

Рисунок 5 – Амплитудно-частотный спектр кинематической погрешности

На графике кинематической погрешности четко просматривается однопериодная синусоида, выраженная в спектре амплитуд значением первой гармоники, значительно превышающей значения амплитуд остальных гармоник, а также проявление высокочастотных погрешностей, которые накладываются на однопериодную синусоиду и дают значительную величину местных погрешностей.

Оценить элементарные составляющие кинематической погрешности исследуемой передачи позволяет амплитудно-частотный спектр. На спектре выделяется три участка гармоник с наибольшими значениями амплитуд: низкочастотный участок (гармоники 1-3), среднечастотный (гармоники 50, 51) и высокочастотный (гармоники с наибольшими амплитудами кратными 50 и 51). Основными причинами образования гармоник с номерами 1-3 являются отклонения расположения осей отверстий водила и зазоры в сопряжениях деталей ведомого звена. Гармоники 50, 51 и кратные им характеризуют погрешности изготовления зубьев (погрешности шага и профиля зубьев) и проявляются при вхождении зубьев в зацепление, как циклическая погрешность зубцовой частоты.

Список использованных источников

1. Планетарная передача: пат. 5092 С1 Респ. Беларусь, МПК7 F 16Н 1/28 / А. М. Пашкевич, В. М. Пашкевич, В. В. Геращенко, М. Ф. Пашкевич; заявитель Могилев. гос. техн. ун-т. – № 19981087; заявл. 30.11.98; опубл. 30.03.03 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2003. – № 1 (36). – С. 161.
2. Пашкевич, М. Ф. Планетарные передачи с повышенной нагрузочной способностью для реверсивной работы в приводах строительных и дорожных машин / М. Ф. Пашкевич, О. Е. Печковская. // Вест. МГТУ. – 2005. – № 2. – С. 127–131.
3. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР / В. Н. Малюх. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 192 с.
4. Повышение точности механических передач на основе компьютерного моделирования и использования технологий искусственного интеллекта: монография / В. М. Пашкевич [и др.]. – Белорус.-Рос. ун-т, 2011. – 139 с. : ил.
5. Толстов, Г. П. Ряды Фурье / Г. П. Толстов. – 3-е изд., испр. – М.: Наука, 1980. – 384 с.

УДК 621.9.06

## ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКТОВАНИЯ ДЛЯ СБОРКИ ДВУХРЯДНЫХ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

*К.т.н., доц. Болкунов В.В., асс. Мирошкин А.Г., асс. Злобина И.В.*

*Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина*

Использование подшипников повышенной конструктивной сложности является одним из направлений создания конкурентоспособной машиностроительной продукции. К таким подшипникам относятся, в частности, двухрядные шариковые радиально-упорные подшипники, применяемые в ступицах колес переднеприводных автомобилей. Одной из основных причин выхода из строя таких подшипников является недостаточная точность их сборки. Обеспечение требуемой точности взаимного расположения деталей подшипников обеспечивается двухкоординатной сортировкой, что значительно повышает трудоемкость сборки.

В Научно-производственном предприятии нестандартных изделий машиностроения (г. Саратов) был выполнен анализ применяемых в подшипникоостроении способов комплектования двухрядных подшипников. Анализ показал следующее:

В патенте [1] описан способ комплектования деталей для сборки двухрядных радиально-упорных подшипников путем измерения диаметров желобов колец в точках контакта с шариками при номинальном угле контакта с последующей сортировкой шариков и колец на группы, перед сортировкой дополнительно

замеряют расстояния между точками контакта желобов наружного кольца при номинальном угле контакта и расстоянии от монтажного торца до точек контакта желоба внутренних колец.

Недостатком данного способа сборки подшипников является то, что он не обеспечивает эффективной работы подшипника под действием радиальной нагрузки, так как из-за погрешностей изготовления деталей подшипника происходит перекося внутренних колец относительно наружного, условия работы шариков в левом и правом рядах получаются различными. Это является причиной снижения качества сборки подшипников и уменьшения их эксплуатационных свойств.

