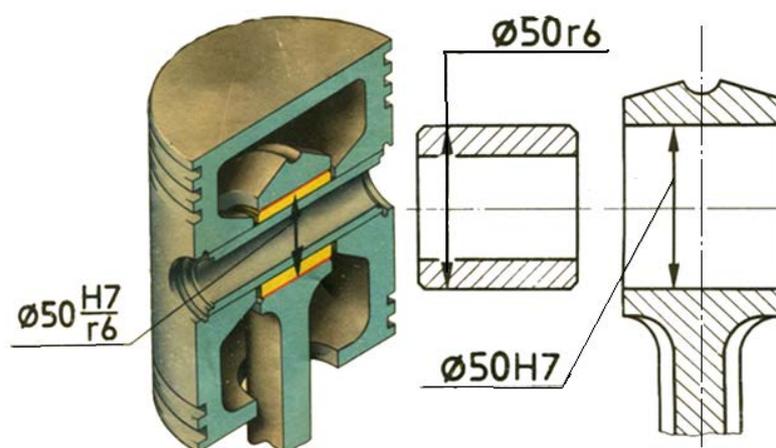


В.Н. Бриш
А.Н. Сигов
А.В. Старостин

.....

Выбор посадок для гладких цилиндрических сопряжений в машиностроении

.....



Вологда
2014

Министерство образования и науки Российской Федерации
Вологодский государственный университет

В.Н. Бриш
А.Н. Сигов
А.В. Старостин

Выбор посадок для гладких цилиндрических сопряжений в машиностроении

*Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ
в качестве учебного пособия*

Вологда
2014

УДК 621.3.088.3:621(075)

ББК 34.4 Я 73

Б 87

Рецензенты:

Е.И. Гариш, канд. техн. наук, доцент Вологодской государственной
молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина

В.А. Глазков, канд. техн. наук, доцент кафедры технологии
и оборудования автоматизированных производств
Вологодского государственного университета

Бриш, В.Н.

Б 87 **Выбор посадок для гладких цилиндрических сопряжений в машиностроении: учебное пособие** / В.Н. Бриш, А.Н. Сигов, А.В. Старостин. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 52 с.

В пособии рассмотрены вопросы, связанные с выбором и назначением посадок в машиностроении для гладких цилиндрических подвижных и не подвижных соединений.

Приведены конкретные примеры применения посадок в разных отраслях промышленности, в основном в машиностроении и приборостроении. Даны примеры обозначений посадок на сборочных и рабочих чертежах.

Пособие предназначено для студентов технических специальностей и 11 направлений бакалавриата, изучающих дисциплины «метрология, стандартизация, сертификация», «нормирование точности в машиностроении». Направления бакалавриата следующие: 15.03.05; 15.03.02; 23.03.03; 15.03.04; 27.03.05; 15.03.01; 43.03.01; 20.03.02; 21.03.02; 20.03.01; 08.03.01.

Пособие может быть полезно инженерно-техническим работникам, занимающимся вопросами назначения допусков и посадок при конструировании.

УДК 621.3.088.3:621(075)

ББК 34.4 Я 73

© ВоГУ, 2014

© Бриш В.Н., 2014

© Сигов А.Н., 2014

© Старостин А.В., 2014

Предисловие

Учебное пособие представляет собой продолжение изданного в 2013 году учебного пособия по нормированию точности [2] и соответствует рабочим программам учебных дисциплин «Метрология, стандартизация, сертификация» – раздел «стандартизация» и «Нормирование точности в машиностроении».

В пособии изложены основы выбора и назначения посадок в машиностроении. Даны типовые примеры применения посадок с простановкой размеров на сборочных чертежах и детализовке. Примеры помогают разобраться в чертежах студентам направлений бакалавриата т. к., опыт работы с чертежами у них слишком мал, а в имеющихся справочниках, в основном, даны сложные чертежи, рассчитанные на специалистов или студентов старших курсов, изучающих детали машин и многие теоретические вопросы резания, материаловедения, технологии машиностроения.

В данном учебном пособии авторы старались объединить различные данные, изложенные в специальной литературе, и систематизировать их в трех разделах.

Пособие предназначено для обучающихся по следующим специальностям и направлениям:

Специальности:

150405 – машины и оборудование лесного комплекса;

151001 – технология машиностроения;

190600 – автомобили и автомобильное хозяйство;

220301 – автоматизация технологических процессов и производств.

Направления:

**15.03.05 – КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

(Профиль подготовки: Металлообрабатывающие станки и комплексы)

(Профиль подготовки: технология машиностроения)

15.03.02 - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

(Профиль подготовки: Машины и оборудование лесного комплекса)

**23.03.03 - ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
МАШИН И КОМПЛЕКСОВ**

(Профиль подготовки: Автомобили и автомобильное хозяйство)

**15.03.04 – АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И
ПРОИЗВОДСТВ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

(Профиль подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении)

27.03.05 – ИННОВАТИКА

(Профиль подготовки: Инновации и управление интеллектуальной собственностью)

15.03.01 – МАШИНОСТРОЕНИЕ

(Профиль подготовки: Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)

43.03.01 – СЕРВИС

(Профиль подготовки: Сервис транспортных средств)

20.03.01 – ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

(Профиль подготовки: Защита в чрезвычайных ситуациях)

21.03.02 – ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ

(Профиль подготовки: Городской кадастр)

20.03.02 – ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

(Профиль подготовки: Комплексное использование и охрана водных ресурсов)

(Профиль подготовки: Природоохранное обустройство территорий)

08.03.01 – СТРОИТЕЛЬСТВО

(Профиль подготовки: водоснабжение и водоотведение)

Студенты этих направлений выполняют курсовые и расчетно-графические или контрольные работы. Одной из задач работ является задача выбора посадок и обозначение их на чертежах.

Пособие может быть полезно и студентам других направлений, изучающим метрологию и стандартизацию, а также инженерно-техническим работникам, занимающимся вопросами назначения допусков и посадок при конструировании.

Введение

Переход России к рыночной экономике предоставил предприятиям и организациям различных форм собственности право на самостоятельные решения, обеспечивающие качество выпускаемой продукции. Качество – это комплекс требований, предъявляемых к продукции в зависимости от ее назначения. Эти требования принято называть показателями качества.

Показатели качества промышленной продукции делятся на десять групп, каждая из которых имеет несколько подгрупп [14]. Такие эксплуатационные показатели машин и механизмов, как показатели назначения, надежности, технологичности, унификации, эргономические показатели, в значительной мере зависят от правильного назначения посадок и допусков, показателей макро- и микрогеометрии отдельных узлов и деталей. Ошибки в назначении посадок и допусков приводят к повышенному и неравномерному износу, неравномерному распределению внутренних напряжений, нарушению соосности, параллельности, симметричности и другим нарушениям взаимного расположения осей и поверхностей деталей.

Среди **показателей назначения** следует отметить конструктивные показатели, которые характеризуют основные проектно-конструкторские решения, удобство монтажа и установки продукции, возможность взаимозаменяемости.

Показатели надежности определяют свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования. Надежность – важное свойство, которое образуется в результате объединения четырех подгрупп показателей: **безотказности; долговечности; ремонтпригодности; сохраняемости.**

В зависимости от вида продукции надежность может содержать только часть указанных подгрупп показателей. Рассмотрим каждую из четырех подгрупп.

Показатели **безотказности** характеризуют свойство объекта непременно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Показатели **долговечности** характеризуют свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Показатели **ремонтпригодности** характеризуют свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин повреждений и их устранению путем проведения технического обслуживания и ремонта.

Показатели **сохраняемости** характеризуют свойство объекта сохранять значение показателей безопасности, долговечности и ремонтпригодности.

Показатели технологичности характеризуют совокупность свойств конструкции изделия, которая определяет ее приспособленность к достижению

оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Изготовление (прямые затраты труда) любой продукции невозможно без расходования сырья и материалов (добытых ранее и воплощающих в себе затраты прошлого труда), что и отражается в себестоимости продукции, которая учитывает затраты всех видов труда.

Показатели унификации характеризуют степень использования в продукции стандартизованных изделий и уровень унификации составных частей изделий. Составные части изделия – это сборочные единицы, комплекты и комплексы. При назначении посадок при включении в изделие или сборочную единицу унифицированных стандартизованных деталей конструктор должен быть особенно внимательным.

Эргономические показатели характеризуют систему "человек – изделие – среда использования" (или "человек - машина") с позиций человека, как бы дают ей "человеческое измерение". Они устанавливают соответствие свойств изделия (машины) тем или иным свойствам человека. Эргономические показатели охватывают всю область факторов, которые влияют на работающего человека и используемое (эксплуатируемое) им изделие. Из этой группы показателей следует отметить антропометрические: соответствие конструкции изделия размерам и весу человека. При назначении допусков и посадок на размеры конструкции изделия должны учитываться размер и вес человека.

Принято считать, что качество продукции обеспечивается постоянным контролем на всех этапах производства. Но нельзя забывать, что первоначальным этапом является конструирование будущей машины, механизма, изделия. В основе конструирования лежит правильное назначение допусков и посадок с указанием значений на сборочных и рабочих чертежах.

В процессе обучения в вузе на инженерных специальностях студенты изучают целый ряд общетехнических дисциплин: черчение, метрологию, стандартизацию, нормирование точности в машиностроении, детали машин. Но объем часов по черчению настолько мал, что студенты к моменту изучения следующих дисциплин практически ничего не представляют о назначении посадок и с большим трудом читают чертежи. По дисциплине "Метрология, стандартизация" введена курсовая работа, которую студенты выполняют параллельно с лекционным курсом. При отсутствии практических занятий они должны выполнять работу по выбору посадок самостоятельно, пользуясь методическими указаниями и справочниками.

Данное учебное пособие подготовлено для оказания помощи студентам, выполняющим курсовую работу по метрологии и стандартизации. В пособии даны примеры выбора посадок для всех 3-х групп посадок, а также эскизы и чертежи. Используя их, студент сможет выбрать узел или изделие для той посадки, которую он рассчитывает.

1. ОБРАЗОВАНИЕ ПОСАДОК В СИСТЕМЕ ЕСДП

Выбор и назначение допусков и посадок осуществляется на основе расчетов необходимых зазоров и натягов с учетом опыта эксплуатации подобных соединений.

Для образования полей допусков в ЕСДП в каждом интервале номинальных размеров установлено 28 основных отклонений полей допусков валов и отверстий. Основные отклонения обозначают одной, а в отдельных случаях двумя (для сопряжений точного машиностроения) буквами латинского алфавита: прописными (A, B, C и т.д.) – для отверстий и строчными (a, b, c и т.д.) – для валов.

Основное отверстие в системе отверстия обозначается буквой H (нижнее отклонение отверстия равно нулю), а основной вал в системе вала – h (верхнее отклонение вала равно нулю). Для отклонений отверстий (валов), обозначенных буквами Js (js), поле допуска располагается строго симметрично относительно нулевой линии, и предельные отклонения равны по значению и противоположны по знаку.

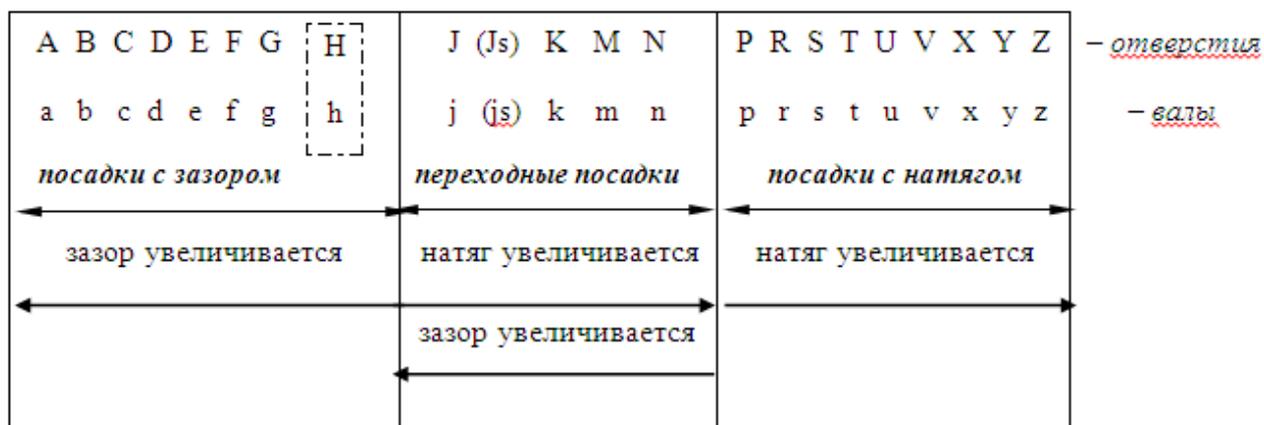


Рис 1.1. Основные отклонения

Для образования посадок необходимо назначить величину допуска вала и отверстия по каким-то заранее выбранным квалитетам. Подсчитано, что различных посадок может быть образовано более 250000. [4] Поэтому применение ЕСДП требует четкого перечня предпочтительных посадок. Число полей допусков предпочтительного применения для отверстий ограничено 10 полями, а для валов – 16 полями.

Предпочтительные поля допусков в стандартах выделяются квадратом или цветом. В интервале от 1 до 500 мм установлено 69 посадок общего применения в системе отверстия и 61 посадка в системе вала. Из этих общих по-

садок выделено 17 предпочтительных посадок в системе отверстия и 10 в системе вала (табл. 1.1; 1.2).

Правила образования посадок

Можно применять любое сочетание полей допусков, установленных стандартом.

- Посадка должна назначаться либо в системе отверстия, либо в системе вала
- Применение системы отверстия предпочтительнее
- Следует отдавать предпочтение рекомендуемым посадкам (см. ГОСТ 25347-82), при этом в первую очередь – предпочтительным.
- Посадки с 4-го по 7-й квалитеты рекомендуется образовывать путем сопряжения отверстия на квалитет грубее, чем вал.

Отверстия при прочих равных условиях изготавливаются с большими погрешностями, чем валы, поэтому и допуск посадки делится не поровну, большая часть отдается отверстию, меньшая - валу.

Подробно понятие системы отверстия, системы вала, предпочтительность системы и посадок, изложены в литературе [4, 2].

В связи с тем, что данное методическое пособие предназначено для студентов, выполняющих курсовые или расчетно-графические работы по метрологии или нормированию точности, напоминаем способы нанесения размеров на сборочных чертежах и детализировке при выполнении первой задачи (см табл. 1.3).

Нанесение предельных отклонений размеров

При указании предельных отклонений следует руководствоваться следующими правилами.

1. Предельные отклонения размеров следует указывать непосредственно после номинальных размеров.

2. Предельные отклонения линейных и угловых размеров относительно низкой точности допускается не указывать непосредственно после номинальных размеров, а оговаривать общей записью в технических требованиях чертежа. Например, $H14, h14 \pm IT14/2$, что значит – неуказанные предельные отклонения отверстий должны быть выполнены по H14, валов – по h14, прочие размеры должны иметь симметричные отклонения $\pm IT14/2$

Таблица 1.1

Рекомендуемые посадки в системе отверстия при номинальных размерах от 1 до 500 мм

Поле допуска основного отверстия	Основные отклонения валов																			
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	z
	Посадки																			
H5							$\frac{H5}{g4}$	$\frac{H5}{h4}$	$\frac{H5}{js4}$	$\frac{H5}{k4}$	$\frac{H5}{m4}$	$\frac{H5}{n4}$								
H6						$\frac{H6}{f6}$	$\frac{H6}{g5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{H6}{js5}$	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H6}{p5}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$					
H7			$\frac{H7}{c8}$	$\frac{H7}{d8}$	$\frac{H7}{e7}$	$\frac{H7}{e8}$	$\frac{H7}{f7}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{s7}$	$\frac{H7}{t6}$	$\frac{H7}{u7}$	
H8			$\frac{H8}{c8}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{f8}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H8}{js7}$	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$		$\frac{H8}{s7}$		$\frac{H8}{u8}$	$\frac{H8}{x8}$	$\frac{H8}{z8}$
				$\frac{H8}{d9}$	$\frac{H8}{e9}$	$\frac{H8}{f9}$		$\frac{H8}{h9}$												
H9				$\frac{H9}{d9}$	$\frac{H9}{e8}$	$\frac{H9}{e9}$	$\frac{H9}{f8}$	$\frac{H9}{f9}$	$\frac{H9}{h8}$	$\frac{H9}{h9}$										
H10				$\frac{H10}{d10}$					$\frac{H10}{h9}$	$\frac{H10}{h10}$										
H11	$\frac{H11}{a11}$	$\frac{H11}{b11}$	$\frac{H11}{c11}$	$\frac{H11}{d11}$					$\frac{H11}{h11}$											
H12		$\frac{H12}{b12}$							$\frac{H12}{h12}$											

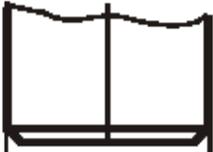
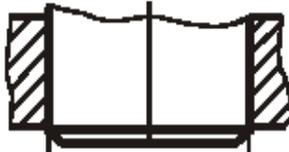
Примечание. Обозначения предпочтительных посадок заключены в утолщенную рамку. (17 посадок)

Рекомендуемые посадки в системе вала при номинальных размерах от 1 до 500 мм

Поле допуска основного вала	Основные отклонения отверстий																
	A	B	C	D	E	F	G	H	JS	K	M	N	P	R	S	T	U
	Посадки																
<i>h</i> 4							$\frac{G5}{h4}$	$\frac{H5}{h4}$	$\frac{JS5}{h4}$	$\frac{K5}{h4}$	$\frac{M5}{h4}$	$\frac{N5}{h4}$					
<i>h</i> 5						$\frac{F7}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{JS6}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$				
<i>h</i> 6				$\frac{D8}{h6}$	$\frac{E8}{h6}$	$\frac{F7}{h6}$	$\frac{F8}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{JS7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$
<i>h</i> 7				$\frac{D8}{h7}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$			$\frac{H8}{h7}$	$\frac{JS8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$				$\frac{U8}{h7}$
<i>h</i> 8				$\frac{D8}{h8}$	$\frac{D9}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{E9}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$	$\frac{F9}{h8}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{h8}$						
<i>h</i> 9				$\frac{D9}{h9}$	$\frac{D10}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$			$\frac{E8}{h9}$	$\frac{H9}{h9}$	$\frac{H10}{h9}$					
<i>h</i> 10				$\frac{D10}{h10}$						$\frac{H10}{h10}$							
<i>h</i> 11	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$						$\frac{H11}{h11}$							
<i>h</i> 12		$\frac{B12}{h12}$								$\frac{H12}{h12}$							

Примечание. Обозначения предпочтительных посадок заключены в утолщенную рамку. (10 посадок)

Способы нанесения предельных отклонений линейных размеров [6]

Способ указания на чертежах предельных отклонений			
1. Условное обозначение полей допусков	$\varnothing 64 k6$	$\varnothing 64 H7$	$\varnothing 64 \frac{H7}{k6}$
2. Указание числовых значений предельных отклонений	$\varnothing 64 \begin{matrix} +0.021 \\ +0.002 \end{matrix}$	$\varnothing 64 \begin{matrix} +0.03 \end{matrix}$	$\varnothing 64 \begin{matrix} +0.030 \\ +0.021 \\ +0.002 \end{matrix}$
3. Условное обозначение полей допусков с указанием их числовых значений	$\varnothing 64 k6 \begin{pmatrix} +0.021 \\ +0.002 \end{pmatrix}$	$\varnothing 64 H7 \begin{pmatrix} +0.03 \end{pmatrix}$	$\varnothing 64 \frac{H7 \begin{pmatrix} +0.030 \end{pmatrix}}{k6 \begin{pmatrix} +0.021 \\ +0.002 \end{pmatrix}}$

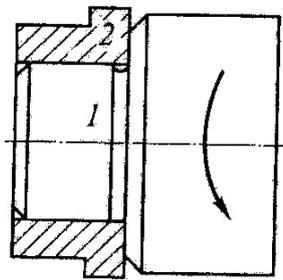
Понятие сопряжений и виды сопряжений поверхностей

Подвижное или неподвижное соединение деталей (или элементов деталей) после сборки называется сопряжением, а поверхности, по которым происходит соединение, – сопрягаемыми.

Сопряжения делятся на плоские, цилиндрические, конические, сложные (многомерные).

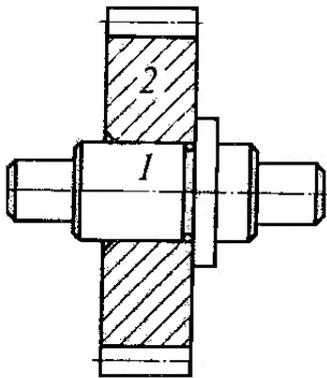
К сложным сопряжениям относят сопряжения элементов деталей подшипников качения, элементов деталей зубчатых зацеплений всех типов, элементов резьбовых соединений.

В данном пособии, предназначенном в помощь студентам, выполняющим курсовую работу по метрологии, рассматриваются некоторые виды сопряжений цилиндрических поверхностей (рис. 1.2 – рис. 1.6).



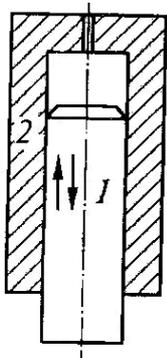
Сопряжение подшипника скольжения 2 с валом 1; Пosaдка с зазором.

