

**Б. И. СРЕБРОДОЛЬСКИЙ, М. МАХУС****КРИСТАЛЛОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
САМОРОДНОЙ СЕРЫ СИРИИ**

Месторождение самородной серы Аль-Шахери расположено в Центральной Сирии в 12 км севернее г. Пальмира.

В структурном отношении месторождение приурочено к сводовой части антиклинальной складки, находящейся в зоне Пальмиро-Мугдадского глубинного разлома. В центральной части зоны выступают различные горизонты юрских гипсо-карбонатных пород, погружающихся в западном и восточном направлениях. Антиклинальная структура четко прослеживается на дневной поверхности. Выходы известняков образуют выдержанные горизонты и свидетельствуют о значительном протяжении сероносной структуры в южном и северном направлениях вдоль горной гряды Пальмирид.

Серовмещающими породами являются отложения юрской системы, представленные чередованием мергелей, известняков, доломитов, гипсов и аргиллитов.

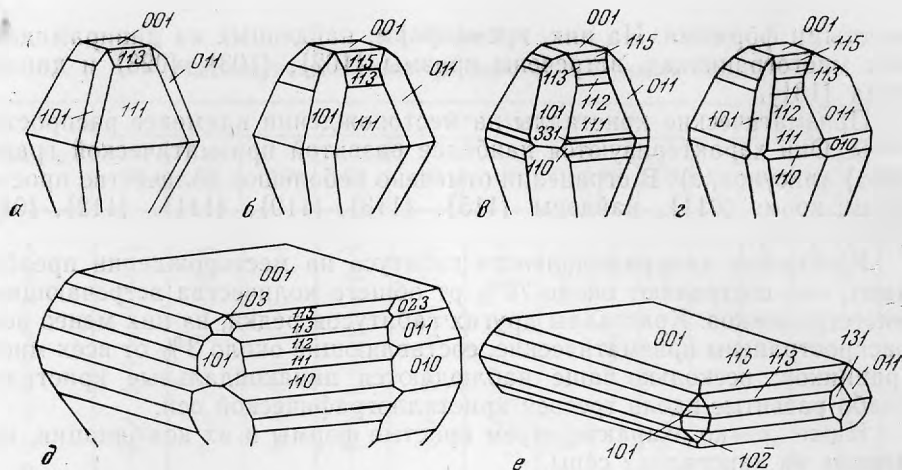
Сера представлена скрытокристаллической, порошокватой, кристаллически-зернистой и крупнокристаллической разностями. Наиболее распространены гнездово-прожилковые скопления кристаллически-зернистой и крупнокристаллической серы, покрывающие стенки пустот. В трещинах мощностью до 2 см они образуют друзовые скопления или прожилки. Максимального развития такая сера достигает в трещиноватых зонах карбонатных пород, а также в окисленных породах, сменяющих по простирацию осерненные известняки. В мергелях преобладают прожилки кристаллически-зернистой серы.

Кристаллы самородной серы и их агрегаты отмечены на стенках пустот и трещин, на поверхности образцов гипсо-ангидритовых пород. В исследованном материале обнаружены два типа сростков. Обычны для серы незакономерные сростки, когда множество индивидов серы, сростаются в разнообразном положении. Менее распространены параллельные сростки с плоскостью сростания  $\{001\}$ .

Кристаллы серы полупрозрачны с алмазным блеском и неровным до полураковистого изломом. Средний размер их вдоль  $\{001\}$  достигает 4 мм. Цвет кристаллов от соломенно-желтого до зеленовато- и светло-зеленого.

В результате просмотра значительного количества кристаллов представилось возможным выделить три габитусных типа: дипирамидальный, пинакоидальный и призматический. Для измерения на гониометре было отобрано 20 наиболее совершенных кристаллов. Центрировка производилась по грани пинакоида  $\{001\}$ . Результаты гониометрических измерений кристаллов приведены в табл. 1.

Дипирамидальные кристаллы на месторождении резко преобладают.



