

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина  
Ю.А.»

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина  
Ю.А.» в г. Петровске

УТВЕРЖДАЮ  
Директор филиала СГТУ  
имени Гагарина Ю.А.  
в г. Петровске  
Е.А. Бесшапошникова  
2023 г.



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине  
ОП.07 «Метрология, стандартизация и сертификация»

специальности  
15.02.09 «Аддитивные технологии»

Методические указания  
рассмотрены на заседании предметной  
(цикловой) комиссии общеобразовательных,  
ОГСЭ и ЕН дисциплин, профессиональных  
модулей специальностей социально-  
экономического профиля  
«14» июня 2023 года, протокол №12

Председатель ПЦК  /Т.А.Лескина/

Петровск 2023

### **Пояснительная записка.**

Методические указания по выполнению самостоятельной работы подготовлены на основе рабочей программы учебной дисциплины

«Метрология, стандартизация и сертификация», разработанной на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.09 «Аддитивные технологии» и соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 1.1. Применять средства бесконтактной оцифровки для целей компьютерного проектирования, входного и выходного контроля.

ПК 1.2. Создавать и корректировать средствами компьютерного проектирования цифровые трехмерные модели изделий.

ПК 2.1. Организовывать и вести технологический процесс на установках для аддитивного производства.

ПК 2.2. Контролировать правильность функционирования установки, регулировать ее элементы, корректировать программируемые параметры.

ПК 2.3. Проводить доводку и финишную обработку изделий, созданных на установках для аддитивного производства.

ПК 2.4. Подбирать параметры аддитивного технологического процесса и разрабатывать оптимальные режимы производства изделий на основе технического задания (компьютерной / цифровой модели).

ПК 3.1. Диагностировать неисправности установок для аддитивного производства.

ПК 3.2. Организовывать и осуществлять техническое обслуживание и текущий ремонт механических элементов установок для аддитивного производства.

ПК 3.3. Заменять неисправные электронные, электронно-оптические, оптические и прочие функциональные элементы установок для аддитивного производства и проводить их регулировку.

Целью освоения учебной дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» является:

-получения студентами знаний об общих законах движения и равновесия материальных тел, основ расчета элементов конструкции на прочность,

жесткость, усталость и устойчивость, основ проектирования деталей машин, сборочных единиц и простейших механических устройств общего назначения.

При выполнении самостоятельных работ студент должен **знать:**

- основные положения и цели стандартизации, сертификации и технического регулирования;
- требования качества в соответствии с действующими стандартами;
- технические регламенты;
- метрология и технические измерения: основные понятия, единая терминология;
- виды, методы, объекты и средства измерений;
- устройство, назначение, правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов;
- основы взаимозаменяемости и нормирование точности;
- система допусков и посадок;
- квалитеты и параметры шероховатости;
- методы определения погрешностей измерений;
- основные сведения о сопряжениях в машиностроении.

При выполнении самостоятельных работ студент должен **уметь:**

- выбирать средства измерений;
- выполнять измерения и контроль параметров изделий;
- определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации;
- определять характер сопряжения (группы посадки) по данным чертежей, по выполненным расчетам;
- применять требования нормативных документов к производимой продукции и производственным процессам;

Содержание самостоятельных занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов учебной дисциплины.

Объем самостоятельных занятий по дисциплине определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность самостоятельного занятия – 2 академических часа. Перед проведением самостоятельной работы преподавателем организуется инструктаж, а по окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению самостоятельной работы дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» содержит 1 самостоятельное занятие.

**Перечень самостоятельных работ  
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».**

**САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №1.**

**Тема:1.** Направления развития национальной системы стандартизации (подготовка презентации).

**Тема 2.** Область применения посадок - (подготовка к презентации).

**Тема 3.** Определение посадок, отклонений, предельных размеров, построение полей допусков для соединения типа «вал-втулка» (индивидуальная расчетная работа).

**Тема 4.** Определение посадок, отклонений, предельных размеров, построение полей допусков для соединений типа «вал-подшипник» (индивидуальная расчетная работа).

**Тема 5.** Зависимые и независимые допуски формы и расположения поверхностей (подготовка презентации).

# **ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

## **ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

Прежде чем приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте данные рекомендации. Самостоятельные работы включают в себя задания следующих видов:

### **1. Подготовка презентации.**

#### **1. Формы представления исследовательских работ.**

Исследовательскую работу можно представить в различных формах. Наиболее распространены текстовые работы:

- доклад
- стендовый доклад
- реферат
- литературный обзор
- рецензия

Кроме того, исследовательскую работу можно представить в форме компьютерной презентации или видеофильма с текстовым сопровождением.

