

РАЗМЕРНЫЕ ЦЕПИ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Размерные цепи

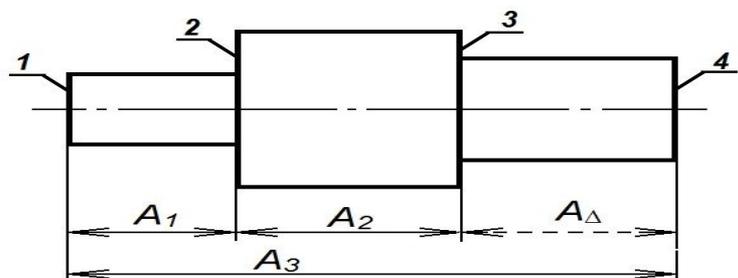
Виды размерных цепей

В приборостроении наиболее применяемыми являются две группы размерных цепей, различающиеся по месту в агрегате - (по)детальные и сборочные

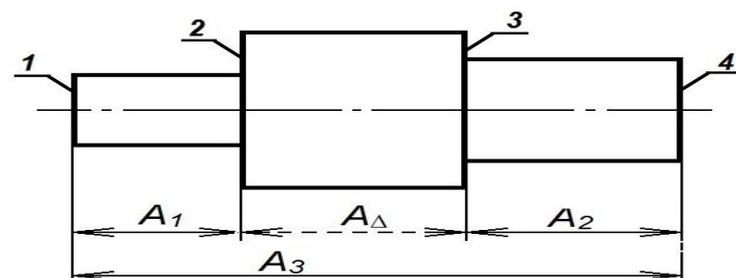
и различающиеся по расположению звеньев в цепи - линейные, угловые, плоские и пространственные.

Размерные цепи

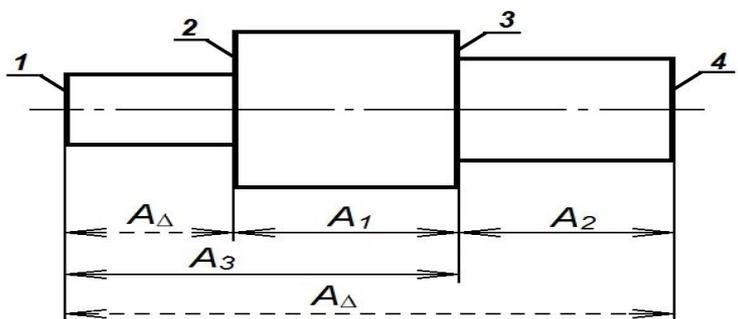
(Под)детальная размерная цепь (рис. 1) - это цепь, звеньями которой являются размеры одной детали.



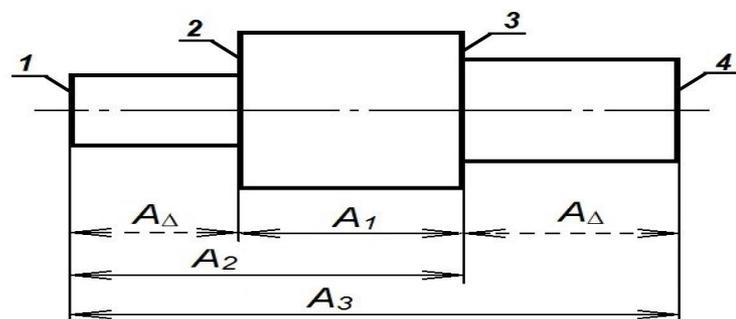
а)



б)



в)

