

УДК 006

**Изменения в стандарте единой системы допусков и посадок****Changes in the standard of unified system of tolerances and fits**

**Г. И. БОНДАРЕВА, д-р техн. наук**  
**О. А. ЛЕОНОВ, д-р техн. наук**  
**Н. Ж. ШКАРУБА, канд. техн. наук**  
**Ю. Г. ВЕРГАЗОВА, инж.**

**Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия, boss2569@yandex.ru**

**G. I. BONDAREVA, DSc in Engineering**  
**O. A. LEONOV, DSc in Engineering**  
**N. Zh. SHKARUBA, PhD in Engineering**  
**Yu. G. VERGAZOVA, Engineer**

**Russian State Agrarian University — Moscow K. A. Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia, boss2569@yandex.ru**

Единая система допусков и посадок — важнейшая система, обеспечивающая взаимозаменяемость изделий на международном уровне, которая находит широчайшее применение в машиностроении, приборостроении, при ремонте и техническом обслуживании техники и в других областях. В новом стандарте Международной организации по стандартизации 286—1:2010 приводится усовершенствованная международная система допусков на линейные размеры, содержащая ряды допусков и отклонений. Дано четкое уточнение, что система относится к двум видам размерных элементов: цилиндру и двум параллельным плоскостям. В старой версии стандарта 286—1:88 для интерпретации размера элемента детали априори применялось правило внешней границы, однако в международном стандарте 14405—1:2010 установлена интерпретация размера по двухточечному измерению. Это означает, что точность отклонения формы больше не зависит от точности размера, и требования к форме должны назначаться отдельно. Теперь во многих случаях нормирования только допуска диаметра недостаточно для контроля конструкционных и эксплуатационных свойств соединения. Теоретически, согласно положениям геометрических характеристик изделий, необходимо установить требования и определить внешнюю границу, а также в ряде случаев нормировать требования к допускам формы, волнистости и шероховатости поверхности. В статье рассмотрены изменения терминологии с позиции теории точности и взаимозаменяемости. Сделан вывод, что все незначительные изменения терминов, понятий и положений не влияют на общее построение единой системы допусков и посадок, однако произошло уточнение ряда старых терминов, введены новые понятия. Главное, что появилась связь между стандартами на геометрические характеристики изделий по принципу общего построения моделей точности и единой терминологии. Особо следует отметить плохой перевод английской версии на русский язык. В переводе не участвовали ученые, занимающиеся вопросами теории точности и взаимозаменяемости. Большинство введенных терминов можно было бы трактовать гораздо техничнее и понятнее.

**Ключевые слова:** система допусков и посадок; взаимозаменяемость; допуск; отклонение; посадка; класс допуска; разброс посадки.

The unified system of tolerances and fits is a very important system that provides internationally the interchangeability of products, and is widely used in machine-building and instrument-making industries, in repair and maintenance of machinery and in other fields. The new standard 286—1:2010 of International Organization for Standardization provides an improved international system of tolerances on linear dimensions containing series of tolerances and deviations. It contains the clear indication that the system refers to the two types of dimensional features, namely a cylinder and two parallel planes. In the older version of the standard 286—1:88, to interpret the part feature dimension the rule of outer limits was applied a priori, however, in the international standard 14405—1:2010, the interpretation of dimension on the double-point measurement was established. It means that the accuracy of form deviation no longer depends on the dimension accuracy and the requirements to the form should be established separately. Now, in many cases, normalization only of the diameter tolerance is not enough to control the design and performance characteristics of the joint. Theoretically, as provided by geometrical product specifications, it is necessary to establish the requirements and determine the outer limit; as well as in some cases, it is necessary to normalize the requirements for tolerances of form, waviness and surface roughness. The article describes the changes in the terminology from the perspective of the theory of precision and interchangeability. It is concluded that all minor changes in the terms, concepts and regulations do not affect the overall construction of the unified system of tolerances and fits, but clarification of a number of old terms and introduction of new concepts take place. Most significant is the arising of new link between the standards on geometric characteristics of products based on the principle of the general construction of models of precision and common terminology. Of particular note is a bad translation of English version into Russian language. The scientists working in the theory of precision and interchangeability were not involved in the translation. Most of the newly introduced terms could be interpreted more technically-oriented and more understandable.

**Keywords:** system of tolerances and fits; interchangeability; tolerance; deviation; fit; tolerance class; fit scatter.

