

Я.Д. ЛЯШКО, В.А. ФЕДОРОВИЧ, докт. техн. наук, профессор

Моделирование процесса изготовления алмазно-абразивных инструментов

Процесс изготовления алмазных кругов на различных связках характеризуется высокой трудоемкостью и низкой производительностью, большим расходом дорогостоящих алмазных зерен и, как следствие, высокой себестоимостью дальнейшего процесса эксплуатации алмазных кругов. Необходимо достичь повышения надежности и качества при изготовлении абразивного инструмента, без чего невозможно его эффективное применение в производстве.

Изготовление алмазно-абразивного инструмента, базируется на установлении физических и технологических закономерностей формирования алмазоносного слоя при спекании. Алмазные композиции, из которых состоит рабочий слой шлифовальных кругов, являются разновидностью композиционных материалов, представляющих собой сочетание разнородных компонентов с четкой границей раздела: частицы алмазного порошка равномерно распределены и прочно закреплены в сплошной матрице (связке).[1]

Концентрация, марка и зернистость алмазного порошка, а также природа и свойства связки определяют поведение алмазоносного слоя при спекании и шлифовании.

Согласно научным данным в процессе эксплуатации алмазного абразивного инструмента коэффициент эффективного использования алмазных зерен не превышает 5-10%, остальные же зерна разрушаются ещё на этапе изготовления либо выпадают в ходе эксплуатации круга.

Факторами, влияющими на целостность алмазных зерен, являются, прежде всего, технологические особенности изготовления кругов, а также состав спекаемой композиции.

Наличие большого количества металлических включений в кристаллах приводит к снижению их прочности и особенно термостойкости. Известно, что нагрев синтетических алмазов, до температуры 850°C и выше может привести к снижению их прочности.

Причиной этого является разное значение коэффициентов термического расширения металлофазы и алмазного зерна. Как правило, коэффициент термического расширения металла-катализатора гораздо больше, чем у синтетического алмаза. Поэтому при нагревании происходит, так называемый разрыв алмазного зерна изнутри. На рис. 1 представлено влияние температуры спекания алмазоносного слоя на изменение эквивалентных напряжений, возникающих в зерне алмазных кругов на основе различных видов связок. В качестве модели алмазного зерна в данном случае принимается додекаэдр.

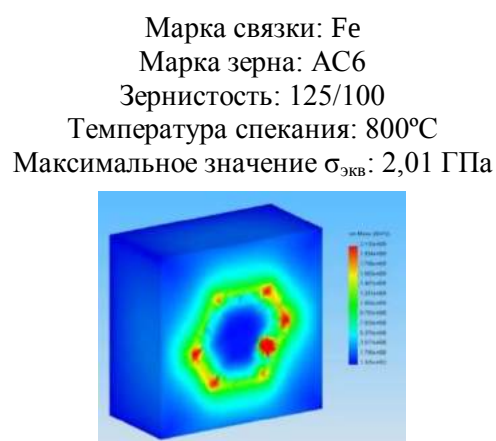
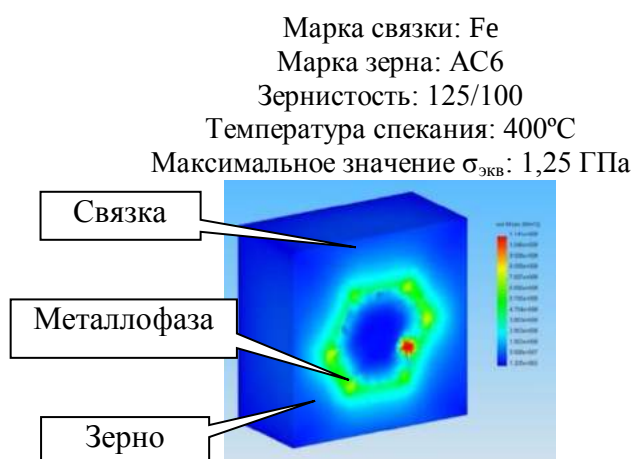


Рис. 1 – Визуализация результатов расчета зависимости эквивалентных напряжений от температуры спекания кругов на металлических связках

Из эпюр напряжений видно, что наибольшие напряжения при нагревании сконцентрированы в области металлофазы и именно она играет ключевую роль в разрушении алмазных зерен в процессе спекания алмазно-абразивного инструмента. [2]

Выдвинута гипотеза о том, что применение алмазных зерен с различными видами покрытий может существенно расширить возможности бездефектного изготовления кругов на различных связках.

Наличие покрытия на зерне способствует продлению его ресурса по причине лучшего удержания в связке, предотвращению образования на нем макротрещин, заполнению уже имеющихся микротрещин и т.д.

Таким образом установлено, что для исключения вероятности разрушения алмазных зерен на этапе изготовления шлифовальных кругов, возможно расчетным путем определять их рациональную структуру и свойства (зернистость, концентрацию, марку зерен и связки) и технологические параметры спекания алмазоносного слоя. Такой подход существенно сократит время и стоимость трудоемких экспериментальных исследований.

Список литературы:

1. Ковальчук Ю.М., Букин В.А., Глаговский Б.А. Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента. – М.: Машиностроение, 1984-288с. 2. Ковальчук Ю.М., Букин В.А., Глаговский Б.А. Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента. – М.: Машиностроение, 1984-288с.

2. Козакова Н.В. Определение оптимальных характеристик алмазных кругов путем 3D моделирования процессов их изготовления и шлифования сверхтвёрдых материалов: Дис. Канд. техн. Наук: 05.03.01. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2004. – 210с.