

РАЗРАБОТКА ОБЩЕЙ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ КАЧЕСТВА РАДИАЛЬНЫХ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Нечепаяев В.Г., Поротников В.И. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Определение уровня качества подшипников является актуальной задачей при апробации изделий новых для украинского рынка заводов (фирм-изготовителей), сравнении изделий различных заводов (фирм-изготовителей) и в других подобных случаях.

В данной работе рассматривается создание общей методики определения уровня качества шариковых радиальных подшипников качения 6208 и им аналогичных на основе лабораторных испытаний.

В соответствии с практикой обозначения подшипников качения, принятой большинством зарубежных фирм-изготовителей, подшипник качения 6208 является аналогом подшипника шарикового радиального однорядного 208 (легкая серия диаметров 2, узкая серия ширины 0) по ГОСТ 3478 «Подшипники качения. Основные размеры» и ГОСТ 8338 «Подшипники шариковые радиальные однорядные. Основные размеры».

Основные характеристики подшипника шарикового радиального однорядного 208 по ГОСТ 3478 и ГОСТ 8338:

- номинальный диаметр отверстия внутреннего кольца $d = 40$ мм;
- номинальный диаметр наружной цилиндрической поверхности наружного кольца $D = 80$ мм;
- номинальная ширина подшипника $B = 18$ мм;
- масса $m = 0,36$ кг;
- диаметр шариков $D_W = 12,7$ мм;
- количество шариков $z = 9$;
- динамическая грузоподъемность $C = 32$ кН;
- статическая грузоподъемность $C_0 = 17,8$ кН;
- предельная частота вращения при пластичном смазочном материале $n_{пр} = 8500$ мин⁻¹;
- предельная частота вращения при жидком смазочном материале $n_{пр} = 10000$ мин⁻¹.

Класс точности подшипника по ГОСТ 520 (ISO 492, ISO 199) «Подшипники качения. Общие технические условия» – нормальный.

Категория подшипника по ГОСТ 520 (ISO 492, ISO 199) – С.

Под уровнем качества подшипников качения обычно понимается соответствие их параметров (характеристик) требованиям действующих стандартов. Применительно к использованию подшипников качения 6208 в условиях Украины и стран ближнего зарубежья, уровень качества определяется соответствием их параметров (характеристик) требованиям стандартов, действующих на территории этих стран.

Нормы точности подшипников качения (параметры, характеризующие нормы точности) регламентируются ГОСТ 520 (ISO 492, ISO 199) «Подшипники качения. Общие технические условия», а контроль их осуществляется в лабораторных условиях измерительными метрологическими методами в соответствии с этим же стандартом.

Требования к подшипниковой стали нормируются ГОСТ 801 «Сталь подшипниковая. Технические условия», а контроль их осуществляется в лабораторных

условиях измерительными металлографическими методами в соответствии с этим же стандартом.

Подтверждение динамической грузоподъемности подшипников качения осуществляется на основе стендовых испытаний в соответствии с ГОСТ 8338.

В соответствии с изложенным, для оценки уровня качества подшипников качения марки 6208 предлагается комплексная методика определения их уровня качества на основе лабораторных и эксплуатационных испытаний, предусматривающая следующие основные этапы:

- лабораторные испытания подшипников качения 6208 измерительными метрологическими методами для контроля их соответствия требованиям ГОСТ 520 (ISO 492, ISO 199) применительно к подшипникам качения 208;

- лабораторные испытания подшипников качения 6208 измерительными металлографическими методами для контроля их соответствия требованиям ГОСТ 801 применительно к подшипникам качения 208;

- стендовые испытания подшипников качения 6208 для подтверждения их динамической грузоподъемности в соответствии с требованиями ГОСТ 8338 применительно к подшипникам качения 208.

1. Методика проведения лабораторных испытаний метрологическими методами.