## Введение

Качество деталей и соединений с.-х. техники в вопросах параметрической надежности обеспечивается не только созданием износостойких поверхностей, но и параметрами точности и взаимозаменяемости [1, 2].

Первая отечественная система допусков и посадок (СДП) была введена в 1930 г. и называлась ОСТ (общесоюзные стандарты). В 1931—1935 гг. появились первые проекты СДП Международной федерации национальных объединений по стандартизации (ИСА). В 1962 г. разработаны рекомендации Международной организации по стандартизации (ИСО) по СДП. С 1979 г. в СССР осуществлен переход на новую систему допусков и посадок, приближенную к международной системе ИСО.

Известно, что абсолютное большинство ответственных соединений в тракторах, автомобилях и с.-х. машинах имеет размеры до 500 мм [3]. Поэтому данная система с запасом обеспечивает машиностроение стандартизацией в области точности.

Основные принципы построения Единой системы допусков и посадок (ЕСДП ИСО) изложены в международных стандартах ИСО 286—1:1988 и 286—2:1988.

ЕСДП ИСО — важнейшая система, обеспечивающая взаимозаменяемость изделий на международном уровне [4]. Она находит широчайшее применение не только в машиностроении, но и в приборостроении, при ремонте и техническом обслуживании техники и в других областях. Например, в соединении со шпонками присутствуют минимум четыре нормируемых размера и две посадки [5], в шлицевых соединениях — три нормируемых размера и две—три посадки.

Необходимость нормирования предельных размеров и посадок для деталей после обработки на металлорежущем оборудовании (или без обработки) вызвана, во-первых, жестким требованием обеспечения взаимозаменяемости деталей при массовом и крупносерийном производстве, что значительно экономит ресурсы и обеспечивает качество сборки, и во-вторых, стандартизацией суммарной неточности (допуска) в виде рядов точности — квалитетов. Однако следует констатировать факт, что точность размера (допуск) — не необходимая для нормирования величина в большинстве элементов детали. Поэтому для остальных размеров обычно нормируется степень точности по 12, 14 или 16-му квалитету [4, 5].

## Цель исследования

Новый международный стандарт ИСО 286—1:2010 (ISO 286—1:2010 Geometrical product specifications (GPS) — ISO code system for tolerances on linear sizes) подготовлен техническим комитетом ИСО/ТК 213 "Размерные и геометрические требования к изделиям и их проверка". Он рассматривает ряд терминов и определенных более широко и представляет собой стандарт не на размеры, как это трактовалось ранее, а на геометрические характеристики изделий (ГХИ) [5]. Стандарт позиционируется как общий стандарт ГХИ (ИСО/ТР 14638). Его положения требуется учитывать и использовать в

стандартах первой и второй серий на размеры в матричной модели ГХИ. Рассмотрим нововведения подробнее.

## Материалы и методы

В стандарте приводится новое определение размера — размерного элемента. Размерный элемент — геометрическая форма, определяемая линейным или угловым размером. Размерными элементами могут быть цилиндр, сфера, две параллельные плоскости [6]. В предыдущих версиях стандартов, таких как ИСО 286—1 и ИСО/Р 1938, термины "гладкая деталь" и "гладкий элемент детали" использовались примерно в том же значении, что и термин "размерный элемент". Таким образом, происходит обобщение терминов, что хорошо для начального восприятия геометрической точности изделий.

В новом стандарте ИСО 286—1:2010 вводится усовершенствованная международная система допусков на линейные размеры, содержащая ряды допусков и отклонений, но дается четкое уточнение, что система относится к двум видам размерных элементов: цилиндру и двум параллельным плоскостям [5, 6].

В старой версии стандарта ИСО 286—1:88 для интерпретации размера элемента детали априори применялось правило внешней границы: размеры элемента детали в любом сечении и плоскости с учетом возможных отклонений формы не должны быть больше (для вала) или меньше (для отверстия) соответствующего предельного размера. Именно при таком условии обеспечивается сборка с первого раза — полная взаимозаменяемость.

Однако в международном стандарте ИСО 14405—1:2010 установлена интерпретация размера по результатам двухточечного измерения. Теперь нужно строго соблюдать требования по двум предельным размерам. Это означает, что точность отклонения формы больше не зависит от точности размера, и требования к форме должны назначаться отдельно.

