

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА»**

**РАСЧЕТ ДОПУСКОВ НА РАССТОЯНИЯ
МЕЖДУ ОСЯМИ ОТВЕРСТИЙ**

САМАРА 2006

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА»

РАСЧЕТ ДОПУСКОВ НА РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ОСЯМИ ОТВЕРСТИЙ

Методические указания

САМАРА
Издательство СГАУ
2006

Составители: *А.В. Архипов, Б.Н. Березков*

УДК 621.81(075)

Расчет допусков на расстояния между осями отверстий: метод. указания / сост. *А.В. Архипов, Б.Н. Березков*. -Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. -11 с.

Методические указания содержат рекомендации по расчету допусков в сборочных соединениях.

Предназначены для студентов старших курсов, обучающихся по специальности 210201, и могут быть полезны при курсовом и дипломном проектировании.

Печатаются по решению Редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета

Рецензент Г. П. Ш о п и н

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Допуски на расстояния между осями отверстий назначаются исходя из эксплуатационных требований (например, для отверстий в корпусах под валы зубчатых передач) или из собираемости деталей (например, при соединении деталей болтами или винтами). Ниже излагается метод расчета допусков на расстояния между осями отверстий исходя из их собираемости.

При изготовлении деталей неизбежно некоторое смещение осей отверстий от заданного номинального расположения. В этом случае валы (болты или винты) свободно войдут в отверстия только при наличии гарантированного зазора между этими деталями и отверстиями.

Этот зазор является компенсатором отклонения расстояния между осями отверстий относительно номинального расстояния между ними и обеспечивает собираемость деталей. Для обеспечения собираемости допуски на расстояния между осями отверстий определяют исходя из наихудшего для сборки случая, т.е. для расчета размерной цепи применяют метод максимума-минимума. Условно принимают, что оси отверстий и валов расположены параллельно, а допуски не зависят от номинальной величины расстояний между осями.

Соотношение между величиной несоосности e и диаметрами отверстия D и вала d определяется размерной цепью (рис. 1).

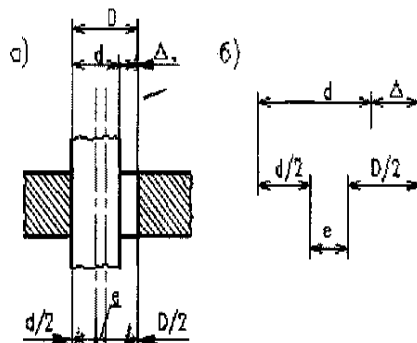


Рис. 1. Схема определения несоосности соединения вала и отверстия (а) и размерная цепь соединения (б)

$$\frac{d}{2} + e + \frac{D}{2} = d + \Delta \quad (1)$$

Преобразовывая это равенство (с учетом, что $D - d = \Delta$), получим

$$e = 0,5\Delta = 0,5(D - d) \quad (2)$$

где Δ - зазор между отверстием и валом.

2. РАСЧЕТ ДОПУСКОВ НА РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ОСЯМИ ДВУХ ОТВЕРСТИЙ

Возможны две схемы соединения деталей: болтами и винтами. Схе-ма соединения болтами приведена на рис. 2, а.

