



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*

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].



Подшипники скольжения состоят из корпуса и вкладыша, который изготавливается из материалов с низким коэффициентом трения. Чаще всего используются бронзовые и латунные сплавы, а также алюминий или чугун. При этом именно вкладыши подшипников скольжения изнашиваются в этих узлах в наибольшей степени, что приводит к потере работоспособности всего подшипникового узла и провоцирует остановку машины на техническое обслуживание и ремонт [2].

Износ вкладышей подшипников скольжения сопровождается потерей ими эксплуатационных свойств, в частности, это касается центральной части вкладыша, которая, соприкасаясь с вращающимся валом все время работы, изнашивается наиболее значительно. Соответственно, износ вкладышей является неравномерным и часто наблюдается следующая ситуация: вкладыш подшипника достигает критического износа в своей центральной части, однако в целом время замены еще не подошло – деталь могла бы работать безотказно еще несколько циклов [3].

Существующие проблемы при использовании традиционных методов обработки вкладышей подшипников скольжения. Эксплуатационные свойства, такие, как износостойкость, стойкость к задирам и усталостная прочность, закладываются на этапах окончательной обработки деталей и зависят от качества получаемой поверхности: шероховатости, ее направления, а также микротвердости. Для вкладышей подшипников скольжения могут применяться следующие операции финишной обработки: шлифование, хонингование, полирование, тонкое точение алмазными или корундовыми резцами. Однако абразивные методы обработки бронзы не являются достаточно эффективными вследствие быстрого засаливания инструментов элементами отделяющейся стружки. Это приводит к быстрому снижению качества обрабатываемой поверхности, появлению на ней дефектов. Кроме того, шлифование, как высокотемпературный метод обработки, способствует шаржированию обрабатываемой поверхностью частиц инструмента, а также способствует развитию поверхностных трещин [4]. Полирование также не является предпочтительным вариантом обработки вследствие того, что не обеспечивает высокого качества поверхности и не исправляет дефектов, оставшихся от предыдущих операций, хотя и позволяет достичь высокого класса шероховатости за счет сглаживания неровностей [5]. Метод тонкого точения алмазными или корундовыми резцами не является экономически эффективным из-за большой стоимости режущих пластин [6].

Предложение по решению выделенных проблем. Таким образом, необходим поиск методов окончательной обработки, которые не только обеспечат высокое качество обработанной поверхности, но и позволят повысить ее эксплуатационные свойства, в частности, износостойкость. Решением может стать комбинация двух методов: точения с использованием пластин из режущей керамики, в частности, сплавов ВОК-60 или ВОК-63, и метода магнитно-абразивной обработки.

Применение метода точения с использованием керамических режущих пластин позволяет добиться высокой эффективности обработки, снизить затраты на обработку, поскольку пластины из режущей керамики дешевле даже твердосплавных, а также сократить само время обработки, поскольку скорости резания



при данной обработке, как правило, значительные [7, 8]. Кроме того, данный метод точения позволяет получить поверхность повышенной точности с низкой шероховатостью при правильном подборе режимов обработки, а также обеспечении у пластин необходимого радиуса скругления режущей кромки. Правильный подбор данного параметра позволит продлить ресурс работы инструмента, снизить силы резания и остаточные напряжения на обработанной поверхности [9].

