

Т. КУУСПАЛУ, К. УТСАЛ, В. ВАНАМБ

## ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ СЕПИОЛИТ ИЗ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА ЭСТОНИИ

В ходе рентгенографического исследования глинистых минералов коры выветривания кристаллического фундамента Эстонии в профиле скв. Улясте № 45п (Северо-Восточная Эстония) был обнаружен сепиолит (Кууспалу и др., 1971). Это первая находка сепиолита в горных породах Эстонии. Сепиолит определен в двух образцах; в обоих случаях предполагается его гидротермальное происхождение.

В первом образце (обр. № 45—85, гл. 164,4 м) мономинеральный сепиолит встречен в выветрелом и гидротермально измененном форстеритовом мраморе. В неизменном виде форстеритовые мраморы Улястеского комплекса слагаются из форстерита и кальцита с примесью диопсида, пирротина, графита и флогопита, а также развивающегося по форстериту серпентина (Вахер и др., 1964). При выветривании магнезиальные силикаты разлагаются, кальцит замещается доломитом, обычно желтоватым или розоватым, пирротин — пиритом, марказитом и окислами-гидроокислами железа. В результате выветривания таким образом возникает пестроцветная доломитовая порода, характерная для всех скважин Улястеской группы. В скв. № 45п на гипергенные процессы наложены низкотемпературные гидротермальные изменения. Они выражаются главным образом в появлении полиметаллической галенит-сфалеритовой минерализации (Вахер и др., 1964), но также и в дедоломитизации карбонатной породы. Пестроцветная доломитовая порода сохранилась лишь пятнами. По ней развивается водяно-прозрачный или желтоватый кальцит, слагающий жилы или гнездообразные агрегаты, более крупнозернистые по сравнению с исходной доломитовой породой. К участкам новообразованного кальцита приурочены редкие свежие вкрапленники пирита, галенита и сфалерита и гнезда сепиолита. Сепиолит образует белую ватообразную, спутанно-волокнистую массу, которая тонким слоем обволакивает стенки пустот диаметром 0,5—3,0 см. Как правило, сепиолит встречается в виде нароста на кристаллах кальцита, причем поверхность последних заметно растворена. В сепиолитовых агрегатах нередко встречаются мелкие кристаллики марказита.

В иммерсионном препарате сепиолит наблюдается в виде спутанно-тонковолокнистых агрегатов. Волокна или, что более вероятно, пучки волокон дают в скрещенных николях низкие серые цвета интерференции. Погасание прямое относительно удлинения; удлинение положительное; показатели преломления  $N_p' \approx 1,485$  и  $N_g' \approx 1,503$ .



Описанный сепиолит образовался, по всей вероятности, в результате кристаллизации богатых магнием растворов, освободившихся при разложении доломита и магнезиальных силикатов в гидротермальных условиях.

Во втором образце (обр. № 45—144А, гл. 211, 9 м) сепиолит выступает в качестве материала заполнения трещины в свежих кварцитах. Макроскопически материал этот состоит из двух тонких мощностью

