

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ

ГОСТ 21780—76

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
Москва

УДК 69.001.2(083.74) Группа Ж02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Система обеспечения геометрической точности в строительстве

ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ

Sistem of ensuring of geometrical accuracy in construction. Common principles inaccuracy calculation

ГОСТ 21780—76

Постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства от 31 марта 1976 г. № 32 срок введения установлен

с 01.01.1977 г.

Настоящий стандарт устанавливает общие правила расчета геометрической точности конструкций и элементов зданий и сооружений.

На основе настоящего стандарта разрабатываются нормативно-технические и методические документы, устанавливающие конкретные методы и особенности расчетов точности различных видов конструкций и их элементов.

Применяемые в стандарте термины и их определения приведены в обязательном приложении 1.

В стандарте учтены требования стандарта СЭВ СТ 26—73.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Расчет геометрической точности конструкций зданий и сооружений и их элементов необходимо производить для обеспечения на стадии проектирования собираемости конструкций с заданными эксплуатационными свойствами при наименьших материальных и трудовых затратах.

1.2. Расчет точности должен выполняться в процессе проектирования типовых, экспериментальных и индивидуальных конструкций зданий и сооружений и их элементов при назначении их номинальных размеров и разработке технологии изготовления элементов и конструкций и производства строительно-монтажных работ.

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

Переиздание. Сентябрь 1977 г.

© Издательство стандартов, 1978

1.3. Расчет точности состоит из определения суммарных характеристик точности замыкающих звеньев размерных цепей конструкций зданий и сооружений или их элементов, в которых компенсируются погрешности технологических процессов и операций, и решения уравнений точности из усилия соответствия этих характеристик функциональным требованиям.

Замыкающими звеньями размерных цепей конструкций служат, как правило, размеры в узлах сопряжений элементов, требуемая точность которых определяется функциональными допусками.

1.4. В общем случае зависимость между функциональными и суммарными характеристиками точности выражается следующими уравнениями точности:

$$x_{max} - x_0 = \frac{\Delta_\Sigma}{2} + \delta_{0\Sigma} \quad ; \qquad (1)$$

$$x_{min} - x_0 = -\frac{\Delta_\Sigma}{2} + \delta_{0\Sigma} \quad , \qquad (2)$$

где x_{max} и x_{min} — наибольший и наименьший предельные значения размера, служащего замыкающим звеном, которые определяются расчетом прочности, устойчивости или исходя из изоляционных и эстетических требований;

x_0 — номинальное значение размера, служащего замыкающим звеном, которое в зависимости от типа решаемой задачи может задаваться заранее или определяться в результате расчета точности;

Δ_Σ — суммарный допуск замыкающего звена, определяемый суммированием технологических допусков составляющих звеньев рассматриваемой цепи;

$\delta_{0\Sigma}$ — координата середины поля суммарного допуска.

1.5. Задача расчета точности может быть:

прямой, когда по известным значениям технологических допусков определяется функциональный допуск (проверочный расчет);

обратной, когда по установленному функциональному допуску определяются технологические допуски (проектный расчет);

комбинированной, сочетающей в себе элементы прямой и обратной задач.

1.6. При проведении расчетов точности в качестве функциональных допусков рассматриваются (см. приложение 2):

допуск зазора (расстояния) между элементами;

допуск длины опирания элемента;

допуск несоосности элементов;
допуск несовпадения поверхностей элементов;
допуск невертикальности элементов.

1.7. В соответствии с результатами расчетов точности:

в рабочих чертежах конструкций и элементов зданий и сооружений и в нормативно-технических документах устанавливаются номинальные размеры и предельные отклонения размеров элементов и узлов их сопряжений в конструкциях;

в технологической документации на изготовление элементов и в проектах производства строительно-монтажных работ устанавливаются последовательность и способы выполнения разбивочных и сборочных работ, а также предусматриваются необходимые средства технологического обеспечения и контроля точности.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ

2.1. Принимаемые в результате расчета геометрической точности решения должны обеспечивать минимальную суммарную трудоемкость и стоимость изготовления элементов и сборки конструкций.

