

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 19.06.2023 21:27:26  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
О.Г. Локтионова  
« 9 » 2016 г.



### ВЫБОР ПОСАДОК СТАНДАРТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТОДОМ ПОДОБИЯ

Методические указания по выполнению лабораторной работы № 1  
по дисциплине «Нормирование точности»

Курск 2016

УДК 621.(923)

Составитель: О.С. Зубкова

Рецензент

Канд. техн. наук, доцент *Е.И. Яцун*

**Выбор посадок стандартных соединений методом подобия:** методические указания по выполнению лабораторной работы №1 по дисциплине «Нормирование точности»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.С. Зубкова. Курск, 2016. 15 с., ил. 3, табл. 3, Библиогр.: 15 с.

Излагаются методические указания по выполнению лабораторной работы № 1, относящиеся к изучению принципов выбора допусков и посадок, рекомендациям по выбору посадок, рассмотрен пример расположения допусков посадок с зазором, натягом и переходной.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС по направлениям подготовки дипломированных специалистов 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств очной и заочной форм обучения

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 0,87 . Уч. - изд. л. 0,79 . Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## **Цель работы:**

Познакомится с существующими методами назначения посадок. Получить навыки по выбору системы посадок, качества, посадок в гладких соединениях деталей машин методами аналогов и подобия для конкретного узла.

## **Инструменты и материалы для работы.**

1. Персональный компьютер
2. Программный продукт КОМПАС 3D 13 SP2
3. Сборочный чертеж узла

## **1. Теоретическая часть**

### **1.1 Методы назначения посадок**

Известны и используются при конструировании три метода назначения посадок.

*Метод аналогов* заключается в том, что конструктор назначает посадку на основании опыта эксплуатации подобной по конструкции машины, где имеется аналогичное соединение. Метод приемлем только в случае полной тождественности условий работы соединения. Если это условие не соблюдается, то нельзя гарантировать, что назначенные посадки будут оптимальными.

*Метод подобия* является развитием метода аналогов. Он возник в результате классификации деталей по конструктивным и эксплуатационным признакам и выпуска справочников с примерами применения посадок. Для использования этого метода нужно выявить аналогию конструктивных признаков и условий эксплуатации проектируемой сборочной единицы с признаками, указанными в справочниках.

Недостатком методов аналогов и подобия является сложность определения признаков однотипности и подобия.

*Расчетный метод* - это метод, при котором в соединениях деталей назначают посадки, обеспечивающие получение зазоров или натягов, определенных расчетным путем. Этот метод является наиболее объективным и точным методом назначения посадок, но и наиболее трудоемким. Последнее обстоятельство ограничивает область его применения наиболее ответственными, определяющими

эксплуатационные характеристики изделия соединениями.

Для большинства соединений деталей, посадки назначают методами аналогов и подобия.

В ряде случаев использовать для назначения посадок методы аналогов и подобия в «чистом» виде не удастся из-за отсутствия полной тождественности условий работы соединений проектируемого изделия аналогу. В этом случае для назначения посадок можно воспользоваться рекомендациями (табл. 1).

**Таблица 1**

**Рекомендации по выбору посадок**

<b>Отличие проектируемого изделия от аналога</b>	<b>Рекомендуемые</b>	
	<b>Зазоров</b>	<b>Натягов</b>
Меньшее допустимое напряжение материала	Уменьшены	Уменьшены
Частый демонтаж	-	Уменьшены
Ударная нагрузка	Уменьшены	Увеличены
При эксплуатации температура отверстия выше, чем температура вала (материалы деталей одинаковы)	Уменьшены	Увеличены
Температура вала выше, чем температура отверстия при тех же условиях	Увеличены	Уменьшены
Большая длина соединения	Увеличены	Уменьшены
Большие отклонения формы и расположения сопрягаемых поверхностей	Увеличены	Уменьшены
Возможны перекосы в сборке и деформации деталей	Увеличены	Уменьшены
Большие частоты вращения	Увеличены	Увеличены
Осевое перемещение	Увеличены	-
Большая вязкость смазочного масла	Увеличены	-
Более шероховатая поверхность	Уменьшены	Увеличены
Повышенная точность монтажа	Уменьшены	Уменьшены
Пониженная точность монтажа	Увеличены	Увеличены

