

Э. Б. ШТЕРНИНА и Е. В. ФРОЛОВА

РАСТВОРИМОСТЬ В СИСТЕМЕ $\text{CaCO}_3 - \text{CaSO}_4 - \text{NaCl} - \text{CO}_2 - \text{H}_2\text{O}$
ПРИ 25°

(Представлено академиком И. И. Черняевым 22 VI 1944)

Настоящая работа является частью исследования, проводившегося под руководством проф. А. В. Николаева, по заданию Куйбышевского гидроузла, для решения вопроса о долговечности гидросооружений, состоящих из омываемых речной водой известковых и доломитных пород.

Обзор литературы по растворимости кальцита и гипса в присутствии поваренной соли и двуокиси углерода имеется в работах И. Е. Орлова (1) и Фрира и Джонсона (2).

В качестве объектов исследования нам служили: кальцит — исландский шпат, бесцветный и прозрачный (Казахская ССР, Майдантал); гипс — также бесцветный и прозрачный (Узбекская ССР, Караул-Хана). Двуокись углерода бралась из обычного баллона с CO_2 для одной серии опытов и из лабораторного воздуха — для другой.

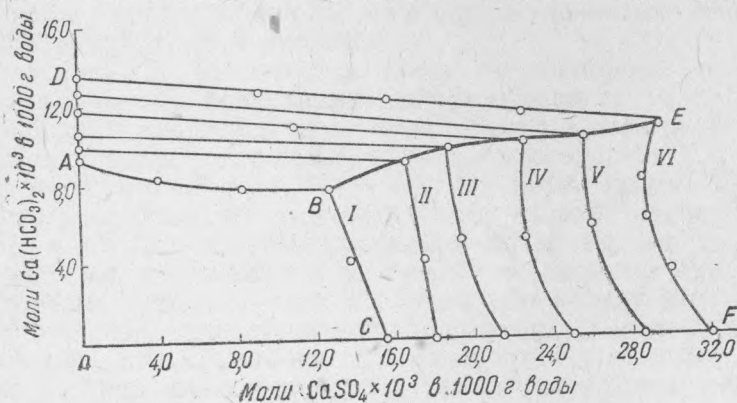


Рис. 1. Растворимость в системе $\text{CaCO}_3 - \text{CaSO}_4 - \text{NaCl} - \text{CO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ при $P_{\text{CO}_2} \approx 1$ атм., 25°C . I — 0; II — 0,25; III — 0,50; IV — 1,00; V — 1,50, VI — 2,00% NaCl

Опыты по растворимости производились нами в сосудах принятой в нашем институте формы из стекла «Пирекс», емкостью 250 см³. Сосуды помещались в водяной термостат, в котором поддерживалась постоянная температура $25 \pm 0,05^\circ\text{C}$.

Равновесие достигалось весьма медленно, — в среднем около месяца.

Твердая фаза отвечала неизменно кальциту и гипсу; главные результаты исследования жидкой фазы приведены в таблице и на рис. 1 и 2.

Твердая фаза	Ca(HCO ₃) ₂		CaSO ₄		NaCl		Плотность при парциальном давлении CO ₂ в атм.	Плотность d ₂₅ ⁴
	г в 1000 г воды	молей × 10 ³ в 1000 г воды	г в 1000 г воды	молей × 10 ³ в 1000 г воды	г в 1000 г воды	молей × 10 ³ в 1000 г воды		
Кальцит	1,478	9,12	0	0	0	0	0,9555	0,9989
»	1,621	10,00	0	0	2,500	42,78	0,9639	1,0007
»	1,723	10,63	0	0	5,027	86,01	0,9593	1,0026
»	1,913	11,80	0	0	10,204	174,57	0,9658	1,0065
»	2,073	12,79	0	0	15,000	256,62	0,9645	1,0101
»	2,195	13,54	0	0	20,486	350,48	0,9671	1,0141
Гипс	0	0	2,091	15,36	0	0	0,9632	0,9993
»	0	0	2,450	18,00	2,500	42,77	0,9750	1,0013
»	0	0	2,916	21,42	5,001	85,58	0,9777	1,0034
»	0	0	3,429	25,19	10,145	173,58	0,9711	1,0077
»	0	0	3,884	28,53	15,002	256,65	0,9750	1,0114
»	0	0	4,356	32,00	20,013	344,41	0,9687	1,0153
Кальцит + гипс	1,258	7,76	1,739	12,78	0	0	0,9726	0,9999
» + »	1,475	9,10	2,258	16,59	2,526	43,22	0,9653	1,0023
» + »	1,580	9,75	2,533	18,61	5,076	86,85	0,9782	1,0044
» + »	1,614	9,96	3,053	22,43	10,133	173,39	0,9597	1,0084
» + »	1,652	10,19	3,496	25,68	15,206	260,15	0,9517	1,0124
» + »	1,736	10,71	4,005	29,42	20,228	346,12	0,9684	1,0165
Кальцит	0,129	0,80	0	0	0	0	0,0013	0,9968
Гипс	0	0	2,096	15,40	0	0	0,0013	0,9989
Кальцит + гипс	0,040	0,25	2,244	16,49	0	0	0,0013	0,9991
Кальцит	0,194	1,20	0	0	10,278	175,82	0,0013	1,0042
Гипс	0	0	3,505	25,75	10,278	175,83	0,0013	1,0074
Кальцит + гипс	0,050	0,31	3,598	26,43	10,285	175,94	0,0013	1,0071
Кальцит	0,243	1,50	0	0	20,350	348,11	0,0013	1,0113
Гипс	0	0	4,414	32,43	20,125	344,28	0,0013	1,0155
Кальцит + гипс	0,061	0,38	4,509	33,12	20,085	343,58	0,0013	1,0151

