

ISSN 1999-4125 (Print)

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR MECHANICAL AND
PHYSICAL-TECHNICAL PROCESSING**

Научная статья

УДК 621.922.3

DOI: 10.26730/1999-4125-2023-1-13-23

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В ШЛИФОВАЛЬНЫХ
КРУГАХ В КАЧЕСТВЕ ПОР ПУСТОТЕЛОГО СФЕРОКОРУНДА И
СТЕКЛЯННЫХ МИКРОСФЕР****Коротков Александр Николаевич, Коротков Виталий Александрович, Баштанов
Вячеслав Геннадиевич, Видяев Михаил Петрович**

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

*для корреспонденции: korotkov.a.n@mail.ru

**Информация о статье**

Поступила:

11 февраля 2023 г.

Одобрена после

рецензирования:

27 февраля 2023 г.

Принята к публикации:

28 февраля 2023 г.

Опубликована:

30 марта 2023 г.

Ключевые слова:

Шлифование, высокопористые шлифовальные круги, полый сферокорунд, стеклянные микросферы, коэффициент шлифования, температура при шлифовании, шероховатость обработанных поверхностей.

Аннотация.

Проведены исследования в области создания и применения высокопористых шлифовальных кругов с использованием различных порообразующих компонентов – пустотелого (полого) сферокорунда и стеклянных микросфер. Полые сферокорунды производятся из расплава белого электрокорунда (99% Al_2O_3), имеют средние и крупные размеры (400÷5000 мкм), т.е. номера зернистости и толщину стенок до нескольких десятков мкм. Стеклянные микросферы (основной компонент – SiO_2) отличаются от сферокорундов существенно меньшими размерами (20÷160 мкм) и сечением стенок до 2 мкм. Оба эти компонента могут использоваться в качестве пор в высокопористых шлифовальных кругах, обеспечивающих пониженную теплонапряженность процесса шлифования и уменьшающих эффект засаливания инструмента. Различия в размерах, химическом составе и свойствах полого сферокорунда и стеклянных микросфер влияют на различие эксплуатационных показателей шлифовальных инструментов, поэтому в представленной работе изготавливались и испытывались опытные круги, где 40% абразивных зерен нормального электрокорунда марки 13А63Н (630 мкм) замещалось полым сферокорундом марки ЭС63 (630 мкм) либо стеклянными микросферами марки МС-В (90 мкм). Для обеспечения сравнительных испытаний изготавливались и испытывались также эталонные круги с исходным процентом абразива. Испытания проводились на операции плоского шлифования на станке модели 3Г71 путем обработки заготовок из стали ШХ15 в состоянии поставки (НВ 190). В результате установлено, что применение в шлифовальных кругах стеклянных микросфер значительно эффективнее, чем полого сферокорунда по основным эксплуатационным показателям: коэффициенту шлифования, температурам при шлифовании и шероховатости обработанных поверхностей.

Для цитирования: Коротков А.Н., Коротков В.А., Баштанов В.Г., Видяев М.П. Исследование эффективности применения в шлифовальных кругах в качестве пор пустотелого сфорокорунда и стеклянных микросфер // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2023. № 1 (155). С. 13-23. doi: 10.26730/1999-4125-2023-1-13-23

Введение

При шлифовании вязких материалов, например, жаропрочных сталей, цветных металлов и сплавов, а также различных полимеров актуальными являются вопросы снижения температур при шлифовании, уменьшения засаливания и повышения режущей способности шлифовальных инструментов. Улучшение этих показателей достигается, как правило, за счет повышения пористости инструментов и снижения процентного содержания зерен в структуре. В качестве пор могут использоваться различные минеральные компоненты (такие, как криолит и пирит), выгорающие наполнители (например, дробленые фруктовые косточки), полые или пористые компоненты (полые сферы из белого электрокорунда – полые сфорокорунды, стеклянные или алюмосиликатные микросферы). Известны исследования по применению в шлифовальных кругах сфорокорундов в качестве пор или абразивных зерен [1,2,3]. Проводились также эксперименты по применению стеклянных микросфер для изготовления высокопористых шлифовальных кругов на керамической связке [4]. В частности, такие круги производились на Волжском абразивном заводе. Представляется актуальным сравнить эффективность применения сфорокорундов и стеклянных микросфер в шлифовальных кругах при чистовой обработке сталей, так как эти компоненты существенно различаются по химическому составу и по геометрическим размерам.

Полые сфорокорунды имеют зернистости обычных абразивов. В частности, в представленной работе использован полый сфорокорунд марки ЭС63 со средним размером гранул во фракции 630 мкм. Материал этого сфорокорунда – белый электрокорунд (99% Al_2O_3). Исследование зерен белого полого сфорокорунда марки ЭС63 на стереомикроскопе ЛОМО-МЕТАМ Р-1 при 156-кратном увеличении [5] показывают, что толщина их стенок составляет 45-65 мкм и сопоставима с размером мелких абразивов (см. Рис. 1 *a,b,c*).

