

2. Попок, Н.Н. Инструментообеспечение машиностроительных предприятий / Н.Н. Попок // Мат. науч. конф. – Витебск, Минск. – НИЭИ Минэкономики РБ. – 1999. – С. 50 – 52.
3. Базров, Б.М. Организация проектирования модульных технологических процессов изготовления деталей / Б.М. Базров // Вестник машиностроения. – 1995. – № 5. – С. 23 – 28.
4. Технология автомобилестроения / А.Л. Карунин [и др.]. – М.: Академический проект; Трикста, 2005. – 623 с.
5. Ассоциация Автомобильных Инженеров России [Электронный ресурс] / Журнал автомобильных инженеров. – Электронные данные 2009. – Режим доступа – <http://www.aae-press.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
6. Society of Manufacturing Engineers [Электронный ресурс] / Technical Information & Publications. – Электронные данные 2009 – Режим доступа – <http://www.sme.org/publications>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
7. Промсервис М [Электронный ресурс] / Статьи. – Электронные данные 2009. – Режим доступа – <http://www.promservis24.ru/artcontent.html>, свободный. – Загл. с экрана.
8. Интеллектуальное производство / М.Л. Хейфец [и др.]. – Новополюцк: Полонский государственный университет, 2002. – 268 с.
9. Унификация и агрегатирование в проектировании тракторов и технологических комплексов: учеб. пособие по специальности «Тракторы и с.-х. машины» вузов / В.П. Бойков, А.М. Сологуб, Ч.И. Жданович, П.В. Зеленый. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2003. – 399 с.
10. Попок, Н.Н. Мобильная интеграция технологий в машиностроительном производстве / Н.Н. Попок // Вестник ПГУ. Сер. В. – № 2. – 2008. – С. 25 – 29.

УДК 621.787.6

## **ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДШИПНИКОВ ФОРМИРОВАНИЕМ ПОКРЫТИЙ НА ДОРОЖКАХ КАЧЕНИЯ**

**М.А. Леванцевич**

*ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси», Минск*

**Введение.** Ужесточение требований по шуму и вибрациям, предъявляемых стандартом ЕВРО-4 к автомобилям семейства МАЗ, обуславливает необходимость разработки принципиально новых технологий изготовления ответственных деталей, которые бы при совместной работе в подвижном сопряжении обеспечивали необходимый уровень контролируемых параметров. К числу одних из наиболее ответственных изделий, влияющих

на виброакустический спектр автомобиля, относят конические роликовые подшипники серии 6-27613A1 (производства ОАО «Минский подшипниковый завод»), используемые в качестве опор осей колес в ведущем мосту. Сравнительная оценка уровня шума этих подшипников и аналогичного класса подшипников, выпускаемых Шведской фирмой SCF, показывает, что уровень шума последних на 4...6 дБ ниже, чем отечественных. Одним из путей улучшения виброакустических параметров подшипников может быть формирование на дорожках качения наружного и внутренних колец износостойких шумопонижающих покрытий. Однако данных, свидетельствующих об эффективности такого подхода, не достаточно для принятия решения о целесообразности их практического применения.

**Постановка Задачи.** Цель исследований заключалась в экспериментальной оценке влияния покрытий, сформированных на дорожке качения внутреннего кольца, на виброакустические характеристики конического роликового подшипника 6-27613A1.

**Методы исследований.** Для проведения испытаний на ОАО «Минский подшипниковый завод» была подготовлена партия из 5-ти конических роликовых подшипников серии 6-27613A1. Формирование покрытий на дорожках качения и торцах упорных бортов внутренних колец этих подшипников осуществляли вращающейся металлической щеткой (ВМЩ) с проволочным ворсом [1, 2]. Для этого использовали разработанный в Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси технологический модуль, который устанавливался в головку резцедержателя токарно-винторезного станка мод. 1К62 (рис. 1).

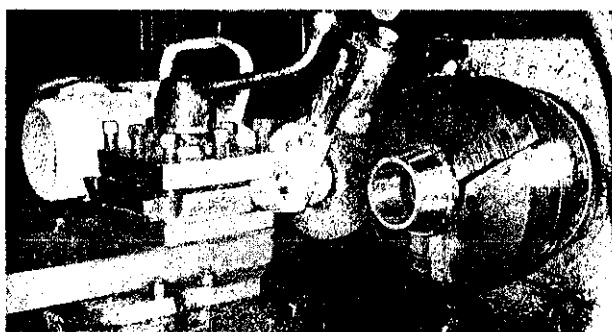


Рис. 1. Фрагмент нанесения композиционного покрытия на дорожку качения и упорный бурт внутреннего кольца конического роликового подшипника серии 6-27613A1

В качестве материалов-доноров для нанесения покрытий использовали композиционные металлические и полимерные материалы, содержащие в матричной основе ультрадисперсную алмазнографитную шихту УДА (производства фирмы «Синта», РБ), графит и дисульфид молибдена. Покрытия наносили в один и в два слоя.

Контрольные замеры параметров шероховатости и геометрических размеров дорожек качения колес до и после нанесения покрытия, а также оценку уровня вибраций собранных подшипников осуществляли по существующим на предприятии методикам с использованием сертифицированных средств измерений.

