

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Н. П. ЗГОННИК

**К ВОПРОСУ О СТРУКТУРЕ СВЯЗКИ АБРАЗИВНЫХ КОРУНДОВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 10 V 1948)

В настоящей статье излагаются результаты работы по изучению влияния структуры стеклосвязок различного химического состава и температуры обжига на механическую прочность и „твердость“ абразивных корундовых изделий.

Опыты производились на образцах „восьмерках“ и цилиндриках, приготовленных методом прессования из белого и нормального электрокорунда №№ 46 и 60 с содержанием 9,8% стеклосвязки нижеследующего химического состава (табл. 1).

Таблица 1

Влияние максимальной температуры обжига изучалось при постоянной скорости нагрева и охлаждения образцов и 2-часовой экспозиции при температурах: 1150, 1200, 1250, 1280, 1300, 1350, 1380, 1400° С. Структура связки в обожженных изделиях исследовалась при помощи микроскопа; временное сопротивление разрыву определялось на приборе Михаэлиса; „твердость“ — по глубине лунки на „градометре“. Конечный состав связки и ее количество в обожженных образцах определялись методом химического анализа.

	№№ стеклосвязок				
	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub> . . .	46,06	61,78	61,53	69,04	72,30
TiO <sub>2</sub> . . .	—	0,55	0,39	0,95	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	34,94	21,93	16,68	14,25	8,56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	0,23	3,32	0,96	5,77	1,47
CaO . . . .	2,30	0,85	0,85	3,86	0,94
MgO . . . .	2,50	3,44	0,32	1,52	5,03
K <sub>2</sub> O . . . .	7,52	7,64	—	3,78	4,70
Na <sub>2</sub> O . . . .	6,48	7,64	18,96	0,80	6,70
П. п. п. . .	0,20	0,25	0,28	0,14	0,29
Сумма . . .	100,23	99,77	99,97	100,11	99,99

Характер кристаллизации стеклосвязок в чистом виде и в изделиях изучался в препаратах (кусочках стекол и обожженных черепков), подвергавшихся 8-часовой экспозиции при температурах 800, 850 и т. д. до 1300°, с последующей воздушной закалкой. После изучения оптимальной температуры обжига, интервала температур и характера кристаллизации связок в черепках был проведен ряд опытных обжигов образцов со специальными режимами охлаждения, что позволило получить серию черепков с различной структурой связок. Полученные образцы подвергались испытанию на механическую прочность и „твердость“.

Согласно рис. 1, механическая прочность и „твердость“ абразивных изделий (на стеклосвязках 2 и 3) с повышением температуры

обжига возрастают, достигают в определенных точках максимума, а затем резко снижаются. Подобный характер влияния температуры обжига на механическую прочность и „твердость“ абразивных масс установлен и на остальных связках.

Следует особо отметить, что во всех образцах на одной связке, независимо от температуры обжига, путем интенсивного охлаждения ( $180^\circ/\text{час}$ ) была обеспечена постоянная структура стеклосвязки. Связки 1, 2 и 4 в черепках представляют собой стекло с мельчайшими минералообразованиями; связка 3 во всех случаях стекло; связка 5 — стекло с минералообразованиями шпинели ( $\text{MgOAl}_2\text{O}_3$ ) на поверхности корундовых зерен.

Количество стеклосвязки в черепках увеличивается за счет растворения в ней  $\text{Al}_2\text{O}_3$  из корундового зерна и его примесей, и этот процесс заканчивается, в основном, ранее температуры  $1150^\circ$ . Так например, количество связки 2 и 3 в образцах, обожженных при  $1150^\circ$ , с 9,8% возрастает, соответственно, до 12,6 и 15,6%. Дальнейшее же повышение температуры обжига до  $1380^\circ$  увеличивает количество связки только до 12,9 и 16,6%. В образцах, обожженных до  $1150^\circ$ , количество  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в связках 2 и 3 возросло с 21,93 и 16,68% (табл. 1) до 35,50 и 43,74%, а в обожженных при  $1380^\circ$  — до 37,03 и 44,10%.

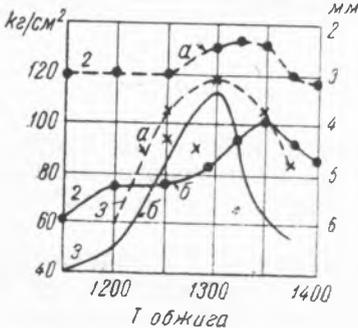


Рис. 1. Временное сопротивление разрыву и „твердость“ абразивных изделий, обожженных при различных температурах; 2 — стеклосвязка 2; 3 — стеклосвязка 3; а — глубина лунки в мм, б — временное сопротивление разрыву в  $\text{кг}/\text{см}^2$

Несмотря на то, что микроструктура связок осталась постоянной, а количество их и химический состав изменяются в интервале температур  $1150-1380^\circ$  незначительно, механические свойства масс существенно меняются и в отдельных случаях увеличиваются или уменьшаются в 2 и более раз.

Выявленный характер изменения механической прочности и твердости изделий, обожженных в интервале  $1150-1400^\circ$ , мы объясняем, таким образом, не столько протекающими при обжиге изменениями количества и химического состава связки, сколько изменением ее вязкости и, вероятно, ее адгезионной способности.

