

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 621.922.3

ЛАБОРАТОРНОЕ ОСНАЩЕНИЕ И МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ФОРМЫ ШЛИФОВАЛЬНЫХ ЗЁРЕН

Коротков Виталий Александрович^{1, 2},

кандидат техн. наук, доцент, e-mail: korotkov-va@mail.ru

Видин Денис Владимирович¹,

старший преподаватель, e-mail: dionis.vidin@gmail.ru

Рыжикова Анна Владимировна¹,

магистрант, e-mail: ryzhik-anna@yandex.ru

¹Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, 30

Аннотация

Проведена количественная оценка формы фракций шлифовальных зёрен марки 24А зернистости 10Н, полученных из исходной массы обычного абразива на вибрационном сепараторе, предназначенном для разделения зёрен по признаку формы. Для количественной оценки формы зёрен применена методика, основанная на получении плоских изображений зёрен с последующим установлением коэффициентов их формы, равных отношению диаметров описанных окружностей к диаметрам вписанных окружностей на проекциях зёрен. Коэффициенты формы зёрен устанавливались при помощи специального программного обеспечения. Средний коэффициент формы зёрен в каждой фракции определялся по результатам исследования не менее 50 отдельных зёрен.

Для получения изображений зёрен использовался сканер, а также микроскоп с установленным на нём цифровым фотоаппаратом. По результатам исследований установлено, что изображения зёрен получаемые как сканированием, так и посредством микроскопа пригодны для количественной оценки формы зёрен. Однако там, где зёрна имеют малые размеры (менее 300÷400 мкм), бело-прозрачные оттенки и требуется высокая точность измерений, целесообразно использование микроскопа для получения изображений зёрен.

Ключевые слова шлифовальные зёрна, количественная оценка формы зёрен на плоскости, коэффициент формы зёрен, оборудование для получения изображений зёрен

Введение

Абразивные зёрна являются основными режущими элементами шлифовальных инструментов. От эффективности работы зёрен непосредственно зависят эксплуатационные характеристики этих инструментов. Однако, в отличие от, например, резцов и свёрл, где геометрия режущего клина целенаправленно задается, в шлифовальных инструментах в большинстве случаев геометрия зёрен не формируется и не контролируется. Вместе с тем, следует отметить, что в процессе изготовления абразивных зёрен по обычной технологии, состоящей в дроблении слитков и последующем рассеве на ситах по размеру, зерна приобретают произвольную форму, изменяющуюся от изометрических до осколочных и игольчатопластинчатых разновидностей (рис. 1).

Разная форма зёрен определяет разные углы резания в процессе шлифования, а, следовательно,

и характер износа, коэффициент шлифования и т.д. Поэтому для повышения эффективности работы шлифовальных инструментов есть мотивированные основания по формированию у абразивных зёрен определенной геометрии. Чтобы обоснованно осуществлять данный процесс необходимо иметь объективные количественные методы оценки формы зёрен, недостаточно только качественно оценивать геометрию зерна, – т.е. говорить о том, что оно пластинчатое, игольчатое или изометрическое. Существующие количественные методы оценки формы зёрен разделяют по следующим признакам: по мерности пространства: двумерные или трёхмерные; по форме фигуры, с помощью которой отражают геометрию зерна.

В двухмерных методах используют прямоугольники, эллипсы и окружности, в объёмных – параллелепипеды и сферы. Для реализации существующих методов применяют разнообразное

