

Особенно четко это видно на примере Алакитского поля: все трубки, расположенные в верховьях ручья Веселого (Магистральная, Искорка, Светлая и др.) обнаруживают низкое содержание оливина 1-й генерации, а трубки северной части поля (Маршрутная и соседние с ней) — высокое содержание. Для ручья Веселого среднее по 6 изученным объектам — 7,1% при колебаниях от 5,4 до 9,1% (на «собственно кимберлитовый» материал — от 5,6 до 10,7%); тогда как для северной группы трубок среднее по 7 объектам — 18,6% при вариациях от 14,1 до 23,3% (при пересчете — от 14,3 до 23,5%).

Для некоторых кимберлитовых трубок выполненный подсчет подтверждает соображения о сложном строении (трубка Зимняя Далдынского поля).

### Выводы

1. Крупность и содержание оливина 1-й генерации позволяют различать блоки в сложных кимберлитовых трубках. В частности, по крупности оливина установлено сложное строение восточной части трубки Снежинка, не выявлявшееся другими методами.

2. Сложный характер гистограмм крупности оливина говорит о двух (или более) источниках оливина в кимберлитах.

3. Взаимосвязь между размерами наиболее крупных желваков оливина, пиропы, ильменита и слюды согласуется с гипотезой протоматмической кристаллизации всех этих минералов.

4. В пределах Алакитского кимберлитового поля выделены группы трубок с определенными уровнями содержания оливина 1-й генерации: 5—9% для одного участка, 14—23% для другого.

Считаю своим приятным долгом поблагодарить Н. С. Маковскую за помощь в обработке цифрового материала.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бобривич А. П., Илупин И. П., Козлов И. Т., Лебедева Л. И., Панкратов А. А., Смирнов Г. И., Харьков А. Д. Петрография и минералогия кимберлитовых пород Якутии. «Недра», 1964.
2. Илупин И. П. О химико-минералогических различиях последовательных фаз внедрения кимберлитов.— Геол. и геофиз., 1972, № 2.
3. Илупин И. П., Лебедев А. А. Субвулканическая фацция кимберлитов.— Сов. геол., 1963, № 9.
4. Сарсадских Н. Н., Ровша В. С., Благуйкина В. А. Минералы включений пироповых перидотитов в кимберлитах Далдыно-Алакитского алмазоносного района.— В кн.: Материалы по изучению алмазов и алмазоносных районов СССР. (Труды ВСЕГЕИ, нов. сер., вып. 40). Л., 1960.
5. Смирнов Г. И. Протоматмическая стадия минералообразования в кимберлитах.— Геол. и геофиз., 1970, № 12.

В. А. КАЛЮЖНЫЙ, Р. П. СЛИВКОВА, Г. М. ФИРЕР

### О СЕПИОЛИТЕ ИЗ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ТОЛЩ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПРИТИМАНЬЯ

В Нившерском районе были пробурены три скважины с поинтервальным отбором кернa. В одной из скважин (№ 183) в интервалах глубин 867,6—872,0 м впервые на северо-востоке Русской платформы был пересечен прослой сепиолита мощностью 0,20 м. Стратиграфически он при-

