновременно публикуется статья Н.В.Логвиненко и В.А.Франк-Каменецкого "Новые данные о так называемом алуштите" [12], где приводятся результаты исследования новых находок из районов Солнечногорска и Приветного. В образцах из последнего наряду с диккитом и гидрослюдой авторы отмечают смешанослойную фазу диккит-монтмориллонит, количество которой уступает гидрослуде и вместе с ней достигает 10%.

Детальное кристаллохимическое исследование, о котором говорил Г.А. Булкин, было сделано Ю.М.Королевым на мономинеральном материале из с. Приветного. О первых результатах он доложил на IV пленуме Комиссии по изучению глин в сентябре 1962 г. [7]. Ю.М.Королев сообщил, что основным минералом исследованного образца (обр. 13545 Минералогического музея АН СССР) является диоктаэдрический смешанослойный хлорит-монтмориллонит и что именно его следует называть алушитом. Он также выделил особый алушитовый структурный тип и группу алушита в своей систематике смешанослойных образований.

Тем не менее в 1963 г. публикуется статья В.А.Франк-Каменецкого и др. [20], в которой авторы переопределяют обнаруженную ими в образцах из с. Приветного смешанослойную фазу [12] (ссылаясь при этом на свою работу 1955 г., хотя в ней говорится о механических примесях, а смешанослойные минералы не упоминаются вовсе). Авторы приходят к выводу, что она не содержит диккита, а представляет собой диоктаэдрический хлорит-монтмориллонит, и предлагают для него новое название - "тосудит".

В 1965 г. печатается статья Ю.М.Королева "О структуре крымского алушита", в которой он приводит подробное описание исследованного им мономинерального образца из с. Приветного и уточняет структуру слагающего его смешанослойного минерала. Автор вновь обращает внимание на то, что алушит сложен индивидуальным минералом, и предлагает сохранить за ним прежнее название (при этом следует учесть тот факт, что данный образец передан в музей как алушит еще в 1918 г.).

Конец более чем 15-летней дискуссии положила статья, рекомендованная КНМ ВМО и вышедшая в 1968 г. в Минералогическом сборнике ЛГУ [21]. Авторами было рекомендовано называть смешанослойную фазу хлорит-монтмориллонит тосудитом, а содержащую его смесь диккита и гидрослюды - алушитом. Доказательства, использованные в статье, спорны и будут рассмотрены ниже.

Все последующие исследования алушита [3, 9, 10] проводились на единственном образце из Минералогического музея. Данных о новых находках в Крыму не публиковалось. Однако в СССР смешанослойные диоктаэдрические хлорит-сметиты были обнаружены в Донбассе, Закарпатье, на Северном Кавказе [6], в Восточном Забайкалье [16] и Приамурье [19].

Данная статья посвящена изучению алушита из его нового проявления в районе пос. Научный. Ранее все находки алушита были сосредоточены в узкой приморской полосе ЮБК от мыса Аюдаг до с. Приветного (рис. 1). Обнаружение новой области алушитовой минерализации на северном склоне Крымских гор подтверждает предположение П.А.Двойченко о более широком распределении этого минерала в Крыму.

Исследованный материал был отобран летом 1986 г. из небольшого обнажения пород таврической серии в борту ставка на южной окраине пос. Науч-

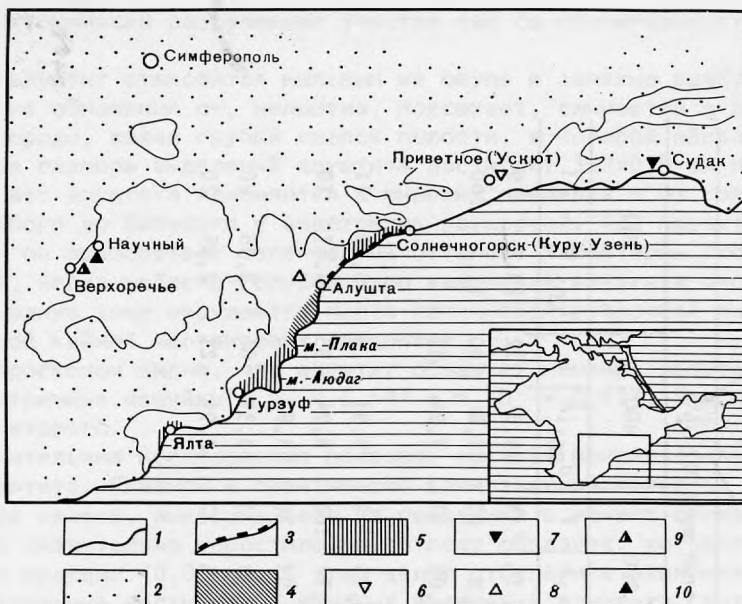


Рис. I. Схема расположения проявлений алушита в Крыму

I - границы выходов отложений таврической серии T_2-J_1 ; 2 - области выходов более молодых пород. Районы распространения алушита на ЮБК: 3 - по П.А.Двойченко [2], 4 - по С.П.Попову [I4], 5 - по Н.В.Логвиненко и В.А.Франк-Каменецкому [II]; отдельные находки алушита: 6 - Д.И.Щербакова (обр. I3545 Минералогического музея АН СССР) [8] и др. [I, I2], 7 - П.М.Мурзаева [I4, II] (сомнительна), 8 - Н.М.Юркина [I4], 9 - В.И.Степанова (устное сообщение), 10 - описанная в данной статье

ный. Обнажение представлено пологопадающей пачкой "табачных" песчаников с тонкими прослойками алевролитов. Под микроскопом песчаник - мелкозернистый олигомиктовый, существенно кварцевого состава (90%), с примесью обломков кремнистых пород, отдельными зернами плагиоклазов и пластинками аллотигенного мусковита, слабо замещенного хлоритом. Кроме того, присутствует примесь растительного детрита с реликтами пирита. Лимонит как продукт его разложения часто заполняет поры и трещины породы, придавая ей табачный оттенок. Цемент глинистый. По-видимому, данные песчаники принадлежат к "песчаному флишу" низов таврической серии и ориентировочно имеют поздне триасовый возраст [I3].

Минеральный состав проявления крайне беден. Алушит здесь ассоциирует только с гидроокислами Mn, образующими дендриты и редкие стяжения до I мм величиной в массе последнего. Пленки лимонита имеют явно поздний, наложенный характер и связаны с окислением диагенетического пирита песчаника. От классических проявлений алушита на ЮБК данная точка отличается ничтожным распространением жильного кварца и полным отсутствием карбоната и сульфидов.