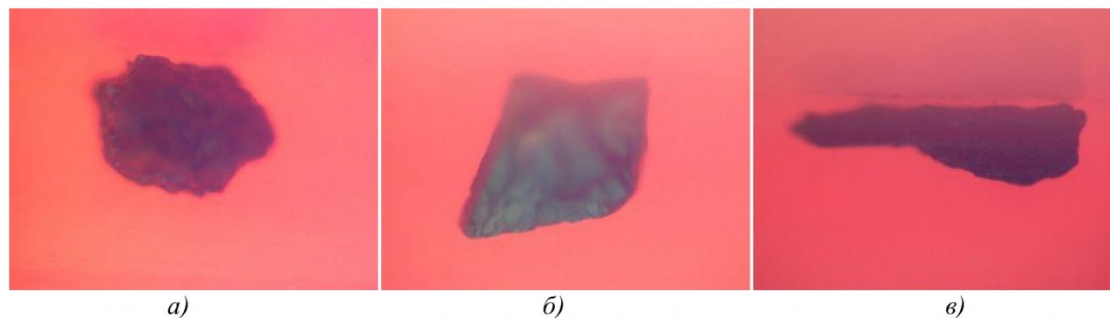


Рис. 1. Разновидности форм шлифовальных зёрен: а) изометрическая, б) осколочная, в) игольчато-пластинчатая

оборудование – сканеры, микроскопы и рисовальные аппараты, с помощью которых фотографируют или зарисовывают контуры отдельных зёрен, а затем ведут измерения. Поскольку форма зёрен даже в одной фракции произвольно меняется, то для получения достоверных данных набирается большая статистика измерений. Как правило, исследуют не менее 50 зёрен.

Методика экспериментального исследования

Для упрощения процедуры количественной оценки формы абразивных зёрен, снижения ее трудоёмкости и получения наиболее точных результатов на кафедре металлорежущих станков и инструментов КузГТУ разработан ряд специальных методик. Первая из них основывается на том, что для оценки формы зёрен используют их проекции на плоскости, а количественным показателем в данном случае является коэффициент формы, равный отношению диаметров описанных вокруг проекций окружностей к диаметрам вписанных окружностей. Для измерений, первоначально, применялся диапроектор, зёрна помещались между плёнками слайда и проецировались на экран, контуры зёрен вручную обводились на бумаге, затем также вручную в них вписывались и описывались окружности и проводились необходимые расчеты [1]. В последующем методика была модернизирована, в части автоматизации и повышения производительности. Так, проекции зёрен на плоскость стали получать с помощью планшетного сканера, а необходимые построения и расчеты проводить на ЭВМ посредством специально разработанных программ. Таких программ было создано несколько, а их основное отличие состоит в алгоритмах построения вписанных и описанных окружностей [2-3].

В ходе проведения исследований установлено, что точность оценки формы зёрен на плоскости в значительной степени зависит от оборудования, с помощью которого получены изображения зёрен. Так, была произведена количественная оценка формы зёрен белого электрокорунда марки 24А зернистостью 10Н с контролируемой формой, по-

лученных из исходной массы обычного абразива на специальном вибрационном сепараторе (рис. 2) [4].

Рабочий орган вибросепаратора представляет собой вибрирующую плоскую деку, наклонённую в продольном и поперечном направлениях. Исходный абразив подаётся с помощью питателя в верхнюю часть деки и под действием вибраций и сил трения начинает веерообразно расходиться по поверхности деки. При этом зёрна изометрической формы скатываются вниз по коротким траекториям в ближние приёмники, а чем больше форма зёрен приближается к пластинчато-игольчатым разновидностям, тем по более длинным траекториям они перемещаются и попадают в дальние приёмники.

Для проведения исследований оценивалась форма зёрен из второй, седьмой и двенадцатой ячеек сепаратора, которые в дальнейшем использовались для приготовления абразивных притирочных паст.

Изображения зёрен получали при помощи сканера с разрешением сканирования 3200 dpi, а также с помощью микроскопа модели ЛОМО МЕТАМ Р-1 (при увеличении порядка 200 раз) с закреплённым на нём цифровым фотоаппаратом (рис. 3). Для каждой исследуемой фракции абразива получали не менее 50 изображений зёрен, как с помощью сканера, так и с помощью микроскопа. При этом, на поверхности сканера одновременно размещали все исследуемые зёрна из требуемой фракции, производили их сканирование и получали одно большое изображение, с которым работали далее. При работе на микроскопе зёрна фотографировали поштучно.