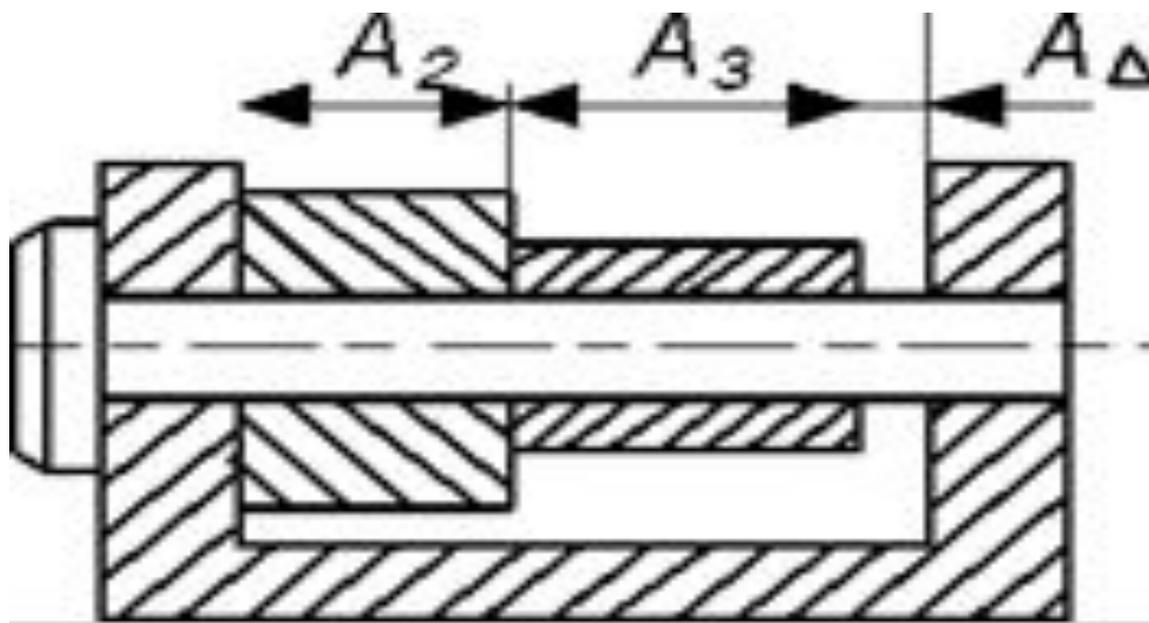


г)

Размерные цепи

Сборочная размерная цепь (рис. 2) - это цепь, звеньями которой являются размеры отдельных деталей.

Такая цепь определяет точность расположения заданных поверхностей данной сборочной единицы или всего агрегата.



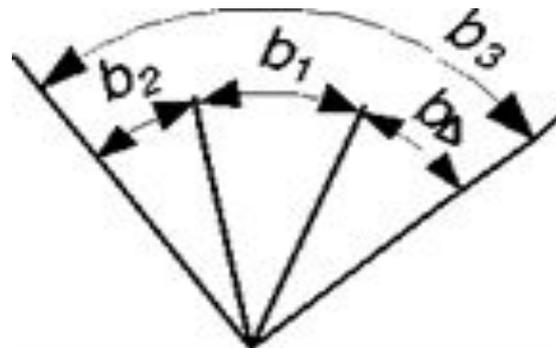
Размерные цепи

- *Линейная* размерная цепь - это цепь, звеньями которой являются линейные размеры, расположенные на параллельных прямых линиях (рис. 52, 53). Составляющие звенья линейной размерной цепи обозначаются прописными буквами русского алфавита (кроме К, М, О, Р, Т).

Размерные цепи

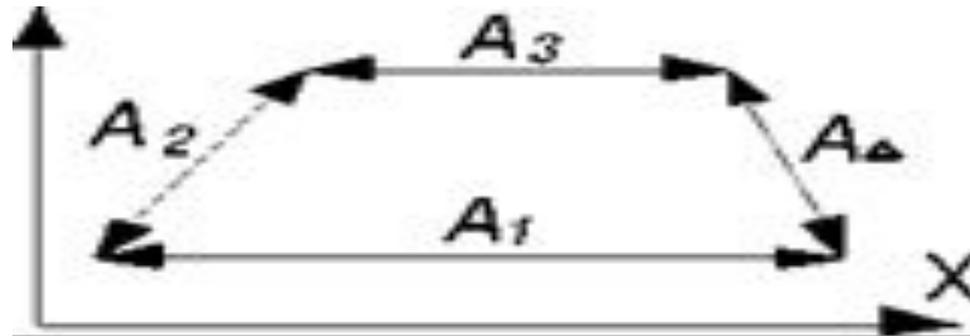
Угловая размерная цепь - это цепь, звеньями которой являются угловые размеры (рис. 3), расположенные в одной плоскости и имеющие общую вершину.