Реже её демонстрируют в форме действующей модели или макета с текстовым сопровождением.

### **Презентация**

**Презентация** (от англ. «presentation» — представление) — это набор картинок-слайдов на определенную тему, которые хранятся в файле специального формата. На каждом слайде можно содержать произвольную текстовую, графическую или видеoinформацию, анимацию, звук из подготовленного аудиофайла, а так же и записанный с микрофона. Презентации легко создавать с помощью программы MS PowerPoint.

#### **Презентации предназначены для:**

- отображения наглядности учебного/лекционного материала,
- управления учебно-познавательной деятельностью аудитории,
- контроля и проверки усвоения поданного материала,
- обобщения и систематизации знаний,
- рекламы товаров, услуг,
- создания фотоальбомов и т.д.

#### **Презентации можно демонстрировать по-разному:**

- на компьютере,
- на экране с помощью мультимедийного проектора,
- на телеэкране большого формата.

#### **Созданные презентации могут содержать:**

- текст,
- изображения,
- диаграммы,
- рисунки,
- компьютерную анимацию процессов и явлений,
- звуковое сопровождение,

- автофигуры,
- диаграммы
- гиперссылки;
- видеоролики.

### **Правила создания мультимедийных презентаций Основное правило презентаций:**

Простота, лаконичность (минимализм в подаче визуальной информации). Краткое изложение материала, максимальная информативность текста.

#### **Следующие правила презентаций:**

- Читабельность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств);

- Отсутствие накопления, четкий порядок во всем.

- Тщательно структурированная информация.

- Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.

- Важную информацию (например, выводы, определения, правила и т.д.) нужно подавать большим и выделенным шрифтом и размещать в левом верхнем углу слайда.

- Второстепенную информацию желательно размещать внизу слайда.

- Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.

- Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.

- Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.

- Графика должна органично дополнять текст.

- Объяснение надо размещать как можно ближе к иллюстраций, с которыми они должны появляться на экране одновременно.

- Инструкции к выполнению задач необходимо тщательно продумать относительно их четкости, лаконичности, однозначности.

- Использовать эмоциональный фон (художественная проза запоминается лучше, чем специальные тексты, а стихи — лучше, чем проза).

- Всю текстовую информацию нужно тщательно проверить на отсутствие орфографических, грамматических и стилистических ошибок.

- Производительность подаваемого материала увеличивается, если одновременно задействованы зрительный и слуховой каналы восприятия информации (зарубежные источники это называют принципом модальности). Поэтому рекомендуется там, где это возможно, использовать для текста и графических изображений звуковое сопровождение.

*Исследования свидетельствуют, что эффективность слухового восприятия информации составляет 15 %, зрительного — 25 %, а их одновременное привлечение к процессу обучения повышает эффективность восприятия до 65 %.*

### **Физиологические особенности восприятия цветов и форм**

- Симулирующие (теплые) цвета способствуют возбуждению и действуют как раздражители (в порядке убывания интенсивности воздействия: красный, оранжевый, желтый).

- Дезинтегрирующие (холодные) цвета успокаивают, вызывают сонливое состояние (в том же порядке: фиолетовый, синий, голубой, сине-зеленый, зеленый).

- Нейтральные цвета: светло-розовый, желто-зеленый, коричневый.

- Сочетание двух цветов — цвета знака и цвета фона — существенно влияет на зрительный комфорт, причем некоторые пары цветов не только утомляют зрение, но и могут вызвать стресс (например: зеленые символы на красном фоне).

- Лучшее сочетание цветов шрифта и фона: белый на темно-синем, черный на белом, желтый на синем, оранжевый на черном.

- Цветовая схема должна быть одинаковой для всех слайдов.

- Любой рисунок фона повышает утомляемость глаз и снижает эффективность восприятия информации.

- Четкие, яркие рисунки, которые меняются, легко «охватывают» подсознание, и они лучше запоминаются.

- Любой второстепенный объект, что движется (анимированный), снижает качество восприятия материала, отвлекает внимание, нарушает ее динамику.

- Показ слайдов с фоновым сопровождением нежелательных звуков (песен, мелодий) вызывает быструю утомляемость, способствует рассеиванию внимания и снижает производительность обучения.

- Помните!

Человек может одновременно запоминать не более трех фактов, выводов, определений.

- Каждый слайд должен отражать одну мысль.

- Текст должен состоять из коротких слов и простых предложений.

- Строка должна содержать 6-8 слов.

- Всего на слайде должно быть 6-8 строк.

