

Подшипники качения ^{TC4} встречают GPS ^{TC 213}

С публикацией новой редакции ISO 492 можно будет подогнать под одну платформу размерные допуски подшипников качения и системы допусков и посадок ISO, т.е. стандарты GPS по размерным допускам.

GPS – ОБЩЕИЗВЕСТНАЯ АББРЕВИАТУРА от Global Positioning System, но есть и другое значение – Geometrical Product Specifications – геометрические характеристики изделия, а точнее, современная система назначения допусков по стандартам ISO/TC 213. TC 213 – это Технический комитет ISO «Размерные и геометрические требования к изделиям и их контроль», ISO/TC 4 – Технический комитет ISO «Подшипники качения».

На техническом чертеже, как правило, указывают такие геометрические характеристики, как форма, размеры и характеристики поверхности изделия, обеспечивающие оптимальное функционирование данного изделия, а также отклонения от оптимальных значений, при которых его работа остаётся удовлетворительной [1]. Кроме того, GPS представляет собой унифицированный технический язык, на котором выражают функциональные характеристики изделия в соответствии с техническими требованиями.

Название этой статье дал симпозиум, состоявшийся в сентябре 2008 г. в Вене [2], на котором встретились специалисты по подшипникам качения и эксперты GPS, чтобы согласовать системы и принципы назначения допусков, чего никак не удавалось сделать на протяжении более 100 лет. Это

было очевидно при обозначении допусков форм и биений подшипников качения; например, невозможно было использовать ISO 1101 [3], чтобы удовлетворить существующим стандартам подшипников.

Что касается размерных допусков, в особенности допусков на диаметр отверстия и наружный диаметр, остаётся неясным, соответствуют ли подшипники качения, следуя новой редакции, общим стандартам назначения геометрических допусков. Поэтому данная статья посвящена узкой теме допусков на диаметр отверстия и наружный диаметр подшипников качения.

Подробнее по теме

Вначале при создании стандарта допусков подшипников качения собирались использовать некоторые классы точности из системы допусков и посадок (ISO 286-1 [4] и ISO 286-2 [5]). Позднее эту идею отвергли, потому что стало очевидно, что для подшипников качения нужны особые принципы установления допусков, так как эти подшипники имеют гибкие кольца. Вот почему подшипники качения имеют такие классы точности, как, например, P6 или P5, которые не подпадают ни под один класс точности, предусмотренный ISO 286.

На рисунках 1 и 2 используется один и тот же способ назначения

основных допусков с верхними и нижними пределами. Величины допусков, конечно, различаются, чтобы достичь определённой посадки между внутренним кольцом подшипника качения и валом, но, если взять соответствующие стандарты ISO по подшипникам качения и валам, а именно ISO 492 [6] и ISO 286-1 с ISO 286-2, то разница между ними принципиальная.

В частности, разница выражается в:

- указании предельных отклонений средних диаметров (в

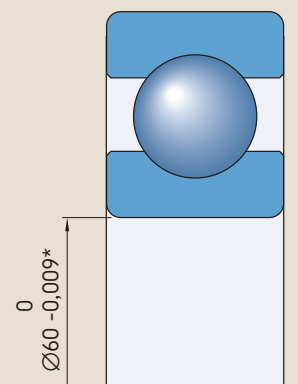


Рис. 1: Подшипник качения с размером и допуском на диаметр отверстия.

*) Характеристика допуска $A_{\text{отп}}$ по ISO 492

настоящее время принят термин «усреднённый диаметр») и применении принципа независимости от диаметра отверстия и наружного диаметра подшипников качения, с одной стороны, и

- указании предельных отклонений диаметров (реальных верхних и нижних пределов) и применении полей допусков для диаметров валов и гнёзд корпусов – с другой.

На рисунках 1 и 2 это видно настолько детально, но заслуживает отдельного внимания.