Результаты испытаний представлены в таблице. Как видно из приведенных данных, геометрические параметры внутренних колец подшипника 6-27613A1 после обработки ВМЦ с нанесением покрытия на дорожку качения и торец упорного бурта не только соответствуют требованиям конструкторской документации, но и по параметру шероховатости поверхности Ra улучшились в среднем на 40 %.

Общий уровень вибраций подшипников с покрытием, по сравнению с серийными, снизился на 1,0...2,0 дБ.

**Выводы.** При рациональном подборе конструкции щетки и режимов нанесения покрытия представляется возможным улучшить параметры шероховатости поверхности дорожек качения подшипниковых колец в среднем на 40 %. Улучшенная шероховатость и тонкий, толщиной 10...15 мкм слой покрытия способствуют снижению общего уровня вибраций подшипников на 1,0...2,0 дБ. Есть основания предположить, что уровень шума подшипников, при этом, также снизится.

Таким образом, данные исследования позволяют заключить, что, при прочих равных условиях, дополнительная, нетрудоская операция по нанесению покрытия на дорожку качения и упорный бурт внутреннего кольца конического роликового подшипника 6-27613A1 будет способствовать улучшению его виброакустических характеристик.

#### Литература

1. Леванцевич, М.А. Технологические возможности покрытий, нанесенных металлическими щетками / М.А. Леванцевич // Вестник ГГУ. – 2003. – Т. 2. – № 4. – С. 53 – 55.
2. Леванцевич М.А. Повышение эксплуатационных свойств трибосопряжений нанесением покрытий металлическими щетками / М.А. Леванцевич, Н.Н. Максимченко, В.Г. Зольников // Весті НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2005. – № 1. – С. 67 – 72.

## ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ДЕТАЛЕЙ – ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н.Н. Никольский, А.М. Долгих, Ю.А. Виринский

УО «Полоцкий государственный университет», Новополоцк

Кокильное производство отливок, по сравнению с традиционным способом литья в песчаные формы, характеризуется повышением производительности (в 2...4 раза), низкой себестоимостью, малым сроком окупаемости затрат на изготовление кокилей, а также меньшей потребностью в производственных площадях. Кроме того, отливки, полученные в кокилях, отличаются повышенной точностью, меньшей материалоемкостью и затратами на механическую обработку.

Важным преимуществом кокильного литья является повышенная прочность отливок, что позволяет уменьшать толщину стенок в отливках, не снижая расчетного значения их прочности и надежности.

Однако стремление к минимальной толщине стенки в кокильных отливках, как показывает практика, определяется не только механическими и технологическими свойствами сплава, но и технологичностью самой детали.

Основными показателями технологичности являются [1]: коэффициент использования металла ( $K_{ум}$ ) и технологическая себестоимость детали ( $C_T$ ). Первый показатель

$$K_{ум} = \frac{m_d}{m_u}, \quad (1)$$

где  $m_d$  – масса готовой детали, кг;  $m_u$  – масса всего металла, израсходованного на изготовление этой детали (включая потери жидкого металла при заливке формы на литники и отходы, связанные с их удалением, а также отходы металла в стружку при механической обработке), кг.

Очевидно, чем ближе значение этого показателя к единице, тем технологичнее конструкция детали. Второй показатель

$$C_T = M + З + O + Э + И, \quad (2)$$

где  $M$  – затраты на материал, руб.;  $З$  – заработная плата рабочих, занятых изготовлением этой детали, руб.;  $O$  – расходы, связанные с ремонтом и обслуживанием технологического оборудования, руб.;  $Э$  – затраты на электроэнергию при плавке металла и мехобработке отливки, руб.;  $И$  – затраты на изготовление и переточку инструмента, используемого при обработке данной детали, руб.

Протокол измерений внутренних колец и уровня вибраций подшипников 6-27613A1 до нанесения и после нанесения покрытий на дорожку качения и упорный бурт внутреннего кольца

Контролируемый параметр	Номер кольца										Значение по КД
	№ 1		№ 2		№ 3		№ 4		№ 5		
	без покрытия	с двух-слойным покрытием медь с УДА + композит с графитом	без покрытия	с двух-слойным покрытием медь с УДА + композит с графитом	без покрытия	с покрытием из бронзо-графита	без покрытия	покрытие из алумо-композита	без покрытия	покрытие полимер + УДА	
Отклонение диаметра роликовой дорожки, мкм	-48 -50	-20 -23	-38 -40	-3 -5	-40 -42	-11 -12	-48 -50	-17 -19	-48 -50	-17 -18	-48
Отклонение угла наклона дорожки качения, мкм	-2 -3	-1 -2	-2 -3	-1 -2	-1 +1	0 +1	-3 +2	-2 +2	-2 -3	0 -2	±3
Отклонение высоты борта, мкм	-30 -35	-30 -35	-20 -25	-20 -25	-20 -25	-15 -20	-30 -35	-25 -30	-10 -15	-10 -15	-50
Шероховатость дорожки качения, Ra	0,1	0,07	0,07	0,04	0,1	0,07	0,06	0,06	0,1	0,06	0,16
Шероховатость борта, Ra	0,45	0,33	0,27	0,28	0,4	0,35	0,43	0,24	0,33	0,29	0,4
Общий уровень вибрации подшипников, дБ		85,5		85,0		86,0		85,0		85,0	

Примечание. Измерения серийных подшипников (без покрытия колец) по уровню вибрации: с кольцом № 1 – 87 дБ; с кольцом № 2 – 86 дБ.