Из практики назначения параметров точности на ответственные элементы деталей известно, что во многих случаях нормирования только допуска диаметра недостаточно для контроля конструкционных и эксплуатационных свойств соединения. Теоретически, согласно положениям ГХИ, необходимо установить требования, определить внешнюю границу (например для обеспечения наименьшего зазора) и отдельно нормировать требования к допускам формы, волнистости и шероховатости поверхности [7].

## Результаты и их обсуждение

Новый стандарт содержит термины и определения, касающиеся размеров, отклонений, допусков и посадок, образуемых двумя размерными элементами, без ограничения ориентации и месторасположения и поясняет принципы "основного вала" и "основного отверстия". Рассмотрим эти нововведения.

Полный номинальный геометрический элемент — точный, полный геометрический элемент, определенный чертежом или другими средствами [7].

Данный термин взят из ГОСТ Р 53442—2009 "Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики из-

делий геометрические. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения", гармонизированного на основе ИСО 1101:2004. В простом изложении полный номинальный геометрический элемент — это элемент контура детали на чертеже, который обозначен сплошной толстой линией, а в качестве объекта выступает точка, линия или ось, поверхность или плоскость.

Действительный размер — размер присоединенного полного элемента [6]. Именно сюда теперь перенесена идеология соблюдения внешней границы. Ранее этот термин пояснялся как размер, полученный в результате измерения [6]. Но если представить измерение как касание плоскими губками (например микрометра) поверхности детали в двух точках, то это и есть реализация в этих точках присоединенного полного элемента. Если добавить фразу "полученный в результате измерений с допускаемой погрешностью", все встало бы на свои места. Иначе получается, что действительный размер — это истинный размер. В стандарте путаются эти два понятия.

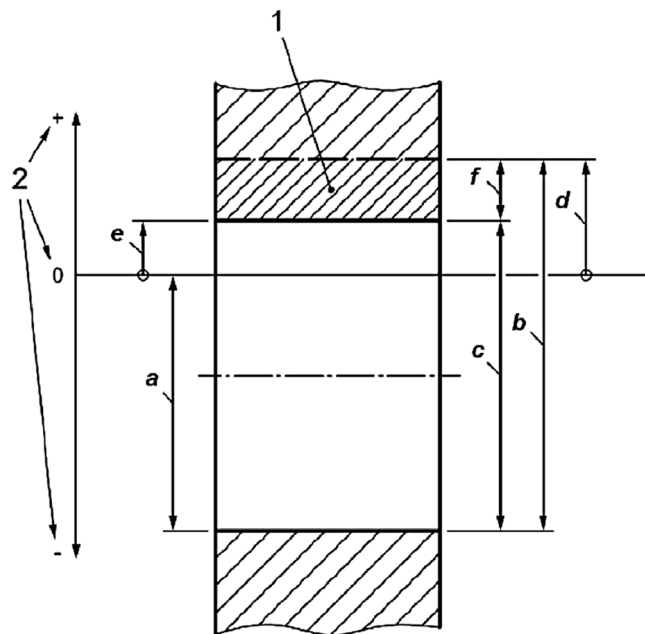
Отклонение — алгебраическая разность между значением и контрольным значением [7]. В качестве контрольного значения, как и в прошлой версии стандарта, может выступать номинальный размер, но может быть и другой размер. Термин стал шире и позволяет интерпретировать любой размер в качестве сравниваемого (контрольного) размера в виде отклонения.

Пределы допуска — заданные значения характеристики, определяющие верхнюю и/или нижнюю границы допустимого значения [7, 8]. Этот термин появился в новой редакции стандарта и частично дублирует известный термин "предельные размеры".

Квалитет, квалитет стандарта — группа допусков на линейные размеры, которая характеризуется общим обозначением [6]. Понятие "квалитет" дополнилось вторым термином "квалитет стандарта", или, скорее всего, это погрешности перевода. Возникает вопрос — есть ли нестандартный квалитет или квалитет без стандарта? Как он обозначается? Такого термина никто не встречал, следовательно, и вводить "квалитет стандарта" не было необходимости.

Интервал допуска — переменные значения размера между пределами допуска, включая их [6]. Термин "поле допуска" (согласно ИСО 286—1:1998) изменили на "интервал допуска", обосновывая это тем, что "интервал допуска" указывает на диапазон шкалы, в то время как "поле допуска" указывает на область в плоскости или пространстве, например при установлении допусков согласно ИСО 1101:2012. Дается пояснение: интервал допуска заключен между верхним и нижним предельными размерами (см. рисунок). Он определяется величиной допуска и его расположением относительно номинального размера [7, 8]. Комментарий: интервал допуска, или поле допуска, в плане понимания и использования — одно и то же. В принципе, можно перейти на новый термин, если слово "поле" — это область, а не интервал.