Результаты и обсуждение

В процессе проведения исследований установлено, что качество изображений, получаемых на сканере (несмотря на очень высокое разрешение сканирования) существенно уступает качеству изображений, полученных с помощью микроскопа. Так, ввиду малого размера зёрен марки 24А зернистости 10Н (≈ 100 мкм) и их бело-прозрачной



Рис. 2. Внешний вид вибрационного сепаратора для разделения шлифовальных зёрен по форме



а)



б)

Рис. 3. Оборудование для получения изображений шлифовальных зёрен: а) сканер и компьютер, б) микроскоп и цифровой фотоаппарат

фактуры, оказалось невозможным сканирование в режиме получения монохромных (т.е. чёрно-белых) изображений.

Часть контуров зёрен (наиболее прозрачная) не фиксировалась на чёрно-белых изображениях, даже при использовании черной бумаги в качестве фона на сканере.

Вместе с тем, монохромные изображения используются для оценки коэффициентов формы в специальных программах для ЭВМ [2-3].

Поэтому сканирование производилось в цветном режиме, после чего в редакторе Paint производилось обращение цвета изображения, далее вручную тонкой кистью чёрного цвета обводились контуры зёрен, а затем изображение преобразовывалось в чёрно-белое и контуры зёрен заполнялись чёрной заливкой, при необходимости удалялись дефекты изображения – вкрапления между зёрнами (рис. 4).

Цветные изображения зёрен, получаемые с помощью микроскопа и цифрового фотоаппарата,

также преобразовывались путём обведения их контуров, преобразования изображений в чёрно-белые и заливки пространств внутри контуров (рис. 5).

Результаты оценки коэффициентов формы у фракций зёрен марки 24А зернистости 10Н из различных ячеек сепаратора, полученные путём анализа сканированных изображений и изображений, сфотографированных с микроскопа, показывают, что чем выше номер ячейки сепаратора, тем больше коэффициент формы зёрен в ней (рис. 6).

Из графика (рис. 6) также следует, что точность методики оценки формы зёрен на плоскости в значительной степени зависит от оборудования, с помощью которого получены изображения зерен (сканер или микроскоп) (рис. 7). Так, разница коэффициентов формы, установленных путём обработки изображений, полученных на сканере и с помощью микроскопа, составляет 38 % для зёрен из первой ячейки сепаратора и 89 % для зёрен из двенадцатой ячейки сепаратора.