Алушит образует плотные, мягкие массы в виде пленок, примазок и прожилков, заполняющие трещины песчаника. Отметим, что выполняет не вся трещина, а лишь участки ее максимального зияния, в то время как ее большая часть заполнена пленками гидроокислов Fe и Mn. При этом

Таблица I

Межплоскостные расстояния алушита из пос. Научного

001	Препарат алушита				Прогретый до (°C)									
	Воздушно-сухой		Насыщенный глицерином		100		200		300		400		500	
	$d_{00L}, \text{Å}$	I	$d_{001}, \text{Å}$	I	$d_{001}, \text{Å}$	I	$d_{001}, \text{Å}$	I	$d_{001}, \text{Å}$	I	$d_{001}, \text{Å}$	I	$d_{001}, \text{Å}$	I
001	28,6+0,4	100	31,6	100	27,4	100	26,1	26	26,1	4	23,3	12	23,3	9
002	14,5+0,2	58	15,8	48	13,8	44	13,1	100	12,2	67	11,8	100	11,7	100
003	9,61	12			9,03	29	8,81	55	8,03	91	7,94	32		
004	7,26	4	7,96	30	7,02	2	6,69	5						
005	5,75	2	6,42	1	5,34	16	5,31	35	5,75	7	5,91	6	5,79	11
006	4,82	21	5,33	15	4,52	16	4,44	34	4,77	100	4,74	55	4,67	10
007	4,14	2	4,55	30	3,79	3	3,76	6	3,93	10	3,87	10		
008	3,61	9	4,00	1	3,32	17	3,32	36	3,39	75	3,37	64	3,35	20
009	3,22	5	3,54	24	2,92	10	2,93	20	2,95	22	2,94	21	2,95	10
0010	2,89	8	3,19	3										
00.11			2,90	8										
00.12			2,66	2										
00.13			2,31	1										
00.14	2,050	2	2,189	1										
00.15			2,120	1										

Примечание. Условия съемки: дифрактометр ДРОН УМ-1, скорость сканирования 1°/мин, CuK_α -излучение, графитовый монохроматор, сила тока 12 мА, напряжение 35 кВ.

наиболее тектонически разрушенные участки как бы пропитываются алушитом.

В воде алушит становится мыльным на ощупь и заметно разбухает. При извлечении из обнажения он, напротив, подсыхает, сжимается и легко отделяется от породы, давая грубый слепок полости, в которой образовался. Максимальные размеры выделений алушита достигают $3 \times 2 \times 0,5$ см при средних $5 \times 5 \times 1$ мм. Цвет алушита изменяется в широких пределах - от голубого и бледно-голубого до белесого у выветрелых разностей. При пропитке гидроокислами Fe он приобретает зеленоватый оттенок. Характерны "кокардовые" образования, когда небесно-голубое ядро выделения алушита через зеленоватую переходную зону окружается желто-коричневой оторочкой лимонита либо моховидной каймой марганцевых дендритов.

Под микроскопом видно, что алушит образует мелкие, неправильной формы изометричные чешуйки с $n_m = 1,547$ и $n_g - n_p = 0,013$. Блеск алушита жирный до матового.

Предварительные исследования показали высокую мономинеральность выделений алушита. Главной и практически единственной примесью к нему являются зерна кварца, выкрошившиеся из песчаника в момент образования трещин. Это значительно упростило подготовку образцов, которая свелась к выделению фракции $< 0,01$ мм. С этой целью отбирались равномерно окрашенные центральные части самых крупных выделений алушита, которые затем заливались дистиллированной водой и в течение нескольких минут диспергировались ультразвуком, после чего фракция $< 0,01$ мм выделялась обычным методом седиментации.

На дифрактограммах, полученных от ориентированных препаратов алушита в воздушно-сухом состоянии (табл. I), наблюдаются близкие к регулярным серии базальных рефлексов $d_{001} = 28,6 \pm 0,4$ Å. Отсюда следует, что основным обменным катионом, заселяющим смектитовые межслои, является Ca^{2+} . Для достижения однородного разбухания последних вне зависимости от состава обменных катионов образцы насыщались глицерином и этиленгликолем. В результате улучшилась целочисленность полученных серий базальных рефлексов, а d_{001} стали соответственно равными $31,6$ и $30,6 \pm 0,4$ Å. На дифрактограммах прокаленных образцов наблюдаются серии рефлексов с нарушенной целочисленностью, при этом нагрев до $300^\circ C$ уменьшает d_{001} до $26,1$ Å при резком падении интенсивности, а после нагрева до $400^\circ C$ наблюдается увеличение интенсивности при продолжающемся уменьшении d_{001} до $23,3$ Å.

Для выяснения природы смектитового компонента образец алушита насыщался ионами Li^+ с последующим его прогревом до $300^\circ C$ и насыщением глицерином. После такой обработки d_{001} увеличивается до $32,7 \pm 0,6$ Å. Это свидетельствует о том, что разбухающий межслой алушита принадлежит бейделлиту [22]. Величина $d_{060} = 1,503 \pm 0,003$ Å говорит о преобладающей диоктаэдричности минерала.

Таким образом, исследованный алушит представляет собой упорядоченный смешанослойный ди-триоктаэдрический хлорит-бейделлит, по рентгеновским характеристикам близкий описанным ранее минералам этой группы [6, 7, 19, 20, 23].

Химический состав проанализированного образца (табл. 2) близок составам исследованных ранее алушитов ЮБК [21]. От последних его отличает несколько заниженное содержание Al_2O_3 и SiO_2 (так как ранние образцы могли быть загрязнены кварцем и диккитом), преобладание FeO над Fe_2O_3 и калия над натрием. Впервые для крымских образцов определено содержание лития ($0,62-0,66\%$ Li_2O). В повторно проанализированном нами мономинеральном алушите из Ускюта (обр. I3545) обнаружено $0,45\%$ Li_2O . Это под-

Таблица 2

Химический состав (в мас.%) алушита из пос. Научного и других минералов группы тосудита

