

Е. М. ТИТОВ

К ХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ УРАЛЬСКИХ САПРОПЕЛЕЙ

(Представлено академиком В. Н. Сукачевым 28 XII 1946)

Для понимания генезиса каустобиолитов несомненно представляет интерес всестороннее изучение иловых отложений и, в частности, их химическая характеристика. В литературе совершенно отсутствуют данные о сапропелях Урала, систематическое изучение уральских сапропелей началось в 1942 г. по инициативе акад. В. Н. Сукачева*. Пробы брались буром Сукачева сериями на различной глубине, начиная с поверхностного горизонта. В доставляемых в лабораторию образцах немедленно определялась влага, а затем образцы высушивались и готовились аналитические пробы, в которых определялись: зольность, состав золы и элементарный состав органической массы. Озоление сапропелей производилось при 900—950° до полного разрушения карбонатов. Определение углерода, присутствующего в виде карбонатов, производилось по В. Ф. Гиллебранду и Г. Э. Лендель (1), и в зольность тех сапропелей, в которых находились карбонаты, вводилась поправка на карбонатный углекислый газ. Кроме того, зола подвергалась качественному спектральному анализу. Таким путем было проанализировано 72 образца сапропелей, взятых из 28 пресноводных озер и 3 торфяников.

Сапропели представляют собой коллоидальную массу разных цветов; чаще всего встречаются темнооливковые и коричневые цвета, доходящие до черного; реже — светлые тона: сероватые, желтоватозеленые, доходящие до розового. По исследованиям В. Н. Сукачева, сапропели, имеющие светлые цвета, в особенности розовые, обычно подстилают собой сапропели темных оттенков и, следовательно, они геологически значительно старше последних. Пользуясь микронеоэологической теорией илообразования Б. В. Перфильева, В. Н. Сукачев определил для Горбуновского торфяника близ г. Нижнего Тагила возраст подстилающих светлых сапропелей (сероватых и розоватых) в 15—19 тысяч лет, причем на образование их потребовалось около 4000 лет, а на образование вышележащего коричневого сапропеля (непосредственно под торфом) 6000 лет.

Из данных химического исследования следует, что все сапропели, окрашенные в темные цвета, имеют в составе золы значительное количество кремнезема и повышенное количество полуторных окислов, а сапропели, имеющие светлые тона, содержат значительные количества окиси кальция и пониженное количество полуторных окислов. В табл. 1 сведены результаты анализов золы 48 образцов темных и 19 образцов светлых сапропелей (в процентах).

Таким образом, по составу золы сапропели Урала можно подразделить на два главных типа: кремнеземистые (темные), имеющие

* Работа выполнена в сапропелевом отряде уральской комплексной экспедиции Совета по изучению производительных сил АН СССР.

более 50% SiO₂ и геологически, как правило, более молодые, и известковистые (светлые), содержащие более 50% CaO — как правило, более древние. При этом в известковистых сапропелях кальций находится главным образом в виде углекислого. Сапропели смешанного

Таблица 1

Сапропели	С о с т а в з о л ы						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃ + +Fe ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂
Кремнеземистые (темные).	50—81	10—35	4—23	5—19	3—17	0,5—3	—
Известковистые (светлые)	1,5—17	0,7—9	0,2—7	0,1—4	36—51	0,2—2	7,7—40,9

типа (занимающие промежуточное положение), т. е. имеющие в составе золы менее 50% SiO₂ или CaO, немногочисленны: из 72 проанализированных образцов их было только 5.

На Урале наиболее распространены кремнеземистые сапропели, содержащие наибольшее количество влаги. Влажность кремнеземистых сапропелей колеблется от 80 до 96%. Зольность их колеблется в широких пределах — от 12 до 74%. Подавляющее число образцов (33 образца из 48) показало зольность от 20 до 40%, что для уральских кремнеземистых сапропелей необходимо считать типичным. Известковистые сапропели, которые обычно подстилают кремнеземистые, мало отличаются от кремнеземистых по содержанию влаги, которое у них несколько ниже, но отличаются по зольности, которая у них выше. Влажность у них колеблется от 80 до 90%, а зольность — от 58 до 86%, считая на сухое вещество.

Кроме обычного химического анализа, была подвергнута качественному спектральному анализу зола 41 образца кремнеземистых сапропелей, 14 образцов известковистых и 3 образца сапропелей смешанного типа. Все образцы были проанализированы на следующие элементы: Вэ, As, Fe, Sb, Pb, Sn, Cu, Ag, Zn, Cd, Co, Ni, Zr, Mo, Ta, Nb, Bi, In, Ge, W, Cr, V, Na, K, Li, Ba, Sr, Ca, Al, Mn, Mg, Te, Ti, Si, Au, Pt, P, Ga.