Указание предельных отклонений средних диаметров подшипников качения и принцип независимости

Стандарты назначения размерных допусков подшипников качения основываются на том, что подшипники качения обычно имеют гибкие кольца, т.е. кольца меняют форму при посадке на вал или корпус, и отклонения формы в значительной сте-

пени компенсируются.

Поэтому достаточно учесть средний диаметр, т.е. $(d_{\text{макс}} + d_{\text{мин}})/2$, который образуется с наибольшей вероятностью при установке кольца на жёсткий цилиндрический вал.

Это отражено в действующей редакции стандарта по подшипникам качения ISO 492 и выражается в допусках на средние диаметры и независимости непостоянства диаметров.

В частности, это:

- отклонение среднего диаметра отверстия в единичной радиальной плоскости ($\Delta d_{\text{мп}}$)
- отклонение среднего наружного диаметра в единичной радиальной плоскости ($\Delta D_{\text{мп}}$)
- непостоянство диаметра отверстия в единичной радиальной плоскости ($V_{d\text{сп}}$)
- непостоянство наружного диаметра в единичной радиальной плоскости ($V_{D\text{сп}}$)
- непостоянство среднего диаметра отверстия ($V_{d\text{мп}}$)
- непостоянство среднего наружного диаметра ($V_{D\text{мп}}$).

В связи с этим, имеет смысл рассматривать отклонения размеров и формы по отдельности. С точки зрения GPS это соответствует принципу независимости, описываемому в стандарте ISO 8015 [7]: «По умолчанию, каждое требование GPS к элементу или отношению между элементами должно выполняться независимо от других требований» (рис. 3).

Указание предельных отклонений диаметров и полей допусков валов и корпусов

В этом случае рассматриваются все имеющиеся диаметры, которые не должны выходить за верхние и нижние пределы.

Поле допуска позволяет охватить отклонения размеров и формы. Как правило, этот принцип рекомендуют использовать при переходной посадке и посадке с натягом (обычно применяющихся при посадке подшипников качения на вал или в корпус), поскольку это позволяет сохранить определённый баланс между от-

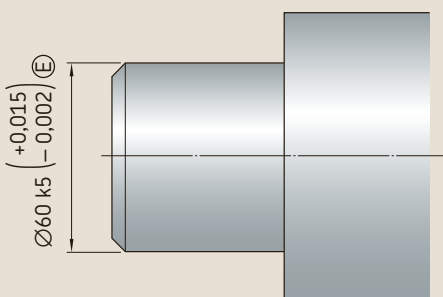


Рис. 2: Обозначение допуска вала: торец вала с размером и допуском на диаметр вала.

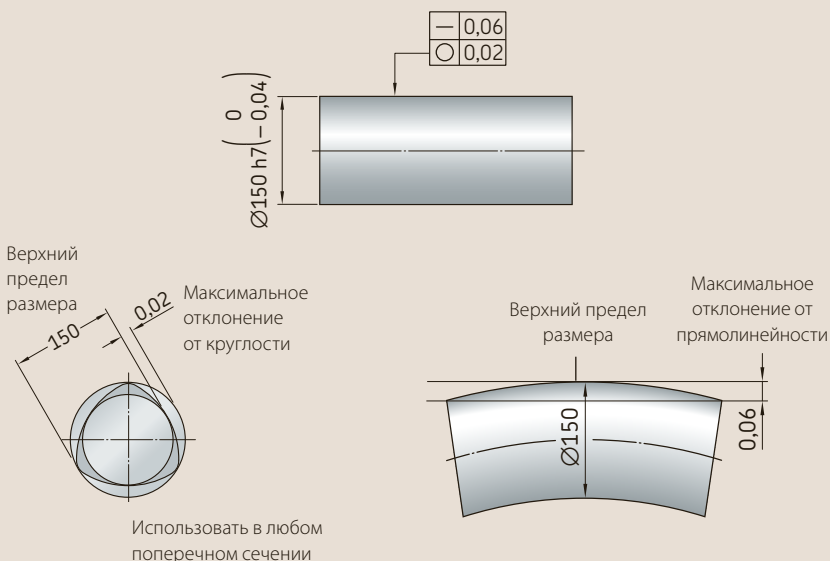


Рис. 3: Принцип независимости.

