



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технология машиностроения»

Практикум
по дисциплине

**«Инженерное обеспечение
качества машин»**



Автор
Тищенко Э.Э.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Практикум предназначен для студентов очной и заочной форм обучения направления 15.03.01 – Машиностроение.

Автор

к.т.н., доц. Тищенко Э.Э.



Оглавление

Практическое занятие №1. Анализ конструкции и размерного описания сборочной единицы	4
Практическое занятие №2. Выявление теоретической схемы базирования детали в сборочной единице	4
Практическое занятие №3. Синтез размерного описания детали	5
Практическое занятие №4-5. Выявление размерной цепи, описывающей формирование заданного показателя точности.	7
Практическое занятие №6. Решение прямой задачи размерного анализа с учетом выбора метода достижения точности	8
Практическое занятие №7. Решение прямой задачи размерного анализа при достижении точности методом полной взаимозаменяемости	10
Практическое занятие №8. Решение прямой задачи размерного анализа при достижении точности методом неполной взаимозаменяемости	11

Курс "Инженерное обеспечение качества машин" содержит 8 практических занятий, целью которых является закрепление лекционного материала.

Практическое занятие №1. Анализ конструкции и размерного описания сборочной единицы

Цель занятия: получить навыки анализа размерного описания сборочной единицы.

В качестве исходных материалов используются чертежи сборочных единиц (редукторов). Преподаватель рассматривает 1-2 примера. Далее студенты выполняют анализ размерного описания сборочной единицы самостоятельно.

Выявляется служебное назначение сборочной единицы. Анализируются её технические характеристики и условия работы.

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.

Далее студент рисует кинематическую схему редуктора.

Практическое занятие №2. Выявление теоретической схемы базирования детали в сборочной единице

Цель занятия: Выявить и построить теоретическую схему базирования детали в СЕ.

В качестве исходных данных используются чертеж простых СЕ, на которых должны быть указаны характеристики соединений деталей (характер посадок).

Преподаватель кратко напоминает классификацию баз и рассматривает несколько вариантов базирования деталей в СЕ, строя схемы базирования.

Решение задачи сводится к выявлению совокупности поверхностей детали, выполняющих функцию ее основной базы, и определению количества и расположения на них опорных точек, т.е. к построению теоретической схемы базирования. Студент рассматривает все поверхности заданной детали, имеющие контакт с поверхностями других деталей СЕ, и среди них выделяет те, которые участвуют в определении положения этой детали в СЕ. Чтобы выделить такие поверхности, необходимо по каждому возможному координатному перемещению определить, что пре-

пятствует движению детали (окажется – ее контакт с поверхностью какой-либо другой детали). Именно такие поверхности составят комплект поверхностей основной базы. Результатом является список поверхностей, составляющих основную базу базированной детали.

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. Студенту необходимо указать, является ли комплект баз полным или нет. Далее на базовых поверхностях деталей строится собственная система координат.

После этого выявляется неопределенность базирования (выявляется наличие или отсутствие неопределенности базирования и определяется, по каким координатным направлениям и в каких пределах возможны смещения базированной детали).

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

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

Практическое занятие №3. Синтез размерного описания детали

Цель занятия: Освоение студентами синтеза размерного описания детали.

На двух конкретных примерах преподаватель иллюстрирует применение методики. Далее студенты выполняют синтез размерного описания двух простых деталей.

По предложенному преподавателем сборочному чертежу вычерчивается эскиз детали без размеров. Формулируется её служебное назначение. Анализируются заданные на чертеже и в технических условиях показатели точности (посадки, межосевые расстояния и т.д.). Определяются функциональные группы поверхностей детали: исполнительные поверхности, комплекты поверхностей, которые составляют основную базу, вспомогательные базы, а также свободные поверхности в соответствии со сборочным чертежом.

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 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.

Определяются размеры, описывающие связи между поверхностями внутри одной функциональной группы в следующей последовательности: внутри комплекта исполнительных поверхностей; внутри комплекта поверхностей, составляющих основную базу; вспомогательных баз; внутри комплекта свободных поверхностей.

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 квалитет 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 $\sqrt{\sqrt{}}$ (поверхности, кроме тех, шероховатость которых указана на чертеже, не обрабатываются).

Практическое занятие №4-5. Выявление размерной цепи, описывающей формирование заданного показателя точности

Цель занятия: Освоение методики выявления размерной цепи, описывающей формирование заданного показателя точности.

Преподаватель излагает методику построения (выявления) размерной цепи на примерах решения одной - двух типовых задач.

Студенты решают самостоятельно 1-2 задачи средней сложности.

Построение размерной цепи начинают с формулирования задачи и определения исходного звена. Исходное звено может 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 базируемой детали и её требуемым положением в

координатном направлении исходного звена. Требуемое положение основной базы базлируемой детали определяется соответствующей вспомогательной базой базлирующей 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 базлирующей детали (базовая деталь СЕ) на основную базлируемой, далее переход с её основной базы на вспомогательную и т.д., до тех пор, пока не будут достигнут второй конец исходного звена. Размерная цепь замыкается.

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

Практическое занятие №6. Решение прямой задачи размерного анализа с учетом выбора метода достижения точности

Цель занятия: Освоение методики решения конструкторской (прямой) задачи обеспечения точности исходного звена.

В качестве исходных данных для выполнения данной работы используются результаты, полученные в практической работе № 4 по построению размерной цепи.

Студент выявляет стандартные и нормализованные звенья в

Инженерное обеспечение качества машин

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 относящихся к стандартным и нормализованным. Для этого измерить соответствующие размеры деталей на чертеже линейкой. Результаты также 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 $E-A_i$	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 рассмат-

риваемой 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.

Практическое занятие №7. Решение прямой задачи размерного анализа при достижении точности методом полной взаимозаменяемости

Цель занятия: Освоение методики решения прямой задачи размерного анализа при достижении точности методом полной взаимозаменяемости

В качестве исходных данных для выполнения работы используются навыки, полученные при выполнении предыдущей работы. Преподаватель назначает размер и допуск исходного звена размерной цепи и квалитет экономически достижимой точности. Студент выявляет размерную цепь по методике, описанной в практическом занятии №5.

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 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 квалитеты точности составляющих звеньев. Они сравниваются с экономически достижимым квалитетом точности, заданным преподавателем. 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 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.

Практическое занятие №8. Решение прямой задачи размерного анализа при достижении точности методом неполной взаимозаменяемости

Цель занятия: Освоение методики решения прямой задачи размерного анализа при достижении точности методом неполной взаимозаменяемости

В качестве исходных данных для выполнения работы используются навыки, полученные при выполнении практических занятий №5 и 6. Преподаватель назначает размер и допуск исходного звена размерной цепи, качество экономически достижимой точности, тип производства, процент риска. Студент выявляет размерную цепь по методике, описанной в практическом занятии №5 и по методике, описанной в практическом занятии №6, определяет качества точности составляющих звеньев, выполняя соответствующие расчеты. Сравнивает их с экономически достижимым качеством точности. 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

заменяемости.

По заданному проценту риска определяют коэффициент риска t , пользуясь таблицей 2.

Таблица 2

Процент риска Р	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 квалитет 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.