Из них в составе золы кремнеземистых сапропелей были установлены 25 элементов: Si, Al, Fe, Ca, Ba, Sr, Mg, Mn, Ti, Cu, Na, K, V, Cr, Ni, Be, Ag, Co, Zr, Mo, Ga, Pb, Zn, As, Sn, а в золе известковистых — 17 элементов: Si, Fe, Al, Ca, Ba, Sr, Mg, Mn, Ti, Cu, Na, V, Cr, Ni, Co, Mo, Pb.

Постоянными элементами, которые обнаружены во всех 58 образцах и, таким образом, находятся во всех типах сапропелей, являются следующие 10 элементов: Si, Al, Fe, Ca, Ba, Sr, Mg, Mn, Ti и Cu.

Интересно отметить, что подавляющее число образцов кремнеземистых сапропелей содержит Na, V, Cr, Ni, а в известковистых сапропелях наблюдается почти полное отсутствие Ni. Необходимо указать на полное отсутствие в известковистых сапропелях Be, Zr и Ga, которые обнаружены во многих образцах кремнеземистых сапропелей. Это относится особенно к Zr, который обнаружен в 20 образцах из 41. Поражает бедность кремнеземистых сапропелей калием и полное его отсутствие в известковистых. Нахождение ванадия в большинстве сапропелей, повидимому, нужно отнести за счет нахождения его в составе сапропелеобразователей. Содержание ванадия в золе различных сапропелей, определенное нами химическим путем, колеблется от 0,05 до 0,17%, считая на V₂O₅. Это значительно выше, чем вытекает из „относительного распространения“ этого элемента (0,016%). Известно, что V найден в золе растений, и поэтому он может концентрироваться при разложении соответствующих, содержащих его, организмов. Содержание меди в золе всех сапропелей также нужно отнести за

счет сапропелеобразователей: медь в незначительных количествах содержится в золе всех растений.

Элементарный состав сухой массы кремнеземистых сапропелей также резко отличается от такового известковистых: их сухая масса богаче углеродом, водородом и азотом. Средний элементарный состав

Таблица 2
Элементарный состав сухих сапропелей (в процентах)

Сапропели	C	H	N	S	O	Зола
Кремнеземистые (среднее из 48 образцов)	35,88	4,98	2,90	1,01	21,92	33,31
Известковистые (среднее из 19 образцов)	15,77	2,24	1,34	0,65	9,42	70,58

для сухих кремнеземистых и известковистых сапропелей, по данным анализов 67 образцов, выражается в следующем виде (табл. 2).

Пересчитывая на органическую массу, будем иметь (табл. 3.).

Таблица 3
Элементарный состав органической массы (в процентах)

Сапропели	C	H	N	S	O
Кремнеземистые	53,80	7,47	4,35	1,51	32,87
Известковистые	53,60	7,61	4,56	2,21	32,02

Данные табл. 2 и 3 ясно показывают, что кремнеземистые сапропели значительно богаче органической массой, но элементарный состав органической массы у них почти одинаков с сапропелями известковистыми, несмотря на значительную разницу в возрасте.

В. Н. Сукачев, основываясь на фитопаалеонтологических методах анализа и, в частности, на применении пылецевого метода, с помощью которых им исследованы сапропели из многочисленных озер Урала, полагает, что при образовании известковистых сапропелей в прошедшую геологическую эпоху на Урале были другие климатические условия и, повидимому, имела место сухость климата.

В известной сводке P_{ia} (2) приведены многочисленные возможности, вызывающие выпадение карбонатов в осадок в пресноводных водоемах. В уральских условиях, несомненно, создавались условия как для абиогенного выпадения углекислой извести, так и для биогенного выпадения ее, в частности, при процессах ассимиляции, в особенности харовыми и сине-зелеными водорослями (3), остатки которых очень хорошо представлены в известковистых сапропелях Урала, и, вероятно, в результате бактериальной деятельности. Сочетание этих процессов и обусловило богатство сапропелей монокарбонатами.

Уральский лесотехнический институт
Свердловск

Поступило
28 XII 1946

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Ф. Гиллебранд и Г. Э. Лендель, Практическое руководство по неорганическому анализу, 1935, стр. 664. ² J. P_{ia}, Kohlensäure and Kalk. Binnengewässer, 13, 1933. ³ Г. Берг, Геохимия месторождений полезных ископаемых, 1937, стр. 98.