Компоненты	Научный* [7]	Приветное [7]	Юи 7* [23]	Ниида [30]	Балей [16]	Монтебра [24]	Тоохо [33]
SiO ₂	40,48	45,34	39,74	36,96	43,95	44,28	41,60
Al ₂ O ₃	33,04	35,00	35,87	32,09	35,40	36,04	36,40
TiO ₂	0,22	0,54	0,01	0,34	-	0,07	-
Fe ₂ O ₃	1,06	0,30	0,98	1,57	0,38	0,36 ^{6*}	1,82
FeO	2,74	2,17	2,77	Сл.	0,08	Не опр.	-
MnO	0,015 ^{2*}	-	-	Не опр.	0,12	0,28	-
MgO	2,84	2,14	3,08	8,20	0,99	0,17	0,29
CaO	1,09	0,52 ^{4*}	0,06	2,21	0,48	0,27	0,38
SrO	0,007 ^{3*}	0,006 ^{4*}	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.
BaO	0,01 ^{3*}	- ^{4*}	"	"	"	"	"
Li ₂ O	0,64 ^{2*}	0,45 ^{4*}	0,51	Сл. ^{5*}	1,27	1,60	1,04
Na ₂ O	0,07 ^{2*}	2,12	0,12	0,16	0,05	0,29	0,14
K ₂ O	0,18 ^{2*}	0,70	0,62	0,23	0,86	1,94	0,38
H ₂ O ⁻	6,92	2,38		6,12	5,15	Не опр.	6,87
H ₂ O ⁺	10,28	10,40	15,70	12,71	10,84	"	11,12
Сумма	99,59	99,81	99,46	100,59	99,57	83,70	100,04
Генетический тип	1	1	1	2	3	4	5

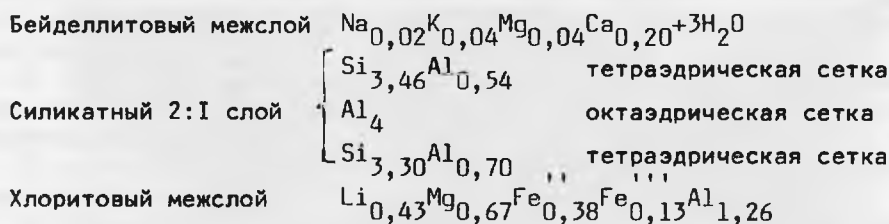
* Аналитик (ЦХЛ ИГЕМ АН СССР) Т.П.Смирнова. ^{2*} С.И.Вронская. ^{3*} И.В.Басалаева. ^{4*} Г.Е.Каленчук. ^{5*} По данным Шимоды и др. [36]. ^{6*} Суммарное железо. ^{7*} Mg-насыщенная форма, в хлоритовом межслое фиксировано 2,09 мас. % MgO, кроме того, в анализе указано 0,10% P₂O₅.

тверждает высказанное в предыдущей статье [5] предположение о широком вхождении лития в состав крымских алушитов. К сожалению, материал из других мест получить не удалось.

Из всех изученных к настоящему моменту диоктаэдрических хлорит-сметитов наиболее близок к крымским минерал из Юи, Бельгия [23], все остальные заметно отличаются, прежде всего по содержанию Mg и Li.

Поскольку позиция Mg в структуре алушита двойная, был проведен опыт по выщелачиванию обменных катионов сметитового слоя (аналитик Г.Е.Каленчук, ЦХЛ ИГЕМ АН СССР). Навеска алушита в течение 9 сут обрабатывалась 1 M раствором NH_4Cl , через каждые 3 сут в вытяжках определялись концентрации Na, K, Ca и Mg. За 9 сут выщелочилось 100% Ca (1,09 мас.%), 16,7% K, 11,2% Na и 5,1% Mg (0,14 мас.%).

С учетом полученных данных предложенная ранее [5] формула алушита из Научного приобретает вид $(Ca_{0,20}Mg_{0,04}K_{0,04}Na_{0,02})_{0,30}(Al_{5,26}Mg_{0,67}Li_{0,43}Fe_{0,38}Fe_{0,13})_{6,87}[Si_{6,76}Al_{1,24}O_{20}](OH)_{10} \cdot 3H_2O$, а распределение катионов по отдельным элементам структуры - следующий вид:



Термические кривые алушита приведены на рис. 2. Два эндотермических эффекта в низкотемпературной области кривой ДТА связаны с удалением из минерала межслоевой воды ($160^{\circ}C$) и воды гидратных оболочек обменных катионов ($240^{\circ}C$). Интенсивный эндотермический эффект с максимумом $570^{\circ}C$ связан с удалением OH-групп. Экзотермический эффект при $890^{\circ}C$ соответствует раскристаллизации новообразованных высокотемпературных фаз. На кривой ТГ наблюдаются три этапа потери веса: в интервалах $60-180^{\circ}C$ - 5,1%, $180-240^{\circ}C$ - 1,4% и $400-700^{\circ}C$ - 8,4%.

Анализ известных термограмм крымского алушита подробно приведен в работе [5]. Следует сказать, что в интерпретации кривых, приведенных в [12], мной вслед за авторами допущена ошибка. Данная кривая отвечает смеси диккита не с монтмориллонитом, а со смешанослойной фазой, причем эффекты 655 и $960^{\circ}C$ принадлежат первой, а 115 , 240 , 550 и $900^{\circ}C$ - второй. Изгиб кривой на 875° является термическим эффектом. Что касается термических кривых других диоктаэдрических хлорит-сметитов, то близкие аналогии алушиту находим в [16, 26, 27-30, 33, 35-37].

ИК-спектры алушита (рис. 3) были получены на спектрофотометре "Спекорд-75". Растертый в бутиловом спирте минерал осаждался на подложку из KBr. Участок $3300-3700\text{ см}^{-1}$ снимался с вазелиновым маслом. В ИК-спектре алушита присутствуют полосы поглощения 3640 , 3500 , 3445 , 3330 , 1640 , 1038 , 1005 , 940 , 718 , 528 , 468 см^{-1} . Полосы $3500-3330$ и 1640 см^{-1} принадлежат межслоевым молекулам воды, 3640 см^{-1} - гидроксилам. Конфигурация полос поглощения деформационных колебаний кремнекислородных тетраэдров позволяет говорить о преобладающей диоктаэдричности хлоритовых слоев с элементами триоктаэдричности, проявленной в большей интенсивности полосы 468 см^{-1} по отношению к полосе 528 см^{-1} . В целом ИК-спектр алушита сходен с имеющимися в литературе спектрами смешанослойных хлорит-сметитов [16, 19, 34 и др].