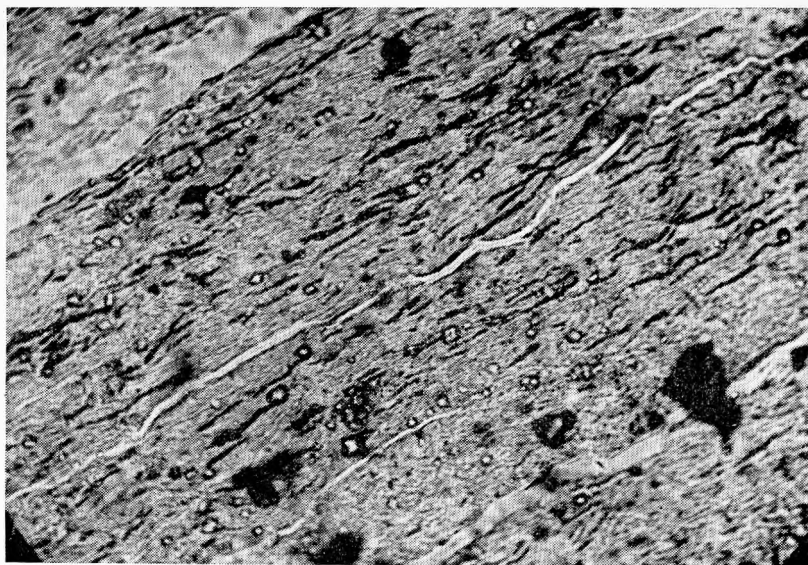


Рис. 1. Тонковолокнистая структура кристаллов нившерского сепиолита. Без анализатора, увел. 180, обр. 2398

урочен к подольско-мячковскому горизонту ( $C_2$ ). В кровле его залегает серый с коричневатым оттенком, скрытокристаллический доломит, участками загипсованный, с включениями ангидрита. В подошве сепиолитового прослоя светло-серые органогеннообломочные доломитизированные известняки.

Ниже разрез сложен доломитами, доломитизированными органогенно-обломочными известняками с включениями и прослоями гипса и ангидрита с редкими прослоями известковистых глин.

Разрез показал стратиграфически датированные нижний карбон (интервалы глубин 1016—1100 м) и франкий ярус верхнего девона (интервалы глубин 1100—1274 м), покрывающие с большим разрывом во времени верхнерифейские доломитизированные известковистые породы, предположительно сопоставляемые с быструхинской свитой верхнего рифея Среднего Тимана.

Образец сепиолита в сухом виде имеет восковидный облик; он желтоватый по цвету, тонколистоватый (толщина слоев 1,5—2 мм), жирный, на ощупь с шершавой поверхностью, минерал слабо прилипает к языку, ноготь пальца при очень слабом нажиме оставляет черту. Он без усилий растирается в муку розовато-кремового цвета. При действии на сепиолитовую породу слабой соляной кислотой выделяются единичные пузырьки, указывающие на присутствие карбоната.

В шлифах под микроскопом минерал однороден, с тонким волокнистым строением (рис. 1). Волокна хорошо линейно ориентированы в одном направлении. Местами среди волокнистой массы иногда наблюдаются мелкие включения кальцита и халцедона. Интерференционная окраска сепиолита серовато-желтоватая, погасание волокнистых кристаллов прямое. В сходящем свете минерал дает фигуру двусосного кристалла  $2V = \sim 50^\circ$ , оптический его знак отрицательный, знак удлинения положительный, показатели преломления по  $Ng' = 1,518$ , по  $Np' = 1,509$ ;  $Ng' - Np' = 0,009$ . По этим свойствам он отнесен к сепиолиту.

Рентгенографические исследования, проведенные А. С. Анисимовой, дали дебаграмму, тождественную эталону парасепиолита (табл. 1).

Таблица 1

## Результаты рентгенометрического анализа Нившерского образца сепиолита

J	d/n	Парасепиолит [1]		J	d/n	Парасепиолит [1]		J	d/n	Парасепиолит [1]	
		J	d/n			J	d/n			J	d/n
10 ш. р.	11,8	9	12,3			9	2,55	4	1,579	3	1,58
2	7,5	3	7,52	4	2,45	6	2,44	3	1,550	3	1,55
2	6,7	3	6,75	1	2,40	3	2,38	5	1,515	3	1,51
1	5,71			7	2,26	6	2,25			3	1,49
2	4,98	3	5,02	1	1,19	3	2,18	1	1,468	3	1,46
		3	4,51	1	2,14	3	2,11	1	1,435	3	1,43
7ш	4,33	9	4,29	5	2,05	3	2,05	3	1,398	3	1,40
7	3,70	6	3,75	1	1,946	3	1,95	1	1,365		
2	3,50	3	3,53	3	1,867	3	1,86	1	1,336	3	1,34
6	3,29	6	3,35	1	1,792			5	1,298	3	1,29
5	3,16	6	3,18	2	1,741	3	1,72	5	1,282	3	1,27
2	3,04	3	3,04	4	1,694	3	1,69	1	1,259	3	1,25
5	2,87	3	2,82	1	1,633	3	1,66	1	1,238		
8ш	2,56	6	2,61								

