

Л. С. СЕЛИВАНОВ

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕТЕОРИТА «САРАТОВ»

(Представлено академиком В. И. Вернадским 13 XII 1939)

Каменный метеорит (хондрит) «Саратов» выпал дождем 6 IX 1918 г. в ряде северных уездов б. Саратовской губ. Обстоятельства падения вместе с описанием собранного материала сообщены в работах Л. А. Кулика<sup>(1,2)</sup> и П. Н. Чирвинского<sup>(3)</sup>; дата падения указана Л. А. Куликом.

Метеорит «Саратов», уже исследовавшийся несколькими авторами [П. П. Филипенко<sup>(4)</sup> определил его радиоактивность, М. П. Воларович и А. А. Леонтьева<sup>(5)</sup> определили его вязкость], был подвергнут нами химическому анализу, результаты которого изложены ниже.

Имевшийся в нашем распоряжении образец (№ 308 по каталогу КМЕТ АН СССР) являлся осколком от массы, весившей 6,256 г, упавшей у с. Белая Гора—ныне Петровского района Саратовской области. По внешнему виду он представлял собой серое вещество туфовидной структуры со включенными в него хондрами, достигающими 1 мм, а иногда и более, в диаметре, и отдельными металлическими зернами никелистого железа. На изломе он имеет зернистую структуру, хрупок и легко рассыпается при ударе.

Помимо этого образца (№ 308) подвергался исследованию и другой осколок того же метеорита—№ 349 с первоначальным весом 189,5 г, для которого, кроме обычного химического анализа, была получена спектрограмма. В настоящей заметке мы сообщаем результаты химического анализа образца № 308, произведенного нами, образца № 349, исследованного Т. В. Переверзевой и В. С. Салтыковой, и результаты спектрографического исследования, произведенного С. А. Боровиком.

Взятый для анализа кусок был отделен от покрывающей его корки, тщательно, насколько позволяли металлические включения, растерт в агатовой ступке, а затем подвергнут шестикратной магнитной сепарации большим подковообразным магнитом до практически полного выделения магнитной фракции. По отделении этой фракции, которая перед каждым разделением растиралась в агатовой ступке с целью возможно более полного удаления остатков силикатовой фракции, последняя была вторично растерта в агатовой ступке и доведена до состояния тонкого порошка. Полученный материал был пущен на химический и спектральный анализ.

Были получены следующие количества (в %) обеих фракций:

	1	2	3	Среднее из 2 и 3
Магнитная фракция .	12,4	10,8	11,4	11,1
Немагнитная .	87,6	89,2	88,6	88,9

1 — сепарации образца № 349, 2 и 3 — две отдельные сепарации образца № 308.

Сводка анализов метеорита «Саратов»

