

Г. Р. Муслина, Ю. М. Правиков

***ВЫБОР ПОСАДОК ДЛЯ
ГЛАДКИХ СОЕДИНЕНИЙ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДАМИ
АНАЛОГОВ И ПОДОБИЯ***

Ульяновск 2008

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Ульяновский государственный технический университет

Г. Р. Муслина, Ю. М. Правиков

**ВЫБОР ПОСАДОК ДЛЯ
ГЛАДКИХ СОЕДИНЕНИЙ МАШИН
МЕТОДАМИ АНАЛОГОВ И ПОДОБИЯ**

Учебное пособие по дисциплине
«Метрология, стандартизация и сертификация»

Под общей редакцией д-ра техн. наук проф. Л. В. Худобина

Ульяновск 2008

УДК 621.753(076)

ББК 34.44

М 91

Рецензенты:

Кафедра «Технологии» Ульяновского государственного педагогического университета им. И. Н. Ульянова; президент Ульяновского государственного университета д-р техн. наук, профессор Ю. В. Полянков

М 91 Муслина, Г. Р.

Выбор посадок для гладких соединений машин и приборов методами аналогов и подобию : учебное пособие / Г. Р. Муслина, Ю. М. Правиков ; под общ. ред. Л. В. Худобина. – Ульяновск : УлГТУ, 2008. – 72 с.

ISBN 978-5-9795-0263-2

Пособие разработано в соответствии с программами дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» для специальностей 151001 – Технология машиностроения, 150201 – Машины и технология обработки металлов давлением, 190201 – Автомобиле- и тракторостроение, 190601 – Автомобили и автомобильное хозяйство, 280202 – Инженерная защита окружающей среды.

Приведены рекомендации по выбору посадок методами аналогов и подобию в соединениях деталей машин различного назначения.

Пособие предназначено студентам машиностроительных специальностей вузов, изучающим дисциплину «Метрология, стандартизация и сертификация», и будет полезно при выполнении курсовых и дипломных проектов по другим дисциплинам названных специальностей.

УДК 621.753 (076)

ББК 34.44

ISBN 978-5-9795-0263-2

© Муслина Г. Р., Правиков Ю. М., 2008

© Оформление. УлГТУ, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ | 5 |
| 1.1. Методы назначения посадок | 5 |
| 1.2. Виды посадок | 6 |
| 1.3. Выбор системы посадок | 7 |
| 1.4. Выбор качества | 10 |
| 2. МЕТОДИКА ВЫБОРА ПОСАДОК В ГЛАДКИХ СОЕДИНЕНИЯХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДАМИ АНАЛОГОВ И ПОДОБИЯ | 13 |
| 3. ХАРАКТЕРИСТИКА И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОСАДОК ДЛЯ ГЛАДКИХ СОЕДИНЕНИЙ | 15 |
| 3.1. Посадки с зазором | 15 |
| 3.2. Посадки переходные | 27 |
| 3.3. Посадки с натягом | 31 |
| 4. ПОСАДКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ | 37 |
| 5. КОМБИНИРОВАННЫЕ ПОСАДКИ | 48 |
| 6. ПОСАДКИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ В КОНСТРУКЦИЯХ РЕДУКТОРОВ И КОРОБОК ПЕРЕДАЧ | 50 |
| 6.1. Установка зубчатых колес на валах | 50 |
| 6.2. Установка подшипников качения и скольжения | 53 |
| 6.3. Установка стаканов и крышек подшипников | 54 |
| 6.4. Установка деталей, фиксирующих осевое положение зубчатых колес и колец подшипников | 55 |
| 6.5. Установка уплотнений | 56 |
| 7. ПОСАДКИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ В КОНСТРУКЦИЯХ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ | 57 |
| 8. ПОСАДКИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ В КОНСТРУКЦИЯХ ШТАМПОВ И ПРЕССОВ | 62 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 71 |
| СПИСОК ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ | 72 |

ВВЕДЕНИЕ

Одной из задач, решаемых при конструировании любого изделия, является назначение посадок в соединениях его деталей.

При выполнении заданий курсовой работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», в ходе курсового проектирования по дисциплинам «Детали машин и основы конструирования», «Режущий инструмент», «Металлорежущие станки», «Технология машиностроения», «Автоматизация производственных процессов в машиностроении» специальности 151001, «Кузнечно-штамповочное оборудование», «Автоматизация, робототехника и ГПС кузнечно-штамповочного производства» специальности 150201, «Автомобили», «Автомобильные двигатели», «Основы технологии производства и ремонта автомобилей» специальности 190601, «Тепловые двигатели», «Технология автомобиле- и тракторостроения», «Проектирование автомобиля» специальности 190201, а также при выполнении дипломных проектов по названным специальностям перед студентами встает задача назначения посадок методами аналогии и подобия. В настоящих методических указаниях сосредоточено и систематизировано описание посадок по точности и характеру создаваемых соединений, описаны конкретные соединения деталей и сборочных единиц в конструкциях редукторов, станочных приспособлений, металлорежущих станков, контрольно-измерительной оснастки, двигателей, различных передач и других узлов автомобилей, штампов и прессов.

Методические указания разработаны с целью обеспечения студентов машиностроительных и других специальностей вузов информацией об областях применения различных посадок и облегчения решения соответствующих вопросов в ходе курсового и дипломного проектирования.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Методы назначения посадок

Известны и используются при конструировании три метода назначения посадок [5, 6 и др.].

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 [1-9 и др.].

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 [5] (табл. 1.1).

1.1. Рекомендации по выбору посадок [5]

| Отличие проектируемого изделия от аналога | Рекомендуемые изменения | |
|---|-------------------------|-----------|
| | зазоров | натягов |
| 1 | 2 | 3 |
| Меньшее допустимое напряжение материала | Уменьшены | Уменьшены |
| Частый демонтаж | – | Уменьшены |
| Ударная нагрузка | Уменьшены | Увеличены |

| 1 | 2 | 3 |
|---|-----------|-----------|
| 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. 1.1, а).

* Далее условно – просто «отверстие».

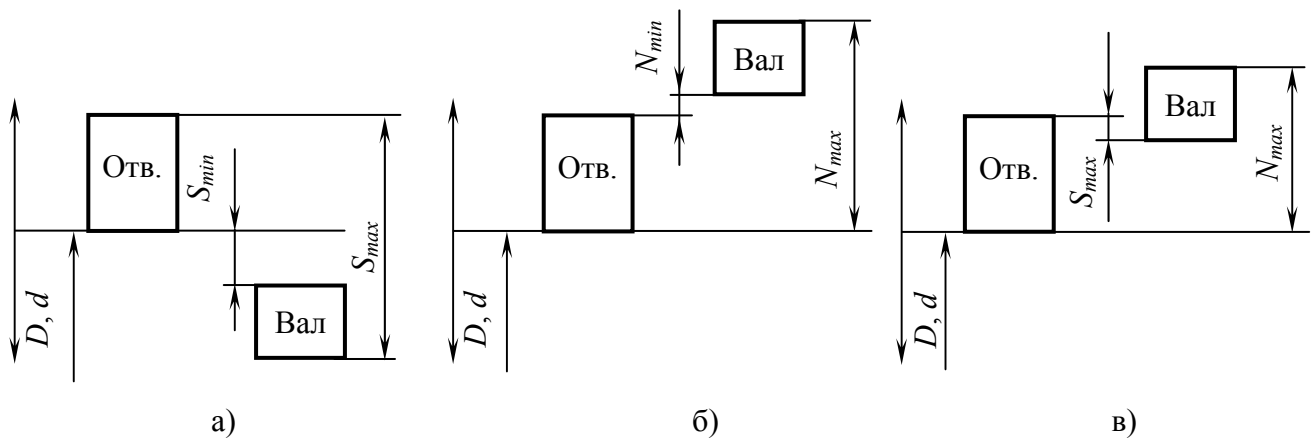


Рис. 1.1. Схемы полей допусков посадок: а – с зазором;
 б – с натягом; в – переходной

Посадки с натягом характеризуются наличием натяга N в соединении вала и отверстия (рис. 1.1, 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. 1.1, 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. 1.1, в), вследствие чего в соединении получают зазор, если действительный размер отверстия больше, чем действительный размер вала; в противном случае в соединении получают натяг.

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. 1.2, 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. 1.2, б).

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

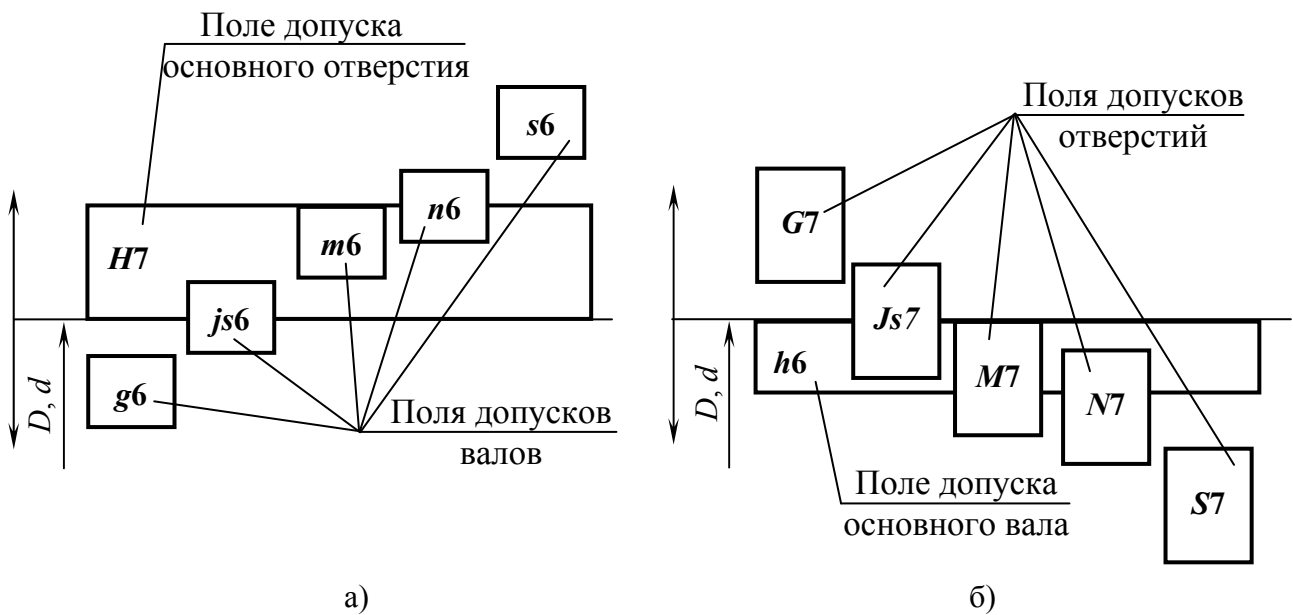


Рис. 1.2. Схемы расположения полей допусков отверстий и валов:

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 (см. раздел 6);

- применение системы отверстия усложняет технологию обработки вала (рис. 1.3, 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. 1.3, 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. 1.3, б). В этом случае вал изготавливают гладким с диаметром $20h6$, а требуемые посадки обеспечивают за счет изготовления отверстий различных диаметров;

– 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;

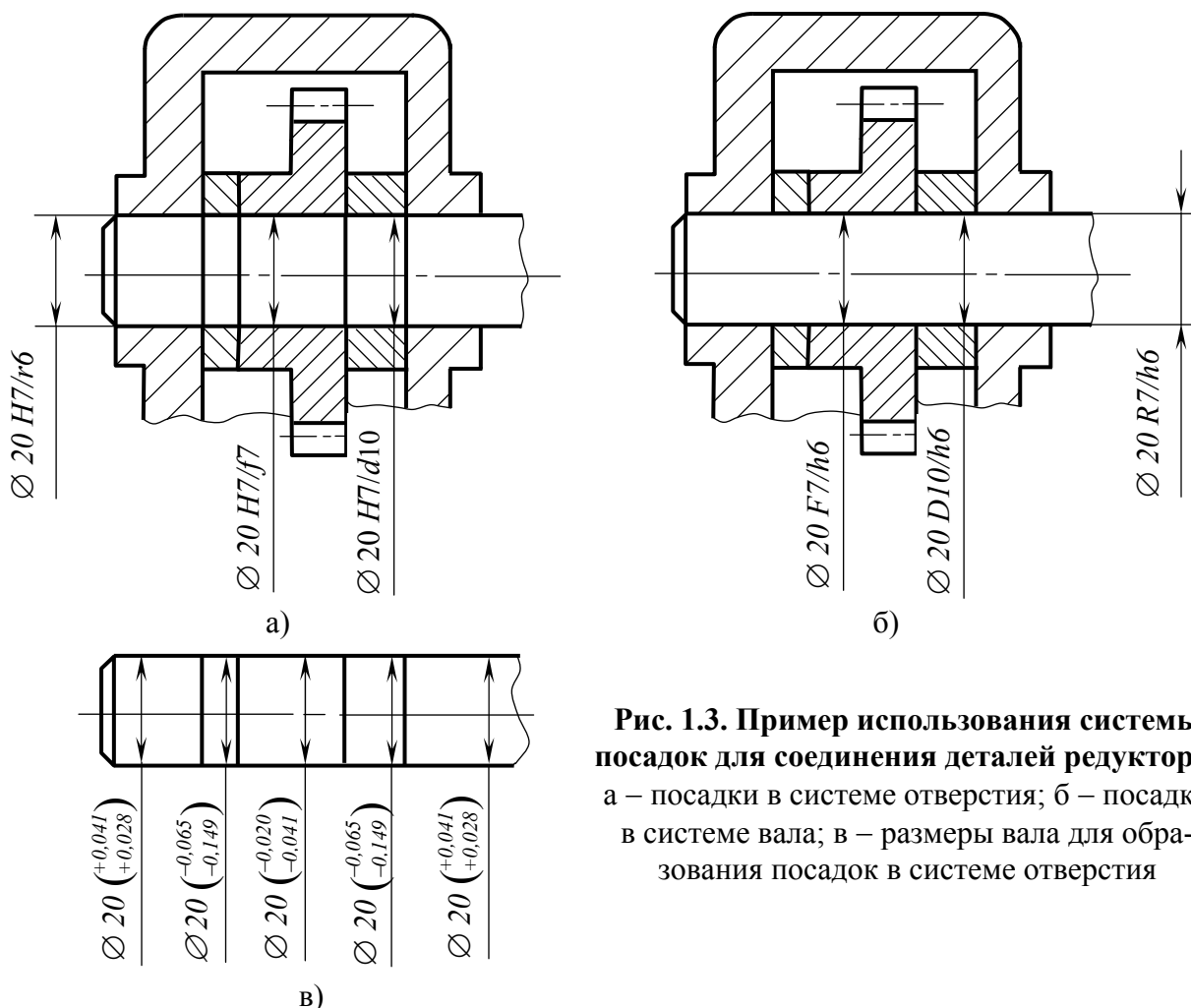


Рис. 1.3. Пример использования системы посадок для соединения деталей редуктора:
 а – посадки в системе отверстия; б – посадки в системе вала; в – размеры вала для образования посадок в системе отверстия

– использование 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. 1.2 и 1.3. 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 [1, 5, 6 и др.].

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.).

Качества 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.).

Качества 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 по-

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

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

Примечание. – предпочтительные посадки.