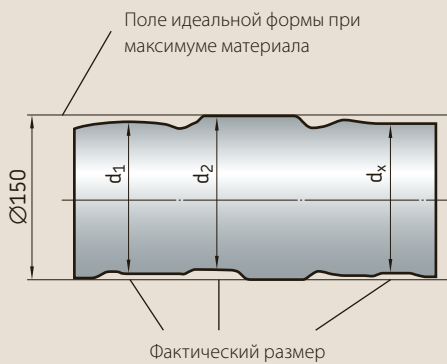


Рис. 4: Поле допуска на наружном диаметре.

клонениями размеров и формы, что необходимо для обеспечения качества посадки.

Это поле требования выражается двумя функциональными требованиями:

Поверхность цилиндрического элемента не должна выходить за пределы поля допуска идеальной формы при максимуме материала (верхний предел допуска на наружные диаметры и нижний предел допуска на диаметры отверстия).

Ни один фактический размер не должен быть меньше нижнего предела допуска на наружные диаметры и верхнего предела допуска на диаметры отверстия (рис. 4).

Это касается любых отклонений формы (рис. 5).

Поля допусков были введены в предыдущих редакциях стандартов ISO 286-1 и ISO 286-2, т.е. их использовали каждый раз при указании допуска, например, H7.

Действующие редакции ISO 286-1 и ISO 286-2 уже не основываются на этом принципе. Поэтому его необходимо обозначать дополнительным символом \textcircled{E} в соответствии с требованиями ISO 14405-1.

Поле допуска \textcircled{E} является единственным возможным обозначением, взятым из ISO 14405-1. В большинстве случаев обозначение \textcircled{E} используется при посадке

с натягом или переходной посадке, чтобы обеспечить соответствие старым редакциям ISO 286, в которых этот принцип действовал по умолчанию. Никаких других методов назначения допусков на диаметры валов и корпусов, например, диаметр окружности или площади, которые позволили бы лучше описать функцию посадки, не существует.

Указания допусков по новым требованиям GPS

Основные правила указания размерных допусков цилиндрических элементов приведены в ISO 14405-1 [8]. По умолчанию, согласно этому стандарту необходимо указывать расстояние между двумя противоположными точками на рассматриваемом размерном элементе. Такой размер между двумя точками можно назвать диаметром. По умолчанию данный размер обозначается символом \textcircled{LP} , но его необязательно указывать на чертеже.

В июне 2007 г., ещё до симпозиума, ISO/TC 4 (Технический комитет ISO «Подшипники качения») принял решение применить к допускам подшипников качения символы и определения GPS (ISO/TC 213).

Это решение было одобрено всеми членами комитета ISO/TC 4 с обязательным сохранением стандартных характеристик допусков подшипников качения (например, отклонение средних диаметров). На тот момент система ISO GPS не предусматривала символов для обозначения средних диаметров.

Впоследствии возникла необходимость в обновлении системы ISO GPS, и для написания размерных допусков комитет ISO/TC 4 потребовал введения в ISO 14405-1 некоторых дополнительных обозначений, а именно:

\textcircled{SD} для усреднённого размера, соответствующего термину

«средний диаметр», традиционно применяемому к подшипникам качения;

\textcircled{SR} для размерного ряда, соответствующего термину «непостоянство диаметров», традиционно применяемому к подшипникам качения.

Теперь эти обозначения добавлены в ISO 14405-1 и могут использоваться дополнительно к значениям допусков для выражения соответствующих обозначений для подшипников качения, а именно:

$\textcircled{SD} ACS$ для Δd_{mp} и ΔD_{mp}

$\textcircled{SR} ACS$ для V_{dsp} и V_{Dsp}

$\textcircled{SD} ACS \textcircled{SR}$ для V_{dmp} и V_{Dmp}

Обозначение ACS (любое поперечное сечение) уже существовало в системе ISO 14405-1 и соответствует термину «в единичной радиальной плоскости», применяемому к подшипникам качения.