Таблица 1

Анализы	1	2	3	4	Среднее из 3 и 4
Элементы	Образец № 349, анализ Т. Пере- верзевой	Образец № 349, анализ В. Сал- тыковой	Образец № 308, анализы автора		
1. Немангнитная фракция					
SiO <sub>2</sub> . . . . .	43,98%	44,05%	44,76%	44,91%	44,83%
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,13	0,13	0,11	0,12	0,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4,02	4,48	1,73	1,88	1,80
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,16	0,14	0,71	0,71	0,71
FeO . . . . .	13,47	13,97	14,42	14,50	14,46
CaO . . . . .	2,13	2,65	2,33	2,33	2,33
MgO . . . . .	25,04	24,11	27,66	27,20	27,43
MnO . . . . .	0,31	0,38	0,39	0,38	0,39
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,89	1,25	0,61	0,51	0,56
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,47	0,19	0,11	0,09	0,10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,32	0,17	0,72	0,76	0,74
Cl . . . . .	—	Следы	0,11	0,011	0,11
Br . . . . .	—	—	0,000050	0,000044	0,000047
S общ. } FeS . . . . .	2,02 } 7,19	2,70 } 7,41	2,39 } 6,55	2,38 } 6,53	2,38 } 6,53
Fe	4,57	4,71	4,16	4,15	4,15
CO <sub>2</sub> . . . . .	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Гигроскоп. влажность . . . . .	0,05	0,08	0,05	0,03	0,04
(S сульфидов)* . . . . .	2,26	—	2,28	2,26	2,27
(Увеличение веса при прока- ливании)* . . . . .	—	2,38	1,97	1,86	1,91
Сумма . . . . .	98,16%	99,01%	100,16%	99,96%	100,05%
2. Магнитная фракция					
а) Растворимая в горячей царской водке часть					
Fe . . . . .	71,26%	70,22%	67,74%	68,45%	68,10%
Ni . . . . .	7,79	7,88	8,65	9,16	8,90
Co . . . . .	0,20	—	0,39	0,43	0,41
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0,38	0,62	3,38	2,92	3,15
TiO <sub>2</sub> . . . . .	—	—	Следы	Следы	Следы
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	—	—	»	»	»
CaO . . . . .	1,24	1,54	1,29	0,72	1,00
MgO . . . . .	7,73	4,38	4,62	3,71	4,17
MnO . . . . .	—	—	0,07	0,06	0,07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	—	0,18	0,17	0,17
S общ. . . . .	0,29	—	1,46	1,77	1,62
Гигроскоп. влажность . . . . .	—	—	0,01	0,01	0,01
(Нераствор. остаток)* . . . . .	13,95	13,35	13,10	12,43	12,76
Сумма «а» . . . . .	88,89%	84,64%	87,79%	87,40%	87,60%
б) Нерастворимая в горячей царской водке часть					
SiO <sub>2</sub> . . . . .	8,85%	—	7,54%	7,23%	7,38%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	—	—	0,58	0,46	0,52
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	—	—	0,31	0,30	0,30
CaO . . . . .	0,48	—	0,56	0,87	0,72
MgO . . . . .	1,93	—	2,22	2,00	2,11
MnO . . . . .	—	—	0,04	—	0,04
FeO . . . . .	2,03	—	1,03	1,94	1,48
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	—	—	0,01	—	0,01
Сумма «б» . . . . .	13,29%	—	12,29%	12,80%	12,56%
Общая сумма «а» и «б» . . . . .	102,18%	97,99%**	100,08%	100,20%	100,16

\* Определения, заключенные в скобку, в сумму не входят.  
\*\* Вычислено из суммы «а» и нерастворимого остатка.

Примечания к табл. 1. Определения SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaO и MgO в немагнитной фракции велись из одной навески 0,8 и 0,9 г вещества. Из отдельных навесок проведены следующие определения: общая S и Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (из навесок 0,5 и 0,6 г), Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O (из навесок 0,8 и 0,9 г), FeO (из навесок 0,5 г), MnO (из навесок 1,4 и 1,5 г), Cl (из навесок 0,4 и 0,5 г), Br (из навесок 1,7 и 1,9 г), сульфидная S (из навесок 1,4 и 1,8 г), гигроскопическая влажность (из навески 3,4 г) и увеличение веса при прокаливании (из навесок 1,0 и 1,5 г). Все определения для магнитной фракции, за исключением Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Co и S, проведены из одной навески 0,6 г вещества. Определения Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Co и общей серы велись из отдельной навески в 1,2 г вещества.

Результаты химического и качественного спектрального анализа обеих фракций представлены в табл. 1 и 2. Из спектральных определений отметим Cu, Ga и Ge, интенсивности линий которых соответствуют содержанию этих элементов в интервале  $10^{-3}$ — $10^{-2}\%$ ; количестве Ge в немагнитной фракции меньше  $1 \cdot 10^{-3}\%$ . Эти результаты могут быть рассматриваемы, однако, лишь как ориентировочные.

Таблица 2

Результаты спектроскопического анализа метеорита  
«Саратов»

Элементы	I	II	Элементы	I	II	Элементы	I	II
Ni . . . . .	сн	сн+	Al . . . . .	сл	сл	Na . . . . .	ср	сл
Co . . . . .	—	ср	Si . . . . .	сн	ср	Mn . . . . .	сл=	сл
Cu . . . . .	ср	ср	Mg . . . . .	ср	ср	Ga . . . . .	сл	—
Fe . . . . .	ср	сн+	Ca . . . . .	ср	ср	Ge . . . . .	—	сл
Cr . . . . .	ср	ср						

I—немагнитная фракция, II—магнитная фракция.

Обозначения: сн + — очень сильные линии, сн—сильные линии, ср — линии средней яркости, сл—слабые линии, сл = — очень слабые линии, —отсутствие линий.