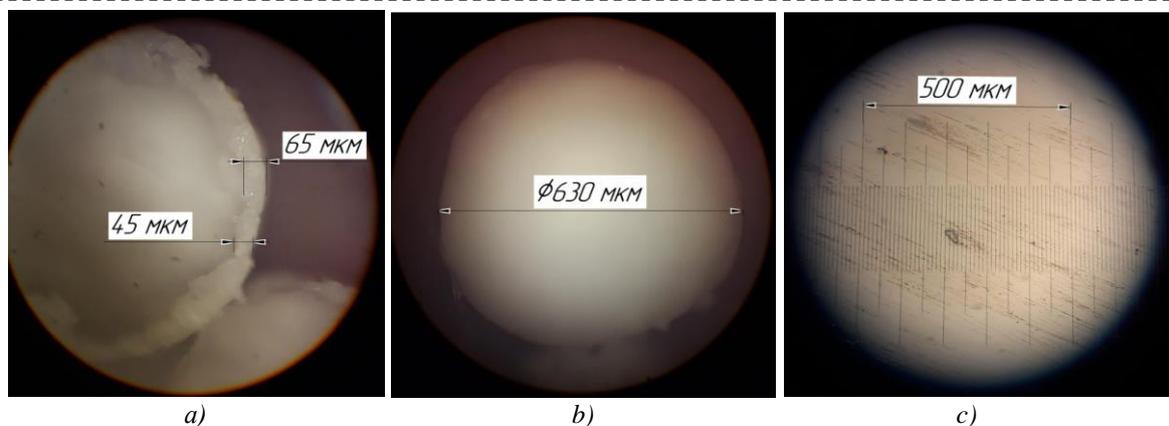


Рис. 1. Вид зерен белого полого сфорокорунда марки ЭС63 на стереомикроскопе ЛОМО-МЕТАМ Р-1 при 156-кратном увеличении, где: (а) сечение стенок сфер; (b) наружный размер сфер; (с) объект-микрометр

Fig. 1. View of white hollow spherocorundum grains F30 on a stereo microscope with 156x magnification: (a) cross section of sphere walls; (b) outer diameter of spheres; (c) object-micrometer

Полые сфорокорунды изначально создавались как легкий теплоизолирующий материал для авиационной и космической техники и позднее нашли применение в качестве пор и абразивных зерен в шлифовальных инструментах. Их размеры обычно соответствуют средним и крупным номерам зернистости абразивов (400÷5000 мкм), а толщина стенок составляет до нескольких десятков мкм.

Полые стеклянные микросферы отличаются существенно меньшими размерами и представляют собой белый порошок, состоящий из мелких тонкостенных шариков диаметром

20÷160 мкм с толщиной стенок менее 2 мкм. Насыпная плотность стеклянных микросфер значительно меньше, чем у полого сфериокорунда (0,2 г/см³ и 0,95 г/см³ соответственно). Химический состав стеклянных микросфер (SiO₂) и правильная сферическая форма обеспечивают им высокую химическую стойкость, сыпучесть и прочность при сжатии, а также низкую теплопроводность. Хорошая адгезия микросфер к полимерным и керамическим связующим позволяет создавать композиты на их основе, в частности, применять стеклянные микросферы в качестве пор в шлифовальных кругах и в качестве наполнителя в изделиях на основе эпоксидных смол (изделия из искусственного камня и др.).

В представленной работе изготавливались и испытывались опытные шлифовальные круги, в которых 40% зерен абразива нормального электрокорунда марки 13А63Н (F30) заменялись на сфериокорунд марки ЭС63 (630 мкм) либо на микросферы марки МС-В (90 мкм). В качестве сравнительного эталона изготавливались инструменты по стандартной исходной рецептуре и испытывались в аналогичных условиях. Испытания проводились на операции плоского шлифования заготовок из стали ШХ15 в состоянии поставки на станке модели ЗГ71.

Методика исследований

Перед проведением испытаний решался вопрос о выборе полимерного связующего, близкого по свойствам к бакелитовой связке и не требующего термообработки [6,7]. В качестве такого связующего применялась эпоксидная смола марки ЭДП-2. Исходная объемная рецептура стандартных эталонных кругов включала следующие компоненты: абразив – 61,5%, смола – 27,7%, криолит – 2,8%, пирит – 7,98%. В опытных кругах 40% зерен абразива (электрокорунда марки 13А63Н) заменялось на сфериокорунд марки ЭС63 либо на микросферы марки МС-В (см. Рис. 2). Таким образом, объем сфериокорунда или микросфер составлял 24,6% относительно всего объема круга, а суммарный объем наполнителей в опытных инструментах составлял 35,4%. Опытные круги имели размеры 160x15x32 мм и в процессе изготовления (при укладке абразивной смеси в прессформу) армировались по торцам двумя стеклосетками типа СПАП.

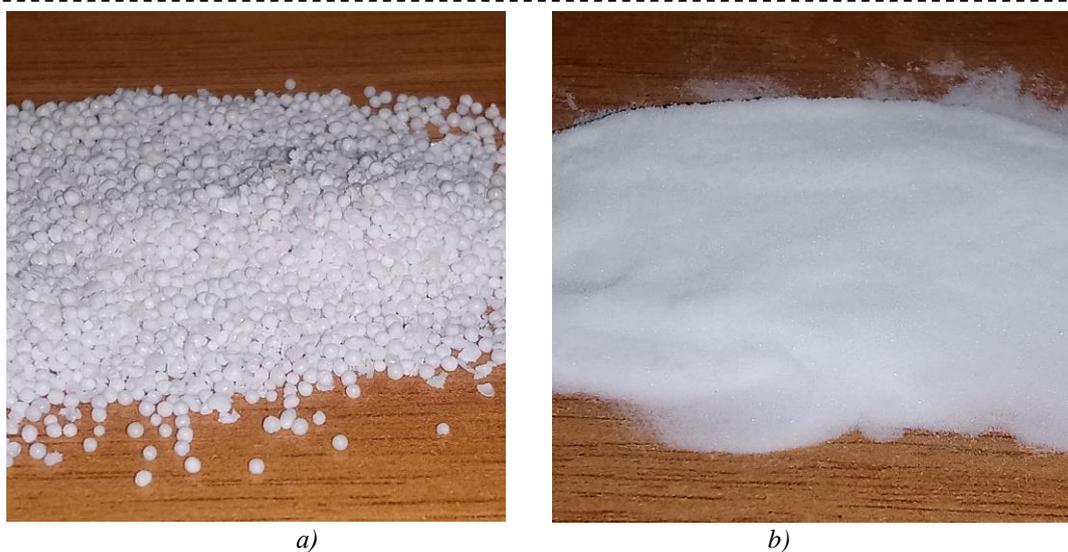


Рис. 2. Полюй сфериокорунд марки ЭС63 (а) и стеклянные микросферы марки МС-В (b), использованные для изготовления опытных шлифовальных кругов
Fig. 2. White hollow spherocorundum 630 μm size (a) and glass microspheres 90 μm size (b), used in producing of experimental grinding wheels