Электронные микрофотографии алушита получены при увеличении 12 500

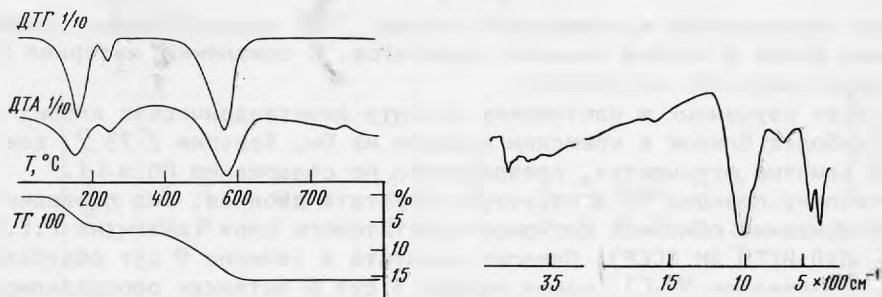


Рис. 2. Термические кривые Li-содержащего алушита из пос. Научного. Снято на приборе "Дериватограф" ОД-102 из навески 300 мг, эталон Al_2O_3 100 мг

Рис. 3. ИК-спектр Li-содержащего алушита из пос. Научного

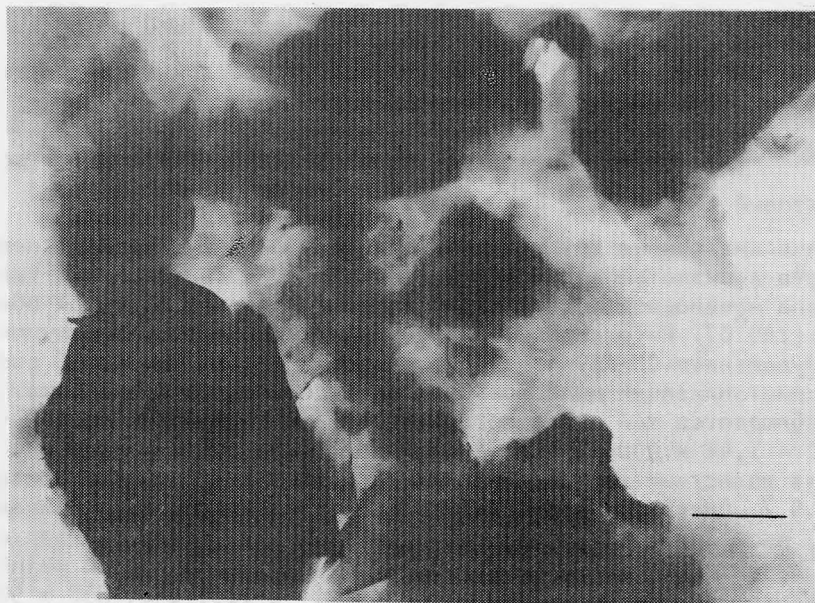


Рис. 4. Электронная микрофотография алушита из пос. Научный, $\times 12500$

раз (рис. 4) в лаборатории электронной просвечивающей микроскопии МГУ. На фотографии видны тонкие изометрические чешуйки с резкими прямыми краями, характерные для смешанослойных хлорит-сметитов [41]. По общему виду и размерам эти частицы похожи на описанные в работах [16, 30, 39]. Вместе с ними изредка встречаются толстые непрозрачные частицы гексагональных очертаний, принадлежащие, по всей видимости, минералу из группы каолина. "Тосудитовые планки", описанные А.П.Коваленко и А.П.Большаковым [6], не наблюдались.

По характеру заполнения октаэдрических позиций 2:1 слоя семейство упорядоченных смешанослойных хлорит-сметитов делится на триоктаэдрическую (корренситы) и диоктаэдрическую (тосудиты) группы. В последнем слу-

чае эти позиции заселены только ионами Al. Именно к этой группе следует отнести изученный алушит.

В настоящее время группа тосудита включает в себя три минерала. Это Al-тосудит с диоктаэдрическими одноэтажными слоями вида $(Al, Mg, Fe, Li)_{2,15-2,4}(OH)_6$, где Al преобладает над Me⁺⁺ и Li. Особенностью хлоритовой составляющей такого типа является обязательное присутствие этих элементов, стабилизирующих его структуру, поскольку существование чистого Al-хлорита невозможно. Другой член группы - ди-триоктаэдрический Li-тосудит с кукеитовым одноэтажным слоем типа $(Al, Li, Mg)_{2,15-2,6}(OH)_6$, где отношение Al:Li 2,5-5. Третий минерал группы - Mg-тосудит с триоктаэдрическим sudoитовым одноэтажным слоем вида $(Mg, Al)_{2,7-3}(OH)_6$. Здесь отношение Mg:Al близко к 2, а максимальное отмеченное содержание Li_2O - 0,05% [36].

Новый ряд в группе тосудита намечает Cr-тосудит, описанный З. Максимовичем и Г. Бриндли в Таково, Югославия [31]. Его одноэтажный слой предположительно имеет вид $(Al, Cr, Mg, Fe)_{2,p}(OH)_6$.

Все минералы группы являются продуктами низкотемпературных гидротерм. С известной степенью условности можно выделить 9 генетических типов (геологических ситуаций) проявления тосудитовой минерализации. Минералы группы отмечены:

1) в телетермальных жилах метаморфизованных терригенных (флишевых) толщ, не несущих оруденения [7, 23] либо сопровождающих ртутные месторождения [6];

2) в зонах гидротермального изменения, связанных с колчеданными рудами типа Куроко [30, 38];

3) в зонах гидротермального изменения, связанных с эпитермальными золотыми [16] и золото-серебряными [36] месторождениями и ассоциирующими с ними вторичными кварцитами [19];

4) в гидротермально переработанных литиевых гранитах [24, 32] и редкометальных пегматитах [25, 26, 27];

5) в гидротермально переработанных кислых эффузивах и образованных за их счет месторождениях фарфорового камня и пирофиллита [28, 29, 33, 36];

6) в гидротермально переработанных серпентинитах [31];

7) во флюоритовых месторождениях среди скарнированных известняков [40];

8) в пневматолитово-гидротермальных жилах среди гнейсов [38];

9) в тосудито-диккитовой жиле с алюмофторидами среди цинвальдит-альбитовых гранитов [43].

Условия образования влияют на природу тосудитовых минералов. Главными факторами здесь являются T, pH и химизм среды. В условиях сравнительно низких температур и $pH \approx 7$ образуются Mg-тосудиты. При более высоких температурах и в слабокислых средах устойчивы Al- и Li-тосудиты. С увеличением pH тосудиты сменяются хлоритами, а при уменьшении - минералами группы каолина. Повышение P и T неблагоприятно для существования тосудитов, в таких условиях более устойчив диоктаэдрический смешанослойный хлорит - дефектный хлорит [4]. Вполне естественно, что тосудиты, образующиеся по гидрослюдам, содержат большое количество K в обменном комплексе [16], в то время как бруситовый слой тосудитов, развивающихся за счет сподумена и лепидолита, обогащен Li [26, 32], а за счет гипербазитов - хромом [31].

