

УДК 621.922.3: 621.922.025

**ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ И ОРИЕНТАЦИИ ЗЕРЕН НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ
ПОКАЗАТЕЛИ ШЛИФОВАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ****А.Н. КОРОТКОВ, доктор техн. наук, профессор,
(КузГТУ, г. Кемерово)****Коротков А.Н.** – 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя 28
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачёва,
e-mail: korotkov.a.n@mail.ru

Шлифовальные инструменты лишь частично используют свои потенциальные режущие возможности. Не все зёрна в инструментах активно участвуют в совокупном процессе резания. Каждое зерно имеет свою произвольную форму и хаотичное расположение в теле инструментов, что намного снижает их работоспособность. Предложен новый класс инструментов и технология их изготовления, в которых контролируется форма и ориентация используемых зёрен. Выбор определенной формы зёрен достигается путем сепарации исходной абразивной массы вибрационным способом. Ориентация зёрен обеспечивается за счет применения электростатического эффекта, регулирующего положение зёрен в инструменте.

Изготовлены опытные партии шлифовальных кругов (отрезных, обдирочных, лепестковых), а также шлифовальные шкурки и ленты с контролируемой формой и ориентацией зёрен. Инструменты испытаны в работе и показали существенные преимущества по сравнению со стандартными инструментами.

Ключевые слова: форма зёрен, ориентация зёрен, контроль формы и ориентации зёрен, отрезные, обдирочные, лепестковые круги, шлифовальные ленты и шкурки, сравнительные испытания

Введение

Режущими элементами шлифовальных инструментов являются отдельные зёрна, расположенные на рабочей поверхности инструментов. От эффективности работы каждого зерна зависит работоспособность инструментов в целом. Между тем установлено, что далеко не все зёрна активно участвуют в совокупном процессе резания. Многие из них, из-за неблагоприятной геометрии, деформируют и нагревают металл без срезания стружки, под действием усилий резания раскалываются и вылетают из связки [1 - 6]. Геометрия зёрен определяется двумя факторами – их формой и расположением в теле инструмента.

Форма зёрен в стандартных инструментах меняется в широком диапазоне – от изометрических до пластинчатых разновидностей и это непосредственно накладывает отпечаток на геометрию, образуемого ими режущих клиньев [7]. Для выделения из общей массы абразива шлифовальных зёрен с определенной формой целесообразно использовать вибрационный способ, основанный на скатывании зёрен с наклонной вибрирующей деки, задающей им разные траектории движения [8].

Ориентация зёрен в шлифовальных инструментах может быть достигнута за счет перемещения их в электростатическом поле, разворачивающим зерна острыми кромками в сторону электродов [9].

Целенаправленное варьирование одним или одновременно двумя факторами (формой и ориентацией зёрен) позволяет создать новый класс инструментов с повышенными эксплуатационными показателями.

Для реализации поставленной цели разработаны технологии по изготовлению опытных инструментов с контролируемой формой и ориентацией зёрен. Изготовлены опытные партии экспериментальных шлифовальных инструментов, которые прошли сравнительные испытания и продемонстрировали более высокие эксплуатационные возможности, чем стандартные инструменты.

Методики экспериментальных исследований

Вибрационный способ сепарации абразивной массы по признаку формы выбран в данных исследованиях в связи с его высокой избирательностью и точностью разделения. Таким способом можно разделить зёрна на 10-14 фракций с разной формой и затем отыскать наиболее оптимальную форму для данного инструмента и вида шлифования. Контроль формы зёрен осуществлялся с помощью специального программного обеспечения [10], с использованием микроскопа и сканера. Идентификация формы зёрен проводилась численным методом на основе использования коэффициента формы, равного отношению вписанных и описанных диаметров окружностей на плоской проекции зерна или отношению диаметров вписанных и описанных сфер в объёмной проекции зерна.

Электростатический способ ориентации зёрен осуществлялся на специальной установке, с концентрическим, радиальным и наклонным расположением электродов. Благодаря этому, зёрна укладывались в теле шлифовальных кругов параллельно плоскости резания, перпендикулярно либо наклонно к ней. Для шлифовальных шкур, лент и лепестковых кругов ориентация зёрен на тканевую или бумажную основу производилась также с помощью специальных установок и путем использования электростатического поля [11, 12].