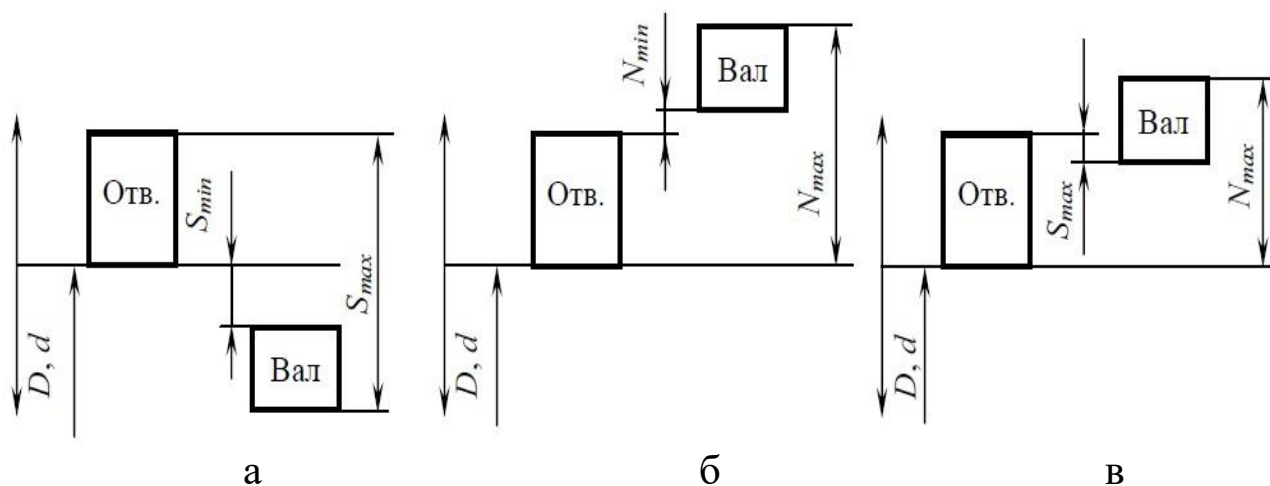
## 1.2 Виды посадок

В зависимости от служебного назначения и условий эксплуатации изделия соединения деталей имеют различный характер. Они могут быть подвижными (обеспечивающими возможность относительного перемещения соединяемых деталей) и неподвижными.

Характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки называют посадкой. Различают посадки: с зазором, с натягом и переходные.

**Посадки с зазором** характеризуются наличием зазора  $S$  в соединении вала и отверстия сопрягаемой с валом детали, величина которого зависит от действительных размеров деталей. В посадках с зазором диаметр отверстия всегда больше диаметра вала (рис. 1.1, а); чем больше диаметр отверстия и меньше диаметр вала, тем больше зазор. Для каждого конкретного соединения и определенных условий его эксплуатации есть оптимальный зазор, обеспечивающий требуемое качество изделия.

В посадках с зазором на схемах полей допусков поле допуска отверстия располагается выше поля допуска вала (см. рис. 1, а).



**Рис. 1. Схемы полей допусков посадок:**  
а - с зазором; б - с натягом; в - переходной

**Посадки с натягом** характеризуются наличием натяга  $N$  в соединении вала и отверстия (рис. 1, б), величина которого зависит от действительных размеров деталей. В посадках с натягом до сборки диаметр вала всегда больше диаметра отверстия; чем больше диаметр

вала и меньше диаметр отверстия, тем больше натяг в соединении деталей.

На схемах полей допусков посадок с натягом поле допуска вала располагается выше поля допуска отверстия (см. рис. 1, б).

