

Точность механической обработки и погрешности изготовления деталей

Точность механической обработки

Под точностью детали понимают степень её приближения к геометрически правильному её прототипу. Изготовить деталь абсолютно точно невозможно. Поэтому за меру точности принимают величины отклонений от теоретических значений.

Точность обработки характеризуется погрешностью – отклонением полученного при обработке значения геометрического или другого параметра от заданного. В зависимости от величины допуска на размер установлено 19 квалитетов точности (IT01, IT0, IT1, IT2, ..., IT17; IT – International Tolerance – международный допуск). IT8 – допуск системы по 8 квалитету ISO (ISO – международная организация по стандартизации).

Под точностью изготовления детали понимают степень соответствия ее всем требованиям рабочего чертежа, технических условий и стандартов. Чем больше это соответствие, тем выше точность изготовления. Действительные отклонения параметров реальной детали от заданных номинальных их значений называют **погрешностью изготовления**.

Разность предельных отклонений рассматриваемого параметра называется **допуском**. Допуски на рабочем чертеже называют **конструкторскими**. В процессе разработки ТП технолог проставляет допуски на размеры заготовок, которые необходимо выдержать при выполнении промежуточных технологических операций. Эти допуски называют **технологическими** или **операционными**.

Погрешности изготовления деталей

Все первичные (элементарные) погрешности обработки можно разделить на **систематические постоянные, систематические переменные, случайные.**

Систематическими постоянными погрешностями называют такие, которые при обработке партии заготовок постоянны по значению и знаку, например, возникающие вследствие погрешности в размере режущего инструмента (развертки, зенкера и др.), в результате неточности профиля фасонного резца или погрешности настройки станка.

Систематическими переменными погрешностями называют такие, которые в процессе обработки закономерно изменяются по времени, т.е. в зависимости от числа изготовленных изделий. К этой группе относится погрешность, вызываемая износом режущего инструмента, и погрешность, обусловленная тепловыми деформациями элементов технологической системы в период работы станка.

Случайными погрешностями называют такие, которые для заготовок данной партии имеют различные значения, причем появление таких погрешностей и точное их значение заранее предсказать невозможно. Например, погрешность установки заготовки, изменение размеров заготовки в результате колебаний припуска или неравномерной твердости.

ОТКЛОНЕНИЕМ ФОРМЫ НАЗЫВАЮТ ОТКЛОНЕНИЕ ФОРМЫ РЕАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ИЛИ РЕАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ОТ ФОРМЫ НОМИНАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ИЛИ НОМИНАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ.

ОТКЛОНЕНИЕМ РАСПОЛОЖЕНИЯ НАЗЫВАЮТ ОТКЛОНЕНИЕ РЕАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ РАССМАТРИВАЕМОГО ЭЛЕМЕНТА ОТ ЕГО НОМИНАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ.

ПОД ДОПУСКАМИ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОНИМАЮТ НАИБОЛЬШИЕ ДОПУСКАЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ.

ПРИ ОЦЕНКЕ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ НЕ ВКЛЮЧАЮТ, А ВОЛНИСТОСТЬ ОБЫЧНО ВКЛЮЧАЮТ В ОТКЛОНЕНИЕ ФОРМЫ. ИНОГДА БЫВАЮТ ИСКЛЮЧЕНИЯ, ЧТО СПЕЦИАЛЬНО ОГОВАРИВАЕТСЯ.

Погрешности формы и расположения поверхностей

ОЦЕНКА ОТКЛОНЕНИЙ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДПОЛАГАЕТ ОТСУТСТВИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ, КОТОРЫЕ ПРИ ЭТОМ ЗАМЕНЯЮТСЯ ПРИЛЕГАЮЩИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ. ЗА ОСИ, ПЛОСКОСТИ СИММЕТРИИ И ЦЕНТРЫ РЕАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ЭТИХ СЛУЧАЯХ ПРИНИМАЮТ ОСИ, ПЛОСКОСТИ СИММЕТРИИ И ЦЕНТРЫ ПРИЛЕГАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ.