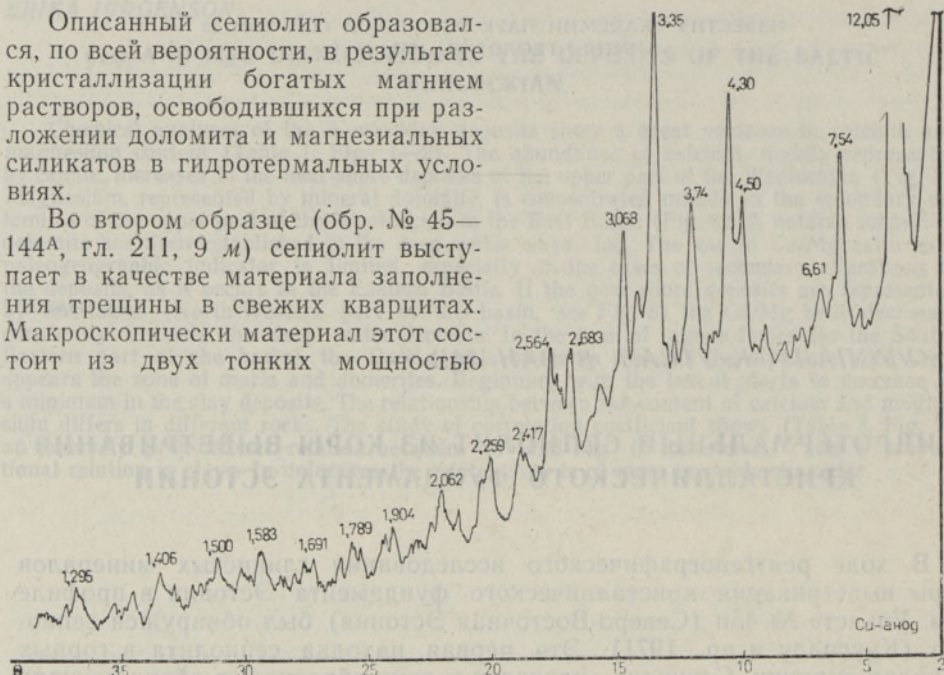


Рис. 1. Дифрактограмма сепиолита. Обр. № 45—85, скв. Ульесть № 45п, гл. 164,4 м.

около 0,2 мм слоев землистых веществ белого и зеленовато-черного цвета. Согласно дифрактометрическому определению сепиолит здесь присутствует в смеси с магнезиальным монтмориллонитом. Генезис сепиолита в данном случае надежно не устанавливается. Однако учитывая жильный характер залегания сепиолита, можно и здесь предполагать его гидротермальное происхождение.

Рентгеновскими методами сепиолит впервые охарактеризован Г. Мижоном (Migeon, 1936). Более детальные рентгеновские исследования структуры сепиолита проведены А. Прейзингером (Preisinger, 1959) и Г. В. Бриндли (Brindley, 1959).

При определении сепиолита из коры выветривания кристаллического фундамента Эстонии для сравнения мы использовали данные по дифракции рентгеновских лучей, опубликованные Г. В. Бриндли (Brindley, 1959).

Рентгенографические исследования сепиолита проводились в кабинете минералогии ТГУ на дифрактометрах УРС-50 ИМ и ДРОН-1 и дополнительно порошковым методом с рентгеновскими камерами РКД-57,3 мм и РКУ-114,6 мм. Выяснилось, что изученный сепиолит можно отнести к хорошо окристаллизованной разновидности, о чем свидетельствуют большое количество и резкость дифракционных линий на рентгенограммах при относительно слабом фоне.

Дифрактограмма сепиолита приведена на рис. 1. Поскольку исследуемый сепиолит находился в породе в тесном контакте с кальцитом и его механическая сепарация под биноклем была затруднена, то для удаления кальцита проба была предварительно обработана 3%-ной HCl. Результаты показывают, что такая кислотная обработка не нарушила структуры сепиолита. На дифрактограмме видно множество рефлексов с асимметричными пиками. Обусловлено это, по-видимому, частым наложением друг на друга нескольких рефлексов, незначительно отличаю-

## Рентгеновская характеристика сепиолита

Данные порошковых рентгенограмм, по Г. В. Бриндли (Brindley, 1959)				Обр. № 45—85			
				Данные порошковых рентгенограмм		Дифрактометри- ческие данные	
hkl	<i>d</i> (Å) рас- четное	<i>I</i>	<i>d</i> (Å) наб- людаемое	<i>I</i>	<i>d</i> (Å)	<i>I</i>	<i>d</i> (Å)
1	2	3	4	5	6	7	8
020	13,48						
110	12,07	100	12,05	10	12,05		12,05
130	7,482	10	7,47	4	7,50		7,54
200	6,750	5	6,73	2	6,75		6,61
040	6,742						
220	6,036						
001	5,255						5,94
150	5,008	7	5,01				5,00
021	4,896						
111	4,818						
240	4,780						
060	4,495	25	4,498	3	4,55		4,50
310	4,438						
131	4,301	40	4,306	8	4,31		4,30
201	4,146						
041	4,145						
330	4,023	7	4,022				
221	3,964						
260	3,741	30	3,750	9	3,74		3,74
170	3,705						
151	3,626						
241	3,532	12	3,533	2	3,53		3,55
350	3,455						
061	3,416						
311	3,391			8	3,39		
400	3,375						
080	3,370	30	3,366				3,35
420	3,274						
331	3,195	35	3,196	6	3,19		3,19
261	3,048	12	3,050	2	3,05		3,058
171	3,028						
440	3,018						
280	3,016						
370	2,928	4	2,932				2,885
190	2,925						
351	2,887						
401	2,840						
081	2,837	7	2,825	5 III	2,832		
241	2,778	4	2,771				
460	2,699						
0, 10, 0	2,697	20	2,691	4	2,697		2,683
510	2,687						
002	2,627						
441	2,618	30	2,617	3	2,631		2,629
281	2,617						
530	2,586						
022	2,580	NR	2,586				
112	2,567	55	2,560	9	2,580		2,600
371	2,557						2,564
191	2,556						
2, 10, 0	2,505						
390	2,495						
132	2,479	5	2,479				
202	2,448	25	2,449	5 III	2,449		
042	2,448						