**Переходные посадки** - это такие посадки, в которых в зависимости от действительных размеров деталей в соединении получают или зазор, или натяг. Для этих посадок характерно наложение поля допуска вала на поле допуска отверстия (рис. 1, в), вследствие чего в соединении получают зазор, если действительный размер отверстия больше, чем действительный размер вала; в противном случае в соединении получают натяг.

Выбирая посадки методами аналогов и подобия, следует помнить о том, что предпочтительной является система отверстия. Посадки в системе вала используют достаточно редко.

При назначении посадок методами аналогов и подобия следует в первую очередь использовать предпочтительные поля допусков и посадки, выделенные в ГОСТ 25347 и в справочной литературе рамкой (квадратными скобками) [ $H7/f7$ ] (см. табл. 1.2, 1.3), звездочкой  $H7/f7^*$  или шрифтом  **$H7/f7$** .

При необходимости можно использовать посадки, не являющиеся предпочтительными, а относящиеся к группе рекомендуемых, например, посадку с зазором  $H9/f8$  в подшипнике скольжения многоопорной конструкции коробки передач; посадку с натягом  $H8/u8$  для запрессовки короткой втулки в ступицу свободно вращающегося зубчатого колеса.

В исключительных случаях для образования посадок используют дополнительные поля допусков, предусмотренные ГОСТ 25347. Чаще всего такая необходимость возникает при назначении посадок в соединениях со стандартными деталями, например, дополнительное поле допуска  $R8$  используют в посадке  $R8/h8$ , применяемой для установки стандартного штифта с полем допуска  $h8$ , дополнительное поле допуска  $N9$  используют в посадке  $N9/h9$ , применяемой для установки стандартной шпонки с полем допуска  $h9$  в паз вала и др.

Кроме того, можно назначать комбинированные посадки, в которых поля допусков отверстия и вала выполнены в разных системах или (и) отличаются более чем на два качества, например, посадку  $D9/k6$  для установки на вал распорной втулки между двумя

подшипниками качения.

Посадки подшипников качения в корпус и на вал выбирают, руководствуясь ГОСТ 3325 или рекомендациями по применению этого стандарта, изложенными в научно-технической литературе.

