



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технология машиностроения»

Методические указания
к курсовой работе
по дисциплине

**«Инженерное обеспечение
качества машин»**

Авторы
Тамаркин М.А.,
Мельников А.С.,
Тищенко Э.Э.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения направления 15.03.05 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств".

Авторы

д.т.н., профессор Тмаркин М.А.,
к.т.н., профессор Мельников А.С.,
к.т.н., доцент Тищенко Э.Э.





Оглавление

| | |
|---|----|
| 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ | 4 |
| 2. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ | 4 |
| 3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ | 4 |
| 4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ТЕКСТА И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ..... | 5 |
| 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ | 5 |
| Список использованной литературы | 11 |
| Приложение 1 | 12 |
| Приложение 2 | 13 |

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Изучение курса "Инженерное обеспечение качества машин" завершается выполнением курсовой работы.

Цели и задачи курсовой работы следующие:

1. Закрепление теоретических знаний, полученных при изучении курса "Инженерное обеспечение качества машин".
2. Развитие способности применять теоретические знания при анализе и синтезе показателей точности конкретных СЕ и деталей.
3. Приобретение (выработка) практических умений анализа размерных связей и методов достижения заданной точности машины или СЕ.
4. Развитие навыков самостоятельной работы при анализе конструкции и размерного описания деталей.

Успешное выполнение курсовой работы в большой мере зависит от степени проявления студентом инициативы, самостоятельности и организованности в работе.

2. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ

В курсовой работе, как правило, студенту предлагается выполнить анализ показателей точности редуктора, спроектированного в курсовом проекте по дисциплине "Детали машин", выбрать и обосновать методы их обеспечения.

Примеры тем курсовых работ:

1. "Анализ показателей точности двухступенчатого ... редуктора ... и методов их обеспечения".
2. "Анализ показателей точности червячного редуктора ..., выбор и обоснование методов их обеспечения".

Тема с научно-исследовательским уклоном формулируется консультантом индивидуально.

Каждому студенту выдается индивидуальное задание на специальном бланке (приложение I).

Задание должно быть выдано до начала курсового проектирования.

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из текста и графической части. Ориентировочный объем работы:

1. Текст - 25-30 рукописных страниц.
2. Графическая часть - 1,5-2 листа формата А1 ГОСТ 2301-68

Содержание курсовой работы излагается по следующему плану:

Задание

1. Описание конструкции и условий работы СЕ.
2. Анализ пространственно-размерного информационного образа СЕ.
3. Анализ конструкции заданных деталей, синтез размерного описания и технических требований.
 - 3.1. Классификация поверхностей детали по функциональному признаку.
 - 3.2. Теоретические схемы базирования деталей, их обоснование и классификация базовых поверхностей по числу лишаемых степеней свободы и конструктивному оформлению.
 - 3.3. Синтез размерного описания и технических требований.
4. Выявление размерных цепей, описывающих формирование заданных показателей точности СЕ.
 - 4.1. Построение размерных цепей.
 - 4.2. Описание физической сущности звеньев размерных цепей.

4.3. Выявление номинальных размеров составляющих звеньев.

5. Выбор методов достижения заданных показателей точности путем решения прямой задачи теории размерных цепей, расчет и назначение допусков на размеры деталей и соединений.

Список использованной литературы.

Графическая часть работы содержит следующие чертежи:

1. Чертеж СЕ (редуктора) с размерным анализом достижения двух заданных показателей точности. (Допускается выполнение размерного анализа на чертеже общего вида редуктора из курсового проекта по дисциплине "Детали машин").

2. Рабочие чертежи двух деталей с полным размерным описанием и техническими требованиями, обоснованными в текстовой части работы.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ТЕКСТА И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ

Текст работы должен быть написан четко или напечатан на одной стороне листа формата А4. Для иллюстрации изложенного материала необходимо приводить рисунки, схемы, эскизы. Все расчеты должны сопровождаться ссылками на источники, из которых взяты формулы, коэффициенты и другие данные, с указанием страниц или таблиц.

В разделах текстовой части, поясняющих то, что вынесено в графическую часть работы, должны быть ссылки на соответствующие номера листов.