- Общее количество слов не должно превышать 50.

- Глаголы должны быть в одной временной форме.

- Заголовки должны привлекать внимание аудитории и обобщать основные положения слайда.

- В заголовках должны быть и большие, и малые буквы.

- Слайды должны быть не слишком яркими — лишние украшения лишь создают барьер на пути эффективной передачи информации.

- Количество блоков информации во время отображения статистических данных на одном слайде должно быть не более четырех.

- Подписи к иллюстрации размещаются под ней, а не над ней.

- Все слайды презентации должны быть выдержаны в одном стиле.

### **Общие правила использования шрифтов**

1. Каждый шрифт (гарнитура<sup>[1]</sup> + написание) имеет одну смысловую нагрузку.

Для устойчивой гарнитуры традиционными, по меньшей мере, с XIX в. есть такие:

- полужирный шрифт названия структур документа,
- курсив — логическое ударение, в частности, на формулировании основных положений, определений и т.д.,

- «прямой» обычный - основной массив информации.

2. Тексты презентаций, которые используют в психологически напряженной нестандартной ситуации, надо подать гарнитурой с упрощенным алгоритмом распознавания, например, шрифтом Arial. Это целесообразно во время работы с инструкциями правил безопасности, нормативными актами, соглашениями с правовыми или имущественными последствиями, условиями олимпиадных заданий и т.п.

3. Избегайте использования более трех различных шрифтов на одном слайде. Иначе читатель преждевременно устанет, постоянно пытаясь выбрать алгоритм распознавания шрифта. Исключение составляет инструкция по использованию шрифтов.

4. Математические формулы представляются гарнитурой, близкой к стандартной (Times New Roman), причем все переменные — курсив, остальные — скобки, знаки математических действий, устоявшиеся названия функций(sin, cos и т.д.) - обычным «прямым» шрифтом.

Совет!

Перед созданием презентации желательно:

1. Определить тему и назначения презентации
2. Создать схему (сценарий) презентации
3. Спланировать содержание всех слайдов, их стиль.

#### **Типичные недочеты и ошибки при создании презентаций**

- Отсутствие Титульного слайда, содержащего: название проекта или темы урока (занятия); сведения об авторе; дата разработки; информация о местоположении ресурса в сети и др;

- отсутствие Введения, в котором представлены: цели и задачи изучения темы, краткая характеристика содержания;

- отсутствие Оглавления (для развернутых разработок, при наличии в презентации разделов, подтем) с гиперссылками на разделы / подтемы презентации;

- отсутствие логического завершения презентации, содержащего: заключение, обобщения, выводы;

- перегрузка слайдов подробной текстовой информацией (не более трех мелких фактов на слайде и не более одного важного);

- неравномерное и нерациональное использование пространства на слайде;

- отсутствие связи фона презентации с содержанием.

- неудачный выбор цветовой гаммы: использование слишком ярких и утомительных цветов, использование в дизайне более 3 цветов(цвет текста, цвет фона, цвет заголовка и/или выделения); использование темного фона со светлым текстом;

- использование разных фонов на слайдах в рамках одной презентации;



- использование рисунков, фотографий плохого качества и с искажениями пропорций;
- отсутствие должного выравнивания текста;
- отсутствие или неясность связей в схемах или между компонентами материала на слайде;
- наличие различных эффектов переходов между слайдами и других раздражающих эффектов анимации, мешающих восприятию информации;
- отсутствие единства стиля страниц;
- одинаковая гарнитура и размер шрифта для всех заголовков (не менее 24 пунктов);
- одинаковая гарнитура и размер шрифта для тестовых фрагментов (не менее 18 пунктов);
- заголовки, номера страниц, кнопки перелистывания должны появляться в одном и том же месте экрана;
- одинаковая цветовая гамма на всех страницах и т.п.

## **САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №1.**

**Тема1:** «Направления развития национальной системы стандартизации».

**Цель:** подготовить презентацию на тему «Направления развития национальной системы стандартизации»

**Задание 1.** Определить тему и назначения презентации

**Задание 2.** Создать схему (сценарий) презентации

**Задание 3.** Спланировать содержание всех слайдов, их стиль.

**Задание 4.** Написать предполагаемые источники используемой информации для написания реферата.

**Тема 2:** «Область применения посадок».

**Цель:** подготовить презентацию на тему «Область применения посадок»

**Задание 1.** Определить тему и назначения презентации

**Задание 2.** Создать схему (сценарий) презентации

**Задание 3.** Спланировать содержание всех слайдов, их стиль.

**Задание 4.** Написать предполагаемые источники используемой информации для написания реферата.

**Тема 3.** Определение посадок, отклонений, предельных размеров, построение полей допусков для соединения типа «вал-втулка» (индивидуальная расчетная работа).

