

# ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ АЛМАЗ–СТЕКЛО И МЕХАНИЗМА КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Якубовская С. В., Корбит А. А., Ходан Е. П.

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь, [almain@mail.ru](mailto:almain@mail.ru)

Композиционные материалы с керамическими матрицами широко применяются для обработки твердых сплавов, закаленных сталей, керамики. Связующими в таких материалах являются оксидные стекла. Основной функцией связующего является обеспечение прочной связи между компонентами композиционного материала: наполнителями, зернами алмаза, кубического нитрида бора. Оксидные стекла способны взаимодействовать с зернами алмаза, кубического нитрида бора, особенно при высоких (975 – 1075 К) температурах. Следствием этого в зависимости от состава и способа получения стекла может являться как формирование прочных контактов сверхтвердый материал–стекло, так и, наоборот, снижение прочности контактов и композиционного материала в целом.

Целью настоящей работы являлось исследование структуры стеклянных покрытий на частицах алмаза и механизма контактного взаимодействия в композиционных материалах алмаз–стекло.

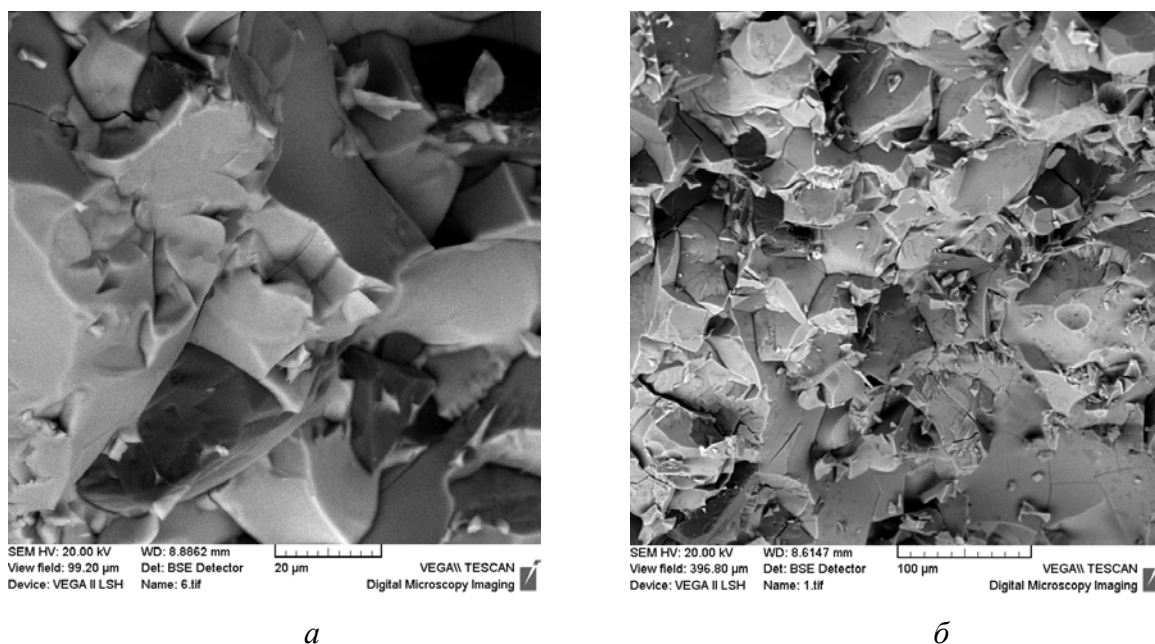
В качестве стекол использовали боратные стекла (оксид бора; оксид бора–углерод). Стекла получали при термодеструкции прекурсора, представляющего собой раствор борного ангидрида в борно-гликолевом эфире. Исследование морфологии и структуры композиционных материалов алмаз-стекло осуществляли на растровом электронном микроскопе VEGA/TESCAN (Япония).

Согласно полученным экспериментальным данным, образование пленок стекла на поверхности алмазных зерен начинается при 600 К. При этой температуре на поверхности алмаза находится рыхлая пленка прекурсора стекла. Разрушение композиционного материала происходит по границам алмаз–прекурсор стекла и прекурсор–прекурсор. Увеличение температуры спекания (до 775 К) приводит к формированию пленок стекла на поверхности алмаза, а также в поровых каналах, и к повышению прочности границы раздела алмаз–стекло. Разрушение композиционного материала происходит в большей степени по границам стекло–стекло (рис.1, *а*).

