

Износостойкость шлифовальных кругов из алмазосодержащих материалов инструментального назначения

Г.Г. Винокуров, Н.Ф. Стручков

Институт физико-технических проблем Севера СО РАН, Якутск, 677891, Россия

Исследована износостойкость материала шлифовальных кругов, применяемых в гранильном производстве. В качестве обрабатываемого материала использовался гранит с высокой твердостью.

Wear resistance of grinding disks of diamond-containing tool materials

G.G. Vinokurov and N.F. Struchkov

Wear resistance of a grinding disk material for lapidary manufacture is investigated. Granite with high hardness is used as a work material.

1. Введение

В настоящее время алмазно-абразивные инструменты получили широкое применение во всех отраслях промышленности. Инструменты из синтетических и естественных алмазов эффективно используются для обработки различных материалов во многих областях:

– при заточке и доводке твердосплавного режущего инструмента, в том числе деревообрабатывающего, измерительного и бурового;

– при обработке холодновысадочных матриц и деталей штампов из твердых сплавов, деталей приборных подшипников из специальных сталей, точных технических камней, твердосплавных и алмазных волок, точных шестерен, цилиндров и т.д.;

– при резке и шлифовании технического и оптического стекла, ферритов и полупроводниковых материалов;

– при шлифовании деталей из легированных сталей;

– при хонинговании и суперфинишной обработке деталей из сталей и чугунов.

Использование их обеспечивает качественную высокопроизводительную механическую обработку деталей машин и механизмов. Алмазные инструменты изготавливаются на металлических, органических и керамических

связках. По сравнению с инструментом на органических и керамических связках инструмент на металлических связках обладает более высокой износостойкостью, алмазоудержанием и теплопроводностью, поэтому эффективно применяется при повышенных рабочих режимах эксплуатации.

В гранильном производстве для обработки алмазов используются шлифовальные круги (обдирочные диски) из алмазосодержащих материалов. Уникальные значения твердости и модуля упругости алмаза определяют высокую производительность инструмента и высокое качество обработки поверхностей. При этом высокая прочность алмазного зерна сочетается с хрупкостью, что обеспечивает постоянное обновление режущих кромок и работу инструмента в режиме самозатачивания. В настоящее время изготовление и восстановление шлифовальных кругов с высокими эксплуатационными характеристиками является актуальной проблемой, требующей своего решения.

Целью данной работы является исследование износостойкости алмазосодержащего материала шлифовальных кругов для разработки технологии их изготовления и восстановления на оборудовании «Dr. Fritch» (производство Германии), предназначенного для изготовления алмазных сегментов и пил.

2. Алмазосодержащий материал шлифовальных кругов

Алмазные порошки в зависимости от крупности зерен подразделяют на три группы: шлифпорошки, получаемые рассеиванием на ситах; микропорошки, классифицируемые методами седиментации; субмикропорошки, получаемые с помощью центрифугирования. Каждая марка алмазных порошков обладает характерными эксплуатационными свойствами, определенной формой зерен, микроструктурными и морфологическими особенностями строения и предназначена для применения в определенных видах алмазного инструмента. Кроме того, марка алмазного порошка выбирается в зависимости от требуемой эффективности и работоспособности инструмента в конкретном технологическом процессе. В работе в качестве алмазного сырья использовались шлифовальные порошки из синтетического алмаза АС6 80/63, содержащие зерна размером более 63 мкм и менее 80 мкм. Использованный алмазный порошок представляет собой совокупность зерен алмаза в виде монокристаллов, их осколков и поликристаллов различных форм. Условно за средний размер зерна принимается полусумма сторон прямоугольника, описанного вокруг проекции зерна на предметное стекло микроскопа. Цифра в обозначении марки использованного шлифовального порошка указывает на 6-процентное содержание зерен изометрической формы.

Металлические связки, как правило, представляют собой композицию металлов, регулирование физико-механических и химических свойств которой осуществляется легированием различными металлическими и неметаллическими добавками: оксидом железа, силикатами, боросиликатами, оксидом алюминия, гексагональным нитридом бора. В качестве компонентов, составляющих основу связки, чаще всего применяются медь, олово, цинк, алюминий, железо, кадмий, серебро, кобальт, никель. Характеристики металлических связок алмазометаллических композитов приведены в таблице 1.

