

## НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

УДК 658.562

В. Л. СОЛОМАХО, профессор кафедры «Стандартизация, метрология и информационные системы» Белорусского национального технического университета, доктор технических наук

Б. В. ЦИТОВИЧ, профессор кафедры стандартизации, метрологии и управления качеством УО «Белорусский государственный институт повышения квалификации и переподготовки кадров по стандартизации, метрологии и управлению качеством», кандидат технических наук

## ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТОВ ОБЩИХ ДОПУСКОВ РАЗМЕРОВ, ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В статье представлен анализ двух «сопряженных» стандартов, нормирующих общие допуски размеров, формы и расположения поверхностей наряду с общетехническими стандартами, используемыми для тех же целей. Применение ГОСТ 30893.1-2002 обеспечивает экономию общественно полезного труда, а применение ГОСТ 30893.2-2002 может вызвать экономические потери из-за функционально не оправданного завышения требований к точности.

**Ключевые слова:** допуск, запись в технических требованиях, класс точности допусков, межгосударственный стандарт, общие допуски, допуски размеров, допуски формы и расположения, рационализация требований.

Для обеспечения взаимозаменяемости изделий при их производстве геометрические параметры на чертеже должны быть указаны с однозначно трактуемыми требованиями к точности. Назначенные требования должны обеспечивать нормальное функционирование детали в сборочной единице при соблюдении точности параметров в ходе изготовления детали и контроле их точности. Используемые обозначения требований к точности параметров должны читаться и пониматься всеми единообразно, произвольные толкования и разночтения указанных требований не допускаются [1].

Предъявление требований к точности параметров обязательно, даже если для функционирования детали в изделии нет необходимости назначения жестких требований (например, не требуется высокая точность размеров и формы поверхностей). При решении задач, связанных с назначением и оценкой годности параметров, точность которых не установлена индивидуально, используют общие допуски размеров, формы и расположения.

В настоящее время общие допуски (виды, числовые значения, обозначения на чертежах) установлены двумя межгосударственными стандартами, разработанными НИИ измерений (г. Москва, Российская Федерация):

– ГОСТ 30893.1-2002 (ИСО 2768-1-89) «Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками» [2];

– ГОСТ 30893.2-2002 (ИСО 2768-2-89) «Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Допуски формы и расположения поверхностей, не указанные индивидуально» [3].

В этих стандартах даны определения общих допусков.

Общий допуск размера – допуск линейного или углового размера, указываемый на чертеже или в других технических документах общей записью и применяемый в тех случаях, когда предельные отклонения (допуски) не указаны индивидуально у соответствующих номинальных размеров.

Общий допуск формы или расположения – допуск, указываемый на чертеже или в других технических документах общей записью и применяемый в тех случаях, когда допуск формы или расположения не указан индивидуально для соответствующего элемента детали.

Общие допуски по [2] и [3] применяются, если на чертеже (или в другой технической документации, устанавливающей требования к объекту) имеются ссылки на соответствующий стандарт. При наличии ссылки требования к общим допускам распространяются на те элементы, для которых допуски не указаны индивидуально. В приложениях к каждому из стандартов отмечено, что преимущества применения общих допусков будут проявляться в полной мере, если обычная точность данного производства обеспечивает соблюдение общих допусков, указанных на чертежах. Поэтому для конкретного производства рекомендуется определять, какова эта точность, и назначать общие допуски, которые ей соответствуют. В ситуации, когда точность производства неизвестна, рекомендуется назначение общих допусков «среднего» или «более грубого» уровня точности. Стандарты общих допусков уникальны тем, что разрешают не браковать детали, даже если нарушены требования к общим допускам, но при этом сохраняется способность детали к функционированию.

Общие допуски формы и расположения поверхностей (допуски, не указанные индивидуально, а оговоренные общей записью в технических требованиях) регламентированы [3]. Значительная часть специалистов приняла данный стандарт как «пионерский», поскольку ГОСТ 25069-81 «Основные нормы взаимозаменяемости. Неуказанные допуски формы и расположения поверхностей», взамен которого он введен, практически не использовался. Стандарт был технически бесполезен, а его применение требовало от производства неоправданных экономических затрат.