Рис. 1.2. Подшипник скольжения на валу



Сопряжение зубчатого колеса 2 с валом 1; посадка с натягом, возможна посадка переходная с дополнительным креплением шпонкой

Рис. 1.3. Зубчатое колесо на валу



Плунжерная пара или поршневая пара. Высокий класс шероховатости рабочих поверхностей. Обеспечение жидкостного трения. Посадки с минимальным зазором типа скользящей. (H/h) или движения (H/g)

1 – плунжер

2 – гильза (в высокоточной топливной аппаратуре)

Рис. 1.4. Плунжерная пара

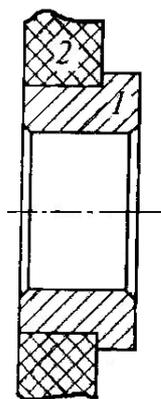


Рис. 1.5. Втулка подшипника скольжения в корпусе

Сопряжение втулки подшипника скольжения 1 с корпусом 2. Как правило, применяются посадки с натягом. Может быть предусмотрено дополнительное крепление. Корпус изображен условно

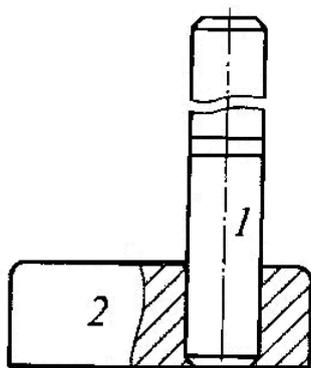


Рис. 1.6. Штанга (стойка) с основанием

Соединение штанги 1 с основанием 2, соединение стойки с основанием (например, стойки легкого типа и штатива для установки на них индикатора часового типа, тяжелой стойки с неподвижным столом для установки на них измерительных головок типа микрокатор) Применяются посадки с натягом

В следующих разделах примеры применения будут даны более подробно для каждой группы посадок.

2. ВЫБОР ПОСАДОК С ЗАЗОРОМ

Характер и условия работы подвижных соединений чрезвычайно разнообразны. Например, соединения шейки коленчатого вала с вкладышем, поршень – гильза, поршневой палец – втулка верхней головки шатуна одного и того же двигателя внутреннего сгорания заметно отличаются одно от другого по характеру взаимного перемещения деталей, температурному режиму, способу подвода смазки, направлению действия нагрузок и т.п.

Понятно, что единой методики расчетов зазоров подвижных соединений быть не может, и для каждого типа таких соединений должна использоваться своя методика расчета и назначаться свои собственные посадки. Методики расчета посадки широко представлены в справочниках, учебниках, методических указаниях [2, 4, 6, 10, 11].

Посадки могут назначаться в системе отверстия и в системе вала.

При отсутствии стандартной посадки могут быть назначены внесистемные посадки с проведением проверочного расчета.

Все эти положения даны в стандартных справочниках и другой технической литературе и в данной работе не рассматриваются.

Напоминаем, что для образования посадок с зазором используются следующие обозначения:

для отверстий: A B C D E F G H

для валов: a b c d e f g h

Иногда на производстве применяют устаревшие наименования посадок [1]. Однако, они хорошо отражают суть посадки: скольжения (H, h-с нулевым зазором); движения (G, g); ходовые (F, f); легкоходовые (E, e); широкоходовые (D, d); теплоходовые (ABC, a, b, c).

Стандартами предусмотрено:

- в системе отверстия 40 рекомендуемых посадок с зазором, из них предпочтительных 11;

- в системе вала 39 рекомендуемых посадок с зазором, из них предпочтительных 6.

Применение посадок с зазором

Посадка H/h – «скользящие». Наименьший зазор в посадках равен нулю. Установлены во всем диапазоне точностей сопрягаемых размеров (4-12-й квалитеты). Скользящие посадки часто применяются для неподвижных соединений с дополнительным креплением при необходимости их частой разборки (сменные детали). В квалитетах с 8 по 12-й скользящие посадки могут частично заменить отсутствующие в них переходные посадки. Скользящие посадки применяются для центрирования неподвижно соединенных деталей, если нет необходимости в более точном центрировании.

В подвижных соединениях скользящие посадки служат для медленных перемещений деталей обычно в продольном направлении; для точного направления при возвратно-поступательном движении; для соединений, детали которых должны легко передвигаться или проворачиваться относительно друг друга при настройке, регулировке или затяжке в рабочее положение и т.п. (рис. 1.4; 1.6) Так как получение соединений с нулевым зазором практически маловероятно, скользящие посадки в некоторых случаях используются и для подвижных соединений вращательного движения (обычно при небольших скоростях вращения), а в ответственных случаях – с применением сортировки и подбора деталей (селективной сборки).

Посадки высокой точности H5/h4; H6/h5 применяются в неподвижных соединениях при их частой разборке или для сменных деталей при особо высоких требованиях к их центрированию (рис. 2.3). Примеры: измерительные зубчатые колеса на шпинделях зубоизмерительных приборов (межцентромеры, биениемеры), втулка под шевер на валу шевинговального станка и шевер на этой втулке (рис. 2.1). В отдельных случаях эти посадки применяются для подвижных соединений при продольном перемещении деталей с невысокой скоростью и особыми требованиями к точности центрирования и направления, например пиноль в пинольной бабке горизонтального оптиметра ИКТ-3 (рис. 2.2).

В целом, применение посадок высокой точности носит ограниченный характер ввиду значительной сложности изготовления деталей.

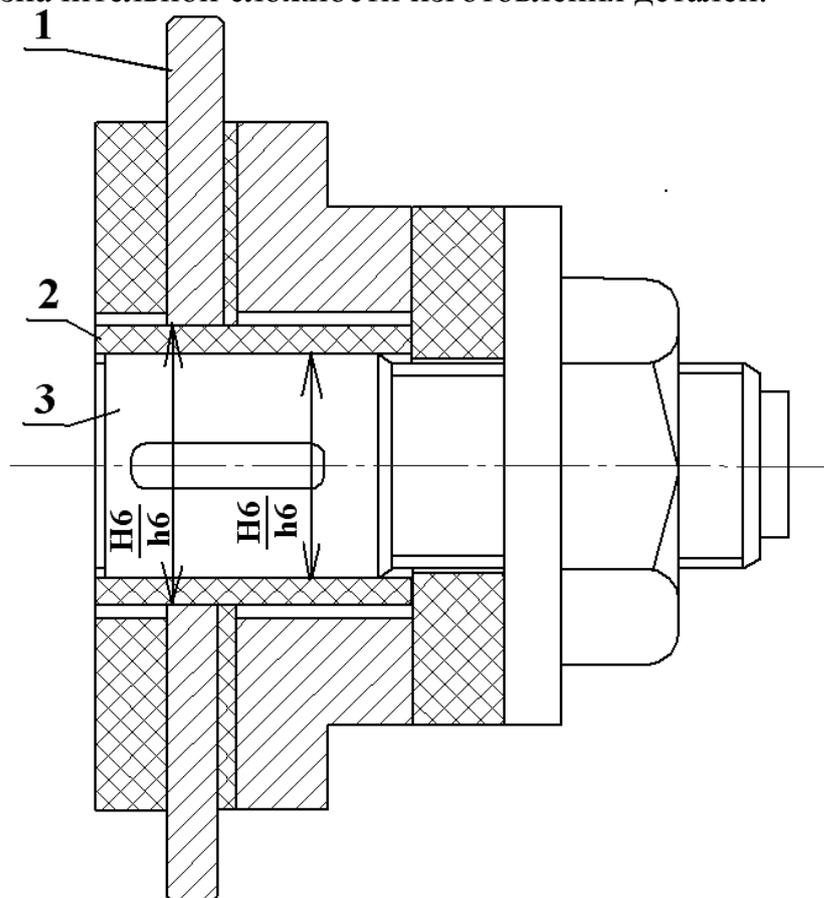


Рис. 2.1. Шерер на валу шевинговального станка: посадка шерера 1 на втулке 2; посадка втулки шерера на вал

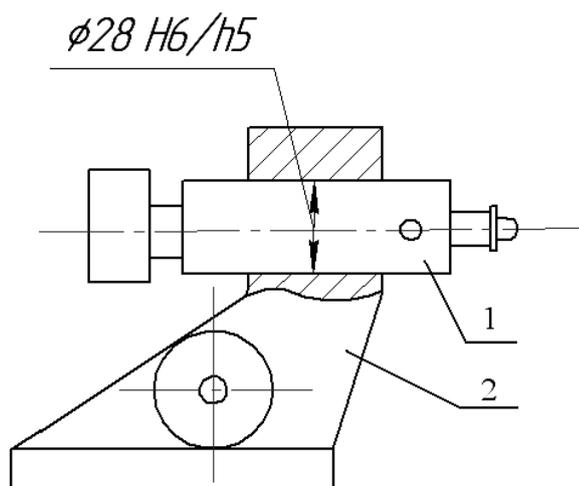


Рис. 2.2. Пиноль (1) в посадочной плоскости пинольной бабки (2) оптиметра ИКГ-3

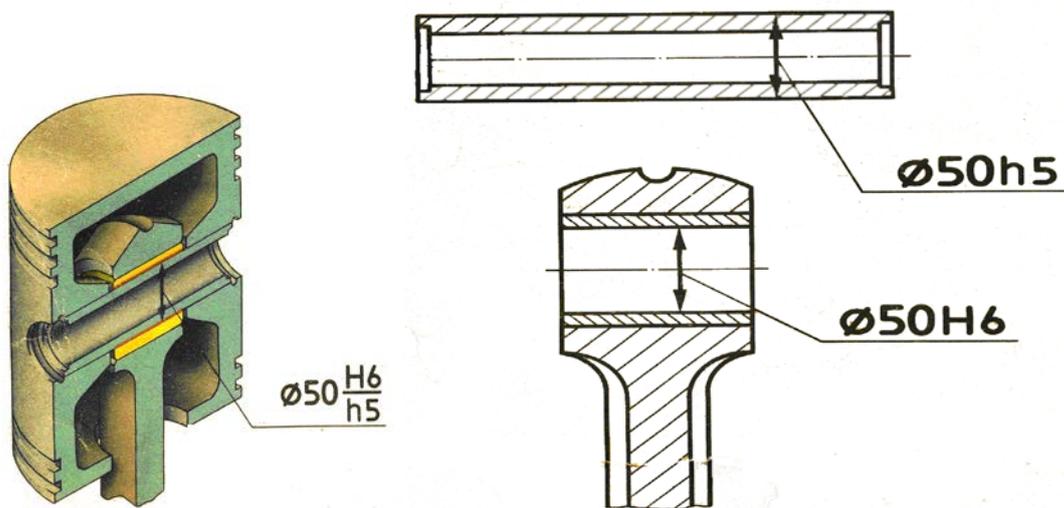


Рис. 2.3. Палец поршня со втулкой верхней головки шатуна двигателя

Посадка $\boxed{H7/h6}$ – является широко распространенной, предпочтительной посадкой. Применяется в неподвижных соединениях, при высоких требованиях к точности центрирования часто разбираемых деталей: сменные шестерни на валах металлообрабатывающих станках, фрикционные муфты и установочные кольца на валах, фрезы на оправках, центрирующие корпуса под подшипники качения в станках, автомобилях и других машинах, центрирующие фланцы клапанов; для деталей, которые должны легко передвигаться одна в другой при настройках и регулировках: шпиндельная головка шевинговального станка на станине, направляющий поясик микровинта микрометра в расточке барабана, сменные втулки в кондукторах (рис. 2.13).

В подвижных соединениях посадка применяется при возвратно-поступательных перемещениях и высоких требованиях к точности направления: поршневой шток в направляющих (рис. 2.6), поршни в цилиндрах пневматических сверлильных машин, салазки поперечины радиально-сверлильных машин, шпиндель в корпусе сверлильного станка, хвостовики пружинных клапанов в направляющих. Для таких соединений в отдельных случаях может потребоваться сортировка или подбор деталей. При этом условии посадка может заменить посадки $H6/g5$ или $\boxed{H7/g6}$.

Посадка $\boxed{H8/h7}$ имеет примерно то же назначение, что и посадка $H7/h6$, но характеризуется более широкими допусками, облегчающими изготовление деталей. Является предпочтительной посадкой.

Применяется при большой длине соединения и когда требования к точности центрирования или направления могут быть несколько снижены по сравнению с условиями применения посадки $H7/h6$, например соединение сменных измерительных наконечников со стержнями приборов (рис. 2.4); установка индикаторных головок (ИЧ) на стойке (рис. 2.5).

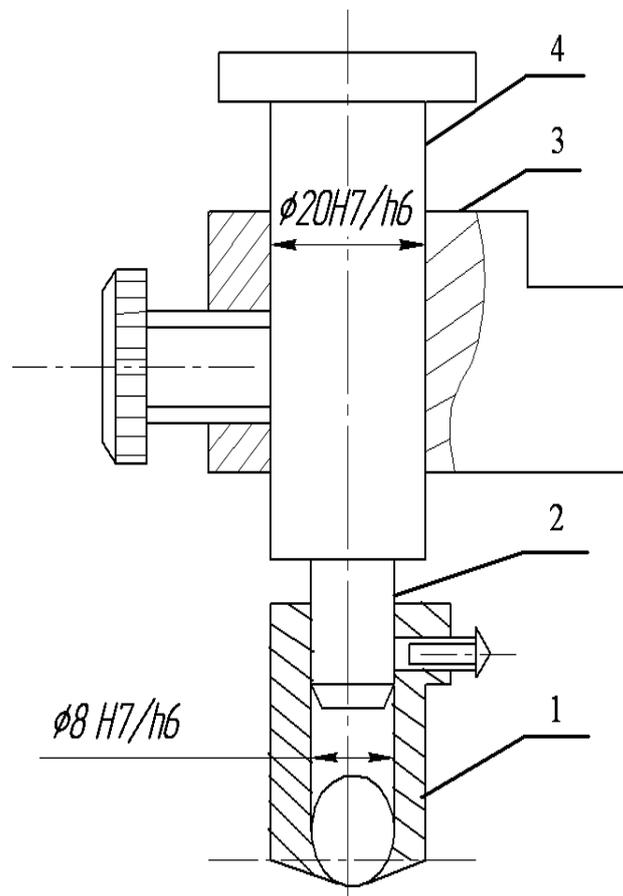


Рис. 2.4. Посадка сменного наконечника 1 на штифт 2 стержня прибора; посадка стержня прибора 4 в корпусе 3

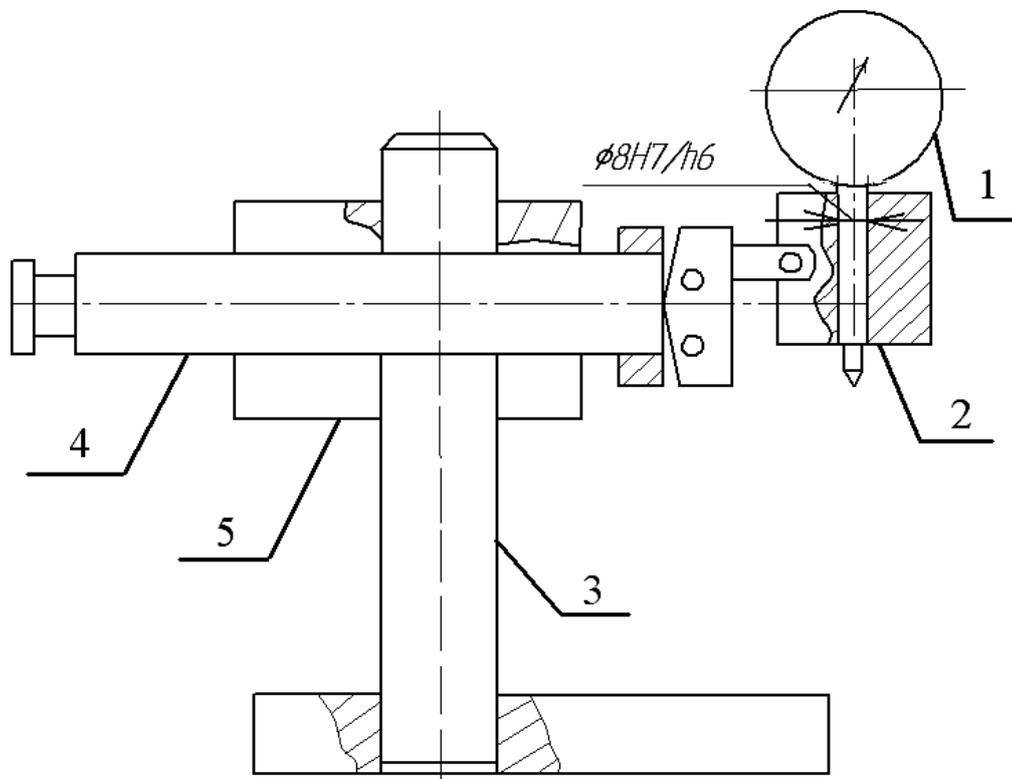


Рис. 2.5. Установка индикатора часового типа 1 в посадочное место 2 стойки легкого типа, крепление оси в кронштейне 5. Установка кронштейна 5 на стойке 3

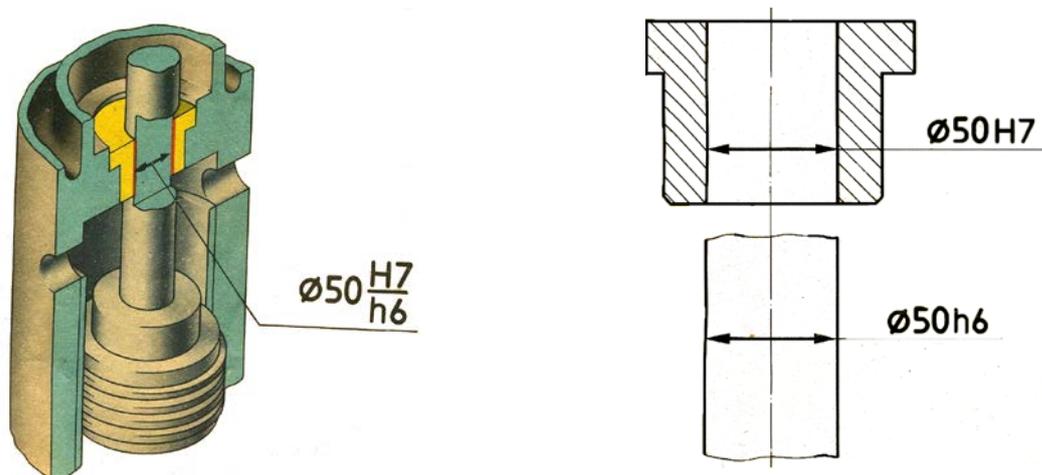


Рис. 2.6. Поршневой шток в направляющей втулке (движение поступательное)

Посадки $\overline{H8/h8}$; H8/h9; H9/h8; H9/h9 достаточно широко применяются для подвижных и неподвижных соединений.

Посадка H8/h8 относится к числу предпочтительных. Применяется в неподвижных соединениях при невысоких требованиях к соосности для установки на валы деталей, передающих крутящие моменты через шпонки (штифты и др.) при небольших и спокойных нагрузках; для неподвижных осей и пальцев в опорах; для закрепляемых компенсационных втулок в корпусах; для центрирующих цилиндрических выступов и заточек во фланцевых соединениях; для центрируемых частей машин, используемых в качестве корпусов подшипников; передвижные кронштейны на колонках приборов (рис. 2.7, 2.8), закрепляемые винтовым зажимом; сменные шестерни на валах сельхозмашин, эксцентрик на эксцентриковом валу насоса, центрирование фланцев картера коробки передач и картера маховика автомобиля, болты в головках шатунов (рис. 2.9).