1.3. 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 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $h4$ | | | | | | | $\frac{G5}{h4}$ | $\frac{H5}{h4}$ | $\frac{Js5}{h4}$ | $\frac{K5}{h4}$ | $\frac{M5}{h4}$ | $\frac{N5}{h4}$ | | | | | |
| $h5$ | | | | | | $\frac{F7}{h5}$ | $\frac{G6}{h5}$ | $\frac{H6}{h5}$ | $\frac{Js6}{h5}$ | $\frac{K6}{h5}$ | $\frac{M6}{h5}$ | $\frac{N6}{h5}$ | $\frac{P6}{h5}$ | | | | |
| $h6$ | | | | $\frac{D8}{h6}$ | $\frac{E8}{h6}$ | $\frac{F7}{h6}$, $\frac{F8}{h6}$ | $\frac{G7}{h6}$ | $\frac{H7}{h6}$ | $\frac{Js7}{h6}$ | $\frac{K7}{h6}$ | $\frac{M7}{h6}$ | $\frac{N7}{h6}$ | $\frac{P7}{h6}$ | $\frac{R7}{h6}$ | $\frac{S7}{h6}$ | $\frac{T7}{h6}$ | |
| $h7$ | | | | $\frac{D8}{h7}$ | $\frac{E8}{h7}$ | $\frac{F8}{h7}$ | | $\frac{H8}{h7}$ | $\frac{Js8}{h7}$ | $\frac{K8}{h7}$ | $\frac{M8}{h7}$ | $\frac{N8}{h7}$ | | | | | $\frac{U8}{h7}$ |
| $h8$ | | | | $\frac{D8}{h8}$, $\frac{D9}{h8}$ | $\frac{E8}{h8}$, $\frac{E9}{h8}$ | $\frac{F8}{h8}$, $\frac{F9}{h8}$ | | $\frac{H8}{h8}$, $\frac{H9}{h8}$ | | | | | | | | | |
| $h9$ | | | | $\frac{D9}{h9}$, $\frac{D10}{h9}$ | $\frac{E9}{h9}$ | $\frac{F9}{h9}$ | | $\frac{H8}{h9}$, $\frac{H9}{h9}$, $\frac{H10}{h9}$ | | | | | | | | | |
| $h10$ | | | | $\frac{D10}{h10}$ | | | | $\frac{H10}{h10}$ | | | | | | | | | |
| $h11$ | $\frac{A11}{h11}$ | $\frac{B11}{h11}$ | $\frac{C11}{h11}$ | $\frac{D11}{h11}$ | | | | $\frac{H11}{h11}$ | | | | | | | | | |
| $h12$ | | $\frac{B12}{h12}$ | | | | | | $\frac{H12}{h12}$ | | | | | | | | | |

Примечание. – предпочтительные посадки.

верхностей 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 корпуса различных механизмов, в соединениях штампованных деталей и деталей из пластмасс и др.).

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?

2. МЕТОДИКА ВЫБОРА ПОСАДОК В ГЛАДКИХ СОЕДИНЕНИЯХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДАМИ АНАЛОГОВ И ПОДОБИЯ

При выполнении задания 1.1 курсовой работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация», а также при проектировании изделий в курсовых и дипломных проектах выбор посадок в гладких соединениях деталей (кроме соединений с подшипниками качения) методами аналогов и подобия осуществляют в следующей последовательности:

- изучают конструкцию изделия и его служебное назначение;
- определяют характер соединений, для чего дают качественную оценку требуемых зазоров (в соединениях подвижных или неподвижных с дополнительным креплением) или натягов (в соединениях неподвижных) и необходимой точности центрирования, например, «Соединение подвижное с высокой точностью центрирования», «соединение неподвижное, неподвижность обеспечивается дополнительным креплением, точность центрирования – невысокая», «соединение неподвижное с небольшим натягом» и др.;

- устанавливают вид посадок (см. подраздел 1.2), учитывая, что зазор необходим в подвижных соединениях и, допустим, в неподвижных соединениях с низкой точностью центрирования (погрешность центрирования деталей в посадках с зазором равна $S/2$) и дополнительным креплением деталей соединения болтами, винтами и т. д., натяг обеспечивает неподвижность деталей соединения за счет сил трения и высокую точность центрирования (погрешность центрирования деталей в посадках с натягом близка к нулю); при высоких требованиях к точности центрирования деталей соединения и необходимости достаточно легкой сборки-разборки соединения назначают переходную посадку, обеспечивающую в зависимости от действительных размеров деталей или небольшой зазор, или небольшой натяг (погрешность центрирования в таких посадках либо мала, так как мал зазор, либо близка к нулю);

- находят описания посадок, отвечающих установленным требованиям, в разделах 3, 5 настоящего пособия, в справочной или другой научно-технической литературе [1-9 и др.]; изучают характеристики и области применения рекомендуемых посадок; используя метод подобия, выбирают посадки для соединений деталей в заданном или проектируемом изделии;

- уточняют выбранные посадки (если есть такая возможность), используя примеры назначения посадок в конкретных изделиях, приведенные в разделах 6-8 настоящего пособия, в другой справочной и научно-технической литературе, а также конструкторскую документацию на подобные изделия; эти же примеры и документация могут быть использованы для назначения посадок методом аналогов при полной тождественности условий работы рассматриваемого и приведенного в примере или имеющегося в конструкторской документации соединения.

Выбирая посадки методами аналогов и подобия, следует помнить о том, что предпочтительной является система отверстия. Посадки в системе вала используют достаточно редко. Основания к применению системы вала приведены в подразделе 1.3.

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 $h8$ (посадки в соединениях со стандартными штифтами приведены в разделе 7), 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 (см. раздел 5).

Посадки подшипников качения в корпус и на вал выбирают, руководствуясь ГОСТ 3325 или рекомендациями по применению этого стандарта, изложенными в разделе 4 настоящего пособия или другой научно-технической литературе.

Примеры выбора посадок методом подобия приведены в разделах 3, 4, 5 настоящего пособия, а примеры посадок в конструкциях различных редукторов (в том числе коробок скоростей и подач металлорежущих станков, коробок перемены передач автомобилей), станочных приспособлений (кондукторных, делительных и др.), штамповой оснастки – в разделах 6-8.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОСАДОК ДЛЯ ГЛАДКИХ СОЕДИНЕНИЙ

3.1. Посадки с зазором

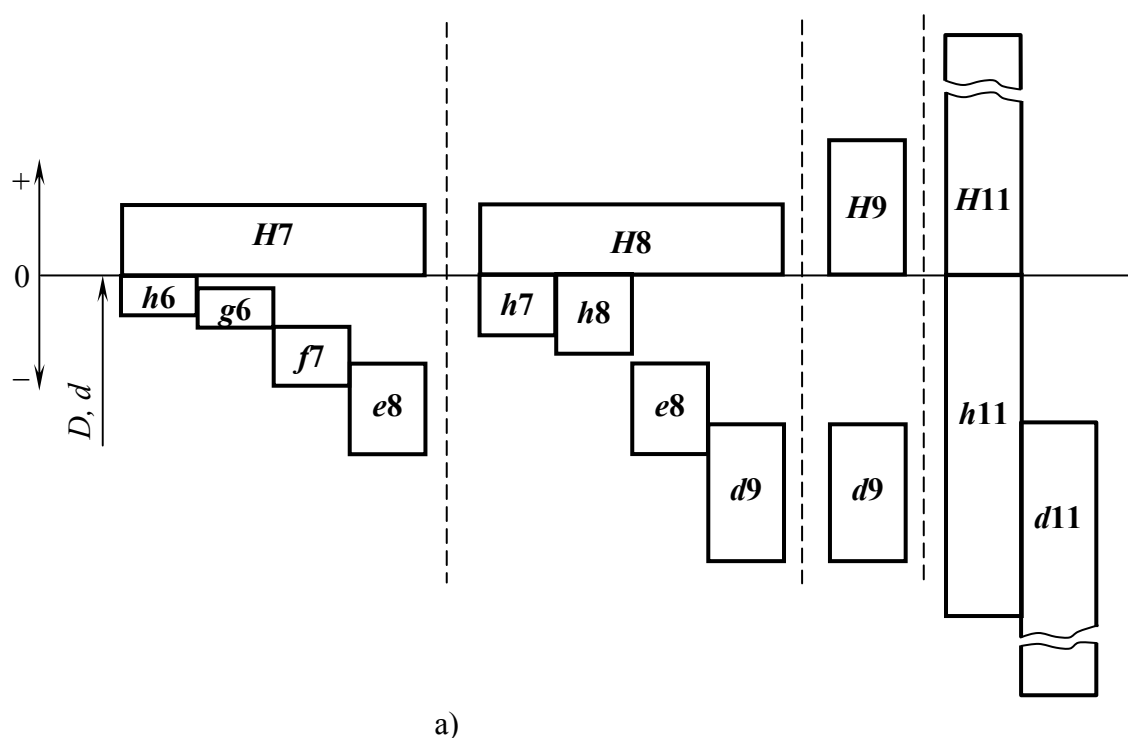
Посадки с зазором применяют в двух случаях:

– в подвижных соединениях, в которых детали в процессе работы перемещаются в осевом направлении или вращаются относительно друг друга;

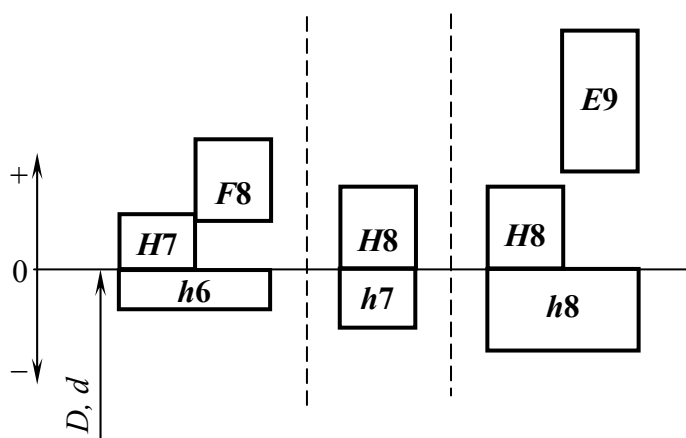
– в неподвижных легкоразъемных соединениях при низких требованиях к точности центрирования соединяемых деталей; неподвижность таких соединений достигается креплением деталей винтами, болтами и т.д.

В подвижных соединениях зазор S должен быть достаточным для свободного и легкого относительного перемещения или вращения деталей, размещения слоя смазки между деталями, компенсации температурных и силовых деформаций, отклонений формы и расположения поверхностей, погрешностей сборки соединяемых деталей.

При назначении посадок с зазором методами аналогов и подобия используют нижеприведенные рекомендации [1, 5, 6 и др.], выбирая к применению в первую очередь предпочтительные посадки (рис. 3.1).



а)



б)

Рис. 3.1. Схемы полей допусков предпочтительных посадок с зазором:
а – в системе отверстия;
б – в системе вала

3.1.1. Посадки H/h

Посадки H/h установлены во всех квалитетах (4-12), используемых для нормирования точности размеров сопрягаемых элементов деталей и характеризуются гарантированным зазором, равным нулю ($S_{min} = 0$). Их применяют:

- для подвижных соединений деталей, требующих точного направления при медленном возвратно-поступательном движении, реже – точного центрирования при медленном вращательном движении; для подвижных соединений, детали которых должны легко перемещаться или проворачиваться относительно друг друга при настройке, регулировке, затяжке в рабочее положение и т. п.;
- для неподвижных разборных соединений, в которых относительная неподвижность деталей обеспечивается креплением винтами, болтами и др.

Посадки $H5/h4$, $H6/h5$ используют для точного центрирования соединяемых деталей, например, для соединения пиноли с корпусом задней бабки токарного станка, установки измерительных зубчатых колес на шпинделях зубоизмерительных приборов, соединения фиксатора с отверстием делительного диска.

Посадки $H7/h6$ используют при высоких требованиях к точности центрирования и направления. Их иногда применяют для подвижных соединений с короткими рабочими ходами с целью повышения точности направления вместо посадки с гарантированным зазором $H7/g6$. Посадки $H7/h6$ используют, например, для установки сменных шестерен на валах металлорежущих станков, корпусов подшипников качения, стаканов (рис. 3.2), поршней в цилиндрах пневматических инструментов, установочных колец в электроаппаратах и машинах, кулачковых шайб на валах электроаппаратов, фрикционных муфт, регулируемых установочных элементов приспособлений и др.

Посадку $H8/h7$ используют при несколько сниженных, по сравнению с предыдущей посадкой, требованиях к точности центрирования и направления и при большой длине соединения, например, для соединения сменных измерительных наконечников со стержнем прибора. Эта посадка обеспечивает большую легкость сборки и регулирования узла.

Посадки $H8/h8$, $H8/h9$, $H9/h8$, $H9/h9$ применяют в случае невысоких требований к соосности при небольших и «спокойных» нагрузках для облегчения сборки и разборки, для легкорегулируемых деталей. Эти посадки широко применяют для соединения неподвижно закрепляемых деталей, например, центрирующих частей машин, используемых в качестве корпусов подшипников, шкивов, муфт, зубчатых колес и других деталей с валами при передаче крутящего момента шпонкой, осей в корпусах (рис. 3.3), кронштейнах, вилках, фланцевых соединений, поршней на штоках пневмо- и гидроцилиндров, а также в подвижных соединениях – при медленных или редких вращательных и поступатель-

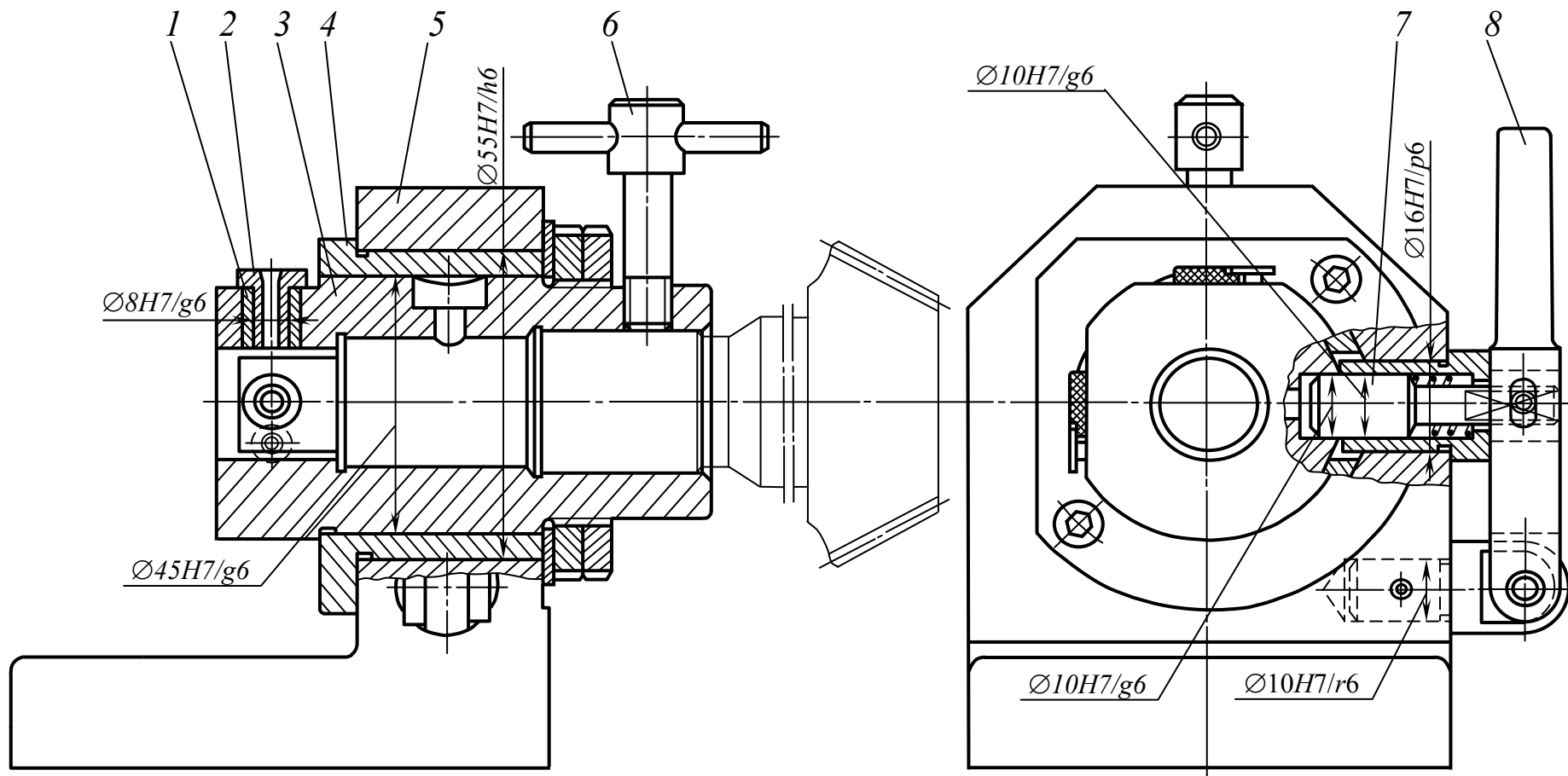


Рис. 3.2. Примеры посадок в соединениях деталей приспособления для сверления:

- 1 – кондукторная втулка постоянная; 2 – кондукторная втулка сменная;
 3 – оправка; 4 – стакан; 5 – корпус; 6 – винт; 7 – фиксатор; 8 – рукоятка

ных перемещениях, например, для установки передвижных кронштейнов на колоннах приборов, закрепляемых винтовым зажимом, ползунов на штоках включающих механизмов, поршней и поршневых золотников в цилиндрах.