В соответствии с требованиями ГОСТ 520 для шариковых радиальных подшипников качения нормального класса точности (которым соответствует подшипник 6208) нормируются значения следующих характеристик, определяющих класс точности подшипников:

- размерных параметров (предельных отклонений размеров и формы) подшипников;

- параметра шероховатости Ra посадочных и торцовых поверхностей колец подшипников.

Кроме перечисленных характеристик, ГОСТ 520 нормирует также твердость и неоднородность твердости колец подшипников.

Методы, средства и схемы измерений указанных выше величин определяются также ГОСТ 520.

ГОСТ 3722 «Подшипники качения. Шарики. Технические условия» нормирует значения предельных отклонений размеров, разрушающей нагрузки и твердости шариков подшипников качения, а также методы и средства их измерения.

Определение размерных параметров подшипников. В соответствии с требованиями ГОСТ 520 для шариковых однорядных радиальных подшипников качения нормального класса точности нормируются значения следующих предельных отклонений размеров и формы подшипников, определяющих их класс точности:

- Δ_{dmp} – отклонение среднего диаметра отверстия в единичной плоскости;
- V_{dsp} – непостоянство диаметра отверстия в единичной плоскости;
- V_{dmp} – непостоянство среднего диаметра отверстия;
- Δ_{Dmp} – отклонение среднего наружного диаметра в единичной плоскости;
- V_{Dsp} – непостоянство наружного диаметра в единичной плоскости;
- V_{Dmp} – непостоянство среднего наружного диаметра;
- Δ_{Bs} – отклонение единичной ширины внутреннего кольца;
- V_{Bs} – непостоянство ширины внутреннего кольца;
- Δ_{Cs} – отклонение единичной ширины наружного кольца;
- V_{Cs} – непостоянство ширины наружного кольца;

- K_{ia} – радиальное биение внутреннего кольца собранного подшипника;
- K_{ea} – радиальное биение наружного кольца собранного подшипника;
- S_{ia} – осевое биение внутреннего кольца собранного подшипника;
- S_{ea} – осевое биение наружного кольца собранного подшипника;
- S_i – непараллельность дорожки качения внутреннего кольца относительно торца;
- S_e – непараллельность дорожки качения наружного кольца относительно торца;
- S_d – неперпендикулярность торца внутреннего кольца относительно отверстия.

Определение параметра шероховатости Ra колец подшипников. Определение параметра шероховатости Ra посадочных и торцовых поверхностей колец подшипников 6208 производится путем прямого непосредственного измерения его значений при помощи профилометра цехового с цифровым отсчетом и индуктивным преобразователем модели 296 ТУ 2-034-4-83.

Действие прибора основано на принципе ощупывания неровностей исследуемой поверхности алмазной иглой щупа и преобразования возникающих при этом механических колебаний щупа в изменение электронного сигнала, пропорционального этим колебаниям.

Определение твердости и неоднородности по твердости колец подшипников. В соответствии с требованиями ГОСТ 520 для шариковых радиальных подшипников качения нормального класса точности нормируются значения твердости и неоднородности твердости колец подшипников, а также метод (по Роквеллу) и схема их измерений.

Методика измерения твердости металлов и сплавов по методу Роквелла, подготовка поверхностей испытуемых образцов и условия проведения испытаний регламентируются ГОСТ 9013 «Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу».

Определение размерных параметров шариков подшипников. В соответствии с требованиями ГОСТ 3722 «Подшипники качения. Шарiki. Технические условия» нормируются значения параметра $\Delta_{D_{\text{ср}}}$ – отклонение среднего диаметра шарика.

Определение твердости шариков подшипников. В соответствии с требованиями ГОСТ 3722 «Подшипники качения. Шарiki. Технические условия» нормируются значения твердости шариков подшипников, а также метод (по Роквеллу) и схема их измерений. Допускаемое значение твердости шариков составляет $HRC\ 62\dots66$.

Испытания шариков на разрушающую нагрузку. В соответствии с требованиями ГОСТ 3722 «Подшипники качения. Шарiki. Технические условия» шарiki подшипников должны выдерживать испытания на разрушающую нагрузку.