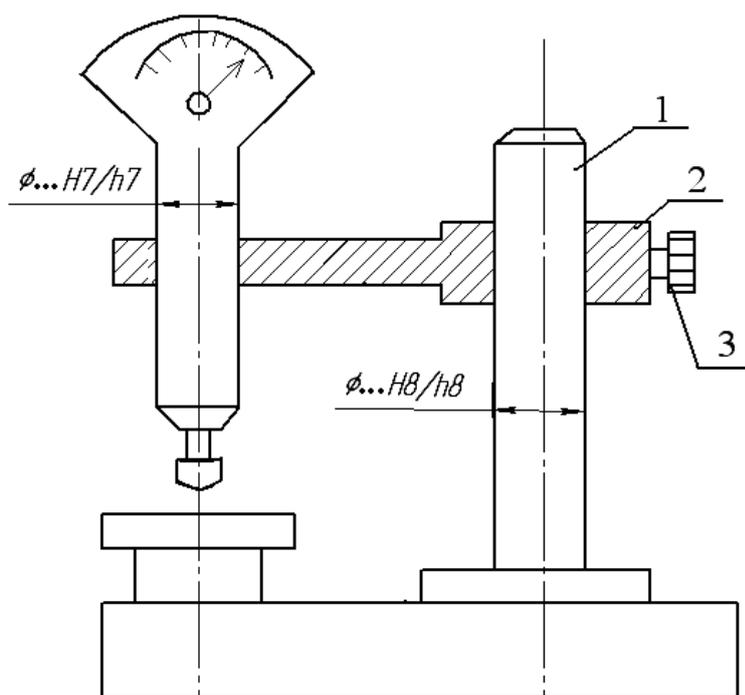


Рис. 2.7. Передвижной кронштейн 2 на колонке стойки 1, закрепленный винтовым зажимом 3

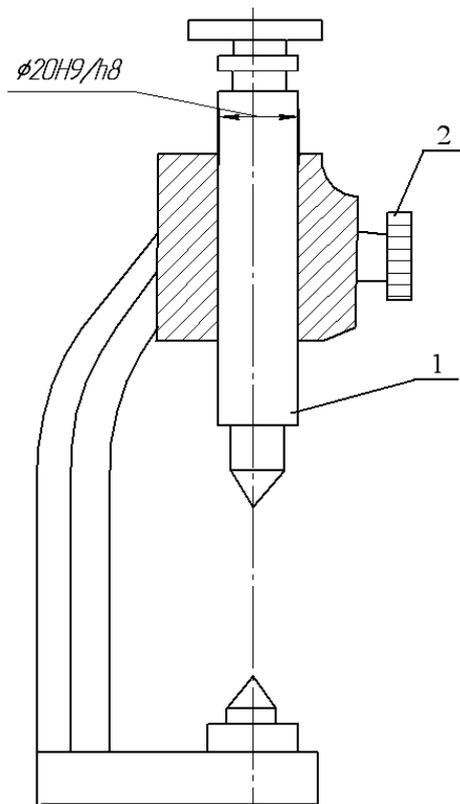


Рис. 2.8. Стойка с вертикальными центрами.
 Центр 1 свободно перемещается в корпусе стойки.
 Дополнительное крепление винтовым зажимом 2

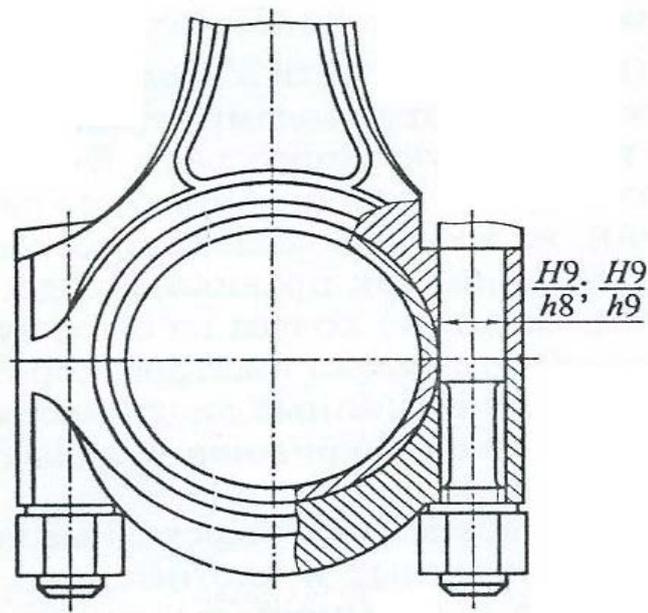


Рис. 2.9. Посадка болтов в головке шатуна компрессора

Посадки низкой точности $H11/h11$ и $H12/h12$ предназначены для неподвижных и подвижных соединений малой точности. Предпочтительной является посадка $H11/h11$. Применяются в неподвижных соединениях для центри-

рующих фланцев крышек и корпусов арматуры, для соединений, детали которых подлежат сварке или пайке (рис. 2.10). Неподвижные соединения деталей электрической арматуры; звездочки тяговых цепей на валах (рис. 2.11); сопряжения распорных втулок, расклепываемых частей колонок, желобчатых штифтов и др. В подвижных соединениях эти посадки применяются для неотъемлемых шарниров и роликов, вращающихся на осях; для соединений, в которых одна деталь должна свободно скользить относительно другой при регулировке, затяжке и т.п.; подвижные соединения деталей электроарматуры [7].

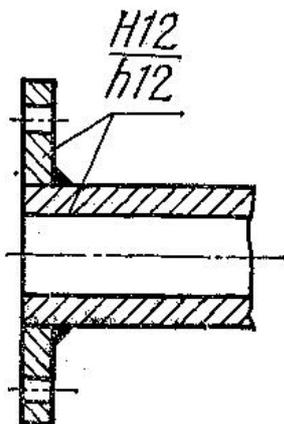


Рис. 2.10. Сварное соединение

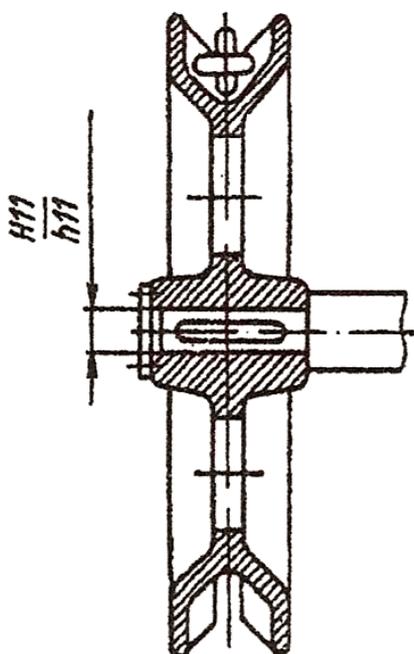


Рис. 2.11. Звездочка тяговой цепи на валу

Посадки H/g , G/h называются посадками движения. Применяются в основном для особо точных и точных подвижных соединений, в которых требуется обеспечить плавность и точность перемещений (чаще всего возвратно-поступательного) и ограничить зазор во избежание нарушения соосности, возникновения ударов (при реверсивных движениях) или для сохранения герметичности. При вращательном движении деталей эти посадки обычно не при-

меняются за исключением подшипников особо точных механизмов при малых нагрузках на вал и незначительных отклонениях рабочей температуры от нормальной. В неподвижных соединениях применяются для обеспечения легкой установки детали (например, сменных) при достаточно точной фиксации расположений.

Посадка H7/g6 является предпочтительной в группе посадок движения – в системе вала ей соответствует посадка G7/h6 . Примеры применения: шпиндели точных станков и делительных головок в направляющих, поршни в цилиндрах индикаторов, ползуны в направляющих долбежных станков, клапанные шпиндели в направляющих втулках, клапанные коромысла на осях в механизме распределения двигателей, передвижные шестерни на валах коробок передач, шатунная головка с шайбой коленчатого вала (рис. 2.12), сменные втулки при установке в кондукторах (рис. 2.13).

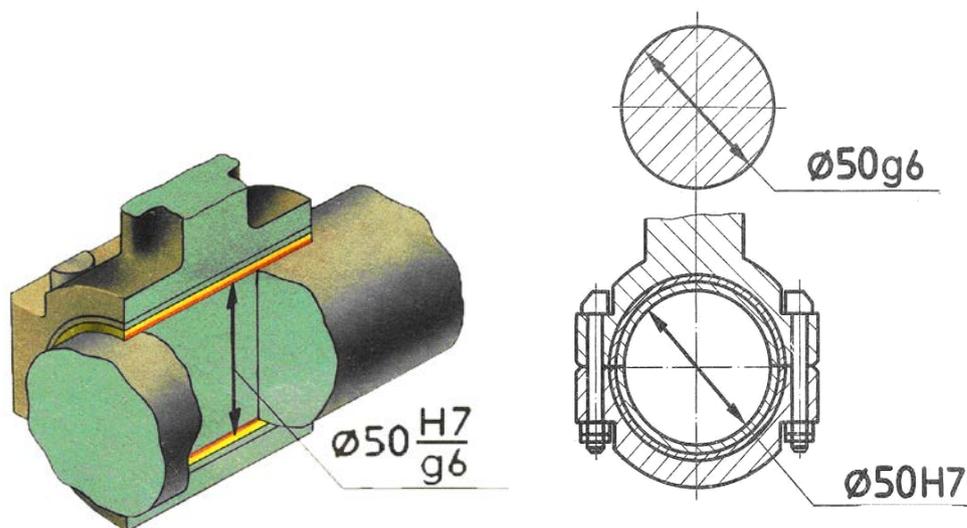


Рис. 2.12. Шейка коленчатого вала со втулкой головки шатуна

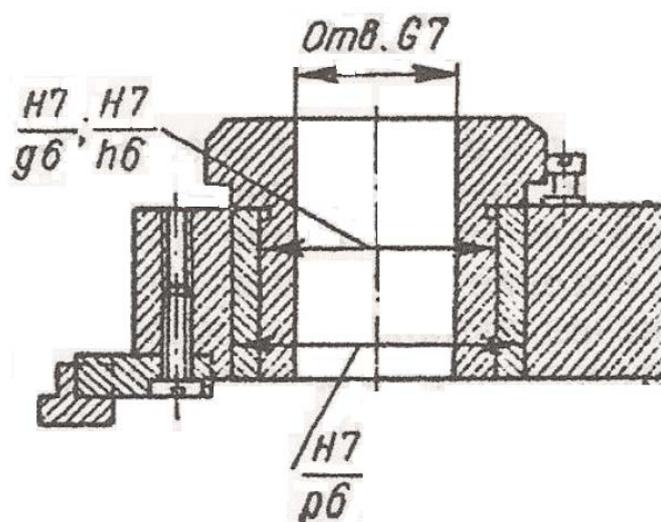


Рис. 2.13. Сменные втулки в кондукторе [7]

Посадки высокой точности H5/g5; G6/h5; H5/g4 ; G5/h4 применяются в особо точных механизмах, например плунжерные и золотниковые пары, шпиндель делительной головки, подшипники точных шатунных механизмов.

«Ходовые» посадки H/f; F/h характеризуются умеренным гарантированным зазором, достаточным для обеспечения свободного вращения в подшипниках скольжения при консистентной и жидкой смазке в легких и средних режимах работы (умеренные скорости – до 150 рад\с , нагрузки, небольшие температурные деформации). Применяются и в опорах поступательного перемещения, не требующих столь высокой точности центрирования, как в точных посадках движения или скользящих. В неподвижных соединениях применяются для обеспечения легкой сборки и разборки при невысоких требованиях к точности центрирования деталей.

Посадки $\boxed{H7/f7}$ и $\boxed{F8/h6}$ являются предпочтительными для данного типа посадок и чаще всего применяются в точных соединениях. К этой же группе могут быть отнесены посадки H8/h7, F7/h7, F8/h7. Примеры применения : подшипники валов в коробках передач, главных валов токарных, фрезерных и сверлильных станков; ползуны в направляющих , трансмиссионные валы в подшипниках; пальцы кривошипов в головках шатунов, цапфы в подшипниках эксцентриков, ролики в направляющих, шатунная шейка валов в подшипниках автомобилей, поршни в цилиндрах компрессоров, поршень в цилиндре гидравлического пресса, поршень в тормозном цилиндре автомобиля, свободно вращающиеся на валах зубчатые колеса (рис. 2.14, 2.15) и шкивы; перемещающиеся вдоль валов зубчатые колеса и муфты.

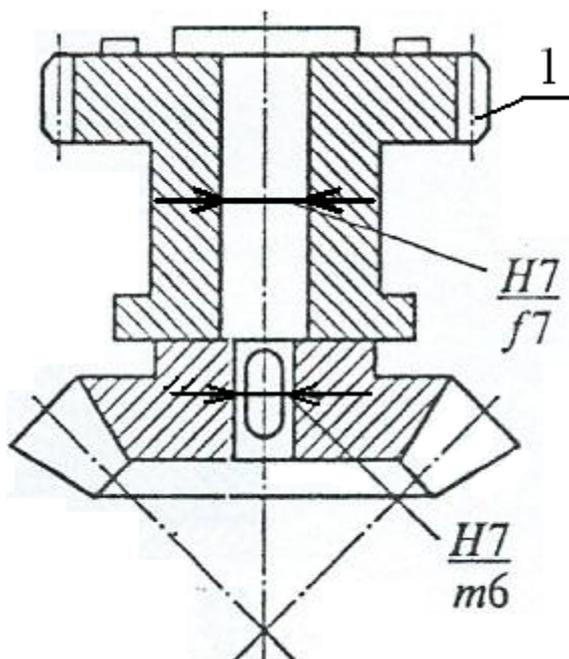


Рис. 2.14. Свободно вращающееся зубчатое колесо 1 на валу

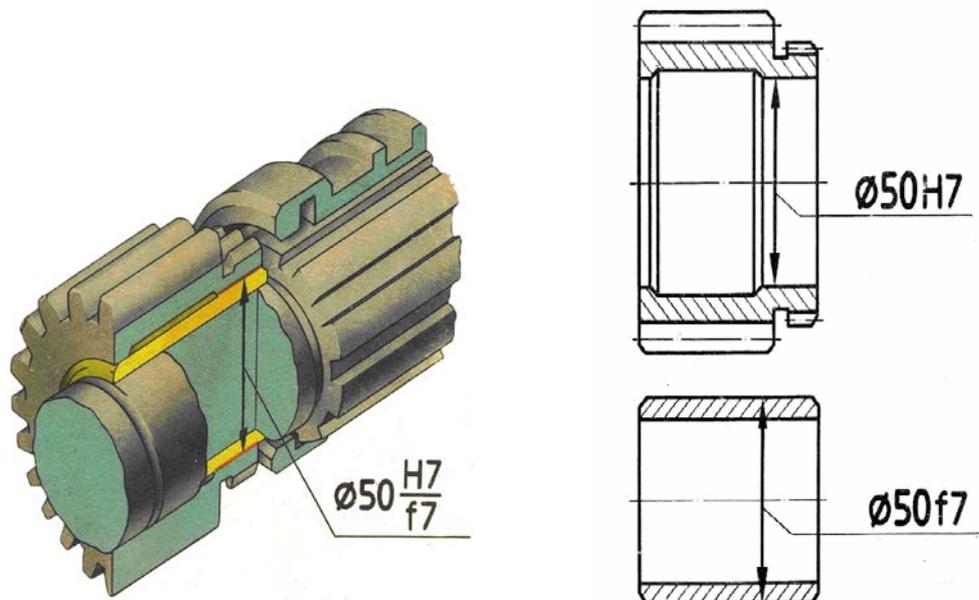


Рис. 2.15. Свободно сидящее зубчатое колесо на втулке вала расточного станка

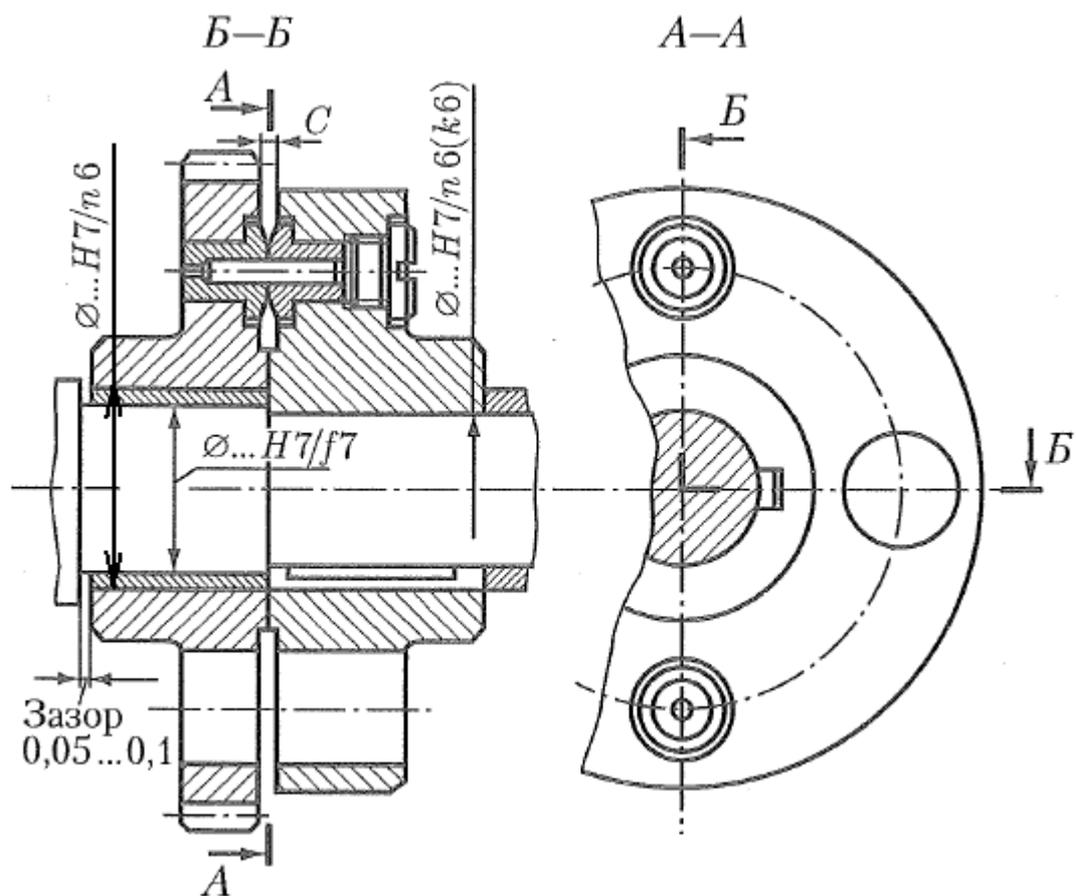


Рис. 2.16. Посадка втулки фланца предохранительной полумуфты на вал

Посадки высокой точности $H6/f6$, $F7/h5$, $F7/h6$ применяются при повышенных требованиях к точности центрирования в механизмах высокой точности. Примеры: коренные шейки коленчатого вала и шейки распределительного вала в подшипниках автомобильных двигателей повышенной точности, механизмы управления с применением рычагов и рукояток управления (рис. 2.17), устройство для фиксации передвижных деталей, блокировочные устройства [9], узлы приборов (рис. 2.18).

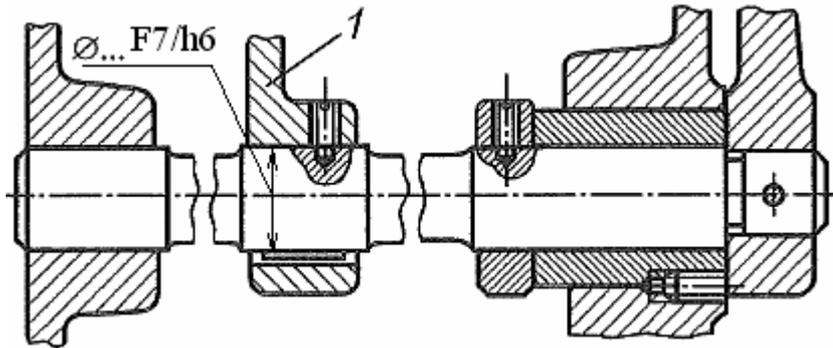


Рис. 2.17. Механизм управления. Установка рычага управления 1 на валу (дополнительно фиксируется винтом)

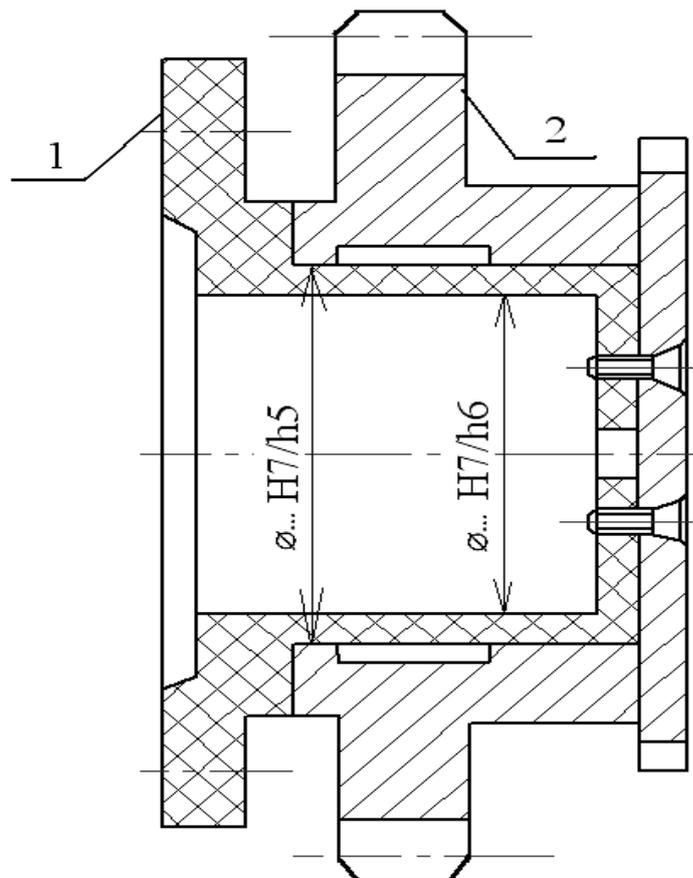


Рис. 2.18. Узел блока лимба оптического квадранта. Посадка шестерни 2 на втулку 1

Посадки пониженной точности $H8/f8$, $F8/h8$, $H8/f9$, $H9/f9$, $F9/f8$, $F9/h9$ предназначены для соединений с гарантированным зазором при невысоких требованиях к точности. Они широко применяются для подшипников сколь-

жения при значительных скоростях вращения двухпорных валов; для крупных валов в подшипниках тяжелого машиностроения и для валов в длинных подшипниках, в далеко расставленных опорах и при нескольких опорах; для поршней в цилиндрах машин с дополнительным направлением штоков, для направления поршневых и золотниковых штоков и плунжерных скалок в сальниках; для свободно вращающихся на валах зубчатых колес и других деталей (рис. 2.19); для сцепных муфт на валах (рис. 2.20); для центрирования крышек цилиндров и других деталей при невысоких требованиях к их соосности; для соединений со значительным зазором при небольших рабочих ходах, регулировках, затяжке и др. Примеры: валы в подшипниках центробежных насосов.