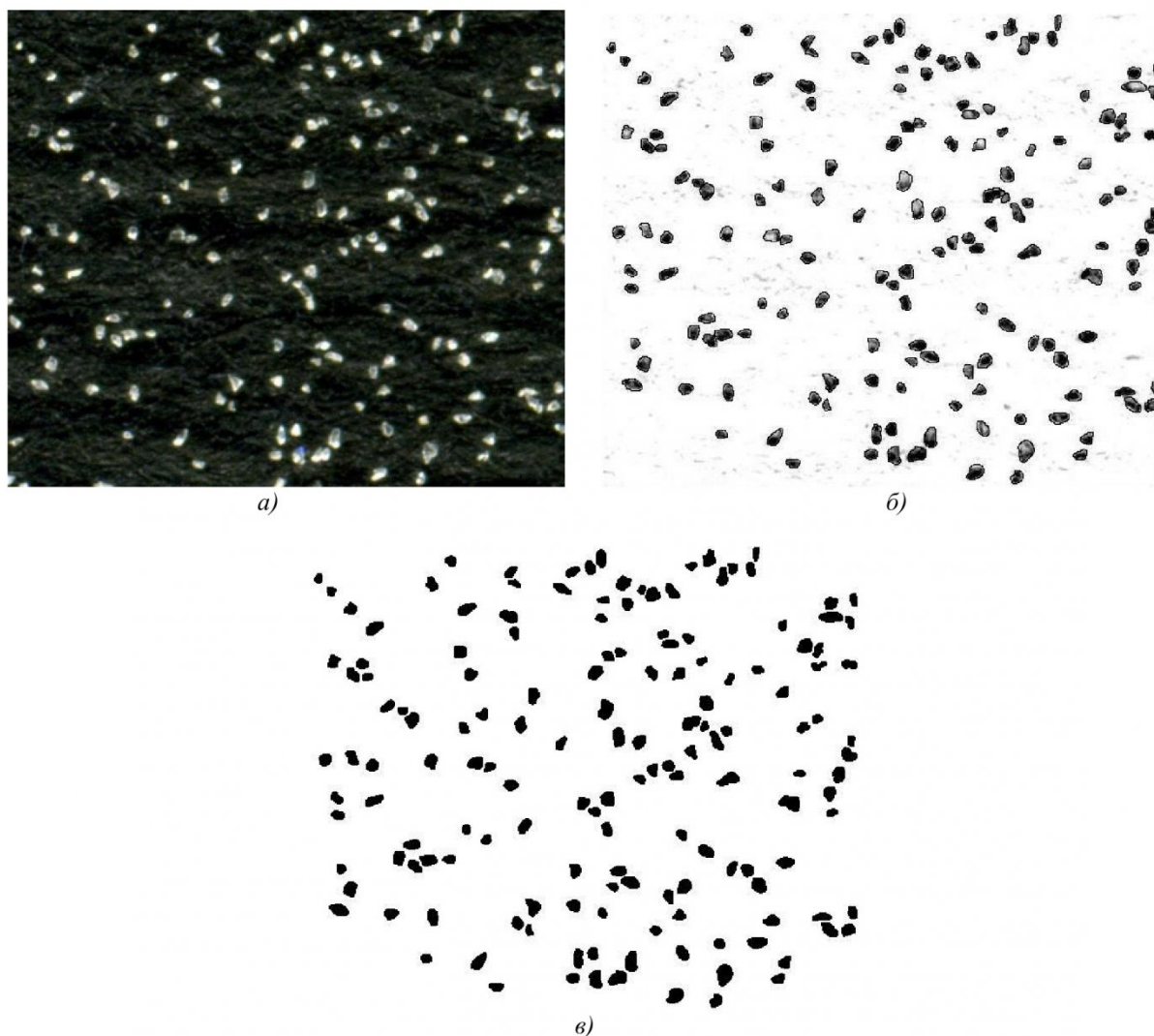


Рис. 4. Изображения зёрен марки 24А 10Н, полученные на сканере: а) цветное изображение б) цветное изображение с обращёнными цветами и обведёнными контурами зёрен, в) готовое чёрно-белое изображение.

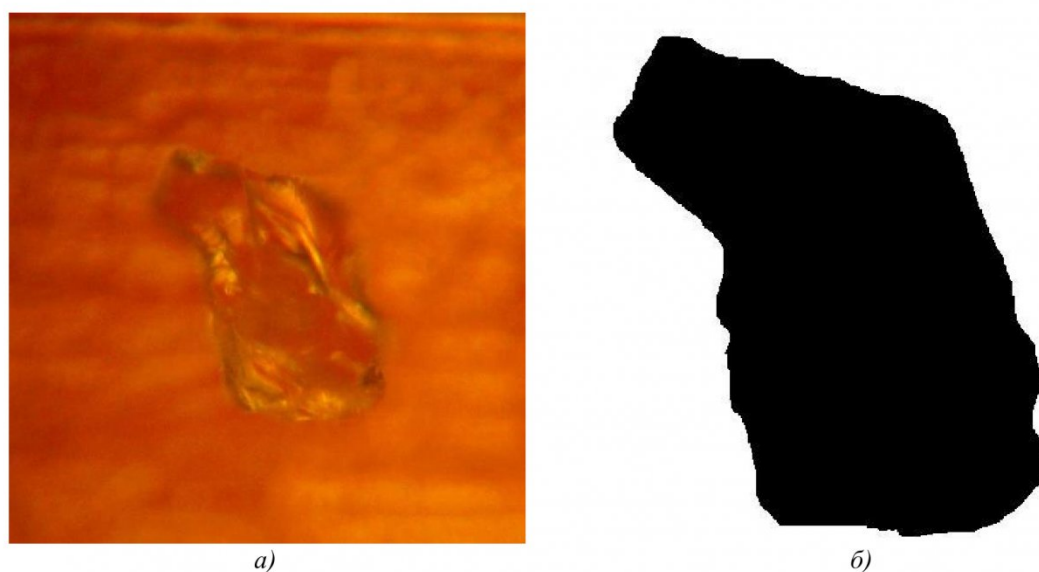


Рис. 5. Изображение зерна марки 24А 10Н, полученное при помощи микроскопа и цифрового фотоаппарата: а) исходное цветное изображение б) преобразованное чёрно-белое изображение