ИК-спектр нившерского сепиолита, по Е. С. Рудницкой, характеризуется интенсивной полосой поглощения в области  $1050-950 \text{ см}^{-1}$ , соответствующей валентным колебаниям тетраэдров  $\text{SiO}_4$ . Максимум полосы раздвоен. Положение пиков соответствует  $1020$  и  $960 \text{ см}^{-1}$ . На высокочастотном плече основной полосы наблюдается узкий четкий максимум у  $1200 \text{ см}^{-1}$ . К низкочастотному плечу основной полосы примыкает хорошо выраженный дуплет  $700-650 \text{ см}^{-1}$  и интенсивная полоса с максимумом  $485-493$ , относящаяся к деформационным колебаниям связей  $\text{Si}-\text{O}$  в тетраэдрах  $\text{SiO}_4$ .

ИК-спектр этого же минерала показал широкую область валентных колебаний группы  $\text{OH}$  с максимумами  $3685$ ,  $3655$ ,  $3635$  и  $3570 \text{ см}^{-1}$ , с сильными водородными связями, различающимися по энергетическим уровням. Широкая полоса с максимумом  $3400 \text{ см}^{-1}$  области валентных колебаний группы  $\text{OH}$  и более интенсивная полоса с максимумом  $1645 \text{ см}^{-1}$  в области деформированных колебаний указывают на наличие в образце кристалла молекулярной воды ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

Кривая ДТА сепиолита показала эндо- и экзоэффекты (рис. 2). Эндоэффект в области  $150^\circ$  отвечает удалению низкотемпературной молекулярной воды. Незначительный по глубине эндоэффект отмечен при  $370^\circ$ . Он остался нерасшифрованным. Такой температуры эндоэффект может указывать на присутствие гиббсита. Алюминий в слабощелчных условиях и до слабощелочной среды легко гидролизует и выпадает в виде гелевидной формы белого осадка  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Но в нашем образце гиббит не был обнаружен.

Более глубокий эндоэффект в интервалах  $780-790^\circ$  определяет выделение  $\text{OH}$ , судя по ИК-спектрам его непосредственный переход в экзотермический эффект при  $800-805^\circ$ , характеризует полное разрушение кристаллической решетки сепиолита.

Данные кривых ДТА сепиолитов трех районов СССР сходны (табл. 2).

Химические исследования сепиолита. На химический анализ и для других анализов минерал был просмотрен под лупой на его чистоту. Однако результаты химического анализа (табл. 3) и проведенные по принятому методу [4] их пересчеты показали, что в сепиолите в незначительных количествах присутствуют примеси других минералов.

В расчетах CaO и CO<sub>2</sub> были отнесены к кальциту по CO<sub>2</sub>. Одна часть оставшейся CaO была связана с SO<sub>3</sub> (по содержанию общей серы, пересчитанной на SO<sub>3</sub>) в молекулу гипса на том основании, что отложения сепиолита заключены в породах, содержащих гипс. Вторая — оставшаяся часть CaO—0,13% отнесена к сорбированной (в анализах глины избыток кальция именуется обменным). Щелочи и глинозем отнесены к мусковиту (расчет сделан по алюминию). Избыточная часть Na<sub>2</sub>O—0,29%, по-видимому, является погрешностью анализа. Количество SiO<sub>2</sub>, входящего в формулу сепиолита в молекулярных значениях были вычислены путем умножения атомного числа кремния на величину делителя. Свободный кварц составил 3,59%.