Испытание шариков на разрушающую нагрузку заключается в приложении к шарикам, установленным в призмы - стальные подушки, разрушающей нагрузки P согласно ГОСТ 3722.

2. Методика проведения лабораторных исследований металлографическими методами.

Большинство колец и тел качения подшипников изготавливают из высокоуглеродистых хромистых сталей, наиболее распространенной из которых является сталь ШХ15 по ГОСТ 801 "Сталь подшипниковая. Технические условия". Из этой стали изготавливаются кольца подшипников толщиной менее 10 мм и шарiki всех размеров. Ее аналогами являются: 100Cr6 (Германия); SKF-3 (Швеция); 52100 (США); SUJ2 (Япония).

Согласно ГОСТ 801 к подшипниковым материалам для колец и тел качения предъявляют жесткие требования по металлургической загрязненности, наличию дефектов, структурной неоднородности и др.

Неметаллические включения различного состава являются основными источниками зарождения усталостных трещин в деталях подшипников. Они образуются при выплавке стали как в результате реакции компонентов металла с растворенными в нем кислородом, серой и азотом, так и вследствие эрозии огнеупоров, а также попадания частиц шлака и включений из ферросплавов и руды, которые не успели всплыть или раствориться. При раскислении алюминием образуется оксид Al_2O_3 , часть которого тоже не успевает всплыть и остается в металле в виде неметаллических включений.

В соответствие с приведенным, методика проведения лабораторных испытаний металлографическими методами включает два основных этапа:

- определение химического состава материала колец подшипников;
- определение металлургической загрязненности материала колец подшипников.

Определение химического состава материала колец подшипников.

Рекомендуется производить с использованием следующего оборудования:

- сканирующий вакуумный спектрометр "Спрут". Предназначен для неразрушающего элементного анализа порошковых и монолитных материалов по спектрам рентгеновской флуоресценции - рентгенофлуоресцентный анализ. Диапазон анализируемых элементов - от Mg (12) до U (92);

- стационарный оптический эмиссионный спектрометр (искровой) "Spectrolab M" для анализа чугунов и сталей. Предназначен для определения элементов с длиной волны 120 нм ... 780 нм.

Оценка загрязненности металла внутренних и наружных колец подшипников неметаллическими включениями. Для оценки загрязненности кольца разрезаются по диаметру на две равные части и изготовливаются микрошлифы в продольном сечении. Определение вида и максимального балла неметаллических включений выполняется путем сравнения со шкалами фотоэталонов по ГОСТ 801.

3. Методика проведения стендовых испытаний подшипников качения 6208 для подтверждения их динамической грузоподъемности.

Контактная долговечность является одним из интегральных и наиболее универсальных показателей качества подшипников.

Целью ресурсных стендовых испытаний подшипников 6208 на контактную долговечность является подтверждение того, что их фактическая динамическая грузоподъемность соответствует требованиям действующих стандартов (ГОСТ 8338 "Подшипники шариковые радиальные однорядные. Основные размеры"), предъявляемым к подшипнику-аналогу 208.

Поскольку в соответствии с ГОСТ 8338 динамическая грузоподъемность подшипника 208 должна составлять не менее 32000 Н, то соответственно целью ресурсных стендовых испытаний подшипников 6208 на контактную долговечность является подтверждение того, что их фактическая динамическая грузоподъемность составляет не менее 32000 Н.

Непосредственное подтверждение фактической динамической грузоподъемности подшипников 6208 осуществляется путем нагружения их нормированной радиальной нагрузкой в течение расчетной продолжительности времени в соответствии с методикой по ГОСТ 18855 (ISO 281) "Подшипники качения. Динамическая расчетная грузоподъемность и расчетный ресурс (долговечность)" с последующим контролем состояния поверхностей тел качения и дорожек качения наружных и внутренних колец подшипников. Контроль состояния поверхностей тел качения и дорожек качения наружных и внутренних колец подшипников осуществлялся визуально путем фиксации отсутствия (наличия) признаков усталостного разрушения (выкрашивания).