ПОД **РЕАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ** ПОНИМАЮТ ПОВЕРХНОСТЬ, ОГРАНИЧИВАЮЩУЮ ДЕТАЛЬ И ОТДЕЛЯЮЩУЮ ЕЁ ОТ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

ПОД **НОМИНАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ** ПОНИМАЮТ ИДЕАЛЬНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ, НОМИНАЛЬНАЯ ФОРМА КОТОРОЙ ЗАДАНА ЧЕРТЕЖОМ ИЛИ ДРУГОЙ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ.

ПРОФИЛЬ – ЭТО ЛИНИЯ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ С ПЛОСКОСТЬЮ ИЛИ С ЗАДАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ.

РЕАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ – ЭТО ПРОФИЛЬ РЕАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.

НОМИНАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ – ЭТО ПРОФИЛЬ НОМИНАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.

БАЗА – ЭТО ЭЛЕМЕНТ ДЕТАЛИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ОДНУ ИЗ ПЛОСКОСТЕЙ ИЛИ ОСЕЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ, ПО ОТНОШЕНИЮ К КОТОРОЙ ЗАДАЁТСЯ ДОПУСК РАСПОЛОЖЕНИЯ ИЛИ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ОТКЛОНЕНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ РАССМАТРИВАЕМОГО ЭЛЕМЕНТА.

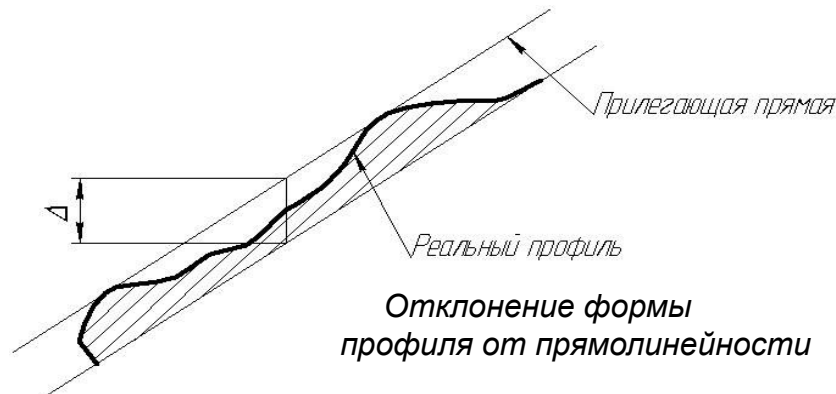
В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНЫХ БАЗ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ, А ТАКЖЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ УСТАНОВЛЁНЫ ПРИЛЕГАЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТИ И ПРОФИЛИ.

ПРИЛЕГАЮЩАЯ ПОВЕРХНОСТЬ – ПОВЕРХНОСТЬ, ИМЕЮЩАЯ ФОРМУ НОМИНАЛЬНОЙ, СОПРИКАСАЮЩАЯСЯ С РЕАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ И РАСПОЛОЖЕННАЯ ВНЕ МАТЕРИАЛА ДЕТАЛИ ТАК, ЧТОБЫ ОТКЛОНЕНИЕ ДО НАИБОЛЕЕ УДАЛЁННОЙ ТОЧКИ РЕАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ПРЕДЕЛАХ НОРМИРУЕМОГО УЧАСТКА ИМЕЛО МИНИМАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ.

ПРИЛЕГАЮЩИЙ ПРОФИЛЬ – ПРОФИЛЬ, ИМЕЮЩИЙ ФОРМУ НОМИНАЛЬНОГО, СОПРИКАСАЮЩИЙСЯ С РЕАЛЬНЫМ ПРОФИЛЕМ И РАСПОЛОЖЕННЫЙ ВНЕ МАТЕРИАЛА ДЕТАЛИ ТАК, ЧТОБЫ ОТКЛОНЕНИЕ ДО НАИБОЛЕЕ УДАЛЁННОЙ ТОЧКИ РЕАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ИМЕЛО МАКСИМАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ (В ПРЕДЕЛАХ НОРМИРУЕМОГО УЧАСТКА).

