

Рис. 3: Пример указания допуска ширины внутреннего кольца радиального шарикоподшипника без доп. обозначений.

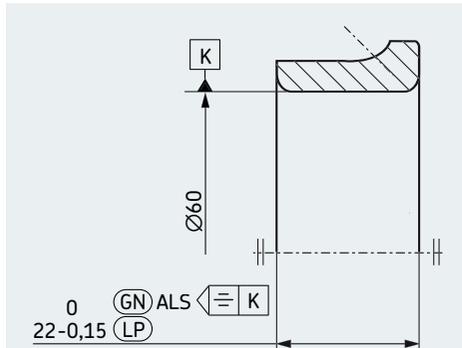
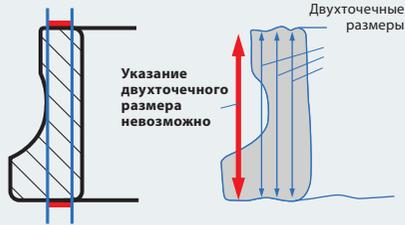


Рис. 4: Пример указания допуска ширины внутреннего кольца радиально-упорного шарикоподшипника.



Область, для которой можно использовать двухточечный размер

Область, для которой невозможно использовать двухточечный размер, заданный по двум точкам

Рис. 5: Указание двухточечного размера на асимметричном кольце.



Рис. 6: Отклонение формы невозможно задать по двум точкам.

однозначно выражены в соответствии с системой обозначений GPS.

В некоторых случаях на чертеже приводятся не все обозначения параметров, поскольку они указаны в системе ISO GPS.

Пример:
При указании размерных допусков (напр., цилиндра) в соответствии со стандартом ISO 14405-1 необходимо использовать двухточечные размеры. Поэтому обозначение **LP** не требуется при совпадении требований к верхней и нижней границам поля допуска, например, как в случае с указанием ширины кольца радиального шарикоподшипника с симметричными кольцами (рис. 3).

Примечание:
Если двухточечный размер применим только к верхнему или нижнему отклонению размера, то обозначение **LP** указывается после соответствующего предела отклонения (рис. 4).

Однако при использовании стандартных обозначений ISO GPS необходимо очень внимательно относиться к приведенным в них требованиям. Информацию о допусках на диаметры отверстий подшипников качения вы можете найти в журнале *Evolution* № 3 за 2012 г. [7].

Если обратить внимание на размерные допуски, приведенные на рисунке 2, то можно увидеть, что после допуска размера указывается набор обозначений.

Рассмотрим необходимость

использования комплексных обозначений на примере указания ширины внутреннего кольца (рис. 4) во избежание неоднозначности трактовки, которая может быть обусловлена:

- базовой геометрией кольца;
- геометрическими отклонениями, возникающими при изготовлении;
- неопределённостью ориентации ALS (для продольных сечений);
- неровностями поверхностей торцов кольца.

Базовая геометрия кольца

Кольца однорядных радиально-упорных шарикоподшипников асимметричны. Это означает, что двухточечные размеры не могут быть использованы, как в случае с радиальными шарикоподшипниками (рис. 3), поскольку они будут справедливы только для симметричных участков кольца (рис. 5).

Неоднозначность:

При использовании двухточечных размеров для асимметричного внутреннего кольца размеры части торца около заплечика не будут учтены. Также при наличии неровностей внутренней и наружной поверхностей кольца, таких как локальные выступы, точно определить ширину кольца будет затруднительно (рис. 6).

Решение:

Использование обозначения **GN** из стандарта ISO 14405-1. **GN** – это минимальный обобщённый размер, который представляет собой расстояние между малым и большим торцами с учётом неровностей их поверхностей (рис. 7).

Геометрические отклонения, возникающие при изготовлении

После термообработки кольца могут деформироваться (изгибаться). Остаточная деформация

может сохраняться даже после выполнения шлифования, поскольку, пока кольцо закреплено на обрабатывающем станке, оно сохраняет плоскую форму, а после ослабления крепления оно вновь может изогнуться. Этого можно избежать только посредством дополнительной длительной термообработки в промежутке между операциями шлифования.

Тем не менее, благодаря своей гибкости, кольца выпрямляются после установки и осевой фиксации на валу.