Процесс изготовления опытных кругов включал следующие основные этапы:

1. Подготовка прессформы (смазка парафином);
2. Вырезка стеклосеток;
3. Смешивание эпоксидной смолы с отвердителем (в соотношении 7:1);
4. Перемешивание абразива со смолой;

5. Добавление к смеси абразива со смолой наполнителей (криолита, пирита, сферокорунда, микросфер);

6. Укладка стеклосеток и абразивной смеси в форму, разравнивание;

7. Формование (подпрессовка) готовой абразивной смеси;

8. Отверждение смеси на воздухе без термообработки (24 часа);

9. Вынимание готового изделия (круга) из формы (на вертикально-фрезерном станке);

10. Правка шлифовального круга по периферии алмазным карандашом на токарном станке.

При изготовлении кругов с добавлением микросфер подпрессовки не требовалось. Смесь получалась вязко-текучей, хорошо укладывалась и разравнивалась в форме под действием силы тяжести, не оставляя пустот. Внешний вид компонентов и оснастки для изготовления опытных кругов, а также готовые инструменты показаны на Рис. 3.

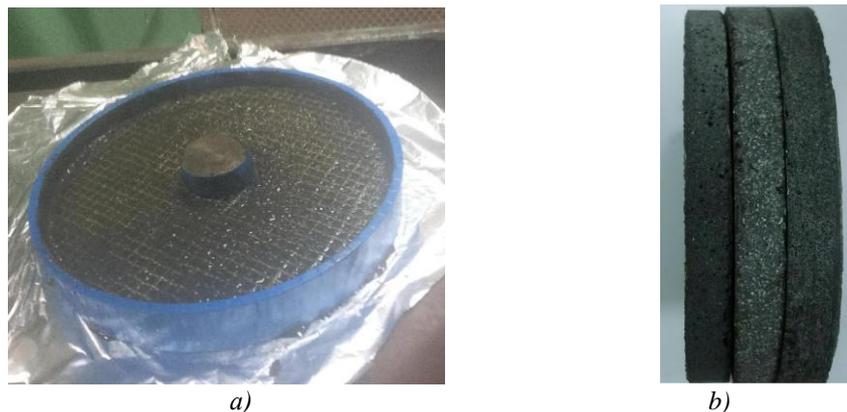


Рис. 3. Изготовление опытных шлифовальных кругов, где: (а) компоненты, уложенные в прессформу; (б) готовые круги

Fig. 3. Production of experimental grinding wheels, where: (a) components are placed in mold; (b) finished wheels



Рис. 4. Плоскошлифовальный станок модели 3Г71 с двухкомпонентным динамометром для проведения сравнительных испытаний опытных шлифовальных кругов

Fig. 4. Surface grinding machine model 3G71 with a two-component dynamometer for comparative testing of experimental grinding wheels

После изготовления опытные круги проверялись на прочность посредством превышения рабочей скорости (22,5 м/с) в 1,5 раза с выдержкой на испытательной скорости 3 минуты [8]. Для проведения прочностных испытаний опытных кругов использовался стенд с возможностью

плавного регулирования частоты вращения шпинделя, расположенного в закрываемой камере.

Для оценки работоспособности шлифовальных кругов использовался плоскошлифовальный станок модели ЗГ71 с установленным на нем двухкомпонентным динамометром (см. Рис. 4.). Составляющая силы резания P_y контролировалась при помощи электронных весов, закрепленных на столе станка. На весах при помощи стальной скобы и резьбовых соединений крепились заготовки – пластины из стали ШХ15. Составляющая силы резания P_z контролировалась с помощью ваттметра, встроенного в цепь электродвигателя шлифовальной бабки станка, через отношение эффективной мощности при шлифовании к рабочей скорости кругов. Показания весов и ваттметра синхронно фиксировались посредством видеосъемки.

При проведении испытаний контролировались следующие параметры [9,10,11,12,13,14]:

- коэффициент шлифования кругов как отношение массы срезанного материала к изношенной массе инструмента;
- режущая способность кругов как масса металла, снимаемого за один цикл обработки заготовки;
- величины радиальной (P_y) и тангенциальной (P_z) составляющих силы резания, а также их соотношение;
- прирост температур при шлифовании;
- шероховатость обработанных поверхностей по показателям R_a и R_z .

Один цикл обработки заготовок состоял в восьмикратном шлифовании поверхности при глубине резания 0,01 мм с последующим восьмикратным выхаживанием. Поперечная подача составляла 1,2 мм/ход, продольная подача – 8,5 мм/мин. В качестве заготовок использовались пластины из стали ШХ15 с размерами 100x20x5 мм в состоянии поставки (НВ 190). Для контроля температуры заготовок применялся оптический пирометр с пределом измерения 950°C и ценой деления 0,1°C. Температура измерялась до проведения испытаний и непосредственно после шлифования, что позволяло определять прирост температуры заготовок. Массы кругов и

