

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

М. В. КАМЕНЦЕВ

ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ БОКСИТА

(Представлено академиком И. В. Гребенщиковым 10 V 1949)

Ряд производств, использующих боксит в качестве сырья, связан с его плавлением: электрокорунд, муллит, кальций-алюминатные шлаки (глиноземистый цемент и пр.). Весьма существенную роль в эффективности процесса плавки играет температура плавления сырья. Она в значительной степени определяет собой температуру ванны, так как плавка ведется обычно в шахтной печи, в которой расплав находится в соприкосновении с шихтой и, следовательно, имеет температуру, близкую к температуре ее плавления. В то же время температура ванны имеет решающее значение для течения процессов в ней. Особенно важную роль этот фактор играет в процессе плавки электрокорунда, температура плавления которого выше, чем температура плавления боксита.

Процесс производства электрокорунда состоит в восстановительной электроплавке боксита с углеродистым материалом, с переводом примесей (окислы железа, кремния, титана) в металл и выделением, таким образом, более или менее чистого глинозема, который при остывании кристаллизуется в виде корунда. По мере восстановления примесей температура плавления ванны повышается. Это приводит к загустению ванны, тем большему, чем ниже температура плавления боксита и чем полнее производится восстановление примесей, и постепенной кристаллизации корунда еще в процессе плавки: первое затрудняет течение восстановительных реакций и препятствует получению чистого продукта; второе превращает процесс в принципиально периодический (блокировый).

Для определения температуры плавления боксита был применен «метод конуса». Несмотря на недостаточную строгость, этот метод выбран потому, что он фиксирует важный для производственных целей момент перехода исследуемого вещества в капельно-жидкое состояние; он достаточно прост, позволяя измерять температуру оптически, что существенно для тугоплавких веществ.

Исследуемые образцы боксита измельчались до прохождения через сито 100 меш, увлажнялись водой до тестообразной массы, из которой формовались трехгранные усеченные пирамиды со стороной нижнего основания 6—8 мм, верхнего — 2 мм и высотой 35—40 мм. После сушки образцы, по 4 штуки, устанавливались на прямоугольной колодке по диагонали (для удобства наблюдения за каждым образцом). Колодки изготовлялись из огнеупорной массы: для температуры до 1800° из 65% мелкозернистого белого корунда и 35% огнеупорной глины, для более высокой температуры — из молотого плавленого магнезита, увлажненного 5% раствором жидкого стекла.

Таблица 1
Температура размягчения и плавления образцов боксита различного химического и минералогического состава

Описание образцов	Минералогическая характеристика	Химический состав в %							Т-ра в °С		
		Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	CaO	П. п. п.	Al ₂ O ₃ / SiO ₂ · 100	размягчения	плавления
		77,4	0,88	2,1	—	3,12	0,70	14,70	88,0		
Боксит из горизонта красных бокситов, осветленный до белого цвета	Диаспоровый, мелкошуйчатый, примеси скрыты в агрегатах диаспора, изредка рутил	59,9	0,85	23,8	2,21	2,60	1,03	12,20	70,5	1705	1790
Плотный, темнокоричневый, слабо маркий	То же, изредка шамуазит и рутил	55,1	1,12	28,8	—	2,43	0,64	10,68	49,2	1650	1730
Вишнево-красный, маркий	То же	57,6	2,64	22,04	1,05	3,0	0,96	12,78	21,8	1690	1755
Шоколадно-коричневый, плотный, однородный	Бемитовый, небольшое количество диаспора, примеси входят в агрегаты общей массы	63,7	3,6	11,3	2,44	2,65	1,20	15,0	17,7	1730	1820
Зеленоватый	Диаспоровый, мелкошуйчатый, изредка шамуазит	63,1	3,6	14,33	—	2,38	0,86	14,39	17,5	1745	1835
Желто-розовый, рыхлый, маркий	То же, агрегаты диаспора, бурого цвета	56,94	4,08	23,0	—	2,29	0,86	11,88	14,0	1580	1630
Вишнево-красный, мелкобобовый, весьма рыхлый, маркий, следы обесцвечивания	Диаспоровый, мелкошуйчатый	55,5	6,12	21,29	—	2,17	0,70	13,04	9,1	1650	1730
Коричневый, плотный, слабо маркий	Диаспоровый, мелкозернистый, сementированный примесями	54,12	7,74	20,15	—	2,23	0,90	13,66	7,0	1595	1710
Коричневый	Диаспоровый, среднезернистый, каолинит	57,3	14,5	12,1	2,18	2,27	0,51	11,58	4,0	1670	1705
Светлокоричневый, частично обесцвечен	Диаспоровый, значительное количество каолинита и кварца	46,96	12,1	22,3	—	2,45	0,94	14,10	3,9	1560	1590
Светлокоричневый, частично обесцвечен	То же, диаспор, частично крупный призматический	38,3	15,4	14,5	16,4	2,25	1,28	12,50	2,5	1440	1480
Зеленовато-розовато-серый, каменные	Диаспоро-бемитовый, значительное количество каолинита										