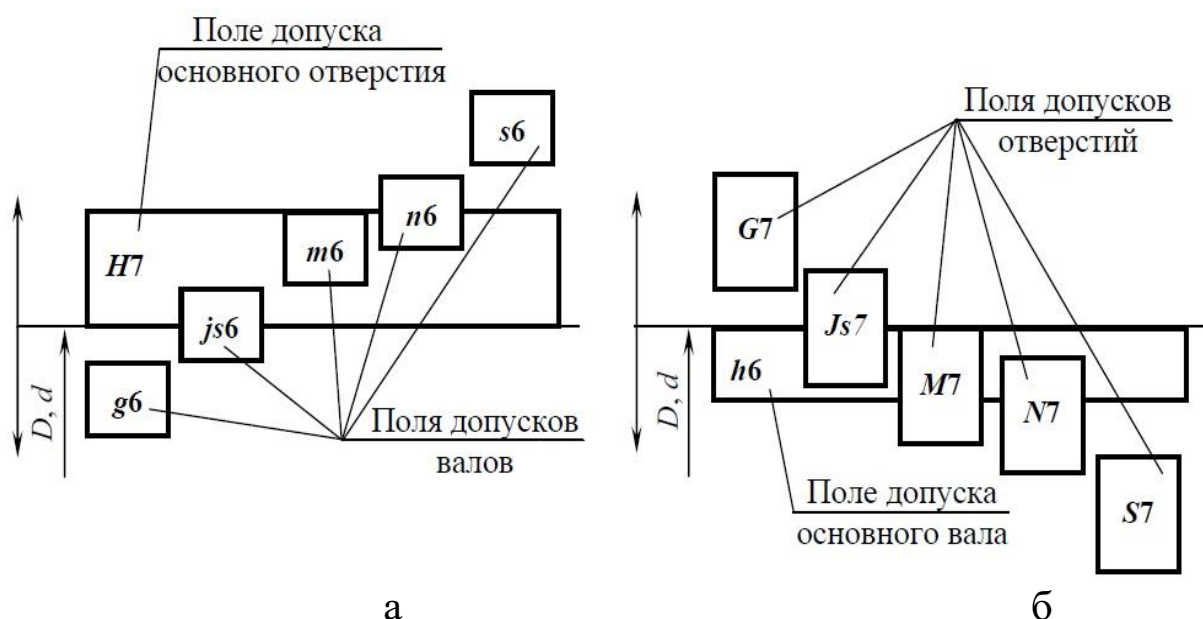
### 1.3 Выбор системы посадок

Единая система допусков и посадок (ЕСДП) предусматривает образование посадок в системе отверстия и в системе вала.

**Посадки в системе отверстия** - это посадки, в которых требуемые зазоры или натяги получают сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия (рис. 2, а).

**Посадки в системе вала** - это посадки, в которых требуемые зазоры или натяги получают сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала (рис. 2, б).

Выбор системы для той или иной посадки определяется конструктивными, технологическими и экономическими соображениями.



**Рис. 2. Схемы расположения полей допусков отверстий и валов: а - в системе отверстия; б - в системе вала**

Точные отверстия часто обрабатывают дорогостоящими, так называемыми мерными режущими инструментами (зенкерами, развертками, протяжками и т.п.). Каждый из них применим для

обработки отверстий только одного размера с определенным полем допуска. Валы, независимо от размера, обрабатывают в основном одними и теми же инструментами (резцами, шлифовальными кругами).

При использовании системы отверстия различных по предельным размерам отверстий будет меньше, чем при системе вала, и, следовательно, будет меньше номенклатура режущего инструмента, необходимого для обработки отверстий. Уменьшение номенклатуры дорогостоящего инструмента непременно означает уменьшение стоимости обработки отверстий. В связи с этим система отверстия имеет предпочтительное применение.

Применение системы вала ограничено и может быть вызвано следующими обстоятельствами:

- изготовление вала из пруткового калиброванного материала без дополнительной механической обработки наружной цилиндрической поверхности. Примерами таких соединений являются соединения с призматическими шпонками, в некоторых случаях - штифтовые соединения;

- применение системы отверстия усложняет технологию обработки вала (рис. 3, а). Если для сопряжения деталей использовать систему отверстия, то вал при одном и том же номинальном размере 20 мм должен быть изготовлен ступенчатым, чтобы обеспечить требуемый характер сопряжений. При этом разница диаметров ступеней вала будет измеряться сотыми долями миллиметра (рис. 3, в). Технология изготовления такого вала является значительно более сложной, чем технология изготовления гладкого вала, что приводит к дополнительным материальным затратам в производстве изделия. Кроме того, использование в конструкциях изделий ступенчатых валов приводит к снижению прочностных характеристик изделий из-за концентрации напряжений в местах перехода с одного диаметра на другой, а также снижению точностных характеристик изделий из-за неизбежного биения ступеней вала. В подобных случаях, когда один вал соединяется с несколькими деталями (отверстиями) по разным посадкам, более целесообразно использовать систему вала (рис. 3, б). В этом случае вал изготавливают гладким с диаметром  $20h6$ , а требуемые посадки обеспечивают за счет изготовления отверстий различных диаметров;