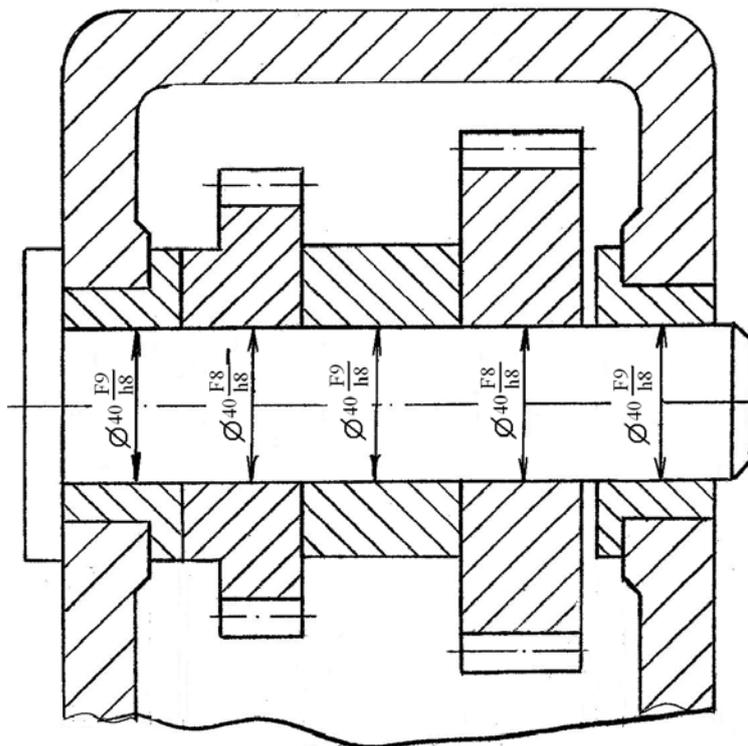


Рис. 2.19. Зубчатые колеса и втулки на валу

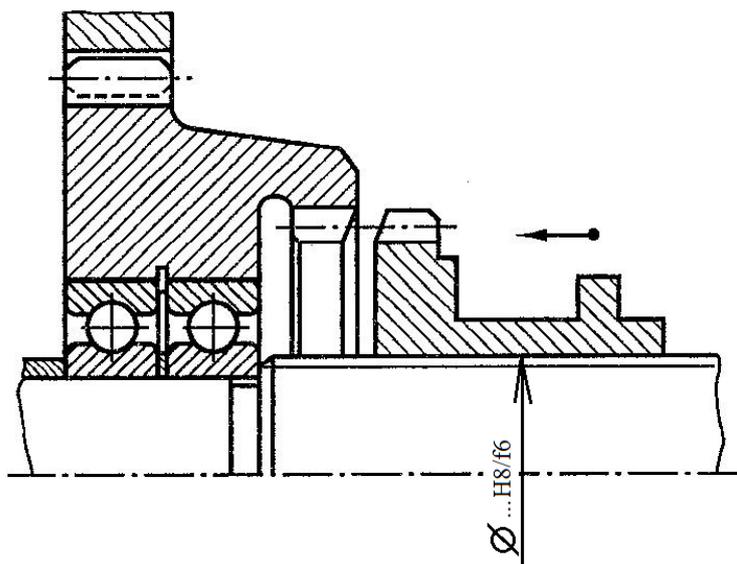


Рис. 2.20. Сцепная зубчатая муфта на валу

Посадки H/e; E/h – «легкоходовые». Характеризуются значительным гарантированным зазором (вдвое большим, чем для ходовых посадок), обеспечивающим свободное вращательное движение при повышенных режимах работы (значительные нагрузки, высокие скорости вращения – свыше 150 рад/с, небольшие температурные изменения зазора) или осложненных условиях монтажа: разнесенные опоры, многоопорные валы, увеличенная длина соединения. Применяются в неподвижных соединениях для деталей, требующих значительных зазоров при установке и регулировке.

Посадки $\boxed{H7/e8}$, $\boxed{H8/e8}$, $\boxed{E9/h8}$ являются предпочтительными. К этой же группе средней точности относятся посадки в системе вала E8/h8, E8/h7. Примеры применения: подшипники жидкостного трения для валов турбогенераторов больших электромашин, центробежных насосов; приводной вал в подшипниках круглошлифовальных станков, коренные шейки коленчатого вала и шейки распределительного вала в подшипниках двигателей внутреннего сгорания, впускные клапаны в направляющих автомобильного двигателя, блоки зубчатых колес заднего хода на оси в грузовых автомобилях, стержни вилок переключения скоростей в направляющих, крышки коробки передач автомобилей, ходовые винты суппортов, посадки звездочек скоростной тяговой цепи на вал (рис. 2.21).

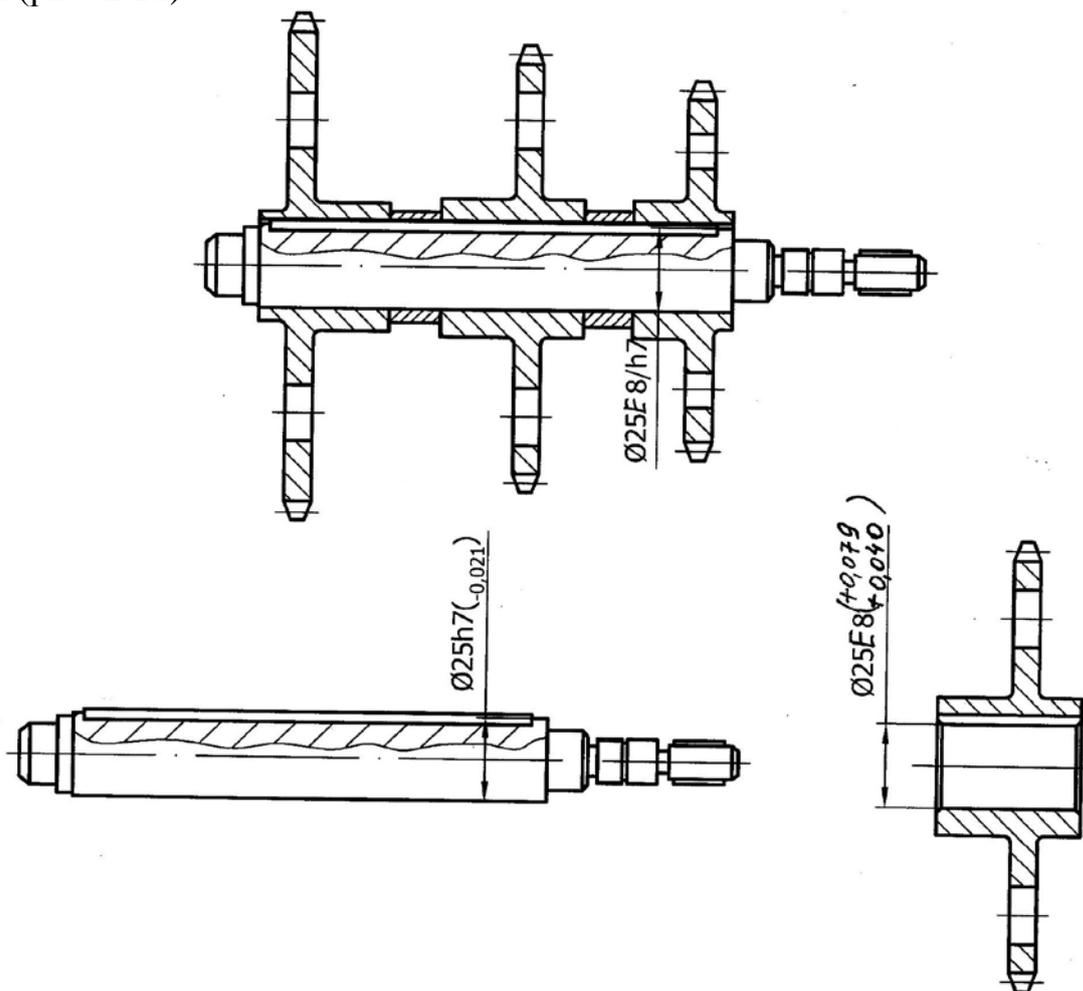


Рис. 2.21. Посадка звездочек на вал при дополнительном креплении шпонкой в скоростной цепной коробке передач

Посадки высокой точности H6/e7, H7/e7, E8/h6 предназначены главным образом, для подшипников жидкостного трения в машинах повышенной точности и долговечности и применяются, в частности, в коренных подшипниках коленчатых валов и распределительных валов ответственных двигателей внутреннего сгорания.

Посадки пониженной точности H8/e9, H9/e9, E9/h9 имеют несколько больший гарантированный зазор. Используются примерно там, где и посадки H9/f9, F9/h9. Применяются в менее ответственных подшипниках скольжения для вращательного или поступательного перемещения (рис. 2.22) и в неподвижных соединениях при относительно невысокой точности центрирования, если требуется увеличить гарантированный зазор для компенсации отклонений расположения сопрягаемых поверхностей, температурных деформаций и др.

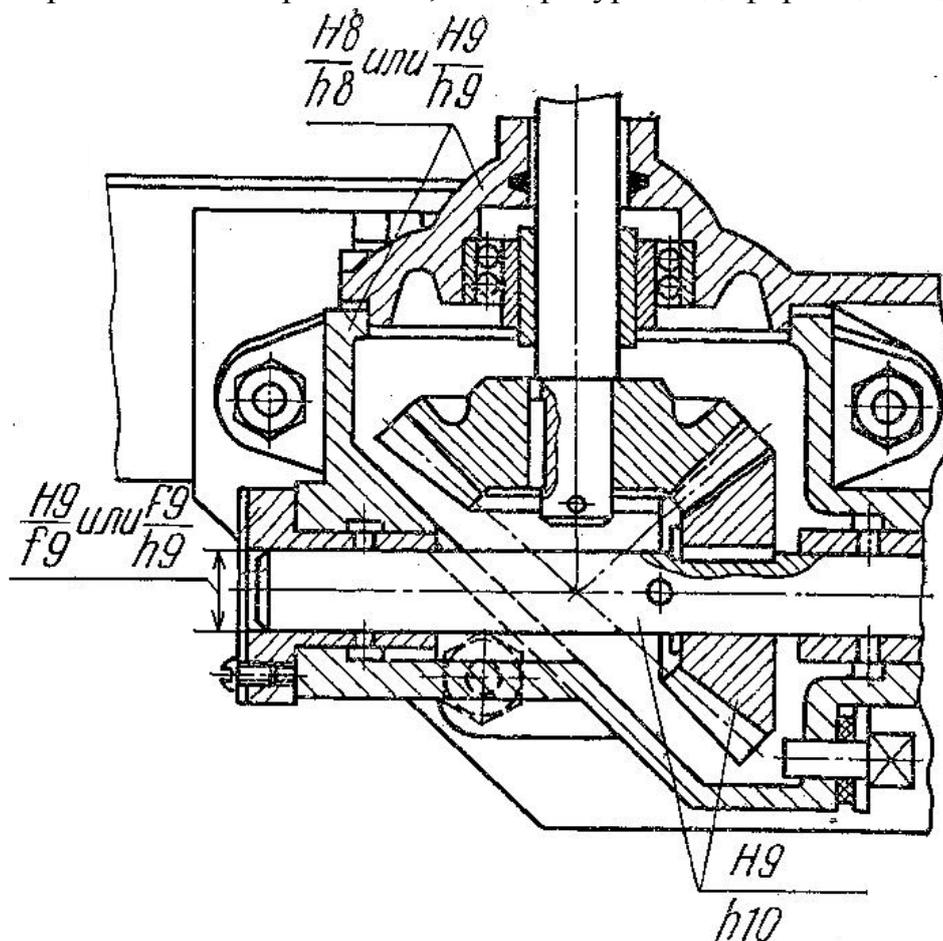


Рис. 2.22. Коробка передач льготеребилки

Посадки H/d , D/h – «широкоходовые». Характеризуются большим гарантированным зазором, позволяющим компенсировать значительные отклонения расположения сопрягаемых поверхностей и температурные деформации и обеспечить свободное перемещение деталей или их регулировку и сборку.

Посадки H7/d8, H8/d8, D8/h6, D8/h7 относятся к числу посадок повышенной точности и предназначены в основном для точных подвижных соединений при тяжелых режимах работы и больших температурных деформациях. Примеры применения: подшипники жидкостного трения в турбинах, шаровых

мельницах, для валов прокатных станов и в другом крупном металлургическом оборудовании, валы в подшипниках быстроходных трансмиссий и контрприводов, впускные и выпускные клапаны в направляющих двигателях внутреннего сгорания, поршневые кольца в канавках поршня (по ширине), быстроходные холостые шкивы и зубчатые колеса.

Посадки $\boxed{H8/d9}$, $\boxed{H9/d9}$, $H8/d10$, $H9/d10$, $D9/h8$, $D9/h9$, $D10/h9$ предназначены для соединений при невысоких требованиях к точности. Предпочтительно применение посадок с полем допуска вала $d9$. Примеры: трансмиссионные валы в подшипниках, холостые шкивы на валах, сальники, поршни в цилиндрах компрессоров, клапанные коробки в корпусах компрессоров, для удобства разборки которых при образовании нагара и высокой температуры необходим значительный зазор [7].

Посадки низкой точности $\boxed{H11/d11}$, $\boxed{D11/h11}$ предназначены для подвижных соединений, не требующих точности перемещения, и для неподвижных грубоцентрированных соединений. В грубых квалитетах (11, 12-й) – это предпочтительные посадки с минимальным гарантированным зазором; необходимы для компенсации отклонений расположения сопрягаемых поверхностей, защитных покрытий, наносимых на поверхности, или обеспечения подвижности соединения в условиях запыления и загрязнения и т.п. Примеры: грубые направляющие прямолинейного движения, шарниры и ролики на осях, крышки подшипников и распорные втулки в корпусах; валы в подшипниках, шестерни и муфты, свободно сидящие на валах грубых механизмов; шарнирные соединения тяг, рычагов и т.п. (рис. 2.23).

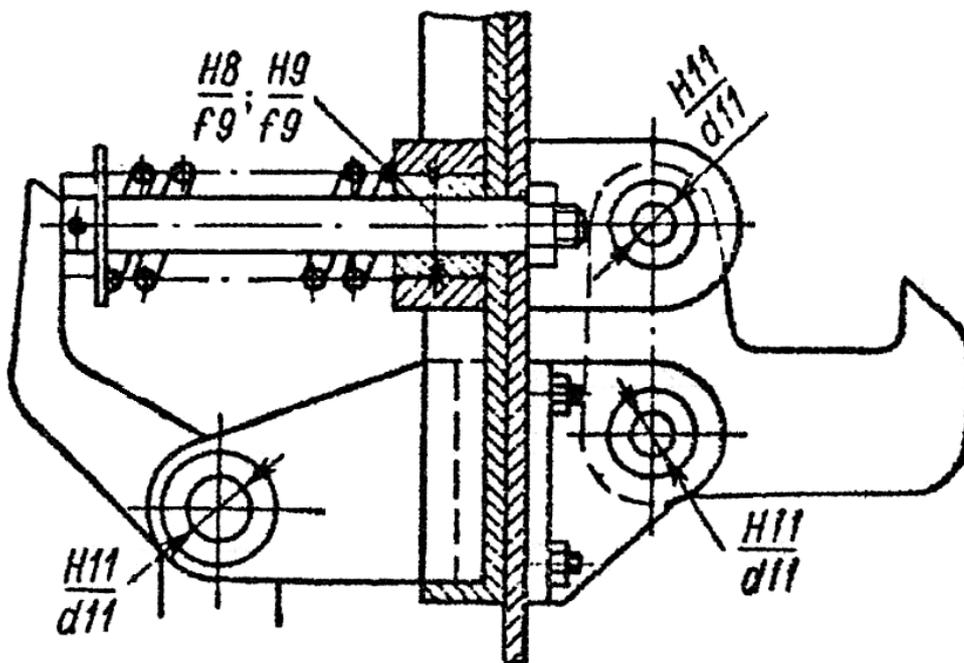


Рис. 2.23. Шарнирные соединения тяги рычагов

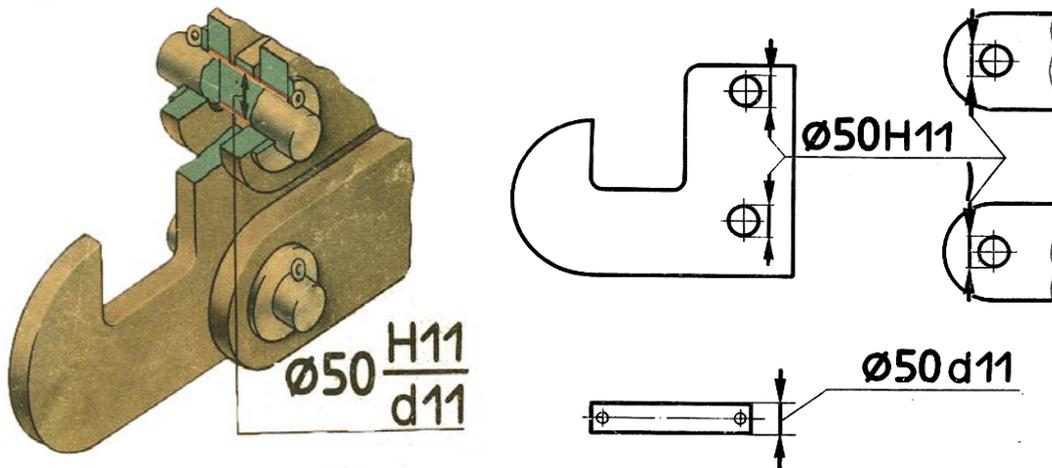
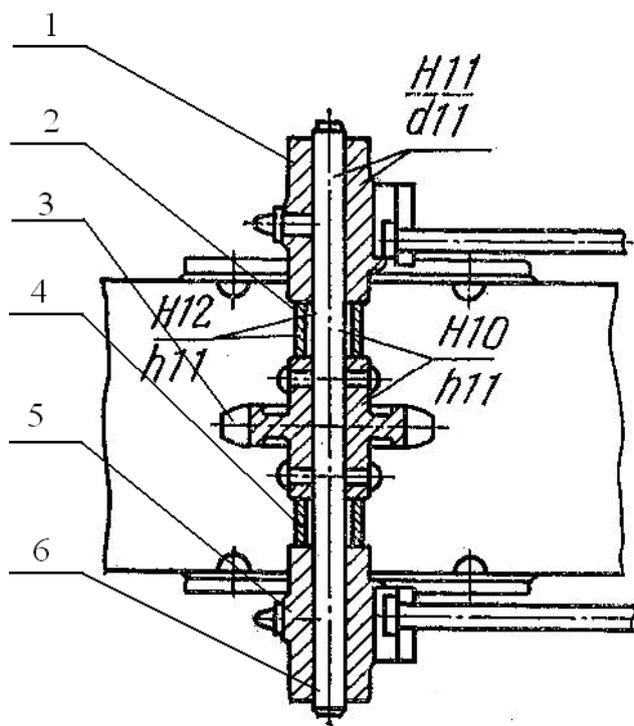


Рис. 2.24. Крюк запора вагона на поворотной шпильке

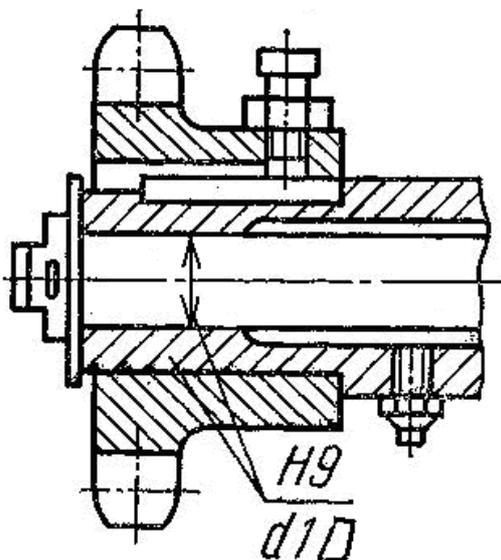


Посадка втулок и звездочки на вал:
звездочка 3 посажена на валик 6
по посадке $\varnothing \dots \frac{H10}{h11}$

Распорные втулки 2 и 4 посажены по
посадке $\varnothing \dots \frac{H12}{h11}$

Втулки 1 и 5 по посадке
 $\varnothing \dots \frac{H11}{d11}$

Рис. 2.25. Ведомый валик колосового элеватора комбайна



Посадки втулки на вал
 $\varnothing \dots \frac{H9}{d10}$

Рис. 2.26. Контрпривод зерноуборочного комбайна

Посадки Н/а; Н/б; Н/с и А/н; В/н; С/н (с большими зазорами) характеризуются гарантированными зазорами. Применяются в основном в грубых качествах (11, 12-й) для конструкций малой точности, где большие зазоры необходимы для компенсации отклонений расположения сопрягаемых поверхностей (несоосности, несимметричности, неперпендикулярности и т.д.). Применяются для грубообработанных или необработанных чистотянутых материалов малой точности, для компенсации размерных изменений деталей в процессе эксплуатации под воздействием температуры, водо- и маслопоглощения (в посадках деталей из пластмасс) в приборах бытовой техники (рис. 2.27), а также для обеспечения свободного вращения или поступательного перемещения в условиях запыления и загрязнения (например, подшипники скольжения в колесах сельскохозяйственных машин: плугов, сеялок, культиваторов).