Составляющие звенья линейной размерной цепи обозначаются строчными буквами греческого алфавита (кроме α , ν , ξ , ζ , ς).



Размерные цепи

Плоская размерная цепь - это цепь, звеньями которой являются линейные и угловые размеры, расположенные в одной или нескольких параллельных плоскостях.



Размерные цепи

Пространственная размерная цепь это цепь, звеньями которой являются линейные и угловые размеры, расположенные в пространстве произвольно

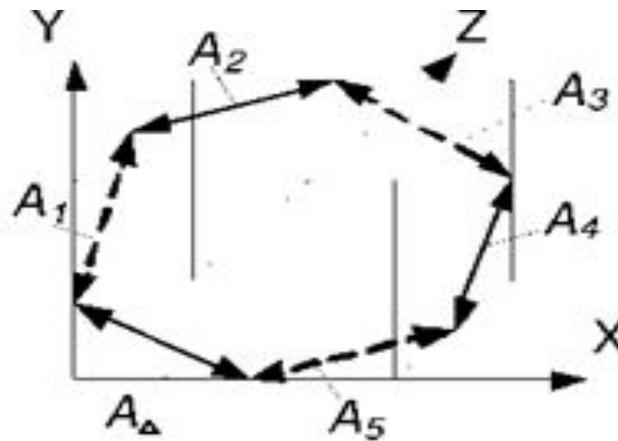


Рис. 56. Пространственная цепь

Размерные цепи

Расчет размерных цепей заключается в установлении связей между размерами, их допусками и отклонениями всех звеньев. При этом решается либо прямая, либо обратная задача.

При решении **прямой задачи** по установленным предельным размерам или номинальному размеру с предельными отклонениями замыкающего звена определяют наиболее рациональные значения номинальных размеров, допусков и предельных отклонений всех составляющих звеньев размерной цепи.

При решении **обратной задачи** по известным значениям номинальных размеров с предельными отклонениями всех составляющих звеньев рассчитывают номинальный размер, допуск и предельные отклонения замыкающего звена

Размерные цепи

Решение прямой задачи применяется при проектировании изделий или технологических процессов; решая обратную задачу, проверяют правильность решения прямой задачи.

Требуемая точность замыкающего звена может быть достигнута способами полной, неполной, групповой взаимозаменяемости, а также методами пригонки или регулирования.

Размерные цепи

При способе полной взаимозаменяемости детали соединяются при сборке без подбора, пригонки или регулирования. При этом значения замыкающего звена не выходят за установленные пределы у всех объектов (обеспечивается 100%-я сборка при любом самом неблагоприятном сочетании размеров годных деталей). Расчет носит название «расчет на *максимум-минимум*».

Размерные цепи

При методе неполной взаимозаменяемости детали также соединяются при сборке без подбора, пригонки или регулирования, но при этом у небольшой заранее обусловленной части объектов значения замыкающего звена могут выйти за установленные пределы. Расчет ведётся с применением положений теории вероятностей и носит название *«вероятностный метод»*.

Размерные цепи

При *групповой взаимозаменяемости* соединение деталей производится по соответствующим группам, на которые они были предварительно рассортированы по своим размерам.

Метод групповой взаимозаменяемости состоит в обработке сопрягаемых деталей с увеличенными, экономически приемлемыми для данного производства допусками, сортировке этих деталей на равное число групп и сборке их в изделия в соответствии с выбранными группами. В результате такой групповой сборки получаются изделия с меньшими колебаниями размера замыкающего звена.

Размерные цепи

При методе *пригонки* или *регулирования* точность замыкающего звена достигается изменением размера компенсирующей детали путем удаления определенного слоя металла (*пригонки*) или подбором сменных прокладок требуемой толщины (*регулирование*).

Основные способы расчета размерных цепей: *расчет на максимум-минимум*, учитывающий самые неблагоприятные сочетания предельных отклонений звеньев и *вероятностный*, учитывающий возможные вероятности рассеяния размеров и различных сочетаний отклонений составляющих звеньев.