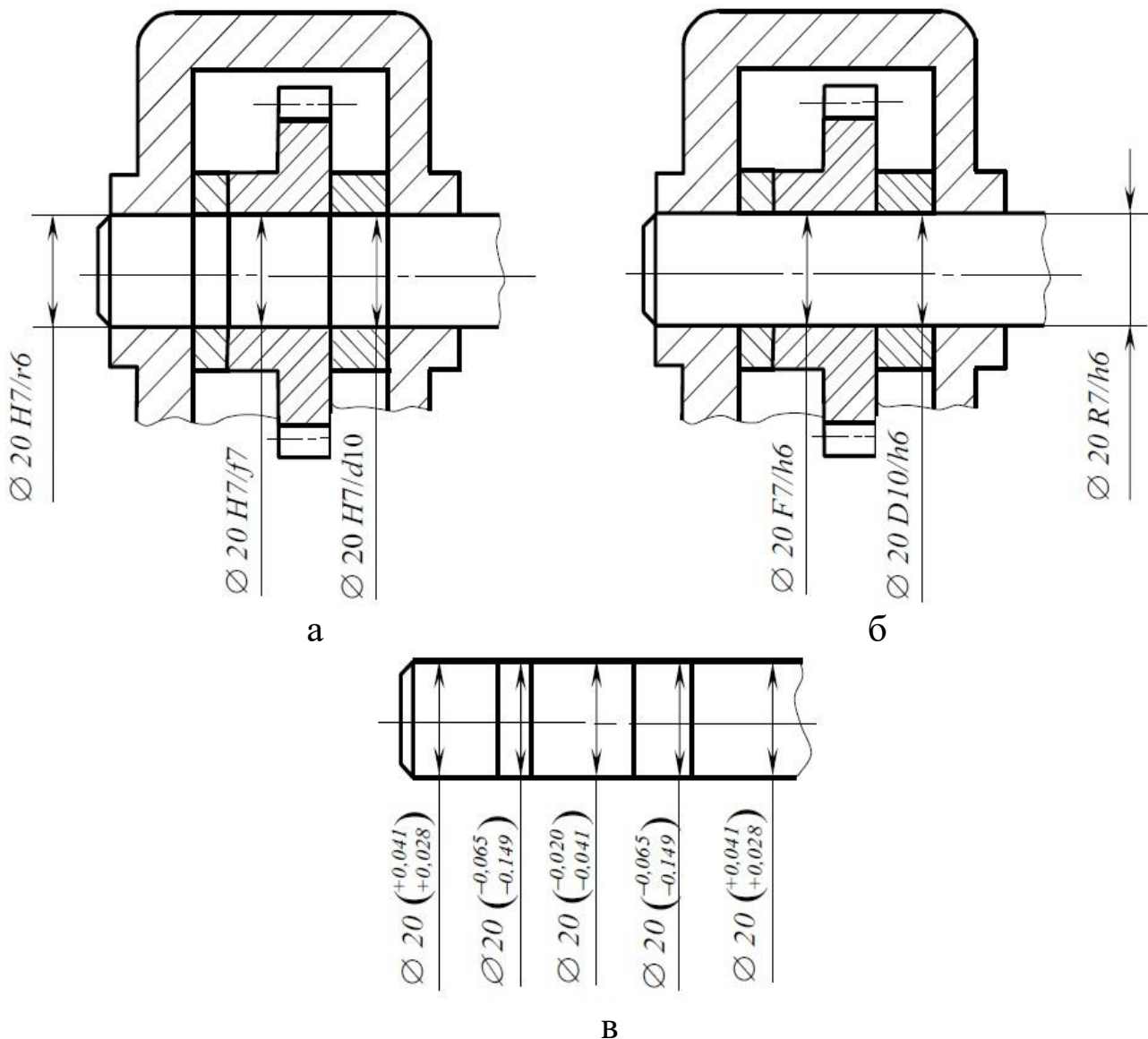


Рис. 3 Пример использования системы посадок для соединения деталей редуктора:

а – посадки в системе отверстия;

б – посадки в системе вала;

в – размеры вала для образования посадок в системе отверстия

- использование стандартных деталей и узлов, выполненных с определенными размерами. Например, наружное кольцо подшипника качения устанавливается в корпус (или другую сопрягаемую с ним деталь) в системе вала. Это обусловлено тем, что подшипники изготавливают на специализированных предприятиях с размерами, независимыми от посадок, по которым они устанавливаются в изделия, что значительно сокращает номенклатуру подшипников;

- использование ранее изготовленных и находившихся в эксплуатации валов при выполнении ремонтных работ. В этом случае необходимые в соединении зазоры или натяги получают за счет выбора соответствующего размера отверстия сопрягаемой с валом детали.

