

Проектирование абразивного инструмента для шлифования деталей подшипников

*Крюков С. А.^{1,3}, д-р техн. наук, профессор;
Шумячер В. М.^{1,4}, д-р техн. наук, профессор;
Яцкевич О. К.^{2,5}, канд. техн. наук, доцент*

*¹Волгоградский государственный технический университет
400005, Россия, Волгоград, пр. им. Ленина, 28*

*²Белорусский национальный технический университет
220013, Беларусь, г. Минск, пр-т Независимости, 65*

E-mail: ³sf-visteh@mail.ru, ⁴vms22@yandex.ru, ⁵bntu2007@tut.by

Аннотация. При шлифовании дорожек качения роликовых подшипников предъявляются высокие требования к точности, геометрической форме, а также качеству поверхности (шероховатость и отсутствие прижогов). На финишной операции хорошо зарекомендовал себя керамический электрокорундовый абразивный инструмент фирмы Tyrolit. В настоящее время в РФ достаточное количество предприятий абразивной отрасли, которые потенциально могли бы справиться с задачей по замене импортного инструмента. Для решения этой задачи были проведены необходимые исследования на базе научно-технологического центра Волжского научно-исследовательского института абразивов и шлифования (НТЦ ВНИИАШ) Волгоградского государственного технического университета. Созданы экспериментальные круги, изготовленные из смеси зерен разной зернистости, работающие весь цикл обработки в режиме равномерного самозатачивания и непрерывной регенерации рабочей поверхности, что является одной из основных причин их высоких режущих свойств.

Ключевые слова: износостойкость, эксплуатационные характеристики, абразивный инструмент, структура.

Design of an abrasive tool for grinding bearing parts

Kryukov S. A.¹, Shumyacher V. M.¹, Yatskevich O. K.²

¹Volgograd State Technical University

²Belarusian National Technical University

Annotation. When grinding roller bearing raceways, high demands are placed on accuracy, geometric shape, as well as surface quality (roughness and absence of cauterization). The ceramic electrocorundum abrasive tool of Tyrolit company proved itself well at the finishing operation. Currently, there are a sufficient number of enterprises in the abrasive industry in the Russian Federation that could potentially cope with the task of replacing imported tools. To solve this problem, the necessary research was carried out on the basis of the scientific and Technological Center of the Volga Research Institute of Abrasives and Grinding (STC VNIASH) Volgograd State Technical University. Experimental circles made of a mixture of grains of different grain sizes have been created,

working the entire processing cycle in the mode of uniform self-sharpening and continuous regeneration of the working surface, which is one of the main reasons for their high cutting properties.

Keywords: war resistance, performance characteristics, abrasive tool, structure.

Введение. Необходимость замещения импортного абразивного инструмента на отечественный является необходимым процессом создания инновационных технологий в производстве подшипников.

Целью исследования являлось проектирование отечественного высокоэффективного абразивного инструмента (АИ) для шлифования дорожек качения роликовых подшипников.

Исходными данными для проектирования и создания высокоэффективного отечественного АИ было использование классических материалов и существующей технологии производства на российских абразивных предприятиях. На наш взгляд наиболее перспективным направлением проектирования абразивного инструмента является управление структурой и дисперсностью компонентов. Изменение процентного содержания отдельных фракций шлифзерна ведет к достижению необходимых эксплуатационных показателей процесса шлифования, а также определяет пути повышения производительности шлифования. Применение предлагаемых шлифкругов позволяет повысить производительность шлифования за счет увеличения скорости вращения круга или глубины обработки.

Производители АИ уделяют особое внимание назначению гранулометрического состава абразивного зерна и наполнителей. Размер и форма компонентов АИ, оказывает значительное влияние на качество самого инструмента и его эксплуатационных характеристик. Зерновые составы абразивных материалов и наполнителей представляют собой полидисперсные системы зерен, различающихся размерами и формой. ГОСТ 3647–80 «Материалы шлифовальные» определяет суммарное содержание крупной, основной и мелкой фракций. Однако, анализ данных по абразивному инструменту зарекомендовавшего себя в отечественном производстве показывает, что в зерновых составах рассмотренных номеров зернистостей, наиболее часто применяемых при шлифовании, содержание основных фракций соответствует норме и не выходит за пределы, допускаемые ГОСТом. В то же время предельные, крупные и мелкие фракции по отдельным видам шлифзерна значительно превосходят допускаемые пределы. Особенно это касается мелкой фракции, содержание которой может быть в 5,8 раза больше или в 15 раз меньше, чем предусмотрено ГОСТом.