Посадки $H10/h9$, $H10/h10$ используют вместо посадки $H9/h9$, если условия работы позволяют снизить точность соединения.

Посадки $H11/h11$, $H12/h12$ применяют для неподвижных соединений низкой точности, например, для соединений крышек и корпусов арматуры рукояток в гнездах (рис. 3.4, а), соединений деталей, подлежащих клепке, сварке и пайке и др. В подвижных соединениях эти посадки применяют для неответственных шарниров и роликов, вращающихся на осях, для соединений, в которых одна деталь перемещается относительно другой при регулировке или затяжке и др.

Рис. 3.3. Примеры посадок в соединениях деталей обоймы грузоподъемного механизма: 1 – подвеска; 2, 5 – ось; 3 – вилка; 4 – втулка; 6 – планка; 7 – кольцо

3.1.2. Посадки H/g (G/h)*

Посадки H/g (G/h) установлены в точных квалитетах 4-7 (точность изготовления валов – 4-6 квалитеты, отверстий – 5-7 квалитеты) и характеризуются минимальными гарантированными зазорами. Их используют в точных подвижных соединениях при высоких требованиях к плавности работы и (или) герме-

* Здесь и далее посадки указаны в системе отверстия и в системе вала (последние – в скобках).

а)

б)

в)

г)

Рис. 3.4. Примеры посадок с зазором и переходных в соединениях деталей станочных приспособлений: а – механизм поворота; б – прижим; в – фиксатор делительного механизма; г – механизм перемещения каретки

точности соединений, работающих при небольшой скорости движения и малых нагрузках; при реверсивных движениях во избежание ударов; для точного направления при коротких рабочих ходах; для легкой установки и точного центрирования сменных деталей.

Посадки $H5/g4$ ($G5/h4$) и $H6/g5$ ($G6/h5$), как дорогостоящие, применяются достаточно редко в особо точных механизмах, например, плунжерных и золотниковых парах, подшипниках скольжения делительных приспособлений (головок, столов и др.), подшипниках точных шатунных механизмов.

Посадка $H7/g6$ ($G7/h6$) используется вместо посадок $H5/g4$ и $H6/g5$, в случаях, допускающих снижение требований к точности центрирования деталей подвижных соединений. Эту посадку применяют в соединениях подвижных (передвижных) зубчатых колес и валов коробок скоростей, шатунной головки и шейки коленчатого вала, шпинделей точных станков, делительных головок и их опор, ползунов и направляющих долбежных станков; для установки сменных кондукторных втулок в кондукторные плиты (см. рис. 3.2, 3.5) и заготовок на установочные пальцы приспособлений, а также для установки других подвижных элементов приспособлений (см. рис. 3.2, 3.4, б) с высокой точностью центрирования.

Рис. 3.5. Примеры посадок в соединениях деталей приспособления для сверления отверстия в шатуне: 1 – втулка; 2 – кондукторная плита; 3 – кондукторная втулка постоянная; 4 – кондукторная втулка сменная; 5 – опора подвижная; 6 – шатун; 7 – опора неподвижная; 8 – корпус; 9 – скалка

3.1.3. Посадки H/f (F/h)

Посадки H/f (F/h) установлены в квалитетах 6 – 9 и характеризуются умеренными гарантированными зазорами, достаточными для обеспечения свободного вращения в подшипниках скольжения, работающих при умеренных скоростях и нагрузках.

Посадки $H6/f6$ ($F6/h6$, $F7/h5$) используют при повышенных требованиях к точности центрирования сопрягаемых деталей, например в золотниковых парах гидропередатчиков легковых автомобилей, точных подвижных элементах приспособлений (рис. 3.4, в).

Посадки $H7/f7$ ($F7/h6$) $H8/f7$ ($F8/h6$, $F8/h7$), $H8/f8$ ($F8/h8$) используют в подшипниках скольжения при умеренных частотах вращения и нагрузках, например, в подшипниках коробок передач, подшипниках зубчатых колес и шкивов, свободно вращающихся на валах (см. рис. 1.3, а, б, 3.3), подшипниках центробежных и шестеренных насосов, коренных подшипниках двигателей внутреннего сгорания и поршневых компрессоров. Эти посадки применяют для установки подвижных шестерен, включаемых муфтами, поршней в цилиндрах компрессоров и тормозных цилиндрах автомобилей, гильз в блоках цилиндров двигателей внутреннего сгорания, штоков поршней в направляющих втулках станочных приспособлений и других изделий (рис. 3.6), подвижных элементов приспособлений (см. рис. 3.5, 3.7), поршней в пневмоцилиндрах при наличии уплотнительных колец и др.

Посадки $H8/f9$ ($F9/h8$), $H9/f8$ ($F9/h8$), $H9/f9$ ($F9/h9$) применяют для крупных подшипников в тяжелом машиностроении, для многоопорных валов, валов с далеко расставленными опорами, для установки свободно вращающихся деталей при невысокой точности центрирования, для удобства сборки неподвижных соединений. Примерами использования таких посадок являются посадки в соединениях поршней с цилиндрами паровых машин, крышек с цилиндрами, зубчатых колес и других деталей, свободно вращающихся на валах и включаемых муфтами сцепления, штоков поршней с направляющими втулками пневмоцилиндров и др.

3.1.4. Посадки H/e (E/h)

Посадки H/e (E/h) установлены в квалитетах 6-9 (по 6 квалитету изготавливают только вал для образования посадки $E8/h6$). Эти посадки характеризуются значительными гарантированными зазорами, обеспечивающими свободное вращение при повышенных режимах работы. Их применяют также при осложненных условиях монтажа деталей, например, при установке валов в далеко разнесенные опоры или в несколько (больше двух) опор, при увеличенной

Рис. 3.6. Примеры посадок в соединениях деталей гидроцилиндра: 1 – цилиндр; 2 – шток; 3 – поршень; 4 – прокладка; 5 – втулка; 6 – крышка

длине соединений. В неподвижных соединениях такие посадки применяют для обеспечения значительных зазоров, требуемых для установки и (или) регулировки деталей.

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

Посадки $H7/e8$ ($E8/h7$), $H8/e8$ ($E8/h8$) являются посадками средней точности. Их применяют в подшипниках жидкостного трения для валов турбогенераторов, больших электромашин, центробежных насосов, коленчатых и распределительных валов двигателей внутреннего сгорания, для установки блоков зубчатых колес заднего хода на осях в коробках перемены передач грузовых авто-

Рис. 3.7. Примеры посадок в соединениях деталей многошпиндельной сверлильной головки: 1 – скалка; 2 – направляющая втулка; 3 – корпус; 4 – втулка; 5 – плита; 6 – кольцо; 7 – шпиндель; 8 – зубчатое колесо; 9 – подшипник качения

мобилей, стержней вилок переключения в направляющих, подвижных элементов приспособлений к металлорежущим станкам, не требующим высокой точности центрирования (см. рис. 3.4, г), для поршней пневмо- и гидроцилиндров и в других случаях.

Посадки $H8/e9$, $H9/e8$, $(E9/h8)$, $H9/e9$, $(E9/h9)$ являются посадками пониженной точности и используются примерно там же, где и посадки $H9/f9$ ($F9/h9$). Применяются в менее ответственных подшипниках скольжения для вращательного или поступательного перемещения. В неподвижных соединениях их используют при относительно невысоких требованиях к точности центрирования в случаях, требующих увеличенных гарантированных зазоров для компенсации отклонений расположения поверхностей сопрягаемых деталей, температурных деформаций и др. (см. рис. 3.3).

3.1.5. Посадки H/d (D/h)

Посадки H/d (D/h) характеризуются большими гарантированными зазорами, позволяющими компенсировать значительные отклонения расположения сопрягаемых поверхностей и температурные деформации, обеспечить свободное перемещение деталей при сборке, регулировке и эксплуатации машин.

Посадки $H7/d8$ ($D8/h6$, $D8/h7$), $H8/d8$ ($D8/h8$) предназначены в основном для точных подвижных соединений при тяжелых режимах работы и больших температурных деформациях. Их применяют в подшипниках скольжения турбин, шаровых мельниц, валков прокатных станов, быстроходных трансмиссий, для установки впускных и выпускных клапанов в направляющих втулках двигателей внутреннего сгорания, быстроходных холостых шкивов и зубчатых колес на оси различных механизмов, в соединениях штока с крышкой механизма переключения передач автомобилей и др.

Посадки $H8/d9$ ($D9/h8$), $H9/d9$ ($D9/h9$), $H10/d10$ ($D10/h9$, $D10/h10$) предназначены для соединений при невысоких требованиях к точности центрирования, например, для установки трансмиссионных валов в подшипники скольжения, поршней в цилиндры компрессоров, клапанных коробок в корпусах компрессоров и др. (см. рис. 3.3).

Посадки $H11/d11$ ($D11/h11$) используют в соединениях, не требующих перемещения в подвижных и точности центрирования в неподвижных соединениях. Большой гарантированный зазор позволяет компенсировать значительные отклонения расположения сопрягаемых поверхностей и температурные деформации, наносить защитные покрытия, обеспечить подвижность соединений, работающих в условиях запыления или загрязнения.

Эти посадки применяют, например, в шарнирных соединениях тяг, для установки распорных втулок на валах, роликов на осях и др.

3.1.6. Посадки H/c (C/h), H/b (B/h), H/a (A/h)

Посадки H/c (C/h) установлены в квалитетах 7 – 11 (по 7 квалитету выполняют отверстие только в посадке $H7/c8$), а посадки H/b (B/h), H/a (A/h) – только в грубых квалитетах 11, 12. Посадки в грубых квалитетах применяют для соединений малой точности, где большие зазоры необходимы для компенсации погрешностей расположения поверхностей сопрягаемых деталей (отклонений от симметричности, соосности, параллельности, перпендикулярности и др.), температурных деформаций, водо- и маслопоглощения в соединениях деталей из пластмасс, для обеспечения свободного движения в условиях загрязнения и запыления.

Посадки в более точных квалитетах ($H7/c8$ и $H8/c8$) применяют в отдельных случаях, обоснованных расчетом, в достаточно точных подвижных соединениях, работающих при особо тяжелых нагрузках и (или) высоких температурах,

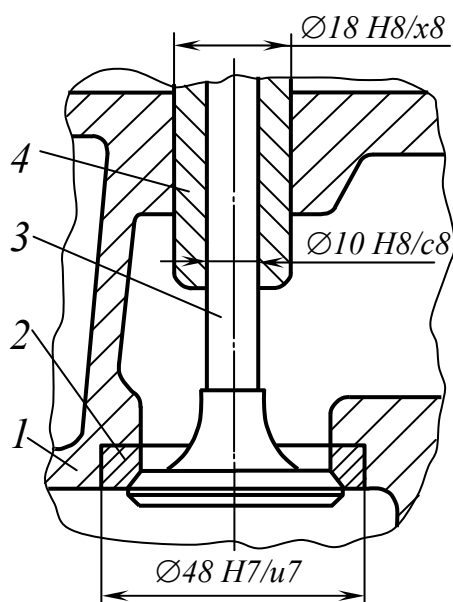


Рис. 3.8. Выпускной клапан двигателя внутреннего сгорания автомобиля:
1 – головка блока цилиндров; 2 – седло клапана; 3 – клапан; 4 – втулка клапана

способствующих уменьшению рабочего зазора из-за температурных деформаций деталей. Примеры применения таких посадок: поршни в цилиндрах и выпускные клапаны в направляющих втулках в двигателях внутреннего сгорания (рис. 3.8), тяжело нагруженные валы в подшипниках скольжения в прокатных станах, крупных турбинах, насосах, компрессорах и т. п.

Посадки $H11/c11$ ($C11/h11$), $H11/b11$ ($B11/h11$) применяют для установки крышек подшипников, валов в подшипниках в сельскохозяйственных машинах, собачек пусковых рычагов, валов тормозных тяг и других деталей на осях, в соединениях деталей под припой.

Посадки $H12/b12$ ($B12/h12$) используют для установки сменных рычагов и рукояток, грубообработанных или необработанных валов в подшипниках скольжения сельскохозяйственных машин, в неотчетственных шарнирных соединениях (например, откидных болтов) и др.

Посадки $H11/a11$ ($A11/h11$) применяют, например, в соединениях рессорных и тормозных валов и др.

3.2. Посадки переходные

Переходные посадки предназначаются для неподвижных соединений деталей при легкой сборке и разборке и высокой точности центрирования. Относительная неподвижность деталей в таких соединениях и передача сил и моментов обеспечивается шпонками, штифтами, стопорными винтами и другими крепежными средствами. В переходных посадках возможно получение как зазоров, так и натягов, причем величина их достаточно мала. Это и позволяет сочетать высокую точность центрирования и относительно легкие (от руки или с помощью молотка) сборку и разборку соединения.

Системой допусков и посадок предусмотрены несколько групп переходных посадок, различающихся вероятностью получения натягов или зазоров (табл. 3.1) [5]. Чем больше вероятность получения натяга, тем более прочной является посадка. Более прочные посадки назначают для более точного центрирования деталей, при ударных и вибрационных нагрузках, иногда – при необходимости обеспечить неподвижное соединение деталей без дополнительного крепления. Однако 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.

3.1. Процент натягов P_N для переходных посадок (для размеров от 1 до 500 мм) [5]

| Группа посадок | Посадка в системе | | Процент натягов P_N , % | Группа посадок | Посадка в системе | | Процент натягов P_N , % |
|----------------|-------------------|----------|---------------------------|----------------|-------------------|---------|-----------------------------------|
| | отверстия | вала | | | отверстия | вала | |
| 1 | $H5/js4$ | – | 0,5 – 1 | 3 | $H5/m4$ | $M5/h4$ | 99,93–99,98 (96) |
| | – | $Js5/h4$ | 3 – 6 | | $H6/m5$ | $M6/h5$ | 94–99 (80) |
| | $H6/js5$ | – | 0,5 – 0,8 | | $H7/m6$ | $M7/h6$ | 80–85 (50) |
| | – | $Js6/h5$ | 4 – 5 | | $H8/m7$ | $M8/h7$ | 60–71 (50) |
| | $H7/js6$ | – | 0,5 – 0,6 | 4 | $H5/n4$ | $N5/h4$ | Посадки с гарантированным натягом |
| | – | $Js7/h6$ | 5 – 6 | | $H6/n5$ | $N6/h5$ | |
| | $H8/js7$ | – | 0,6 – 0,7 | | $H7/n6$ | $N7/h6$ | 99,1 – 99,6 (85) |
| | – | $Js8/h7$ | 4 – 5 | | $H8/n7$ | $N8/h7$ | 88 – 93 (76) |
| 2 | $H5/k4$ | $K5/h4$ | 38 – 68 (27) | | | | |
| | $H6/k5$ | $K6/h5$ | 38 – 50 (20) | | | | |
| | $H7/k6$ | $K7/h6$ | 24 – 34 (15) | | | | |
| | $H8/k7$ | $K8/h7$ | 24 – 29 | | | | |

Переходные посадки установлены только в точных квалитетах: отверстия для переходных посадок изготавливают по 5–8, а валы – по 4–7 квалитетам. При этом предпочтительные посадки предусмотрены только в квалитетах 7 (отверстия) и 6 (валы) (рис. 3.9).

Рекомендации по применению переходных посадок [1, 5, 6 и др.] приведены ниже.

