

Б. Ф. ГОРБАЧЕВ

СОТНОШЕНИЕ ПОРИСТОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ ГЛИНОЗЕМА
В БОКСИТАХ ЮЖНОГО ТИМАНА

(Представлено академиком Н. М. Стразовым 16 VI 1968)

Изучение взаимоотношений, существующих между открытой (эффективной) пористостью, составом и текстурно-структурными особенностями бокситовых пород, позволяет, как показал В. Т. Аллен (1), получить дополнительные данные для генетических выводов. В отечественной литературе подобным вопросам не уделялось пока достаточного внимания.

Нами сделана попытка проследить взаимоотношения, существующие между открытой пористостью и содержанием глинозема на примере бокситов Южного Тимана.

Для изучения в трех скважинах были отобраны 24 образца объемом ~10 см³. Расположение образцов, их краткая литологическая характеристика, данные о химизме, величина кремневого модуля (M) и результаты определения открытой пористости (P) отражены на рис. 1. Образцы были отобраны как из аргиллитовидных бокситов, так и из пород, содержащих мелкие обломки и бобовинки.

Открытая пористость определялась по стандартной методике (2). С величиной P сопоставлялись значения кремневого модуля ($M = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$), четко отражающего относительную концентрацию свободного глинозема.

Таблица 1

№№ п/п	№ обр.	Результаты наблюдений		$\delta_M = M_i - \bar{M}$	$\delta_P = P_i - \bar{P}$	δ_M^2	δ_P^2	$\delta_M \cdot \delta_P$
		M	P, %					
1	266	4,20	20,35	-2,50	-8,80	6,25	77,44	22,00
2	267	3,25	29,55	-0,50	+0,40	0,25	0,16	-0,20
3	268	4,00	29,40	+0,30	+0,25	0,09	0,06	0,07
4	269	8,00	32,50	+4,30	+3,35	18,49	11,22	14,40
5	270	3,30	31,15	-0,40	+2,00	0,16	4,00	-0,80
6	271	4,90	32,00	+1,20	+2,85	1,44	8,12	3,40
7	272	5,00	32,20	+1,30	+3,05	1,69	9,30	4,00
8	273	5,00	32,10	+1,30	+2,95	1,69	8,70	3,80
9	274	5,50	32,40	+1,80	+3,25	3,24	10,56	5,85
10	275	10,50	35,10	+6,80	+5,95	46,24	35,40	40,50
11	276	3,20	32,20	-0,50	+3,05	0,25	9,30	-1,50
12	278	2,20	27,15	-1,50	-2,00	2,25	4,00	3,00
13	170	1,40	24,30	-2,30	-4,85	5,29	23,52	11,15
14	171	1,80	23,55	-1,90	-5,60	3,61	31,36	10,60
15	173	4,00	33,05	+0,30	+3,90	0,09	15,21	1,20
16	174	4,00	26,30	+0,30	-2,80	0,09	8,12	-0,85
17	175	4,00	27,80	+0,30	-1,35	0,09	1,82	-0,40
18	30	1,30	24,90	-2,40	-4,25	5,76	18,06	10,20
19	31	2,80	29,30	-0,90	+0,15	0,81	0,22	-0,13
20	32	3,50	35,30	-0,20	+6,15	0,04	37,82	-1,20
21	33	2,20	26,00	-1,20	-3,15	2,25	9,92	4,72
22	34	3,30	30,50	-0,40	+1,35	0,16	1,82	-0,50
23	35	2,60	26,50	-1,10	-2,65	1,21	7,02	2,90
24	36	2,60	26,25	-1,10	-2,90	1,21	8,41	3,20

Средние: $\bar{M} = 3,70$ $\bar{P} = 29,15$

-17,20 -38,40 102,65 341,56 135,37
+17,60 +38,65
 $\Sigma = +0,40$ $\Sigma = +0,15$