Наиболее эффективным из применяемых является способ сборки двухрядных подшипников, включающий предварительную сборку, измерение параметров сборки, разборку и повторную сборку с заменой тел качения [2]. В качестве параметра сборки в данном способе используют расстояние между торцами колец под действием осевой нагрузки, а диаметры тел качения определяют, исходя из требуемого изменения расстояния между торцами колец. Недостатком данного способа сборки подшипника под действием осевой нагрузки на внутренние кольца является то, что начальный осевой зазор в подшипнике за счет деформации колец выбирается и приближается к нулю, поэтому сборка подшипника по величине осевого зазора не имеет смысла.

Устранение указанного недостатка и повышение качества сборки подшипников было достигнуто на основе рационального выбора комплектовочных параметров и более совершенного способа комплектования.

Поставленная задача решается тем, что в способе сборки двухрядных подшипников качения, включающем предварительную сборку с эталонными шарами, измерение параметров сборки, разборку и повторную сборку с заменой тел качения, в качестве эталонных шаров используют шары диаметром:

$$d_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{D_{20} - D_{10}}{\cos \beta_0},$$

где  $D_{20}$  и  $D_{10}$  средние диаметры дорожек качения соответственно наружного и внутреннего колец в заданной плоскости контакта.

Измерение параметров сборки подшипника осуществляют под радиальной нагрузкой, при этом в качестве параметров измерения подшипника используют радиальный зазор и угол перекося наружного кольца по отношению к внутренним, а повторную сборку подшипника осуществляют с шарами, диаметры которых в левом и правом рядах определяют по формуле:

$$d = d_0 + \frac{\epsilon}{\cos \beta_0} \pm \frac{1}{\cos \beta_0} \cdot \operatorname{tg} \gamma,$$

где  $\epsilon$  отклонение замеренной величины радиального зазора  $D_p$  от номинального  $\Delta p_0$ , т.е.  $\Delta p_0 - \epsilon = \Delta p - \Delta p_0$ ;

$\gamma$  - угол перекося наружного кольца подшипника по отношению к внутреннему:

$$\gamma = \frac{1_{10} + 1_{20}}{2},$$

где  $1_{10}$  номинальное расстояние между заданными плоскостями контакта дорожек внутренних колец;

$1_{20}$  номинальное расстояние между заданными плоскостями контакта дорожек наружных колец;

"+" для ряда шаров, в сторону которых возник перекося; "-" для противоположного ряда.

Способ поясняется чертежом (рис.1).

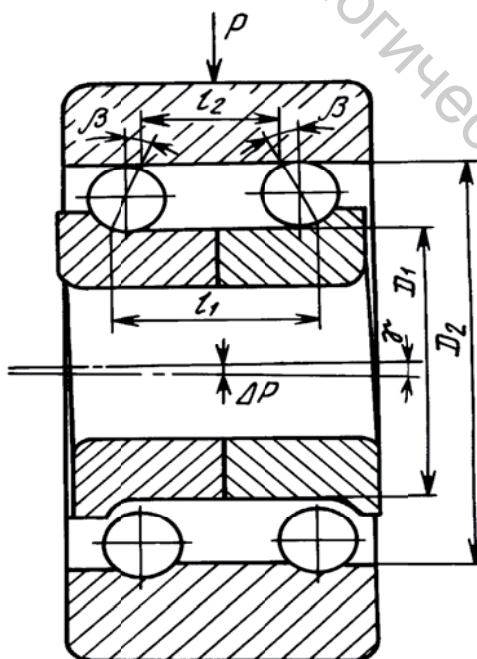


Рисунок 1 – Двухрядный шариковый радиально-упорный подшипник

Способ осуществляется следующим образом.