С этой целью следует предусматривать максимально допустимые значения допусков, а также конструктивные и технологические мероприятия по снижению влияния точности технологических процессов и операций на точность замыкающих звеньев.

2.2. Расчет точности конструкций и элементов зданий и сооружений должен производиться, как правило, из условия полной собираемости конструкций.

В некоторых случаях, при технической возможности и экономической целесообразности, может предусматриваться неполная собираемость конструкций. При неполной собираемости для компенсации избыточных погрешностей технологических процессов и операций в процессе строительства требуется выполнение дополнительных операций по подбору, пригонке или регулированию отдельных размеров элементов.

2.3. Полная собираемость элементов на стадии проектирования считается обеспеченной, если в результате принятых при расчете точности решений соблюдается условие

$$\Delta_{\Phi} \geqslant \Delta_{\Sigma} \qquad (3)$$

Условие (3) соблюдается, когда левая часть в каждом из уравнений точности (1) и (2) по абсолютной величине равна или больше правой части.

2.4. Неполная собираемость имеет место, если

$$\Delta_{\Phi} < \Delta_{\Sigma} \qquad (4)$$

Уровень собираемости конструкций по каждому из размеров зависит от величины отношения $\frac{\Delta_\Phi}{\Delta_\Sigma}$ и может приниматься, исходя из экономических соображений, в соответствии с данными следующей таблицы.

$\frac{\Delta_\Phi}{\Delta_\Sigma}$	Уровень собираемости, %
1	99,73 и более
0,9	99,3
0,8	98,4
0,7	96,4
0,6	92,8
0,5	86,7

2.5. Величина функционального допуска определяется как алгебраическая разность предельных размеров замыкающего звена x_{max} и x_{min}.

2.6. Суммарный допуск определяется, как правило, вероятностным методом расчета, обеспечивающим при соблюдении условия (3) уровень собираемости не менее 99,73%, по формуле

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \Delta_i^2}, \qquad (5)$$

где n — число технологических допусков, влияющих на точность замыкающего звена;

Δ_i — проекция технологических допусков на прямую, параллельную функциональному допуску.

В исключительных случаях при технической необходимости и экономической целесообразности допускается определение суммарного допуска методом максимума-минимума по формуле

$$\Delta_\Sigma = \sum_{i=1}^{n} \Delta_i \qquad (6)$$

2.7. Координата середины поля суммарного допуска независимо от способа определения его величины определяется по формуле

$$\delta_{0\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} \delta_{0i} \qquad (7)$$

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ ТОЧНОСТИ

3.1. В однотипных повторяющихся узлах сопряжений элементов в конструкциях выявляются замыкающие звенья размерных цепей. При этом для расчета выбираются звенья, в которых суммарные допуски могут получить наибольшее значение.

3.2. В соответствии с проектируемой последовательностью выполнения разбивочных и сборочных работ и в зависимости от типа принимаемых монтажных связей для каждого из выбранных замыкающих звеньев устанавливается база, служащая началом накопления погрешностей, которые должны компенсироваться в данном замыкающем звене, и выявляются составляющие звенья размерной цепи.

В качестве составляющих звеньев принимаются номинальные размеры элементов, расстояния между осями, высотными отметками и другими ориентирами.

3.3. Для каждой размерной цепи в соответствии с п. 1.4 составляются уравнения точности, которые решаются методом пробных расчетов из условия соблюдения требования 3.

При этом суммарные характеристики точности замыкающего звена вычисляются по формулам (5) или (6) и (7). В расчет включаются технологические допуски, которыми характеризуется точность размеров, являющихся составляющими звеньями размерной цепи, точность положения ориентиров и их совмещения при установке элементов, а также точность конфигурации элементов, и от которых зависит точность замыкающего звена. Величины технологических допусков принимаются в соответствии с возможностями производства и проектируемых средств технологического обеспечения и контроля точности по соответствующим таблицам ГОСТ 21779—76 или действующим стандартам на изделия.