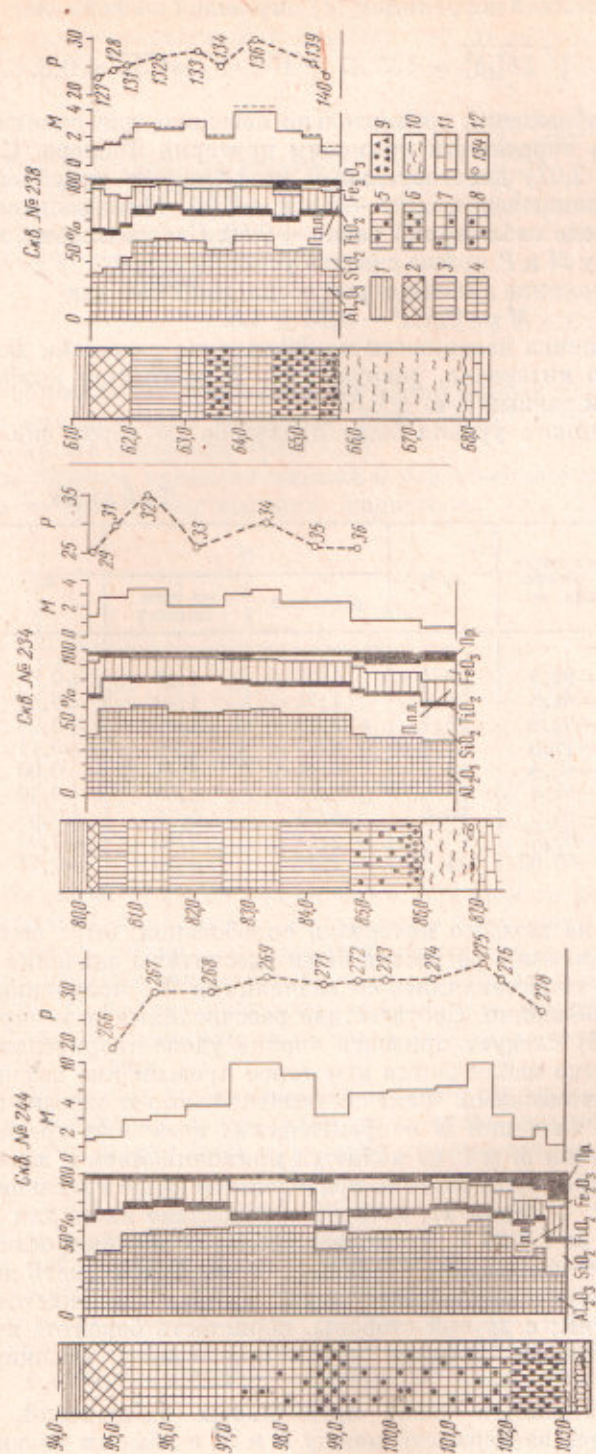


Рис. 4. Разрезы бокситовой пачки. 1 — углистые аргиллиты; 2 — углистые аляиты; 3 — светло-серые аляиты; 4 — светло-серые бокситы; 5, 7 — аляиты и бокситы с примесью до 20% обломочного бокситового материала; 6, 8 — аляиты и бокситы с примесью более 20%; 9 — глинистая кора выветривания известняков; 10 — известняки верхнего девона; 11 — номер к месту взятия образца. М — кремневый модуль (Al₂O₃ / SiO₂ (%)); Р — открытая пористость.

Основные параметры, использованные для расчета коэффициента линейной корреляции, отображены в табл. 1.

Коэффициент линейной корреляции (r) определен по формуле

$$r = \Sigma \delta_M \delta_P / \sqrt{\Sigma \delta_M^2 \Sigma \delta_P^2} = 135,37 / \sqrt{102,65 \cdot 341,56} \approx 0,8.$$

Так как число наблюдений сравнительно невелико, для оценки надежности коэффициента корреляции применим критерий Фишера. С вероятностью 0,95 ($t_{0,05} = 2,07$) действительный коэффициент линейной корреляции может быть заключен между +0,6 и +0,96. Минимальное значение r при данном числе наблюдений равно +0,50. Следовательно, корреляционную связь между M и P можно считать установленной.

Составлено уравнение линейной регрессии, имеющее вид

$$M = 0,43P - 8,83 \pm 1,5.$$

Приближенная оценка надежности коэффициента регрессии дала величину доверительного интервала, равную 0,07. В результате коэффициент регрессии принимаем равным $0,43 \pm 0,07$.

Проверка выведенного уровня была проведена по керну скв. № 238.

Таблица 2

№ обр.	Интервал опробов. и отбора образца, м	P, %	M		Δ
			расчетное	по хим. анализу	
127	61,3—61,5	23,4	1,23	1,18	+0,05
128	61,6—61,8	24,6	1,74	1,49	+0,25
131	61,8—62,0	25,7	2,20	1,97	+0,23
132	62,0—62,9	27,0	2,77	2,66	+0,11
133	62,9—63,4	28,0	3,21	3,21	0,00
134	63,4—63,8	25,5	2,43	2,03	+0,10
136	63,8—64,5	30,6	4,33	3,75	+0,58
139	64,5—65,35	26,2	2,46	2,40	+0,06
140	65,35—65,60	24,2	1,57	0,90	+0,67

В образцах, взятых из каждого интервала опробования, была замерена P и затем согласно уравнению регрессии были рассчитаны значения M . Рассчитанные значения сопоставлялись со значениями M , полученными при поинтервальном опробовании. Соответствие рассчитанных и эмпирических значений M (табл. 2) следует признать вполне удовлетворительным.