**Цель:** рассчитать посадки, отклонения, предельные размеры, построить схематически поля допусков для соединения типа «вал-втулка» с использованием таблиц ГОСТов

**Задание:**

Из чертежа выписан размер соединения с полями допусков (по заданию своего варианта).

1. По номинальному размеру, качеству и основному отклонению определить верхние и нижние отклонения отверстия и вала, используя необходимые таблицы и расчетные формулы.

2. Проверить правильность своего решения по таблицам посадок в системе отверстия и вала.

3. Определить по качеству метод финишной обработки поверхности детали.

4. Подробно записать решение своего варианта по всем пунктам выполнения работы.

5. Схематически изобразить поля допусков.

**Общие теоретические сведения.**

Системой допусков и посадок (СДП) называется совокупность рядов допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов. Система предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых соединений деталей машин, дает возможность стандартизировать режущие инструменты и калибры, облегчает конструирование, производство и взаимозаменяемость деталей машин, а также обуславливает их качество.

### **Принципы построения системы допусков и посадок (СДП).**

**Первый принцип построения СДП** - установлено 20 квалитетов и определены формулы для расчета допусков.

Допуск ( $IT$ ) рассчитывается по формуле:

$$IT = k_i,$$

где  $k$  — число единиц допуска, установленное для каждого квалитета;

$i$  — единица допуска, зависящая только от размера (см. приложение табл.3).

Стандартом установлены интервалы размеров, внутри которых значение допуска для данного квалитета не меняется.

Значения допусков для установленных интервалов в диапазоне размеров до 500 мм приведены в таблице 2 приложения.

**Второй принцип построения СДП** (установлено 27 основных отклонений валов и 27 основных отклонений отверстий)

Основное отклонение — одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), определяющее положение поля допуска относительно нулевой линии. Основным является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Основные отклонения отверстий обозначаются прописными буквами латинского алфавита, валов — строчными. Схема расположения основных отклонений для вала и отверстия приведена на рис.1 приложения.

Для обеспечения образования посадок в системе вала, аналогичных посадкам в системе отверстия, существует общее правило построения основных отклонений, заключающееся в том, что основные отклонения отверстий равны по величине и противоположны по знаку основным отклонениям валов, обозначенным той же буквой. Из этого правила сделано исключение для получения идентичных зазоров и натягов в системе вала и в системе отверстия переходных и прессовых посадок.

**Третий принцип построения СДП** (предусмотрены системы образования посадок)

Предусмотрены посадки в системе отверстия и в системе вала.

Посадки в системе отверстия — посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия (рис. 1.5, а).

Основное отверстие (H) — отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.

Посадки в системе вала — посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала (рис. 1.5, б).

Основной вал (h) — вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

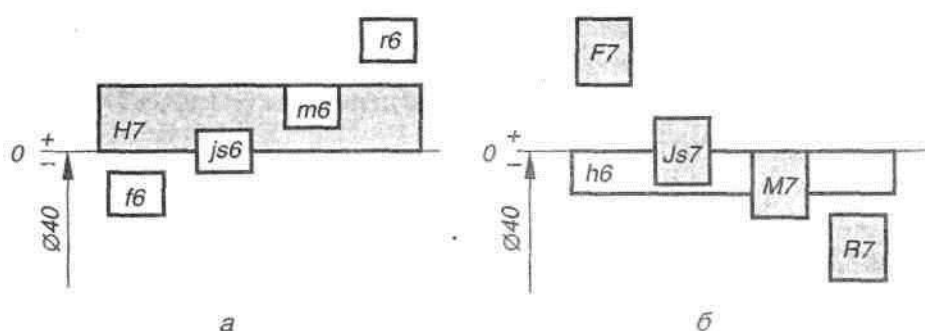


Рис. 1.5

Точные отверстия обрабатываются дорогостоящим мерным инструментом (зенкерами, развертками, протяжками и т. п.). Каждый такой инструмент применяют для обработки только одного размера с определенным полем допуска. Валы же независимо от их размера обрабатывают одним и тем же резцом или шлифовальным кругом.