Посадки Н11/с11; Н11/б11; С11/н11; В11/н11 применяются для посадки: крышек подшипников, фланцевых соединений, валов в подшипниках сельхозмашин, буферных тарелок, собачек пусковых рычагов, валов тормозных тяг и других деталей на осях (рис. 2.28).

Посадки Н12/б12; В12/н12 применяют для сварки и пайки грубо обработанных или необработанных валов в подшипниках сельскохозяйственных и других машин, для соединений шарнирных неотчетственных болтов; для деталей электроарматуры; различных рычагов и рукояток, сальников.

Посадки Н11/а11; А11/н11 назначают для соединения рессорных и тормозных подвесок, шарнирных неотчетственных болтов, подшипников тормозных валов и др.

Перечисленные посадки не являются предпочтительными.



Рис. 2.27. Электрическая мясорубка.
Сопряжение лотка 1 с горловиной 2 рабочего корпуса для подачи мяса

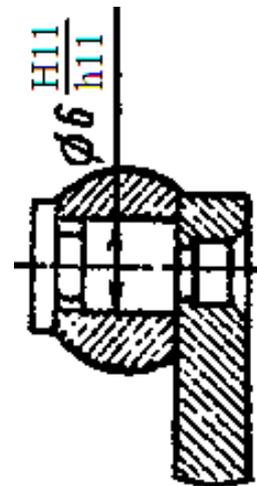


Рис. 2.28. Ролик вращается на оси

3. РАСЧЕТ И ВЫБОР ПОСАДОК С НАТЯГОМ

Посадки с натягом применяются в неразъёмных соединениях, причем относительная неподвижность сопрягаемых деталей достигается за счет упругих деформаций, возникающих при запрессовке. Иногда при передаче больших крутящих моментов с целью разгрузки контактирующих поверхностей применяют дополнительные крепежные детали (шпонки, винты, штифты). В этом случае крутящий момент передается шпонкой, а натяг удерживает деталь от осевых перемещений.

Натяг в неподвижной посадке должен быть таким, чтобы, с одной стороны, гарантировать относительную неподвижность вала и отверстия, а с другой стороны, не вызвать разрушения деталей при их соединении. Исходя из этих условий, ведут расчет и выбор неподвижной посадки. Возможны три вида нагрузок, передаваемых неподвижным сопряжением:

- 1) крутящий момент ($M_{кр}$);
- 2) осевая сила ($P_{ос}$);
- 3) крутящий момент и осевая сила ($M_{кр}$ и $P_{ос}$).

Существуют методики расчета посадок с натягом, представленные в литературе и методических материалах, разработанных нашим вузом [2, 4, 6, 14].

Напоминаем, что для образования посадок с натягом используются следующие обозначения:

- для отверстия: P R S T U V X Y Z;
- для валов: p r s t u v x y z.

Иногда на производстве применяют устаревшие наименования посадок, но они отражают суть посадки: легкопрессовые, прессовые, горячие, прессовые средние 1 и 2, прессовые тяжёлые 3. Всего рекомендуемых посадок с натягом – 19, предпочтительных – 4.

Посадки применяются как в системе отверстия, так и в системе вала. В системе отверстия рекомендуемых посадок – 13, в т.ч. 3 – предпочтительных (H7/p7; H7/z6; H7/s6). В системе вала рекомендуемых посадок – 6, в т.ч. 1 – предпочтительная (P7/h6).

Применение посадок

Посадки H/p; P/h – “легкопрессовые”. Характеризуются минимальным гарантированным натягом. Установлены в наиболее точных квалитетах (валы 4-6-го, отверстия 5-7-го квалитетов). Применяются в таких случаях, когда крутящие моменты или осевые силы малы или случайное относительное смещение соединяемых деталей несущественно; для соединения тонкостенных деталей, не допускающих больших деформаций; для центрирования тяжелонагруженных или быстровращающихся крупногабаритных деталей (с дополнительным креплением). Для деталей из цветных металлов и легких сплавов эти посадки по своему назначению аналогичным глухим посадкам в соединениях деталей из черных металлов. Валы с полями допусков p5, p6 и отверстия с поля-

ми допусков Р6 и Р7 применяются также для посадочных мест под подшипники качения.

Посадки повышенной точности Н6/р5 и Р6/н5 применяются в соединениях высокой точности, когда недопустимы значительные колебания натягов, например для соединений тонкостенных легко повреждаемых втулок при относительно больших длинах, а также в различных точных измерительных головках (рис. 3.1).

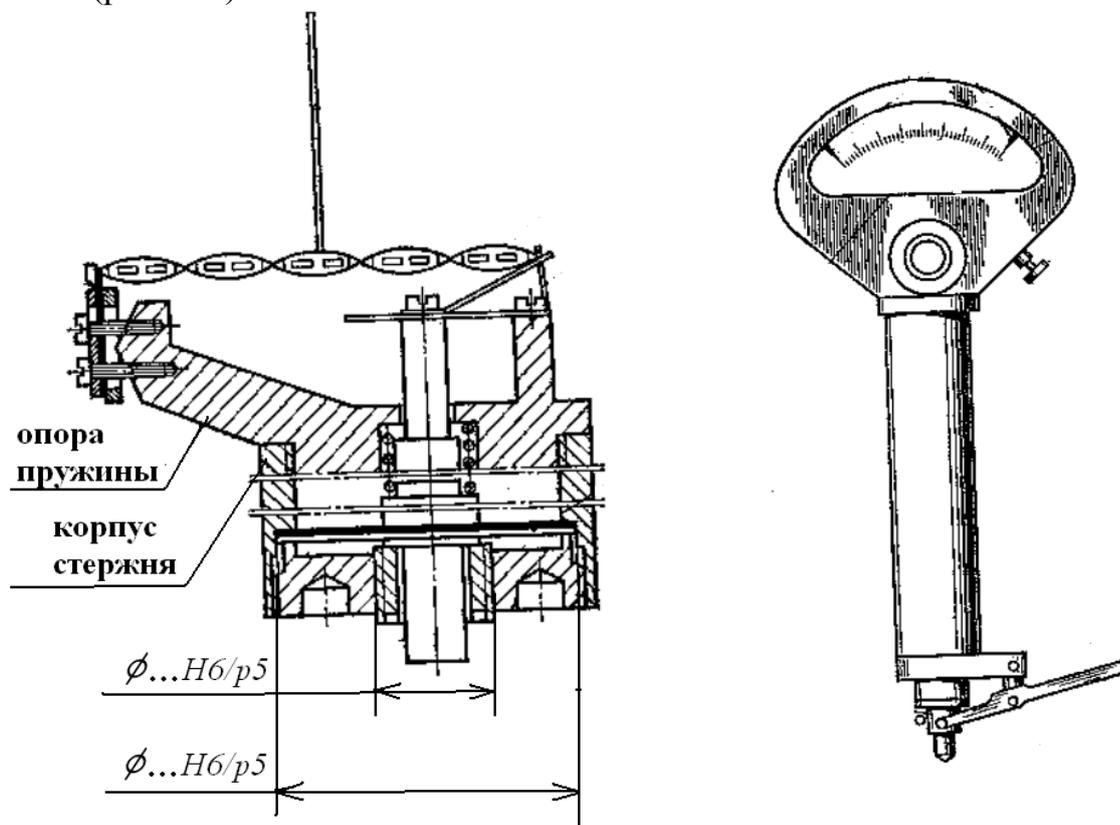


Рис. 3.1. Микрометр

Посадки Н7/р6 и Р7/н6 являются предпочтительными для данного типа посадок. Примеры: клапанные седла в гнездах при работе в условиях вибраций; втулки и кольца в корпусах; втулки и шестерни передней бабки токарных станков; установочные кольца на валах электродвигателей, зубчатые колеса на валах редукторов канатных барабанов и других валах с дополнительным креплением шпонкой.

Посадки $\boxed{Н7/р6}$ и $\boxed{Р7/н6}$ характеризуются минимальными гарантированными натягами. Их назначают для неподвижных соединений, передающих сравнительно малые осевые усилия или небольшие крутящие моменты, для сопряжении валов с тонкостенными втулками, не допускающими больших деформаций, для соединений деталей из цветных металлов и легких сплавов, для

центрирования тяжело нагруженных валов с втулками с дополнительным креплением соединяемых деталей (клапанное седло в гнезде блока цилиндра двигателя, зубчатые колеса на валах с дополнительным креплением шпонками, винтами и штифтами).

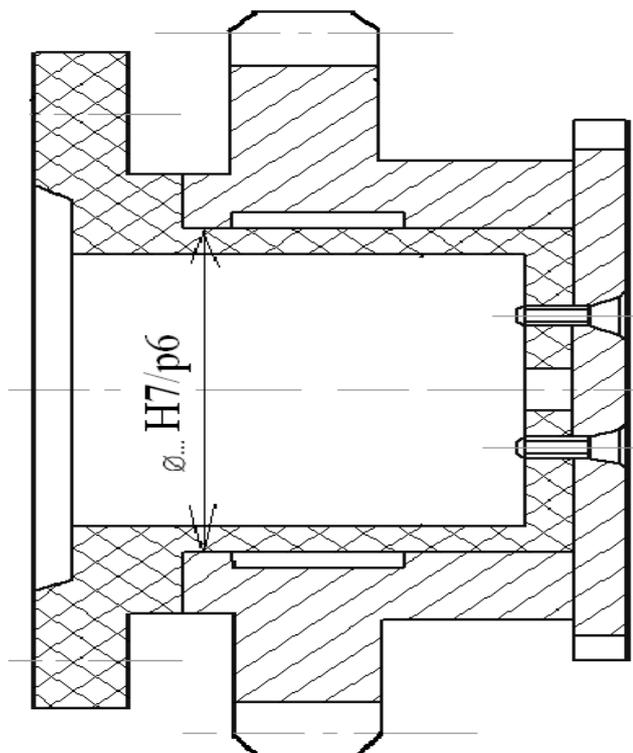
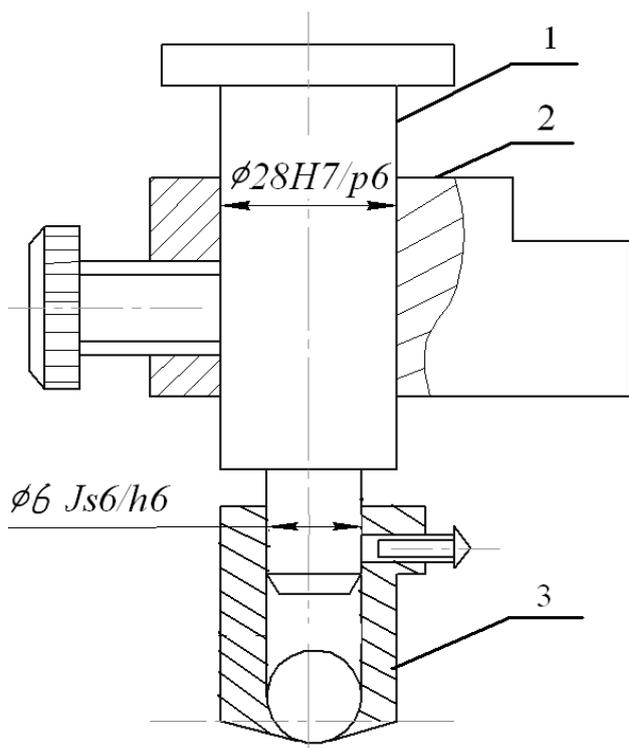


Рис. 3.2. Узел мотопривода профилографа-профилометра



1 – рабочий стержень измерительной головки ($\varnothing 28$ или $\varnothing 8$) в кронштейне 2 стойки; 3 – сменный рабочий наконечник на штифте стержня 1

Рис. 3.3. Рабочий стержень измерительной головки в кронштейне стойки

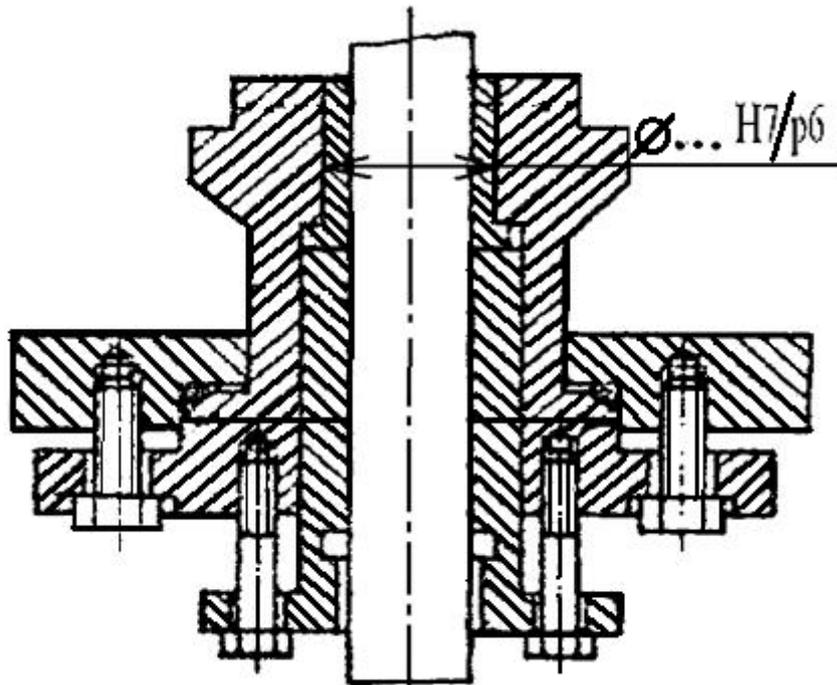


Рис. 3.4. Посадка втулки в корпус

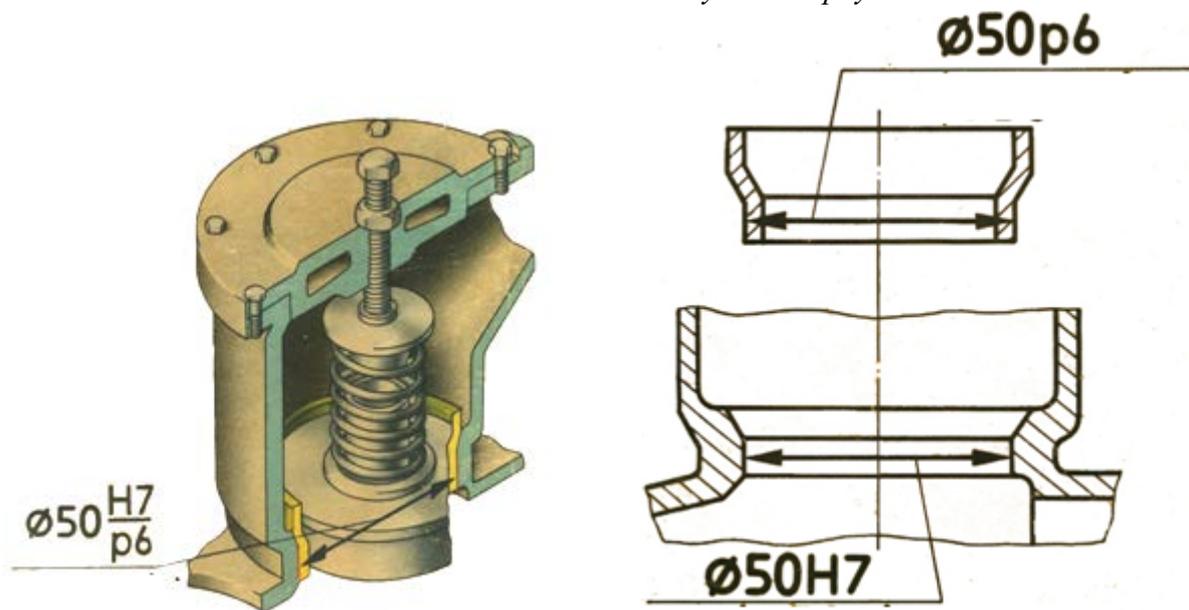


Рис. 3.5. Седло клапана в гнезде корпуса

Посадки H/r; H/s; H/t и R/h; S/h; T/h – “прессовые средние”. Характеризуются умеренными гарнированными натягами, обеспечивающими передачу нагрузок средней величины без дополнительного крепления. В некоторых случаях, когда применение посадок с большими натягами недопустимо по условиям прочности деталей, посадки данной группы применяются и в соединениях, воспринимающих тяжелые нагрузки, но с дополнительным креплением. Посадки H/r и R/h для деталей из цветных металлов и легких сплавов, а при

размерах свыше 80 мм и деталей из черных металлов по назначению аналогичны легкопрессовым посадкам. Посадки с натягами средней величины характеризуются, как правило, наличием упругих деформаций соединяемых деталей. Установлены для относительно высоких точностей деталей (валы 5-7-го, отверстия 6-7-го квалитетов) и обычно не требуют предварительной сортировки деталей по размерам перед сборкой. Сборка соединений возможна как под прессом, так и способом термических деформаций. В посадках этой группы допуск отверстия принимают обычно на один квалитет грубее, чем вала.

Посадки повышенной точности H6/r6, H6/s6 применяются для точных соединений, требующих достаточной прочности без дополнительного крепления при недопустимости значительных колебаний натягов, например для втулок, на вал электромашин, упорных дисков на роторах турбин и др.

Посадки H7/s6 и H7/r6 (прессовые) являются предпочтительными в группе посадок средней точности. Они применяются для неподвижных соединений, передающих средние нагрузки без дополнительного крепления соединяемых деталей (втулок в верхней головке шатуна двигателя рис. 3.6); зубчатых колес на валах (рис.3.7), бронзовых зубчатых венцов на чугунных ступицах бандажированных зубчатых (червячных) колес с дополнительным креплением винтами (рис. 3.8).

Посадка H8/s7 применяется при запрессовке бронзовых зубчатых венцов на ступицы зубчатых и червячных колес без дополнительного крепления (рис. 3.9).