При этом постоянно наблюдается некоторое превышение высчитанных значений M над фактическими. Факт систематического и однозначного отклонения расчетных значений M от фактических позволяет предполагать, что корреляция величин M и P не является прямолинейной и лишь в первом приближении может быть описана приведенным выше уравнением (ему соответствует на рис. 2 линия 1), которое справедливо лишь для области средних значений M от 1,5 до 7. Последнее вполне объяснимо, если учесть, что, с одной стороны, при низких значениях M мы будем иметь дело уже с пористостью глинисто-каолинистых пород, которая подчиняется совсем иным закономерностям; с другой стороны, пористость бокситов не может превысить определенного предела даже при самых высоких значениях M .

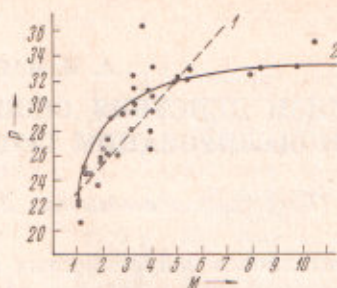
Учитывая ограниченность числа проделанных наблюдений, следует признать, что характер зависимости между P и M в области низких и высоких значений M требует дополнительного изучения.

Можно полагать, что в более общем виде зависимость между P и M может быть описана уравнением гиперболы $yx = a_0 - a_1/x$, отражающим криволинейный характер корреляции этих двух величин.

С этой целью фактические данные, приведенные в табл. 1, были перегруппированы в табл. 3.

Величина M рассматривается как факториальный признак (x), а величина P — как результативный признак (y). В результате решения систе-

Рис. 2. Зависимость величины открытой пористости (P) от кремневого модуля (M) бокситовых пород. 1 — линейная зависимость, 2 — гиперболическая



мы двух нормальных уравнений ⁽³⁾ вычисляются параметры a_0 , a_1 , в результате чего получаем уравнение $\bar{y}_x = 34,25 - 12/x$. Уравнению соответствует линия гиперболы (рис. 2, 2).

Таким образом, аргиллитовидные и редкобобовые бокситы каолинит-бёмитового состава имеют высокую пористость ($P_{ср} = 29,15\%$). Присутст-

Таблица 3

M	\bar{x}	\bar{y}	$\frac{1}{x}$	$\frac{1}{x^2}$	$\frac{y}{x}$	\bar{y}_x
1,5	1,00	23,20	1,0000	1,0000	23,200	22,00
1,5—3,0	2,25	26,50	0,4444	0,1976	11,888	28,90
3,0—4,5	3,75	30,00	0,2667	0,0711	8,000	31,10
4,5—6,0	5,25	32,20	0,1905	0,0363	6,135	32,00
7,5—9,0	8,25	32,50	0,1212	0,0147	3,939	32,90
9,0—10,5	9,75	35,10	0,1026	0,0105	3,600	33,10
Σ	30,25	179,70	2,1254	1,3302	56,762	

вие подчиненной примеси обломочного бокситового материала мало влияет на величину пористости. Несомненное осадочное происхождение бокситовой пачки четко определяется присутствием в ее составе прослоев, состоящих из обломочного бокситового материала. Все это не позволяет по примеру В. Т. Аллена допустить возможность формирования бокситовой пачки в результате десиликации какой-нибудь первоначальной осадочно-каолинитовой толщи.

Довольно четкая положительная корреляция кремневого модуля южнотиманских бокситов с их открытой пористостью вполне удовлетворительно, на наш взгляд, может быть объяснена процессами раскристаллизации коллоидного бокситового осадка. Наблюдения показали, что бокситы обладают бобовой структурой, в которой участвует как мелкообломочный бокситовый материал, так и бобовины, возникшие в процессе диагенеза. В цементе также наблюдаются изредка реликты колломорфной структуры с трещинками контракции. Поры, образующиеся при старении и раскристаллизации алюмогеля, имеют капиллярные размеры, близкие к субкапиллярным. Кроме того, величина порового пространства еще более возросла за счет диа- и катагенетического выноса тонкорассеянного в бокситах железа ⁽⁴⁾.

Поступило
20 V 1968

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. Т. Аллен, Сборн. Происхождение бокситов, ИЛ, 1959. ² Методич. руководство по опред. физ. свойств горн. пород, 1962. ³ И. Г. Венецкий, Г. С. Кильдишев, Основы матем. статистики, 1963. ⁴ Б. Ф. Горбачев, Литология и полезн. ископ., № 5 (1966).