Отклонения формы профилей

Отклонение от прямолинейности в плоскости – наибольшее расстояние Δ от точек реального профиля до прилегающей прямой в пределах нормируемого участка.



Частные случаи – выпуклость и вогнутость профиля.

К отклонениям формы профиля относят и отклонения оси: **отклонение от прямолинейности оси (или линии) в заданном направлении** – наименьшее расстояние Δ между двумя параллельными плоскостями, перпендикулярными к плоскости заданного направления, между которыми располагается реальная ось поверхности вращения.

Отклонение оси в пространстве – наименьшее значение диаметра Δ цилиндра, внутри которого располагается реальность поверхности вращения.

ОТКЛОНЕНИЯ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Отклонение от плоскостности – наибольшее расстояние Δ от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости

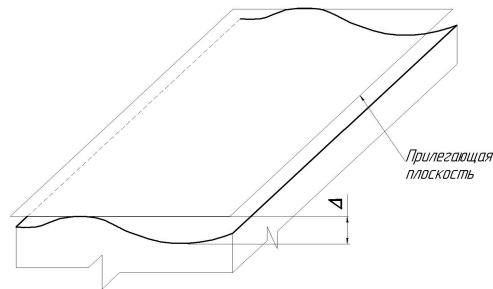
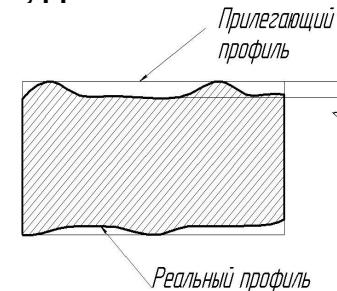


Рисунок 2.2 – Отклонение от плоскостности

Частные случаи – выпуклость и вогнутость поверхностей. В случае выпуклости удаление точек реальной поверхности от прилегающей плоскости уменьшается от краев к середине. В случае вогнутости – наоборот.

Отклонение от круглости – наибольшее расстояние Δ от точек реального профиля до прилегающей окружности. частные случаи – овальность, огранка (многогранник).

Отклонение профиля продольного сечения – наибольшее расстояние Δ от точек образующей реальной поверхности, лежащих в плоскости, проходящей через её ось, до



Отклонение профиля продольного сечения

соответствующей стороны прилегающего профиля в пределах нормируемого участка.

Отклонение от цилиндричности – наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка.

Частные виды – конусообразность, бочкообразность, седлообразность

Отклонения расположения плоскостей и осей (линий)

Отклонение от параллельности плоскостей – разность Δ наибольших и наименьших расстояний между плоскостями в пределах нормируемого участка.

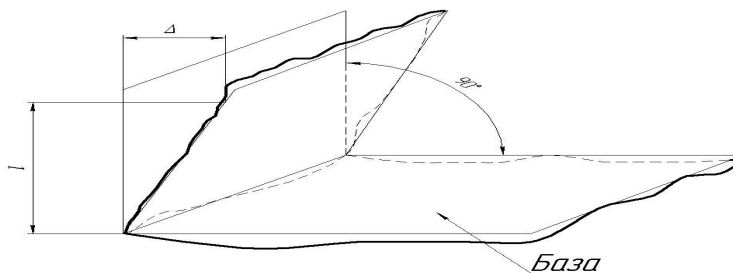
Отклонение от перпендикулярности плоскостей – отклонение угла между плоскостями от прямого, выраженное в линейных единицах Δ в пределах длины нормируемого участка

Отклонение наклона плоскости относительно плоскости – отклонение угла между плоскостью и базовой плоскостью от номинального угла, выраженное в минимальных единицах Δ на длине нормируемого участка.

