

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

М. В. КАМЕНЦЕВ и М. А. ФРАЙФЕЛЬД

АЛЮМОТЕРМИЧЕСКИЙ КОРУНД

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 10 XI 1945)

Несмотря на то, что алюмотермический способ получения корунда известен с конца прошлого столетия, он не нашел себе широкого применения, так как вследствие высокой стоимости исходного сырья — алюминия, особенно порошкообразного, он не может конкурировать с обычным способом получения искусственного корунда (электрокорунда) методом восстановительной плавки боксита в электропечи.

Правда, алюмотермический корунд получается и в качестве шлаков при осуществлении алюмотермических процессов: термитная сварка, алюмотермическое получение хрома, ферротитана и пр. Однако испытания, произведенные в различное время (Н. Е. Филоненко) во Всесоюзном научно-исследовательском институте абразивов и шлифования (ВНИИАШ) показали, что шлаки, получаемые при этих процессах, обладают низкими абразивными свойствами вследствие высокого содержания примесей, а также мелкой и неправильной кристаллизации. Абразивная способность этих шлаков составляет лишь около 60% от таковой нормального электрокорунда, т. е. приближается к абразивной способности наждаков, которые они и могут заменять.

С другой стороны, простота осуществления алюмотермического способа получения корунда в различных масштабах позволяет, при наличии достаточно чистого алюминия, организовать производство без использования электроэнергии и с простейшим оборудованием. Вопрос о применении этого способа производства корунда был поднят Р. Л. Певзнером, позднее сообщившим некоторые данные его опробования⁽¹⁾. Опробование этого способа было произведено нами с целью установления условий для получения качественного корунда и оценки его свойств как абразивного материала.

Подбор рецептуры шихты был произведен на плавках с 10—20 кг шихты, оценка качества корунда — при плавках с 50—200 кг шихты. Опыты проводились в огнеупорных сосудах или шахтах с набойкой из корунда на жидком стекле, так как шамотовая и магнезитовая футеровки оказались непригодными, легко растворяясь в корунде и обогащая его вредными примесями.

В качестве сырья применялись:

1) Порошкообразный алюминий с крупностью зерна 0,5—1,5 мм следующего состава: Si 0,29%, Fe 0,20%, Ca 0,17%, Na 0,25%, Al (по разности) 99,09%.

2) Железная окалина, прокаленная при 500—800°, крупностью зерна 0,5—0,1 мм, следующего состава: SiO₂ 0,55%, Fe₂O₃ 43,6%, FeO 54,0%, MnO 1,6%, CaO 0,3%, TiO₂ 0,45%.

Шихта тщательно перемешивалась и засыпалась в сосуд, причем принимались меры против расслоения, имеющего место вследствие разницы крупности и удельных весов шихтовых материалов. Зажигание массы производилось помощью специальной смеси, состоявшей из железной окалины (50%), алюминиевой пудры (20%), бертолетовой соли (16%) и порошкообразной серы (14%). Эта смесь в количестве 3—5 г насыпалась в центр поверхности шихты и зажигалась спичкой, после чего реакция развивалась быстро и обычно протекала бурно.

Всего было проведено 25 опытов с шихтами различного состава, позволивших сделать следующие выводы:

1. Для достаточно полного восстановления окислов железа и получения корунда с минимальным содержанием последних в шихту необходимо вводить избыток алюминия против теоретического количества. Как видно из кривой рис. 1, для получения качественного корунда, т. е. корунда с содержанием окиси железа не более 1—1,5%, избыток алюминия должен быть 10—12%.

2. При избытке алюминия (в наших опытах 12%) корунд получается с достаточно высоким содержанием Al_2O_3 (табл. 1).

Указанный состав по содержанию глинозема отвечает требованиям, предъявляемым к электрокорунду 1-го сорта.

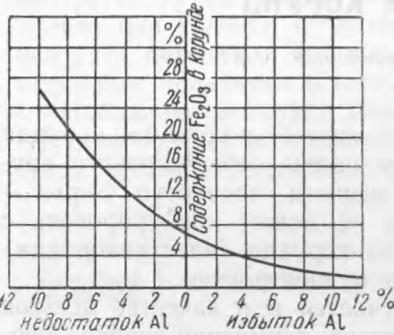


Рис. 1. Зависимость содержания окиси железа в алюмотермическом корунде от содержания алюминия в шихте

3. Минералогическое изучение полученного корунда (Н. Е. Филоненко) показало, что размер его кристаллов в опытах с весом шихты 10—20 кг составлял 0,1—0,25 мм; в опытах с 50—200 кг шихты размер кристаллов был 0,2—0,5 мм, а в центральных частях блока он достигал 0,7—0,8 мм. В то же время во всех опытах кристаллы корунда представляли собой в основном скелетные ромбоэдры и лишь в отдельных случаях более или менее правильно выкристаллизованные ромбоэдры и таблички. Необходимо отметить, что в образцах с повышенным содержанием железа (шихты с недостатком алюминия) обнаружена шпинель (железистая?).

Таблица 1

Химический состав алюмотермического корунда (в %)

	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MnO
Кусковой корунд	95,21	0,83	0,40	0,60	1,30	1,67
Образец № 1	95,53	0,64	1,08	0,56	0,95	1,24
Зерно № 16	95,40	0,80	0,90	0,80	1,00	1,30
» № 46	95,43	0,26	1,00	0,55	1,40	1,26
» № 80	95,54	0,98	1,08	0,50	1,60	0,40

4. Несмотря на достаточно высокую химическую чистоту (испытанию подвергся корунд с составом по табл. 1), алюмотермический корунд обладает пониженной абразивной способностью (по методу ВНИИАШ), составляющей в среднем 80—90% от абразивной способности корунда, получаемого обычным способом, что следует объяснить недостатками кристаллизации алюмотермического корунда (скелетная форма кристаллов). Можно предполагать, что с увеличением масштаба плавки форма

кристаллов алюмотермического корунда, а с ней и абразивная способность может быть улучшена.

5. За алюмотермическим способом по сравнению с существующим способом получения корунда остается преимущество безусловной простоты организации производства; с другой стороны, к недостаткам его необходимо отнести высокую стоимость получаемого продукта (в 2—4 раза выше существующего способа), а также требование высокой чистоты исходного сырья вследствие того, что такие его примеси, как кремний, кальций, магний, титан и др., почти целиком сосредоточиваются в корунде: алюминий должен содержать, по видимому, не ниже 98% чистого Al, а железная окалина, расходуемая в количестве 1,8 т на 1 т корунда в куске, должна содержать не менее 97—98% окислов железа; это обстоятельство, по видимому, исключает возможность замены окалины железной рудой. Экономичность процесса не может быть сильно повышена реализацией получаемого материала (1,3 т на 1 т корунда), так как из-за содержания в нем алюминия этот металл имеет пониженное качество.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
абразивов и шлифования

Поступило
9 XI 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Р. Л. Певзнер, ДАН, 67, № 4 (1949).