### Морфология кристаллов серы

Габитусными формами, т. е. формами, определяющими облик многогранников, являются дипирамиды  $\{111\}$  и  $\{113\}$ . Двухконечные кристаллы встречаются редко, поэтому приведенные в табл. 1 и на рисунке формы характеризуют только одну головку. В пустотах кристаллы серы располагаются так, что третья ось занимает примерно перпендикулярное к субстрату положение. На кристаллах обнаружены такие простые формы:  $\{111\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{113\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{011\}$ ,  $\{103\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{101\}$ ,  $\{112\}$ ,  $\{115\}$ ,  $\{331\}$  (рисунок, *a—e*)

Среди пинакоидальных кристаллов серы отмечено два подтипа: а) толстотаблитчатые индивиды с отношением длины к толщине и ширине 3:1:1,5 (рисунок, *д*) и б) тонкотаблитчатые с преимущественным развитием пинакоида  $\{001\}$  (рисунок, *е*). Располагаются кристаллы беспорядочно, без определенной ориентировки. Размеры их достигают 4 мм в длину и 0,5 мм вдоль  $\{001\}$ . Пинакоидальные кристаллы богаче

Таблица 1  
Результаты измерения кристаллов серы на гониометре

Буквенные обозначения и индексы граней	Измеренные колебания, среднее				Вычисленные		Число измерений	Качество сигнала по 10-балльной шкале
	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$	$\varphi$	$\rho$		
<i>p</i> $\{111\}$	50°48—50°58	71°28—71°47	50°50	71°38	50°53	71°40	80	10
<i>c</i> $\{001\}$	...	0 00—0 06	...	0 02	0 00	0 00	20	10
<i>s</i> $\{113\}$	50 48—50 58	45 01—45 17	50 50	45 07	50 53	45 10	80	10
<i>n</i> $\{011\}$	0 01—0 07	62 05—62 20	0 03	62 10	0 00	62 17	40	10
<i>e</i> $\{101\}$	89 47—90 05	66 49—69 58	89 50	66 50	90 00	66 52	38	10
<i>m</i> $\{110\}$	50 48—50 58	89 48—90 02	50 50	89 57	50 53	90 00	56	9
<i>t</i> $\{115\}$	50 48—50 58	31 00—31 10	50 50	31 00	50 53	31 06	56	9
<i>b</i> $\{010\}$	0 01—0 07	89 47—90 05	0 03	89 58	0 00	90 00	26	9
<i>y</i> $\{112\}$	50 48—50 58	56 20—56 37	50 51	56 26	50 53	56 28	32	9
<i>q</i> $\{131\}$	22 07—22 20	80 35—80 55	22 15	80 45	22 17	80 48	16	9
<i>r</i> $\{331\}$	50 46—50 57	83 36—83 51	50 49	83 39	50 53	83 42	8	9
<i>u</i> $\{103\}$	89 46—90 04	37 41—38 02	89 57	37 56	90 00	37 58	4	5
<i>л</i> $\{102\}$	89 46—90 03	49 21—49 41	89 57	49 25	90 00	49 30	2	5
<i>ш</i> $\{023\}$	0°01—0°04	51 40—51 55	0 02	51 41	0 00	51 47	2	5

простыми формами. На них, кроме форм, найденных на дипирамидальных многогранниках, встречены призмы  $\{102\}$ ,  $\{103\}$ ,  $\{023\}$  и дипирамида  $\{131\}$ .

Призматические кристаллы на месторождении наименее распространены. Они характеризуются наиболее развитой призматической гранью  $\{011\}$  (рисунок, *з*). В огранении отмечено небольшое количество простых форм; кроме  $\{011\}$ , найдены  $\{115\}$ ,  $\{113\}$ ,  $\{110\}$ ,  $\{111\}$ ,  $\{112\}$ ,  $\{010\}$ ,  $\{001\}$ ,  $\{101\}$ .

Кристаллы дипирамидального габитуса на месторождении преобладают, они составляют около 70% от общего количества встречающихся многогранников. Кристаллы других габитусов редки, из них менее всего распространены призматические, составляющие около 3% от всех многогранников; несколько чаще наблюдаются пинакоидальные кристаллы, слабо развитые вдоль третьей кристаллографической оси.