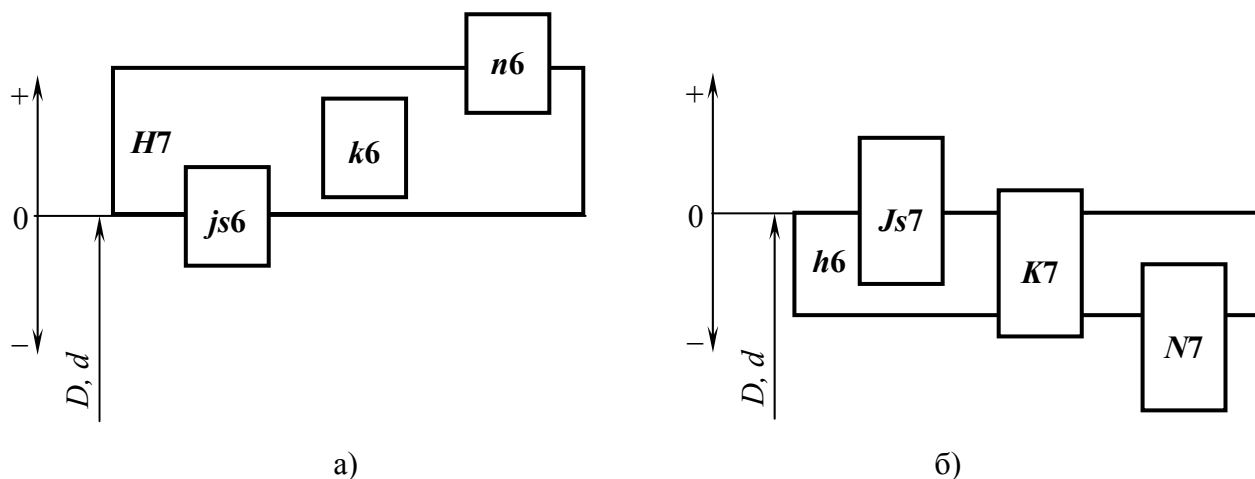


Рис. 3.9. Схемы полей допусков предпочтительных переходных посадок:
а – в системе отверстия; б – в системе вала

3.2.1. Посадки H/js (Js/h)

Для этих посадок наиболее вероятно получение зазора в соединении, но возможны и небольшие натяги, поэтому для сборки и разборки соединений необходимо предусматривать применение небольшого усилия: обычно достаточно использования деревянного молотка. Эти посадки применяют при необходимости частой сборки и разборки соединений, если точность центрирования деталей соединения допускает небольшие зазоры. Посадки H/js (Js/h) применяют также при относительно большой длине соединений (свыше трех – четырех диаметров) или когда сборка и разборка затруднены компоновкой узла, массой и размерами деталей.

Посадки $H5/js4$ ($Js5/h4$) требуют больших затрат для изготовления деталей и применяются достаточно редко для обеспечения высокой точности центрирования в ответственных соединениях машин и приборов.

Посадки $H6/js5$ ($Js6/h5$) являются посадками повышенной точности и используются, например, для соединений деталей машин высокой точности: металлорежущих станков, электрических машин и др.

Посадки $H7/js6$ ($Js7/h6$) являются предпочтительными (см. рис. 3.9); их достаточно часто применяют, например, при установке гильзы в корпусе шпин-

дельной головки расточных станков, зубчатых колес на валах шлифовальных и шевинговальных станков, съемных муфт на валах малых электромашин, стаканов под подшипники качения в редукторах (рис. 3.10) и узлах металлорежущих станков и др.

Посадки $H8/js7$ ($Js8/h7$) применяют для обеспечения достаточно точного центрирования передней крышки электродвигателя при установке ее в корпус, в соединениях центрирующих элементов полумуфт.

Рис. 3.10. Примеры посадок в соединениях деталей редуктора: 1 – вал; 2 – втулка распорная; 3 – крышка; 4 – стакан; 5 – корпус; 6 – подшипник качения; 7 – вал-шестерня; 8 – втулка; 9 – крышка закладная; 10 – кольцо распорное

3.2.2. Посадки H/k (K/h)

Посадки H/k (K/h) являются наиболее часто применяемыми переходными посадками. Вероятности получения натягов и зазоров в таких соединениях примерно одинаковы (см. табл. 3.1). Сборка и разборка соединений производится без значительных усилий, например, при помощи ручных молотков.

Посадки $H5/k4$ ($K5/h4$), $H6/k5$ ($K6/h5$) имеют ограниченное применение в ответственных соединениях высокоточных приборов и приспособлений (см. рис. 3.4, б).

Посадки $H7/k6$ ($K7/h6$) являются предпочтительными и широко распространенными. Их применяют чаще других посадок в соединениях шкивов, муфт, маховиков, зубчатых колес с валами при передаче крутящего момента шпонками (см. рис. 3.7 и 3.10) и штифтами, для установки рычагов, эксцентриков на валах, подшипниковых втулок в корпусах и других изделиях.

Посадки $H8/k7$ ($K8/h7$) используют при пониженных требованиях к точности центрирования, например, в соединениях деталей сельскохозяйственных машин.

3.2.3. Посадки H/m (M/h)

Эти посадки характеризуются большой вероятностью получения в соединениях натягов (см. табл. 3.1). Так как величина натяга, обеспечиваемого этими посадками, сравнительно мала, их применяют при статических или незначительных динамических нагрузках, когда сборка–разборка соединений производится редко. По этой же причине такие соединения нельзя применять для передачи значительных сил или крутящих моментов без дополнительного крепления. При длине сопряжения, превышающей 1,5 диаметра, посадки H/m могут заменять посадки H/n .

Посадки $H5/m4$ ($M5/h4$), $H6/m5$ ($M6/h5$) – это посадки повышенной точности, их практикуют в соединениях деталей приспособлений и приборов высокой точности, например, втулок фиксаторов станочных приспособлений.

Посадки $H7/m6$ ($M7/h6$) используют в соединениях зубчатых колес и валов редукторов, штифтов и фиксируемых ими деталей, тонкостенных длинных втулок с корпусами и плитами, втулок с корпусами из цветных металлов. Поля допусков $m6$ и $M7$ не являются предпочтительными и при возможности должны заменяться ближайшими предпочтительными полями допусков.

Посадки $H8/m7$ ($M8/h7$) – это посадки пониженной точности. Встречаются достаточно редко, например, в механизмах перемещения узлов некоторых оптико-механических приборов.

3.2.4. Посадки H/n (N/h)

Посадки H/n обеспечивают наиболее плотные соединения и характеризуются наибольшими средними натягами из всех переходных посадок. Натяг, вероятный у большинства таких соединений (см. табл. 3.1), позволяет передавать силы и моменты средней величины без дополнительного крепления при спокойных условиях работы. Соединения с посадками H/n собирают под прессом. Разборка производится лишь при капитальном ремонте. Посадки H/n применяют, например, для установки зубчатых колес, кулачковых муфт, кривошипов, постоянных кондукторных втулок (см. рис. 3.5, 3.7) и установочных пальцев в приспособлениях, тонкостенных втулок (подшипников скольжения) в корпусах, направляющих втулок штоков пневмо- и гидроцилиндров, подвижных элементов приспособлений (см. рис. 3.7) и др.

3.3. Посадки с натягом

Посадки с натягом предназначены для получения неподвижных неразъемных соединений. Относительная неподвижность деталей в этом случае обеспечивается за счет сил трения, возникающих на контактирующих поверхностях вследствие их деформации, создаваемой натягом при сборке соединения.

Посадки с натягом применяют для передачи крутящих моментов и для работы в условиях значительных динамических нагрузок. Выбор посадки производится из условия обеспечения прочности соединений при минимальном натяге и прочности деталей при максимальном натяге.

Как и переходные посадки, посадки с натягом установлены только в точных квалитетах: отверстия для посадок с натягом изготавливают по 6–8, а валы – по 5–8 квалитетам. Предпочтительных посадок – всего четыре (рис. 3.11) в квалитетах 7 (отверстие) и 6 (вал).

Выбрать посадку с натягом можно, используя рекомендации [1, 5, 6 и др.], приведенные ниже.

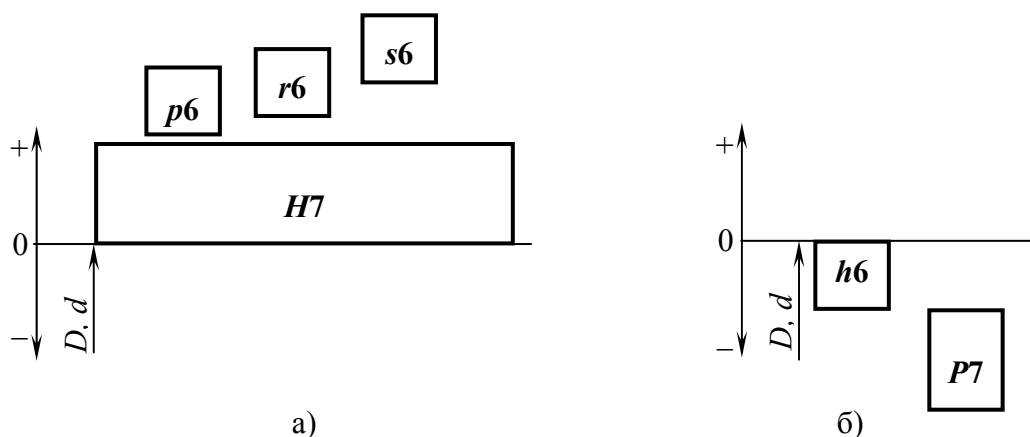


Рис. 3.11. Схемы полей допусков предпочтительных посадок с натягом:

а – в системе отверстия; б – в системе вала

3.3.1. Посадки H/p (P/h)

Такие посадки характеризуются минимальными гарантированными натягами и установлены в наиболее точных квалитетах: отверстия изготавливают по 6, 7, а валы – по 5, 6 квалитетам. Посадки H/p (P/h) применяют для передачи небольших крутящих моментов или осевых сил, а также в тех случаях, когда детали изготавливают из недостаточно прочных материалов или детали имеют слишком тонкие стенки. При наличии дополнительного крепления эти посадки часто используют для установки на валах тяжелонагруженных или быстровращающихся деталей.

Посадки $H6/p5$ ($P6/h5$) применяют в соединениях высокой точности, когда недопустимы значительные колебания натягов, например, для установки тонкостенных легкоповреждаемых втулок при относительно больших длинах.

Посадки $H7/p6$ ($P7/h6$) являются предпочтительными для данного типа посадок (см. рис. 3.11); их достаточно часто используют для установки различных деталей; втулок и колец в корпусах (см. рис. 3.2, 3.3, 3.6), уплотнительных колец на валах и в корпусах, зубчатых колес на валах редукторов, шестеренных насосов при передаче крутящего момента шпонкой и др.

3.3.2. Посадки H/r (R/h), H/s (S/h), H/t (T/h)

Эти посадки обеспечивают получение натягов средней величины. Соединения с такими посадками могут передавать довольно значительные крутящие моменты и усилия без дополнительного крепления. В некоторых случаях, когда применение посадок с большими натягами недопустимо по условиям прочности деталей, посадки данной группы применяют и в соединениях, воспринимающих тяжелые нагрузки, но с дополнительным креплением. Сборку соединений осуществляют как под прессом, так и с термовоздействием (нагревом втулки или охлаждением вала).

Посадки $H6/r5$, $H6/s5$ применяют в точных соединениях, когда требования прочности соединения, с одной стороны, и прочности деталей соединения, с другой стороны, не допускают значительных колебаний натяга. Эти посадки применяют в неподвижных соединениях без дополнительного крепления, например, для установки втулок на валах электромашин, в отверстиях зубчатых колес, шкивов, шатунов и др.

Посадки $H7/r6$ ($R7/h6$), $H7/s6$ ($S7/h6$), $H7/s7$, $H8/s7$, $H7/t6$ ($T7/h6$) являются посадками средней точности в данной группе посадок. Две из них – $H7/r6$ и $H7/s7$ – предпочтительные (см. рис. 3.11). Эти посадки используют для установки втулок в зубчатые колеса и корпуса при тяжелых и ударных нагрузках, в головки шатунов компрессоров, зубчатых колес на валах коробок скоростей то-

карных станков, упоров и установочных пальцев станочных приспособлений (см. рис. 3.5). При передаче значительных нагрузок с ударами и вибрациями в соединениях с такими посадками необходимо дополнительное крепление, например, крепление винтами зубчатого венца на ступице червячного колеса (рис. 3.12) или шпонкой для передачи крутящего момента, например, при установке зубчатых колес на валы коробок передач грузовых автомобилей.

Рис. 3.12. Примеры посадки в соединении ступицы червячного колеса с валом и зубчатым венцом

3.3.3. Посадки H/u (U/h), H/x , H/z

Посадки H/u (U/h), H/x , H/z характеризуются большими гарантированными натягами и предназначены для передачи больших сил и моментов при тяжелых условиях работы без дополнительного крепления. Для уменьшения колебания натяга в партии изделий практикуют сортировку деталей соединений и их селективную сборку.

Сборку соединений с такими посадками осуществляют обычно с термовоздействием (нагревом втулки или охлаждением вала), но в ряде случаев – и механической запрессовкой.

Посадки $H7/u7$ ($U8/h7$), $H8/u8$ получили наибольшее распространение из посадок рассматриваемой группы. Их используют в неподвижных соединениях несъемных полумуфт с валами, зубчатых бронзовых венцов со стальными ступицами, коротких втулок со ступицами свободно вращающихся зубчатых колес, полуосей с кожухами при малой длине соединений (рис. 3.13) и в других соединениях (см. рис. 3.8), требующих значительных натягов.

Посадки $H8/x8$ и $H8/z8$ применяют в соединениях, работающих при переменных, с ударами и вибрациями нагрузках. Детали соединений с такими посадками должны допускать большие напряжения в материале в процессе эксплуатации. Например, эти посадки используют для установки направляющих втулок клапанов двигателей внутреннего сгорания (см. рис. 3.8). В некоторых случаях такие посадки используют для соединений стальных деталей с деталями из легких сплавов или пластмасс.

Рис. 3.13. Пример посадок в соединении полуоси с кожухом

Пример 1. Назначить посадки методом аналогии в соединениях деталей шестеренного насоса (рис. 3.14): втулки 4 с корпусом 5 – $\varnothing 22$ мм, вала 6 со втулкой 4 – $\varnothing 16$ мм и вала 6 с шестерней 8 – $\varnothing 16$ мм.

Втулка 4 является вкладышем подшипника скольжения и неподвижно без дополнительного крепления установлена в корпусе 5 шестеренного насоса. Втулка 4 является тонкостенной деталью, поэтому использовать посадку с гарантированным натягом нецелесообразно, так как возникшие при сборке соединения напряжения могут привести к деформации втулки и существенному уменьшению зазора в подшипнике скольжения. Сравнивая условия работы соединения с рекомендациями (см. п. 3.2), назначаем предпочтительную переходную посадку с преимущественным натягом в системе отверстия $\varnothing 22 H7/n6$. Эта посадка характеризуется максимальным натягом $N_{max} = 0,028$ мм и максимальным зазором $S_{max} = 0,006$ мм (рис. 3.15, а). Вероятность образования натяга в этом соединении составляет более 99 % (см. табл. 3.1).

Вал 6 свободно вращается во втулке 4 предположительно при умеренных режимах работы (частоте вращения и нагрузках), образуя подшипник скольжения. Сравнивая условия работы соединения с рекомендациями (см. п. 3.1), устанавливаем, что для этого соединения могут быть использованы предпочтительные посадки с зазором $H7/f7$ или $F8/h6$. Так как вал 6 соединен по гладкой поверхности $\varnothing 16$ мм со втулкой 4 и шестерней 8, при назначении посадок в соединениях вала с этими деталями необходимо использовать систему вала. Исходя из изложенного, в соединении вала 6 со втулкой 4 назначаем посадку с зазором в системе вала $\varnothing 16 F8/h6$. Эта посадка характеризуется зазорами: минимальным $S_{min} = 0,016$ мм, максимальным $S_{max} = 0,054$ мм (см. рис. 3.15, б).

Шестерня 8 неподвижно установлена на валу 6. Для передачи вращающего момента использована шпонка. При передаче вращающего момента шпон-

Рис. 3.14. Примеры посадок в соединениях деталей шестеренного насоса:

1, 7 – втулка; 2 – корпус; 3 – вал; 4 – крышка; 5, 6 – зубчатое колесо; 8 – ось

кой в сопряжении цилиндрических поверхностей шестерни и вала целесообразно использовать посадку с натягом, способствующую обеспечению высокой точности центрирования сопрягаемых деталей и улучшению работы шпоночного соединения. Учитывая, что вал 6 соединен по гладкой поверхности $\varnothing 16$ мм со втулкой 4 и шестерней 8, в соответствии с п. 3.3 в соединении вала 6 с шестерней 8 назначаем предпочтительную посадку с натягом в системе вала $\varnothing 16$ $P7/h6$. Эта посадка характеризуется натягами: минимальным $N_{min} = 0$ и максимальным $N_{max} = 0,029$ мм (см. рис. 3.15).