Сначала производят предварительную сборку с эталонными шарами, диаметр которых выбирается, исходя из формулы:

$$d_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{D_{20} - D_{10}}{\cos \beta_0}.$$

Затем к подшипнику прикладывают радиальную нагрузку и производят измерение радиального зазора  $\Delta_r$  и угла перекоса наружного кольца по отношению к внутреннему ( $\gamma$ ). Подшипник разбирают и производят повторную сборку с шарами, диаметры которых в левом и правом рядах определяют по формуле:

$$d = d_0 + \frac{\epsilon}{\cos \beta_0} \pm \frac{1}{\cos \beta_0} \cdot tg \gamma.$$

Осуществление предложенного способа сборки обеспечивает:

Заданный угол контакта в подшипнике:

$$\cos \beta_\phi = \frac{r_1 + r_2 - 0,5(D_2 - D_1)/\cos \beta_0}{r_1 + r_2 - d} \cdot \cos \beta_0,$$

где  $\beta_\phi$  - фактический угол контакта под осевой нагрузкой.

Изменение величин, уменьшаемых в числителе и знаменателе, незначительно влияет на  $\beta$ , а изменение вычитаемого в числителе компенсируется изменением вычитаемого в знаменателе.

Устранение перекоса колец, которое приводит к увеличению разности в значениях зазоров между шариками и дорожками в левом и правом рядах.

Это приводит к повышению качества сборки подшипников и увеличению их эксплуатационных свойств.

Список использованных источников

1. Королев А.А. Совершенствование технологии изготовления тонкостенных колец подшипников / Королев А.А., Королев А.В., Королев А.А. – Саратов : Сарат. гос. техн. ун-т, 2004. - 136 с.
2. Пат. РФ № 2064616 Способ сборки двухрядных подшипников качения / Королев А.В., Чистяков А.М., Королев А.А. – Опубл. 27.07.1996.

УДК 621.92

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЖИДКОГО АЗОТА НА ОКИСЛЕНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА НЕОДИМОВОГО МАГНИТА, ПОЛУЧЕННОГО ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ СПОСОБОМ

*Асп. Титов Ю.В., студ. Каменов Р.У., студ. Госина К.К., студ. Хмарина Н.В.*

*Омский государственный технический университет*

В настоящее время порошковая металлургия, в общем, и ультра-, нано размерные порошки различной дисперсности в частности, находят огромное применение в различных отраслях промышленности. Интерес к таким материалам обусловлен тем, что их свойства в значительной мере отличаются от свойств материалов крупнодисперсных порошков. Мелкодисперсные частицы металлов имеют повышенную (по сравнению с массивным состоянием) реакционную способность, в связи, с чем становится актуальной проблема прогнозирования стабильности структуры и свойств материалов, созданных из этих частиц, их устойчивости к процессам окисления, коррозии и др. Уменьшение размеров частиц металлов до ультрадисперсного диапазона приводит к изменению их электрофизических, магнитных, оптических, физико-химических характеристик. Проявление размерной зависимости свойств нано и ультрадисперсных частиц, позволяет на их основе создавать новые материалы для энергетики, микроэлектроники, медицины, машиностроения, литейного производства и др. Исследования в этом направлении находятся на этапе накопления экспериментальных данных, поэтому установление влияния размерных и структурных факторов на закономерности протекания процессов окисления металлов представляет несомненный фундаментальный и прикладной интерес. [1-5]

Вместе с тем, проблема окисления порошков в кислородосодержащей среде при различных условиях изучена не до конца. Окисление металлов в общем смысле трактуется как реакция соединения металла с кислородом, сопровождающаяся образованием окислов (оксидов). Параметры окисления порошков определяются свойствами и структурой оксидных пленок, которые, в свою очередь, зависят от условий получения порошков. [6-7].

Для эксперимента по получению ультрадисперсного порошка и последующего изучения его окисления был выбран неодимовый магнит (NdFeB). Порошок получали высокоскоростным способом на запатентованном устройстве для получения металлических порошков № 146455, от 13.05.2014 (Рис.1), в котором порошок получается путем обработки заготовки при частоте вращения шлифовального круга – 30000 об/мин, при одновременном вращательном и возвратно-поступательном движении заготовки. [8-9]