Страницы должны быть пронумерованы, сшиты и снабжены обложкой (см. приложение 2)

Графическая часть работы должна быть выполнена с соблюдением требований ЕСКД.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Задание

Задание выписывается на специальном бланке консультантом в соответствии с темой работы. Задание должно быть обязательно подписано консультантом. Студент расписывается в задании, когда принимает его к исполнению.

5.1. Описание конструкции и условий работы СЕ

В данном разделе следует выделить количественные показатели производимого СЕ действия: передаваемая мощность, крутящий момент, скорость вращения входного и выходного вала, передаточное отношение, коэффициент полезного действия, точность передачи и плавность движения, надежность и долговечность СЕ, режим работы и т.д.

Описывается расположение СЕ в машине, требования к габаритам СЕ, характер нагрузки (динамические перегрузки, необходимость реверсирования т.п.).

Следует описать состояние окружающей среды, требования к внешнему виду и безопасности работы, удобству и простоте обслуживания, уровню шума, температурному режиму, условиям запыленности, необходимости герметизации, особые требования к коррозионной стойкости деталей и т.д.

В соответствии с вышесказанным следует выявить показатели точности и требования, которым должна удовлетворять СЕ как часть пространственно-размерного информационного образа машины.

5.2 Анализ пространственно-размерного информационного образа СЕ

Пространственно-размерный образ СЕ формируется в результате работы конструктора. Именно в конструкторской документации, прежде всего в рабочих чертежах, содержится полная информация о сборочной единице.

Чертежи СЕ несут информацию о требуемом для ее работы расположении деталей в пространстве и способах их взаимодействия. Положение деталей в машине, как и вид взаимодействия (неподвижное, подвижное соединение) полностью описывается определенным набором размеров, который называется размерным описанием.

Нужно выявить виды связей между условными исполнительными поверхностями (ИП СЕ) редуктора входного и выходного валов, а затем описать, как они реализуются в конкретной СЕ. Эти связи могут быть:

- 1) кинематическими ($n_{\text{вых}} = n_{\text{вх}} \times i$);
- 2) динамическими ($M_{\text{кр}_{\text{вых}}} = M_{\text{кр}_{\text{вх}}} \times i$);
- 3) размерные (например, межосевое расстояние зубчатой передачи)

При описании связей следует кратко указать, как осуществляется передача и изменение движения и крутящего момента; какие детали служат кинематическими звеньями. Следует отметить, сколько ступеней имеет редуктор, как они расположены, в какой последовательности происходит преобразование движения.

Затем следует выделить базовую деталь, подробно описать конструкцию корпуса, подшипниковых узлов. Обратить внимание на характер и точность посадок в соединениях вал-подшипник-корпус и т.п.

Следует проанализировать свойства материалов, из которых изготовлены кинематические звенья и базовые детали.

Следует обратить внимание на связи между внутренней полостью редуктора и окружающей средой: наличие смотровых окон, крышек, герметичных уплотнений, сапунов и т.п. Указать вид смазки, способы ее подачи к трущимся поверхностям детали, наличие масленок, маслоуказателей, сливных пробок и т.д.

Далее необходимо провести анализ пространственного расположения СЕ в машине: основных баз (ОБ) СЕ, способов ее крепления, монтажных элементов для снятия, установки и транспортировки СЕ, конструктивных элементов деталей, предназначенных для осуществления кинематических и динамических связей с другими СЕ машины.

5.3. Анализ конструкции заданных деталей, синтез их размерного описания и технических требований

5.3.1. Классификация поверхностей деталей по функциональному признаку

Классификацию поверхностей детали можно производить после подробного изучения ее служебного назначения. При этом необходимо кратко описать назначение и характер работы детали в сборочной единице: для передачи крутящего момента или усилия; для передачи или преобразования движения; для обеспечения требуемого взаимного расположения деталей СЕ и т.д.

Если деталь представляет собой кинематическое звено, то нужно указать, какое движение она передает или трансформирует, от какой детали к какой, какова динамическая нагрузка на деталь, характер этой нагрузки (постоянная или меняющаяся, однонаправленная или переменная и т.д.), выявить конструктивные элементы, воспринимающие движение и нагрузку (силу, момент). Если деталь относится к группе опорных (базовых), нужно указать, положение каких деталей в СЕ она обеспечивает.