Аналогично назначаем посадки в соединениях других деталей шестеренного насоса.

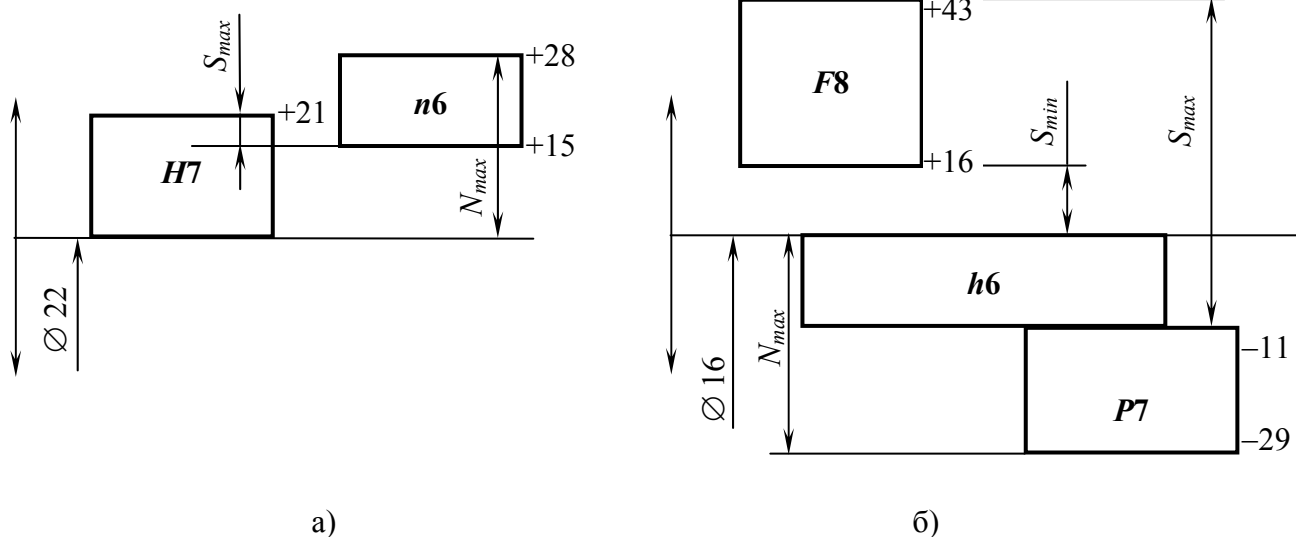


Рис. 3.15. Схемы полей допусков посадок в соединениях:

а – втулки с корпусом; б – вала со втулкой и шестерней

Контрольные вопросы

- В каких случаях используют посадки с зазором, с натягом, переходные?
- В каких квалитетах установлены посадки с зазором, с натягом, переходные?
- Как соотносятся квалитеты размеров отверстия и вала в большинстве посадок ЕСДП?
- Для чего необходим зазор в подвижных соединениях?
- В каких случаях используют посадки с зазором в неподвижных соединениях?
- Чему равен гарантированный зазор в посадках H/h ?
- Какая группа посадок с зазором обеспечивает минимальный гарантированный зазор в соединениях деталей?
- В какой из посадок: $H9/h9$, $H9/f9$, $H9/d9$, гарантированный зазор больше?
- Как соотносятся минимальные и максимальные зазоры в посадках: $H6/f6$, $H7/f7$, $H8/f8$?
- Приведите примеры предпочтительных посадок с зазором.
- Могут ли посадки H/d (D/h) обеспечить высокую точность центрирования деталей соединения?

- В каких случаях используют переходные посадки в неподвижных соединениях?
- Можно ли использовать переходные посадки в подвижных соединениях?
- От чего зависит возможность получения зазора или натяга в соединениях деталей с переходными посадками?
- Какие переходные посадки являются посадками с преимущественным (наиболее вероятным) натягом?
- Приведите примеры предпочтительных переходных посадок.
- Как передается крутящий момент в соединениях деталей (например, вал – зубчатое колесо) с переходными посадками?
- Каким образом осуществляют сборку деталей, соединяемых по посадкам H/n (N/h)?
- Какие условия определяют выбор минимального и максимального натягов при назначении посадок с натягом?
- Какая группа посадок с натягом обеспечивает минимальный гарантированный натяг в соединениях деталей?
- В какой из посадок: $P7/h6$, $S7/h6$, $T7/h6$, гарантированный натяг больше?
- Как соотносятся минимальные и максимальные натяги в посадках: $H7/p6$, $H7/s6$, $H7/u7$?
- Приведите примеры предпочтительных посадок с натягом.
- Каким образом осуществляют сборку деталей, соединяемых по посадкам H/x , H/z ?

4. ПОСАДКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Подшипники качения являются одним из самых распространенных конструктивных элементов различных машин и приборов, определяющих их эксплуатационные характеристики: точность, работоспособность, ремонтпригодность и др.

Для соединений подшипников с валами и корпусами* установлены посадки, приведенные в табл. 4.1, 4.2.

* Под корпусом условно понимают деталь, соединяемую с наружным кольцом подшипника.

4.1. Посадки подшипников качения на вал (ГОСТ 3325)

| Классы точности подшипников по ГОСТ 520 | Посадки для основных отклонений вала | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|
| | <i>e</i> | <i>f</i> | <i>g</i> | <i>h</i> | <i>js</i> | <i>j</i> | <i>k</i> | <i>m</i> | <i>n</i> | <i>p</i> | <i>r</i> |
| 0 и 6 | $\left(\frac{L0}{e9}\right)$ | $\left[\frac{L0}{f6}\right]$ | $\left[\frac{L0}{g6}\right]$ | $\left[\frac{L0}{h6}\right]$ | $\left[\frac{L0}{js6}\right]$ | $\left[\frac{L0}{j6}\right]$ | $\left[\frac{L0}{k6}\right]$ | $\left[\frac{L0}{m6}\right]$ | $\left[\frac{L0}{n6}\right]$ | $\frac{L0}{p6}$ | $\frac{L0}{r6}$ |
| | $\frac{L0}{e8}$ | $\frac{L0/f7}{L0/f8}$ $L0/f9$ | | $\frac{L0}{h7}$ | | | | | | | $\frac{L0}{r7}$ |
| | | $\frac{L6}{f6}$ | $\left[\frac{L6}{g6}\right]$ | $\left[\frac{L6}{h6}\right]$ | $\left[\frac{L6}{js6}\right]$ | $\left[\frac{L6}{j6}\right]$ | $\left[\frac{L6}{k6}\right]$ | $\left[\frac{L6}{m6}\right]$ | $\left[\frac{L6}{n6}\right]$ | $\frac{L6}{p6}$ | $\frac{L6}{r6}$ |
| | | $\left[\frac{L6}{f7}\right]$ | | $\frac{L6}{h7}$ | | | | | | | $\frac{L6}{r7}$ |
| | | $\frac{L6}{f8}$ | | | | | | | | | |
| 5 и 4 | | | $\left[\frac{L5}{g5}\right]$ | $\left[\frac{L5}{h5}\right]$ | $\left[\frac{L5}{js5}\right]$ | $\left[\frac{L5}{j5}\right]$ | $\left[\frac{L5}{k5}\right]$ | $\left[\frac{L5}{m5}\right]$ | $\left[\frac{L5}{n5}\right]$ | | |
| | | | $\frac{L4}{g5}$ | $\frac{L4}{h5}$ | $\frac{L4}{js5}$ | $\left(\frac{L4}{j5}\right)$ | $\frac{L4}{k5}$ | $\frac{L4}{m5}$ | $\frac{L4}{n5}$ | | |
| 2 | | | | $\frac{L2}{h3}$ | $\frac{L2}{js3}$ | | | | | | |
| | | | $\left[\frac{L2}{g4}\right]$ | $\left[\frac{L2}{h4}\right]$ | $\left[\frac{L2}{js4}\right]$ | | $\left[\frac{L2}{k4}\right]$ | $\left[\frac{L2}{m4}\right]$ | $\left[\frac{L2}{n4}\right]$ | | |
| Примечания: 1. В круглых скобках приведены посадки ограниченного применения. 2. В квадратных скобках приведены посадки для основных типов соединений. | | | | | | | | | | | |

4.2. Посадки подшипников качения в корпус (ГОСТ 3325)

| Классы точности подшипников по ГОСТ 520 | Посадки для основных отклонений отверстия корпуса | | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | <i>E</i> | <i>G</i> | <i>H</i> | <i>Js</i> | <i>J</i> | <i>K</i> | <i>M</i> | <i>N</i> | <i>P</i> |
| 0 и 6 | | $\left[\frac{G7}{10} \right]$ | $\left[\frac{H7}{10} \right]$ | $\left[\frac{Js7}{10} \right]$ | $\left[\frac{J7}{10} \right]$ | $\left[\frac{K7}{10} \right]$ | $\left[\frac{M7}{10} \right]$ | $\left[\frac{N7}{10} \right]$ | $\left[\frac{P7}{10} \right]$ |
| | $\frac{E8/10}{(E9/10)}$ | | $\frac{H8/10}{(H9/10)}$ | | | | | | |
| | | $\left[\frac{G7}{16} \right]$ | $\left[\frac{H7}{16} \right]$ | $\left[\frac{Js7}{16} \right]$ | $\left(\frac{J7}{16} \right)$ | $\left[\frac{K7}{16} \right]$ | $\left[\frac{M7}{16} \right]$ | $\left[\frac{N7}{16} \right]$ | $\left[\frac{P7}{16} \right]$ |
| | $\frac{E8}{16}$ | | $\frac{H8}{16}$ | | | | | | |
| | | $\left(\frac{H9}{16} \right)$ | | | | | | | |
| 5 и 4 | | $\left[\frac{G6}{15} \right]$ | $\left[\frac{H6}{15} \right]$ | $\left[\frac{Js6}{15} \right]$ | $\left(\frac{J6}{15} \right)$ | $\left[\frac{K6}{15} \right]$ | $\left[\frac{M6}{15} \right]$ | $\left[\frac{N6}{15} \right]$ | $\frac{P6}{15}$ |
| | | $\left[\frac{G6}{14} \right]$ | $\left[\frac{H6}{14} \right]$ | $\left[\frac{Js6}{14} \right]$ | $\left(\frac{J6}{14} \right)$ | $\left[\frac{K6}{14} \right]$ | $\left[\frac{M6}{14} \right]$ | $\left[\frac{N6}{14} \right]$ | $\frac{P6}{14}$ |
| 2 | | $\frac{G4}{12}$ | $\frac{H4}{12}$ | $\frac{Js4}{12}$ | | $\frac{K4}{12}$ | $\frac{M4}{12}$ | | |
| | | $\left[\frac{G5}{12} \right]$ | $\left[\frac{H5}{12} \right]$ | $\left[\frac{Js5}{12} \right]$ | | $\left[\frac{K5}{12} \right]$ | $\left[\frac{M5}{12} \right]$ | $\left[\frac{N5}{12} \right]$ | |
| Примечания: 1. В круглых скобках приведены посадки ограниченного применения. 2. В квадратных скобках приведены посадки для основных типов соединений. | | | | | | | | | |

В посадках подшипников качения ГОСТ 3325 предусматривает следующие обозначения:

– $L0, L6, L5, L4, L2$ – поля допусков для среднего диаметра d_m отверстия внутреннего кольца подшипников соответственно 0, 6, 5, 4 и 2 классов точности (рис. 4.1);

– $l0, l6, l5, l4, l2$ – поля допусков для среднего диаметра D_m наружной поверхности наружного кольца подшипников соответственно 0, 6, 5, 4 и 2 классов точности (см. рис. 4.1).

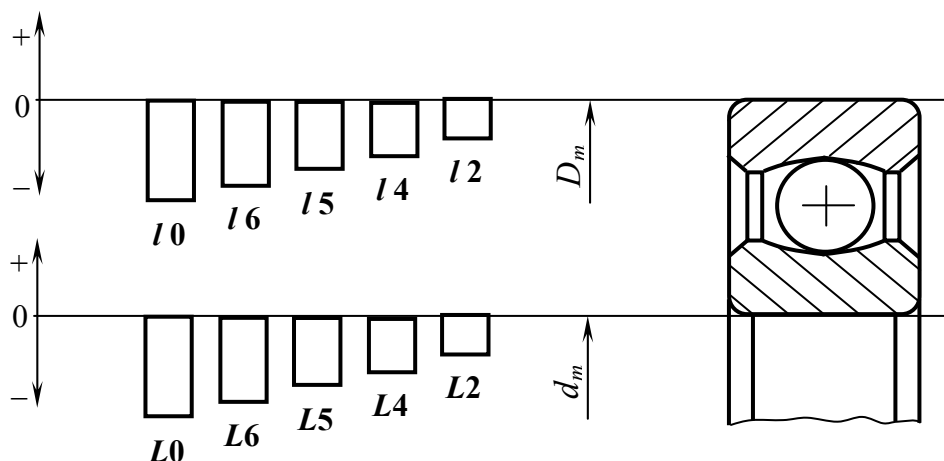


Рис. 4.1. Схема расположения полей допусков средних диаметров посадочных поверхностей подшипников качения по классам точности

Выбор посадок подшипников в корпус и на вал осуществляют с учетом их конструктивных характеристик, требований к точности вращения, условий эксплуатации (характера действующих нагрузок, вида нагружения колец подшипников), а иногда и некоторых других параметров. При этом основным критерием выбора посадок является вид нагружения колец подшипников качения.

В зависимости от характера действующей нагрузки и от того, какое из колец подшипника вращается (вращается кольцо подшипника, соединяемое с вращающейся деталью подшипникового узла), различают циркуляционное, местное и колебательное нагружения колец подшипников качения (табл. 4.3).

4.3. Виды нагружения колец подшипников качения

| Условия работы | | Вид нагружения | |
|---|--------------------|--------------------|------------------|
| Характеристика радиальных нагрузок | Вращающееся кольцо | внутреннего кольца | наружного кольца |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Постоянная по направлению | Внутреннее | Циркуляционное | Местное |
| | Наружное | Местное | Циркуляционное |
| Постоянная по направлению и вращающаяся, меньшая постоянной по значению | Внутреннее | Колебательное | Циркуляционное |
| | Наружное | Местное | Циркуляционное |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|----------------|----------------|
| Постоянная по направлению и вращающаяся, большая постоянная по значению | Внутреннее | Местное | Циркуляционное |
| | Наружное | Циркуляционное | Местное |
| Постоянная по направлению | Внутреннее и наружное кольца в одном или противоположном направлениях | Циркуляционное | Циркуляционное |
| Вращающаяся с внутренним кольцом | | Местное | Циркуляционное |
| Вращающаяся с наружным кольцом | | Циркуляционное | Местное |
| Примечание. Под радиальной нагрузкой понимают равнодействующую всех радиальных сил, действующих на подшипник. | | | |

Циркуляционно-нагруженные кольца подшипников качения устанавливают в корпус или на вал по посадкам с натягом (гарантированным или преимущественным) для исключения их обкатки и проскальзывания при эксплуатации деталей.

Местно-нагруженные кольца подшипников качения устанавливают на вал или в корпус, как правило, по посадкам с зазором (гарантированным или преимущественным) для исключения заклинивания тел качения при сборке подшипниковых узлов и уменьшения износа дорожек качения этих колец в процессе эксплуатации изделий.

Другим критерием выбора посадок подшипников качения является режим работы – легкий, нормальный, тяжелый или «особые условия», определяемый интенсивностью нагружения подшипникового узла. К режиму «особые условия» относят условия работы подшипников, работающих при ударных и вибрационных нагрузках (подшипники коленчатых валов двигателей, дробилок, прессов, экскаваторов и тому подобных машин). Посадки подшипников при этом режиме выбирают как для тяжелого режима работы независимо от интенсивности нагружения.

При назначении посадок методами аналогии и подобия режим работы подшипникового узла можно установить ориентировочно, исходя из служебного назначения изделия, для которого назначают посадки.

Посадки подшипников качения в корпус и на вал, рекомендуемые ГОСТ 3325 в зависимости от размеров подшипника, режима его работы и вида нагружения колец, приведены в табл. 4.4 и 4.5.