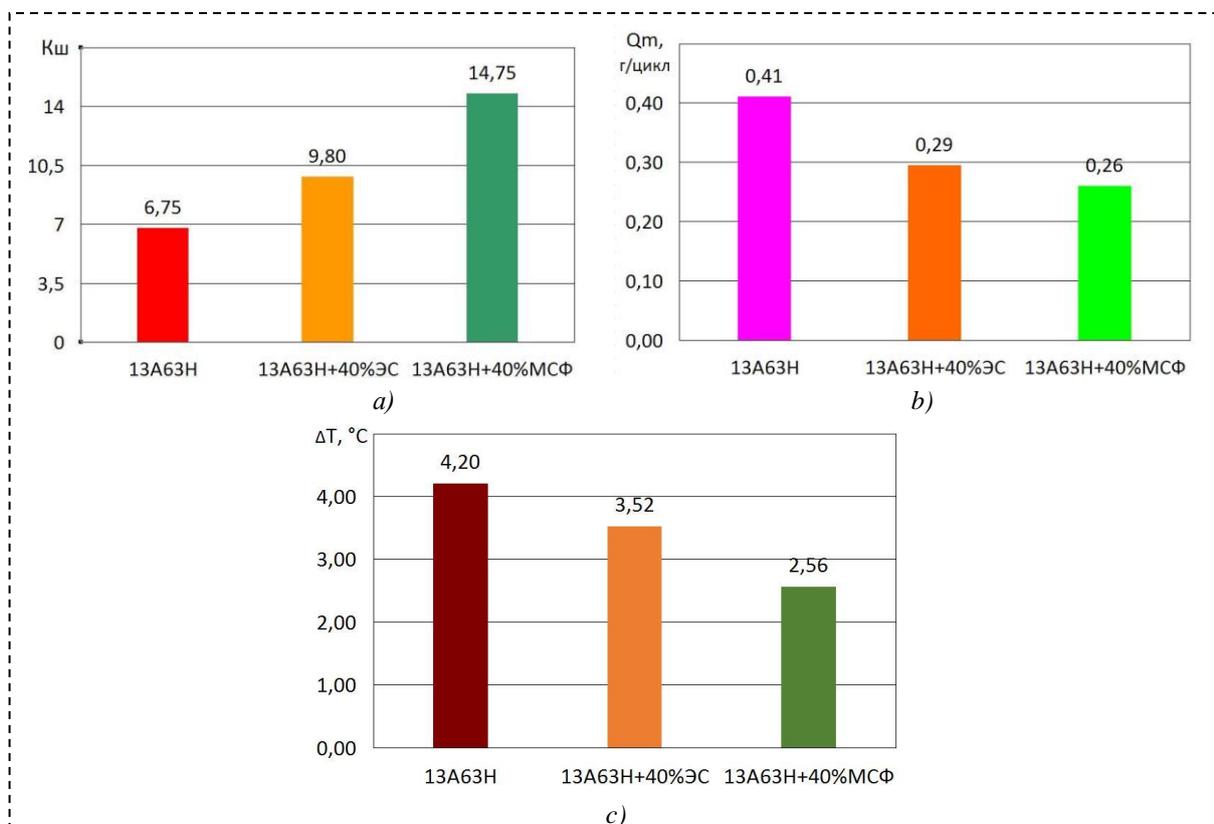


Рис. 5. Зависимость коэффициента шлифования опытных кругов (a), их режущей способности (b) и величин нагрева заготовок (c) от наличия в рецептуре различных порообразующих компонентов
 Fig. 5. The dependence of the grinding coefficient of experimental grinding wheels (a), its cutting ability (b) and the amount of heating of workpieces (c) on the presence of various pore-forming components in the formulation