Затем необходимо выделить у детали исполнительные поверхности, основные и

вспомогательные базы, свободные поверхности.

Перед проведением анализа все поверхности детали нужно пронумеровать, двигаясь по (или против) часовой стрелке.

Исполнительные поверхности имеют детали - кинематические звенья, такие как шестерни, червяки, звездочки, шкивы и т.д. Для исполнительных поверхностей необходимо уяснить и описать условия их работы - характер взаимодействия с поверхностями работающих с ними в паре деталей (характер нагрузки, наличие трения скольжения или качения и т.д.).

Каждая деталь имеет один и только один полный или неполный комплект поверхностей (осей, точек), которые в совокупности решают задачу определения положения анализируемой детали в СЕ и называются основными базами (ОБ). В данном разделе необходимо выявить этот комплект.

Деталь может иметь один или несколько комплектов вспомогательных баз в зависимости от количества деталей, присоединяемых к ней. Поэтому в начале нужно выявить эти присоединяемые детали и пронумеровать их. Для определения положения каждой присоединяемой детали анализируемая имеет полный или неполный комплект поверхностей, составляющих вспомогательные базы соответствующего номера (ВБ1, ВБ2,... ВБN).

Все оставшиеся вне рассмотрения после предыдущего анализа поверхности детали являются свободными, т.е. ограничивающими объем материала, необходимый для связи в одно целое первых трех групп поверхностей.

После проведения анализа необходимо проверить, не осталась ли вне поля зрения какая-либо из поверхностей детали (сверив наличие всех номеров поверхностей).

5.3.2. Теоретические схемы базирования деталей, их обоснование и классификация базовых поверхностей по числу лишаемых степеней свободы и конструктивному оформлению

Здесь необходимо выявить использованные в конструкции редуктора при его проектировании схемы базирования заданных деталей [3, 4, 5].

Каждую поверхность, входящую в комплект ОБ или ВБ, следует отнести к соответствующим классификационным группам по числу лишаемых степеней свободы (установочная, направляющая, опорная и т.д.) и по конструктивному оформлению (явная, неявная).

Необходимо оценить соответствие каждой из поверхностей комплекта ОБ или ВБ требованиям к ней, вытекающим из функционального назначения.

Оформление теоретической схемы базирования должно быть выполнено в соответствии с ГОСТ 21495-76. На схеме базирования детали необходимо построить собственную систему координат.

Далее необходимо обратить внимание на наличие неопределенности базирования детали, которая проявляется в возможности однократного или многократного смещения ОБ базируемой детали относительно вспомогательной базы (ВБ) базирующей детали и определить, с какой целью она заложена в схему базирования. Следует указать координатные направления, в которых имеет место неопределенность базирования и определить, что ограничивает перемещение детали в пределах этой неопределенности (обычно это зазор в соединении этой детали с другой, которая ее базирует). Следует также проанализировать, как влияет неопределенность базирования на выполнение деталью и СЕ в целом своего служебного назначения.

Необходимо оценить полноту схем базирования и пояснить, что достигается

применением неполной схемы базирования, если она имеет место.

5.3.3. Синтез размерного описания и технических условий

При выполнении п. 5.3.1. были выявлены функциональные группы, к которым относятся все поверхности анализируемых деталей.

Размеры, которые образуют размерное описание детали, по признаку объекта описания классифицируются следующим образом (см главу 6 в [3]):

1) размеры и технические требования к каждой отдельно взятой поверхности (размер, допустимые погрешности формы, шероховатость, особые требования к качеству поверхностного слоя);

2) размеры взаимного расположения поверхностей внутри комплекта одного функционального назначения (например, размеры взаимного расположения исполнительных поверхностей шестерни: диаметр делительной окружности, шаг по делительной окружности, толщина зуба и т.д.);

3) размеры и технические требования взаимного расположения комплектов поверхностей разного функционального назначения (например, несоосность делительного цилиндра (ИП) и базового отверстия (ОБ) шестерни).