Следует отметить, что минералы группы тосудита могут образовываться как путем замещения ранних глинистых минералов (гидрослюд, смешанослойных иллит-сметитов и т.п.), так и посредством прямого гидротермального

синтеза. Предположение В.А. Франк-Каменецкого и др. о гипергенном происхождении смешанослойной фазы алушитов [12, 20] маловероятно, так как хлорит-сметиты, возникающие в процессах почвообразования, как правило, неупорядоченны.

Изученный алушит - синтетонический минерал. Он предположительно образовался путем гидротермального синтеза из минерализованных поровых вод, отжатых в трещины мощной пачки табачных песчаников. Двигателем этого процесса было надвигообразование, происходившее в непосредственной близости от проявления. Весь процесс происходил при невысоких Т и Р, так как вмещающие минерализацию песчаники претерпели изменения, не выходящие за рамки границы начальной и средней стадий катагенеза. Таким образом, данное проявление алушита, несколько отличаясь от проявлений ЮБК, попадает вместе с ними в I-ю генетическую группу. Сюда же попадает единственный пока известный аналог таких образований - минерализованные жилки с MgLi-тосудитом, диккитом, пирофиллитом, кварцем и карбонатами, секущие лланвирнские сланцы (O_{I-2}) в Юи близ Льежа [23]. Важно отметить, что генетическая близость этих образований, в свою очередь, приводит к близости химизма и свойств встреченных здесь хлорит-сметитов (см. табл. 2 и 3).

Было любопытно проследить зависимость химизма минералов группы тосудита от генетического типа их месторождений. Для этого составы одноэтажных слоев наиболее полно изученных минералов группы были нанесены на треугольник $Al_2(OH)_6$ - $LiAl_2(OH)_6$ - $Mg_2Al(OH)_6$. Такие координаты соответствуют составам хлоритовых межслоев чистых Al-, Li- и Mg-тосудитов и не зависят от природы обменных катионов смектита.

Как видно из рис. 5, составы тосудитов образовали 4 поля. Самое большое поле Li-тосудитов ограничено узкой полосой составов с содержанием 10% судоитового компонента (исключения 12,5 и 24%)¹. Содержание кукеитового компонента колеблется в пределах 38-81%. Четкого разделения по генетическим типам в этом поле не наблюдается, хотя тосудиты 4-го и 3-го типов занимают крайние позиции, а 5-го - промежуточную.

В поле Al-тосудитов оказались три точки, однако только тосудит из Намиву (см. рис. 5, т.10) занимает прочное положение. В двух других случаях содержание Li не определялось. В целом Al-тосудиты наиболее слабо изученная часть группы. Так, минерал из Такатамы [35] попадал в поле Al-тосудитов. После доизучения [36] в нем было обнаружено 1,16 мас.% Li_2O , что соответствует 75% кукеитового минала (т. 7). С большой степенью вероятности то же самое произойдет с минералами из Игашимы (т. 20) и Эренфридерсдорфа (т. 21).

Вообще Li в тосудитах стали систематически определять только с 1975 г. после открытия Li-тосудита в месторождении фарфорового камня

¹ В статье А.Б. Кольцова и др. "Условия образования и синтез Li-тосудита (ЗВМО. 1988. № 5. С. 615-622) приводятся данные о Li-тосудите из золоторудного проявления на Северо-Востоке СССР. По содержанию MgO (2,45 мас.%) он приближается к алушитам, но количество Li_2O заметно повышено (1,00 мас.%). Такому составу отвечает соотношение кукеит - 66%, судоит - 33, донбассит - 1% (т. 22 на рис. 5). Если учесть, что часть Mg занимает обменные позиции, то т. 22 должна будет несколько сместиться влево и вверх. Данный минерал является продуктом своеобразного скрещения 3-го и I-го генетических типов - золоторудные жилы (повышенные содержания Li) секут мезозойскую флишевую толщу (повышенные содержания Mg).

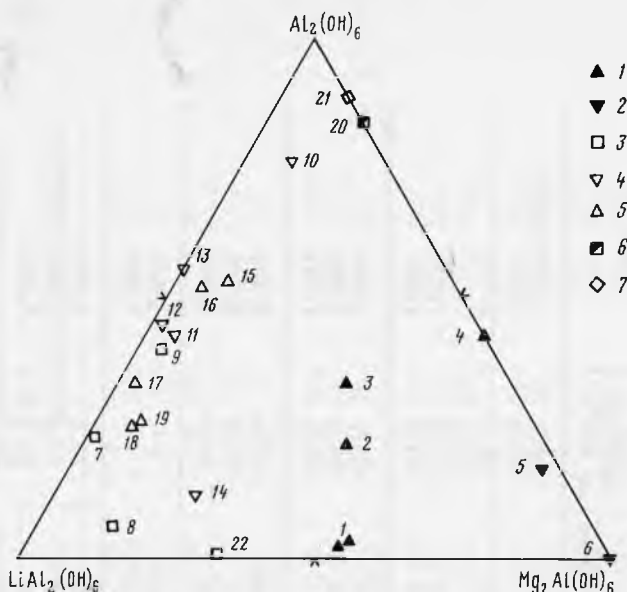


Рис. 5. Тройная диаграмма составов хлоритового межслоя минералов группы тосудита

I - первый генетический тип (см. текст): т. I - Научный, т. 2 - Юи [23], т. 3 - Приветное [8], т. 4 - Приветное [I]; 2 - второй генетический тип: т. 5 - Камикита [38], т. 6 - Ниида [30]; 3 - третий генетический тип: т. 7 - Такатама [35], т. 8 - Балей [I6], т. 9 - Белогорское [I9]; 4 - четвертый генетический тип: т. I0 - Намиву [26], т. II - Сан-Диего [25], т. I2 - Монтебра [24], т. I3 - Эшасьер [32], т. I4 - Карибиб [27]; 5 - пятый генетический тип: т. I5 - Хокуно [28], т. I6 - Уэби [29], т. I7 - Танияма [29], т. I8 - Тоохо [33], т. I9 - Какитани [36]; 6 - седьмой генетический тип: т. 20 - Игашима [40]; 8 - восьмой генетический тип: т. 2I - Эренфридерсдорф [37]

Тоохо [33]. До этого он был определен только в тосудитах редкометалльных пегматитов [26, 27]. Без учета содержания Li поле составов Mg-тосудитов лежало на стороне $Al_2(OH)_6$ - $Mg_2(OH)_6$, ограниченное содержаниями судоита от 50 до 100%. Имелся единственный анализ MgLi-тосудита из Юи (т. 2) с координатами: куккеит - 34%, судоит - 44, донбассит - 22%. После открытия Li в алушитах четко обозначилось поле MgLi-тосудитов с отношением судоита к куккеиту, близким I:I, и содержанием донбассита от 2,5 до 33,5 мол.% (т. I-3). Логично ожидать, что т. 4 (алушит из Приветного [I]) после определения содержания Li окажется в промежутке между т. I и 3. Вместе с тем С.Шимода, систематически определявший содержание Li во многих японских тосудитах [36], отмечал, что он не характерен для Mg-тосудитов месторождений типа Куроко (максимальное содержание 0,05 мас.% Li_2O). Таким образом, в судоитовом секторе треугольника существуют два поля: собственно Mg-тосудитов, характерных для генетического типа 2, и MgLi-тосудитов, характерных для генетического типа I.