Координата середины поля суммарного допуска определяется при наличии в размерной цепи составляющих звеньев с несимметричными отклонениями.

3.4. При решении уравнений точности по заданным предельным значениям замыкающего звена (x_{max}, x_{min}) в зависимости от типа задачи и содержания исходных данных определяются:

предельные отклонения и номинальный размер замыкающего звена (если он заранее не задан), по которому уточняются номинальные размеры проектируемых составляющих звеньев;

технологические допуски, предельные отклонения размеров и положения составляющих звеньев размерной цепи (за исключением заданных действующими стандартами), в соответствии с которыми устанавливаются средства их технологического обеспечения и контроля.

3.5. Если при заданных условиях расчета и отвечающих возможностям существующего производства характеристиках точности составляющих звеньев условие (3) не может быть соблюдено, то в зависимости от технической возможности и экономической целесообразности может быть принято одно из следующих решений:

за счет введения новых технологических процессов повышается точность составляющих звеньев, оказывающих наибольшее влияние на точность замыкающего звена;

в проект вносятся изменения, уменьшающие влияние технологических допусков на допуск замыкающего звена путем изменения технологической последовательности операций, способов ориентирования элементов, сокращения размерных цепей за счет введения дополнительных замыкающих звеньев, или изменения конструктивных решений, позволяющие расширить функциональные допуски;

предусматривается неполная собираемость конструкций.

3.6. Для возведения конструкций с заданными эксплуатационными свойствами при их неполной собираемости в проекте предусматривается выполнение в процессе строительства дополнительных операций в объеме, зависящем от принятого уровня собираемости (п. 2.4):

подбор элементов требуемых действительных размеров;

пригонка или регулирование размеров элементов, назначаемых компенсаторами избыточных погрешностей.

В необходимых случаях для осуществления пригонки предусматривается минимальный по величине изготовительный припуск $\delta_к$ на пригонку, достаточный для компенсации наибольшего возможного отклонения размера замыкающего звена, выходящего за пределы поля функционального допуска

$$\delta_к = \frac{\Delta_\Sigma - \Delta_ф}{2}. \qquad (8)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Обязательное

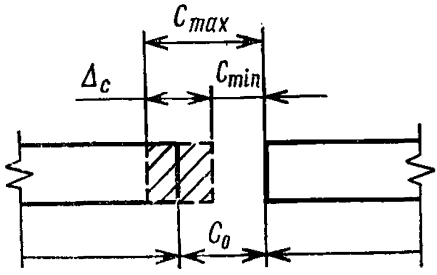
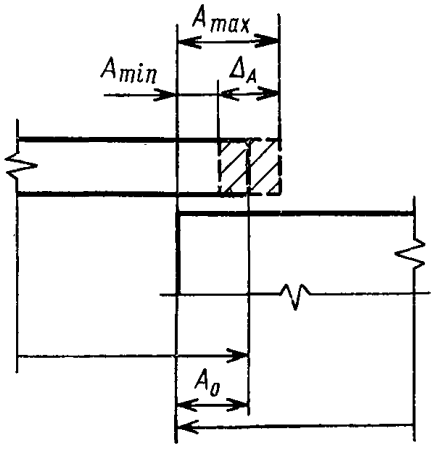
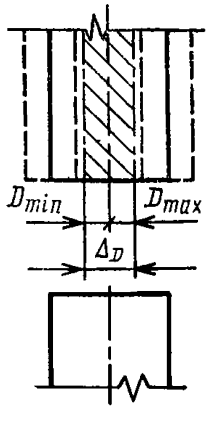
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термин	Определение
1. Полная собираемость	Собираемость, характеризуемая уровнем собираемости 99,73% и выше
2. Неполная собираемость	Собираемость, характеризуемая уровнем собираемости ниже 99,73%
3. Размерная цепь	Совокупность размеров, образующих замкнутый контур и непосредственно участвующих в решении поставленной задачи
4. Звено размерной цепи	Один из размеров, образующих размерную цепь
5. Замыкающее звено	Звено, получаемое в размерной цепи последним в результате решения поставленной задачи, в том числе при изготовлении и измерении
6. Составляющее звено	Звено размерной цепи, изменение которого вызывает изменение исходного или замыкающего звена
7. Компенсирующее звено	Предварительно выбранное звено размерной цепи, изменением размера которого достигается требуемая точность замыкающего звена
8. База	Поверхность или ось, относительно которых определяется положение других поверхностей или осей
9. Вероятностный метод расчета размерных цепей	Метод расчета размерных цепей, учитывающий явление рассеяния и вероятность различных сочетаний отклонений составляющих звеньев
10. Метод расчета размерных цепей на максимум—минимум	Метод расчета размерных цепей, учитывающий только предельные отклонения составляющих звеньев
11. Метод пригонки	Метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается изменением компенсирующего звена путем снятия слоя материала
12. Метод регулирования	Метод, при котором требуемая точность замыкающего звена размерной цепи достигается изменением компенсирующего звена без снятия слоя материала