Концепция, действовавшая до введения стандартов на точность формы и расположения поверхностей, справедливо предполагала, что точностные требования к любым геометрическим параметрам поверхностей деталей, включая отклонения формы и расположения поверхностей, всегда ограничены требованиями к точности размеров. Следовательно, управляя точностью размеров путем ужесточения допусков, можно добиться любой требуемой точности формы и расположения поверхностей. Однако такой подход к нормированию точности может оказаться избыточно затратным, особенно в тех случаях, когда при высоких требованиях к точности формы и (или) расположения поверхностей высокая точность размеров не нужна. Классическими примерами являются прилегающие плоскости корпусных деталей, кронштейнов и т. д. Поэтому в случаях, когда принятые допуски размеров не обеспечивают удовлетворительного функционирования деталей, целесообразно из технических и экономических соображений прибегать к специальному назначению допусков формы и расположения поверхностей для дополнительного ужесточения требований к точности именно этих элементов конструкции.

С этой целью в стандартах допусков формы и расположения приняты уровни относительной

## НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

геометрической точности, определяющие примерное процентное соотношение допуска формы или расположения и допуска размера. Уровни точности допусков формы и (или) расположения (нормальный – А, повышенный – В и высокий – С) введены стандартом скорее в качестве служебных понятий для расчета примерных значений соответствующих допусков. Для поверхностей, которые обеспечивают нормальную работу изделия без дополнительных точностных ограничений, в том числе и для несопрягаемых поверхностей, используют уровень относительной точности, при котором в качестве допуска формы или расположения используется весь допуск размера. В некоторых научно-технических источниках этот уровень относительной точности называют «грубый».

В противоположность описанному подходу в основу стандарта общих допусков формы и расположения поверхностей положено ничем не обоснованное допущение о том, что существуют отклонения формы и расположения поверхностей, которые не ограничиваются допусками размеров. Это допущение существенно усложняет ситуацию, в результате чего в ней путаются даже сами разработчики стандарта, не говоря о рядовых пользователях.

Общие допуски формы и расположения поверхностей по [3] применяются в том случае, когда на чертеже (или в другой технической документации) имеются ссылки на эти стандарты, причем только для тех элементов, для которых соответствующие допуски не указаны индивидуально.

В частности, [3] не устанавливает общие допуски цилиндричности, профиля продольного сечения, наклона, перекоса осей, позиционные, полного радиального и полного торцового биения, формы заданного профиля и формы заданной поверхности,

поскольку «отклонения этих видов косвенно ограничиваются допусками на линейные и угловые размеры или другими видами допусков...». Следует отметить, что в этом перечислении упоминается допуск перекоса осей, которого нет в общих стандартах допусков формы и расположения поверхностей. В то же время допуски круглости, параллельности и соосности не попали ни в данный перечень, ни в таблицы с числовыми значениями допусков, что затрудняет истолкование требований стандарта.

В тексте стандарта сказано, например, что «общий допуск круглости для элементов с неуказанными на чертеже предельными отклонениями размеров практически равен допуску на диаметр, но не должен превышать общего допуска на радиальное биение», что нереализуемо, поскольку допуск круглости задается на радиус и не связан непосредственно с допуском радиального биения.

На рисунке 1 представлены допуски формы и расположения поверхностей – нормируемые и ненормируемые [3].

Обозначения допусков, значения которых стандарт общих допусков формы и расположения не регламентирует, выделены двойной рамкой. В штриховых рамках расположены условные знаки допусков, которые не попали ни в перечень ненормируемых, ни в число нормируемых (т. е. не имеют в стандарте числовых значений).