В связи с этим перспективным направлением является изыскание новых и совершенствование существующих составов абразивных смесей различных характеристик, реализующие конкретные требования к инструментам по прочности, твердости, пористости и структуре.

Анализ высококачественного импортного инструмента ряда производителей показал, что содержание основной фракции зерна в два раза меньше, а мелкой фракции содержится в 8–9 раз больше, а в отдельных импортных шлифкругах присутствует дополнительная мелкодисперсная фракция в 5–6 раз меньше размеров зерен основной фракции. Приведенные данные свидетельствуют, что абразивные составы смесей отдельных зарубежных фирм значительно отличаются от оте-

чественных зерновых составов. Следует отметить, что зерновой состав импортных кругов, имеет содержание основной фракции зерна в два раза меньше, а мелкой фракции содержится в 8–9 раз больше, чем у зерна марки 24А.

Основные структурные и физико-механические свойства АИ зависят, главным образом, от дисперсности (крупности) зерен и от их соотношения в зерновом составе. С уменьшением зернистости и оптимизации зернового состава свойства улучшаются, как правило, показатели инструмента [1–5].

Оптимизация зернового состава подразумевает получение абразивной смеси с узкой фракций зерна по размеру или набором разных фракций, но сравнительно одинаковым их соотношением в зерновом составе.

Исходя из вышесказанного были изготовлены опытные образцы абразивного инструмента 6 кругов 150×10×10 25AF46/F60/F80L6V. Серийные (отечественные) – 25AF46L6V. Серийный-импортный, характеристики неизвестны.

Эксплуатационные показатели кругов оценивались по следующим критериям (ГОСТ 2424-83):

- режущая способность кругов Q_m , мм³/мин·мм;
- скорость изнашивания кругов Q_a , мм³/мин·мм;
- коэффициент шлифования $K_{ш} = Q_m / Q_a$;
- шероховатость шлифованной поверхности R_a , мкм.

Наличие прижогов, трещин и других дефектов определяли визуально.

Линейный износ круга замерялся микронным индикатором с точностью до 1 мкм в четырех точках по периферии и в 5–6 точках по его высоте. В качестве базовой части использовалась неработающая поверхность и по известным формулам определялась скорость изнашивания кругов мин·мм.

Режущая способность кругов определялась с помощью стационарно установленных микронных индикаторов путем замера глубины сошлифованного металла в двух точках по ширине и трех точках по длине образца с точностью до 1 мкм. Результаты замеров усреднялись и пересчитывались в мм³/мин·мм.

Шероховатость обработанной поверхности замеряли на профилометре модели 283.

Необходимое количество испытаний и измерений определялось известным методом математической статистики по оценке выборочной средней с помощью доверительных интервалов [6]. Расчеты показали, что при относительной ошибке средних значений экспериментальных данных в пределах ±10 % и доверительном уровне 0,95 количество сравнительных испытаний кругов должно быть от 4 до 6.

Результаты испытаний показали, что режущая способность с увеличением глубины шлифования имеет тенденцию к увеличению. При этом наибольшие результаты, аналогичные с импортным, получены при шлифовании экспериментальным кругом, изготовленным из смеси зерен разной зернистости 25AF46/F60/F80L6V, превышающие результаты серийного (отечественного) круга по стали ШХ15 примерно в 1,4 раза. В то же время износ Q_a экспериментальных кругов больше, чем серийных (отечественных). При малой глубине обработки коэффициент шлифования $K_{ш}$ у всех кругов практически одинаковый, а с увеличением глубины обработки этот коэффициент у экспериментальных кругов повышается в 1,18–1,43 раза по сравнению с серийными (отечественными) кругами. Помимо этого, при шлифовании экспериментальным шлифкругом шероховатость обработанных по-

верхностей снижается на 1–2 разряда класса чистоты, а его стойкость между правками повышается в 1,4–1,8 раза по сравнению с серийным (отечественным) кругом. А прижоги в отличие от импортного АИ и серийного (отечественного) отсутствуют полностью. Это объясняется тем, что экспериментальный круг имеет измененную структуру черепка. В экспериментальном круге каркас черепка и рабочей поверхности состоит из зерен крупной зернистости, между которыми располагаются зерна средней и мелкой зернистостей. Зерна мелкой зернистости являются, в основном, армирующим элементом связки. Зерна средней зернистости зерен при выходе на рабочую поверхность инструмента в процессе резания вырываются из связки, образуя дополнительные поры между основными крупными зернами. Это устраняет практически полностью «засаливание» рабочей поверхности круга.