1	2	3	4	5	6	7	8
550	2,414						2,417
1, 11, 0	2,412	15	2,406	6 III	2,391		
222	2,409						
461	2,401						
062	2,268	30	2,263	8	2,258		2,259
312	2,261						2,220
2, 10, 1	2,260						
620	2,220	3	2,206	1	2,202		
570	2,211						
332	2,200						
640	2,134	7	2,125	1	2,130		2,126
2, 12, 0	2,130						
4, 12, 0	2,107						
402	2,073	20	2,069	6	2,063		2,062
082	2,072						
601	2,069						
	2,038	4	2,033				2,024
		4	1,957	1	1,992		
		2	1,921	2	1,952		
		7	1,881	2	1,914		1,904
		2	1,818	1	1,867		1,877
					1,808		1,808
		6	1,760	4	1,774		1,789
		10	1,700	6	1,774		1,755
				3	1,697		1,691
		3	1,632	2	1,660		
		10	1,592	5 III	1,632		
		15	1,550	6	1,591		1,583
		15	1,518	6	1,548		1,544
		8	1,502	5	1,520		
		4	1,468	5	1,501		1,500
				3	1,468		
				3	1,431		
		9	1,416	8	1,411		1,406
				2	1,370		1,366
		6	1,349	3	1,347		1,342
				3	1,335		
		6	1,312	2	1,314		
		15	1,299	8	1,294		1,295
				2	1,282		
				2	1,245		
				2	1,229		
				3	1,172		
				3	1,152		
				3	1,127		
				3	1,124		
				2	1,100		
				3	1,035		
				3	1,075		
				3	1,055		
				3	1,045		
				2	1,028		
				2	1,003		
				2	0,9983		

щихся между собой по углу  $\Theta$ . Полная информация о рефлексах сепиолита по Г. В. Бриндли и сравнение их с нашими данными приведены в таблице. Среди них присутствуют некоторые слабые рефлексы, принадлежащие не сепиолиту, а примесному марказиту.

Электронно-микроскопические исследования сепиолита проводились на кафедре экспериментальной физики ТГУ при содействии И. Тигане. Были использованы методы реплик и суспензии. Препарат исследовался под электронным микроскопом ЭМ-5 при увеличении до 20 000 раз.