Класс допуска — комбинация основного отклонения и квалитета [8]. Этот термин введен впервые и был ожидаем. Ранее комбинация обозначения основного отклонения и квалитета никак не называлась (например  $H7$ ,  $D13$ ,  $f6$ ,  $h9$  и т.д.). Для того чтобы посадка выполняла



Элементы, характеризующие точность детали по ИСО 286—1:2010 (на примере отверстия):

1 — интервал допуска; 2 — правило знаков для отклонений;  $a$  — номинальный размер;  $b$  — верхний предельный размер;  $c$  — нижний предельный размер;  $d$  — верхнее предельное отклонение;  $e$  — нижнее предельное отклонение;  $f$  — допуск

свое функциональное назначение, достаточно обработать конкретный элемент детали таким образом, чтобы действительный размер находился между предельными размерами, т.е. в допуске, и класс допуска характеризует конкретный интервал допуска по величине и отклонениям.

Обычно в соединениях требуются четко установленные условия обеспечения посадки между сопрягаемыми элементами деталей — предельные зазоры или натяги, обеспечивающие функциональные параметры соединения [8, 9]. Для выполнения этих условий созданы ряды основных отклонений, где определяется стандартное отклонение от номинального размера и формируется международное обозначение посадки. На основе международного обозначения формируются наиболее используемые классы допусков и номенклатура режущего инструмента для формирования точности валов и отверстий — сверл, зенкеров, протяжек и др. Учитывая, что величины рядов допусков и основных отклонений остались прежними, говорить о больших изменениях в построении ЕСДП не приходится. Экономическое обоснование применения стандартизации при нормировании точности дано еще в начале XX в. [8], и оно не изменилось по сей день.

Посадка — характер соединения наружного и внутреннего размерных элементов (отверстия и вала одного и того же типа), участвующих в сборке [6]. Данный термин по существу не изменился.

Разброс посадки — арифметическая сумма допусков размеров двух размерных элементов, образующих посадку [9, 10]. Ранее для этой суммы применялся термин "допуск посадки". Разброс посадки — абсолютная вели-

чина без знака, которая отображает возможный нормируемый разброс зазоров или натягов. Разброс посадки с зазором представляет собой разность между наибольшим и наименьшим зазорами. Разброс посадки с натягом — разность между наибольшим и наименьшим натягами. Разброс переходной посадки — сумма наибольшего зазора и наибольшего натяга. Здесь формируется замена одного термина другим.

Термин "допуск посадки" более целесообразен и находит широкое применение в точностных расчетах [3, 9], причем он давно имеет категории "конструктивный" и "функциональный" [4, 10]. Почему сумма допусков не может быть допуском (суммарным), а стала разбросом? Исходя из постулатов теории точности и размерного анализа, это не логично.

Касаясь функциональной взаимозаменяемости, следует уточнить, что именно она обеспечивает заданную надежность изделия, причем должны обеспечиваться не только параметры точности, но и прочности, износостойкости и др.

## Выводы

Не следует забывать, что теперь все стандарты носят рекомендательный характер и не обязательны в плане исполнения требований. Такая прерогатива есть только у технических регламентов, которые, в свою очередь, отвечают главным образом за сектор безопасности человека и окружающей среды. Поэтому можно использовать как старые, так и новые понятия, изложенные в ИСО 286—1.

Обобщая вышеизложенное, отметим, что все незначительные изменения терминов, понятий и положений не влияют на общее построение ЕСДП, которая осталась прежней. Не изменились величины стандартных допусков и основных отклонений, но произошло уточнение ряда старых терминов (определений), введены новые понятия. Главное, появилась связь между стандартами на ГХИ по принципу общего построения моделей точности и единой терминологии. Особенности: появился класс допуска как комбинация основного отклонения и качества, а основное отклонение, равное нулю, теперь тоже пишется в расшифровке [9, 10].

Особо следует выделить плохой перевод английской версии на русский язык. В переводе и обобщении смысла не участвовали ученые, занимающиеся вопросами теории точности и взаимозаменяемости. Большинство введенных терминов можно было бы трактовать гораздо техничнее и понятнее.