При широком применении системы вала необходимость в мерном инструменте многократно возрастет, поэтому **предпочтение отдается системе отверстия.**

Варианты заданий:

Таблица 1

Вариант	Вар ант	d max, мм	d min, мм	Вариан т	d max, мм	d min, мм
1		20,975	20,855	13	15,115	15,044
2		24,970	24,922	14	19,174	19,067
3		27,975	27,885	15	17,155	17,030
4		14,984	14,914	16	8,075	8,055
5		26,935	26,883	17	24,172	24,122
6		17,950	17,911	18	18,075	18,085
7		29,975	29,955	19	12,075	12,045
8		29,988	29,934	20	26,997	26,922
9		15,015	14,885	21	23,928	23,896

10	20,05	20,005	22	13,075	13,055
11	28,097	28,007	23	34,970	34,922
12	30,475	30,185	24	26,975	26,834

### Ход работы:

1. По заданию своего варианта (см. таблицу 1) выписать размер соединения с полями допусков, из условия определить номинальный размер, квалитет и основное отклонение отверстия и вала.

2. Используя второй принцип построения СДП определить верхние и нижние отклонения отверстия и вала, применяя необходимые таблицы и расчетные формулы. Решение выполняется в следующем порядке:

- для номинального размера выписать основные отклонения отверстия и вала (см. таблицу 1 приложения);

- найти вторые предельные отклонения отверстия и вала, зависящие от квалитета и допуска следующим образом. Если основное отклонение является верхним отклонением ( $es$  для вала и  $ES$  для отверстия), то второе предельное отклонение – нижнее отклонение вала  $ei$  ( $EI$  отверстия), определяется по формулам:

$$ei = es - ITg; \quad EI = ES - ITg.$$

Когда основное отклонение является нижним отклонением ( $ei$  для вала и  $EI$  для отверстия), то второе предельное отклонение – верхнее отклонение  $es$  вала ( $ES$  отверстия), определяется по формулам:

$$es = ei + ITg; \quad ES = EI + ITg.$$

Допуск ( $ITg$ ) по заданному квалитету выписать из таблицы 2 (см. приложение) для заданного номинального размера по интервалу номинальных размеров и квалитету по ЕСДП.

3. Записать ответ с найденными предельными отклонениями.

4. Проверить правильность своего решения по третьему принципу построения СДП (по таблицам посадок в системе отверстия и вала).

По записи соединения определить:

- посадку соединения в системе отверстия (вала);
- основное отверстие (вал);

Обращаемся к таблице полей допусков валов и отверстий 4 (см. приложение), в которой по системе отверстия (вала) найти для заданных значений:

- основного отверстия (вала) требуемую таблицу, по которой определяются основные отклонения отверстия (вала), результат записать;

- поля допуска вала (отверстия) требуемую таблицу, по которой определяются основные отклонения вала (отверстия) для образования посадок с зазорами, переходных или с натягами, результат записать;

5. Записать ответ с найденными предельными отклонениями и сравнить его с ответом по п.3.

6. Определить по качеству метод финишной обработки поверхностей соединения, используя таблицу 3 приложения.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что называется системой допусков и посадок (СДП)?
2. Для чего предназначена система?
3. Что такое качество?
4. Какие качества применяются для сопрягаемых поверхностей?
5. Как находится по таблице основное отклонение отверстия (вала)?
6. Что такое система отверстия (вала)?

**Тема 4.** Определение посадок, отклонений, предельных размеров, построение полей допусков для соединений типа «вал-подшипник» (индивидуальная расчетная работа).

**Цель:** рассчитать посадки, отклонения, предельные размеры, построить схематически поля допусков для соединения типа «вал-подшипник» с использованием таблиц ГОСТов

#### **Задание:**

1. определить виды нагружения колец подшипника качения;
2. выбрать посадки внутреннего кольца с валом и наружного кольца с отверстием корпуса;
3. определить предельные отклонения для сопрягаемых поверхностей колец, вала и отверстия корпуса;
4. изобразить схемы полей допусков для выбранных посадок и рассчитать характеристики посадок;
5. определить требования к шероховатости, допуски формы и расположения посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса;
6. указать выбранные посадки подшипников качения с посадочными поверхностями вала и отверстия корпуса на сборочном чертеже;

7. указать поля допусков на присоединительные диаметры, требования к точности формы, расположения и шероховатости посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса на их рабочих чертежах.

**Исходные данные.** Условия работы однорядного шарикового радиального подшипника с условным обозначением 208 (размеры  $d = 40$  мм,  $D = 80$  мм,  $B = 18$  мм,  $r = 2$  мм), нормального класса точности, следующие: вращается вал, вал сплошной; радиальная нагрузка на опору  $F_r = 12$  кН; нагрузка умеренная, перегрузка до 150%; осевая нагрузка  $F_a$  незначительная; корпус неразъемный.