Технологии изготовления экспериментальных инструментов включали в себя технологические операции, аналогичные стандартным инструментам, за исключением добавления операций по выделению зёрен определенной формы и целенаправленному наклону зёрен в инструментах. Для реализации данных технологий разработан и подобран комплекс специальных приборов, устройств и оборудования. В том числе: смеситель (для приготовления смеси зёрен со связкой) [13], гидропресс (для формования шлифовальных кругов), электропечь (для термообработки кругов), компактная линия для изготовления шлифовальных шкур, термокамера для сушки шлифовальных шкур.

Изготовлены опытные партии экспериментальных шлифовальных кругов и лент, которые прошли сравнительные испытания со стандартными шлифовальными инструментами. Результаты испытаний представлены ниже и они показывают ряд преимуществ опытных инструментов по сравнению со стандартными [14 - 16].

Результаты и обсуждение

В ходе проведения сравнительных испытаний отрезных шлифовальных кругов установлено, что:

- использование зёрен игольчато-пластинчатых разновидностей даёт по сравнению со стандартными кругами повышение режущей способности на 17% и снижению теплонапряженности процесса резания на 9 – 18 °С;

- отрезные круги из изометрических зёрен обладают более высокой стойкостью и более высоким (на 42%) коэффициентом шлифования;
- круги с радиальной ориентацией зёрен обладают на 14 – 17 % большей режущей способностью и имеют более низкую (на 20-30 °С) температуру прогрева заготовок;
- круги с тангенциальной ориентацией зёрен имеют более высокий (на 25-30 %) коэффициент шлифования и при работе потребляют на 5 -17% меньшую эффективную мощность;

Обдирочные шлифовальные круги с контролируемой формой в ходе испытаний показали, что:

- использование зёрен игольчатой формы по сравнению со стандартными кругами позволяет повысить режущую способность в 1,11 – 1,21 раза;
- снизить температуру резания в 1,07 – 1,1 раза и предотвратить появление прижогов;
- при использовании в обдирочных кругах изометрических зёрен становится возможным снизить интенсивность их износа в 1,3 – 1,52 раза и повысить коэффициент шлифования в 1,05 – 1,22 раза;

Испытания шлифовальных лент с контролируемой формой и ориентацией зёрен показали, что:

- использование лент из зёрен пластинчатой формы, наклоненных относительно основы под углом 75°, повышает режущую способность по отношению к стандартной ленте в среднем на 35%;
- применение в конструкции лент зёрен изометрической формы позволяет уменьшить износ инструментов на 35%, а шероховатость обработанной поверхности на 17%.

Лепестковые круги из зёрен с контролируемой формой и ориентацией зёрен:

- повышают режущую способность по отношению к стандартным инструментам в среднем в 1,22 раза;
- применение в структуре лепестковых кругов зёрен изометрической формы позволяет уменьшить износ инструментов и снизить шероховатость обрабатываемых поверхностей в 1,3 раза.

Выводы

1. Форма и ориентация зёрен существенно влияют на работоспособность шлифовальных инструментов. В стандартных инструментах, состоящих из зёрен с произвольной формой и хаотичным расположением, лишь небольшая часть зёрен активно участвует в процессе резания. Это обуславливает относительно низкой эффект использования таких инструментов.

2. Целенаправленное контролирование формы и ориентации зёрен позволяет значительно повысить их коэффициент полезного действия в шлифовальных инструментах на основе формирования благоприятной геометрии их режущих микроклиньев.

3. Разработаны конструкции экспериментальных инструментов, состоящих из зёрен с контролируемой формой и ориентацией и разработаны технологии по их изготовлению, отличающиеся от типовых технологий наличием двух дополнительных операций – сортировке зёрен по форме и ориентированию их в инструменте.

4. Экспериментальные конструкции инструментов прошли сравнительные испытания со стандартными инструментами, в ходе которых подтвердили ряд своих эксплуатационных преимуществ.

5. Следует дифференцированно подходить к выбору формы и ориентации зёрен в инструментах. Для каждого инструмента, случая шлифования и требуемых результатов

обработки необходимо выбирать то или иное расположение зёрен и их ориентацию для достижения максимального эффекта шлифования.

