

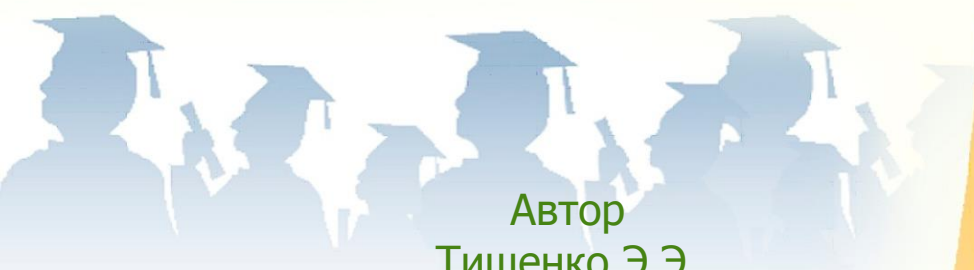


ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технология машиностроения»

Учебно-методическое пособие по дисциплине

«Моделирование размерных связей»



Автор
Тищенко Э.Э.

Ростов-на-Дону, 2017



Аннотация

Пособие предназначено для студентов заочной формы обучения по направлению 15.03.01 - Машиностроение.

Автор

к.т.н., доц. Тищенко Э.Э.



Оглавление

| | |
|--|----|
| 1. Выявление служебного назначения сборочной единицы | 4 |
| 2. Анализ размерного описания сборочной единицы | 4 |
| 3. Выявление теоретической схемы базирования детали | 4 |
| 4. Синтез размерного описания детали | 5 |
| 5. Выявление размерных цепей | 6 |
| 6. Решение прямой задачи размерного анализа с учетом выбора метода достижения точности | 8 |
| Задание на контрольную работу по дисциплине «Моделирование размерных связей» | 13 |

Курс "Моделирование размерных связей" содержит 1 контрольную работу.

В качестве исходных данных студент получает чертеж сборочной единицы редуктор.

1. Выявление служебного назначения сборочной единицы

В соответствии с чертежом редуктора, выданным преподавателем, сформулировать служебное назначение сборочной единицы. Проанализировать её технические характеристики и условия работы.

2. Анализ размерного описания сборочной единицы

Выполнить анализ размерного описания сборочной единицы. При анализе размерного описания редуктора выявляется количество передач и их передаточные отношения, дается краткое описание деталей, входящих в эти передачи и их соединение, указываются посадки составляющих деталей, наличие базовой детали, её особенности и т.д. Выполняется кинематическая схема редуктора.

3. Выявление теоретической схемы базирования детали

Выявить теоретическую схему базирования двух деталей, указанных преподавателем.

Для этого выявить совокупность поверхностей детали, выполняющих функцию ее основной базы, определить количество и расположение на них опорных точек. Чтобы выделить такие поверхности, необходимо по каждому возможному координатному перемещению определить, что препятствует движению детали (окажется – ее контакт с поверхностью какой-либо другой детали). Именно такие поверхности составят комплект поверхностей основной базы.

Далее на базовых поверхностях деталей строится собственная система координат и указывается схема базирования с помощью специальных значков.

Выявленные базы классифицируются по числу лишаемых степеней свободы, устанавливается количество опорных точек на каждой из них (либо на их осях симметрии). В результате каждая поверхность или её ось, являющаяся основной базой детали должна быть названа в соответствии с классификацией баз и ука-

заны координатные перемещения (степени свободы), которых она лишает деталь.

В случае, если деталь для выполнения служебного назначения имеет в СЕ одну или более степеней свободы (например, валы, ползуны и т.п.), комплект ее основной базы является неполным. Необходимо указать, является ли комплект баз полным или нет.

По результатам работы студент рисует эскиз детали и условными знаками показывают теоретическую схему базирования.

4. Синтез размерного описания детали

Для одной из рассматриваемых в п.3 детали выполнить синтез размерного описания.

А) По предложенному преподавателем сборочному чертежу вычерчивается эскиз детали без размеров, формулируется её служебное назначение.

Б) Определяются функциональные группы поверхностей детали: исполнительные поверхности, комплекты поверхностей, которые составляют основную базу, вспомогательные базы, а также свободные поверхности в соответствии со сборочным чертежом.

В) Выявляются показатели, описывающие отдельные поверхности, в следующей последовательности: исполнительные поверхности; основная база; вспомогательные базы; свободные поверхности.

Указывается наименование поверхности (например, цилиндрическая, плоская, коническая и т.д.), размер поверхности (например, если поверхность цилиндрическая), допуск размера, шероховатость, погрешность формы.