**Решение.**

1. Определяем вид нагружения колец подшипника: при вращающемся вале и постоянно действующей нагрузке  $F_r$  внутреннее кольцо испытывает циркуляционное нагружение, а наружное кольцо – местное нагружение. и выбираем посадки для подшипника качения с валом и отверстием корпуса, строим схемы полей допусков для выбранных посадок рассчитываем их характеристики.

*Посадка внутреннего кольца с валом*

• При циркуляционном нагружении внутреннего кольца рассчитываем интенсивность нагрузки  $P_r$  по формуле

$$P_r = \frac{F_r}{b} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = \frac{12000}{14} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 857 \text{ Н/мм},$$

где коэффициенты:  $k_1 = 1$  – нагрузка умеренная, перегрузка до 150% (прил. 6);  $k_2 = 1$  – вал сплошной (прил. 7);  $k_3 = 1$  – подшипник однорядный, осевая нагрузка незначительная (прил. 8);  $b = B - 2r = 18 - 4 = 14$  мм (где  $B = 18$  мм,  $r = 2$  мм);  $F_r$  – радиальная нагрузка на опору,  $F_r = 12000$  Н.

Для сопряжения вала  $\varnothing 40$  с внутренним кольцом, испытывающим циркуляционное нагружение, с нормальным классом точности подшипника и интенсивностью нагрузки  $P_r = 857$  Н/мм, выбираем поле допуска вала  $k6$  (прил. 9).

Посадка  $\varnothing 40 L0/k6$  – посадка с натягом.

• Определяем предельные отклонения среднего диаметра  $d_m$  отверстия внутреннего кольца подшипника качения нормального к точности по ГОСТ 520-2011 [4] (прил. 5) и рассчитываем предельные размеры:

верхнее отклонение  $ES_{dm} = 0$ ; нижнее отклонение  $EI_{dm} = -0,012$  мм.  $d_{max} = d_m + ES_{dm} = 40,0 + 0 = 40,0$  мм;

$d_{min} = d_m + EI_{dm} = 40,0 + (-0,012) = 39,988$  мм.

• Определяем предельные отклонения для вала  $\varnothing 40k6$  по ГОСТ 25346-89 (прил. 12, 13) и рассчитываем предельные размеры: верхнее отклонение  $es = +0,018$  мм;

нижнее отклонение  $ei = +0,002$  мм;

$d_{max} = d + es = 40,0 + (+0,018) = 40,018$  мм;  $d_{min} = d + ei = 40,0 + (+0,002) = 40,002$  мм.

• Строим схему полей допусков для выбранной посадки

+0,018

+0,002

Рассчитываем характеристики посадки с натягом  $\varnothing 40\ L0/k6$ : Наибольший натяг  $N_{max} = d_{max} - d_{min} = 40,018 - 39,988 = 0,030$  мм. Наименьший натяг  $N_{min} = d_{min} - d_{max} = 40,002 - 40,0 = 0,002$  мм. Средний натяг  $N_m = (N_{max} + N_{min})/2 = (0,030 + 0,002)/2 = 0,016$  мм. Допуск натяга  $T_N = N_{max} - N_{min} = 0,030 - 0,002 = 0,028$  мм.

#### *Посадка наружного кольца с корпусом*

- При местном нагружении наружного кольца подшипника нормального класса точности, при неразъемном корпусе, учитывая, что нагрузка умеренная и перегрузка до 150%, для диаметра отверстия корпуса  $D = 80$  мм выбираем поле допуска  $H7$  (прил. 11)

Посадка  $\varnothing 80\ H7/l0$  – посадка с зазором.

- Определяем предельные отклонения среднего диаметра  $D_m$  наружного диаметра наружного кольца подшипника качества нормально-го класса точности по ГОСТ 520-2011 [4] (см. прил. 5) и рассчитываем предельные размеры: верхнее отклонение  $es_{Dm} = 0$ ; нижнее отклонение  $ei_{Dm} = -0,013$  мм;

- Определяем предельные отклонения для отверстия  $\varnothing 80\ H7$  корпуса по ГОСТ 25346-89 (прил. 12, 14) и рассчитываем предельные размеры:

верхнее отклонение  $ES = +0,030$  мм; нижнее отклонение  $EI = 0$ .

- Строим схему полей допусков для выбранной посадки (рис. 1).

Рассчитываем характеристики посадки с зазором  $\varnothing 80\ H7/l0$ : Наименьший зазор  $S_{min} = D_{min} - D_{max} = 80 - 80 = 0$  мм. Наибольший зазор  $S_{max} = D_{max} - d_{min} = 80,03 - 79,987 = 0,043$  мм. Средний зазор  $S_m = (S_{max} + S_{min})/2 = (0,043 + 0)/2 = 0,0215$  мм. Допуск зазора  $T_S = S_{max} - S_{min} = 0,043 - 0 = 0,043$  мм.