В связи с этим экспериментальные круги, изготовленные из смеси зерен разной зернистости, работают весь цикл обработки в режиме равномерного самозатачивания и непрерывной регенерации рабочей поверхности, что является одной из основных причин их высоких режущих свойств.

Заключение. Проведенные теоретические и экспериментальными исследования показали правильность, заявленных нами предложений по модификации абразивного инструмента путем применения широкой гаммы размеров абразивных зерен и наполнителей.

Применение предлагаемых шлифкругов позволяет не только решить вопросы импортозамещения, но и повысить производительность шлифования за счет увеличения скорости вращения круга или глубины обработки.

Литература

1. Крюков, С. А. Шлифовальный инструмент из абразивного материала на основе составляющих разной зернистости / С. А. Крюков // Вестник машиностроения. – 2014. – № 10. – С. 49–51.
2. Мурдасов, В. А. Некоторые особенности изготовления крупнозернистых шлифкругов для зачистки металла / В. А. Мурдасов, Ю. П. Григорьев, А. И. Котельников // Абразивы: науч.-техн. реф. сб. – Вып. 6. – М. : НИИМАШ, 1963. – С. 5–8.
3. Крюков, С. А. Использование наполнителей и смесей из абразивов разных зернистостей и формы для совершенствования шлифовальных инструментов / С. А. Крюков, Н. В. Байдакова, А. И. Мироседи. – Москва, 2017.
4. Байдакова, Н. В. Влияние формы и зернистости абразивного зерна на эффективность процесса шлифования / Н. В. Байдакова, С. А. Крюков, А. В. Славин // Тяжелое машиностроение. – 2016. – № 3–4. – С. 35–37.
5. Байдакова, Н. В. О влиянии формы и зернистости абразивного зерна на эффективность шлифования / Н. В. Байдакова, С. А. Крюков // Процессы абразивной обработки, абразивные инструменты и материалы. Сборник статей Международной научно-технической конференции Шлифабразив-2014. – 2014. – С. 106–110.
6. Голубцова, Е. С. Статистические методы исследования конструкционной керамики: монография / Е. С. Голубцова, Б. А. Каледин. – Минск : Технопринт, 2004. – 259 с.

7. Mohan, R. A review of self-sharpening mechanisms of fixed abrasive tools / R. Mohan, R. Deivanathan // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. – 2019. – № 10. – 965–974.

УДК 621.923

Применение новых технологий окончательной обработки бронзовых вкладышей подшипников скольжения для повышения их работоспособности

Куфаев В. Г.

*Санкт-Петербургский горный университет Императрицы Екатерины II
199106, Россия, г. Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, 2
E-mail: kufaev1999@mail.ru*

Аннотация. Анализ литературы по применению подшипников скольжения показал, что их вкладыши подвержены значительному неравномерному износу. По причине того, что имеющиеся методы окончательной обработки имеют недостатки, существенно проявляющиеся при обработке бронзы, было предложено использование комбинации методов финишной обработки поверхностей бронзовых вкладышей подшипников скольжения.

Ключевые слова: вкладыши подшипников скольжения, неравномерный износ, керамические режущие пластины, метод магнитно-абразивной обработки.

Application of new finishing technologies of bronze inserts for sliding bearings to increase their performance

Kufaev V. G.

St. Petersburg Mining University of Empress Catherine II

Annotation. An analysis of the literature on the use of sliding bearings showed that their bearings are subject to significant uneven wear. Due to the fact that the available finishing methods have disadvantages that are significantly manifested when processing bronze, it has been proposed to use a combination of methods for finishing the surfaces of bronze journal bearing shells.

Keywords: plain bearing shells, uneven wear, ceramic cutting inserts, magnetic abrasive processing method.

Введение. Подшипники скольжения широко используются в различных областях техники. В частности, сферические подшипники скольжения устанавливаются на карьерных самосвалах серии БЕЛАЗ-7513, где они используются в конструкции задней и передней пневмогидравлических подвесок, соединяя проушину с основанием, устанавливаются на тяге рулевой трапеции, обеспечивая ее соединение с поворотными рычагами, а также обеспечивают установку гидроцилиндров опрокидывающего механизма на раму и платформу [1].