MgLi-тосудиты занимают особое место в группе не только по генетическому признаку и химизму (табл. 4), но и по характерным чертам рентгеновской дифракционной картины (см. табл. 3). Значения d_{001} у MgLi-тосудитов

Таблица 3

Рентганографические характеристики минералов группы тосудита из проявлений различных генетических типов

Генетический тип	Место находки	$d_{001}, \text{Å}$				$d_{060}, \text{Å}$
		воздушно-сухой	насыщенный		прогретый до 400°C	
			глицерином	этиленгликолем		
1	Научный	28,6+0,4	31,6	30,5	23,3	1,503+0,003
	Приветное [20]	28,5	32,0		23,6	1,497
	Приветное [8]	29,2		30,8	23,4	1,496
	Приветное [23]	28,9	31,5		23,1	
	Никитовка [6]	28,5		30,5	20,0	1,490
	Юи [23]	28,9	32,2	31,1	23,7	1,506
2	Курата [42]	29,8		31,8	23,7	1,506
	Камикита [38]	30,0		31,8	24,0	1,506
	Нида [30]	30,0	32,2		24,1	1,503
3	Белогорское [19]	27,27	31,75	30,95	23,0	1,489
	Балей [16]	28,8+0,5	32,1	31,1	24,0	1,506
	Такатама [35,36]	30,4		31,9	24,0	1,493
4	Эшасьер [32]	28,95		30,55	-	1,500
	Монтерба [24]	30,15		30,87	-	1,490
5	Тоохо [33]	29,4		31,6	23,1	1,492
	Какитани [36]	29,6+0,3		31,0	23,0	1,490
	Хокуно [28]	29,6+0,4		31,6	23,5+0,3	1,492
	Танияма [29]	29,3		31,2	22,8	
	Уэби [29]	29,3		31,55	22,8	
8	Эренфридерсдорф [37]	29,9	32,5	31,6	23,4	1,490

Примечание. (-) - после обработки рефлекс пропадает.

Таблица 4

Состав хлоритового межслоя минералов группы тосудита из проявлений различных генетических типов

Генетический тип	№ точки на рис. 5	Место находки	Li ₂ O, мас. %	MgO, мас. %	Формульные коэффициенты			Σ	Процентное содержание минералов		
					Li	Mg+Fe**	Al+Fe***		кукеит	судоит	донбассит
I	I	Научный	0,64-0,66	2,84	0,43-0,45	0,67	1,39	2,87	43	54,5	2,5
	3	Приветное [8]	0,45	2,14	0,28	0,77	1,45	2,50	28	38,5	33,5
	4	Приветное [1]	не опр.	3,17	-	1,16	1,53	2,69	0	58	42
	2	Юи [23]	0,51	2,09	0,34	0,88	1,54	2,76	34	44	22
2	5	Камикита [38]	0,05*	6,44	0,03	1,60	1,17	2,80	3	80	17
	6	Ниида [30]	сл.*	8,20	0,00	2,07	0,85	2,92	0	100	0
3	9	Белогорское [19]	0,90	0,25	0,56	0,07	1,90	2,53	56	3,5	40,5
	8	Балей [16]	1,27	0,99	0,81	0,25	1,76	2,82	81	12,5	6,5
	7	Такатама [35]	1,16*	0,08	0,75	0,02	1,84	2,61	75	1	24
4	I3	Эшасьер [32]	0,72	0,00	0,44	0,00	1,90	2,34	44	0	56
	I2	Монтебра [24]	1,60	0,17	0,53	0,04	1,89	2,46	53	2	45
	II	Сан-Диего [25]	1,70	0,84	0,52	0,09	1,72	2,32	52	4,5	43,5
5	I8	Тоохо [33]	1,04	0,29	0,68	0,13	1,90	2,71	68	6,6	25,4
	I9	Какитани [36]	0,87	0,51	0,66	0,15	1,66	2,47	66	7,5	26,5
	I5	Хокуно [28]	0,60	0,54	0,38	0,17	1,72	2,17	38	8,5	53,5
	I7	Танияма [29]	1,00*	0,28	0,63	0,07	1,65	2,35	63	3,5	33,5
	I6	Уэби [29]	0,66*	0,36	0,43	0,09	1,80	2,32	43	4,5	52,5

* По данным Шимоды и др. [36].

Примечание. Σ - сумма октаэдрических катионов хлоритового межслоя.

заметно ниже, чем у других минералов группы, а d_{060} принимает промежуточные значения между таковыми Mg- и Li-тосудитов.

Возвращаясь к статье "0 тосудите и алуштите" [21], хотелось бы отметить, что основными причинами дескридации алуштита были: 1) немоминеральность образцов и 2) тот момент, что ряд исследователей [18, 14] считали алуштитом каолиновый минерал смеси, а не смешанослойную фазу.

Относительно первого. Надо сказать, что авторы вообще были склонны приуменьшать количество "тосудита" в алуштитах. Так, из потери веса, сопровождающей термические эффекты при 115 и 240°C на термограмме из [12], следует, что содержание смешанослойной фазы в образце не менее 50% (менее 10%, согласно авторам). Что касается образца из Минералогического музея АН СССР, то сами авторы признают, что он содержит не менее 80% последней. При этом следует учесть, что количество кварца, загрязняющего алуштит, прямо зависит от способа отбора материала. Кроме того, кварц (4%) и брейнерит (6%) - неглинистые минералы и легко отделяются от глинистой фракции. Что касается последней, то не ясно, как "единичные чешуйки" гидрослюда могут составить 7%. Таким образом, алуштит обр. 13545 содержит более 90% смешанослойной фазы, что вполне согласуется с проведенными нами наблюдениями. Можно ли желать большей мономинеральности, когда речь идет о глинистых образованиях?