Действительно, мы установили, что снижение механической прочности материала при пережоге связано с миграцией или вытеканием связки. Наличие такого перераспределения связки по высоте образцов в случаях завышенной температуры обжига подтверждается: а) относительно повышенным содержанием связки на 1,5 и 2,3% в нижних частях „пережженных“ абразивных изделий; б) различной твердостью образцов на их верхней и нижней поверхностях. При исследовании образцов на „градометре“ глубина лунок на поверхности, обращенной при обжиге книзу, равна 2,75—3,12 мм, а на поверхности, обращенной кверху, 3,35—4,47 мм. Максимальная механическая прочность достигается в результате обжига при наиболее высоких температурах, при которых, однако, не происходит еще миграции связки в черепке.

Кристаллизация стеклосвязок исследовалась Н. Е. Филоненко. По ее данным, стекло 1 при  $1280-1300^\circ$  дает значительное количество новообразований базальных пластинок (принадлежащих, по видимому, высокоглиноземистому алюминату натрия  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 12\text{Al}_2\text{O}_3$ ), при  $1200-1150^\circ$  — кристаллы муллита, а при  $1100^\circ$  стекло 1 девитрифицируется с выделением до 50% кристаллов муллита и корунда. В корундовых

черепках стеклосвязка 1 кристаллизуется с незначительными новообразованиями корунда и шпинели на поверхности абразивного зерна.

Стекло 2 кристаллизуется лучше всего при 975°, с выделением муллита. В корундовых черепках оно дает стекло с мельчайшими новообразованиями, не обнаруживающими роста в процессе экспозиции до 16 час. в интервале температур 800—1300°.

Стекло 3 в чистом виде не кристаллизуется, в изделиях же при 1100—800° кристаллизуется хорошо. 6-часовая экспозиция при 1100—900° сопровождалась образованием, свыше 50% от всего объема, крупных ( $l = 80 \mu$ ) кристаллов нефелина. Мелкая кристаллизация его ( $l = 15 \mu$ ) происходит при 850°.

Стеглосвязка 4 в изделиях из белого электрокорунда кристаллизуется слабо; при 1100° выделяется анортит в виде единичных крупных пластинок. В образцах из нормального электрокорунда, богатого примесями CaO, TiO<sub>2</sub> и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, она кристаллизуется с выделением крупных кристаллов анортита и желтого железо- и титансо-державшего минерала.

Стекло 5 в чистом виде не кристаллизуется, а в абразивных массах при 1300° в нем образуются кристаллы шпинели, главным образом на поверхности корундового зерна. Размеры их с повышением температуры возрастают незначительно, с 6—8 до 10—12  $\mu$ .

Из опытов следует, что а) исследованные нами стекла 1, 2 и 5 в корундовых массах, вследствие повышения вязкости за счет растворения Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, трудно кристаллизуются и частично дают на поверхности корундового зерна мелкие (4—6  $\mu$ ) кристаллы шпинели (MgOAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) или корунда и реже муллита; их структура в процессе охлаждения регулированию не поддается; б) стекло 3, с повышенным содержанием Na<sub>2</sub>O, и стекло 4, с повышенным содержанием CaO и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, в абразив-

ных массах легко кристаллизуются; в процессе охлаждения эти стеклосвязки могут быть получены как в стекловидном, так и в большей или меньшей степени закристаллизованном виде.

Влияние структуры связки на механическую прочность корундовых абразивных изделий показано в табл. 2.

Аналогичное снижение механической прочности в результате кристаллизации стеклосвязки установлено на образцах, изготовленных из нормального электрокорунда на связке 4. Согласно табл. 2, стекловид-

Таблица 2

Микроструктура стеклосвязки 3 в образцах, обожженных при 1280° и охлажденных с различной скоростью	Временное сопротивление черепков в кг/см <sup>2</sup>		Глубина лунки в мм при испытании на «градометре»
	на разрыв	на сжатие	
Стекло . . . . .	115,2	1020	3,48
Стекло со значительным количеством кристаллов нефелина, $l$ до 15 $\mu$ . . .	67,6	652	3,82
Стекло с распространенными в нем кристаллами нефелина, $l = 8-10 \mu$ ; кристаллов значительно меньше, чем в предыдущем случае . . . . .	98,8	847	3,36
Центральная часть образцов — нефелин, периферия — стекло с нефелином; кристаллы, $l = 150 \mu$ . Кристаллов столько же или меньше, чем в предыдущих образцах . . .	48,4	—	3,50
Нефелин, размеры кристаллов от 15 до 80 $\mu$ и выше	25,4	281	3,26
Стекло и нефелин. Стекла больше. Выявлена миграция связки (температура обжига 1320°) . . .	< 10	360	3,0—3,7

ное состояние связки обеспечивает более высокую механическую прочность изделий.

Частичная крупнокристаллическая или сплошная мелкокристаллическая структура связки вне зоны контакта с зерном, за счет образования нефелина, анортита и желтого железо- и титансодержащего минерала, резко понижает механическую прочность абразивных изделий и почти не сказывается на их „твердости“.

Поступило  
9 V 1948