Ниже кратко охарактеризуем простые формы и их комбинации, найденные на кристаллах серы.

Дипирамида *s*  $\{111\}$  встречена на всех кристаллах. Ее величина зависит от количества соседних граней и степени их развития. Часто покрыта аксессуориями роста.

Пинакоид *c*  $\{001\}$  по своей величине часто больше предыдущей грани. Он, как правило, покрыт разнообразными аксессуориями роста.

Дипирамида  $\{113\}$  — третья по величине форма. Неравномерно развита на обеих головках. Зафиксирована в виде небольших треугольных и трапецидальных площадок, которые при гониометрических измерениях дают хорошие сигналы.

Призма *n*  $\{011\}$  представлена различными полосками — от едва уловимых до широких. Особенность формы состоит в том, что она почти всегда сопровождается пинакоидом  $\{010\}$ . Это присуще только кристаллам серы данного месторождения.

Призма *e*  $\{101\}$  встречена почти на всех кристаллах. Присутствие ее на многогранниках является характерной особенностью серы данного месторождения. Представлена различными по величине полосками.

Призма *m*  $\{110\}$  отмечена на большинстве кристаллов. Обычно выражена небольшими гранками, образующими узкий пояс в средней части кристалла.

Дипирамида *t*  $\{115\}$  в отличие от кристаллов серы других месторождений встречается довольно часто. Наблюдается в виде узких полосок вокруг грани пинакоида  $\{001\}$ .

Пинакоид *b*  $\{010\}$  — средняя по частоте встречаемости форма. Представлен различными гранями: от едва уловимых полосок до широких площадок. Последние обычно встречаются на пинакоидальных многогранниках.

Дипирамида *y*  $\{112\}$  отмечена на немногих кристаллах. По своей величине равна грани  $\{115\}$ .

Дипирамида *q*  $\{131\}$  встречена только на четырех кристаллах. Представлена небольшими трапецидальными гранками, дающими хорошие сигналы.

Дипирамида  $\gamma$   $\{331\}$  обнаружена только на двух кристаллах. Выражена узкими полосками, уступающими по своей величине соседней с ней грани  $\{110\}$ .

Дипирамида *u*  $\{103\}$  — редкая форма. Отмечена в виде узких гранок и небольших площадок на двух кристаллах.

Призмы  $\pi$   $\{102\}$  и  $\omega$   $\{023\}$  — наиболее редкие формы на кристаллах. Наблюдаются в виде небольших граней, дающих сигналы средней отчетливости и яркости.

Комбинационная частота простых форм на кристаллах серы данного месторождения отличается от таковой других залежей. 30% кристаллов

Таблица 2  
Частота встречи простых форм на кристаллах серы

Кристаллы	Простые формы														
	111	001	113	011	101	110	115	010	112	131	331	103	102	023	
1	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+			
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
3	+	+	+	+	+		+								
4	+	+	+	+	+	+		+	+						
5	+	+	+	+	+										
6	+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	
7	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
9	+	+	+	+	+	+	+	+							
10	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
11	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
12	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+			
13	+	+	+	+	+				+	+					
14	+	+	+	+	+		+								
15	+	+	+	+	+	+		+		+					
16	+	+	+	+	+	+		+		+					
17	+	+	+	+		+	+	+							
18	+	+	+	+											
19	+	+	+	+	+	+	+		+						
20	+	+	+	+	+	+	+								
Частота встречи в %	100	100	100	100	90	70	70	65	40	20	10	10	5	5	

серы образовано комбинацией восьми форм. Кристаллы, образованные комбинацией десяти форм, составляют 20%, девяти форм — 18%, семи форм — 15%, шести форм — 10%, пяти и четырех форм — по 5%. Частота встречи простых форм на кристаллах серы приведена в табл. 2.