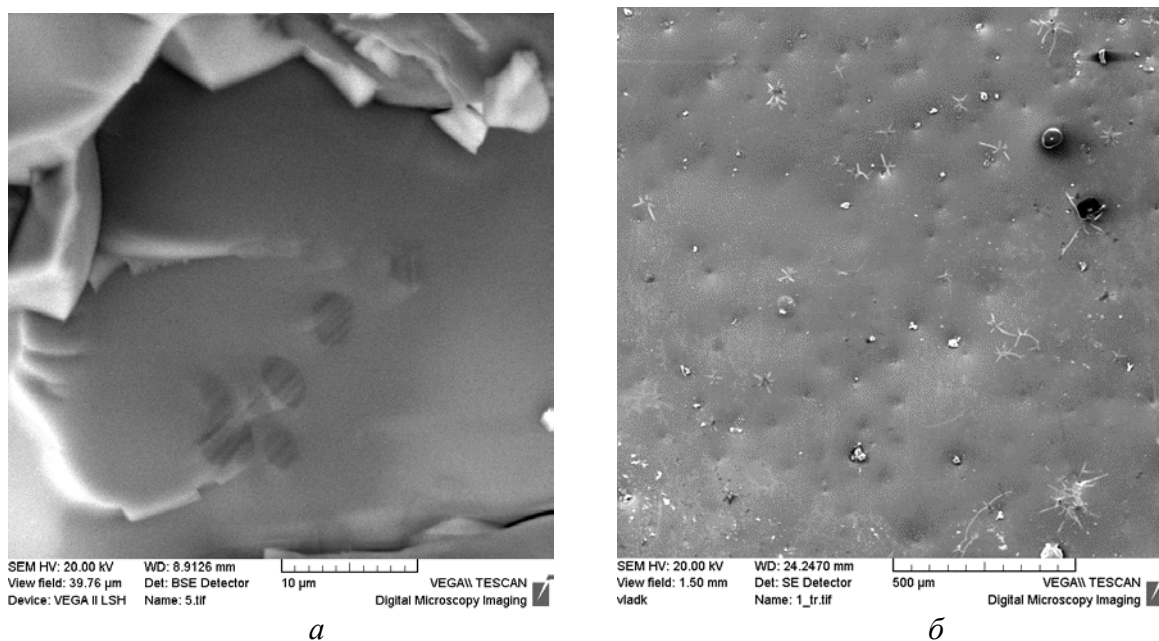
Дальнейшее повышение температуры спекания композиционных материалов сопровождается гомогенизацией и изменением состава стекла. По данным рентгенофазового анализа, в его составе присутствует углерод, что также приводит к повышению прочности границ раздела алмаз–стекло (рис.1, *б*). Разрушение композиционных материалов, спеченных при 825 К, протекает преимущественно по стеклу (рис. 1, *б*). Поверхность прослоек стекла рельефная. На отдельных участках стекла наблюдается чашечный микрорельеф. Существование на поверхности композиционного материала рельефов, в том числе чашечных, свидетельствует о хрупком механизме разрушения, причем разрушение протекает по стеклу. По данным электронно-микроскопических исследований (рис.2, *а*), на поверхности алмазных зерен присутствуют не только островные пленки стекла, но и впадины, формирующие микрорельефы.

Образование микроскопических рельефов (в форме углублений) поверхности частиц алмаза указывает, что процесс взаимодействия оксидного расплава с алмазом протекает как растворение твердой фазы в расплаве стекла. Интенсивность взаимодействия алмаза с оксидным расплавом возрастает при увеличении температуры отжига. Снижение массы шихты алмаз–стекло при 1025–1075 К обусловлено двумя причинами: окислением углерода стекла и окислением поверхности алмаза, что сопровождается газовой выделением и об-

разованием пор (рис. 2, б). Наиболее значительное изменение массы шихты отмечается в течение 0,5–1 ч отжига.



**Рис.1.** Морфология поверхности композиционного материала алмаз–стекло. Длительность спекания 1 ч, концентрация стекла 10 об. %. Температура спекания, К: *a* – 775; *б* – 825.



**Рис. 2.** Морфология поверхности композиционного материала алмаз–стекло. Концентрация алмаза в стекле 60 мас. %, длительность спекания – 1 ч. Температура спекания, К: *a* – 775; *б* – 1075.

Таким образом, при низких (до 775 К) температурах спекания композиционных материалов наличие пленок стекла на поверхности алмаза и отсутствие пор в стекле свидетельствует о том, что взаимодействие алмаза с расплавом ограничено стадией смачивания расплавом поверхности алмаза. Отжиг шихты при более высокой температуре сопровождается взаимодействием алмаза с оксидным расплавом и приводит к окислению углерода стекла и поверхности алмаза с образованием пор в пленке стекла.