На рисунке 6 приведён пример правильного указания допусков на чертежах.

В настоящий момент ISO 492 пересматривается. Уже решено установить требования к допускам на диаметры подшипников качения с использованием основных требований и обозначений ISO GPS. В рассмотрении новой редакции участвуют несколько представителей SKF. Выпуск пересмотренного стандарта ISO 492 запланирован на конец 2013 года.

Преимущества применения требований к написанию размерных допусков ISO GPS

Очевидно, что на рис. 6 допуски обозначены более подробно, чем на рис. 1, но главное отличие заключается в том, что больше не нужно обращаться к ISO 492 и другим стандартам по конкретным видам подшипников, потому что вся информация уже указана в соответствии с

ISO 14405-1. Это важное преимущество для пользователей технической документации по подшипникам качения, так как теперь им не нужно досконально знать стандарты по подшипникам качения.

Обозначение всех необходимых характеристик на чертеже – лишь одно из преимуществ применения требований к написанию размерных допусков ISO GPS; однако рассматриваемые стандарты учитывают и другие детали.

К таким деталям относится ассоциация, позволяющая ограничить фактическую форму элемента чётко выраженными идеальными геометрическими элементами, такими как прямая ось или цилиндр.

Применяются разные методы ассоциаций. Среди прочих методов – максимальный описанный цилиндр или цилиндр, построенный по обобщённому методу наименьших квадратов. Разные методы дают разные результаты при определении идеальных геометрических элементов. Поэтому необходимо выбрать какой-то один метод для обеспечения стабильности результатов измерений и других показателей.

В стандартах ISO GPS общепринятые методы ассоциаций унифицированы, и с вводом в действие данных стандартов эти методы используются по умолчанию. На чертеже необходимо отдельно обозначить необходимые отклонения форм и размеров.

В ISO 14405-1 и ISO 14660-2 [9] по умолчанию за метод ассоциаций для размера между двумя точками принят обобщённый метод наименьших квадратов (рис. 7). ●

Автор: Ханс Виснер, эксперт по геометрическим характеристикам изделий из отдела стандартов и норм подразделения развития технологий SKF Group (Австрия)

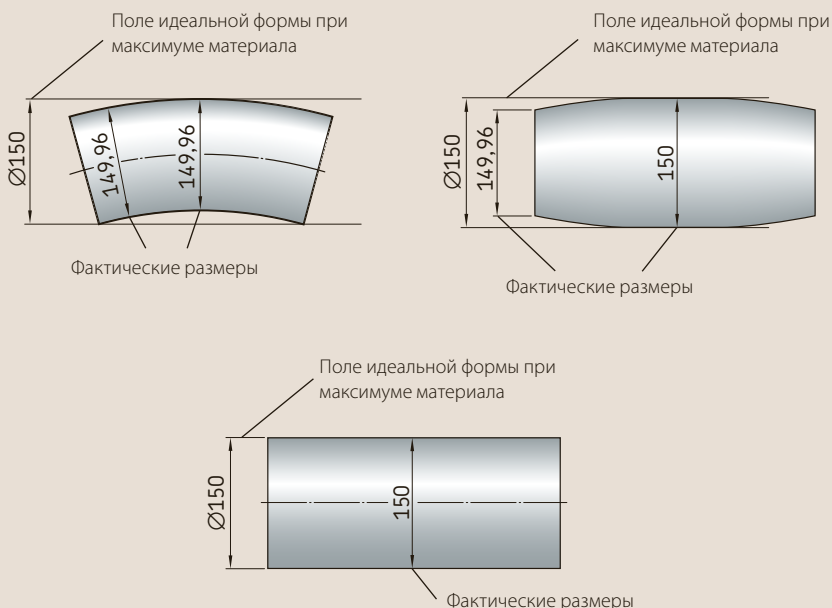


Рис. 5: Поле допусков на разных отклонениях формы на наружном диаметре.