Поскольку для допусков расположения поверхностей и суммарных допусков формы и расположения поверхностей необходима база,

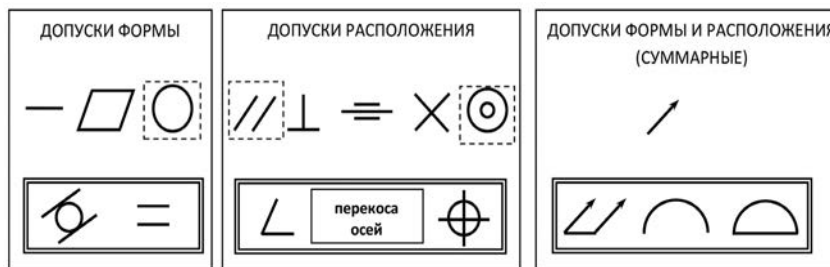


Рисунок 1 – Общие допуски формы и расположения поверхностей (ненормируемые [3] приведены в двойной рамке, не попавшие в перечень – в штриховой).

а для общих допусков она не указана, приходится оговаривать данный вопрос специально. В стандарте есть далеко не всегда удачные указания, что следует принимать за базу при назначении общих допусков расположения и биения. Это вызывает дополнительные сложности его применения.

Нечеткость устанавливаемых стандартом требований привела к тому, что рисунок В.2 в справочном приложении В [3] (см. рисунок 2) частично противоречит тексту его основной части.

Приведенный пример описания расшифровки общих допусков формы и расположения поверхностей не доведен до логического завершения (в интерпретации раскрыты не все общие допуски), значит, завершать его должен пользователь, что весьма затруднительно из-за недостаточной ясности основных положений стандарта.

Кроме того, рисунок содержит ошибки, что для стандарта абсолютно недопустимо. Например, при обозначении требований к форме и расположению отверстия  $\varnothing 13H12$  некорректно обозначен допуск круглости (требование относится к круглости оси отверстия!), а некорректное обозначение базы С вообще никому не нужно (эта база нигде не используется). Квалифицированный нормоконтролер может найти в рисунке и другие недостатки.

В [3] общие допуски формы и расположения поверхностей установлены в трех классах точности, обозначаемых в порядке убывания точности, – Н, К, L.

Сопоставим требования к точности формы поверхностей призматической детали при их ограничении общими допусками и без такого ограничения для номинального размера 32 мм (см. рисунок 3). Примем допуск размера по классу точности «средний» [2] (600 мкм). В этом случае допуски формы (прямолинейности и плоскостности) обеих граней при их ограничении только допуском размера составят 100 % от допуска размера, или 600 мкм (см. рисунок 3, а)).

Допуски формы при назначении общих допусков формы и расположения по классу точности L составят 400 мкм, или примерно 66 % от допуска размера (см. рисунок 3, б)). При назначении общих допусков формы и расположения по классу точности К (см. рисунок 3, в)) они составят 200 мкм (примерно 33 %), а при назначении общих допусков формы и расположения по классу точности Н (см. рисунок 3, г)) значение общих допусков формы и расположения будет 100 мкм (примерно 16 % допуска размера).

Если для той же детали мы примем допуск размера по классу точности «грубый» [2] (1 600 мкм), допуски формы (прямолинейности и плоскостности) обеих граней при их ограничении только допуском размера составят 100 % от допуска размера, или те же 1 600 мкм (см. рисунок 4, а)).

Допуски формы при назначении общих допусков формы и расположения по классу точности L составят 400 мкм, или 25 % от допуска размера (см. рисунок 4, б)). При назначении общих допусков формы и расположения по классу точности К (см. рисунок 4, в)) они составят 200 мкм (12,5 %), а при назначении общих допусков формы и расположения по классу точности Н (см. рисунок 4, г)) значение общих допусков формы и расположения будет 100 мкм (примерно 6 % допуска размера).