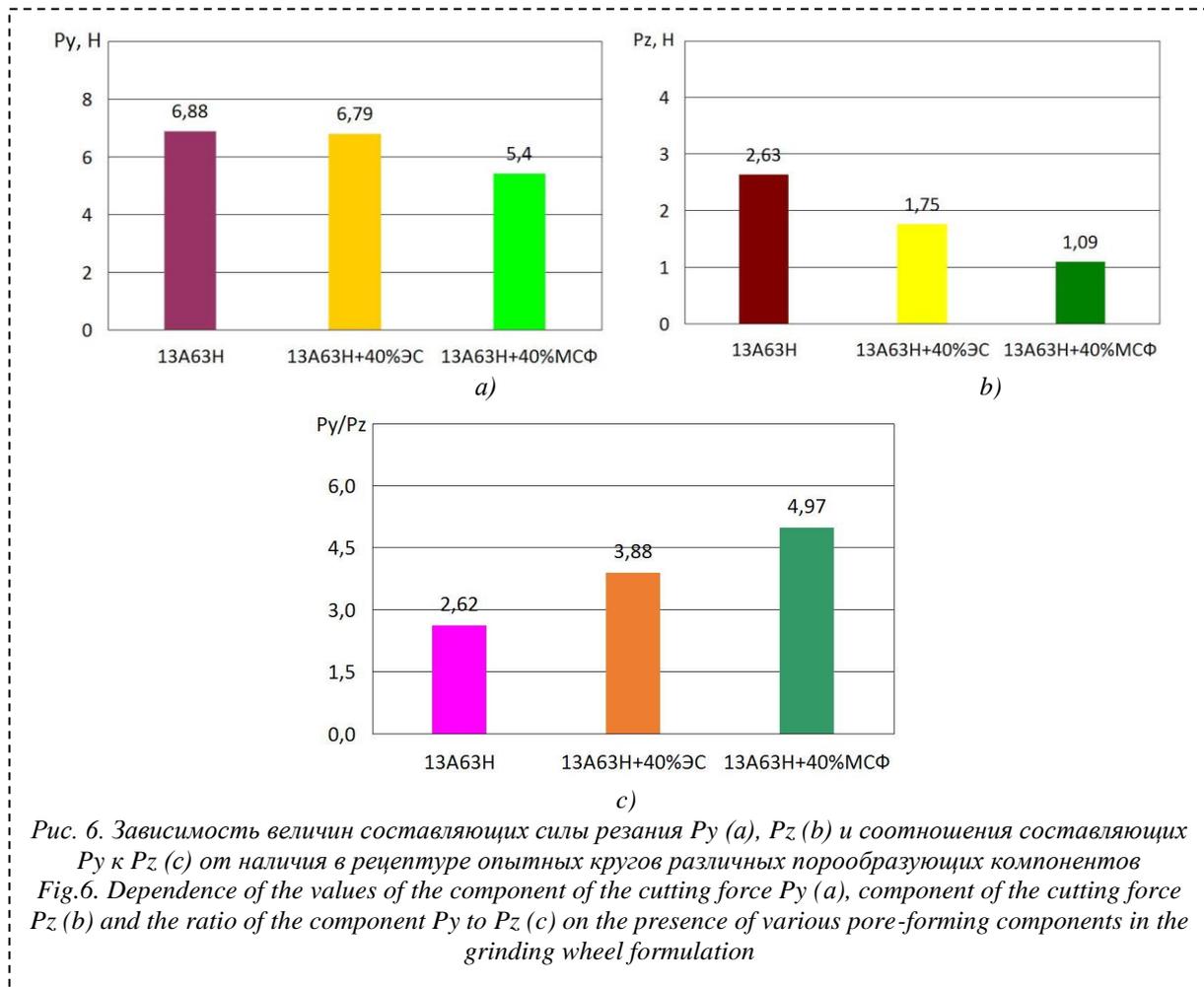


Рис. 6. Зависимость величин составляющих силы резания P_y (a), P_z (b) и соотношения составляющих P_y к P_z (c) от наличия в рецептуре опытных кругов различных порообразующих компонентов
 Fig.6. Dependence of the values of the component of the cutting force P_y (a), component of the cutting force P_z (b) and the ratio of the component P_y to P_z (c) on the presence of various pore-forming components in the grinding wheel formulation

заготовок измерялись на электронных весах с ценой деления 0,01 г. Шероховатость обработанных поверхностей оценивалась по параметрам R_a и R_z на цифровом профилографе-профилометре модели TR-200. Каждая заготовка измерялась четыре раза на различных участках, после чего полученные результаты усреднялись. Направление измерения микронеровностей алмазной иглой было выбрано перпендикулярно направлению продольной подачи шлифовальных кругов [15,16].

Результаты и обсуждение

Результаты оценки работоспособности опытных шлифовальных кругов по показателям коэффициента шлифования, режущей способности, температуре нагрева заготовок, составляющим силы резания P_y и P_z , а также их соотношению представлены на Рис. 5 (a,b,c) и Рис. 6 (a,b,c).

В результате проведенных исследований установлено, что при обработке заготовок из стали ШХ15 кругами с добавлением сферокорунда ЭС63Н коэффициент шлифования возрастает на 45% по сравнению со стандартным инструментом. Применение в качестве пор стеклянных микросфер МС-В позволяет увеличить коэффициент шлифования (и снизить износ инструмента) в 2,2 раза. Таким образом, оба типа опытных кругов существенно меньше изнашиваются по сравнению со стандартными. При этом круги с микросферами обладают значительным преимуществом.

Оценка режущей способности у опытных шлифовальных кругов показывает, что замена 40% абразивных зерен 13A63H на полый сферокорунд марки ЭС63 или на микросферы марки МС-В приводит к существенному снижению данного показателя на 29% и 37% соответственно. Это объясняется изменением структуры кругов и уменьшению на их поверхности количества режущих зерен. При этом полый сферокорунд принимает более эффективное участие в процессе резания по сравнению со стеклянными микросферами из-за большей толщины стенок (45 мкм и

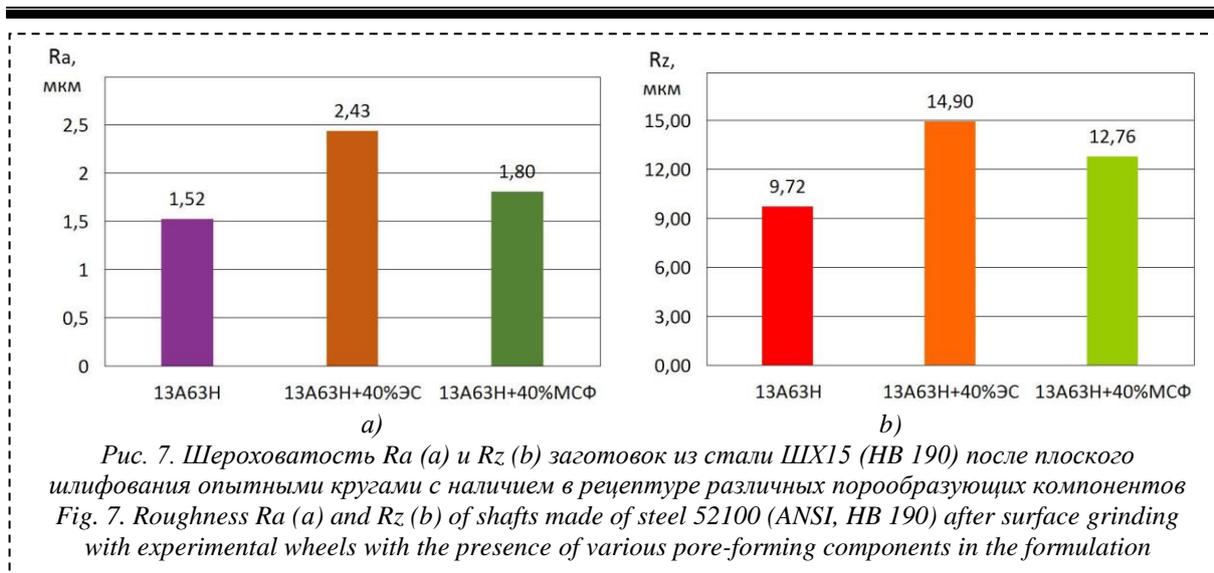


Рис. 7. Шероховатость Ra (a) и Rz (b) заготовок из стали ШХ15 (HB 190) после плоского шлифования опытными кругами с наличием в рецептуре различных порообразующих компонентов
 Fig. 7. Roughness Ra (a) and Rz (b) of shafts made of steel 52100 (ANSI, HB 190) after surface grinding with experimental wheels with the presence of various pore-forming components in the formulation

2 мкм соответственно) и большей микротвердости белого электрокорунда по сравнению с техническим стеклом (21 ГПа и 13 ГПа соответственно).