Северо-уральские бокситы

Южно-уральские бокситы

Темнокоричневый (лшмовидный), очень плотный, плитняковый	57,20	6,86	16,80	5,72	3,10	1,10	11,92	8,3	1565	1640
То же	52,95	6,87	23,02	—	2,09	1,93	13,54	7,7	—	1700

Тихвинские бокситы

Красный, маркий, неплотный	51,25	6,6	26,2	0,86	1,80	1,39	13,8	7,8	1580	1675
Светлокирпичный, маркий, неплотный	46,5	10,1	20,4	нет	3,33	4,80	15,3	4,6	1525	1640
Светлокорицевый, маркий	46,1	13,12	25,5	—	2,57	0,63	12,2	3,5	1545	1600
Светлокорицевый	51,1	20,2	22,5	—	1,50	0,40	3,3	2,5	1570	1635

Определение производилось в электрической печи сопротивления с угольной трубой внутренним диаметром 45 мм. Неудобство печи с угольной трубой, создающей неприемлемую в данном случае восстановительную атмосферу, было устранено применением внутренней защитной обмазки трубы (1). Это делает атмосферу печи окислительной, а также предохраняет образцы от осыпания на них золы трубы. Для создания более окислительной среды печь устанавливалась под небольшим углом к горизонту, что создавало в ней ток воздуха.

Рекомендуемая для определения температуры плавления обычных керамических масс скорость подъема температуры около 5° в минуту неприемлема для данного случая. Серия опытов показала, что оптимальной является скорость около 50° в минуту, при более медленном подъеме температуры наблюдается повышение температуры плавления образца вследствие более или менее полного восстановления окислов железа до металла. Измерение температуры производилось с помощью оптического пирометра с исчезающей нитью, через который одновременно производилось наблюдение за деформацией образцов. При этом фиксировались моменты начала деформации образца и наклона вершины пирамиды до уровня ее основания (температура плавления). Определение производилось на 6—8 образцах с выведением средних значений; при этом значения, отклоняющиеся на $\pm 20-25^\circ$, отбрасывались. Исследованию были подвергнуты образцы различного химического состава различных месторождений. В табл. 1 сведены данные о происхождении, внешнем виде, химическом и минералогическом составе* наиболее характерных исследованных образцов.

* Минералогический анализ образцов выполнен О. И. Аракилян.

Температура плавления исследованных образцов колеблется в широких пределах: 1480—1945° (начало деформации 1440—1860°).

Зависимость температуры плавления исследованных образцов бокситов от содержания в них глинозема (в пересчете на обезвоженную массу) графически представлена на рис. 1.

Боксит (№ 1) с 77,4% глинозема (92% на обезвоженную массу), при минимальном содержании примесей, имеет температуру плавления 1945°; состав этого боксита отвечает составу нормального корунда, который, таким образом, должен иметь температуру плавления, близкую к указанной. Бокситы, практически применяемые при плавке электрокорунда, т. е. с содержанием глинозема 48—55% (55—63% на обезвоженную массу), имеют температуру плавления в интервале 1600—1700°.

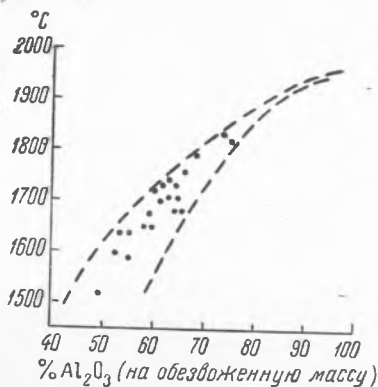


Рис. 1. Зависимость температуры плавления боксита от содержания в нем глинозема

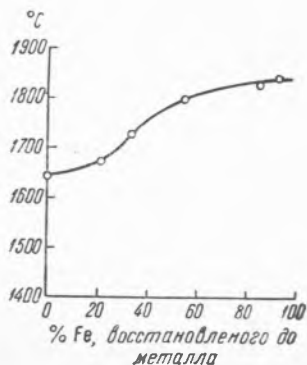


Рис. 2. Зависимость температуры плавления боксита от степени восстановления окислов железа

Из сопоставления известных кривых плавления систем: глинозем — окись кремния и глинозем — окись железа следует ожидать, что окислы железа понижают температуру плавления бокситов в большей степени, чем окись кремния.

Для того чтобы установить влияние содержания окислов железа на температуру плавления боксита, образец его (см. табл. 1, Южно-Уральский боксит I) был подвергнут в различной степени восстановительному обжигу при температуре 1200—1300°. Зависимость температуры плавления этого боксита от степени восстановления окислов железа до металла представлена кривой на рис. 2.

Всесоюзный научно-исследовательский институт абразивов и шлифования

Поступило
7 IV 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ М. В. Каменцев, Зав. лабор., № 10, 1262 (1947).