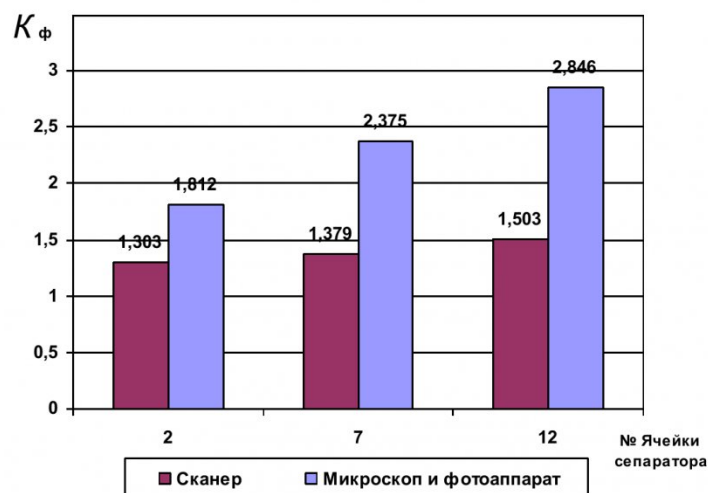


Рис. 6. Результаты оценки коэффициентов формы у фракций зёрен 24А 10Н из различных ячеек сепаратора, полученные путём анализа сканированных изображений, и изображений, сфотографированных с микроскопа

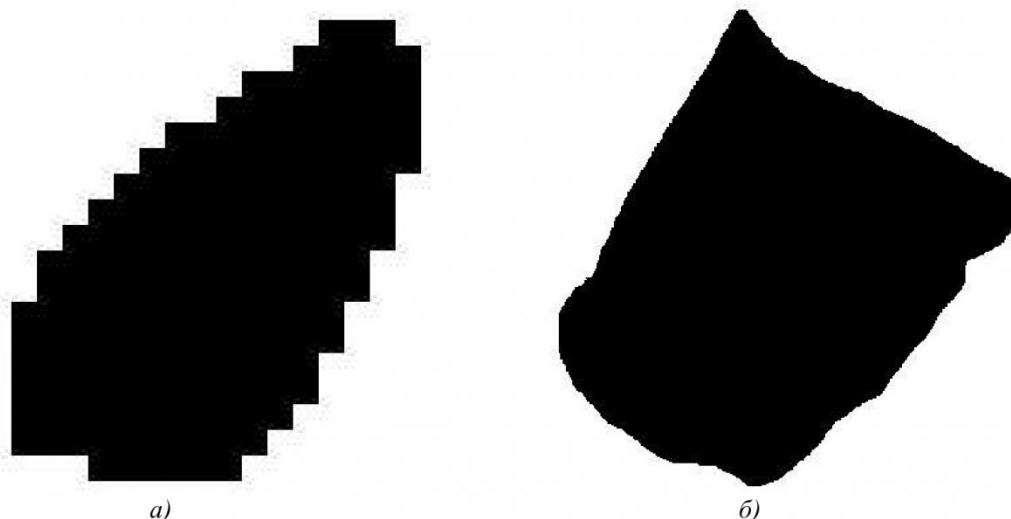


Рис. 7. Изображения зёрен марки 24А 10Н, полученные при помощи сканера (а), а также микроскопа и цифрового фотоаппарата (б)

Выводы

Из результатов работы следует, что изображения зёрен получаемые как сканированием, так и посредством микроскопа пригодны для количественной оценки формы зёрен. Однако там, где зёрна имеют малые размеры (менее 300÷400 мкм), бело-прозрачные оттенки и требуется высокая точность измерений, целесообразно использовать микроскоп для получения изображений зёрен.