Рекомендуемые ЕСДП к применению посадки в системе отверстия и в системе вала для размеров от 1 до 500 мм приведены соответственно в табл. 2 и 3. Среди них особо выделены (рамкой) предпочтительные посадки, рекомендуемые к применению в первую очередь. Использование предпочтительных посадок создает благоприятные условия для организации централизованного производства режущего и измерительного инструмента на специализированных предприятиях. Продукция этих предприятий в несколько раз дешевле продукции инструментальных цехов машиностроительных заводов.

## **1.4 Выбор качества**

Выбор качества размеров деталей, образующих гладкие соединения зависит от точности изделия, определяемой его служебным назначением, и характера соединения (посадки), обеспечивающего надежную работу изделия в заданных условиях эксплуатации.

Размеры сопрягаемых элементов деталей общемашиностроительного применения, как правило, выполняют по качествам 4-11, выбор которых можно осуществить, используя рекомендации, приведенные ниже.

Качества 4 и 5 применяют сравнительно редко в особо точных соединениях деталей, требующих высокой однородности зазоров или натягов (примеры: посадки шпиндельных и приборных подшипников в корпус или на вал, высокоточных зубчатых колес на валы, «плавающего» поршневого пальца в бобышки поршня и в шатунную головку и др.).

Таблица 2

Рекомендуемые посадки в системе отверстия в интервалах номинальных размеров от 1 до 500 мм (ГОСТ 25347)

Основное отверстие	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			$\frac{H8}{c8}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{f7}$ ; $\frac{H8}{f8}$		$\frac{H8}{f7}$ ; $\frac{H8}{f8}$	$\frac{H8}{js7}$	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$			$\frac{H8}{s7}$		$\frac{H8}{u8}$		$\frac{H8}{x8}$	$\frac{H8}{z8}$
				$\frac{H8}{d9}$	$\frac{H8}{e9}$	$\frac{H8}{f9}$		$\frac{H8}{h9}$												
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.  $\square$  – предпочтительные посадки.

Таблица 3

**Рекомендуемые посадки в системе вала при номинальных размерах  
от 1 до 500 мм (ГОСТ 25347)**

Основной вал	Основные отклонения отверстий																
	A	B	C	D	E	F	G	H	Js	K	M	N	P	R	S	T	U
	Посадки																
<i>h4</i>							$\frac{G5}{h4}$	$\frac{H5}{h4}$	$\frac{Js5}{h4}$	$\frac{K5}{h4}$	$\frac{M5}{h4}$	$\frac{N5}{h4}$					
<i>h5</i>						$\frac{F7}{h5}$	$\frac{G6}{h5}$	$\frac{H6}{h5}$	$\frac{Js6}{h5}$	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	$\frac{P6}{h5}$				
<i>h6</i>				$\frac{D8}{h6}$	$\frac{E8}{h6}$	$\frac{F7}{h6}$ , $\frac{F8}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{Js7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	$\frac{T7}{h6}$	
<i>h7</i>				$\frac{D8}{h7}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F8}{h7}$		$\frac{H8}{h7}$	$\frac{Js8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$					$\frac{U8}{h7}$
<i>h8</i>				$\frac{D8}{h8}$ , $\frac{D9}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$ , $\frac{E9}{h8}$	$\frac{F8}{h8}$ , $\frac{F9}{h8}$		$\frac{H8}{h8}$ , $\frac{H9}{h8}$									
<i>h9</i>				$\frac{D9}{h9}$ , $\frac{D10}{h9}$	$\frac{E9}{h9}$	$\frac{F9}{h9}$		$\frac{H8}{h9}$ , $\frac{H9}{h9}$ , $\frac{H10}{h9}$									
<i>h10</i>				$\frac{D10}{h10}$				$\frac{H10}{h10}$									
<i>h11</i>	$\frac{A11}{h11}$	$\frac{B11}{h11}$	$\frac{C11}{h11}$	$\frac{D11}{h11}$				$\frac{H11}{h11}$									
<i>h12</i>		$\frac{B12}{h12}$						$\frac{H12}{h12}$									

Примечание.   – предпочтительные посадки.