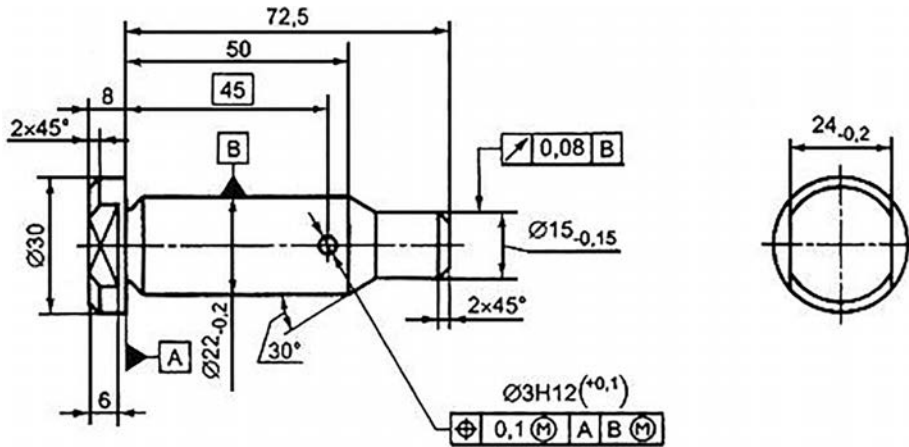
Если для той же детали мы примем допуск размера по классу точности «очень грубый» [2] (3 000 мкм), соотношения будут еще хуже.

Очевидно, что назначение общих допусков формы и расположения на функционально ответственные размеры приведет к ничем не оправданному ужесточению точностных требований от 1,5 до 16 раз, что может весьма существенно увеличить затраты на изготовление и контроль деталей.

Для продолжения качественного и количественного анализа ситуации с общими допусками формы и расположения поверхностей используем как исходные материалы приведенные выше рисунки из приложения В к [3] (см. рисунок 2).

## НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Рисунок В.1 Пример указания общих допусков на чертеже



Общие допуски ГОСТ 30893.2 – mH<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> m – обозначение общих допусков размеров по классу точности «средний» по ГОСТ 30893.1, H – обозначение класса точности общих допусков формы и расположения по настоящему стандарту.

Пояснения к рисунку В.1

1 Допуски, заключенные в окружности или прямоугольные рамки (изображенные штрихпунктирными линиями с двумя штрихами), являются общими. Эти допуски должны автоматически достигаться при механической обработке в производстве, обычная точность которого равна или выше, чем по ГОСТ 30893.2 mH; такие допуски, как правило, не требуют контроля.

2 В интерпретации раскрыты не все общие допуски, в частности, на те виды отклонений формы и расположения, которые ограничиваются указанными или общими допусками на другие виды отклонений, например, допуски радиального биения ограничивают также отклонения от круглости.