В тех случаях, когда зёрна характеризуются

достаточно крупными размерами, имеют тёмные оттенки и необходимо быстрое получение результатов, то целесообразно использовать сканер. Описанное лабораторное оснащение и методика количественной оценки формы шлифовальных зёрен позволяют проектировать и изготавливать шлифовальные инструменты с контролируемой формой зёрен, обладающие повышенными эксплуатационными возможностями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коротков, А. Н. Эксплуатационные свойства абразивных материалов : монография. – Красноярск : Изд-во Краснояр. ун-та, 1992. – 122 с.

2. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2003611938. Определение геометрических характеристик шлифовальных зёрен (Zerno) / А. Н. Коротков, Д. С. Захаров. – № 2003611454 ; заявл. 2.07.03 ; опубл. 22.08.03. – 1 с.

3. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006610153. Форма шлифовальных зёрен / А. Н. Коротков, Г. М. Рылов. – № 2005612738 ; заявл. 25.10.05 ; опубл. 10.1.06. – 1 с.

4. Пат. 2248851 РФ, МПК⁷. В 07В 1/40, 13/007/08. Вибрационный сепаратор / А. Н. Коротков, Г. М. Дубов, В. Г. Баштанов. – № 2003129945 ; заявл. 08.10.03 ; опубл. 27.03.05, Бюл. № 9. – 3 с.

Поступила в редакцию 19.05.2015

UDC 621.922.3

LABORATORY EQUIPMENT AND TECHNIQUE OF THE QUANTITATIVE ASSESSMENT OF GRINDING GRAINS FORM PARAMETER

Korotkov Vitaly A.^{1,2},

C.Sc. (Engineering), Associate Professor, e-mail: korotkov-va@mail.ru

Vidin Denis V.¹,

Senior Lecturer, e-mail: dionis.vidin@gmail.ru

Ryzhikova Anna V.¹,

Engineer, e-mail: ryzhik-anna@yandex.ru

¹T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Vesennjaja Street, 28, Kemerovo, 650000, Russian Federation

²National Research Tomsk Polytechnic University, Lenin Avenue, 30, Tomsk, 634050, Russian Federation

Abstract

The quantitative assessment of the form parameter at corundum grinding grains fractions of F10 granularity received from the initial mass of a usual abrasive on the vibration separator intended for division of grains by a form parameter was carried out. The technique which is based on obtaining of flat images of abrasive grains with the subsequent establishment of the coefficients of their form equal to the relation of diameters of circumscribed circles to diameters of inscribed circles on projections of grains is applied to a quantitative assessment of a form of grains. The form coefficients of abrasive grains were established by means of special computer programs. The average form coefficient of the abrasive grains in each fraction was determined by results of research not less than 50 separate grains.

For obtaining of the abrasive grains images the scanner, and also a microscope with the digital camera installed on it were used. By results of researches it is established that the images of grains received by scanning and by means of a microscope are suitable for a quantitative assessment of a form parameter of abrasive grains. However where grains have the small sizes (less than 300÷400 of micron), white and transparent shades and high precision of measurements is required, usage of a microscope for obtaining of abrasive grains images is expedient.

Keywords grinding grains, quantitative assessment of abrasive grains form parameter according to their flat images, form coefficient of abrasive grains, the equipment for obtaining of abrasive grains images

REFERENCES

1. Korotkov A.N., Jekspluatacionnye svojstva abrazivnyh materialov [Operational properties of abrasive materials]. Krasnoyarsk: "Publishing house of Krasnoyarsk University", 1992. 122 p. (rus)
2. Korotkov A.N., Zaharov D.S., Opredelenie geometricheskikh harakteristik shlifoval'nyh zjoren (Zerno) [Determination of geometric characteristics of grinding grains (Zerno)]. Russian Federation Certificate on official registration of the computer program 2003,611,938 (2003).
3. Korotkov A.N., Rilov G.M., Forma shlifoval'nyh zjoren [Form parameter of abrasive grains]. Russian Federation Certificate on official registration of the computer program 2006,610,153 (2006).
4. Korotkov A.N., Dubov G.M., Bashtanov V.G., Vibracionnyj separator [Vibrating separator] Russian Federation Patent 2,248,851. (2005).

Received: 19 May 2015