## **2. Определяем требования к шероховатости, допуски формы и расположения посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипник качества нормального класса точности**

#### *Для вала:*

- параметр шероховатости  $R_a = 1,25$  мкм для посадочной поверхности вала  $d = 40$  мм (прил. 2);
- параметр шероховатости  $R_a = 2,5$  мкм для торцов заплечиков вала  $d = 40$  мм (см. прил. 2);
- допуск круглости  $TFK = 0,004$  мм для посадочной поверхности вала  $d = 40$  мм (прил. 3);
- допуск профиля продольного сечения  $TFP = 0,004$  мм для посадочной поверхности вала  $d = 40$  мм (см. прил. 3);
- допуск торцового биения  $TCA = 0,025$  мм для заплечиков вала  $d = 40$  мм (прил. 4).

#### *Для отверстия корпуса:*

- параметр шероховатости  $R_a = 1,25$  мкм для посадочной поверхности отверстия  $D = 80$  мм (см. прил. 2);
- параметр шероховатости  $R_a = 2,5$  мкм для торцов заплечиков отверстия  $D = 80$  мм (см. прил. 2);
- допуск круглости  $TFK = 0,0075$  мм для посадочной поверхности отверстия  $D = 80$  мм (см. прил. 3);



- допуск профиля продольного сечения  $TFP = 0,0075$  мм для поса-дочной поверхности отверстия  $D = 80$  мм (см. прил. 3);
- допуск торцового биения  $TCA = 0,046$  мм для заплечиков отвер-стия  $D = 80$  мм (см. прил. 4).

3. Указываем:

- обозначение посадок подшипника качения с валом и отверстием корпуса (рис. 5, а);
- обозначение полей допусков и значения предельных отклонений диаметров, допуски формы и расположения, требования к шерохова-тости посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под под-шипник качения (рис. 2, б).

### 3. Задание по работе

Пользуясь данными методических указаний, ознакомиться с основными положениями по выбору посадок для подшипников качения.

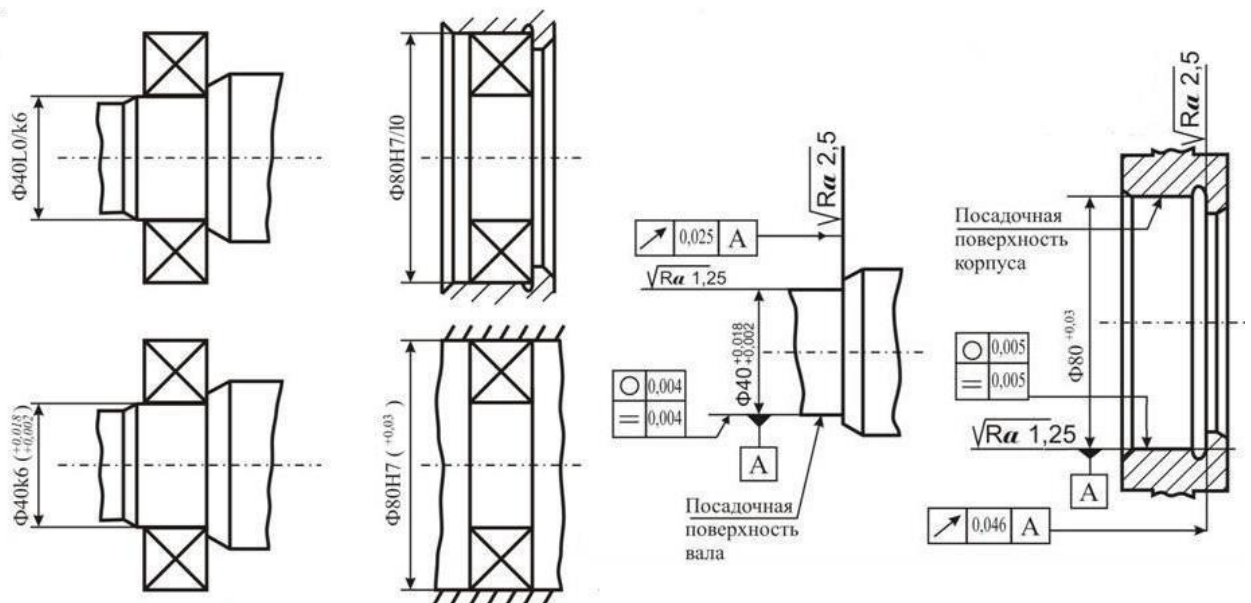


Рис.2. Обозначение посадок подшипника качения на сборочном чертеж(а) и требования к геометрическим параметрам посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипник качения на рабочих чертежах (б)