Относительно второго. В работе А.Е.Ферсмана [18], на которую ссылаются авторы, нет ни единого слова о каолиновой природе алуштита, как и о нем самом. Это и неудивительно, алуштит был описан 7 лет спустя.

С.П.Попов относил алуштит к каолиновым минералам, исходя из вида полученных им формул. Он видел аналогии в формулах каолина и мусковита, а не, скажем, альмандина или ортоклаза. Вместе с тем он писал, что дальнейшие исследования алуштита должны иметь целью окончательное доказательство его однородности и минералогической самостоятельности.

Г.А.Булкин ошибочно считал алуштит каолиновым минералом, но приписывал ему свойства именно смешанослойной фазы, а не сопутствующего ей диккита. Здесь же следовало бы напомнить авторам, что и сами они первоначально неверно определили природу смешанослойной фазы алуштита и что первым ее выяснил Ю.М.Королев, а не они.

Принимая во внимание сказанное выше и учитывая наличие как минимум двух находок мономинерального алуштита (причем одной из них приоритетной), название "тосудит" следовало бы дискредитировать как вторичное и недостаточно обоснованное, заменив его первоначальным названием "алуштит". Однако, учитывая, что за прошедшие годы тосудит прочно вошел в номенклатуру глинистых минералов, предлагается называть алуштиты ди-триоктаэдрические магнезиально-литиевые члены группы диоктаэдрических смешанослойных хлорит-сметитов, саму же группу - группой алуштита.

Хотелось бы закончить эту статью словами одного из основоположников отечественной минералогии В.М.Севергина. В 1815 г. он писал: "Когда открыли новое тело, то имеем полное право и должны дать ему новое имя. Но когда название заимствуется только от нового образа мыслей, от посторонних обстоятельств, случайным переменам подлежащих, то не могут они не запутать самого дела. Блестать изобретением новых названий в науке есть блеск для изобретателей лестный, но для науки вредный!" [17, с. VI].

Литература

1. Булкин Г.А. Об алуштите из Крыма // Зап. Всесоюз. Минерал. о-ва. 1961. Вып. 6. С. 740-747.
2. Двойченко П.А. Минералы Крыма // Зап. Крым. о-ва естествоиспытателей. 1914. Т. 4, часть неофициальная. С. 104.

3. Градусов Б.П. Катионозамещенные комплексы некоторых упорядоченных смешанослойных образований с лабильным 2:I пакетом // Зап. Всесоюз. Минерал. о-ва. 1968. Вып. 6. С. 681.
4. Дриц В.А., Шутов В.Д. Новая разновидность смешанослойного минерала из группы судюита // Литология и полез. ископаемые. 1966. № 4. С. 130-133.
5. Карташов П.М. О новой находке алушита в Крыму // Материалы XV науч. конф. молодых ученых МГУ. М.: Изд-во МГУ, 1988. С. 44-53.
6. Коваленко А.П., Большаков А.П. Тосудит - новый для ртутных месторождений Донбасса минерал // Докл. АН СССР. 1976. Т. 229, № 6. С. 1440-1443.
7. Королев Ю.М. Результаты изучения аллевардита и алушита с применением дифрактометрического метода и некоторые соображения о систематике слоистых силикатов // Бюл. IV Пленума по изуч. глин. М., 1963. С. 85-97.
8. Королев Ю.М. О структуре Крымского алушита // Докл. АН СССР. 1965. Т. 165, № 5. С. 1160-1163.
9. Королев Ю.М. Электронографическое исследование и политипия тосудита // Кристаллография. 1970. Т. 15, вып. 6. С. 1152.
10. Королев Ю.М. Электронографическое исследование и политипия ректорита и алушита // Рентгенография минерального сырья. М., 1973. С.97.
11. Логвиненко Н.В., Франк-Каменецкий В.А. О так называемом алуштите // Докл. АН СССР. 1955. Т. 105, № 3. С. 554-557.
12. Логвиненко Н.В., Франк-Каменецкий В.А. Новые данные о так называемом алуштите // Там же. 1961. Т. 137, № 6. С. 1441-1444.
13. Панов Д.И., Бурканов Е.И., Гайдук В.В., Илькевич Д.Г. Новые данные по геологии триасовых и нижнеюрских отложений в междуречье Марты и Бодрака (юго-западная часть Горного Крыма) // Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология. 1978. № 1. С. 47-55.
14. Попов С.П. Новые данные об алуштите // Зап. Всесоюз. Минерал. о-ва. 1950. Вып. 4. 298-300.
15. Прокопенко П.Л. Накритовая жила Тотайкойского эруптива // Докл. АН СССР. 1928. № 18/19. С. 388-392.
16. Русинова О.В., Дриц В.А., Горшков А.И. Структурно-минералогическая характеристика смешанослойного кукеит-монтмориллонита // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1976. № 10. С. 95-104.
17. Севергин В.М. Руководство к удобнейшему разумению химических книг иностранных, заключающее в себе химические словари: латинско-русский, французско-русский и немецко-русский, по старинному и новейшему словозначению, составленные трудами статского советника, академика и кавалера Василья Севергина. СПб.: Имп. Акад.Наук, 1815.
18. Ферсман А.Е. Минералы Крыма // Изв. Рос. Акад. Наук. 1907. Т. 1, полутом I/2. С. 1-18.
19. Финько В.И., Дриц В.А., Слонимская М.В. Литиевый тосудит из гидротермально измененных пород Нижнего Приамурья // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. № 12. С. 73-78.
20. Франк-Каменецкий В.А., Логвиненко Н.В., Дриц В.А. Диоктаэдрический смешанослойный глинистый минерал - тосудит // Зап. Всесоюз. Минерал. о-ва. 1963. Вып. 5. С. 560-565.
21. Франк-Каменецкий В.А., Логвиненко Н.В., Дриц В.А. О тосудите и алуштите // Минерал. сб. Львов. ун-та. 1968. Вып. 22, № 1. С. 70-74.
22. Франк-Каменецкий В.А. Рентгенография основных типов порообразующих минералов. Л., 1983. 160 с.