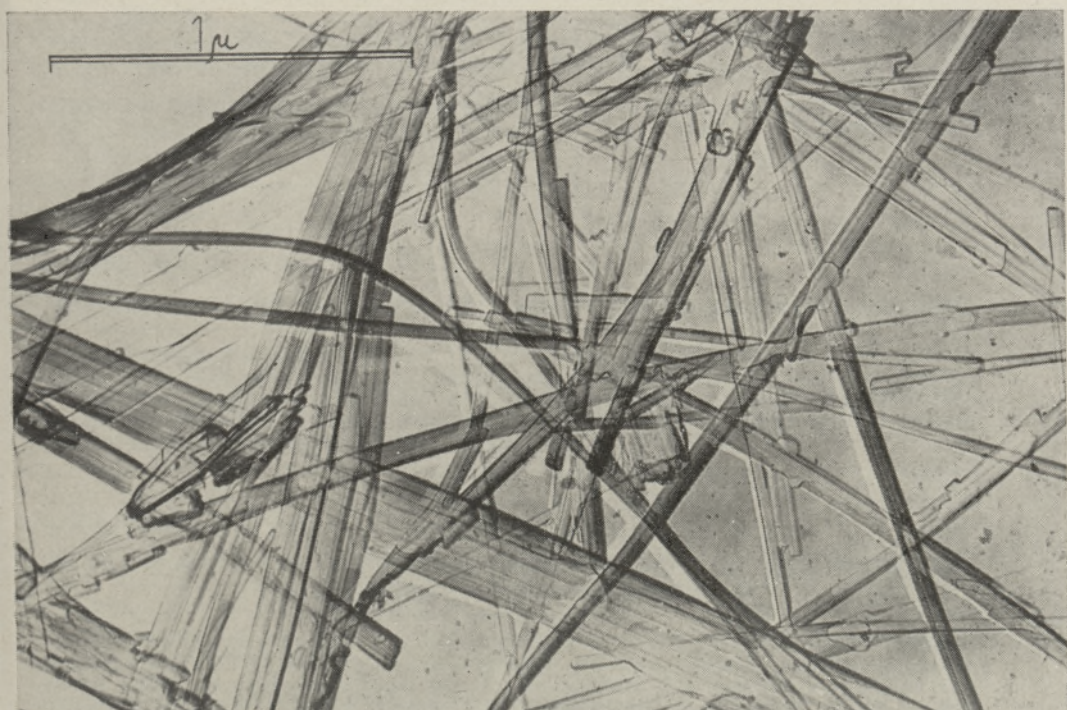


Рис. 2. Волокнистое строение сепиолита под электронным микроскопом. Обр. № 45—85, скв. Улья-  
сте № 45п, гл. 164,4 м. *а* — метод суспензии (увел. 28 000 $\times$ ); *б* — метод реплик (увел. 48 000 $\times$ ).





Наблюдения показали, что исследуемый сепиолит имеет волокнистое строение (рис. 2, а, б). Нередко волокна образуют пучковидные агрегаты длиной до 100 мкм и более (рис. 2, б), отождествляемые по характерным формам также под поляризационным микроскопом. Диаметр отдельных волокон сепиолита колеблется от 0,03 до 0,1 мкм. В агрегатах сепиолита иногда попадаются хорошо выраженные ромбоэдрические спайные обломки и кристаллики кальцита (рис. 2, а).

В заключение нужно подчеркнуть, что локальное образование сепиолита — это частное проявление гидротермальных изменений, сопровождающих полиметаллическую минерализацию пород Эстонии. Поэтому очевидна необходимость дальнейшего углубленного исследования этих еще слабо изученных явлений, в том числе превращений глинистых минералов.

### ЛИТЕРАТУРА

- Вахер Р. М., Кууспалу Т. И., Пуура В. А., Эрисалу Э. К. 1964. О геологическом положении сульфидных рудопоявлений в районе Ульясте. В сб.: Литология палеозойских отложений Эстонии. Таллин.
- Кууспалу Т., Ванамб В., Утсал К. 1971. О минералогии коры выветривания кристаллического фундамента Эстонии. Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, 286. Тр. по геол., VI.
- Brindley G. W. 1959. X-ray and electron diffraction data for sepiolite. Am. Mineral., 44, No. 5—6.
- Migeon G. 1936. Contribution à l'étude de la définition des sépiolites. Bull. Soc. Fr. Min., 59.
- Preisinger A. 1959. X-ray study of the structure of sepiolite, clays and clay minerals. Proc. 6th nation. confer. clays and clay minerals.

Тартуский государственный университет

Поступила в редакцию  
11/I 1973

T. KUUSPALU, K. UTSAL, V. VANAMB

### HÜDROTERMAALNE SEPIOLIIT EESTI ALUSKORRA MURENEMISKOORIKUST

Kirjeldatakse sepioliidi esmasleidu Eesti kivimites. Kõnesolev sepioliit esineb kiuliste kogumikena Uljaste 45 puursüdamiku murenenud ja hüdrotermaalselt muutunud marmoris leiduvates väikestes tühikuis. Mineraalide assotsiatsioonid ja mineraalidevahelised suhted viitavad sepioliidi hüdrotermaalsele tekkele. Antakse sepioliidi lühike optiline, röntgenomeetriline ja elektronmikroskoopiline iseloomustus.

T. KUUSPALU, K. UTSAL, V. VANAMB

### ON THE HYDROTHERMAL SEPIOLITE FROM THE CRUST OF WEATHERING OF THE ESTONIAN CRYSTALLINE BASEMENT

The first find of sepiolite in the Estonian country rocks is described. Sepiolite occurs as felted masses filling small cavities in weathered and hydrothermally changed forsterite-bearing marble in drill core Uljaste No. 45, NE Estonia. The mineral associations and relationship of main minerals suggest a low-temperature hydrothermal origin of this sepiolite. A short review of the sepiolite is given on the basis of mega- and microscopic observations, and of X-ray and electron microscopy methods.