3. Методика экспериментов

Шлифовальные круги изготавливались по ГОСТ 16167-90 (ИСО 61680-80, СТ СЭВ 203-75) с 50, 75, 100, 150 %-ной концентрацией алмазного сырья. Как известно, за 100 %-ную концентрацию условно принято содержание в 1 мм³ алмазосодержащего материала с размерами, соответствующими вышеупомянутому стандарту. Изготовление шлифовальных дисков проводилось на оборудовании «Dr. Fritch», предназначенного для изготовления алмазных сегментов и пил. При холодном прессовании алмазосодержащий слой не прессуется до стандартных параметров, после него алмазосодержащий слой остается еще толстым. Стандартные параметры получаются при горячей допрессовке и одновременном спекании при 700 °С. Твердость изготовленных шлифовальных кругов составила от 75 до 80 HRC.

Для исследований на износостойкость был сконструирован и изготовлен испытательный стенд на основе машины трения АСП-12. В качестве обрабатываемого материала использовались образцы из гранита с твердостью от 70 до 90 HRC и с размерами 30×10×10 мм. Износы шлифовальных кругов и образцов из гранита при испытаниях определялись линейным и весовым методами. Измерения проводились через каждый час работы испытательного стенда, экспериментальные данные усреднялись. Общая продолжительность испытаний каждого шлифовального круга составила 10 часов. Для сравнения испытания на износ проводились также для шлифовального круга серийного заводского производства.

Результаты исследований износа приведены на рис. 1 и 2. Данные приведенных образцов шлифовальных кругов и основной химический состав связующего материала приведены в таблице 2, № 5 соответствует шлифовальному кругу серийного заводского производства.

Таблица 1

Марка связки	Состав связки	Структурные составляющие	Объемное содержание, %	Микротвердость, ГПа	Марка алмазов
М1	Медно-оловянный сплав	α-фаза	41	1.5–1.8	АС4 АС6,А
		Эвтектоид	59	2.7–3.2	
МВ1	Легированный медно-алюминиево-цинковый сплав	Раствор на основе интерметаллида CuAl ₂	62	4.0–4.9	АС4, АС6,А
		Сплав алюминия с цинком	27	1.3–1.8	
		Кремний	11	8.9–11.5	
МС6	Металлическая основа связки М1	α-фаза	22	1.4–1.8	АС6
		Эвтектоид	31	2.8–3.3	
		Включения	47	1.0–1.2	

Таблица 2

№	Размеры по ГОСТ, мм	Алмазное сырье	Материал связки	Концентрация
1	80×6×5×20	АС6 80/63	МК2-12	100 %
2	80×6×5×20	АС6 80/63	МК2-12	150 %
3	80×6×5×20	АС6 80/63	М1	100 %
4	80×6×5×20	АС6 80/63	М1	150 %
5	80×6×5×20	АС6 80/63	М1	150 %



Рис. 1. Средняя величина износа алмазосодержащего слоя шлифовального круга за 1 час работы



Рис. 2. Средняя величина износа обрабатываемого гранита за 1 час работы шлифовального круга

Как видно из рис. 1 и 2 и таблицы 2, на износ алмазосодержащего материала и обрабатываемого гранита существенно влияют материал связки и концентрация ал-

мазного сырья. Наиболее износостойкий алмазосодержащий материал образуется при связке М1 с концентрацией алмазного сырья 150 %. Таким образом, образец № 4, изготовленный на оборудовании «Dr. Fritch» (производство Германии), предназначенного для изготовления алмазных сегментов и пил, не уступает по эксплуатационным характеристикам шлифовальному кругу серийного заводского производства.

4. Выводы

Изготовлены шлифовальные круги на оборудовании «Dr. Fritch» (производство Германии), предназначенного для изготовления алмазных сегментов и пил. Проведены сравнительные испытания на износ алмазосодержащего материала, которые показали существенное влияние на него материала связки и концентрации алмазного сырья. Установлено, что наиболее износостойкий алмазосодержащий материал образуется при связке М1 с концентрацией алмазного сырья 150 %. На основе проведенных исследований показано, что алмазосодержащий материал шлифовального круга, изготовленного на оборудовании «Dr. Fritch», не уступает по эксплуатационным свойствам диску промышленного изготовления.