

Грабченко А.И., Федорович В.А.
Национальный технический университет
"Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

МЕТОДОЛОГИЯ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОПТИМАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АЛМАЗНЫХ КРУГОВ НА ЭТАПЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

The methodology of definition of optimum combination of strength properties of diamond grains and flow bundles at the stage of manufacturing of diamond circles and methodology of calculation of an optimum ratio of strength of flow bundle, diamond grains and their concentration is designed depending on strength properties of a worked stock

Эффективность процесса алмазного шлифования определяется качеством и характеристиками алмазных кругов. Это условие в большой степени обеспечивается на стадии их изготовления.

Вопреки существующим представлениям о модели алмазоносного слоя кругов как совершенной [1,2,3] установлено, что структура алмазного слоя кругов содержит исходную дефектность в виде поврежденных алмазных зерен, которая количественно определяется безразмерной величиной степени повреждения алмазных зерен [4]. Авторы [5] показали, что в процессе спекания алмазных кругов содержание основной фракции (крупных зерен) уменьшается на 20...30%.

В настоящее время существует большое количество марок металлических связок и марок алмазных зерен, применяемых в алмазных кругах. Эти связки существенно различаются по своим прочностным свойствам. Например, только металлические связки имеют довольно широкий диапазон прочности от алюминиевых (ПМ12) до твердосплавных (ВК8). Таким же широким диапазоном характеризуются прочностные свойства алмазных шлифпорошков от АС2 с прочностью –15Н, до АС160Т с прочностью до 1000Н, т.е. различными по прочности в сотни раз.

Проблема заключается в том, что в настоящее время отсутствуют научно обоснованные рекомендации по оптимальному сочетанию прочности, концентрации, зернистости алмазных зерен и металлической связки на этапах изготовления алмазных кругов. Существующие в литературе рекомендации по применению тех или иных алмазных зерен и металлических связок носят очень общий характер и имеют большие диапазоны. Такие рекомендации, с учетом высокой стоимости алмазных зерен (различающейся в зависимости от марки зерна в сотни раз) приводят к низкой эффективности их использования и, как следствие, высокой себестоимости процесса алмазного шлифования, что существенно

сдерживает его применение в процессах обработки. К нерациональному использованию алмазных зерен приводит также не всегда обоснованное назначение уровня их концентрации в алмазных кругах. Традиционно применяемая в серийно выпускаемых кругах концентрация алмазных зерен (25, 50, 100, 150, 200%) требует существенного уточнения. Наши предварительные исследования показали, что для обработки конкретного обрабатываемого материала должны быть выбраны конкретные по прочности (и цене) алмазные зерна, они должны быть заложены в определенную по своим прочностным свойствам связку и их количество (концентрация) в круге должно быть строго определенным (расчетным). При этом должна решаться задача оптимального сочетания прочностных свойств металлической связки и алмазных зерен и их концентрации с точки зрения сохранения их целостности в процессе спекания алмазных кругов.

В данной работе предложена методология варианта решения данной проблемы. Методология расчета базируется на 3D моделировании напряженно-деформированного состояния зоны спекания алмазных кругов.

Новые возможности изучения напряженно-деформированного состояния при спекании (изготовлении) алмазных кругов открылись с появлением пакетов программ по методу конечных элементов (МКЭ) типа "Cosmos", "Nostran", "Ansys" и др. Реализованная с использованием таких пакетов методология 3D моделирования напряженно-деформированного состояния (НДС) зоны шлифования СТМ позволила расчетным путем без длительных и трудоемких экспериментов прогнозировать и оптимизировать процесс спекания алмазных кругов.

Задачей процесса 3D моделирования НДС зоны спекания алмазоносного слоя круга на металлической связке является определение оптимального сочетания прочностных свойств алмазных зерен и связки, при которых обеспечивается сохранение целостности алмазных зерен в процессе спекания алмазного круга.

При 3D моделировании процесса спекания фрагмент алмазоносного слоя круга моделировался кубом с размерами 300x300x300 мкм, с помещенным в центре алмазным зерном в форме октаэдра размерами 100x100 мкм, что соответствует 100% концентрации алмазного круга. Металлофаза в алмазном зерне моделировалась в виде прослойки толщиной 5...10 мкм различной формы и длины. Модель нагружалась давлением и температурой, соответствующей реальному процессу спекания алмазных кругов. Алмазное зерно считалось разрушенным, если приведенные напряжения в нем превышали предел его прочности. Моделировался процесс спекания алмазоносного слоя на различных металлических связках от алюминиевых до твердосплавных с различными по прочности алмазными зернами от АС2 до АС160Т.