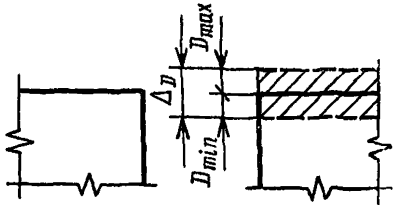
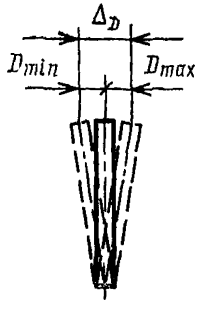
Примечание. Определения терминов 3—12 применены в соответствии с ГОСТ 16319—70.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОПУСКОВ

Наименование и обозначение	Схема	Вид уравнения точности
1. Допуск зазора между элементами Δ_C		$C_{max}-C_0=$ $=\frac{\Delta_{\Sigma C}}{2}+\delta_{0\Sigma C}$, $C_{min}-C_0=-$ $-\frac{\Delta_{\Sigma C}}{2}+\delta_{0\Sigma C}$
2. Допуск длины опирания элемента Δ_A		$A_{max}-A_0=$ $=\frac{\Delta_{\Sigma A}}{2}+\delta_{0\Sigma A}$ $A_{min}-A_0=-$ $-\frac{\Delta_{\Sigma A}}{2}+\delta_{0\Sigma A}$
3. Допуск несоосности элементов Δ_D		$D_{max}=\frac{\Delta_{\Sigma D}}{2}$

Продолжение

Наименование и обозначение	Схема	Вид уравнения точности
4. Допуск несовпадения поверхностей элементов Δ_D		$D_{max} = \frac{\Delta_{\Sigma D}}{2}$
5. Допуск невертикальности Δ_D		$D_{max} = \frac{\Delta_{\Sigma D}}{2}$

Примечание. При расмотрении функциональных допусков, характеризующих положение элементов, следует учитывать, что номинальное значение замыкающего звена равно нулю, а D_{max} и D_{min} равны по абсолютной величине и определяют предельное отклонение (смещение) поверхностей или осей элементов относительно друг друга. Индекс max и min принимаются условно для указания направления смещения.

Редактор *А. В. Цыганкова*
Технический редактор *Ф. И. Шрайбштейн*
Корректор *Э. В. Митяй*

Сдано в наб. 30.01.78. Подп. в печ. 17.04.78. 0,75 п. л. 0,54 уч.-изд. л. Тир. 16000. Цена 3 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, Москва, Д-557, Новопресненский пер. д. 3.
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Миндауго, 12/14. Зак. 979