Из схемы видно, что

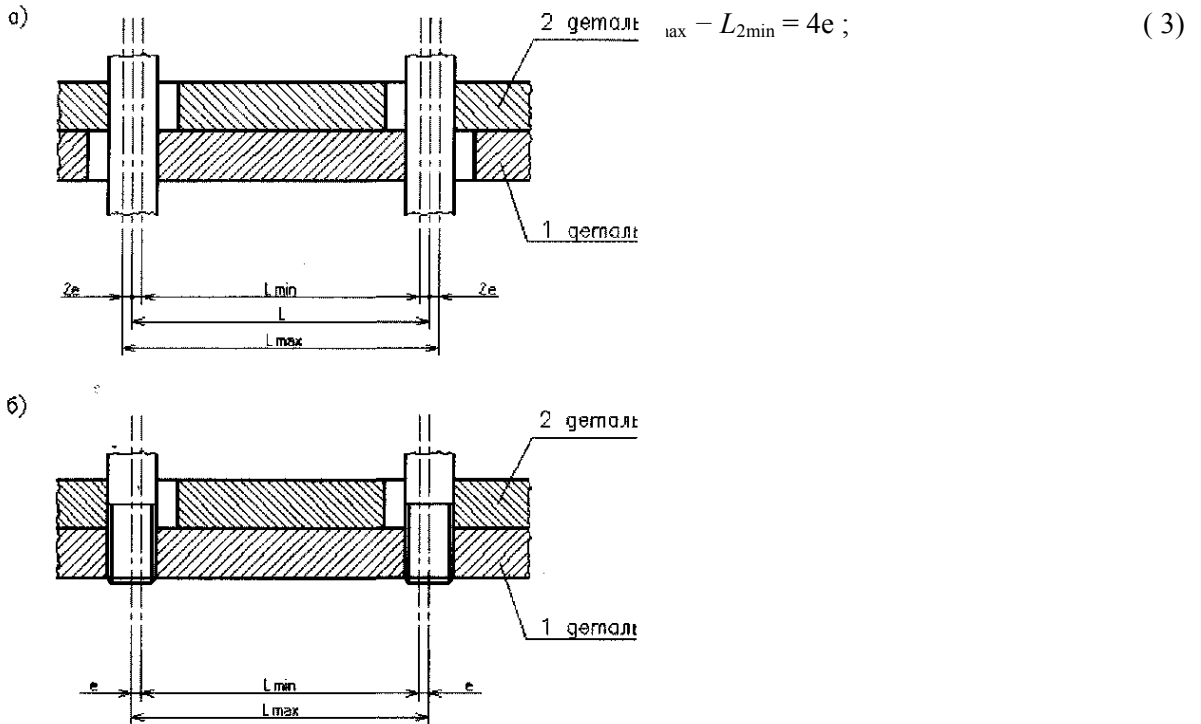


Рис.2. Схемы соединения деталей: а) болтами; б) винтами для противоположных предельных значений

$$L_{2\max} - L_{1\min} = 4e . \quad (4)$$

Складывая уравнения (3) и (4), получим

$$(L_{1\max} - L_{1\min}) + (L_{2\max} - L_{2\min}) = 8e .$$

Разности между L_{\max} и L_{\min} есть допуски δL_1 и δL_2 , поэтому

$$\delta L_1 + \delta L_2 = 8e . \quad (5)$$

Полагая, что значения допусков δL_1 и δL_2 равны (что обычно имеет место при равных номинальных межцентровых расстояниях), т.е. $\delta L_1 = \delta L_2 = \delta L$, получим

$$\delta L = 4e = 2(D - d) . \quad (6)$$

Обычно предельные отклонения координирующих размеров назначают симметричными, т.е. равными по абсолютной величине:

$$\Delta L_B = +\frac{\delta L}{2}; \quad \Delta L_H = -\frac{\delta L}{2} . \quad (7)$$

При соединении деталей винтами они ввинчиваются с натягом в резьбовые отверстия одной из деталей (рис. 2, б). Для этой детали величина несоосности $e = 0$, нужно учитывать несоосность только отверстий и винтов во второй детали (аналогично при направляющих штифтах, концы которых запрессованы в нижнюю плиту).

По аналогии с предыдущим

$$\begin{aligned}L_{1\max} - L_{2\min} &= 2e , \\L_{2\max} - L_{1\min} &= 2e , \\(L_{1\max} - L_{2\min}) + (L_{2\max} - L_{1\min}) &= 4e , \\ \delta L_1 + \delta L_2 &= 4e .\end{aligned}\tag{8}$$

Полагая $\delta L_1 = \delta L_2 = \delta L$, получим

$$\delta L = 2e = (D - d) ,\tag{9}$$

$$\Delta L_B = +\frac{\delta L}{2} ; \quad \Delta L_H = -\frac{\delta L}{2} .\tag{10}$$

Сравнивая уравнения (6) и (9), можно заметить, что при той же точности изготовления диаметров отверстий и валов величина расстояния между осями отверстий при соединении деталей винтами должна быть выполнена с вдвое большей точностью, чем при соединении болтами.