Последовательность расчета сборочной размерной цепи

1 Формулируется задача и устанавливается замыкающее звено.

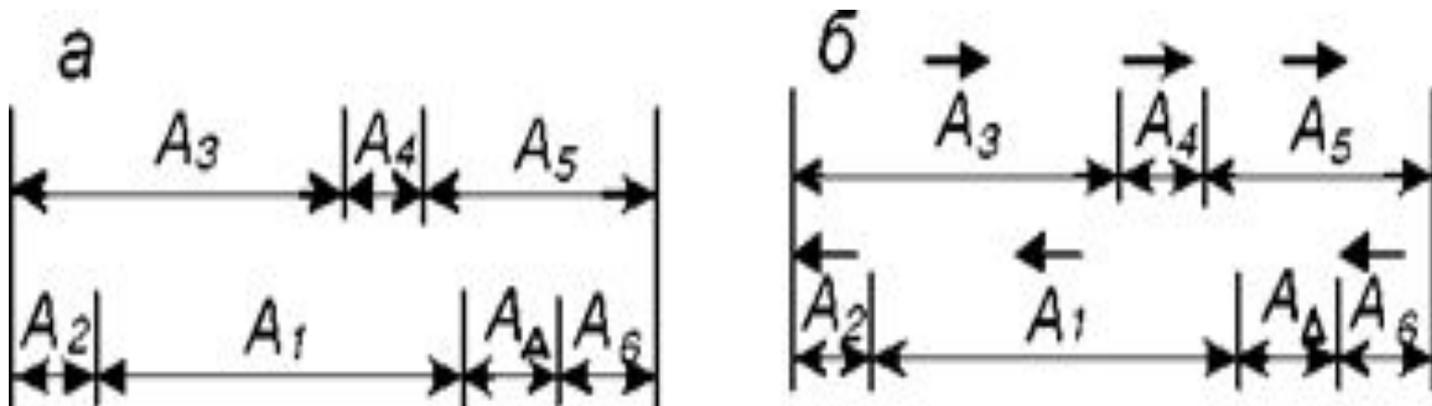
Ставится задача обеспечения работоспособности изделия, устанавливается замыкающее звено, влияющее на эксплуатационные показатели и собираемость изделия.

2 Устанавливаются предельные значения размеров замыкающего звена.

Предельные значения $A_{\Delta \max}$ - наибольшее и $A_{\Delta \min}$ – наименьшее устанавливаются исходя из теоретических исследований или на основе опыта эксплуатации аналогичных изделий.

Последовательность расчета сборочной размерной цепи

3 Составляется замкнутый контур размерной цепи (рис.6а)



Последовательность расчета сборочной размерной цепи

4 Выявляются увеличивающие и уменьшающие звенья.

В сложных размерных цепях эти звенья легко определить, применяя правило обхода по контуру, замыкающему звену присваивается определенное направление (стрелка направлена влево). Над остальными составляющими звеньями также проставляются стрелки так, чтобы получился замкнутый контур направления. Все составляющие звенья, имеющие то же направление стрелок, что и у замыкающего звена, будут уменьшающими, остальные - увеличивающими.

Последовательность расчета сборочной размерной цепи

5 Определяются передаточные отношения составляющих звеньев (в размерных цепях с параллельными звеньями передаточное отношение $\xi = 1$).

6 Строится схема (графическое изображение) размерной цепи (рис.6,б).

Вместо стрелок над буквенными обозначениями звеньев (например, A_1 , A_2 и т. д.) составляющие звенья можно изображать размерными линиями со стрелками, направленными у увеличивающих звеньев вправо, а у уменьшающих - влево.

Последовательность расчета сборочной размерной цепи

7 Определяются номинальные размеры A_j составляющих и замыкающих звеньев.

Номинальные размеры определяют по чертежу с учетом масштаба и округляют в соответствии с действующими стандартами.

Последовательность расчета сборочной размерной цепи

8. Составляется основное уравнение размерной цепи.

Исходя из условия замкнутости контура размерной цепи, сумма размеров увеличивающих звеньев равна сумме размеров уменьшающих и замыкающего звеньев.