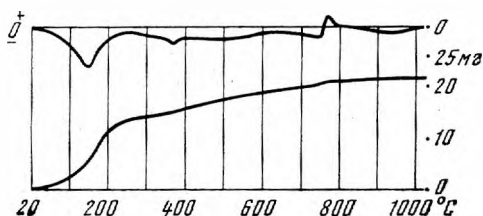
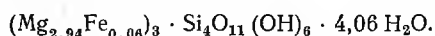


Рис. 2. Кривые дифференциального термического анализа. Нижняя линия характеризует выделения воды. Потеря веса составила 23,4%, обр. 2398

Таблица 2  
Сравнительные данные результатов ДТА сепиолитов трех районов

Район	Эндозффекты, °С			Экзоэффекты
Нившерский р-он, Западное Притиманье	150	370	780—790	800—805
Верхне-Уфалейский р-н Урал [2, 3]	95—150		730—790	790—830
Южный Урал [3]	110—120	410 слаб.	780—790	830

После вычитания минералов-примесей (под микроскопом были установлены лишь кальцит и кварц) с учетом данных ИК-спектра в отношении OH и H<sub>2</sub>O и кривой ДТА была получена структурная формула нившерского сепиолита:



Соотношение молекулярных количеств

$$\frac{FeO + MgO + Fe_2O_3}{SiO_2} = 0,750 \text{ или } 3 : 4.$$

Формула сепиолита по [9] Mg<sub>3</sub>(OH)<sub>2</sub>·Si<sub>4</sub>O<sub>11</sub>·H<sub>2</sub>O, а по кристаллической структуре сепиолит аналогичен атапульгиту. Параметры ячейки сепиолита [3] a<sub>0</sub> = 13,4 Å, b<sub>0</sub> = 27,2 Å; c<sub>0</sub> = 5,32 Å.

Элементы-примеси, входящие в состав нившерского сепиолита, были исследованы Ал. Ф. Мартыновой методом спектрального анализа в следующих количествах (%): Li—2,10<sup>-2</sup>, Ti—2,10<sup>-2</sup>, Sr—4,10<sup>-3</sup>, Cr—4,10<sup>-3</sup>, La—2,10<sup>-3</sup>, Y—2,10<sup>-3</sup>, Ni—2,10<sup>-3</sup>, Mn—2,10<sup>-4</sup>, Mo—2,10<sup>-4</sup>, Cu—2,10<sup>-4</sup>.

### Обсуждение

К настоящему времени сепиолит установлен в ряде мест СССР: на Урале, в Узбекистане, на Северном Кавказе, в Пермском Прикамье и других пунктах.

Таблица 3

## Химический состав нившерского сепиолита и результаты его пересчета на структурную формулу

Окислы	Вес. %	Атомные количества	Вычитание примесей				Число катионов	Атомное количество катионов, входящих в формулу
			Кальцит	Гипс	Мусковит	Кварц		
SiO <sub>2</sub>	49,95	831,7			63,2	59,7	4	708,8
TiO <sub>2</sub>	Сл.							
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,10	21,6			21,6			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,68	8,5					0,05	8,5
FeO	0,14	2,0					0,01	2,0
MgO	21,00	521,1					2,94	521,1
CaO	1,40	25,0	18,4 <sup>+</sup>	4 <sup>+</sup>				
Na <sub>2</sub> O	0,84 <sup>+</sup>	27,0			17,8			
K <sub>2</sub> O	0,18 <sup>+</sup>	3,8			3,8			
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02							
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Сл.							
S (общ.)	0,12	4		4 <sup>+</sup>				
CO <sub>2</sub>	0,82 <sup>3*</sup>	18,4	18,4					
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	10,00 <sup>3*</sup>	1111,1			43,2		6,03	1067,9
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	13,5 <sup>3*</sup>	1460,0		8			8,12	1452
Rb <sub>2</sub> O	0,0015 <sup>2*</sup>							

Примечание. Делитель 177,22. Аналитик Е. А. Ешуткина. Из отдельной навески раствора сделаны определения: \* — щелочи (фотометр пламени), аналитик Е. Л. Бородина; 2\* — аналитик Г. Е. Каляничук; 3\* — аналитик Р. С. Яшина; † — объяснение дано в тексте.