Результаты исследования температуры заготовок после шлифования опытными кругами демонстрируют снижение теплонапряженности процесса обработки. Так, замена 40% абразивных зерен на сферокорунд позволяет снизить температуру нагрева заготовок на 16%. Применение микросфер приводит к снижению нагрева заготовок на 39% по сравнению с использованием стандартных кругов с исходной рецептурой.

Оценка составляющих силы резания P_y и P_z в зависимости от рецептуры опытных кругов показывает, что замена 40% зерен нормального электрокорунда на сферокорунд практически не приводит к изменению P_y (она уменьшается на 1,5% по сравнению со стандартным инструментом). Замена 40% зерен на микросферы приводит к более существенным изменениям. Здесь P_y уменьшается на 21,5%. Аналогичная по характеру и количественно более выраженная тенденция наблюдается и по показателю P_z . Так, у кругов с добавлением полого сферокорунда P_z снижается на 33,5%, а у кругов с добавлением микросфер – на 59% по сравнению с обычными инструментами.

Показатели соотношения составляющих P_y к P_z при эксплуатации опытных кругов с разными рецептурами показывают, что добавление как сферокорунда, так и микросфер приводит к улучшению условий работы единичных зерен. У кругов со сферокорундом отношение P_y к P_z возрастает на 48%, а у кругов с микросферами на – 90% по сравнению со стандартным инструментом. Это означает, что изгибающие нагрузки на зерна уменьшаются по сравнению со сжимающими нагрузками. В связи с тем, что предел прочности на сжатие у зерен существенно выше, чем предел прочности на изгиб, это приводит к уменьшению износа зерен и увеличению коэффициента шлифования инструментов (см. Рис. 5).

Результаты оценки шероховатости поверхностей заготовок после обработки опытными кругами представлены на Рис. 7 (a, b).

Результаты оценки шероховатости Ra и Rz у заготовок, обработанных опытными кругами, показывает, что замена 40% зерен нормального электрокорунда на сферокорунд приводит к увеличению данных показателей по сравнению со стандартным инструментом на 59% и на 53%. Замена зерен на стеклянные микросферы приводит к увеличению шероховатости Ra и Rz на 18% и 31% соответственно. Таким образом, значительное увеличение пористости шлифовальных кругов приводит к снижению у них числа активных режущих элементов (зерен) и существенному росту шероховатости обрабатываемых поверхностей. При этом показатели инструментов с микросферами значительно лучше, чем у кругов со сферокорундом.

Выводы

В представленной работе изготавливались и испытывались опытные шлифовальные круги, где 40% зерен абразива (нормального электрокорунда марки 13A63H) заменялись на сферокорунд марки ЭС63 (630 мкм) либо на микросферы марки МС-В (90 мкм). В качестве сравнительного эталона изготавливались инструменты по стандартной рецептуре и

испытывались в аналогичных условиях. Испытания проводились на операции плоского шлифования на станке модели 3Г71 путем обработки заготовок из стали ШХ15 в состоянии поставки. В результате проведенных исследований установлено, что при обработке заготовок из стали ШХ15 кругами с добавлением сферокорунда ЭС63Н коэффициент шлифования возрастает на 45% по сравнению со стандартным инструментом. Применение в качестве пор стеклянных микросфер МС-В позволяет увеличить коэффициент шлифования (а, следовательно, снизить износ инструмента) в 2,2 раза. Таким образом, оба типа опытных кругов существенно меньше изнашиваются по сравнению со стандартными. При этом круги с микросферами обладают весьма значительным преимуществом.

Оценка режущей способности опытных кругов показывает, что замена 40% абразивных зерен 13А63Н на полый сферокорунд марки ЭС63 или на микросферы марки МС-В приводит к существенному снижению данного показателя на 29% и 37% соответственно. Это объясняется изменением структуры кругов и уменьшению на их поверхности количества режущих кромок. При этом сферокорунд принимает более эффективное участие в процессе резания по сравнению со стеклянными микросферами из-за большей толщины стенок (45 мкм и 2 мкм соответственно) и большей микротвердости белого электрокорунда по сравнению с техническим стеклом (21 ГПа и 13 ГПа соответственно).

Результаты исследования температуры заготовок после шлифования опытными кругами показывают, что замена 40% абразивных зерен на сферокорунд позволяет снизить температуру нагрева заготовок на 16%, а применение микросфер приводит к снижению этого показателя на 39%.

Оценка составляющих силы резания P_y и P_z в зависимости от рецептуры опытных кругов показывает, что замена 40% зерен на сферокорунд или на стеклянные микросферы приводит к уменьшению P_y (на 1,5% и 21,5% соответственно по сравнению со стандартным инструментом) и P_z (на 33,5% и на 59% соответственно).