Диаграмма, изображенная на рис. 1, относится к равновесию при парциальном давлении двуокиси углерода, близком к одной атмосфере. Диаграмма рис. 2 получена при парциальном давлении двуокиси углерода 0,0013 атмосферы.

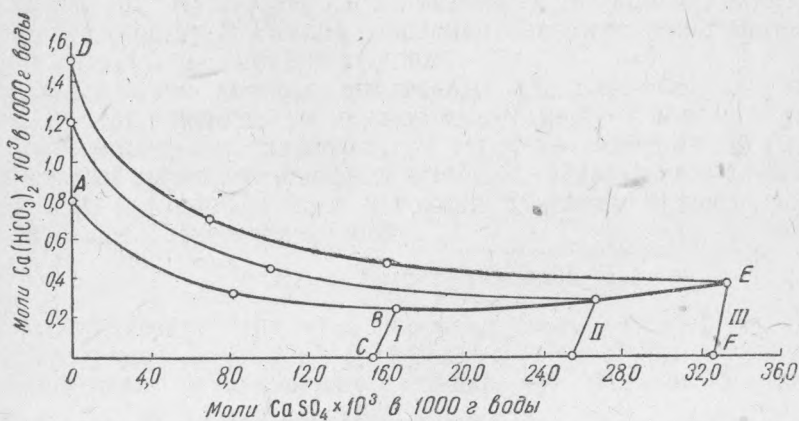


Рис. 2. Растворимость в системе CaCO₃ — CaSO₄ — NaCl — CO₂ — H₂O при P_{CO₂} ≈ 0,0013 атм., 25°C. I — 0; II — 1,00; III — 2,00% NaCl

Области OABC отвечают ненасыщенным растворам кальцита и гипса в воде, не содержащей поваренной соли. Области ADEB включают растворы, находящиеся в равновесии с твердым кальцитом, BEFC — области насыщения гипсом. Линия BE представляет собой кривую совместной растворимости кальцита и гипса в растворах поваренной соли различной концентрации (от 0 до 2%).

Диаграммы дают некоторую возможность предвидеть действие разбавленных растворов, напоминающих по составу речную воду, на породы, содержащие кальцит и гипс при заданной температуре и парциальных давлениях двуокиси углерода. Например, если состав какой-нибудь природной воды отвечает точке, лежащей в области *OABC*, то такая вода, представляя собой ненасыщенный раствор по отношению к кальциту и гипсу, будет растворять эти минералы из омываемых ею пород. Вода, отвечающая составу точки, лежащей в области *ADEB*, будет «агрессивной» только по отношению к гипсу, но не по отношению к кальциту. Обратную зависимость мы получим для вод, состав которых лежит где-нибудь в области *BEFC*: такие воды будут действовать растворяющим образом на кальцит, но не на гипс.

Институт общей и неорганической химии
Академии Наук СССР

Поступило
22 VI 1944

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ И. Е. Орлов, Агрессивность естественных вод, 1932. ² G. L. Frear and J. Johnston, J. Am. Chem. Soc., 51, 2082 (1929).