Квалитет точности, шероховатость и допустимая погрешность формы поверхности определяется назначением поверхности (основная база, вспомогательная база, свободная поверхность и т.д.) и условиями эксплуатации поверхности. Если на чертеже сборочной единицы указана посадка, то параметры поверхности назначаются в соответствии с этой посадкой. Для свободных поверхностей при отсутствии особых условий эксплуатации назначается 12-14 квалитет точности и шероховатость Rz 80-160 (Ra 10-40) мкм. Для исполнительных поверхностей (рабочих поверхностей зубчатых колес) параметры назначаются в соответствии с рекомендациями, представленными в справочной литературе.

Г) Определяются размеры, описывающие связи между по-

верхностями внутри одной функциональной группы в следующей последовательности: внутри комплекта исполнительных поверхностей; внутри комплекта поверхностей, составляющих основную базу; вспомогательных баз; внутри комплекта свободных поверхностей.

Д) Определяются размеры, описывающие связи между отдельными функциональными группами поверхностей в следующей последовательности: связи между исполнительными поверхностями и поверхностями, входящими в комплект основной базы; связи между поверхностями, входящими в комплект основной базы и вспомогательными базами; связи между комплектом поверхностей, которые составляют основную базу и свободными поверхностями; связи между вспомогательными базами и свободными поверхностями.

Связи описываются одним размером с допуском в каждом координатном направлении.

Приводится размерное описание связей комплектов поверхностей разных функциональных групп. При этом указывается размер между поверхностями, соответствующий ему качество точности, допуск размера, допуск на взаимное расположение поверхностей.

После этого студент анализирует комплект необработанных поверхностей и комплект обработанных поверхностей. Устанавливает однозначность (один размер) связей между ними к каждому координатном направлении.

Далее формируется чертеж детали.

Все составляющие размерного описания должны быть на чертеже, но в соответствии с ЕСКД для упрощения чертежа и облегчения его чтения используются обобщающие обозначения, либо формируются технические требования. Например: «Неуказанные предельные отклонения размеров валов h14, отверстий H14, остальных - $\pm IT14/2$ » или $\sqrt{\sqrt{\quad}}$ (поверхности, кроме тех, шероховатость которых указана на чертеже, не обрабатываются).

5. Выявление размерных цепей

В соответствии с чертежом сборочной единицы выявляются 2 размерные цепи (радиальное биение зубчатого венца, межосевое расстояние зубчатой передачи, тепловой зазор вала или вала-шестерни).

Построение размерной цепи начинают с формулирования задачи и определения исходного звена. Исходное звено может

Моделирование размерных связей

содержаться в формулировке задачи в явной или неявной форме. Далее выявляется первое составляющее звено. Построение размерной цепи можно начинать, выходя из любого конца исходного звена. Первое составляющее звено представляет собой размер, определяющий положение поверхности (или её элемента), соответствующей концу исходного звена, относительно основной базы детали, которой эта поверхность принадлежит. После этого выявляется второе составляющее звено. Вторым составляющим звеном переходят с основной базы первой детали на соответствующую ей вспомогательную базу другой детали, определяющую положение первой детали в координатном направлении исходного звена. Этот переход описывается размером установки, который представляет собой размер между фактическим положением основной базы базированной детали и её требуемым положением в координатном направлении исходного звена. Требуемое положение основной базы базированной детали определяется соответствующей вспомогательной базой базированной детали. Если в теоретической схеме базирования неопределенность отсутствует, в подавляющем большинстве случаев величина погрешности размера установки оказывается на один-два порядка меньше, чем погрешности других составляющих звеньев размерной цепи. В этом случае размер установки в размерную цепь не включается.

Перейдя на вторую деталь, выявляют размер этой детали, описывающей положение вспомогательной базы относительно основной. Выявленный размер второй детали включается в размерную цепь очередным звеном. Выявление последующих звеньев происходит аналогичным образом, осуществляя переходы с основных баз на вспомогательные до тех пор, пока не будет достигнута вспомогательная база детали, являющаяся "базовой" для всей СЕ. Обычно - это корпусная деталь. Эта деталь, как правило, имеет несколько вспомогательных баз, ориентирующих несколько (две) деталей в заданном координатном, направлении. Следующим звеном включается размер базовой детали между двумя вспомогательными базами в направлении исходного звена, ориентирующими две детали, расположенные по разным сторонам относительно исходного звена. После этого начинается построение обратной ветви размерной цепи. Выявляют размер, описывающий переход со вспомогательной базы базированной детали (базовая деталь СЕ) на основную базированной, далее переход с её основной базы на вспомогательную и т.д., до тех пор, пока не будет достигнут второй конец исходного звена. Размерная цепь замыкается.