Рисунок В.2 Интерпретация общих допусков

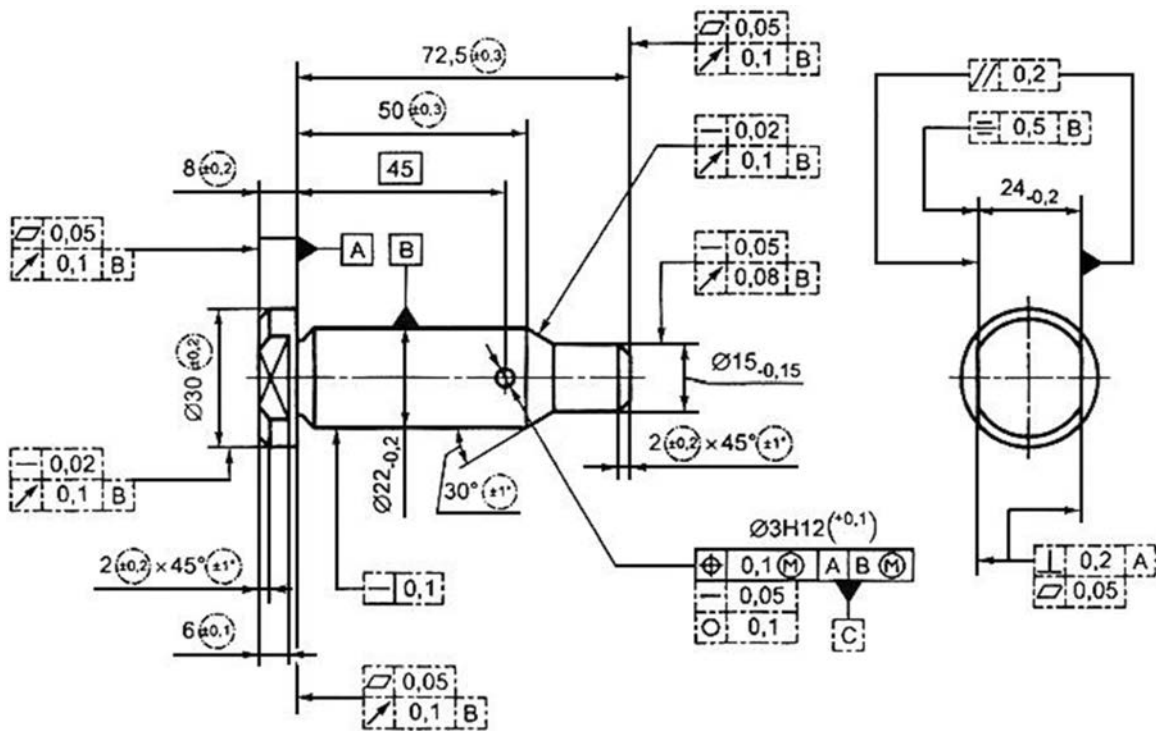


Рисунок 2 – Рисунки из приложения В [3]

## НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

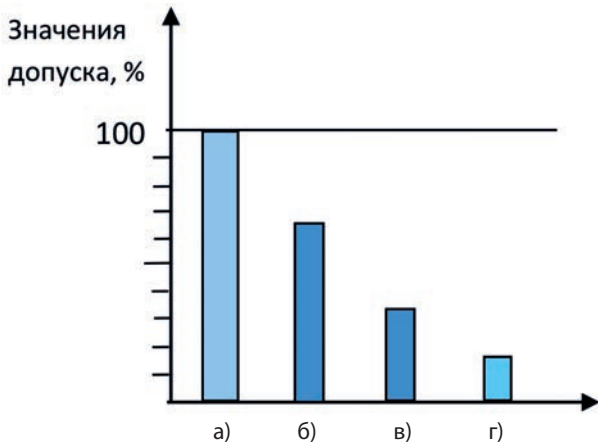


Рисунок 3 – Значения допусков формы по отношению к допуску размера (класс точности «средний») при разных видах нормирования общих допусков формы и расположения поверхностей:

- а) при ограничении только допуском размера;
- б) при назначении общих допусков формы и расположения по классу точности L;
- в) при назначении общих допусков формы и расположения по классу точности K;
- г) при назначении общих допусков формы и расположения по классу точности H.

В качестве примера рассмотрим допуски, ограничиваемые размером 72,5 между двумя правыми торцовыми поверхностями детали (квалифицированный разработчик проставил бы габаритный размер, причем максимально использовал бы для несопрягаемых элементов нормальные размеры) на проявленной части рисунка В.2. Этот размер снабжен допуском 600 мкм. При делении допуска размера пополам каждому из торцов достался бы суммарный допуск формы и расположения (допуск торцового биения), равный 300 мкм. Однако на рисунке нормирован допуск торцового биения 100 мкм, что в три раза точнее. Совершенно неоправданным является и дополнительное ужесточение требований путем назначения допуска плоскостности 50 мкм, что в шесть раз жестче допуска плоскопараллельности, регламентированного допуском размера.

Очевидно, что применение стандарта общих допусков формы и расположения существенно усложняет работу технолога и метролога, которые должны будут обеспечить соблюдение всех дополнительно возникающих требований к изготовлению и контролю изделий.

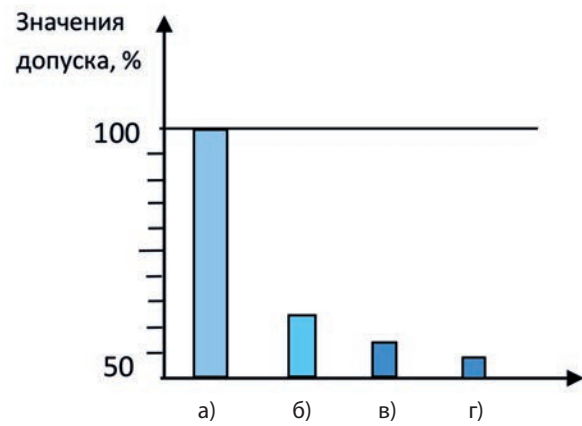


Рисунок 4 – Значения допусков формы по отношению к допуску размера (класс точности «грубый») при разных видах нормирования общих допусков формы и расположения поверхностей:

- а) при ограничении только допуском размера;
- б) при назначении общих допусков формы и расположения по классу точности L;
- в) при назначении общих допусков формы и расположения по классу точности K;
- г) при назначении общих допусков формы и расположения по классу точности H.