Что касается метода магнитно-абразивной обработки, он является в настоящее время весьма перспективным для применения, особенно на станках с числовым программным управлением (ЧПУ) вследствие своей высокой универсальности [10, 11]. Также это метод бесконтактной обработки, что позволяет избежать высоких температур и нагрузок при его использовании. Эффективность применения данного метода также напрямую зависит от рационального подбора параметров обработки, в частности, вида порошка и его фракции, вида магнитного поля и смазывающе-охлаждающей жидкости. В частности, для обработки вкладышей подшипников рекомендуется использовать нетрадиционный метод магнитно-абразивной обработки, основанный на применении индуктора на постоянных магнитах с нанесенным на него абразивным порошком марки Р6М5, обладающего высокими магнитными свойствами, что особенно важно при обработке слабомагнитной бронзы [12]. Поскольку метод способствует не только снижению шероховатости, но также положительно сказывается на износостойкости, оказывая силовое воздействие, приводящее к микропластическому деформированию и наклепу обработанной поверхности, он может быть использован для упрочнения вкладышей подшипников скольжения и повышения их работоспособности. На базе Санкт-Петербургского Горного университета Императрицы Екатерины II планируется проведение лабораторных исследований по магнитно-абразивной обработке бронзовых заготовок с целью подтверждения высказанных доводов.

Закключение. Входя в состав различных горных машин, подшипники скольжения оказывают важное влияние на эффективность их работы. Тем не менее, их вкладыши подвержены неравномерному износу, что ставит перед исследователями ряд проблем по повышению эффективности технологий окончательной обработки. Применение метода магнитно-абразивной обработки после предварительного точения с использованием резцов из керамических материалов может стать одним из направлений решения данного вопроса, повысив эксплуатационные свойства обрабатываемой детали и, тем самым, увеличив ее работоспособность.

Литература

1. Карьерные самосвалы серии БЕЛАЗ-7513: БЕЛАЗ-7513, БЕЛАЗ-75131, БЕЛАЗ-75135, БЕЛАЗ-75137, БЕЛАЗ-75139, БЕЛАЗ-75131А, БЕЛАЗ-75131В. Руководство по эксплуатации 75131-3902015 РЭ / ОАО «БЕЛАЗ» управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ». – 2015.
2. Киселев, Б. Р. Техническая механика. Привод технологических машин / Б. Р. Киселев. – СПб. : Лань, 2022. – 312 с.



3. Нагоркин, М. Н. Надежность технологического обеспечения шероховатости и износостойкости поверхностей деталей инструментами из синтетических сверхтвердых материалов: дис. ...док. техн. наук / М. Н. Нагоркин. – Брянск : ФГБОУ ВО «БГТУ», 2019. – 374 с.
4. Зубарев, Ю. М. Основы резания материалов и режущий инструмент / Ю. М. Зубарев, Р. Н. Битюков. – СПб. : Лань, 2022. – 228 с.
5. Егоров, М. Е. Технология машиностроения / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев. – М. : Высшая школа, 1976. – 534 с.
6. Хозяев, И. А. Основы технологий пищевого машиностроения / И. А. Хозяев. – СПб. : Лань, 2022. – 264 с.
7. Халимоненко, А. Д. Точность обработки при точении заготовок режущим инструментом, оснащенным сменными керамическими пластинами / А. Д. Халимоненко, Р. В. Выюшин // Записки Горного института. – 2014. – Т. 209. – С. 99–103.
8. Максаров, В. В. Влияние параметров магнитно-абразивной обработки на керамический режущий инструмент для технологического обеспечения качества прецизионных изделий из хладостойких сталей / В. В. Максаров, М. А. Попов, В. П. Захарова // Черные металлы. – 2023. – № 1. – С. 67–73.
9. Исследование влияния радиуса скругления режущей кромки на шероховатость поверхности деталей / В. В. Максаров [и др.] // Металлообработка. – 2023. – № 2 (134). – С. 8–18.
10. The use of composite powders in the process of magnetic-abrasive finishing of taps to improve the quality of threads in articles made of corrosion-resistant steels / V. V. Maksarov [и др.] // Черные металлы. – 2022. – № 2. – С. 49–55.
11. Maksarov, V. V. Improving internal threaded surfaces in highly loaded components / V. V. Maksarov, S. A. Vasin, A. I. Keksin // Russian Engineering Research. – 2021. – № 41 (10). – P. 944–947.
12. Хомич, Н. С. Магнитно-абразивная обработка изделий / Н. С. Хомич. – Минск : БНТУ, 2006. – 218 с.