Далее определяются передаточные отношения составляющих звеньев. Выявляются также звенья, размеры и точность которых определяется соответствующими стандартами.

6. Решение прямой задачи размерного анализа с учетом выбора метода достижения точности

В качестве исходных данных для выполнения данной работы используются результаты, полученные п.5. Для одной из размерных цепей решается прямая задача размерного анализа и выбирается метод достижения точности замыкающего звена размерной цепи. Преподаватель назначает размер и допуск исходного звена размерной цепи, качество экономически достижимой точности, тип производства.

Студент выявляет стандартные и нормализованные звенья в размерной цепи и выписывает их размеры (номинальные значения, допуски и координаты середин полей допусков). Данные заносятся в таблицу 1 расчета РЦ.

Определяются номиналы составляющих звеньев РЦ, не относящиеся к стандартным и нормализованным. Для этого необходимо измерить соответствующие номинальные размеры деталей на чертеже линейкой и умножить их на масштаб. Результаты заносятся в таблицу 1.

Таблица 1.

| Обозначение звена | Физическая сущность звена | Передаточное отношение звена, ξ_i | Чертежный размер | Номинальный размер A_i | Допуск TA_i | Верхнее предельное отклонение | Нижнее предельное отклонение | Координата середины поля допуска $E_c A_i$ | Скорректированный чертежный размер | Координата середины поля допуска скорректированно- |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------|--------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|--|------------------------------------|--|
| | | | | | | | | | | |

Обеспечивается соответствие номинальных значений составляющих звеньев уравнению размерной цепи:

$$\sum_{i=1}^m \xi_i \cdot A_i = A_0, \quad (1)$$

где A_0, A_i – номинальные значения соответственно исходного и i -го составляющего звеньев;

ξ_i – передаточное отношение i -го составляющего звена.

При необходимости вносится соответствующая коррекция в величину одного из составляющих звеньев. Коррекция должна производиться с учетом передаточного отношения звена. При этом, если рассматриваемая размерная цепь имеет общие звенья с какой либо другой размерной цепью, то целесообразно вносить коррекцию в звено, которое входит только в рассматриваемую размерную цепь. Также корректируемое звено не должно быть стандартным или нормализованным, коррекция не должна приводить к изменению других размеров детали, которой принадлежит корректируемый размер. Дальнейший расчет может производиться только при выполнении условия (1).

Далее выбирается наиболее целесообразный для рассматриваемой конструкции и типа производства метод достижения точности исходного звена РЦ в соответствии со знаниями, полученными в лекционном курсе.

В соответствии с выбранным методом достижения точности производится расчет и назначение допусков составляющих звеньев и их координат середин полей допусков.

Дается краткая характеристика выбранного метода достижения точности замыкающего звена размерной цепи.

В случае, если в размерной цепи имеется механизм, позволяющий достигать точность замыкающего звена размерной цепи методом регулирования подвижным компенсатором, выбирается этот метод достижения точности.

Определяется компенсирующее звено. Рассчитывается величина компенсации. Рассчитывается поправка Δ_k и вносится ее в координату середины поля допуска компенсирующего звена, определяется количество ступеней компенсации.

В остальных случаях производится проверка на возможность достижения точности методом полной взаимозаменяемости.

При достижении точности замыкающего звена размерной цепи методом полной взаимозаменяемости в выявленной размерной цепи выделяют стандартные звенья. Допуски на них назначаются по соответствующим ГОСТам и РД. Определяют часть допуска исходного звена, приходящуюся на нестандартные звенья – TA'_0 . Для этого из допуска на исходное звено необходимо вычесть допуски на стандартные звенья.

Определяют допуски нестандартных составляющих звеньев размерной цепи по принципу равных влияний. Для этого

Моделирование размерных связей

определите средний допуск составляющих звеньев по зависимости:

$$TA_{cp} = \frac{TA'_0}{m-l},$$

где l - количество стандартных звеньев размерной цепи,
 m - общее количество звеньев.

Согласно полученного TA_{cp} определяются качества точности составляющих звеньев. Они сравниваются с экономически достижимым 9 качеством точности и заносятся в таблицу 2

Таблица 2

| A_i | Номинальное значение | Квалитет точности Q | Фактический допуск TA_i , соответствующий качеству Q |
|-----------|----------------------|---------------------|--|
| A_1 | | | |
| A_2 | | | |
| A_3 | | | |
| $A_{...}$ | | | |
| A_n | | | |

Если для части звеньев условие выполняется, а для части – нет, по возможности перераспределяют допуски между звеньями. В случае, если квалитет точности хотя бы одного из составляющих звеньев ниже экономически достижимого, то делают вывод о непригодности метода полной взаимозаменяемости.