Результаты 3D моделирования НДС зоны спекания алмазных кругов представлены на рисунке.

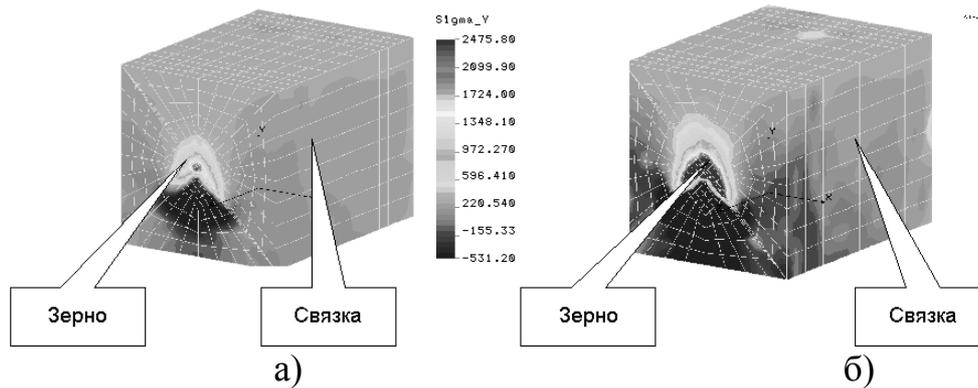


Рис. Величина приведенных напряжений в системе "Зерно-связка" при 3D моделировании процесса спекания алмазных кругов: а - связка М1-01; б - связка ВК8

Путем варьирования сочетанием прочности алмазных зерен и их концентрации в круге для различных металлических связок определялось такое их сочетание, при котором обеспечивалось сохранение целостности алмазных зерен.

Установлено, что далеко не все серийно выпускаемые круги с используемым сочетанием марок алмазных зерен и металлических связок могут быть изготовлены со стандартной концентрацией алмазных зерен без нарушения их целостности. Например, при спекании круга на связке М6-14 с алмазными зернами марки АС6 концентрация их в круге не должна превышать 7%, в противном случае они будут разрушаться уже в процессе изготовления круга. Показано, что для гарантийного сохранения целостности алмазных зерен практически во всех серийно выпускаемых кругах их концентрация должна быть существенно меньше применяемой. Такая тенденция хорошо увязывается с возможностью и необходимостью снижения концентрации алмазных зерен в круге до уровня 10...15% при шлифовании сверхтвердых материалов [6].

Установлено, что для сохранения целостности алмазных зерен в процессе спекания круга должно быть строго соблюдено сочетание марки алмазных зерен и марки металлической связки. Так, для круга 100% концентрации зерен в различные металлические связки могут быть заложены алмазные зерна по прочности не ниже указанных в таблице 1.

Таблица 1.

Предельно допустимые прочности алмазных зерен для различных связок

Связка	М1-01	М2-09	М6-14	ВК
Зерно	АС6	АС32	АС50	АС160

Таким образом, установлены оптимальные сочетания прочностей металлической связки и алмазных зерен с предельно допустимой концентрацией их в круге, обеспечивающие сохранение их целостности в процессе изготовления алмазных кругов. Полученные на первом этапе оптимальные соотношения прочностей связки, алмазных зерен и их

концентрация являются лишь ограничивающими параметрами и должны быть уточнены для процесса алмазного шлифования в зависимости от прочностных свойств обрабатываемого материала.

Литература:

1. Доброскок В.Л. Научные основы формирования рабочей поверхности кругов на токопроводных связках в процессе шлифования: Дис...докт. техн. наук: 05.03.01 - Харьков, 2001. - 447 с.

2. Резников А.Н., Гаврилов Г.М. Аппроксимация распределения размеров зерен в алмазных порошках // Синтет. алмазы. - 1974. - № 4. - С. 10-13.

3. Байкалов А.К. Введение в теорию шлифования материалов. - К.: Наукова думка, 1978. - 207 с.

4. Новиков Н.В., Майстренко А.Л., Кулаковский В.Н. Сопротивление разрушению сверхтвердых композиционных материалов. - Киев: Наук. думка, 1993. - 220 с.

5. Кизиков Э.Д., Верник Е.Б., Кошевой Н.С. Алмазно-металлические композиции. - К.: Техніка, 1988. - 136 с

6. Грабченко А.И., Федорович В.А., Образков Б.В. Роль концентрации алмазов в круге при шлифовании поликристаллов сверхтвердых материалов // Сверхтвердые материалы. - 1984. - Вып. 1. - С. 49-52.