В конструкциях многшпиндельной головки для сверления отверстий (см. рис. 3.7) и редуктора (см. рис. 3.10) вращается вал, следовательно, внутренние кольца подшипников качения испытывают циркуляционное нагружение

4.4. Рекомендуемые посадки шариковых и роликовых подшипников на вал (ГОСТ 3325)

| Условия, определяющие выбор посадки | | Диаметры отверстий подшипников, мм | | | | Примеры машин и подшипниковых узлов | Рекомендуемые посадки |
|-------------------------------------|------------------------|------------------------------------|-----------|-------------------|-----------|--|--|
| Вид нагружения внутреннего кольца | Режим работы | радиальных | | радиально-упорных | | | |
| | | шариковых | роликовых | шариковых | роликовых | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Местное (вал не вращается) | Легкий или нормальный | Подшипники всех диаметров | | | | Ролики ленточных транспортеров, конвейеров, опоры волновых передач | <i>L0/g6; L6/g6</i> |
| | Нормальный или тяжелый | | | | | Передние и задние колеса автомобилей и тракторов | <i>L0/h6; L0/g6; L0/f7; L6/h6; L6/g6; L6/f7</i> |
| | | | | | | Блоки грузоподъемных машин, ролики рольгангов | <i>L0/h6; L6/h6</i> |
| Циркуляционное (вал вращается) | Легкий или нормальный | До 50 | | | | Шпиндели внутришлифовальных станков, электрошпиндели | <i>L5/js5; L5/h5; L4/js5; L4/h5; L2/js4; L2/h4</i> |
| | Легкий или нормальный | До 40 | До 40 | До 100 | До 40 | Редукторы, коробки скоростей станков, коробки передач автомобилей и тракторов, центрифуги, центробежные насосы, электродвигатели | <i>L0/k6; L0/j_s6; L6/k6; L6/js6; L5/js5; L4/js5</i> |
| | | До 100 | До 100 | Св. 100 | До 100 | | <i>L0/k6; L0/js6; L6/k6; L6/js6; L5/k5; L4/k5</i> |
| До 250 | | | | | | <i>L0/m6; L6/m6</i> | |

Окончание табл. 4.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|------------------------------|---------------------------|----------------|---------|--------|---|--|
| Циркуляционное (вал вращается) | Нормальный или тяжелый | До 100 | До 40 | До 100 | До 100 | Кривошипношатунные механизмы, шпиндели металлорежущих станков, крупные редукторы, электродвигатели мощностью до 100 кВт | <i>L0/k6; L0/js6; L6/k6; L6/js6; L5/k5; L4/k5</i> |
| | | Св. 100 | До 100 | Св. 100 | До 180 | | <i>L0 / m6; L6 / m6; L5 / m5; L4 / m5; L2 / m4</i> |
| | | – | До 250 | – | До 250 | | <i>L0/p6; L0/n6; L6/p6; L6/n6; L5/n5; L4/n5</i> |
| | Тяжелая и ударная нагрузка | – | Св. 50 до 140 | – | – | Коленчатые валы двигателей, электродвигатели мощностью свыше 100 кВт, ходовые колеса мостовых кранов, ролики рольгангов тяжелых станков, вибраторы, грохоты, инерционные транспортеры | <i>L0/n6; L0/m6; L6/n6; L6/m6</i> |
| | | – | Св. 140 до 200 | – | – | | <i>L0/p6; L6/p6</i> |
| | | – | Св. 200 до 250 | – | – | | <i>L0/r7; L0/r6; L6/r7; L6/r6</i> |
| Нагрузки осевые | | Подшипники всех диаметров | | | | Узлы с одинарными упорными подшипниками | <i>L0/js6; L6/js6</i> |
| | | | | | | Узлы с двойными упорными подшипниками | <i>L0/js6; L6/js6</i> |
| Колебательное нагружение | Нагрузка осевая и радиальная | До 200 | | | | Узлы на упорных подшипниках со сферическими роликами | <i>L0/k6; L6/k6</i> |
| | | Св. 200 до 250 | | | | | <i>L0/m6; L6/m6</i> |
| Примечания: 1. Допускается при необходимости для узлов с упорными подшипниками вместо полей допусков <i>js5, js6</i> использование полей допусков <i>j5, j6</i> ограниченного применения. | | | | | | | |
| 2. Для двойных упорных подшипников с отверстием диаметром свыше 150 мм допускается использование посадок <i>L0/k6, L6/k6</i> . | | | | | | | |

4.5. Рекомендуемые посадки шариковых и роликовых подшипников в корпус (ГОСТ 3325)

| Условия, определяющие выбор посадки | | Примеры машин и подшипниковых узлов | Рекомендуемая посадка |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| Вид нагружения наружного кольца | Режим работы | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Циркуляционное (вращается корпус) | Нормальный | Ролики ленточных транспортеров | <i>K7/10, K7/16, J_s7/10; J_s7/16</i> |
| | Нормальный или тяжелый | Передние колеса автомашин и тягачей. Ролики рольгангов, коленчатые валы, ходовые колеса мостовых и козловых кранов | <i>N7/10; N7/16; M7/10, M7/16</i> |
| | Тяжелый | Узлы тяжелых металлорежущих станков со сферическими упорными роликовыми подшипниками | <i>K7/10, K7/16</i> |
| | Тяжелый при тонкостенных корпусах | Колеса автомобилей, тракторов, башенных кранов | <i>P7/10; P7/16; P6/15</i> |
| Местное (вращается вал) | Легкий или нормальный | Оборудование бытовой техники | <i>J_s7/10, J_s7/16, J_s6/15, J_s6/14, H7/10, H7/16, H6/15, H6/14</i> |
| | Нормальный | Электродвигатели, центробежные насосы, вентиляторы, центрифуги, шпиндели быстроходных металлорежущих станков, узлы с радиально-упорными шариковыми подшипниками | <i>J_s7/10, J_s7/16; J_s6/15, J_s6/14</i> |

Окончание табл. 4.5

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|--|
| Местное (вращается вал) | Нормальный или тяжелый | Узлы общего машиностроения, редукторы | <i>J7/10, J7/16, H7/10, H7/16</i> |
| | Нормальный или тяжелый (для точных узлов) | Шпиндели тяжелых металлорежущих станков | <i>M6/15, M6/14, K6/15, K6/14</i> |
| | Нормальный или тяжелый | Узлы общего применения со сферическими упорными роликовыми подшипниками | <i>Js7/10, Js7/16</i> |
| | Нормальный или тяжелый (перемещение вдоль оси отсутствует) | Коробки передач, задние мосты автомобилей и тракторов. Подшипниковые узлы на конических роликовых подшипниках | <i>M7/10, M7/16, K7/10, K7/16, Js7/10, Js7/16</i> |
| Местное (вращается вал). Нагрузка исключительно осевая | Нормальный | Все типы узлов с упорными подшипниками | <i>H8/10, H8/16</i> |
| | Тяжелый | Узлы с шариковыми упорными подшипниками | <i>H9/10, H9/16, H8/10, H8/16, H6/15, H6/14</i> |
| | | Узлы с упорными подшипниками на конических роликах | <i>G7/10, G7/16, G6/15, G6/14</i> |
| Местное или колебательное (вращается вал) | Нормальный или тяжелый | Шпиндели шлифовальных станков, коленчатые валы двигателей | <i>K6/15, K6/14, K5/12, Js6/15, Js6/14, Js5/12</i> |
| Примечания: 1. Допускается при необходимости вместо полей допусков <i>Js6, Js7</i> использование полей допусков ограниченного применения <i>J6, J7</i> . 2. В случае разъемных корпусов посадки должны быть выбраны с зазором (поля допусков диаметров отверстий корпусов <i>H7, H6, G7, G6</i>). | | | |

и установлены по посадке с натягом $L0/k6$, а наружные, местно нагруженные кольца – по посадке с зазором $H7/l0$.

Пример 2. Назначить посадки методом аналогии в соединениях деталей колеса приводного (рис. 4.2): подшипника 3 нулевого класса точности с осью 6 и колесом 1.

В конструкции приводного колеса колесо 1 вращается относительно неподвижной оси 6, следовательно, наружное кольцо подшипника качения 3 испытывает циркуляционное нагружение. Для исключения проскальзывания и обкатки наружного кольца подшипника относительно

Рис. 4.2. Примеры посадок в соединениях деталей колеса приводного: 1 – колесо; 2, 7 – винт; 3 – подшипник качения; 4 – уплотнение; 5 – втулка; 6 – ось; 8 – планка; 9 – крышка; 10 – втулка

колеса 1 в процессе работы под нагрузкой, предполагая тяжелый режим работы подшипникового узла, назначаем в соединении этих деталей переходную посадку с преимущественным натягом в системе вала $\varnothing 180 H7/l0$ (см. табл. 4.5). Эта посадка характеризуется максимальным натягом $N_{max} = 0,052$ мм и максимальным зазором $S_{max} = 0,013$ мм (рис. 4.3, а).

Внутренне кольцо подшипника качения 3 установлено на неподвижной оси 6 и испытывает местное нагружение. Для устранения заклинивания тел качения (роликов) и обеспечения равномерного износа дорожки качения этого кольца, благодаря постепенному его повороту под действием толчков и вибраций относительно оси 6, назначаем в соединении переходную посадку с преимущественным зазором $\varnothing 80 L0/g6$ (см. табл. 4.4). Эта посадка характеризуется максимальным зазором $S_{max} = 0,029$ мм и максимальным натягом $N_{max} = 0,005$ мм (рис. 4.3, б).

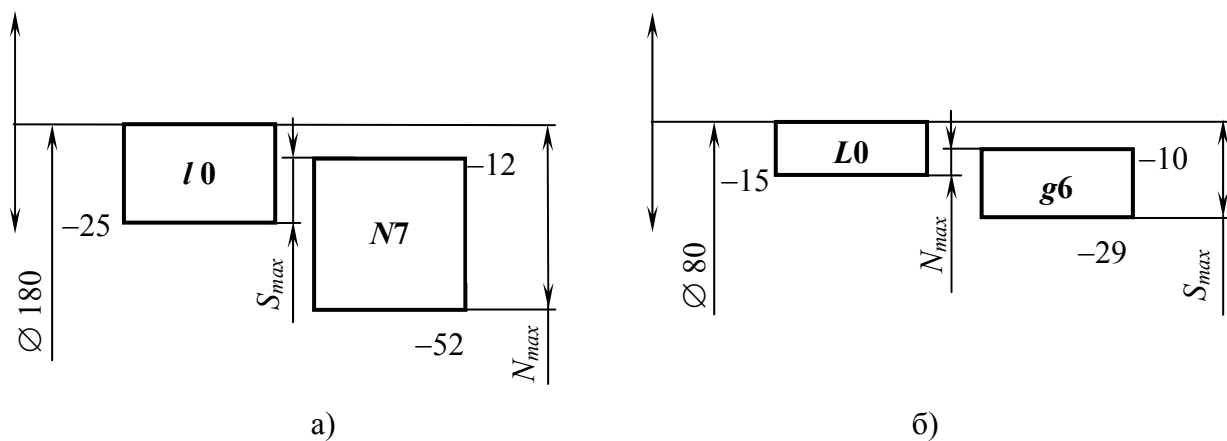


Рис. 4.3. Схемы полей допусков посадок в соединениях:
а – подшипника с колесом; б – подшипника с осью

Контрольные вопросы

- Как назначают поля допусков диаметров посадочных поверхностей подшипников качения?
- Назовите основные критерии выбора посадок подшипников качения.
- Какие виды нагружения могут испытывать вращающиеся кольца подшипников качения?
- Какие виды нагружения могут испытывать невращающиеся кольца подшипников качения?
- По каким посадкам устанавливают циркуляционно нагруженные кольца подшипников качения?
- Для чего необходим натяг в соединениях с циркуляционно нагруженными кольцами подшипников качения?
- По каким посадкам устанавливают местно нагруженные кольца подшипников качения?
- Для чего необходим зазор в соединениях с местно нагруженными кольцами подшипников качения?
- В какой системе образуются посадки в соединениях наружных колец подшипников качения с корпусами, барабанами, ступицами и другими деталями?
- В какой системе образуются посадки в соединениях внутренних колец подшипников качения с валами (осями)?

5. КОМБИНИРОВАННЫЕ ПОСАДКИ

Комбинированные посадки образуются:

- сочетанием полей допусков системы отверстия или системы вала, взятых из разных квалитетов, например, $\varnothing 10 H9/f7$, $\varnothing 10 N9/h7$ и др.; разница в квалитетах может быть 2 и более;
- сочетанием полей допусков вала и отверстия, взятых из разных систем образования посадок (системы отверстия и системы вала), например, $\varnothing 10 F8/e8$, $\varnothing 10 G6/g6$ и др.;
- сочетанием полей допусков вала и отверстия, взятых из разных систем образования посадок и из различных квалитетов, например, $\varnothing 10 E8/k6$.

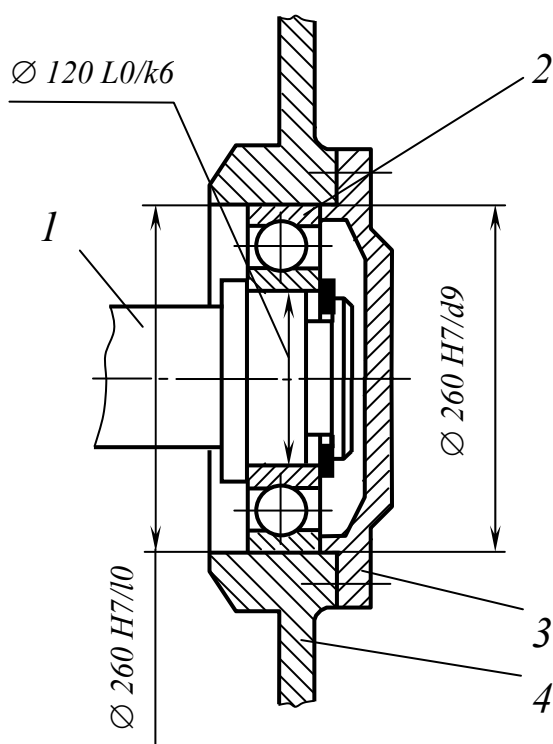


Рис. 5.1. Примеры применения посадок в подшипниковом узле редуктора:

- 1 – вал; 2 – подшипник; 3 – крышка;
4 – корпус

На рис. 5.1 показана комбинированная посадка $\varnothing 260 H7/d9$ крышки в отверстие корпуса 4. Применение такой посадки мотивируется следующим: отверстие в корпусе выполняют с полем допуска $H7$, так как с ним сопрягается местно нагруженное наружное кольцо подшипника 2; крышка 3 устанавливается в корпус 4 с зазором, требования к точности центрирования в соединении крышки и отверстия корпуса невелики и крышку 3 целесообразно выполнять с полем допуска $d9$ ($d10$, $d11$). Применение комбинированных посадок $\varnothing 20 D10/h6$ (см. рис.1.3, б), $\varnothing 110 H7/d10$ (см. рис.3.10) обусловлено теми же причинами.

Комбинированные посадки, образованные сочетанием полей допусков вала и отверстия, взятых из разных систем,

можно применять, например, в случаях, аналогичных показанному на рис. 5.2. Вал $\varnothing 30$ выполняют с полем допуска $k6$, так как с ним сопрягается циркуляционно нагруженное внутреннее кольцо подшипника. Чтобы вал вращался вместе с шестерней, необходимо обеспечить их соединение с гарантированным натягом, что и обеспечивает посадка $30 K7/k6$ (см. рис. 5.2, а), поля допусков которой показаны на рис. 5.2, б.