Если качества точности составляющих звеньев ниже экономически достижимого качества точности, проверяют правильность назначения допусков составляющих звеньев по формуле:

$$TA_0 \geq \sum_{i=1}^m |\xi_i| \cdot TA_i.$$

Если условие не выполняется, необходимо вернуться и проверить расчеты.

Далее назначают координаты середин полей допусков для всех звеньев. Для охватываемых звеньев принимают $EsA_i = 0$, для охватывающих - $EiA_i = 0$, для звеньев, которые не являются ни охватывающими, ни охватываемыми - $EcA_i = 0$.

Далее выполняется расчет по зависимости

$$EcA_0 = \sum_{i=1}^m \xi_i \cdot EcA_i.$$

Моделирование размерных связей

Если середина поля допуска не соответствует допуску исходного звена, выполняется корректировка. Результаты сводятся в таблицу 1.

При достижении точности замыкающего звена размерной цепи методом неполной взаимозаменяемости преподаватель назначает размер и допуск исходного звена размерной цепи, качество экономически достижимой точности, тип производства, процент риска. Студент определяет качества точности составляющих звеньев, выполняя соответствующие расчеты. Сравнивает их с экономически достижимым качеством точности, формируя таблицу 2. Если для части звеньев условие выполняется, а для части – нет, по возможности перераспределяют допуски между звеньями. В случае, если качество точности хотя бы одного из составляющих звеньев превышает экономически достижимый, то делают вывод о непригодности метода полной взаимозаменяемости и решают задачу методом неполной взаимозаменяемости.

По заданному проценту риска определяют коэффициент риска t , пользуясь таблицей 3.

Таблица 3

| | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Процент риска P | 32 | 10 | 4,5 | 1,0 | 0,27 | 0,1 | 0,01 |
| Коэффициент риска t | 1.00 | 1.65 | 2.00 | 2.57 | 3.00 | 3.29 | 3.89 |

Определяют степень расширения допусков составляющих звеньев по сравнению с методом полной взаимозаменяемости по зависимости:

$$R = \frac{1}{t} \cdot \sqrt{\frac{m-l}{\lambda'_i}}$$

λ'_i - коэффициент, характеризующий закон распределения размеров в партии деталей. Для закона равной вероятности - $\lambda'_i = 1/3$; для закона треугольника или Симпсона - $\lambda'_i = 1/6$; для закона Гаусса - $\lambda'_i = 1/9$.

Определяют часть допуска исходного звена, приходящуюся на нестандартные звенья – TA_0' . Для этого из допуска на исходное звено, умноженного на коэффициент расширения R , вычитают допуски на стандартные звенья.

Определяют допуски нестандартных составляющих

звеньев размерной цепи по принципу равных влияний. Для этого необходимо определить средний допуск составляющих звеньев по зависимости:

$$TA_{cp} = \frac{TA'_0}{m-l'}$$

Согласно полученного TA_{cp} определяются качества точности составляющих звеньев. Они сравниваются с экономически достижимым качеством точности, заданным преподавателем. Если для части звеньев условие выполняется, а для части – нет, по возможности перераспределяют допуски между звеньями.

Проверяют правильность назначения допусков на составляющие звенья размерной цепи по зависимости:

$$TA'_0 \geq \sqrt{\sum_{i=1}^m (TA_i)^2}$$

Если условие не выполняется, необходимо вернуться и проверить расчеты.

В случае, если качество точности хотя бы одного из составляющих звеньев ниже экономически достижимого, то делают вывод о непригодности метода неполной взаимозаменяемости

Далее назначаются координаты середин полей допусков для всех звеньев. Для охватываемых звеньев принимают $EsA_i = 0$, для охватывающих - $EiA_i = 0$, для звеньев, которые не являются ни охватывающими, ни охватываемыми - $EcA_i = 0$.

Далее выполняется расчет по зависимости

$$EcA_0 = \sum_{i=1}^m \xi_i \cdot EcA_i$$

Если середина поля допуска не соответствует допуску исходного звена, выполняется корректировка. Результаты сводятся в таблицу 1.

**Задание на контрольную работу по дисциплине
«Моделирование размерных связей»**

Выдано студенту гр. _____

Показатели качества:

1. Обеспечить тепловой зазор _____

2. Обеспечить _____

Детали:

1. _____

2. _____

Тип производства: _____ серийное _____

Квалитет экономически достижимой точности _____ 9 _____

Допустимый процент риска – _____ %.

Дата выдачи задания _____

Консультант _____ Тищенко Э.Э.

Подпись студента _____