Для цепи, изображенной на рис. 6, имеем:

$$A_3 + A_4 + A_5 = A_6 + A_1 + A_2 + A_{\Delta}$$

Распространив уравнение на произвольное число составляющих звеньев и решая его относительно замыкающего звена, получают *основное уравнение размерной цепи с параллельными звеньями*:

$$A_{\Delta} = \sum_{j=1}^k \overset{\longrightarrow}{A_j} - \sum_{k+1}^{m-1} \overset{\longleftarrow}{A_j} \quad (1);$$

где k - число увеличивающих составляющих звеньев, $(m-1)$ - число составляющих звеньев размерной цепи.

Последовательность расчета сборочной размерной цепи

9 Выявляются звенья с известными предельными отклонениями.

Таковыми звеньями являются размеры стандартных, покупных и заимствованных изделий (например, шарикоподшипников).

10 Определяются предельные отклонения (верхнее $E_s A_{\Delta}$ и нижнее $E_i A_{\Delta}$) замыкающего звена:

$$E_s A_{\Delta} = A_{\Delta \max} - A_{\Delta}; \quad E_i A_{\Delta} = A_{\Delta \min} - A_{\Delta}$$

Последовательность расчета сборочной размерной цепи

11 Определяется координата середины поля допуска (среднее отклонение) замыкающего звена:

$$E_{mA_{\Delta}} = (E_{sA_{\Delta}} + E_{iA_{\Delta}}) / 2.$$

Определяется допуск замыкающего звена:

$$T_{\Delta} = A_{\Delta} \max - A_{\Delta} \min, \text{ или } T_{\Delta} = E_{sA_{\Delta}} - E_{iA_{\Delta}}$$

Последовательность расчета сборочной размерной цепи

13 Выбирается метод достижения требуемой точности замыкающего звена, экономически приемлемый для данного производства:

- метод полной взаимозаменяемости (обеспечивается расчетом «на максимум-минимум»);
- вероятностный метод (обеспечивается теоретико-вероятностным расчетом);
- метод пригонки;
- метод селекции.

Последовательность расчета сборочной размерной цепи

Исходя из формулы (1), предельные размеры замыкающего звена:

$$A_{\Delta \max} = \sum_{j=1}^k A_j \max - \sum_{k+1}^{m-1} A_j \min; \quad (2)$$

$$A_{\Delta \min} = \sum_{j=1}^k A_j \min - \sum_{k+1}^{m-1} A_j \max \quad (3)$$

Вычитая почленно из уравнения (2) уравнение (3) и учитывая, что разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами есть допуск, получим зависимость между допусками замыкающего T_{Δ} и составляющих T_j звеньев.

Последовательность расчета сборочной размерной цепи

Для размерной цепи с параллельными звеньями:

$$T_{\Delta} = \sum_{j=1}^{m-1} T_j; \quad (4)$$

Вычитая почленно из уравнения (2) или (3) уравнение (1) и учитывая, что разность между наибольшим (или наименьшим) предельным и номинальным размерами есть верхнее (или нижнее), отклонение, получим следующие уравнения для размерной цепи с параллельными звеньями:

$$E_{sA\Delta} = \sum_{j=1}^k \overrightarrow{E_{sAj}} - \sum_{k+1}^{m-1} \overleftarrow{E_{iAj}}; \quad (5)$$

$$E_{iA\Delta} = \sum_{j=1}^k \overleftarrow{E_{iAj}} - \sum_{k+1}^{m-1} \overrightarrow{E_{sAj}}; \quad (6)$$

Последовательность расчета сборочной размерной цепи

Вместо уравнений (5) и (6) на практике часто пользуются зависимостью между средними отклонениями размеров замыкающего и составляющих звеньев.

Для размерных цепей с параллельными звеньями:

$$E_m A_{\Delta} = \sum_{j=1}^k \overrightarrow{E_m A_j} - \sum_{k+1}^{m-1} \overleftarrow{E_m A_j};$$

Последовательность расчета сборочной размерной цепи

При решении ***обратной задачи*** по формулам (1), (4), (7) легко определяются номинальный размер, допуск и предельные отклонения замыкающего звена.

Сложнее решается прямая задача.