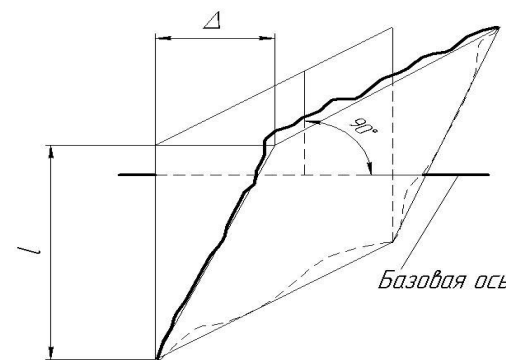
Отклонение от симметричности относительно базового элемента – наибольшее расстояние Δ между плоскостью симметрии рассматриваемого элемента и плоскостью симметрии базового элемента в пределах нормируемого участка.

Отклонение от перпендикулярности плоскости относительно оси – отклонение угла между плоскостью и базовой осью от прямого угла, выраженное в линейных единицах Δ на длине нормируемого участка

Отклонение от прямолинейности оси (прямой) относительно плоскости в заданном направлении – отклонение угла между проекцией оси поверхности вращения на плоскость заданного направления (перпендикулярно базовой) и базовой плоскостью от прямого угла, выраженное в минимальных единицах Δ на длине нормируемого участка.

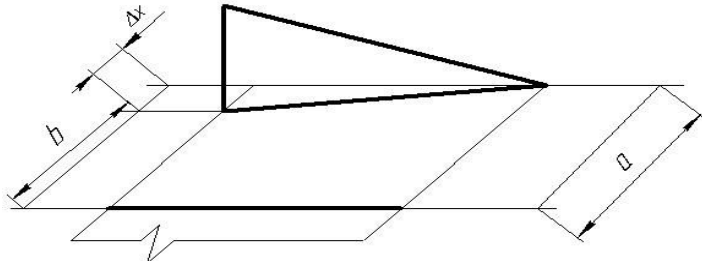


Отклонение от перпендикулярности плоскостей



Отклонение от перпендикулярности плоскости относительно оси

Отклонения расположения профилей, осей



Отклонение от параллельности осей в общей плоскости

Отклонение от соосности относительно оси базовой поверхности – наибольшее расстояние Δ между осью рассматриваемой поверхности вращения и осью базовой поверхности на длине нормируемого участка.

Позиционное отклонение оси - наибольшее расстояние Δ между реальным расстоянием оси и её номинальным расположением в пределах нормируемого участка.

Отклонение от пересечения осей - наименьшее расстояние между номинально пересекающимися осями.

Отклонение от параллельности прямых в плоскости – разность Δ наибольших и наименьших расстояний между прямыми на длине нормируемого участка.

Отклонение от параллельности прямых в пространстве – геометрическая сумма Δ отклонений от параллельности проекций прямых в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, из которых одна является общей. Общая плоскость осей в пространстве представляет собой плоскость, проходящую через одну (базовую) ось и точку другой оси.

Отклонение от параллельности осей в общей плоскости – отклонение от параллельности Δ_x проекций осей на общую плоскость (рисунок).

Перекося осей – отклонение параллельности Δ_y проекций осей на плоскость, перпендикулярную к общей плоскости осей и проходящую через базовую ось.

Суммарные отклонения формы и расположения поверхностей

Полное радиальное биение – разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от всех точек реальной поверхности до базовой оси.

Полное торцовое биение – разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцовой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси.

Отклонение формы заданной поверхности – наибольшее отклонение Δ точек реальной поверхности от номинальной, определяемое по нормали номинальной поверхности в пределах нормируемого участка.

Суммарное отклонение параллельности и плоскостности – разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной поверхности до базовой плоскости в пределах нормируемого участка.