Показатели соотношения составляющих P_y к P_z при эксплуатации опытных кругов с разными рецептурами показывают, что добавление как сферокорунда, так и микросфер приводит к улучшению условий работы единичных зерен. У кругов со сферокорундом отношение P_y и P_z возрастает на 48%, а у кругов с микросферами на – 90% по сравнению со стандартным инструментом. Это означает, что изгибающие нагрузки на зерна уменьшаются по сравнению со сжимающими нагрузками. В связи с тем, что предел прочности на сжатие у зерен существенно выше, чем предел прочности на изгиб, это приводит к уменьшению износа зерен и шлифовального инструмента в целом.

Результаты оценки шероховатости R_a и R_z у заготовок, обработанных опытными кругами, показывает, что замена 40% зерен на сферокорунд приводит к увеличению данных показателей по сравнению со стандартным инструментом на 59% и на 53%. Замена зерен на стеклянные микросферы приводит к увеличению шероховатости R_a и R_z на 18% и 31% соответственно. Таким образом, значительное увеличение пористости шлифовальных кругов приводит к существенному росту шероховатости обрабатываемых поверхностей. При этом показатели инструментов с микросферами значительно лучше, чем у кругов со сферокорундом.

Проанализировав все представленные результаты, можно сделать вывод, что применение в шлифовальных кругах микросфер значительно эффективнее, чем применение сферокорунда, по большинству эксплуатационных показателей: коэффициенту шлифования, температурам при шлифовании и шероховатости обработанных поверхностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента / под ред. Ковальчука А. М. Москва : Машиностроение, 1984. 288 с.
2. Абразивные материалы и инструменты. Каталог / под. ред. Тыркова В. Н. Москва : ВНИИТЭМР, 1986. 358 с.
3. Коротков А. Н. Повышение эксплуатационных возможностей шлифовальных инструментов : монография / ГУ КузГТУ. Кемерово, 2005. 232 с.
4. Старков В. К. Шлифование высокопористыми кругами. М. : Машиностроение, 2007. 688 с., ил.
5. Коротков В. А. Повышение эксплуатационных возможностей отрезных шлифовальных кругов: монография. Москва : Машиностроение, 2009. 178 с.
6. Коротков В. А., Мельников В. В. Изготовление и результаты испытаний экспериментальных кругов с

применением в качестве связки эпоксидной смолы // Научно-технический прогресс: Актуальные и перспективные направления будущего: Сборник VI международной научно-практической конференции, 18.08.2017. Кемерово: ЗапСибНЦ, 2017. Т 2. С. 117–120.

7. Bright R. Bond Selection for Production Grinding, Norton – Saint-Gobain abrasives, 20.08.2017 [www.nortonabrasives.com/en-us/resources/expertise/bond-selection-production-grinding].

8. Филимонов Л. Н. Высокоскоростное шлифование. Ленинград : Машиностроение, 1979. 248 с.

9. Ваксер Д. Б. Пути повышения производительности при шлифовании. М : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. 448 с.

10. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник / под ред. Резникова А. Н. М : Машиностроение, 1977. 391 с.

11. Лоскутов В. В. Шлифовальные станки. М : Машиностроение, 1988. 256 с.

12. Солоненко В. Г., Рыжкин А. А. Резание металлов. М : Высшая школа, 2008. 414 с.

13. Sullivan J. Choosing The Right Grinding Wheel, Modern Machine Shop, 24.01.2020 [www.mmsonline.com/articles/choosing-the-right-grinding-wheel].

14. Goad D. Is Your Roll Grinding Wheel Being Used Efficiently?, Norton Abrasives, 16.09.2019 [www.nortonabrasives.com/en-us/resources/expertise/your-roll-grinding-wheel-being-used-efficiently].

15. Jackson M. J. A review of the design of grinding wheels operating at excessive speeds // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2018. 94. 3979-4010. [link.springer.com/article/10.1007/s00170-017-1131-2].

16. Klocke F., Barth S., Mattfield P. High Performance Grinding, Aachen University. ScienceDirect. Procedia CIRP. 2016. Vol. 46. Pp. 266-271 [doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.067].

© 2022 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Коротков Александр Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты», Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: korotkov.a.n@mail.ru

Коротков Виталий Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты», Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: korotkov-va@mail.ru

Баштанов Вячеслав Геннадиевич, старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки и инструменты», Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: vyacbst@yandex.ru

Видяев Михаил Петрович, старший учебный мастер кафедры «Металлорежущие станки и инструменты», Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: vid_mp@mail.ru.ru

Заявленный вклад авторов:

Коротков А.Н. – постановка целей и алгоритм проведения исследований, финальный анализ результатов работы и корректировка текста статьи, общий менеджмент.

Коротков В.А. – планирование экспериментов, проектирование рецептур опытных кругов и их изготовление, выбор схем обработки, режимов обработки, обеспечение экспериментов необходимым оборудованием и инструментами, анализ результатов и написание текста статьи.

Баштанов В.Г. – исследование качества поверхностей заготовок до и после проведения экспериментов, анализ и систематизация полученных результатов.

Видяев М.П. – изготовление оснастки и опытных шлифовальных кругов, проведение экспериментов по плоскому шлифованию опытными инструментами.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

RESEARCH OF THE EFFICIENCY OF APPLICATION IN GRINDING WHEELS AS PORES OF HOLLOW SPHEROCORUNDUM AND GLASS MICROSPHERES

Alexander N. Korotkov, Vitaly A. Korotkov,
Vyacheslav G. Bashtanov, Mikhail P. Vidyayev

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

*for correspondence: korotkov.a.n@mail.ru



Article info

Received:

11 January 2023

Accepted for publication:

27 February 2023

Accepted:

28 February 2023

Published:

30 March 2023

Keywords: Polishing process, highly porous grinding wheels, hollow spherocorundum, glass microspheres, grinding coefficient, temperature during grinding, roughness of the treated surfaces

Abstract.