Неоднозначность:

Если использовать обозначение GN при указании ширины кольца, то результат измерения не будет совпадать с реальным размером после установки (рис. 8).

Решение:

Обозначение GN применяется совместно с ALS в соответствии со стандартом ISO 14405-1 и означает обобщённый размер между двумя линиями пересечения плоскости ALS и поверхностями торцов, а не самими поверхностями торцов (рис. 9).

Неопределённость ориентации ALS

Неоднозначность:

При указании ALS без дополнительных обозначений ориентация плоскости является неопределённой – она может проходить через ось отверстия, диаметра заплечика или перпендикулярно торцу кольца.

Решение:

Плоскость ALS обычно проводится через ось отверстия, поскольку ось обычно берётся за основу отсчёта для указания других характеристик GPS внутреннего кольца.

На чертеже рядом с ALS необходимо расположить обозначение K (рис. 4). Оно однозначно описывает

ориентацию плоскости. В настоящее время данное обозначение используется только в стандарте ISO 1101 [8] для установления геометрических допусков, однако стандарт ISO 14405-1 пересматривается, и в нём также будет введено понятие плоскости сечения. Обозначение состоит из двух частей – вначале указывается знак симметрии, за которым располагается база отсчёта. В нашем примере в качестве базы отсчёта задаётся ось отверстия (рис. 4 и 10).

В результате две прямые, определяющие минимальный обобщённый размер, располагаются симметрично оси отверстия.

Локальные неровности поверхностей торцов

Неоднозначность:

Обозначения $\text{GN ALS} \text{K}$ не учитывают неровности поверхности, такие как локальные углубления (рис. 11).

Если не учитывать наличие локальных углублений на поверхности, то это может привести к неправильной посадке кольца на сопряжённой поверхности и образованию дефектов поверхностей, например, вследствие фреттинг-коррозии.

Решение:

$\text{GN ALS} \text{K}$ относится только к верхнему отклонению поля допуска. В отношении нижнего отклонения поля допуска указывается двухточечный размер.

Для обозначения нижнего отклонения поля допуска нужно использовать обозначение LP

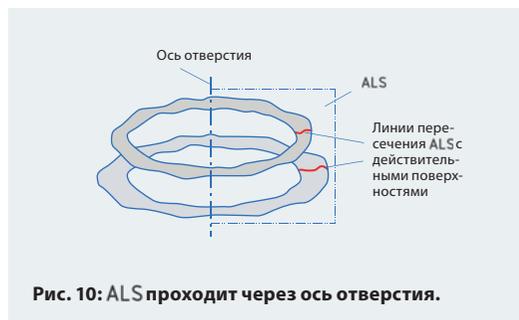
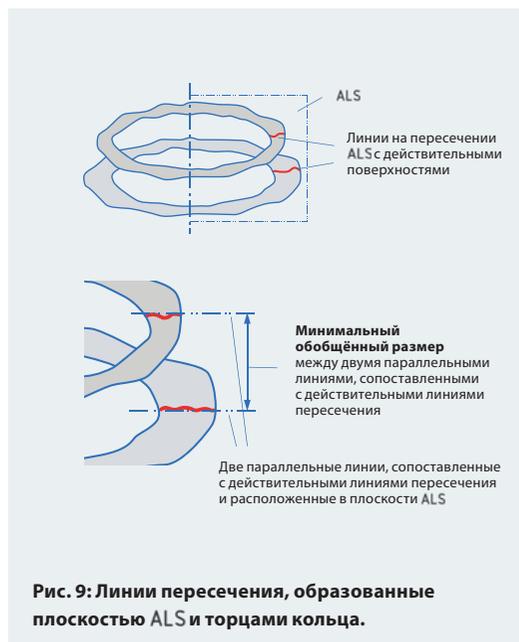
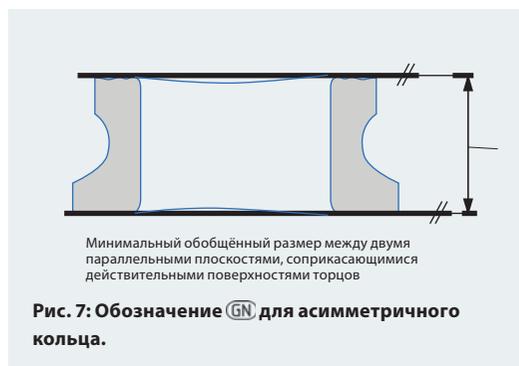
Пример полного указания размера

$0 \text{ GN ALS} \text{K}$
 $22 -0,15 \text{ LP}$

Описание обозначений приведено согласно стандарту ISO 492:2014:

$\text{GN ALS} \text{K}$

отклонение от номинальной



ширины внутреннего кольца, которая задаётся как минимальное расстояние между двумя линиями в любом продольном сечении, проходящем через ось отверстия внутреннего кольца;

ⓁP

отклонение от номинальной ширины внутреннего кольца, которая задаётся с помощью двухточечного размера.