Исследование кристалломорфологии сирийской серы позволило выявить некоторые моменты, связанные с ростом многогранников. На кристаллах серы выявлены различные скульптурные узоры. Они обычно покрывают габитусные грани и по существующей классификации относятся к аксессуариям роста. Последние преимущественно представлены линиями слоев роста.

На грани пинакоида слои извилистые или эллипсоидные. Менее обычны полукруглые веерообразные слои, разделяющие пинакоидальную грань на участки. Прямолинейные слои роста на этой грани зазубрены. Иногда слои роста имеют вид тонких пластинок, черепитчато перекрывающих друг друга.

Оригинальны по своей форме правильные аксессуарии роста, сложенные концентрическими слоями, которые конусовидно сходят вглубь грани вдоль {001}.

На грани дипирамиды {113} аксессуарии роста отмечены реже. Здесь наиболее распространены эллиптические впадины роста, сложенные тонкими криволинейными слоями. В отличие от подобных фигур на грани {001} они имеют в центре отверстие, глубоко внедряющееся в кристалл. Менее обычны на этой грани веерообразные и полукруглые слои роста, а также впадины, грубо повторяющие ее контур.

На призме  $\{011\}$  аксессуарии роста представлены хорошо выраженными воронками, образованными тонкими концентрическими слоями.

Наиболее разнообразны по внешнему виду аксессуарии роста на грани дипирамиды  $\{111\}$ . Они имеют вид плоских блюдцеподобных углублений с концентрическим положением тонких слоев роста. Впадины роста располагаются на различных уровнях: в центре грани они самые глубокие, по краям — мелкие с широким дном. Иногда на грани находится только одна впадина или ее часть. На одном кристалле были отмечены штрихи роста, они имели вид тонких разорванных рамок, постепенно сходящих к центру грани. В одном случае на развитой грани дипирамиды  $\{111\}$  была встречена тонкая спиральная линия с правым заворотом.

Исследование скульптурных узоров на кристаллах сирийской серы позволяет заключить, что наиболее характерными среди них являются конусовидные впадины роста с концентрическим положением слоев. Такой рост, являющийся разновидностью скелетного, присущий многогранникам серы только месторождения Аль-Шахери.

Кристаллогенетическое значение проведенных исследований состоит в следующем.

1. Отличие огранения кристаллов серы Сирии от такового известных месторождений (в частности серных залежей СССР) указывает на какие-то особые условия их образования. По-видимому, это связано с кристаллизацией серы в окисленных сульфатных породах.

2. Широкое распространение на данном месторождении скелетных кристаллов с оригинальными конусовидными углублениями свидетельствует о том, что сера кристаллизовалась из вязких растворов. Скелетная кристаллизация серы отличалась от таковой в других месторождениях. Значительного притока углеводородов в процессе кристаллизации серы не было.

3. Преобладание правильных многогранников серы на месторождении говорит о том, что питающий материал поступал к ним в процессе роста со всех сторон.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Алявдин В. Ф. Кристалломорфологическое изучение серы на месторождении Шорсу.— Зап. Всесоюз. минер. об-ва, вып. 4, 1938.
- Лазаренко Е. К., Главатских С. Ф., Сребродольский Б. И.— Сб. К морфологической характеристике самородной серы Приднестровья.— Минералог. сб. Львовского геол. об-ва, № 11, 1959.
- Сребродольский Б. И. Особенности морфологии и парагенезис самородной серы Прикарпатья, Карпатско-Балканск. геол. ассоц. Матер. комиссии минералогии и геохимии, № 1. Львов, 1961.
- Сребродольский Б. И., Юшкин Н. П. Сравнительная кристалломорфологическая характеристика прикарпатской и среднеазиатской серы.— Зап. Всесоюз. минер. об-ва, вып. 3, 1966.
- Юшкин Н. П. Морфология и рост реальных кристаллов самородной серы в Шорсу.— Минералог. сб. Львовского гос. ун-та., № 20, вып. 3, 1966.
- Юшкин Н. П. Минералогия и парагенезис самородной серы в экзогенных месторождениях. «Наука», Л., 1968.