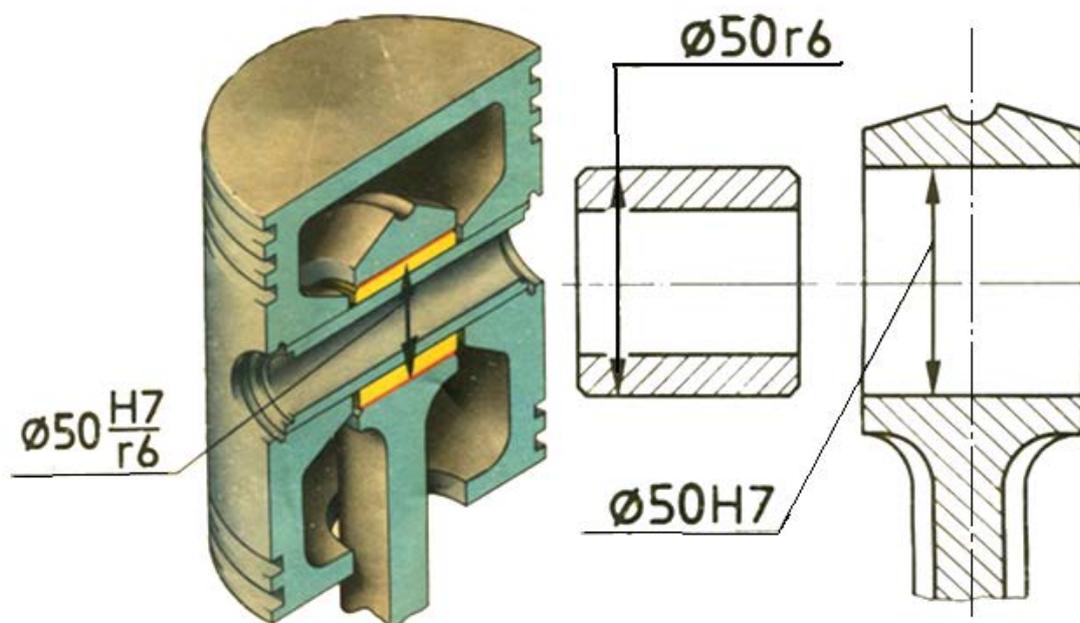


Рис. 3.6. Втулка в головке шатуна тракторного двигателя

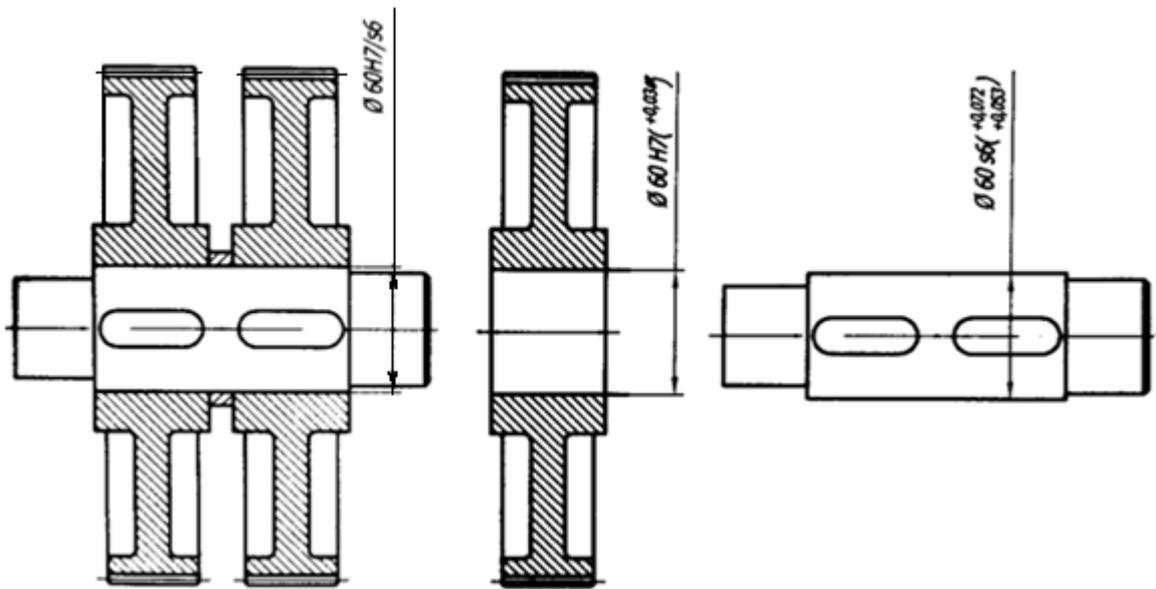


Рис. 3.7. Зубчатые колеса на валу с дополнительным креплением шпонкой

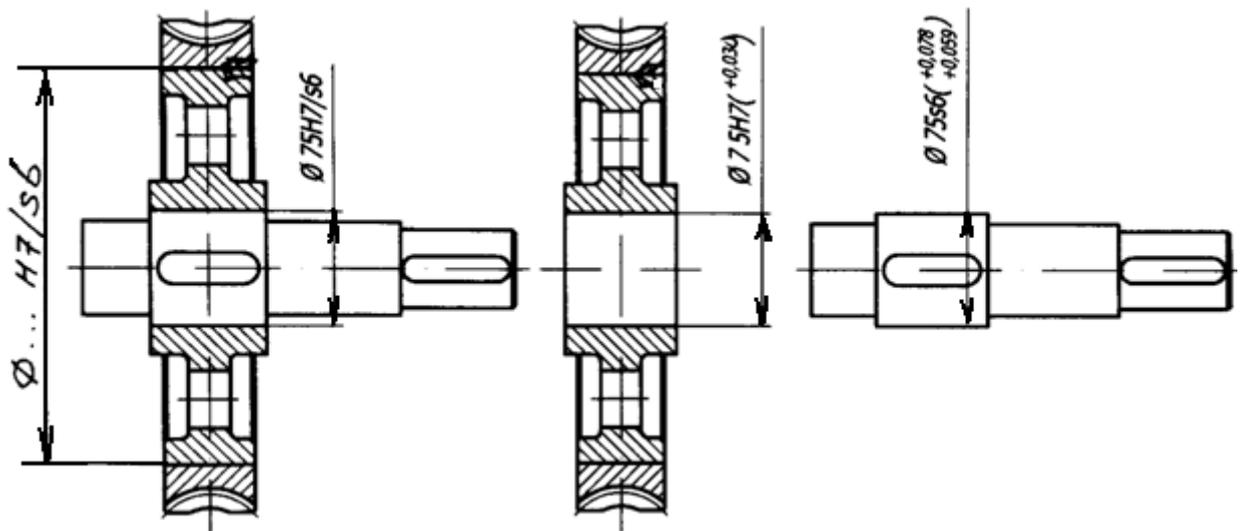


Рис. 3.8. Посадка червячного колеса на вал.

Посадка бронзового зубчатого венца на чугунную ступицу колеса

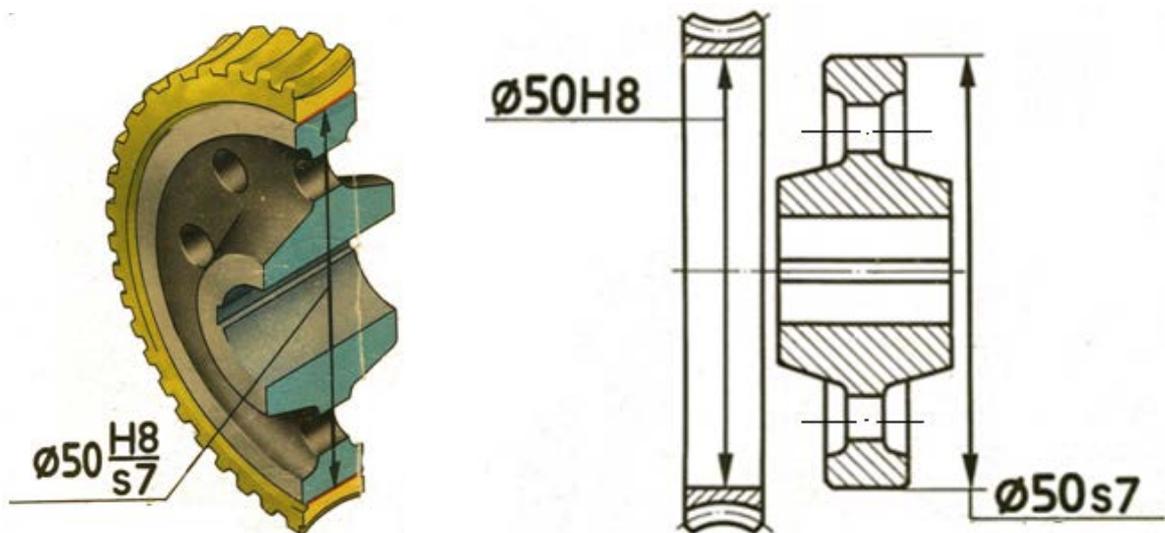


Рис. 3.9. Венец со ступицей червячной шестерни редуктора

Посадки H/u ; H/x ; H/z и U/h — «прессовые тяжелые». Характеризуются большими гарантированными натягами. Предназначены для соединений, на которые воздействуют тяжелые, в том числе и динамические нагрузки. Применяются, как правило, без дополнительного крепления соединяемых деталей. При столь больших натягах возникают в основном упруго пластические и пластические деформации. Детали должны быть проверены на прочность. Рекомендуется опытная проверка выбранных посадок, особенно в массовом производстве. Сборка обычно осуществляется методами термических деформаций, но применяется и продольная запрессовка. В отдельных случаях детали перед сборкой сортируются и подбираются по размерам. Для посадок с большими натягами предусмотрены относительно широкие допуски деталей (7, 8-го, иногда 9-го качества). В отдельных случаях с целью получения большей прочности соединения и повышения гарантированного натяга допуск основного отверстия или основного вала может быть ужесточен на один класс.

Посадки $H7/u7$; $H8/u8$; $U8/h7$ получили наибольшее применение из числа тяжелых прессовых посадок, в особенности посадка $H8/u8$. Примеры: дисковые и тарельчатые несъемные муфты на концах валов (рис. 3.10), зубчатые бронзовые венцы на стальных центрах, вагонные колеса на осях, бурты на валах, установочные штифты в станочных приспособлениях, втулка поворотного кулака трактора, короткие втулки в ступицах зубчатых колес, втулки валов в станках эксцентрикового пресса (рис. 3.11), колонки на стойках приборов (рис. 3.12).

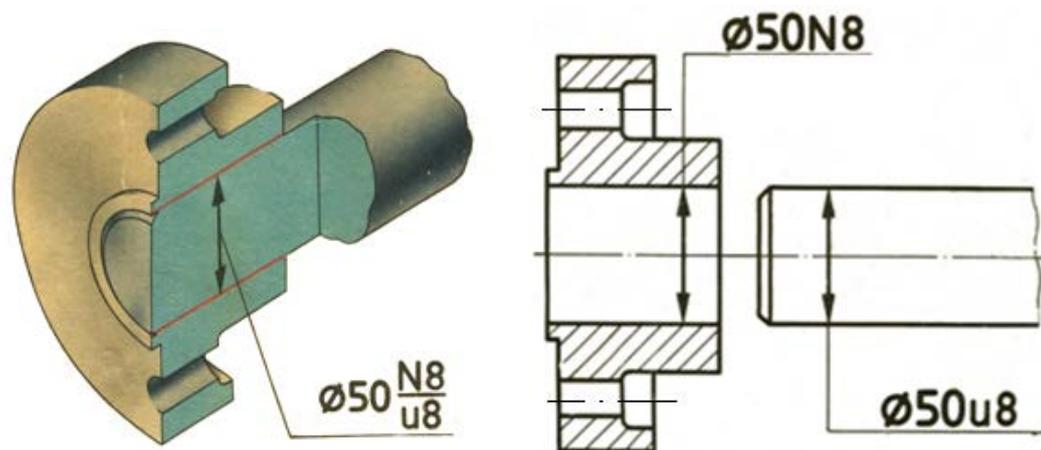


Рис. 3.10. Муфта на валу ротора динамомашины

Посадки $H8/x8$ применяются в соединениях, подверженных переменным нагрузкам, ударам и вибрациям, и для деталей, допускающих большие напряжения материала. Примеры: контактные кольца на изоляции в малых и средних электрических машинах (рис. 3.13), кривошипные пальцы в дисках кривошипов паровых лебедок, втулки на валах эксцентрикового пресса, соединения стальных деталей с деталями из легких сплавов и пластмасс (рис. 3.14 и 3.15).

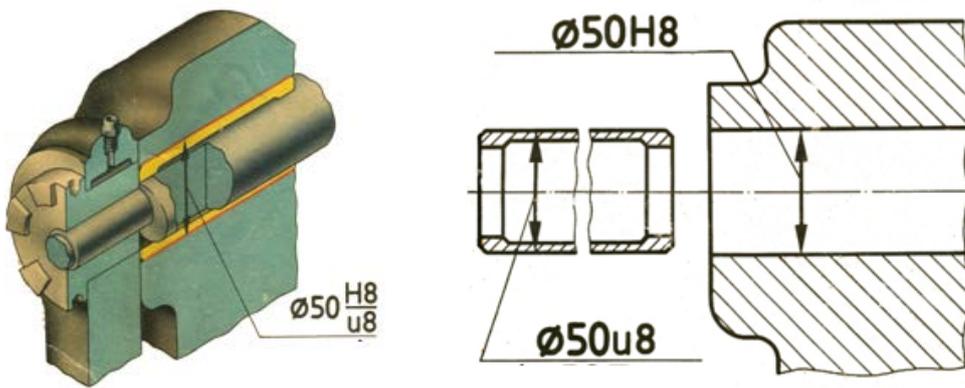


Рис. 3.11. Втулка вала в станине эксцентрикового пресса

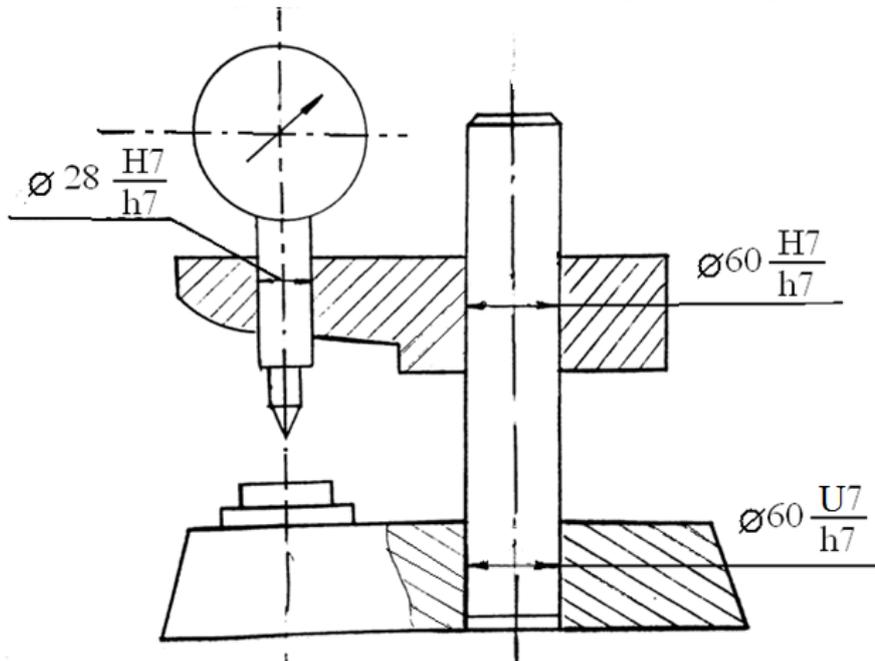


Рис. 3.12. Колонка в основании стойки тяжелого типа

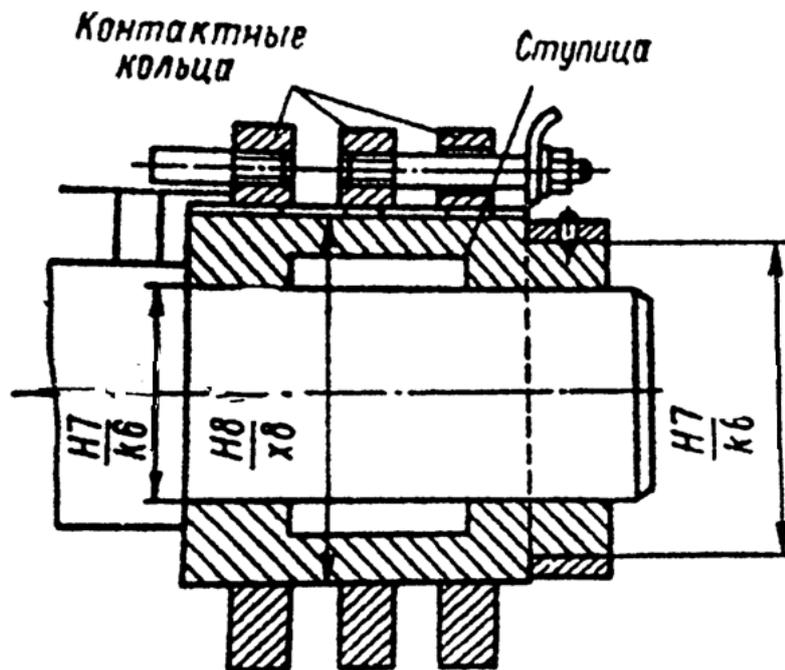


Рис. 3.13. Контактные кольца на изоляции в электромашинах

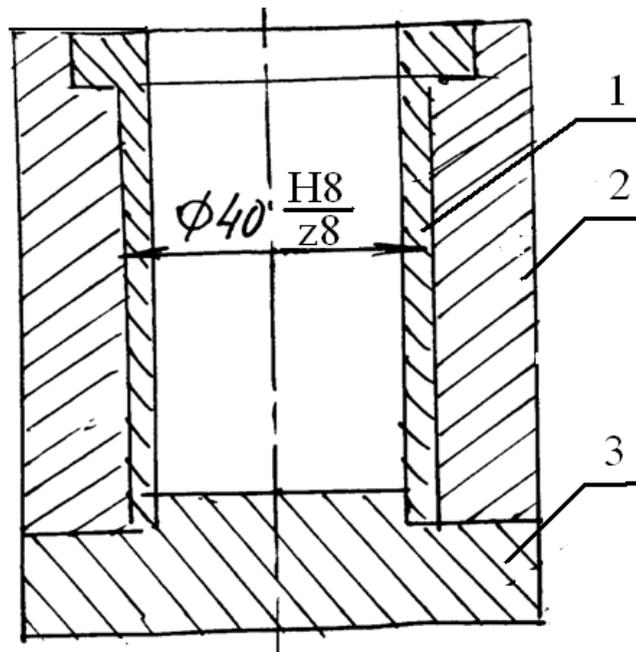


Рис. 3.14. Втулка 1 запрессована в матрицу 2 пресс-формы (3 – неподвижный пуансон) с целью повышения износостойкости и срока службы пресс-формы

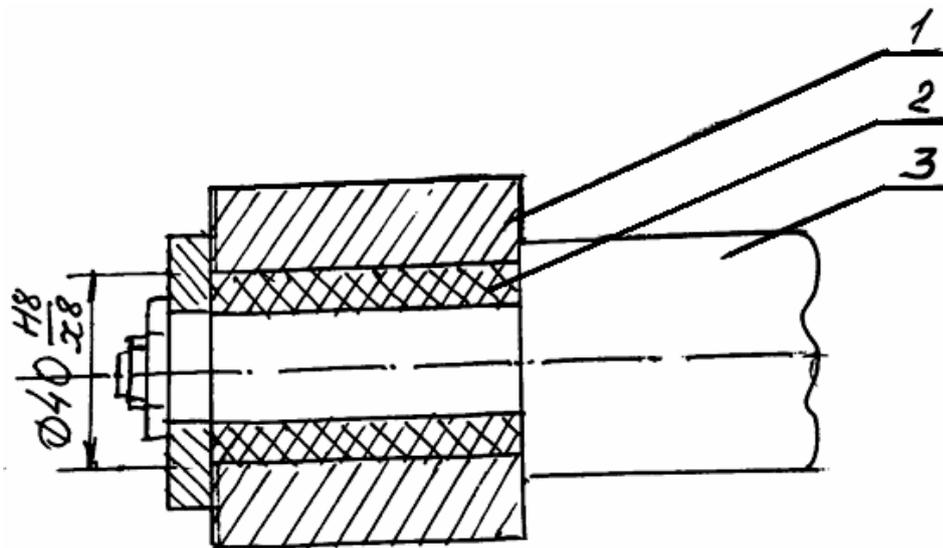


Рис. 3.15. Подшипник скольжения, установленный на испытательном стенде: корпус 1- материал сталь 45, втулка 2 –материал капролон, вал 3- материал сталь X

4. РАСЧЕТ И ВЫБОР ПЕРЕХОДНЫХ ПОСАДОК

Переходные посадки предназначены для неподвижных, но разъемных соединений деталей и обеспечивают хорошее центрирование соединяемых деталей. При выборе переходных посадок необходимо учитывать, что для них характерна возможность получения как натягов, так и зазоров. Натяги, получающиеся в переходных посадках, имеют относительно малую величину и обычно не требуют проверки деталей на прочность, за исключением отдельных тонкостенных деталей. Эти натяги недостаточны для передачи соединением значительных крутящих моментов или усилий. К тому же получение натяга в каждом из собранных соединений без предварительной сортировки деталей не гарантировано.

Поэтому переходные посадки применяют с дополнительным креплением соединяемых деталей шпонками, штифтами, винтами и др. Иногда эти посадки применяют без дополнительного крепления, например, когда сдвигающие силы весьма малы, при значительной длине соединения, если относительная неподвижность деталей в соединении не является обязательным условием их качественной работы и т. д.

Зазоры, в отдельных случаях получающиеся в переходных посадках, также относительно малы, что предотвращает значительное смещение (эксцентриситет) соединяемых деталей.

Системой допусков и посадок предусматривается несколько типов переходных посадок, различающихся вероятностью получения натягов или зазоров. Чем больше вероятность получения натяга, тем более прочной является посадка. Более прочные посадки назначают для более точного центрирования деталей, при ударных и вибрационных нагрузках, при необходимости обеспечить неподвижное соединение деталей без дополнительного крепления.

Сборка соединений с более прочными посадками усложняется и требует значительных усилий, поэтому, если ожидается частая разборка и повторная сборка, если соединение труднодоступно для монтажных работ или необходимо избежать повреждения сопрягаемых поверхностей, применяют менее прочные переходные посадки.

Поля допусков для переходных посадок образуют довольно плотный ряд и значительно перекрывают друг друга. Это облегчает выбор посадок для соединений, чувствительных к изменению натягов и зазоров. Однако в условиях одного предприятия или отрасли число применяемых переходных посадок можно сократить.

Выбор переходных посадок чаще всего производится по аналогии с известными и хорошо работающими соединениями.

Расчеты выполняются реже и в основном как поверочные. Они могут включать:

- 1) расчет вероятности получения зазоров и натягов в соединении;
- 2) расчет наибольшего зазора по известному предельно допустимому эксцентриситету соединяемых деталей, например, для зубчатых колес необходимо ограничить биение зубчатого венца;
- 3) расчет прочности деталей (только для тонкостенных) и наибольшего усилия сборки при наибольшем натяге посадки [8].

Для обозначения переходных посадок используются следующие обозначения:

- для отверстий J Js K M N;
- для валов j js k m n.

Устаревшие названия очень интересны: плотная, напряженная, тугая, глухая и очень плохо переводимы и понимаемы на английском языке.

Всего рекомендованных переходных посадок 34, из них предпочтительных – 6.

В системе отверстия 16 рекомендованных посадок, в том числе 3 предпочтительных. В системе вала 16 рекомендованных посадок, в том числе 3 предпочтительных.