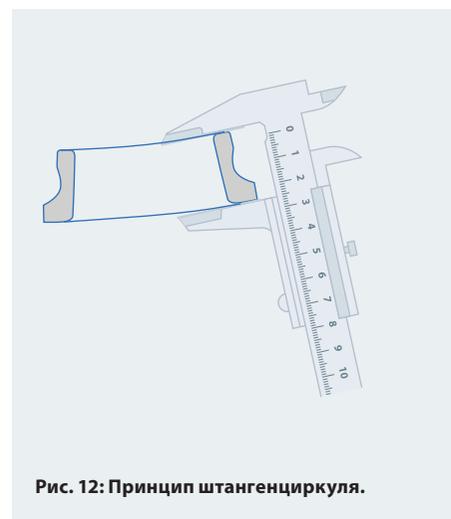
Обозначение $\text{GN ALS} \left[\begin{smallmatrix} \text{K} \\ \text{K} \end{smallmatrix} \right]$ можно на удивление просто описать другим способом – его можно представить себе в виде штангенциркуля. На штангенциркуле имеются две параллельные губки для наружных измерений (их можно представить в качестве двух прямых). Измерительные губки необходимо перемещать по направлению к торцам кольца и расположить так, чтобы ALS проходила через ось кольца, для измерения минимального обобщённого размера (рис. 12).

Может возникнуть вопрос: зачем тогда применяются комплексные обозначения?

При отсутствии специального оборудования можно использовать и штангенциркуль, однако при использовании более сложного измерительного оборудования, например, координатных измерительных систем, указание подробных и недвусмысленных обозначений просто необходимо.

Приведённый пример отклонений размеров ширины асимметричных колец затрагивает всего несколько обозначений из стандартов ISO 199:2014 и ISO 492:2014.

Ещё один пример необходимости использования системы GPS – обозначение радиального биения в подшипниках качения, где необходимо использовать обозначения стандарта ISO/TS 17863 [9] для обеспечения однозначности указания, например,



радиального и осевого зазоров.

На сайте компании SKF вы можете пройти обучающий курс, рассказывающий о системе обозначений, применяемой в стандартах ISO 199:2014 и ISO 492:2014. ●

Авторы:

Ханс Виснер, эксперт по геометрическим характеристикам изделий, подразделение SKF Group Technology Development – Standards & Practices, Австрия

Список литературы

- [1] ISO 199 Rolling bearings – Thrust bearings – Geometrical product specification (GPS) and tolerance values
- [2] ISO 492 Rolling bearings – Radial bearings – Geometrical product specifications (GPS) and tolerance values
- [3] ISO 1132-1 Rolling bearings – Tolerances – Part 1: Terms and definitions
- [4] ISO 286-1 Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes – Part 1: Basis of

- tolerances, deviations and fits
- [5] ISO 286-2 Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes – Part 2: Tables of standard tolerance classes and limit deviations for holes and shafts
- [6] ISO 14405-1 Geometrical product specifications (GPS) – Dimensional tolerancing – Part 1: Linear sizes
- [7] SKF Evolution #3 2012 – Technology – Rolling bearings TC 4 meets GPSTC 213
- [8] ISO 1101 Geometrical Product Specifications (GPS) – Geometrical tolerancing – Tolerances of form, orientation, location and run-out
- [9] ISO/TS 17863 Geometrical product specification (GPS) – Geometrical tolerancing of moveable assemblies

Резюме

Применение комплексных обозначений просто необходимо, но также необходимо подробное описание используемых обозначений и правил их размещения на чертежах. Это позволит использовать недостатки слишком сложных обозначений как преимущество, обеспечивая точное и недвусмысленное описание геометрических характеристик и параметров.