Research has been carried out in the field of creation and application of highly porous grinding wheels using various pore-forming components - hollow (hollow) spherocorundum and glass microspheres. Hollow spherocorundums are produced from a melt of white electrocorundum (99% Al₂O₃), they have medium and large sizes (400÷5000 μm), i.e. grain numbers and wall thicknesses up to several tens of microns. Glass microspheres (the main component is SiO₂) differ from spherocorundums in significantly smaller sizes (20–160 μm) and wall cross sections up to 2 μm. Both of these components can be used as pores in highly porous grinding wheels, which provide reduced heat stress in the grinding process and reduce the effect of tool clogging. The difference in size, chemical composition and properties of hollow spherocorundum and glass microspheres affect the difference in performance of grinding tools. Therefore, in the present work, experimental wheels were made and tested, where 40% of the abrasive grains of normal electrocorundum grade 13A63N (630 μm) were replaced by hollow spherical corundum grade ES63 (630 μm) or glass microspheres of grade MS-V (90 μm). To ensure comparative tests, reference wheels were also made and tested with the initial percentage of abrasive. The tests were carried out on a flat grinding operation on a machine model 3G71 by processing workpieces from tool steel ShKh15 in the delivery condition (HB 190). As a result, it was found that the use of glass microspheres in grinding wheels is much more efficient than hollow spherocorundum in terms of the main performance indicators: grinding coefficient, grinding temperatures and roughness of the treated surfaces.

For citation: Korotkov A.N., Korotkov V.A., Bashtanov V.G., Vidyayev M.P. Research of the efficiency of application in grinding wheels as pores of hollow spherocorundum and glass microspheres. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2023; 1(155):13-23. (In Russ., abstract in Eng.). doi: 10.26730/1999-4125-2023-1-13-23

REFERENCES

1. Kovalchuk A.M. Fundamentals of design and manufacturing technology of abrasive and diamond tools. Mechanical Engineering. Moscow; 1984.
2. Tyrkov V.N. Abrasive materials and instruments. Catalogue. All-Russian Research Institute of Information and Feasibility Studies in Mechanical Engineering and Robotics. Moscow; 1986.
3. Korotkov A.N. Increase of operational opportunities of grinding tools. Publishing House of Kuzbass State Technical University. Kemerovo; 2005.
4. Starkov V.K. Grinding by high porous wheels. Machine building. Moscow; 2007.
5. Korotkov V.A. Increase of operational opportunities of cutting discs. Machine building. Moscow; 2009.
6. Korotkov V.A., Melnikov V.V. Manufacture and test results of experimental grinding wheels using epoxy as a binder. *Scientific technical progress: Actual and perspective directions of future: Digest of VI international scientific practical conference*. 18.08.2017. Kemerovo: West Siberian scientific center; 2017; 2:117–120.
7. Bright R. Bond Selection for Production Grinding, Norton – Saint-Gobain abrasives, 20.08.2017 [www.nortonabrasives.com/en-us/resources/expertise/bond-selection-production-grinding].
8. Filimonov L.N. High-speed polishing. Mechanical Engineering. Leningrad; 1979.
9. Vakser D.B. Ways to increase productivity in grinding, Publishing House of Moscow State Technical University named after N.E. Bauman. Moscow; 2001.

10. Reznikov A.N. Abrasive and diamond material processing, Mechanical Engineering. Moscow; 1977.
11. Loskutov V.V. Grinding machines. M: Mashinostroenie; 1988.
12. Solonenko V.G., Ryzhkin A.A. Metal cutting. M: Higher School; 2008.
13. Sullivan J. Choosing The Right Grinding Wheel, Modern Machine Shop, 24.01.2020 [www.mmsonline.com/articles/choosing-the-right-grinding-wheel].
14. Goad D. Is Your Roll Grinding Wheel Being Used Efficiently? Norton Abrasives. 16.09.2019 [www.nortonabrasives.com/en-us/resources/expertise/your-roll-grinding-wheel-being-used-efficiently].
15. Jackson M.J. A review of the design of grinding wheels operating at excessive speeds, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 94, 3979-4010(2018) [link.springer.com/article/10.1007/s00170-017-1131-2].
16. Klocke F., Barth S., Mattfield P. High Performance Grinding. Aachen University. Science Direct. Procedia CIRP. 2016; 46:266-271 [doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.067].

© 2022 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Korotkov Alexander N., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Metal Cutting Machines and Tools, Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, (650000, Russia, Kemerovo, Vesennaya st., 28), e-mail: korotkov.a.n@mail.ru

Korotkov Vitaliy A., Ph.D. Sci., Associate Professor, Department of Metal Cutting Machines and Tools, Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, (650000, Russia, Kemerovo, Vesennaya st., 28), e-mail: korotkov-va@mail.ru

Bashtanov Vyacheslav G., senior lecturer of the department "Metal-cutting machines and tools", Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, (650000, Russia, Kemerovo, Vesennaya st., 28), e-mail: vyaclbst@yandex.ru

Vidyaev Mikhail P., senior educational master of the department "Metal-cutting machines and tools", Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, (650000, Russia, Kemerovo, Vesennaya st., 28), e-mail: vid_mp@mail.ru.ru

Contribution of the authors:

Korotkov A.N. – goal setting and research algorithm, final analysis of the results of the work and correction of the text of the article, general management.

Korotkov V.A. – planning experiments, designing recipes for experimental wheels and their manufacture, choosing processing schemes, processing modes, providing experiments with the necessary equipment and tools, analyzing the results and writing the text of the article.

Bashtanov V.G. – study of the quality of workpiece surfaces before and after the experiments, analysis and systematization of the results obtained.

Vidyaev M.P. – production of tooling and experimental grinding wheels, carrying out experiments on flat grinding with experimental tools.

All authors have read and approved the final manuscript.