Переходные посадки широко применяются не только в гладких цилиндрических соединениях, но и в многих типовых соединениях: шпоночных, шлицевых, гладких конических, для посадок подшипников качения на вал и в корпус.

Применение переходных посадок

Посадки H/j_s ; J_s/h — «плотные». Для этих посадок более вероятно получение зазора, но возможны и небольшие натяги (до половины допуска вала), поэтому при сборке и разборке необходимо предусматривать применение усилий; обычно достаточно использования деревянного молотка. Плотные посадки применяются в том случае, если при центрировании деталей допускаются небольшие зазоры или требуется обеспечить легкую сборку, при необходимости в частых сборках и разборках, например для сменных деталей. Эти посадки применяют взамен напряженных при относительно большой длине соединения (свыше трех—четырёх диаметров) или когда сборка и разборка затруднена компоновкой узла, массой и размерами деталей. Сборочные единицы, образованные деталями, соединяемыми по плотной посадке, обычно либо неподвижны, либо перемещаются с малой скоростью при небольшой массе деталей. В отдельных случаях эти посадки применяют для плотных подвижных соединений, когда детали должны перемещаться относительно друг друга без

ощутимого качания (при этом необходим подбор деталей по размеру, исключающий натяг).

Посадки $H7/j_6$; $Js7/h6$ — являются предпочтительными. Применяются при посадках зубчатых колес, небольших шкивов и направляющих втулок (рис. 4.1 и 4.2); ручных маховиков на концах валов; съемных муфт на концах валов малых электромашин; стаканов подшипников в корпусах (станкостроение); в качестве посадочных плоскостей в приборостроении (см. рис. 3.3 и 4.3).

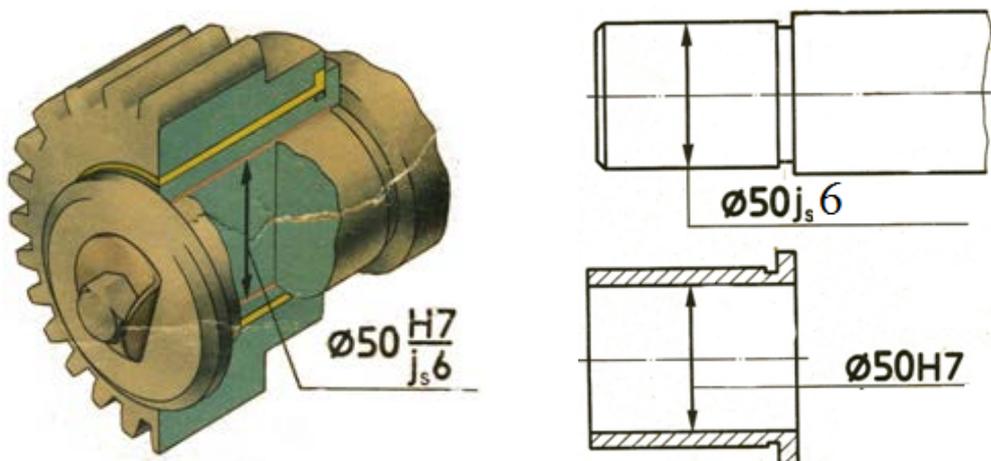


Рис. 4.1. Втулка на конце вала редуктора (под вращающуюся на втулке шестерню) нагрузка небольшая, постоянная разборка по необходимости

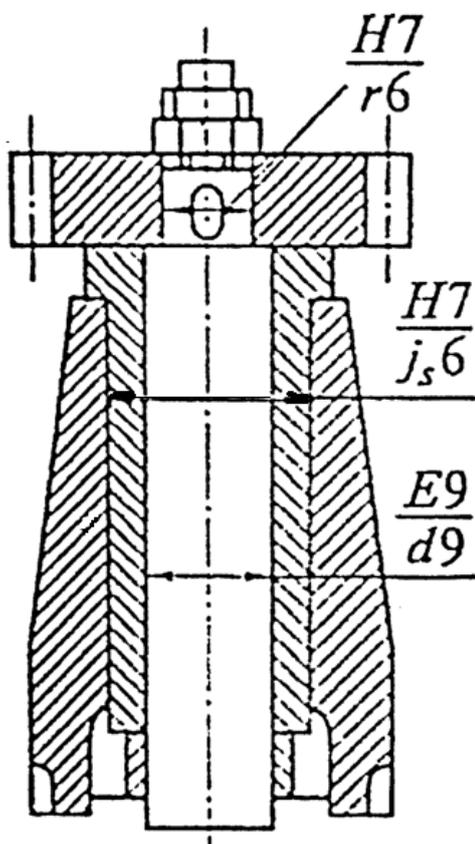


Рис. 4.2. Посадка направляющей втулки масляного насоса в корпусе

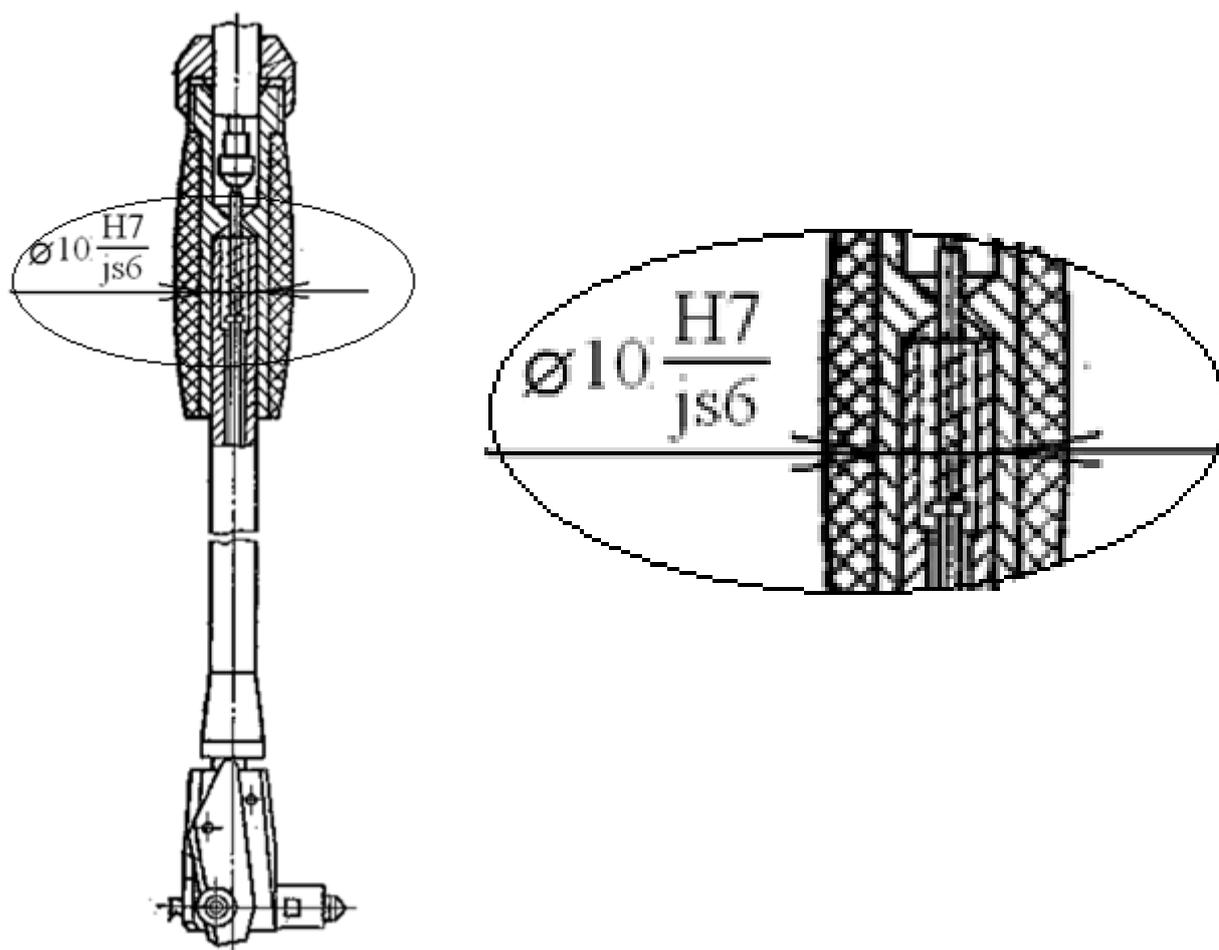


Рис. 4.3. Направляющая втулка в корпус индикаторного нутромера

Посадки H/k ; K/h — «напряженные». Наиболее характерный и применяемый тип переходных посадок. Вероятности получения натягов и зазоров в соединении примерно одинаковые. Однако из-за влияния отклонений формы, особенно при большой длине соединения (свыше двух-трех диаметров), зазоры в большинстве случаев не ощущаются. Сборка и разборка производится без значительных усилий, например, при помощи ручных молотков. Небольшой натяг, получающийся в большинстве соединений, достаточен для центрирования деталей и предотвращения их вибраций в подвижных узлах при вращении со средними скоростями.

Посадки $H7/k6$; $K7/h6$ — являются предпочтительными. Примеры: зубчатые колеса на валах редукторов станков и других машин (рис. 4.4), шкивы, маховики, рычаги и неразъемные эксцентрики на валах, съемные муфты на валах средних электромашин, втулки в головках шатуна тракторного двигателя, втулки, закрепляемые в ступицах, вращающихся на валах зубчатых колес.

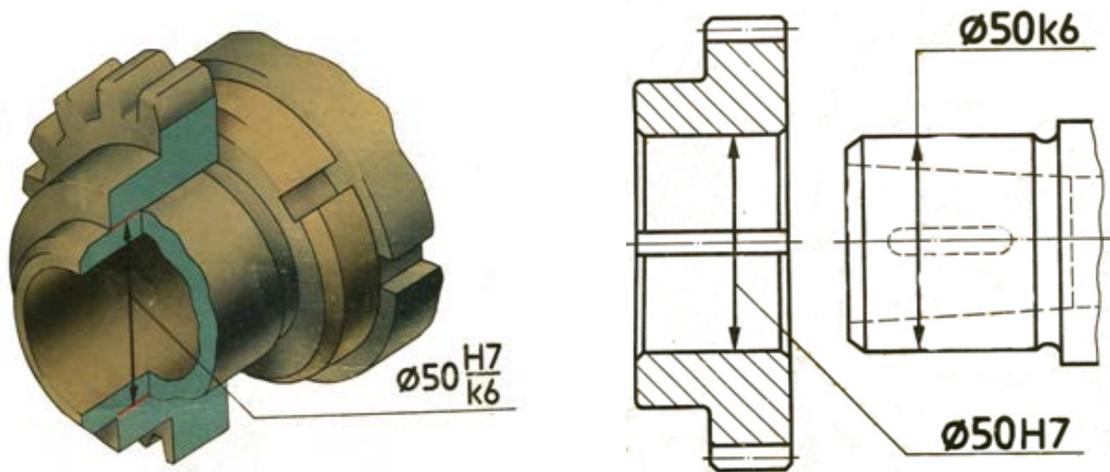


Рис. 4.4. Шестерня на конце шпинделя токарного станка.
Нагрузка переменная, большая, разборка при ремонте

Посадки H7/k6; H7/js6; H7/n6; H7/m6 нашли широкое применение в предохранительных муфтах (конструкция с разрушающимся элементом). В момент срабатывания штифт разрушается, и муфта разъединяет кинематическую цепь (рис. 4.5, 4.6а, 4.6б).

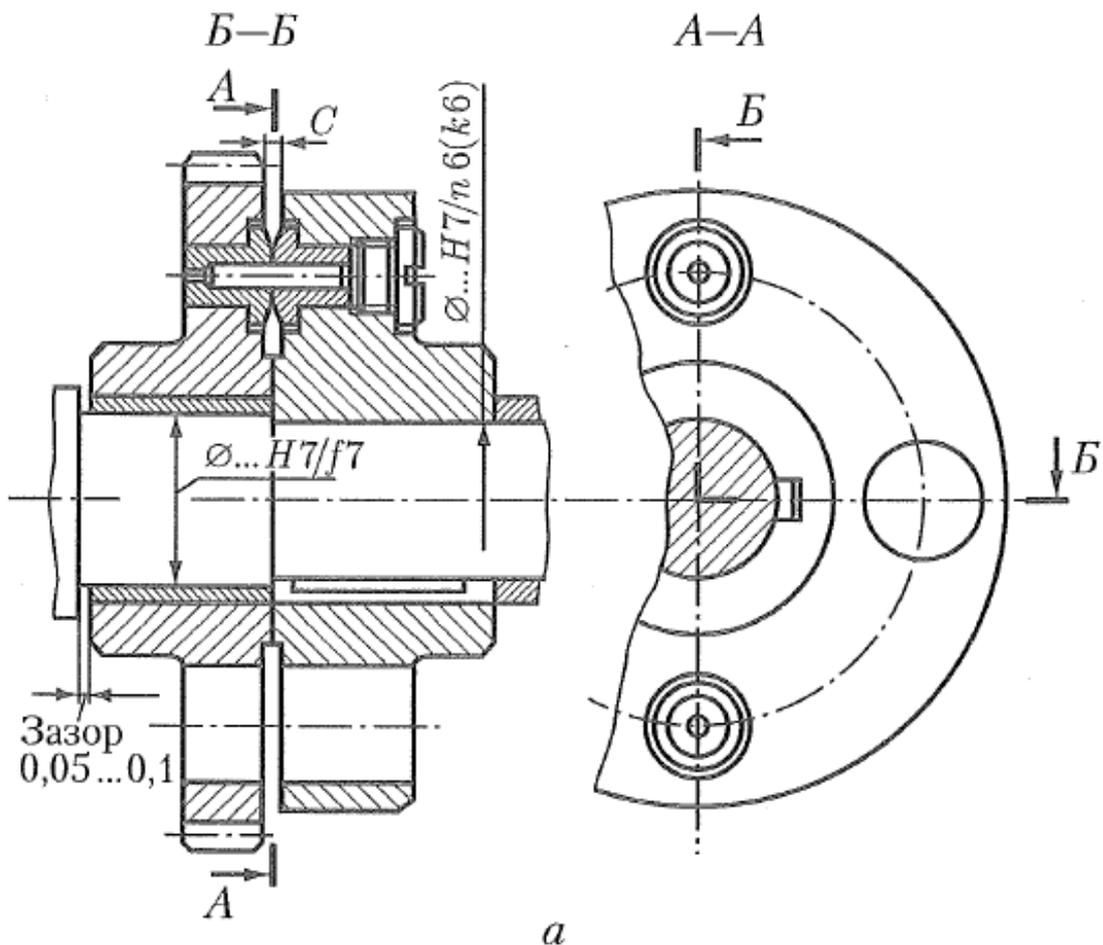


Рис. 4.5. Посадка правой полумуфты на вал, левая полумуфта “посажена” с зазором по посадке H7/f7

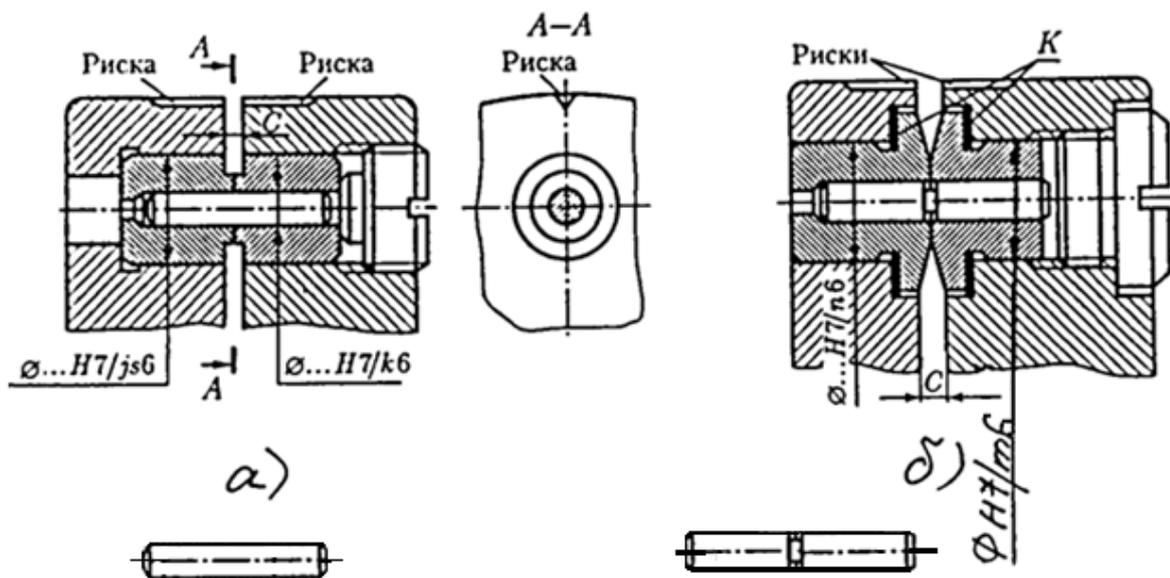


Рис. 4.6. Комплекты втулок вместе со штифтами, устанавливаемые в муфты (см. рис. 4.5)

Сопряжение штифта с втулками $H7/js6$ и $H7/k6$ – вариант **а** или $H7/n6$ и $H7/m6$ – вариант **б**). Ниже показаны типы штифтов (с канавкой и без канавки). На (рис. 4.6 **б**) буквой **К** указаны компенсаторные кольца, позволяющие уменьшить зазор **С** при затяжке.

Посадки пониженной точности $H8/k7$; $K8/h7$ — применяются при пониженных требованиях к точности, в частности, в тракторном, дорожном, химическом, сельскохозяйственном машиностроении (рис. 4.7).

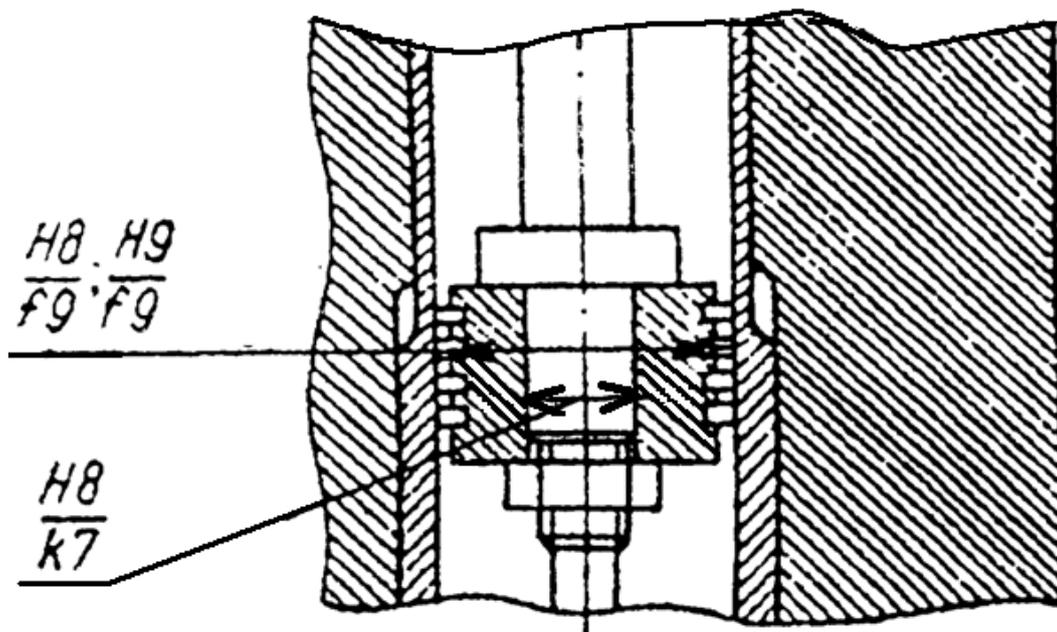


Рис. 4.7. Поршень на штоке циркуляционного насоса

Посадки H/m ; M/h — «тугие». Обеспечивают преимущественно натяг. Вероятность получения зазоров (небольших) относительно мала. Эти зазоры, как правило, не ощущаются за счет отклонений формы, особенно при увеличенных длинах соединения. Тугие посадки применяются для неподвижных соединений деталей на быстро вращающихся валах с дополнительным креплением или без него (при малых нагрузках и больших длинах соединения). Применяются и взамен более прочных посадок (типа глухих) при увеличенных длинах соединения (свыше 1,5—2 диаметров) или когда недопустимы большие деформации деталей.

Посадки повышенной точности $H6/m5$; $M6/h5$ применяются для посадки поршневых пальцев в бобышки поршней компрессоров, двигателей без дополнительного крепления (рис. 4.8).