23. Brown G., Bourguignon P., Thorez J. A lithium-bearing aluminian mixed layer montmorillonite-chlorite from Huy, Belgium // *Clay Miner.* 1974. Vol 10, N 3. P. 135-144.
24. Creach M., Meunier A., Beaufort D. Tosudite crystallization in the caolinized granitic cupola of Montebbras, Creuse, France // *Ibid.* 1986. Vol. 21, N 2. P. 225-230.
25. Foord E., Starkey H., Taggart J. Mineralogy and paragenesis of pocket clays and associated minerals in complex granitic pegmatites, San Diego County, California // *Amer. Miner.* 1986. Vol. 71, N 3/4. P. 428-439.
26. Gomes Figueiredo C.S. Alteration of spodumene and lepidolite with formation of dioctahedral chlorite plus dioctahedral montmorillonite interstratifications with dioctahedral chlorite // *Mem. Notic. Mus. Miner. Univ. Coimbra.* 1967. Vol. 64. P. 32-57.
27. Heckroodt R.G., Roering C. A high-aluminous chlorite-swelling chlorite regular mixed-layer clay mineral // *Clay Miner.* 1965. Vol. 6, N 2. P. 83.
28. Ichikawa A., Shimoda S. Tosudite from Hokuno mine, Hokuno, Gifu prefecture, Japan // *Clays and Clay Miner.* 1976. Vol. 24, N 3. P. 142-148.
29. Kanaoka S. Long spacing clay minerals in Uebi stone from Ehime prefecture and Izushi stone from Hyogo prefecture // *J. Ceram. Assoc. Jap.* 1968. Vol. 76, N 871. P. 72-80.
30. Kimbara K., Nagata H. Clay minerals in the core samples of the mineralized zone of Niida, Southern Part of Odate, Akita prefecture, Japan, with special reference to the mineralogical properties of sudoite and tosudite // *J. Jap. Miner. Econ. Geol.* 1974. Vol 69, N 7. P. 239-254.
31. Maksimovic Z., Brindley G.W. Hydrothermal alteration of a serpentinite near Takovo, Jugoslavia, to chromium-bearing illite-smectite, kaolinite, tosudite and halloisite // *Clays and Clay Miner.* 1980. Vol. 28, N 4. P. 295-302.
32. Merceron T., Inoue A., Bouchet A., Meunier A. Lithium-bearing donbassite and tosudite from Echassieres, Massif Central, France // *Ibid.* 1988. Vol. 36, N. 1. P. 39-46.
33. Nishiyama T., Shimoda S., Shimosaka K., Kanaoka S. Lithium-bearing tosudite // *Ibid.* 1975. Vol. 23, N 5. P. 337-342.
34. Oinuma K., Hayashi H. Infrared study of mixed-layer clay minerals // *Amer. Miner.* 1965. Vol. 50, N 9. P. 1213-1227.
35. Shimoda S. New data for rosudite // *Clays and Clay Miner.* 1969. Vol. 17, N 3. P. 179-184.
36. Shimoda S., Kajiwara Y., Honma H., Nishiyama T. A Li-bearing tosudite and some mineralogical problems of tosudite found in Japan // *Sci. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba. Sect. B.* 1980. Vol. 1. P. 95-105.
37. Starke R., Landgraf K.-F., Felix S. Tosudite von Ehrenfriedersdorf - weitere mineralogische Daten // *Ztschr. geol. Wiss.* 1984. Bd. 12, N 4. S. 509-516.
38. Sudo T., Kodama H. An aluminian mixed-layer mineral of montmorillonite-chlorite // *Ztschr. Kristallogr.* 1957. Bd. 109, N 4/6. S. 379-387.
39. Sudo T. Mineralogical study on clays of Japan. Tokyo: Maruzen, 1959. 328 p.
40. Sudo T., Shimoda S. The clays of Japan // *Geol. Surv. Jap.* 1969. 155 p.

41. Sudo T., Takahashi H. The chlorites and interstratified minerals // The electron-optical investigation of clays / Ed. J.A. Gard. L., 1971. P. 277-300.
42. Sudo T., Takahashi H., Matsui H. On X-ray properties of the fireclay from Kurata Mine, Yamagushi prefecture // J. Geol. and Geogr. 1954. Vol. 24, N 1. P. 71-85.
43. Sun Shihua, Wu Meiqing, Lin Yaigao. Tosudite-dickite clay vien bearing tomsenolite: A new type of low temperature hydrothermal altered vien // Sci. geol. sinica. 1987. N 4. P. 348-357.

УДК 552.322.2:552.578.3(447)

В.Т. Лукьянова, Ю.М. Королев, В.Т. Попов,
Е.Д. Сынгаевский, А.М. Урманова

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЛОКНИСТОМ КЕРИТЕ ИЗ ПЕГМАТИТОВ ВОЛЫНИ

Волокнистое углеродистое вещество (ВУВ), найденное в камерных пегматитах Коростенского гранитного массива и диагностированное как волокнистый керит (оксикерит) [2], представляет большой интерес в связи с проблемой образования углеродистых веществ (УВ) в интрузиях и выяснения условий возникновения редких в природе волокнистых форм. Дополнительные исследования образцов этого вещества позволяют более детально охарактеризовать морфологию, состав, молекулярную структуру, термические свойства, изотопный состав углерода и обсудить условия образования с привлечением материалов по искусственному синтезу углеродистых веществ.

Изученные образцы представляют собой большие (2x5x10 и 10x10x20 см) куски легкого черного "войлока" слоистой текстуры, состоящие из пластов и линз тонковолокнистого довольно плотного и грубоволокнистого вещества более рыхлого сложения (рис. 1). Толщина тонковолокнистых слоев порядка 0,5 см, грубоволокнистых - до 2 см и более. Толщина волокон в тонковолокнистых массах 0,003-0,015 мм, в грубоволокнистых - от 0,008-0,016 до 0,05 мм.

Внутренняя структура тонко- и грубоволокнистых масс различна (рис. 2). В тонковолокнистых агрегатах волоконца короткие, изогнутые, сложно переплетены друг с другом. Самые тонкие нити часто растут поодиночке или пучками с поверхности более толстых волокон, располагаясь под прямым или острым углом к ним. На многих волокнах имеются утолщения, покрытые короткими столбиками и волосками того же вещества (см. рис. 2, в). Нити и столбики черного цвета непрозрачные, тончайшие нити - просвечивающие бурые. Столбики на концах иногда полупрозрачные буроватые. Нити и столбики главным образом круглого сечения. Среди них часто обнаруживаются тонкие лентовидные волокна светлого золотисто-бурого и красновато-бурого цвета (рис. 2, г). Они располагаются свободно среди черных нитей или находятся в сростании со столбовидными формами. Ленты узкие длинные, очень тонкие с заостренными концами. Длина их достигает 0,3-0,5 мм при максимальной ширине 0,015-0,03 мм и толщине в доли микрона. Ленты часто слегка спирально изогнуты вокруг длинной оси. В наиболее тонковолокнистых массах (с волокнами 0,005 мм и меньше) количество лентовидных форм возрастает, в сростках появляются столбики с красновато-бурыми широкими плоскими концами.