Список литературы

1. Зайцев А.Г. Влияние расположения алмазных зерен на процесс шлифования твердых сплавов // Вестник машиностроения. – 1977. – № 8. – С. 71–72.
2. Korotkov A.N., Korotkova L.P., Gubaidulina R.H. Effect on grains form on performances grinding wheels // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Vol. 682. – P. 469–473.
3. Абразивная и алмазная обработка материалов: справочник / под ред. А.Н. Резникова. – М.: Машиностроение, 1977. – 391 с.
4. Degner W., Lutze H., Smejkal E. Spanende formung: theorie, berechnung, richtwerteю – Muenchen; Wien: Carl Hanser Verlag, 1993.
5. Lal G., Shaw M. Influence of the radius at the top of the abrasive grains on the process of pure grinding // Design and Engineering Technology. Works of American union of engineers. – 1975. – Vol. 97.
6. Кожевников Д.В., Курсанов С.В. Металлорежущие инструменты. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. – 390 с.
7. Lukshin V. Evaluation of abrasive grain form // Applied Mechanics and Materials – 2014. – Vol. 682. – doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.682.148. eid=2-s2.0-84921879064.
8. Патент 2236303 Российская Федерация, МПК 7 В 03 С 7/08. Устройство для сепарации шлифовальных зерен по форме / А.Н. Коротков, С.А. Костенков, В.С. Люкшин, Н.В. Прокаев. – № 2003113373; заявл. 20.09.2007; опубл. 27.12.2007, Бюл. № 26.
9. Патент 2369474 Российская Федерация, МПК 7 В 24 Д 18/00. Способ изготовления шлифовальных кругов с ориентированными зернами / В.А. Коротков. – Опубл. 10.10.2009, Бюл. № 28.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2006610153. Форма шлифовальных зерен / А.Н. Коротков, Г.М. Рылов. – № 2005612738; заявл. 25.10.2005; опубл. 10.01.2006.
11. Korotkov A., Shatko D. Prospective designs of flap grinding wheels – new opportunities and approaches to import substitution of grinding tools // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – Vol. 788. – doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.788.313.
12. Lukshin V., Barsuk A., Fazleev R. Cutting capacity and strength of single grinding grains // Materials Science and Engineering. – 2015. – Vol. 91. – doi: 10.1088/1757-899X/91/1.WOS:000361836000047.
13. Патент 2221632 Российская Федерация, МПК 7 В 01 F 9/12, В 28 С 5/32. Смесительная установка для приготовления абразивных масс / А.Н. Коротков, Д.Б. Шатько. – № 2002132579; заявл. 04.12.2002; опубл. 20.01.2004, Бюл. № 2.
14. Werkzeuge. Fachkatalog. – Berlin: Verlag, 1992.
15. Korotkov V.A., Minkin E.M. Forecasting of operational indicators of grinding tools with the controlled form and orientation of abrasive grains // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2015. – Vol. 91. – P. 118–122.
16. Korotkov V.A., Petrushin S.I. Research of operational characterizations of cutting discs with oriented abrasive grains // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Vol. 682. – P. 224–230. – doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.682.224.

THE INFLUENCE OF THE SHAPE AND GRAIN ORIENTATION PERFORMANCE GRINDING TOOLS

Korotkov A.N., D.Sc. (Engineering), Professor, e-mail: korotkov.a.n@mail.ru

Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, 28 Vesennaya st., Kemerovo, 650000, Russian Federation

Abstract

Grinding tools only partially utilize their potential cutting capabilities. Not all grains in the tools are actively involved in the overall cutting process. Each grain has its own arbitrary shape and chaotic location in the body of tools, which greatly reduces their performance. A new class of tools and technology for their production, which controls the shape and orientation of the grains used. The choice of a particular form of the grains is achieved by the separation of the source of abrasive mass vibration method. Grain orientation is ensured by applying an electrostatic effect that regulates the position of the grains in the instrument.

Made an experimental batch grinding wheels (cutting, grinding, flap), as well as coated abrasives and tapes with controlled shape and orientation of grains. The tools are tested in the work and showed significant advantages compared to standard tools.

Keywords

shape of grains, orientation of grains, control of the shape and grain orientation, cutting, grinding, flap wheels, grinding tape and sandpaper, comparative tests