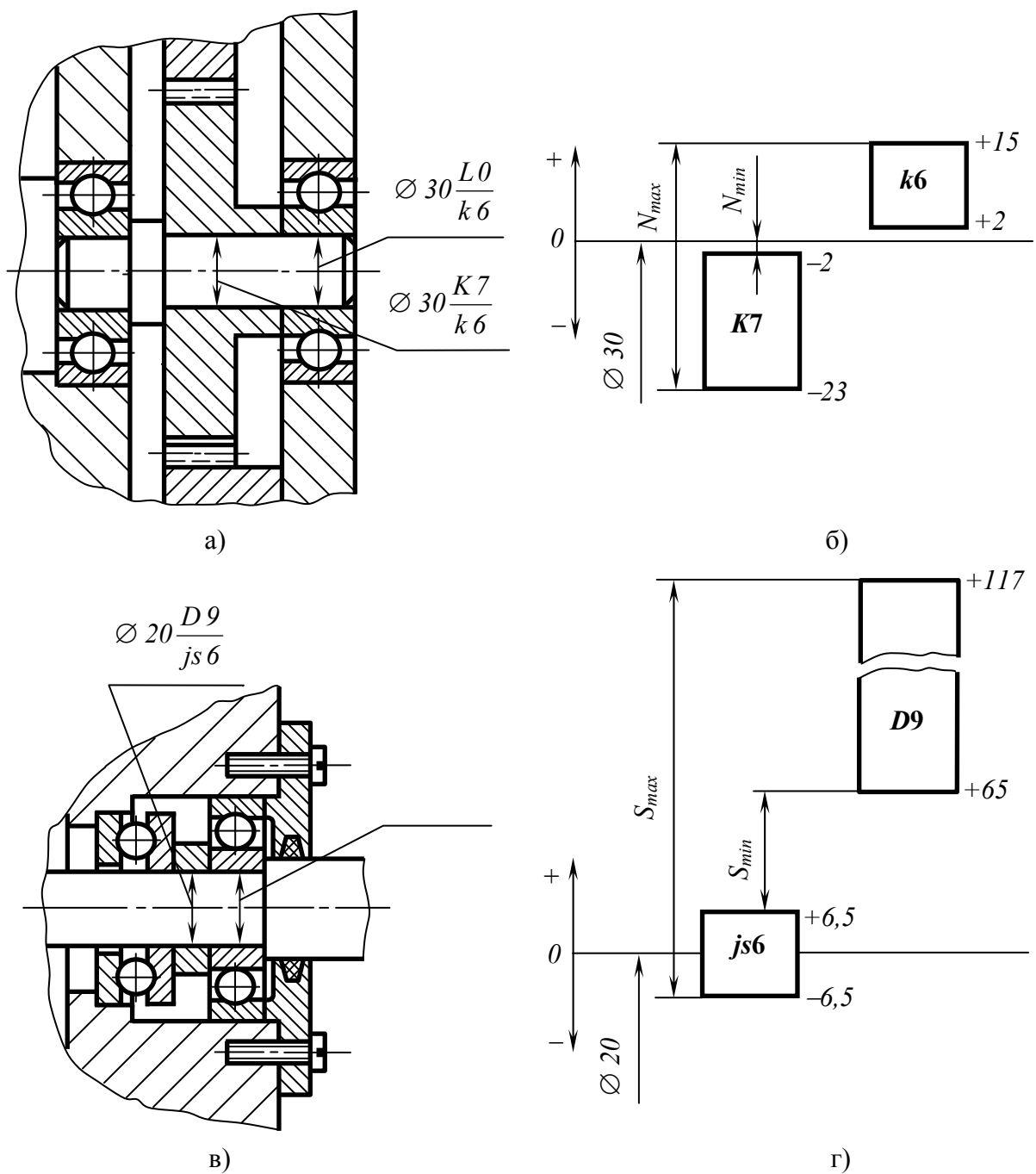


Рис. 5.2. Примеры использования комбинированных посадок в подшипниковых узлах: а, в – конструктивные элементы узлов; б, г – схемы полей допусков комбинированных посадок

Комбинированная посадка втулки на вал $\varnothing 20 D9/js6$ (рис. 5.2, в), выполненная сочетанием полей допусков, взятых из разных систем и из разных квалитетов, показана на рис. 5.2, в. Так как вал $\varnothing 20$ сопрягается с циркуляционно нагруженным внутренним кольцом подшипника, его выполняют с полем допуска $js6$, распорную втулку – с полем допуска $D9$. Сочетание таких полей допусков обеспечивает посадку с большим зазором (рис. 5.2, г).

Контрольные вопросы

- Какие посадки называют комбинированными?
- Приведите примеры соединений, требующих назначения комбинированных посадок.
 - Какие из названных посадок являются комбинированными: $H7/e8$; $H9/f7$; $N9/h7$; $N8/h7$; $F8/h7$; $F8/h8$; $F8/f8$; $E9/k6$.
 - Почему посадки $G7/g6$; $N8/k6$; $H9/k6$ называют комбинированными?

6. ПОСАДКИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ В КОНСТРУКЦИЯХ РЕДУКТОРОВ И КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

6.1. Установка зубчатых колес на валах

При выборе посадок для установки зубчатых колес на валах исходят из требуемой точности центрирования и способа передачи крутящего момента. Передача крутящего момента может осуществляться шпоночным соединением колеса и вала, шлицевым соединением, а также посадкой с натягом.

Шпоночное соединение трудоемко в изготовлении, наличие шпоночных пазов приводит к снижению долговечности деталей. В связи с этим применение шпоночных соединений необходимо ограничивать.

При передаче крутящего момента шпоночным соединением применение посадок с зазором чаще всего недопустимо, так как наличие зазора в соединении вала и зубчатого колеса приводит к снижению точности их центрирования, деформации шпонки и обкатыванию поверхностей вала и отверстия.

При передаче момента шпоночным соединением посадки можно выбирать, руководствуясь рекомендациями табл. 6.1.

Для корпусов, не имеющих плоскости разъема по осям валов (например, корпуса коробок передач), выбор посадок зубчатых колес диктуется жесткими условиями технологии сборки – сборку деталей производят внутри корпуса в стесненных условиях. Поэтому для зубчатых колес коробок передач применяют переходные посадки.

При установке зубчатых колес на валы по посадке с натягом во время сборки очень трудно совместить шпоночный паз колеса со шпонкой, установленной на валу. Для облегчения сборки предусматривают направляющий цилиндрический участок вала с допуском по $d11$ (рис. 6.1, а). Для этой же цели,

6.1. Рекомендуемые посадки в сопряжении зубчатых колес с валами [2]

| Конструкция корпуса | Вид передачи | Условия работы передачи | |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------|
| | | Нереверсионные | Реверсионные |
| Разъемная | Цилиндрическая прямозубая | $H7/p6$ | $H7/r6$ |
| | Цилиндрическая косозубая, червячная | $H7/r6$ | $H7/s6$ |
| | Коническая | $H7/s6$ | $H7/t6$ |
| Неразъемная | Все виды передач | $H7/k6$ | $H7/m6$ |

а)

б)

Рис. 6.1. Примеры конструктивного исполнения соединения вала 2 с зубчатым колесом 1 по посадке с натягом: а – соединение со ступенчатым валом; б – соединение с удлиненной шпонкой

там, где это возможно, выпускают шпонку за пределы сопрягаемых поверхностей зубчатого колеса и вала (рис. 6.1, б).

Для установки зубчатых колес с внутренними зубьями в обычных, планетарных и волновых передачах используют посадки с натягом (рис. 6.2, а) и переходные (рис. 6.2, б) в зависимости от конструкции проектируемого изделия. Крутящий момент в рассмотренных случаях воспринимается штифтами.

а)

б)

Рис. 6.2. Примеры посадок, используемых для установки зубчатых колес с внутренними зубьями: а – посадка с натягом; б – переходная посадка

Шлицевые соединения применяют для неподвижного и подвижного соединения зубчатых колес с валами. Такие соединения способны передавать большие крутящие моменты, чем шпоночные, имеют большое сопротивление усталости и обеспечивают высокую точность центрирования и направления.

Посадки шлицевых соединений определяются их назначением и принятой системой центрирования втулки (зубчатого колеса) относительно вала и регламентируются ГОСТ 1139 (соединения с прямобочным профилем) и ГОСТ 6033 (соединения с эвольвентным профилем). Рекомендации по выбору посадок в шлицевых соединениях приведены также в [4, 5 и др.].

Соединения с натягом находят все более широкое применение для передачи крутящего момента с зубчатого колеса на вал. В этом случае посадку назначают, как правило, на основании расчета минимально необходимого (из условия прочности соединения) и максимально допустимого (из условия прочности сопрягаемых деталей) натягов [4 – 6 и др.].

Для назначения посадки с натягом в соединениях зубчатых колес с валами методом аналогов можно использовать рекомендации, приведенные в подразделе 3.3.

Свободно установленные зубчатые колеса вращаются относительно валов и осей в подшипниках скольжения (рис. 6.3) и в подшипниках качения (рис. 6.4). В первом случае для назначения посадок могут быть использованы рекомендации раздела 3. Пример применения посадок в таком соединении показан на рис. 6.3, а. При наличии дополнительной втулки посадки назначают так, как показано на рис. 6.3, б.

При установке зубчатого колеса на подшипниках качения (см. рис. 6.4) посадки назначают согласно рекомендациям раздела 4.

Рис. 6.3. Примеры применения посадок в узлах, обеспечивающих вращение зубчатого колеса на подшипнике скольжения: 1 – вал; 2 – зубчатое колесо; 3 – подшипник скольжения

Рис. 6.4. Примеры посадок в узле, обеспечивающем вращение зубчатого колеса на подшипнике качения:
1 – зубчатое колесо; 2 – подшипник качения; 3 – вал

6.2. Установка подшипников качения и скольжения

Установка колец подшипников в редукторах и коробках передач осуществляется в соответствии с рекомендациями, приведенными в разделе 4.

Требуемый зазор в соединении вала и подшипника скольжения, как правило, рассчитывают (методика расчета изложена в [4–6 и др.]). Для назначения посадок в таких соединениях методом аналогии могут быть использованы рекомендации раздела 3. В соответствии с этими рекомендациями, осуществляют и выбор посадок для установки подшипников скольжения в корпусах редукторов или коробок передач.

6.3. Установка стаканов и крышек подшипников

В стаканах размещают, как правило, подшипники фиксирующей опоры вала червяка (рис. 6.5, а) и опоры вала конической шестерни (см. рис. 3.10 и рис. 6.5, б). Стаканы для подшипников вала конической шестерни перемещают при сборке и во время эксплуатации для регулирования осевого положения конической шестерни. В этом случае для установки стакана в корпус применяют посадку $H7/js6$. Другие стаканы после их установки в корпус остаются неподвижными, поэтому применяют посадки $H7/k6$, $H7/m6$.

Рис. 6.5. Примеры посадок в соединениях деталей опор:
а – вала–червяка; б – вала–шестерни

Для установки крышек подшипников используют обычно комбинированные посадки (см. раздел 5) с большим гарантированным зазором. В таких посадках поле допуска отверстия определяется классом точности подшипника и характером нагружения его наружного кольца. Поле допуска центрирующего пояса крышки выбирают таким, чтобы обеспечить необходимый для легкой сборки значительный зазор в соединении. Как правило, это поля допусков $d9$, $d10$ или $d11$ (см. рис. 5.1).

Если в крышку встроено манжетное уплотнение (см. рис. 6.5), то допуск на центрирующий диаметр крышки ужесточают.

В редукторах, имеющих плоскость разъема, часто применяют закладные крышки, удерживаемые в корпусе кольцевым выступом. Посадки, по которым такие крышки устанавливаются в корпусе, показаны на рис. 6.6.

Рис. 6.6. Пример посадок в подшипниковом узле качения с закладной крышкой:
1 – корпус; 2 – крышка; 3 – подшипник;
4 – вал

6.4. Установка деталей, фиксирующих осевое положение зубчатых колес и колец подшипников

Основное требование к посадкам при установке в корпус или на вал распорных втулок, колец, стопорных колец и других аналогичных деталей – наличие значительного диаметрального зазора, обеспечивающего легкость сборки изделия.

Обычно поле допуска детали, сопрягаемой с распорной втулкой (или другой аналогичной деталью), определяется требуемой точностью установки зубчатого колеса или колец подшипника. В этом случае необходимо применять комбинированные посадки, обеспечивающие достаточный зазор и позволяющие изготовить втулку с минимальными затратами. Примерами таких посадок являются посадка $D10/k6$ в соединении распорной втулки и вала на рис. 3.10, посадка $D9/js6$ в соединении распорной втулки и вала на рис. 5.2, в, посадка $K7/d11$ в соединении распорной втулки и шестерни и посадка $D10/h6$ в соединении кольца и вала на рис. 6.4, посадка $D11/k6$ в соединении втулки и вала на рис. 6.5, б.

При фиксации зубчатых колес шайбами, входящими в поперечный паз, выполненный в шпонке (рис. 6.7, а) или непосредственно на валу (рис. 6.7, б), необходимо обеспечить в сопряжении шайбы с пазом посадку с минимальным зазором, как правило, это посадка $H7/js6$ (см. рис. 6.7).

Рис. 6.7. Примеры назначения посадок при установке фиксирующей шайбы в пазу: а – шпонки; б – шлицевого вала; 1 – вал; 2 – шайба; 3 – зубчатое колесо

6.5. Установка уплотнений

При смазке подшипников жидким маслом получили распространение уплотнения по торцовым поверхностям. Конструкция одного из таких уплотнений и посадки в сопряжениях деталей уплотнения с валом и крышкой показаны на рис. 6.8, а.

Рис. 6.8. Примеры применения посадок в уплотнительных устройствах:
а, б – торцовых; в – щелевом; г – лабиринтном; 1 – статическое уплотнение;
2 – уплотняющие кольца; 3 крышка; 4 – корпус; 5 – подшипник; 6 – вал

Помимо резиновых колец круглого сечения статическое уплотнение осуществляют также резиновыми сальффонами, привулканизированными к стальным кольцам (рис. 6.8, б). В этом случае диаметр отверстия, сопрягаемого с резиновым сальффоном, выполняется с допуском $H8$.

Щелевые уплотнения устанавливаются на вал по посадке $H11/d11$ (рис. 6.8, в), обеспечивающей в соединении зазор, достаточный для размещения пластичного смазочного материала, защищающего подшипник от попадания извне пыли и влаги.

Большое распространение получили лабиринтные уплотнения, в которых уплотняющий эффект создается чередованием радиальных и осевых зазоров. Радиальный зазор в лабиринте обеспечивают установкой деталей уплотнения по посадке $H11/d11$ (рис. 6.8, г).

7. ПОСАДКИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ В КОНСТРУКЦИЯХ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Посадки в сопряжениях деталей станочных приспособлений можно выбрать по табл. 7.1.

7.1. Посадки, используемые в конструкциях станочных приспособлений [2, 8, 9 и др.]

| Обозначение посадки | Область применения |
|---------------------------------|--|
| 1 | 2 |
| <i>Посадки с зазором</i> | |
| <i>H6/h5</i> | Для особо точного центрирования: – фиксаторы во втулках делительных дисков делительных устройств повышенной точности. |
| <i>H7/h6</i> | Для точного направления при возвратно-поступательном движении: – регулируемые установочные элементы приспособлений; – центрирующие пальцы приспособлений. Для точного центрирования неподвижных разъемных соединений: – кондукторные плиты и скалки (см. рис. 3.5); – сменные кондукторные втулки в плитах. |

| 1 | 2 |
|--|--|
| <p>$H8/h7$; $H8/h8$; $H8/h9$</p> | <p>При невысоких требованиях к точности центрирования, для обеспечения легкой и быстрой сборки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – поршни на штоках пневмо- и гидроцилиндров (см. рис. 3.6); – подвижные кронштейны на колоннах, закрепленные винтовыми зажимами; – крышки пневмо- и гидроцилиндров в цилиндрах (см. рис. 3.6); – плунжеры подводимых опор в направляющих. |
| <p>$H11/h11$</p> | <p>Для неподвижных соединений низкой точности; для неотчетственных подвижных соединений:</p> <ul style="list-style-type: none"> – фланцевые крышки в корпусах; – неотчетственные шарниры и ролики на осях; – рукоятки в гнездах упоров и маховиков (см. рис. 3.4, а); – откидные планки на осях. |
| <p>$H7/g6$</p> | <p>Для точных подвижных соединений; при реверсивных движениях во избежание ударов; для точного направления при коротких рабочих ходах; для легкой установки и точного центрирования сменных деталей:</p> <ul style="list-style-type: none"> – сменные кондукторные втулки в кондукторных плитах (см. рис. 3.5); – подвижные установочные элементы приспособлений (см. рис. 3.4, б); – фиксаторы делительных устройств нормальной точности (см. рис. 3.2); – плунжеры клиновых механизмов в направляющих. |
| <p>$H6$ $f6$</p> | <p>При повышенной точности центрирования подвижных элементов приспособлений:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пальцы во втулках (см. рис. 3.4, в). |
| <p>$\frac{H7}{f7}, \frac{F8}{h6}$; $\frac{H8}{f8}$</p> | <p>Для достаточно точного центрирования в подвижных соединениях со средним гарантированным зазором:</p> <ul style="list-style-type: none"> – штоки поршней в направляющих втулках пневмо- и гидроцилиндров (см. рис. 3.6); – подшипники скольжения при умеренных частотах вращения и нагрузках; – зубчатые колеса, свободно вращающиеся на валах; – поршни в пневмоцилиндрах при наличии уплотнительных колец; – скалки скальчатых кондукторов в корпусах (см. рис. 3.5); – направляющие скалки в сверлильных головках (см. рис. 3.7). |