Синтез размерного описания детали следует начинать с исполнительных поверхностей (если они есть). Затем рассматриваются последовательно: комплект основных баз, комплекты вспомогательных баз (каждый в отдельности) и свободные поверхности.

При синтезе размерного описания детали необходимо обращать внимание на ту функцию, которую выполняет поверхность. При этом важно не упустить любой мелочи. Если отклонение формы поверхности может быть по условиям ее работы в пределах половины поля допуска на размер, то его в соответствии с ЕСКД не указывают особо на чертеже детали.

После определения размеров первой группы и проверки их полного наличия обосновываются размеры второй, затем третьей группы и проставляются на чертеже детали в соответствии с правилами ЕСКД.

5.4. Выявление размерных цепей описывающих формирование заданных показателей точности машины

5.4.1. Построение размерных цепей

Правильно построенная РЦ должна содержать только такие размеры, которые влияют на заданный показатель точности СЕ. Построением (выявлением) РЦ решаются три вопроса: 1) какие детали участвуют в формировании рассматриваемого показателя точности; 2) каким собственным размером они это делают; 3) размеры установки каких деталей влияют на заданный показатель точности СЕ [3].

5.4.2. Описание физической сущности звеньев размерных цепей

Вначале производят нумерацию звеньев по часовой стрелке, начиная от исходного звена. Исходное звено имеет индекс "Д". Номера звеньев заносятся в первую графу таблицы 1.

Поскольку размер – это информационное средство для описания, то физической сущностью любого размера является объект описания (т.е. что этот размер описывает в конструкции СЕ). Например A_1 – расстояние между ОБ и ВБ детали №... (вала);

A_2 – размер установки детали № ... (шестерни) на деталь № ... (вал) и т.д.

Краткая формулировка физической сущности заносится во вторую графу таблицы. Передаточные отношения составляющих звеньев заносятся в третью графу таблицы.

Таблица 1

Звенья размерной цепи и их параметры

| № п/п | Физическая сущность | Передаточное отношение | Чертежный размер | Номинальный размер A_i | Координата середины поля допуска $E_c A_i$ | Допуск $T A_i$ | Скорректированный чертежный размер |
|-------|---------------------|------------------------|------------------|--------------------------|--|----------------|------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

5.4.3. Выявление номинальных размеров составляющих звеньев

Номинальные размеры составляющих звеньев выявляются путем их замера на чертеже СЕ с учетом масштаба и заносятся в графу 5 таблицы. Номинальные размеры стандартных деталей (подшипники и т.п.) выбираются из соответствующих стандартов.

Завершение этой работы предполагает проверку по уравнению:

$$\sum_{i=1}^m \xi_i \cdot A_i = A_\Delta$$

где A_Δ , A_i – номинальные значения соответственно замыкающего и i -го составляющего звеньев;

ξ_j – передаточное отношение i -го составляющего звена.

m – количество составляющих звеньев размерной цепи.

5.5. Выбор метода достижения заданных показателей точности, расчет и назначение составляющих звеньев РЦ путем решения прямой задачи

Выполнение данного раздела следует разбить на два этапа:

- 1) выбор метода достижения точности замыкающего звена РЦ;
- 2) расчет и назначение точности составляющих звеньев решением прямой задачи для выбранного метода.

Разработаны и применяются на практике шесть методов достижения точности замыкающего звена: полной, неполной, групповой взаимозаменяемости, пригонки, регулирования и подбора составляющих звеньев.

Если количество составляющих звеньев РЦ $m \leq 5$, то в первую очередь следует оценить целесообразность применения метода полной взаимозаменяемости. Если средняя величина допуска $T_{\text{ср}}$ окажется достижимой и экономически применимой для данных производственных условий, то этот метод может быть использован. При этом назначение допусков составляющих звеньев базируется на принципе равных влияний, согласно которому все звенья в равной степени влияют на образование погрешности замыкающего звена, и потому их допуски могут быть равными между собой и могут соответствовать $T_{\text{ср}}$. Этот принцип с достаточной степенью точности может быть применен для расчетов в РЦ, где звенья по величине номинальных значений не очень сильно разнятся между собой - относятся к одному интервалу таблицы квалитетов или к двум соседним. В случае же, если такой близости нет, исполь-

зуют принцип равного качества точности, согласно которому все звенья РЦ должны иметь равный квалитет точности, тогда размеры, сильно отличающиеся по номиналу, будут иметь разные поля допусков.