3. РАСЧЕТ ДОПУСКОВ НА РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ОСЯМИ ОТВЕРСТИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В РЯД

Рассмотрим случай, когда размеры проставлены "цепочкой", т.е. даны последовательные расстояния между центрами соседних отверстий L_1, L_2, \dots, L_{n-1} (рис. 3, а).

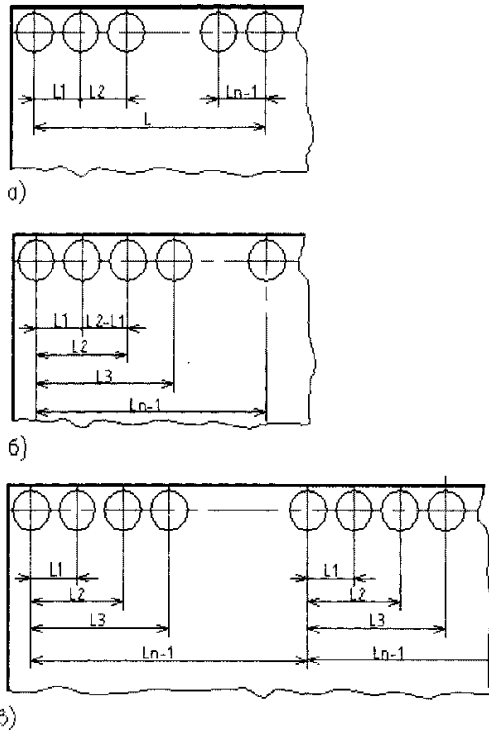


Рис. 3. Примеры простановки размеров между осями отверстий:
а) цепочкой; б) лесенкой; в) комбинированным способом

Расстояние между центрами 1-го и n -го отверстий обозначим через L . При такой простановке размер L будет являться замыкающим в размерной цепи; следовательно, допуск его должен равняться сумме допусков составляющих, т.е.

$$\delta L = \delta L_1 + \delta L_2 + \dots + \delta L_{n-1}.$$

Допустим, что

$$\delta L_1 = \delta L_2 = \dots = \delta L_{n-1} = \delta L_i,$$

тогда

$$\delta L = (n-1)\delta L_i, \text{ или } \delta L_i = \frac{\delta L}{n-1}.$$

Подставляя значения допуска размера L из уравнения (6) или (9), получим формулы для определения допуска на расстояния между осями n отверстий при простановке размеров цепочкой:

– при соединении болтами

$$\delta L_i = \frac{2(D-d)}{n-1}; \quad (11)$$

– при соединении винтами

$$\delta L_i = \frac{D-d}{n-1}. \quad (12)$$

Рассмотрим случай, когда отверстия координируются относительно оси одного (рис. 3,б) базового отверстия (способ простановки размеров "лесенкой").

Для любых трех отверстий, например, первого, второго и третьего можно составить размерную цепь, состоящую из размеров L_1 , L_2 и замыкающего размера ($L_2 - L_1$). Тогда

$$\delta(L_2 - L_1) = \delta L_1 + \delta L_2 = 2\delta L_i. \quad (13)$$

Аналогично можно написать для первого и двух последних отверстий:

$$\delta(L_{n-1} - L_{n-2}) = \delta L_{n-1} + \delta L_{n-2}, \text{ и т.д.} \quad (14)$$

Полагая, что $\delta L_1 = \delta L_2 = \dots = \delta L_{n-1} = \delta L_i$, из (13) и (14) получим

$$\delta L_i = \frac{\delta(L_2 - L_1)}{2} = \frac{\delta(L_{n-1} - L_{n-2})}{2}. \quad (15)$$

В свою очередь, $\delta(L_2 - L_1)$, или $\delta(L_{n-1} - L_{n-2})$, есть допуск на межцентровое расстояние двух отверстий, определяемый выражением (6) или (9). Из (15) с учетом последнего замечания следует:

– при соединении болтами

$$\delta L_i = \frac{4e}{2} = (D-d); \quad (16)$$

– при соединении винтами

$$\delta L_i = \frac{2e}{2} = \frac{(D-d)}{2}. \quad (17)$$

Сравнивая между собой формулы (11) и (16), а также формулы (12) и (17), получим, что при $n = 3$ обе простановки размеров ("цепочкой" и "лесенкой") дают возможность назначить одну и ту же величину допуска. В самом деле, из (11) и (16) следует:

$$\Delta L_i = \frac{2(D-d)}{n-1} = (D-d), \text{ откуда } n = 3.$$

Начиная с $n = 4$, способ простановки размеров "цепочкой" становится менее выгодным, т.к. требует назначения меньшего допуска, чем способ простановки размеров "лесенкой". При большом числе отверстий и значительном расстоянии между крайними отверстиями способ простановки размеров "лесенкой" также становится невыгодным из-за возрастания погрешностей.

обработки и измерения; в этом случае рекомендуется комбинированный способ простановки размеров (рис. 3, в).

4. РАСЧЕТ ДОПУСКОВ НА РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ОСЯМИ ОТВЕРСТИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ДВА РЯДА

Выбрав в качестве базы центр отверстия 1 (рис. 4, а), проследите за положением отверстия 3. Расстояния от базы до центра отверстия 3 по двум взаимно перпендикулярным осям равны L_1 и L_2 .

Величины допусков δL_1 и δL_2 должны быть выбраны так, чтобы при соединении деталей болты или винты проходили в отверстия 3 обеих деталей при наибольшем смещении осей этих отверстий.

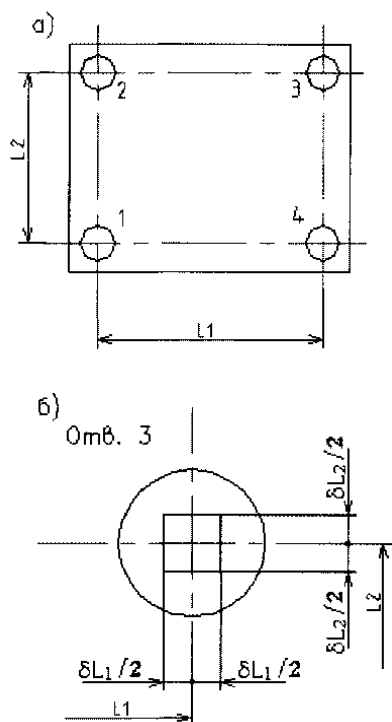


Рис.4. Простановка размеров при двухрядовом свинчивании деталей:

- а) координирование отверстий относительно отверстия 1; б) поле допусков положения осей отверстия 3

Для каждой из деталей центр отверстия 3 будет располагаться внутри прямоугольника со сторонами δL_1 и δL_2 (рис. 4, б), поэтому наибольшая величина смещения осей будет равна диагонали этого прямоугольника, т.е. $\sqrt{\delta L_1^2 + \delta L_2^2}$.

Принимая $\delta L_1 = \delta L_2 = \delta L$, получим, что наибольшая величина смещения будет

$$\Delta = \sqrt{2\delta L^2}.$$

С учетом формул (2), (6) и (9) получим:

- при соединении болтами

$$\delta L = \frac{4e}{\sqrt{2}} = 2 \frac{(D-d)}{\sqrt{2}}; \tag{18}$$

- при соединении винтами

$$\delta L = \frac{2e}{\sqrt{2}} = \frac{D-d}{\sqrt{2}}. \tag{19}$$

Учебное издание

Расчет допусков на расстояния между осями отверстий

Методические указания

Составители: *Архипов Алексей Владимирович*
Березков Борис Николаевич

Редактор Л. Я. Ч е г о д а е в а
Компьютерная верстка О. А. А н а н ь е в

Подписано в печать 27.11.2006 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл.печ.л. 0,70. Усл.кр.- отт. 0,82. Уч. - изд.л. 0,75.
Тираж 150 экз. Заказ . Арт. С-62/2006

Самарский государственный аэрокосмический
университет. 443086, Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического
университета. 443086, Самара, Московское шоссе, 34.