Анализ может быть продолжен, но результаты очевидны. Назначение общих допусков формы и расположения поверхностей всегда связано с неоправданным ужесточением точностных требований. Это приведет не только к удорожанию обработки элементов деталей, но и к необходимости разработки новых методик измерительного приемочного контроля, технического и интеллектуального обеспечения их реализации.

Вытекающая из проведенного анализа рекомендация может быть сформулирована следующим образом: из экономических соображений назначать общие допуски формы и расположения поверхностей в соответствии с требованиями [3] нерационально.

Такое решение не требует усложнения процедуры нормирования точности, поскольку для отказа от [3] достаточно не использовать ссылку на него. При отсутствии ссылки на стандарт, устанавливающий общие допуски формы и расположения поверхностей, на чертеже или в другой технической документации положения [3] не применяются. Соответствующие ограничения

## НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

будут фактически установлены допусками размеров.

Стандарт на общие допуски размеров [2], напротив, следует применять как обеспечивающий определенную рационализацию назначаемых точностных требований.

Стандарт [2] введен взамен ранее действовавшего ГОСТ 25670-83 «Основные нормы взаимозаменяемости. Предельные отклонения размеров с неуказанными допусками». В [2], как и в предыдущем стандарте, установлены четыре класса точности общих допусков размеров:

- «точный» f;
- «средний» m;
- «грубый» c;
- «очень грубый» v.

При новых обозначениях классов точности они сохранили условные наименования, принятые в ГОСТ 25670-83. Однако поменялись не только обозначения полей допусков, но и их расположение относительно номинального размера. Вместо специфического расположения полей для валов, отверстий и прочих размеров (не принадлежащих валам и отверстиям), в [2] для всех видов размеров принято одинаковое (симметричное относительно нулевой линии) расположение полей допусков. Ранее применявшееся технологически

оправданное расположение поля допуска в тело детали имеет определенный смысл при обработке поверхностей методом пробных проходов, который не применяют в серийном и массовом производстве. Поэтому унификацию расположения всех общих допусков можно считать полностью оправданной. На наш взгляд, можно было бы отказаться и от избыточного разнообразия классов точности, оставив только два из них (например, «средний» и «очень грубый»).

В обязательном приложении А [2] как дополнительные варианты назначения общих допусков разрешается использование полей допусков с соответствующими обозначениями по ГОСТ 25670-83. Однако в приложении сказано, что при новом проектировании такое назначение рекомендуется ограничить. Руководители разработок и нормоконтролеры должны поддерживать такое ограничение, поскольку применение устаревших стандартов не способствует повышению качества продукции.

Существенная рационализация требований к точности проектируемых изделий может быть достигнута за счет широкого использования стандарта на общие допуски размеров [2] и полного отказа от применения стандарта на общие допуски формы и расположения поверхностей [3].

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соломахо, В. Л., Цитович, Б. В., Соколовский, С. С. Нормирование точности и технические измерения : учебник. – Минск : Вышэйшая школа, 2015.
2. ГОСТ 30893.1-2002 (ИСО 2768-1-89) Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками.
3. ГОСТ 30893.2-2002 (ИСО 2768-2-89) Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Допуски формы и расположения поверхностей, не указанные индивидуально.

### SUMMARY

**V. L. Solomakho, B. V. Tsitovich**

The article presents an analysis of two related standards that set norms for general tolerances of dimensions, form and position of surfaces among other basic technical standards used for the same purposes. The application of GOST 30893.1 - 2002 provides saving of socially useful labor, and the application of GOST 30893.2 - 2002 will cause economic losses due to functionally unjustifiably inflated requirements for accuracy.

Поступила в редакцию 21.02.2019.