При высокой точности замыкающего звена $T_{Acр}$ в малозвенных РЦ ($m \leq 5$) может оказаться недостижимым ($T_{Acр} \leq 0,005$ мм). В этом случае может быть применен метод групповой взаимозаменяемости, и необходимо определить для составляющих звеньев количество групп сортировки и провести расчет и назначение производственных допусков [1-3].

Если метод полной взаимозаменяемости не может быть применен, то для массового и крупносерийного производства следует проверить возможность использования метода неполной взаимозаменяемости.

Если в размерной цепи $5 < m \leq 9$, то для массового и крупносерийного производства следует проверить возможность использования метода неполной взаимозаменяемости. Если применение метода неполной взаимозаменяемости также оказывается нецелесообразным, то для массового и крупносерийного производства используется метод регулирования с неподвижным или подвижным компенсатором; для единичного и мелкосерийного - метод пригонки. Расчеты величины компенсации, количества и размеров компенсаторов производятся по [1-3].

Применение метода регулирования с подвижным компенсатором обуславливает введение в конструкцию подвижного компенсатора. Поэтому при выборе этого метода может потребоваться введение в разработанную ранее конструкцию изменений в виде регулировочного механизма. В этом случае рассчитывается величина компенсации δ_k и в регулировочном механизме предусматривается возможность перемещения компенсатора не менее чем δ_k . Методика расчетов обеспечения всех методов достижения требуемой точности изложена в [3,6].

Если $m > 9$, то для массового и крупносерийного производства используется метод регулирования с неподвижным или подвижным компенсатором; для единичного и мелкосерийного - метод пригонки.

Прямая задача размерного анализа конструкций, решаемая на базе уравнений размерной цепи, состоит в том, чтобы по известным параметрам A_{Δ} ,

$T_{A_{\Delta}}$, $Ec_{A_{\Delta}}$ исходного звена рассчитать и назначить соответствующие параметры A_i , T_{A_i} , Ec_{A_i} всех составляющих звеньев. Особенностью решения прямой задачи является его многовариантность. При выборе из множества решений подходящего для решаемой конкретной задачи приходится использовать дополнительные критерии оценки. Такими критериями являются: 1) физическая возможность получения назначаемой точности T_{A_i} в условиях реального производства; 2) затраты на достижение назначаемой точности на всех составляющих звеньях; 3) затраты на сборку.

Рассчитанные или назначенные (для метода регулирования и пригонки) значения полей допусков и координат их середин заносятся в таблицу. При необходимости производится корректировка середин полей допусков составляющих звеньев [4] (обязательно для компенсирующего звена).

После завершения расчетов делается вывод по окончательному выбору метода достижения каждого заданного показателя точности.

Список использованной литературы

1. Балакшин Б.С. Основы технология машиностроения. М.: Машиностроение, 1969, 556с.
2. Маталин А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение. 1985, 612с.
3. Мельников А.С. Технология машиностроения: основы достижения качества машины Учеб. пособие. Ростов н/Д, , ИЦ ДГТУ 2009 433с.
4. Мельников А.С., Тищенко Э.Э. Анализ и синтез размерного описания машины Учебное пособие. Ростов-на-Дону. ИЦ ДГТУ. 2014 103 с.
5. ГОСТ 21495- 76 Базирование и базы в машиностроении
6. РД 50-635-87 Методические указания. Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчета линейных и угловых цепей. – М.: Из-во стандартов 1987



Приложение 1

Задание №

на курсовую работу по дисциплине:

"Инженерное обеспечение качества машин"

Студент _____ курса, гр. _____ факультета _____

Тема _____

Выбрать и обосновать методы достижения следующих показателей точности:

1. _____

2. _____

Проанализировать конструктивную форму и синтезировать размерное описание следующих деталей:

1. _____

2. _____ ; _____

Тип производства _____

Средний квалитет экономически достижимой точности в планируемом производстве _____

Срок сдачи работы _____

Дата выдачи задания _____

Консультант _____

Подпись студента _____