Квалитеты **6** и **7** используют для ответственных соединений деталей по посадкам с достаточно однородными зазорами или натягами, обеспечивающими механическую прочность деталей, точные перемещения, плавность хода, герметичность соединений и другие эксплуатационные требования (посадки подшипников нормальной точности в корпус и на вал, зубчатых колес высокой и нормальной точности на валы, подшипников скольжения, деталей гидравлической и пневматической аппаратуры, посадки в подвижных соединениях кривошипно-шатунных механизмов ответственных двигателей внутреннего сгорания и др.).

Квалитеты **8** и **9** применяют для соединений деталей при сравнительно невысоких требованиях к однородности зазоров или натягов (посадки с зазорами, достаточными для компенсации погрешностей формы и расположения поверхностей деталей, переходные посадки пониженной точности, посадки с большими натягами).

Квалитет **10** применяют в посадках с зазором в тех же случаях, что и квалитет 9, если условия эксплуатации допускают некоторое увеличение колебания зазоров в соединениях.

Квалитеты **11** и **12** используют для неответственных соединений деталей по посадкам, обеспечивающим большие зазоры и допускающим большие колебания этих зазоров (посадки крышек и фланцев в корпусах различных механизмов, в соединениях штампованных деталей и деталей из пластмасс и др.).

## **2. Порядок выполнения работы**

При выполнении лабораторной работы 1 выбор посадок в гладких соединениях деталей (кроме соединений с подшипниками качения) методами аналогов и подобия осуществлять в следующей последовательности:

- 1) изучить конструкцию узла и его служебное назначение;
- 2) определить характер соединений заданных сопряжений;
- 3) установить вид посадок;
- 4) уточнить выбранные посадки (если есть такая возможность), используя примеры назначения посадок в конкретных изделиях, в справочной и научно-технической литературе;
- 5) выполнить описание посадки в соответствии с требованиями работы конкретного узла;

- 6) провести расчет посадки;
- 7) построить схему посадок.

### **3. Контрольные вопросы**

- Какие методы назначения посадок Вы знаете?
- Какие виды посадок Вы знаете?
- Какое относительное положение на схемах полей допусков имеют поля допусков вала и отверстия для посадок с зазором, с натягом и переходных?
- Размер какой детали до сборки больше в соединениях с натягом, с зазором или с переходной посадкой?
- От чего зависит получение в соединении с переходной посадкой зазора или натяга?
- Какие системы образования посадок предусматривает ЕСДП?
- Как образуются посадки в системе отверстия и в системе вала?
- Какая система образования посадок предпочтительна и почему?
- В каких случаях для образования посадок используют систему вала?
- Какие валы и отверстия называют основными?
- Какие квалитеты используют для нормирования точности деталей ответственных соединений, требующих достаточно однородных зазоров или натягов?

## Библиографический список

1. Емельянов С.Г. Нормирование точности в машиностроении: учебное пособие/ С.Г. Емельянов, Е.А. Кудряшов, Е.И. Яцун, Е.В. Павлов, С.А. Чевычелов, С.А. Сергеев. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 440 с.
2. Схиртладзе А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие. – Старый Оскол : ТНТ, 2010. – 539 с.
3. Палей М.А. Допуски и посадки: Справочник: В 2 ч. Ч. 1/ М.А. Палей, А.Б. Романов, В. А. Брагинский. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2009. - 530 с.
4. Палей М.А. Допуски и посадки: Справочник: В 2 ч. Ч. 2/М. А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2009. – 629 с.