Суммарное отклонение перпендикулярности и плоскостности – разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой плоскости в пределах нормируемого участка.

Суммарные отклонения формы и расположения профилей

Радиальное биение – разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной базовой оси.

Торцовое биение – разность Δ наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцовой поверхности до плоскости, перпендикулярной базовой оси.

Отклонение формы заданного профиля – наибольшее отклонение Δ точек реального профиля от номинального, определяемое по нормали к номинальному профилю.

Представленные значения всех приведенных выше видов отклонений формы и расположения поверхностей и профилей ограничены допусками формы и расположения. **Установлено 16 степеней точности:** 1,2,3,...16 (1-я самая точная).

В зависимости от соотношения между допуском размера и допусками формы и расположения установлены 3 уровня относительной геометрической точности.

A – нормальная относительно геометрическая точность (допуски формы и расположения составляют 60 % от допуска размера).





B – повышенная относительность геометрической точности (40 %).

C – высокая относительно геометрическая точность (25 %).








Для цилиндричности, круглости и профиля продольного сечения относительная геометрическая точность для A, B и C составляет 30, 20 и 12 % от допуска размера, так как эти отклонения относят к радиусу.

Обозначения допусков формы и расположения поверхностей на чертежах








Допуски формы

- Допуск прямолинейности 
- Допуск плоскостности 
- Допуск круглости 
- Допуск цилиндричности 
- Допуск профиля продольного сечения =

Допуски расположения

- Допуск параллельности 
- Допуск перпендикулярности 
- Допуск наклона 
- Допуск соосности 
- Допуск симметричности 
- Позиционный допуск 
- Допуск пересечения осей 

Суммарные допуски формы и расположения

- Допуск радиального биения 
- Допуск торцового биения 
- Допуск биения в заданном направлении 
- Допуск полного радиального биения 
- Допуск полного торцового биения 
- Допуск формы заданного профиля 
- Допуск формы заданной поверхности 

Методы достижения заданной точности при механической обработке

Заданную точность обработки можно достигнуть **методом пробных ходов и замеров**, а также **методом автоматического получения размеров на настроенных станках**.

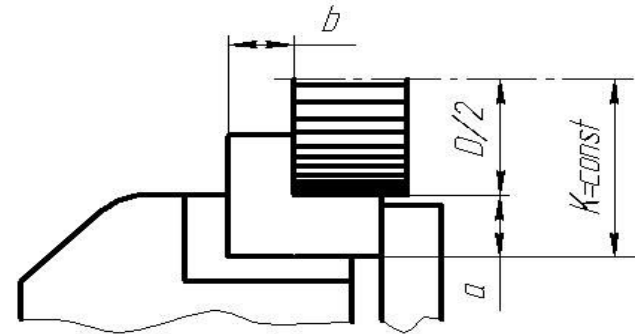
Достоинства первого метода:

- при неточном оборудовании можно получить высокую точность;
- при обработке партии мелких заготовок исключает влияние износа инструмента;
- при неточной заготовке позволяет правильно распределить припуск и предотвратить брак;
- освобождает от необходимости изготовления сложных и дорогих приспособлений.

Недостатки первого метода:

- зависимость достигаемой точности от минимальной толщины снимаемой стружки;
- появление брака по вине рабочего;
- низкая производительность;
- высокая себестоимость

Второй метод свободен от недостатков, свойственных методу пробных ходов и замеров. Например, при фрезеровании стол фрезеровального станка устанавливают так, чтобы были выдержаны размеры a и b .



Обработка заготовок по методу автоматического получения размеров

Такую настройку ведут методом пробных ходов и замеров. После выполняют обработку всей партии деталей без замеров, исключая контрольные

Преимущества метода:

- повышение точности и снижение брака;
- рост производительности обработки;
- рациональное использование рабочих высокой квалификации (здесь могут работать их ученики);
- повышение экономичности производства.