## Литература и источники

1. Бондарева Г. И., Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж. и др. Составляющие качества ремонта // Сельский механизатор. 2016, № 7. С. 2—4.
2. Леонов О. А., Бондарева Г. И., Шкаруба Н. Ж. и др. Качество сельскохозяйственной техники и контроль при ее производстве и ремонте // Тракторы и сельхозмашины. 2016, № 3. С. 30—32.
3. Леонов О. А. Взаимозаменяемость унифицированных соединений при ремонте сельскохозяйственной техники: Монография. М.: Изд-во МГАУ, 2003. 167 с.

4. Леонов О. А., Капрузов В. В., Шкаруба Н. Ж. и др. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: КолосС, 2009. 568 с.

5. Вергазова Ю. Г. Влияние точностных и технологических параметров на долговечность соединения "вал — втулка" // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2014, № 3. С. 17—19.

6. ГОСТ 25346- (ИСО 286-1). Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Ч. 1. Основные положения, допуски, отклонения и посадки / Проект стандарта, первая редакция // Госстандарт [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gosstandart.gov.by/txt/Actual-info/docs/gost-25346-89.pdf> (дата обращения 12.10.2016).

7. Леонов О. А., Бондарева Г. И., Шкаруба Н. Ж. Оценка качества измерительных процессов в ремонтном производстве // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2013, № 2. С. 36—38.

8. Леонов О. А., Темасова Г. Н., Шкаруба Н. Ж. Экономика качества, стандартизации и сертификации: Учеб. пособие. М.: Инфра-М, 2014. 251 с.

9. Леонов О. А., Вергазова Ю. Г. Расчет посадок соединений со шпонками для сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2014, № 2. С. 13—15.

10. Леонов О. А., Вергазова Ю. Г. Реализация теоретических исследований точностных параметров соединений "вал — втулка со шпонкой" // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2015, № 5. С. 41—47.

## References

1. Bondareva G. I., Leonov O. A., Shkaruba N. Zh., Vergazova Yu. G. Components of repair quality. *Sel'skiy mekhanizator*, 2016, no. 7, pp. 2—4 (in Russ.).
2. Leonov O. A., Bondareva G. I., Shkaruba N. Zh., Vergazova Yu. G. Quality of agricultural machinery and control of its manufacture and repair. *Traktory i sel'khoz mashiny*, 2016, no. 3, pp. 30—32 (in Russ.).
3. Leonov O. A. *Vzaimozamenyaemost' unifikirovannykh soedineniy pri remonte sel'skokhozyaystvennoy tekhniki* [Interchangeability of standardized connections in the repair of agricultural machinery]. Moscow, V. P. Goryachkin Moscow State Agricultural Engineering University Publ., 2003, 167 p.
4. Leonov O. A., Kapruzov V. V., Shkaruba N. Zh., Kisenkov N. E. *Metrologiya, standartizatsiya i sertifikatsiya* [Metrology, standardization and certification]. Moscow, KolosS Publ., 2009, 568 p.
5. Vergazova Yu. G. Influence of accuracy and process parameters on the durability of the connection "shaft — hub". *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2014, no. 3, pp. 17—19 (in Russ.).
6. *GOST 25346-... (ISO 286-1)*. Geometrical product specifications (GPS). ISO code system for tolerances on linear sizes. P. 1. Basis of tolerances, deviations and fits (MOD). URL: <http://www.gosstandart.gov.by/txt/Actual-info/docs/gost-25346-89.pdf> (accessed 12.10.2016).
7. Leonov O. A., Bondareva G. I., Shkaruba N. Zh. Assessment of the quality measurement processes in repair production. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2013, no. 2, pp. 36—38 (in Russ.).
8. Leonov O. A., Temasova G. N., Shkaruba N. Zh. *Ekonomika kachestva, standartizatsii i sertifikatsii* [The economics of quality, standardization and certification]. Moscow, Infra-M Publ., 2014, 251 p.
9. Leonov O. A., Vergazova Yu. G. Calculation of seats of joints with dowels for agricultural machinery. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2014, no. 2, pp. 13—15 (in Russ.).
10. Leonov O. A., Vergazova Yu. G. Implementation of theoretical research of "shaft — keyed sleeve" joint precision parameters. *Vestnik FGOU VPO MGAU*, 2015, no. 5, pp. 41—47 (in Russ.).