При работе мы пользовались, помимо обычных приемов, применяющихся при анализе силикатных пород, методами, рекомендованными д-ром П. Н. Чирвинским \* и рядом других авторов. Упомянем некоторые из этих работ.

**Т и т а н.** Мы пользовались сведениями, приведенными в работе Ш. Е. Каминской (6). За ряд указаний я пользуюсь случаем выразить ей здесь мою благодарность.

**Н а т р и й и к а л и й.** Первый определялся цинк-уранилацетатным методом по Н. Varber и J. Kolthoff (7), второй—кобальто-нитритным.

**Ф о с ф о р** определялся колориметрически церулеомолибдатным методом. Фосфор выделялся при этом вместе с полуторными окислами, которые после промывания водой растворялись в разбавленной серной кислоте. Произведенные нами опыты с добавками известного количества  $PO_4^{3-}$  дали прекрасные результаты. Следует отметить, что определение фосфора этим методом после разрушения породы  $HNO_3$  и  $HF$  не удается, вероятно, вследствие вредного влияния фтора.

**Х л о р** определялся нефелометрически после сплавления породы с содой.

**Б р о м** определялся разработанным нами в Биогеохимической лаборатории Академии Наук СССР методом, который будет подробно описан в одной из наших ближайших работ. Отметим, что полученная нами здесь величина ( $4,7 \cdot 10^{-5}\%$ ) значительно ниже данных, сообщенных Th. Feltenberg (8) (для каменных и смешанных метеоритов  $n \cdot 10^{-3}\%$ ), что следует, вероятно, отнести за счет недостаточной чувствительности и разработанности применявшегося им метода.

**К о б а л ь т** определялся колориметрическим методом, описанным В. Звенигородской (9). В нашем случае он дал прекрасные результаты.

**Н и к е л ь** дважды осаждался диметилглиоксимом и определялся весовым методом.

\* Рукопись.

Общая сера в магнитной фракции определялась весовым методом после растворения металлических частиц в царской водке. Во избежание потери части серы с газами последние пропускались через царскую водку. По всей вероятности именно этим определяются значительно более высокие цифры, полученные нами по сравнению с данными Т. Переверзевой, которая этой предосторожности не принимала.

Сравнивая между собой результаты отдельных определений, нужно заметить, что большинство этих определений, полученных для одного и того же образца, относительно хорошо сходится между собой. В то же время определения, произведенные для разных образцов, часто расходятся больше, чем это может быть объяснено ошибками аналитиков. Это прежде всего относится к Al, Cr, Mg и некоторым другим. Впрочем нужно иметь также в виду возможные ошибки в анализах 1 и 2, на которые указывают слишком низкие суммы. Почти все определения для магнитной фракции довольно значительно расходятся между собой. Это следует отнести за счет чрезвычайной неоднородности материала, состоящего из порядочных подчас зерен металла.

Учитывая все сказанное выше, мы сочли более правильным вывести среднее из одних только анализов 3 и 4, которые являются в то же время и наиболее полными.

Биогеохимическая лаборатория  
Академии Наук СССР Москва  
Комитет по метеоритам  
Академия Наук СССР

Поступило  
13 XII 1939

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Л. А. Кулик, Мирозведение, № 1 (40) (1921). <sup>2</sup> Л. А. Кулик, Изв. Акад. Наук, ОМОН, 391 (1922). <sup>3</sup> P. Tschirwinsky, Ztbl. f. Mineralog. etc., № 19, 577 (1923). <sup>4</sup> П. П. Пилипенко, Учен. зап. Саратов. ун-та, I, вып. 3, 1 (1924). <sup>5</sup> М. П. Воларович и А. А. Леонтьева, ДАН, XXII, 594 (1939). <sup>6</sup> Ш. Е. Каминская, Тр. Биогеохим. лаборат. АН СССР, IV, 227 (1937). <sup>7</sup> H. Varber a. J. Kolthoff, Journ. Amer. Chem. Soc., 50, 1625 (1928). <sup>8</sup> Th. Fellenberg, Biochem. ZS., 187, 1 (1927). <sup>9</sup> В. Звенигородская, Заводская лаборат., № 12, 1350 (1938).