

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АЛМАЗНЫХ КРУГОВ

Федоренко Д.О., м.н.с., НТУ «ХПИ», г. Харьков

Наиболее высокопроизводительным способом прецизионной обработки является шлифование с применением алмазных кругов. В процессе эксплуатации алмазно-абразивных инструментов происходит снижение их режущей способности вследствие образования площадок износа на абразивных зернах, в результате чего эффективность шлифования снижается [1]. Восстановление режущих свойств является длительной, затратной и трудоемкой операцией [2]. Создание условий для микроскалывания или удаления зерен, утративших режущую способность, позволит повысить эффективность работы и долговечность инструмента. Задачей исследований является оптимизация изготовления и эксплуатации алмазных кругов на органических и керамических связках путем моделирования процессов спекания композиционных алмазосодержащих материалов (КАМ) и шлифования связанным зерном с целью увеличения срока эффективной эксплуатации инструмента. В ходе работы проведены модельные эксперименты, по изучению влияния компонентов КАМ на целостность зерен при спекании и определению условий шлифования, реализующих режим самозатачивания круга. Обоснован выбор параметров компонентов круга, обеспечивающих обновление алмазных зерен в зоне шлифования по мере их износа, и проведена верификация результатов моделирования путем испытания лабораторных образцов. Моделирование процессов спекания КАМ и шлифования производили с использованием пакетов COSMOSWorks и ABAQUS. Микроуровневые модели разрабатывали с учетом особенностей структуры алмазных кругов [3]. При моделировании использованы температурные зависимости основных свойств алмаза и металлофаз разного состава [4]. Нагружение модели производили исходя из условий спекания и шлифования. На основании анализа эпюр распределения напряжений, возникающих при спекании КАМ, определяли параметры его компонентов: зернистость алмазов, состав и размеры включений металлофазы, свойства связки и защитных покрытий, при которых обеспечивается максимальная целостность алмазов марок АС2, АС4, АС6. Также выявляли условия шлифования, реализующие самозатачивание кругов: КТР металлофазы, модули упругости связки и обрабатываемого материала (ОМ), сила прижима. Установлено, что эффект самозатачивания при шлифовании кругами на органических связках обеспечивается за счет охрупчивания и частичной деструкции связки при повышении температуры в зоне шлифования. При шлифовании кругами на керамических связках удалению отработанных зерен с поверхности круга будет способствовать возникновение микротрещин в поверхностном слое связки при длительных температурных нагрузках. Интенсивность удаления алмазных зерен с поверхности алмазоносного слоя определяется градиентом температур его поверхностных и глубинных участков, который можно увеличить за счет снижения теплопроводности керамической связки при увеличении ее пористости до 20-25 %. Для оптимизации свойств компонентов КАМ при спекании и для реализации самозатачивания при шлифовании использован метод факторного планирования эксперимента (план В4). Факторами для оптимизации свойств элементов КАМ при спекании служили КТР металлофазы, модули упругости связки и защитного покрытия и температуру спекания. При определении оптимальных условий для самозатачивания в качестве факторов рассматривали КТР металлофазы, модули упругости ОМ, связки и усилие прижима. Откликами соответственно являлись напряжения, возникающие при спекании КАМ и при шлифовании. В результате получены регрессионные модели, адекватно описывающие многофакторные зависимости указанных напряжений. Установлены оптимальные значения факторов, позволяющих минимизировать напряжения при спекании КАМ и обеспечить самозатачивание при шлифовании [5]. Для получения модели максимально приближенной к реальному процессу шлифования осуществляли динамическое 3D моделирование с использованием *LS-Dyna* [6]. Определение напряжений в ОМ позволило рассчитать объем снятого материала; по напряжениям в зернах определен объем разрушенных зерен для разных моментов шлифования. На основе полученных данных определены производительность шлифования и удельный расход зерен. В рамках верификации результатов моделирования разработаны керамические связки с заданными свойствами на основе стекол системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{Li}_2\text{O}-\text{ZnO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, обеспечивающие спекание КАМ при температуре до 600 °С. Изготовлены лабораторные образцы, для которых методом лазерной сканирующей спектроскопии в соответствии с ISO 4287:1997 изучали кинетику изнашивания и степень обновления рабочего слоя путем анализа изменений топографических характеристик рабочей поверхности образца в процессе шлифования. Таким образом, на основе компьютерного моделирования определены рациональные параметры

компонентов КАМ, режимы спекания и шлифования в режиме рационального самозатачивания, обеспечивающем максимальный коэффициент использования потенциально высоких режущих свойств алмазных зерен.

Список литературы

1 **Носенко, В. А.** Влияние контактных процессов на износ круга при шлифовании / В. А. Носенко // Инструмент и технологии. – 2004. – №17–18. – С. 162–167.

2 **Азарова, Н. В.** Влияние способа правки алмазного круга на характеристики его рабочей поверхности / Н. В. Азарова, П. Г. Матюха // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Машинобудування і машинознавство. – 2007. – С. 16–20.

3 **Mamalis A. G.** Principles of 3D modelling of the production and application of diamond composite materials / [A. G. Mamalis, A. I. Grabchenko, V. A. Fedorovich and oth.] // Nanotechnology Perceptions. – 2012. – С. 132-138.

4 **Федоренко Д. О.** Моделирование процесса спекания алмазных кругов для работы в режиме самозатачивания / Д. О. Федоренко, Д. В. Ромашов, В. А. Федорович // Сучасні технології в машинобудуванні. – 2013. – № 8. – С. 162–175.

5 **Коваль, В. А.** Оптимизация результатов 3D-моделирования процесса изготовления алмазно-абразивных инструментов / [В. А. Коваль, В. А. Федорович, И. Н. Пыжов и др.] // Газотурбинные установки. – 2014. – № 2 (121). – С. 28–31.

6 **Федоренко, Д. О.** Динамическое 3D моделирование процесса шлифования в режиме самозатачивания / Д. О. Федоренко, Д. В. Криворучко, В. А. Федорович //Різання та інструмент в технологічних системах. – 2012. – Вып. – 82. – С. 301-307.

Федоренко, Д.О. Методологические и технологические аспекты изготовления и эксплуатации алмазных кругов [Текст] / Д.О. Федоренко // Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї - наука - виробництво : тези доповідей XIV Всеукраїнської молодіжної науково-технічної конференції, м. Суми, 27-31 жовтня 2014 р. / Відп. за вип. В.О. Залога. - Суми : СумДУ, 2014. - С. 100-101.