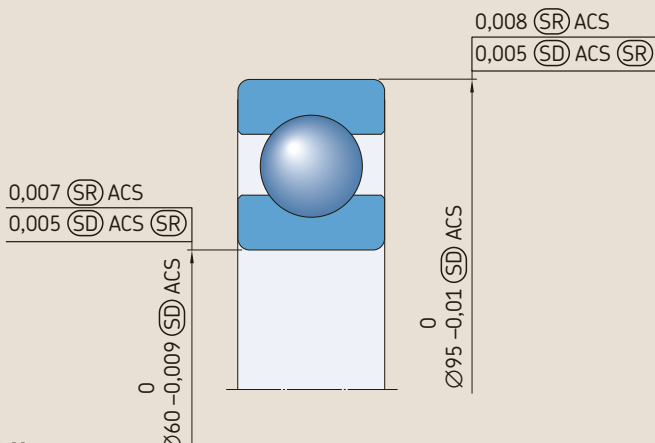


Рис. 6: Указания допусков на диаметры подшипников качения в соответствии с требованиями ISO GPS.

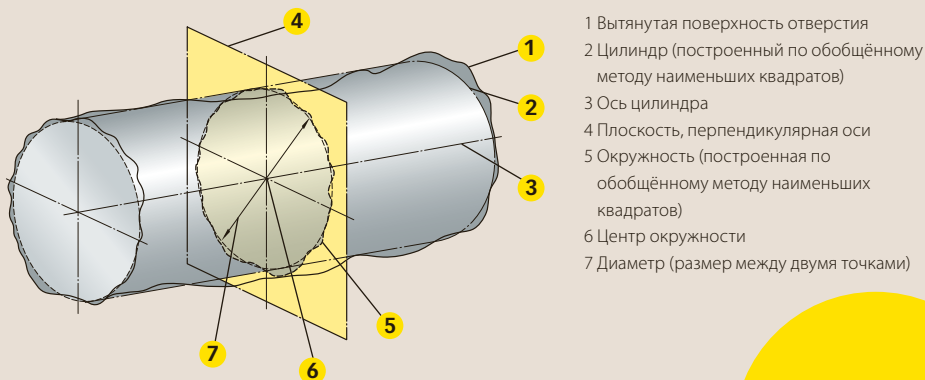


Рис. 7: Представление размера между двумя точками на цилиндре.

См. заключение и список литературы на следующей странице

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Требования к обозначению допусков подшипников качения имеют свои особенности, и их невозможно понять без учёта всех деталей стандарта ISO 492. Так было на протяжении более 100 лет и с публикацией новой редакции ISO 492 можно будет подвести под одну платформу размерные допуски подшипников качения и системы допусков и посадок ISO, т.е. стандарты GPS по размерным допускам.

Это станет важным преимуществом для пользователей технической документации по подшипникам качения, так как им не нужно будет досконально знать стандарт по написанию допусков подшипникам качения ISO 492. В результате, чертежи станут более полными и однозначными.

Список литературы

- [1] ISO/TR 14638 “Geometrical product specification (GPS) – Masterplan.”
- [2] ON-V 41, “Rolling bearings TC4 meets GPS TC 213 – Proceedings of Vienna 2008-09-09 Symposium,” 1st edition 2008, Austrian Standards plus Publishing.
- [3] ISO 1101, “Geometrical product specifications (GPS) – Geometrical tolerancing – Tolerances of form, orientation, location and run-out.”
- [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 492, “Rolling bearings – Radial bearings – Tolerances.”
- [7] ISO 8015, “Geometrical product specifications (GPS) – Fundamentals – Concepts, principles and rules.”
- [8] ISO 14405-1, “Geometrical product specifications (GPS) – Dimensional tolerancing – Part 1: Linear sizes.”
- [9] ISO 14660-2, “Geometrical product specification (GPS) – Geometrical features – Part 2: Extracted median line of a cylinder and a cone, extracted median surface, local size of an extracted feature.”