Для заданного варианта задания (прил. 15):

- 1) определить виды нагружения колец подшипника
- 2) выбрать посадки для наружного и внутреннего колец подшипни-ка с валом и отверстием корпуса, определить предельные отклонения сопрягаемых поверхностей для выбранных посадок, построить для них схемы полей допусков и рассчитать характеристики выбранных посадок;
- 3) определить требования к шероховатости, допуски формы и рас-положения посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипник качения;
- 4) указать обозначение выбранных посадок подшипникового узла на сборочном чертеже и требования к геометрическим параметрам посадочных

поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипники качения на рабочих чертежах.

**Задание:**

Определить виды нагружения колец подшипника.

Выбрать посадки для подшипника качения с валом и отверстием корпуса (прил. 9–11).

Определить предельные отклонения и предельные размеры посадочных поверхностей колец по средним диаметрам для заданного подшипника качения по ГОСТ 520-2011 [4] (см. прил. 5).

Определить предельные отклонения и предельные размеры посадочных мест вала и отверстия корпуса по ГОСТ 25346-89 [8] (прил. 12–14).

Построить схемы полей допусков для выбранных посадок подшипника качения с валом и отверстием корпуса и рассчитать характеристики посадок.

Определить требования к шероховатости, допуски круглости, профиля продольного сечения для посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса, допуск торцового биения заплечиков вала и отверстия корпуса, и указать их на рабочих чертежах вала и отверстия корпуса (см. прил. 2–4).

Указать обозначение посадок подшипникового узла на сборочном чертеже и требования к геометрическим параметрам посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипник качения.

**5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Как нормируется точность подшипников качения?
2. Какие классы точности установлены для подшипников качения?
3. Какие факторы влияют на выбор посадок подшипников качения?
4. Какие виды нагружения различают для колец подшипников качения?
5. Как местное, циркуляционное и колебательное нагружения колец влияют на характер посадок в подшипниковом узле?
6. От чего зависят требования к точности геометрических параметров посадочных поверхностей вала и отверстия корпуса под подшипники качения?

**Тема 5.** Зависимые и независимые допуски формы и расположения поверхностей (подготовка презентации).

**Цель:** подготовить презентацию на тему «Зависимые и независимые допуски формы и расположения поверхностей»

**Задание 1.** Определить тему и назначения презентации

**Задание 2.** Создать схему (сценарий) презентации

**Задание 3.** Спланировать содержание всех слайдов, их стиль.

**Задание 4.** Написать предполагаемые источники используемой информации для написания реферата.

## **Информационное обеспечение обучения**

### **Печатные издания**

#### **Основные учебные издания:**

1. Хрусталева, З.А. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учебное пособие / Хрусталева З.А. — Москва: КноРус, 2021. — 171 с. — ISBN 978-5-406-03241-1. — URL: <https://book.ru/book/937033>. — Текст: электронный.
2. Шишмарев, В.Ю. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Шишмарев В.Ю. — Москва: КноРус, 2021. — 304 с. — ISBN 978-5-406-08290-4. — URL: <https://book.ru/book/940950> — Текст: электронный.
3. Николаева, М. А. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия. Практикум : учебное пособие / М.А. Николаева, Л.В. Карташова, Т.П. Лебедева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 115 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1160867. - ISBN 978-5-16-016472-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1160867>

#### **Дополнительные учебные издания:**

4. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Мельников В.П., под ред., Шулепов А.В., Васильева Т.Ю. — Москва: КноРус, 2021. — 441 с. — ISBN 978-5-406-08785-5. — URL: <https://book.ru/book/940990>. — Текст: электронный.
5. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник / Зайцев С.А., под ред., Вячеславова О.Ф., Парфеньева И.Е. — Москва: КноРус, 2020. — 174 с. — ISBN 978-5-406-01901-6. — URL: <https://book.ru/book/938687> — Текст: электронный.

### **Интернет ресурсы**

6. <http://www.asms.ru/> Академия стандартизации, метрологии и сертификации
7. <http://metro.b.ru/> Метрология. Метрологическое обеспечение производства
8. <http://www.gost.ru/wps/portal/> Росстандарт

#### **Электронно-библиотечная система:**

9. ЭБС «Book.ru»
10. ЭБС «PROФобразование»
11. ЭБС «Znaniy»