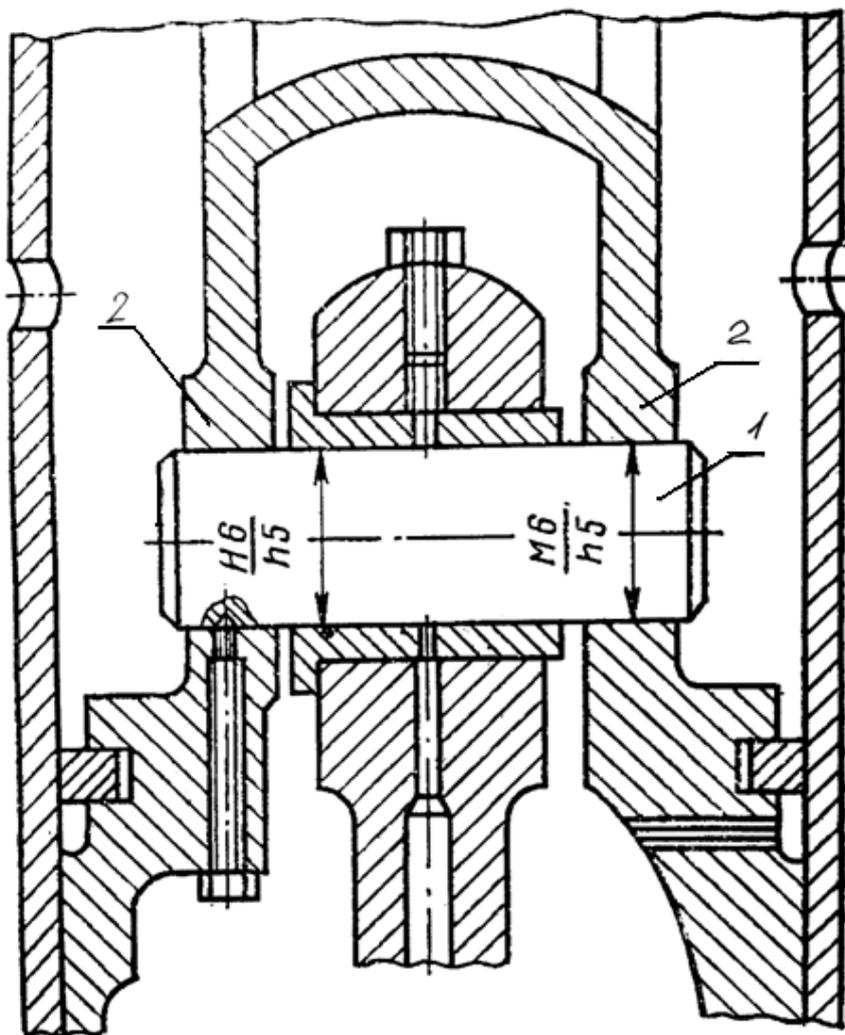


Рис. 4.8. Посадка поршневого пальца-1 в бобышках-2 поршня компрессора

Посадки $H7/m6$; $M7/h6$ — зубчатые колеса на валах редукторов (рис. 4.9), посадки штифтов, посадки деталей на конец вала электромашин, тонкостенные втулки, втулки в корпусах из цветных сплавов, центрирование кулачков на распределительном валу и втулки в крышке кондуктора (рис. 4.10).

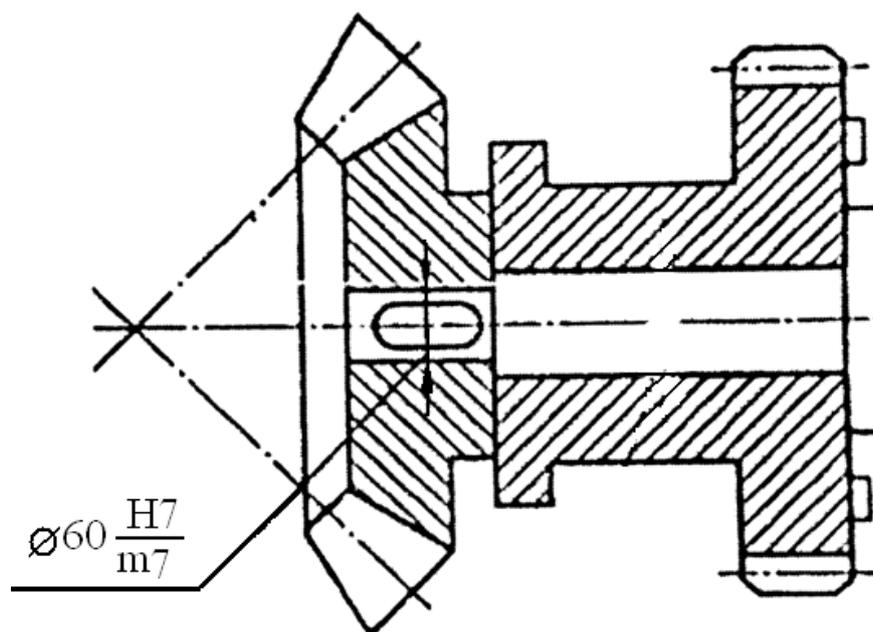


Рис. 4.9. Посадка конического зубчатого колеса на вал с дополнительным креплением шпонкой

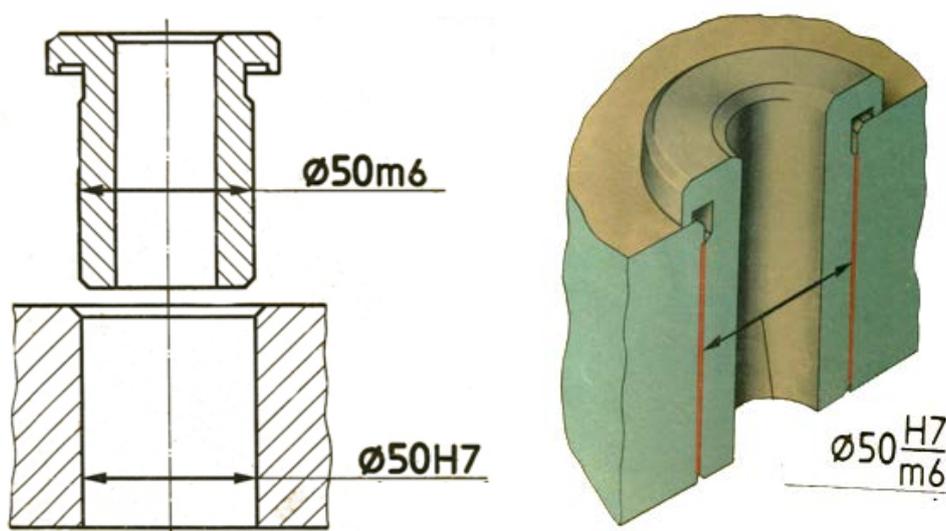


Рис. 4.10. Втулка в крышке кондуктора, точность высокая, нагрузка односторонняя, сборка запрессовкой

Посадку H7/m6 – смотрите (рис.4.6 б) - посадка штифта во втулку муфты.

Посадки H/n, N/h – «глухие» являются наиболее прочными из переходных посадок. Для сборки и разборки деталей требуется значительное усилие: применяются прессы, распрессовочные приспособления, иногда термические методы сборки. Разборка соединений производится редко, обычно только при капитальном ремонте. Применяются для центрирования деталей в неподвижных соединениях, передающих большие усилия, при наличии вибраций и ударов (с дополнительным креплением).

Посадка N6/h5 применяется в поршневых группах двигателей (рис.4.11)

При небольших нагрузках, посадку N6/h5 применяют в приборостроении, обеспечивается неподвижность соединения без дополнительного крепления.

Посадки $H7/n6$, $N7/h6$ – предпочтительные. Например: тяжело-нагруженные зубчатые колеса на валах, муфты, кривошпы и другие детали на валах, валы фиксирующих устройств в корпусах, червячные колеса на валах, бронзовые венцы червячных колес на чугунных ступицах, кулачковые полу-муфты на валах (рис 4.13), предохранительные муфты (рис. 4.14).

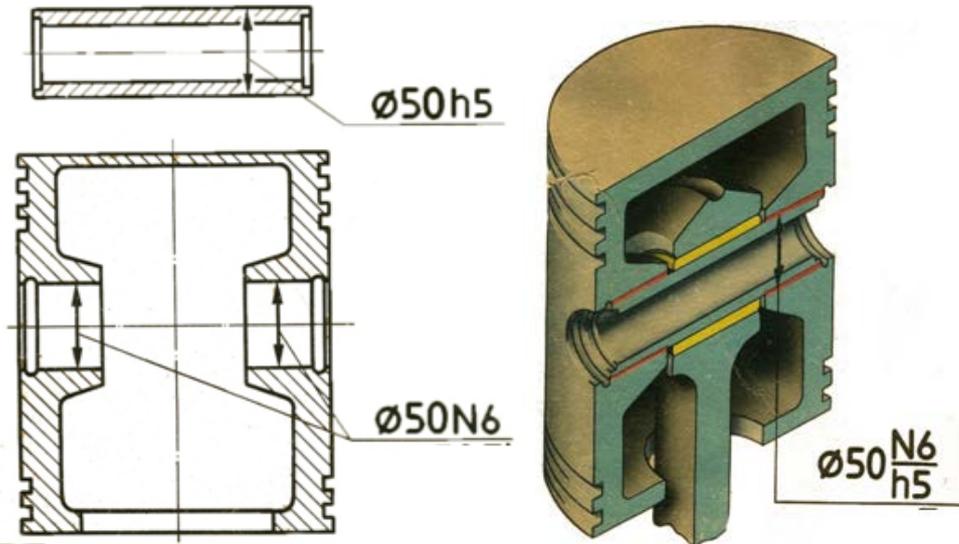


Рис. 4.11. Поршень двигателя с поршневым пальцем (точность высокая, нагрузка резко переменная, разборка редко)

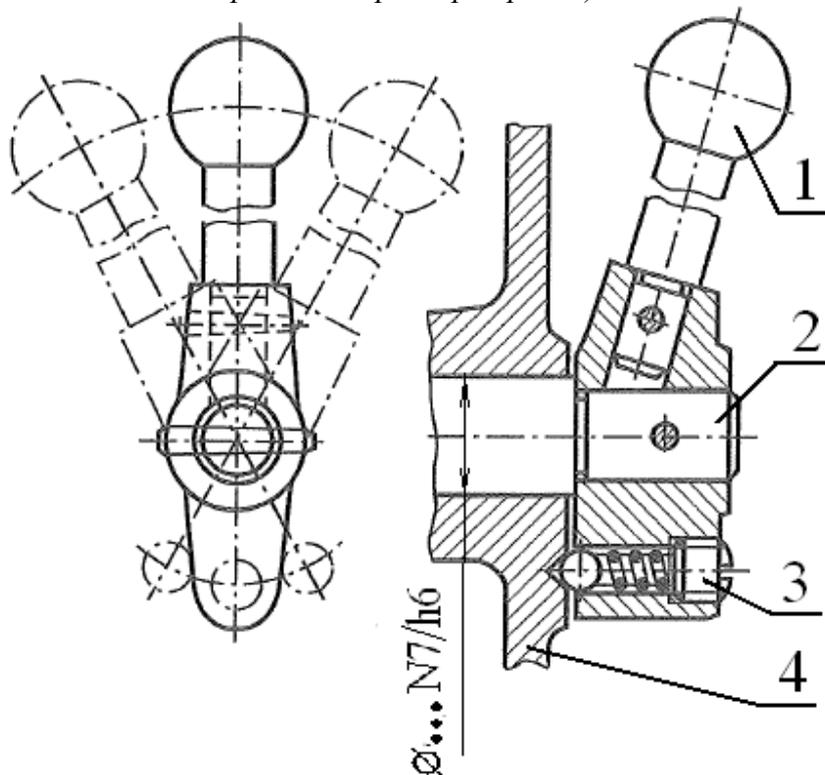


Рис. 4.12. Фиксирующее устройство механизма шариком. Посадка вала 2 в корпус 4 (1- рычаг управления, 3- рычаг с пружиной, входит в гнездо корпуса)

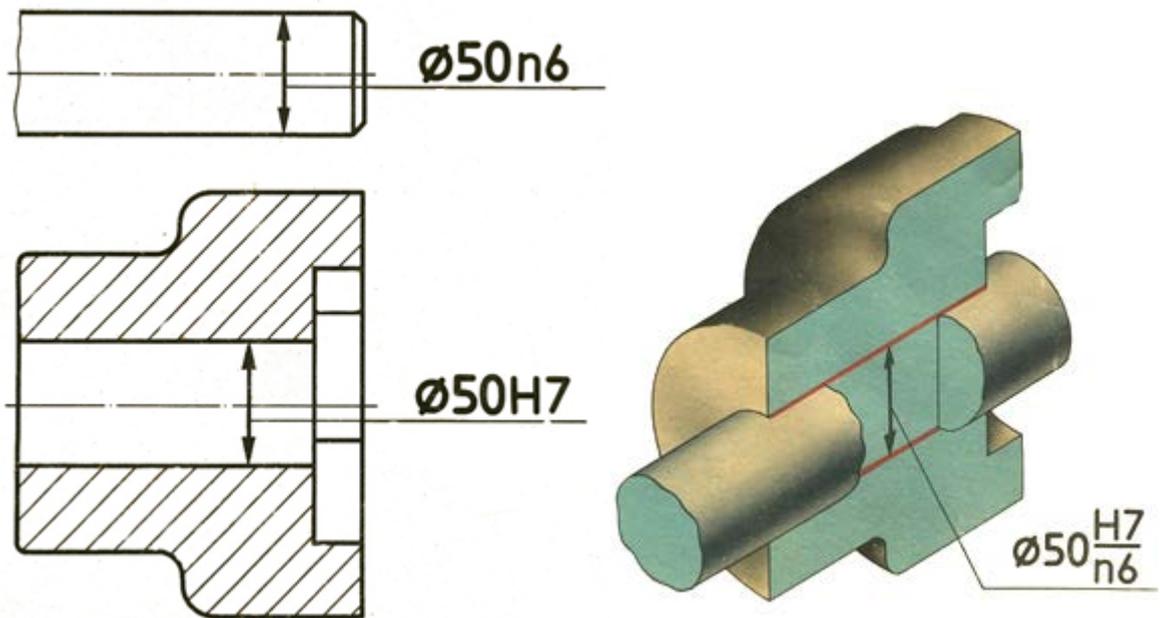


Рис. 4.13. Неподвижная часть кулачковой муфты с валом, точность высокая, резкие нагрузки, разборка крайне редка

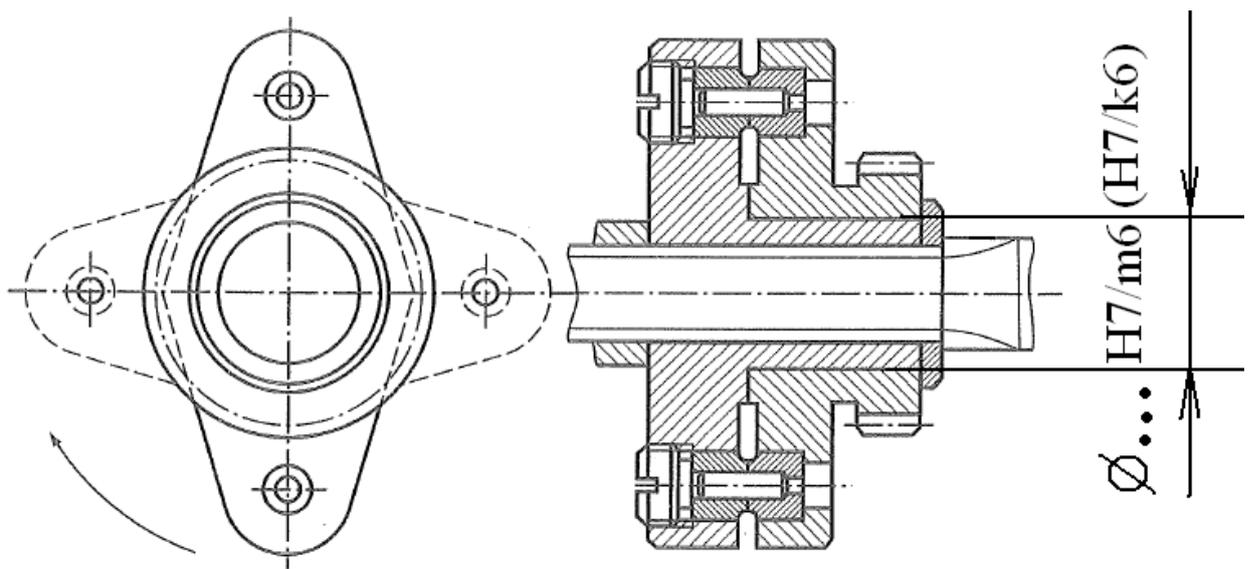


Рис. 4.14. Предохранительная муфта. Посадка шестерни на ступицу полумуфты

Заключение

Материал, изложенный в четырех разделах учебного пособия, позволяет получить общее представление об образовании посадок в принятой в машиностроении единой системе допусков и посадок (ЕСДП), а также об особенностях назначения посадок для подвижных и неподвижных соединений.

Приведены конкретные примеры применения посадок с разъяснением, для каких сопряжений и деталей назначаются посадки.

В связи с тем что назначением посадок для гладких цилиндрических сопряжений при выполнении курсовой работы занимаются студенты младших курсов, авторы в качестве примеров использовали эскизы самых простых механизмов и узлов, частично на примерах приборов, имеющихся в лаборатории метрологии, или в справочниках и учебниках.

Пособие может быть полезно не только студентам, но и специалистам машиностроительного производства.

Библиографический список

1. Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. для вузов / [А.И. Аристов, Л.И. Карпов, В.М. Приходько, Т.М. Раковщик]. - 3-е изд., перераб. - Москва: Academia, 2008. - 382, [1] с.
2. Бриш, В.Н. Нормирование точности и взаимозаменяемость в машиностроении: учебное пособие / В.Н. Бриш, А.Н. Сигов, А.В. Старостин. - Вологда: ВоГТУ, 2013. - 207, [1] с.
3. Бриш, В.Н. Технические измерения и приборы. Метрологическое обеспечение производства и единства измерений: учеб. пособие / В.Н. Бриш, А.Н. Сигов. - Вологда: ВоГТУ, 2010. - 128 с.
4. Зайцев, Г.Н. Нормирование точности геометрических параметров машин: учеб. пособие для вузов / Г.Н. Зайцев, С.А. Любомудров, В.К. Федюкин; под ред. В.К. Федюкина. – Москва: Academia, 2008. - 362, [1] с.
5. Плуталов, В.Н. Метрология и техническое регулирование: учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. дипломир. специалистов машиностроит. специальностей / В.Н. Плуталов. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 415 с.
6. Анухин, В.И. Допуски и посадки: учеб. пособие для вузов по направлению "Технол. машины и оборудование" / В.И. Анухин. - 4-е изд. – Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2008. - 197, [9] с .
7. Допуски и посадки: справочник: в 2 ч. Ч. 2 / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. - 6-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Машиностроение, 1983. - 448 с.

8. Палей, М. А. Допуски и посадки : справочник: в 2 ч. . Ч. 2 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский . - 8-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Политехника , 2001 . - 608 с.
9. Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие для вузов / П.Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 12-е изд., стер. - Москва: Academia, 2009. - 495, [1] с.
10. Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие для техн. специальностей вузов / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва: Academia, 2004. - 496 с.
11. Метрология, стандартизация, сертификация: метод. указания к выполнению курсовой работы. Требования к оформлению. Содержание и последовательность решения задач: ФПМ, ФЗДО: специальности: 151001, 190601, 150405, 220301: направления бакалавриата: 151000, 150400 / сост.: В.Н. Бриш, А.Н. Сигов, А.В. Старостин. - Вологда: ВоГТУ, 2008. - 30 с.
12. Метрология, стандартизация, сертификация. Взаимозаменяемость: метод. указания для самостоят. работы студентов при выполнении курсовых и контрол. работ: ФПМ; ФЗДО: специальности: 151001; 190601; 150405; 220301: направления бакалавриата: 151000; 150400 / [сост.: В.Н. Бриш, А.Н. Сигов, А.В. Старостин]. - Вологда: ВоГТУ, 2008. - 51 с.
13. Белкин, И.М. Средства линейно-угловых измерений: справочник / И.М. Белкин. – Москва: Машиностроение, 1987. - 367 с.
14. ГОСТ 25347-82. Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки (с Изменением N 1). Введ. 01.01.90 //Техэксперт: инф-справ. система /Консорциум «Кодекс».
15. Бриш, В.Н. Методы обеспечения качества машиностроительной продукции: учебное пособие [для студентов вузов, изучающих проблемы обеспечения качества машиностроительной продукции, для специальностей 151001, 220301, 222000 и направлений бакалавриата 151900.62, 220700.62, 222000.62] / В.Н. Бриш, А.Н. Сигов, А.В. Старостин. - Вологда: ВоГТУ, 2012. - 111, [1] с.
16. Белкин, И.М. Справочник по допускам и посадкам для рабочего-машиностроителя / И.М. Белкин. – Москва: Машиностроение, 1985. - 320 с.

Оглавление

Предисловие	3
Введение.....	4
1. Образование посадок в системе ЕСДП.....	7
2. Расчет и выбор посадок с зазором.....	13
3. Расчет и выбор посадок с натягом	31
4. Расчет и выбор переходных посадок	40
Заключение	50
Библиографический список	50

Учебное издание

Владилена Николаевна Бриш
Александр Николаевич Сигов
Александр Владимирович Старостин

Выбор посадок для гладких цилиндрических сопряжений в машиностроении

Учебное пособие

Редактор – Л.А. Перерукова

Подписано в печать 30.10.2014. Формат 60 × 90/16
Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл.-п.л. 3,25. Тираж экз. Заказ №

Отпечатано: РИО, ВоГУ 160035, г. Вологда, ул. С. Орлова, 6