В осадочных породах сепиолит встречается среди карбонатных известковисто-доломитовых отложений алексинского горизонта нижнего карбона в районе Красной Поляны [6], а также в нижнепермских карбонатных отложениях Казанского Поволжья [7]. В Пермском Прикамье сепиолит был пересечен скважинами в нижнепермских доломитах и известковисто-доломитовых отложениях кунгурского яруса [8]. Мощность сепиолитсодержащих доломитов колеблется от десятков сантиметров до 6,0 м. В Верхне-Уфалейском районе сепиолит развит по контакту зеленокаменных пород и серпентинитов [2].

Генезис сепиолита обычно связывают с корами выветривания серпентинитов, оливинитов и других типов магматических пород богатых магнием. На Нившере он связан с хемогенными осадочными образованиями известково-доломитового состава в период обогащения раствора кремнекислотой в условиях щелочной среды при  $\text{pH} > 10$ . Процессы эти, по-видимому, протекают по схеме:  $2\text{CaCO}_3 + 3\text{MgCO}_3 + 4\text{SiO}_2 + 9\text{H}_2\text{O} \rightarrow [(\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{11}(\text{OH})_6)] \cdot 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{CO}_2$ . В сепиолите изменчиво количество низкотемпературной воды и этим объясняется различие формул минерала.

Сепиолитовые руды используются главным образом как высококачественное огнеупорное сырье. Поскольку в Восточном Притиманье Южного Тимана и в приполярной части Западного Приуралья отмечаются выходы осадочных доломитов и известковистых доломитов, похожих по содержанию гипса и агидрита на те, в которых нами встречен сепиолит, их желательнее обследовать на сепиолитовые глины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Михеев В. И.* Рентгеноструктурный определитель. Госгеолтехиздат. 1957.
2. *Жуйкова Н. П.* Сепиолиты коры выветривания серпентинитов.— Труды ГИН УФАН СССР, вып. 20, 1953.
3. *Гинзбург И. Н., Рукавишников И. А.* Минералы древней коры выветривания Урала. Изд-во АН СССР, 1951.
4. *Борнеман-Старынкевич И. Д.* Руководство по расчету формул минералов. «Наука», 1964.
5. *Чухров Ф. В.* Коллоиды в земной коре. Изд-во АН СССР, 1955.
6. *Ратеев М. А.* Сепиолит из карбонатных пород алексинского горизонта Красной поляны.— Докл. АН СССР, 1954, 96, № 5.
7. *Ковеев М. С.* Находка сепиолитов в нижнепермских отложениях Казанского Поволжья.— Зап. Всесоюз. минер. о-ва, ч. 89, вып. 3, 1960.
8. *Старков Н. П.* Сепиолит из кунгурских отложений Прикамья.— Зап. Всесоюз. минер. о-ва, ч. 92, вып. 4, 1963.
9. *Звягин Б. Б., Мищенко К. С., Шипов.* Электроннографические данные о структурах сепиолита и палыгорскита. Кристаллография, 1963, 8, N 2.

Г. А. АННЕНКОВА, Т. Н. ИВАНОВА

### К ОПТИКЕ АЛАИТА<sup>1</sup>

В 25 выпуске сборника «Новые данные о минералах СССР» опубликована заметка об алаите. К сожалению, в ней допущена опечатка в величине показателя преломления: напечатано  $n \sim 1,714$  вместо  $n \sim 1,774$ . Поскольку эта константа впервые определена для алаита, считаем необходимым внести соответствующие исправления, тем более, что за прошедшие годы (статья была сдана в редакцию в 1974 г.) на кафедре минералогии МГУ удалось измерить величину наибольшего показателя преломления в мышьяковых жидкостях. Таким образом, показатели преломления алаита:  $n_p \simeq 1,774 \pm 0,05$  и  $n_g \geq 2,06 \pm 0,05$ ;  $n_m$  определить не удалось из-за тонины волокон алаита (диаметр волокон 2—3 микрона).

<sup>1</sup> Г. А. Анненкова, Н. И. Органова, Е. С. Рудницкая, А. Н. Платонов, М. Г. Добровольская, А. Л. Дмитрик. Алаит из фондов Минералогического музея АН СССР.— В кн.: «Новые данные о минералах СССР», вып. 25. «Наука», 1976.