| 1 | 2 |
|---|--|
| $\frac{H8}{f9}; \frac{H9}{f8};$ $\frac{H9}{f9}$ | <p>Для удобства сборки неподвижных соединений; для подвижных соединений невысокой точности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – крышки цилиндров; – штоки поршней в направляющих втулках пневмоцилиндров. |
| $\frac{H7}{e8}; \frac{H8}{e8};$ $\frac{E8}{h7}; \frac{E8}{h8}$ | <p>Для легкоподвижных соединений, не требующих высокой точности центрирования:</p> <ul style="list-style-type: none"> – подшипники скольжения, работающие при больших скоростях и небольших нагрузках; – подшипники скольжения широко разнесенных опор; – прихваты Г-образные в корпусах; – втулки тангенциальных зажимов; – серьги в вилках; – подвижные элементы приспособлений, не требующие высокой точности центрирования (рис. 3.4, г); – штоки поршней в направляющих втулках пневмоцилиндров. |
| $\frac{H7}{d8}; \frac{H8}{d8}$ | <p>Для обеспечения свободного перемещения, регулирования и сборки деталей:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выдвижные пальцы. |
| $\frac{H11}{d11}$ | <p>Для невысокой точности центрирования и перемещения; для возможности нанесения защитного покрытия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – поршни в пневмоцилиндрах при наличии манжет; – подвижные соединения, работающие в условиях интенсивного засорения. |
| <i>Переходные посадки</i> | |
| $\frac{H7}{n6}$ | <p>Для соединения деталей, работающих при больших нагрузках, ударах, вибрациях; в соединениях, разбираемых при капитальном ремонте:</p> <ul style="list-style-type: none"> – постоянные кондукторные втулки в плите (см. рис. 3.5); – направляющие втулки без дополнительного крепления; – установочные пальцы в корпусах; – втулки в корпусах; – направляющие втулки штоков пневмо и гидроцилиндров в цилиндрах; – тонкостенные втулки без дополнительного крепления (см. рис. 3.4, в) в плитах, корпусах. |

| 1 | 2 |
|---------------------------------|--|
| <u>H7</u> m6 | Для соединений с мѣньшими натягами, чем в посадке <i>H7/n6</i> ; для соединений, работающих при значительных статических или небольших динамических нагрузках: – опорные втулки приспособлений для протягивания отверстий; – скалки, закрепляемые резьбовыми деталями в плитах и корпусах; – штифты в различных деталях приспособлений. |
| <u>H7</u> k6 | Для соединений, требующих высокой точности центрирования при небольших зазорах или натягах: – зубчатые колеса, шкивы, маховики, муфты эксцентриков на валах при передаче крутящего момента шпонками или штифтами; – втулки в корпусах с дополнительным креплением винтами. |
| <u>H7</u> js6 | Для соединений часто разбираемых узлов; при большой длине соединения; при затрудненной сборке сопряжений: – скалка в кондукторной плите с креплением резьбовыми деталями; – направляющие втулки с дополнительным креплением винтами. |
| <i>Посадки с натягом</i> | |
| <u>H7</u> p6 | При сравнительно небольших нагрузках: – постоянные опоры в плитах; – установочные пальцы без крепления резьбовыми деталями; – втулки под пальцы. |
| <u>H7</u> r6 | Для соединения деталей без дополнительного крепления, работающих при небольших нагрузках, или с крепежными элементами при больших нагрузках: – втулки фиксаторов и упоров в корпусах и кронштейнах; – установочные пальцы в корпусах; – опоры постоянные в корпусах. |

В конструкциях станочных приспособлений часто используют стандартные детали (кондукторные втулки, установочные пальцы, шпонки, штифты, оси и др.), посадочные поверхности которых имеют поля допусков, установленные соответствующими ГОСТ. Так поля допусков наружных поверхностей кондукторных втулок определяются назначением и конструктивными особенностями втулок (табл. 7.2).

7.2. Поля допусков наружных поверхностей кондукторных втулок и соответствующие им посадки

| Назначение и конструктивные особенности втулки | ГОСТ | Поле допуска наружной поверхности | Посадка в соответствующем соединении |
|--|-------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Постоянная втулка | 18429 | <i>n6</i> | <i>H7/n6</i> |
| Сменная втулка: без буртика с буртиком | 15362 | <i>g6</i> | <i>H7/g6</i> |
| | 18431 | <i>g5</i> или <i>g6</i> | <i>H6/g5</i> или <i>H7/g6</i> |
| Быстросменная втулка | 18432 | <i>g5</i> или <i>g6</i> | <i>H6/g5</i> или <i>H7/g6</i> |

Для определения относительного положения деталей станочных приспособлений и других изделий машиностроения широко применяют цилиндрические штифты, изготавливаемые по ГОСТ 3128 с полем допуска *m6* (исполнение I). Реже используют штифты с полями допусков *h8* (исполнение II) и *h11* (исполнение III). Этот же ГОСТ устанавливает и посадки в штифтовых соединениях (табл. 7.3, рис. 7.1, 7.2).

7.3. Поля допусков цилиндрических штифтов и соответствующие им посадки (ГОСТ 3128)

| Исполнение штифта | Поле допуска штифта | Посадка в соединении | |
|-------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | более плотном | менее плотном |
| I | <i>m6</i> | <i>K7/m6</i> или <i>N7/m6</i> | <i>F7/m6</i> или <i>H7/m6</i> |
| II | <i>h8</i> | <i>R7/h6</i> | <i>H9/h8</i> |
| III | <i>h11</i> | <i>H12/h11</i> | |

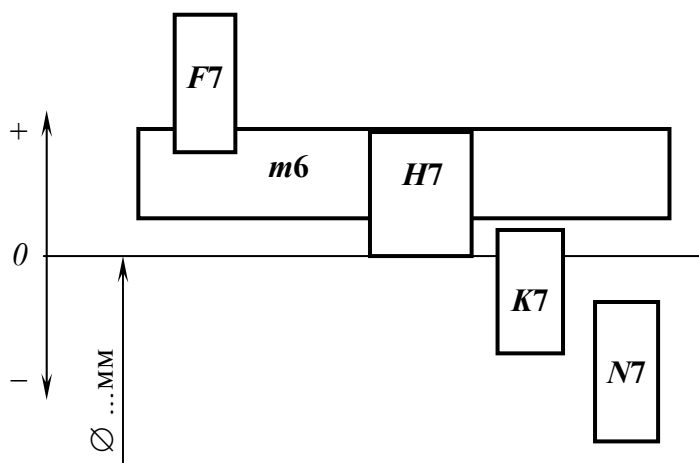


Рис. 7.1. Схемы полей допусков посадок в штифтовых соединениях (штифт исполнения I)

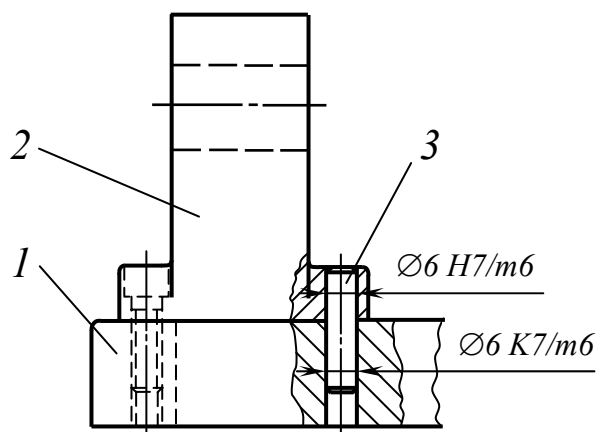


Рис. 7.2. Пример применения посадок в штифтовом соединении:
1 – плита; 2 – стойка; 3 – штифт

Шарнирные соединения применяют как в конструкциях станочных приспособлений, так и в конструкциях механизмов общего назначения. Основными элементами таких соединений являются гладкие оси, изготавливаемые по ГОСТ 9650 с полями допусков диаметра цилиндрической поверхности $f8$, $h8$, $f9$, $a11$, $c11$, $d11$, $h11$, $h12$, $b12$.

Посадки в соединениях с такими осями назначают исходя из условия обеспечения требуемого характера соединения, используя поля допусков, рекомендуемые ГОСТ 25347 для общего применения (рис. 7.3).

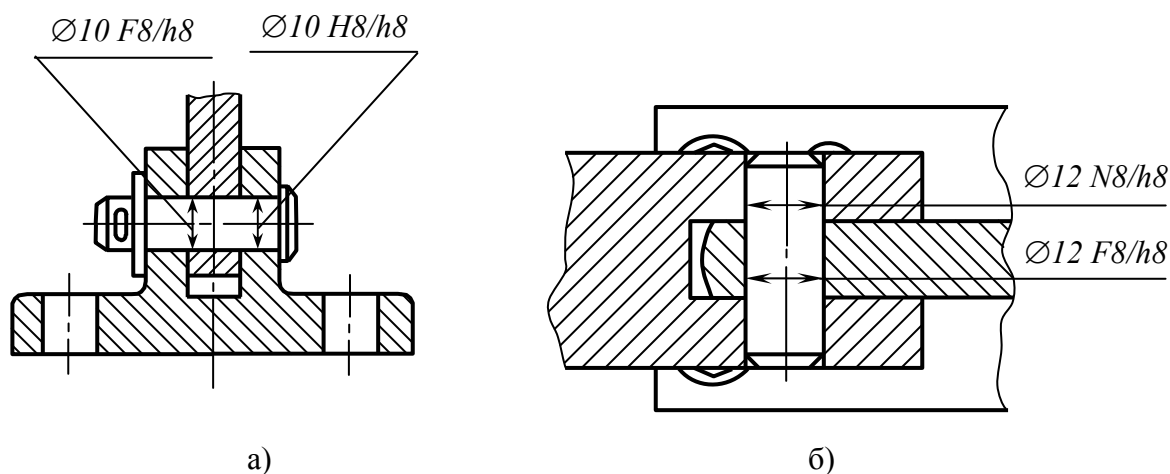


Рис. 7.3. Примеры применения посадок в шарнирных соединениях:
а – с дополнительным креплением шплинтом; б – без дополнительного крепления

8. ПОСАДКИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ В КОНСТРУКЦИЯХ ШТАМПОВ И ПРЕССОВ

Важнейшим этапом разработки конструкций штампов холодной штамповки является выбор посадок в соединениях матриц и пуансонов с сопрягаемыми с ними деталями. Правильный выбор этих посадок во многом определяет работоспособность, надежность и долговечность штампов.

Выбор посадок в соединениях матриц и пуансонов с сопрягаемыми деталями обусловлен, в первую очередь, обеспечением высокой точности центрирования и легкостью сборки и разборки соединения с целью быстрой замены износившихся деталей при ремонте штампов. В связи с этим, пуансоны с цилиндрической или призматической рабочей поверхностью с фланцем без дополнительного фиксирования устанавливаются в отверстия термически необработанных пуансонодержателей по посадкам $H7/n6$ или $H7/m8$ (табл. 8.1, рис. 8.1, а; 8.2). Быстросменные пуансоны с фиксированием посадочной части штифтом, а также пуансоны с шариковым или винтовым креплением, устанавливаются в отверстия пуансонодержателей по посадке $H7/h6$ (рис. 8.1, б).

Посадки в соединениях пуансонов и пуансонодержателей в конструкциях, аналогичных показанной на рис. 8.1, в, выполняются в системе вала: как правило, $N7/h6$, при больших усилиях – $R7/h6$. Применение системы вала позволяет изготовить пуансон одного размера по всей длине, тем самым снизив себестоимость его изготовления.

8.1. Посадки, рекомендуемые для соединений деталей штампов для листовой штамповки [7]

| Сопряжение | Толщина штампуемого материала, мм | Характер сопряжения | Рекомендуемая посадка |
|---|-----------------------------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Направляющая колонка в отверстии втулки | 0,5-3,0 3,0-5,0 свыше 5,0 | Продольное относительное перемещение без вращения | $H6/h5$; $H7/h6$ $H7/h7$ $H9/e8$ |
| Гладкая направляющая колонка в отверстии нижней (верхней) плиты, когда направление колонки во втулке обеспечивается по посадке: – $H6/h5$ – $H7/h6$; $H7/h7$; $H9/e8$ | до 0,5 | Неподвижное соединений без дополнительного крепления | $S7/h5$ $S7/h6$ |
| Направляющая втулка в отверстии верхней (нижней, промежуточной) плиты; ступенчатая направляющая колонка в отверстии нижней (верхней) плиты | до 6,0 | То же | $H7/s6$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|--|--|--|
| Пуансон (матрица, упор, фиксатор) в отверстии термически необработанной плиты (пуансонодержателя, матрицедержателя, державки) | до 6,0 | Неподвижное соединение, в ответственных случаях с дополнительным креплением, исключающим вращение и осевое перемещение | <i>H7/m6</i> |
| Твердосплавная матрица в отверстии обоймы | до 6,0 | Неподвижное соединение без дополнительного крепления | <i>H7/u7</i> (для $d \leq 24$ мм и $d > 40$ мм) <i>H7/t7</i> (для $24 < d \leq 40$ мм) |
| Цилиндрический штифт в отверстии плиты (матрицы, матрицедержателя, пуансонодержателя) | То же | То же | <i>H7/n6</i> |
| Подвижная деталь в отверстии неподвижной детали: – при взаимном точном центрировании (быстросменный пуансон в пуансонодержателе, центрирующий выступ во впадине и т.д.) – при взаимном неточном центрировании – при взаимном грубом центрировании | до 3,0 3,0 – 5,0 более 5,0 | Относительное осевое перемещение (вращение) в процессе работы, возможно дополнительное крепление | <i>H7/h6</i> <i>H7/f7</i> <i>H9/e8</i> |
| Две термически обработанные детали, неподвижные друг относительно друга, из которых одна охватывает другую | любая | Неподвижное соединение без дополнительного крепления | <i>H7/k6</i> |

Пуансоны небольших размеров закрепляют в пуансонодержателях с помощью расклепки. В этом случае пуансоны устанавливают в пуансонодержатели по посадке *H7/n6*. По этой же посадке устанавливают вставные матрицы в незакаленные обоймы (рис. 8.1, г).

Для штампов разделительных операций применяют фиксаторы, устанавливаемые в пуансонах для обеспечения центрирования контура вырубki относительно ранее пробитого отверстия. Обычно фиксаторы устанавливают в пуансоны по посадке *H7/h6*, обеспечивающей высокую точность центрирования (см. рис. 8.1, в).

а)

б)

в)

г)

Рис. 8.1. Примеры посадок в элементах конструкций штампов холодной штамповки:
а, б – пуансоны с круглой посадочной частью; в – пуансон прямоугольный;
г – вставная матрица; 1 – съемник; 2 – фиксатор; 3 – пуансон; 4 – плитка подкладная;
5 – пуансонодержатель; 6 – штампуемый материал; 7 – матрица; 8 – упор

Кроме описанных деталей в разделительных штампах применяют упоры. Для обеспечения неподвижности в соединении и легкой разборки неутапающие упоры (см. рис. 8.1, в) устанавливают в матрицу по посадке $H7/n6$. Утопающие упоры с пружиной кручения, пластинчатой пружиной и т.д. устанавливают по посадкам $H8/d9$ или $H8/h9$, способствующим относительному осевому перемещению сопрягаемых деталей в процессе работы.

Для обеспечения точного и надежного направления верхней части штампов по отношению к нижней применяют направляющие узлы. Как правило,

блоки с направляющими узлами являются стандартными изделиями. Для обеспечения неподвижного соединения без дополнительного крепления устанавливают направляющую втулку и ступенчатую направляющую колонку в отверстие плиты (нижней или верхней) по посадке $H7/s6$ (см. рис. 8.2). Для обеспечения высокой точности центрирования при продольном относительном перемещении направляющую колонку в отверстие втулки устанавливают по посадкам $H6/h5$, $H7/h6$; $H7/h7$ (см. рис. 8.2). При использовании гладких направляющих колонок посадки осуществляют в системе вала: сопряжение направляющей колонки с плитой – по $S7/h5$ или $S7/h6$, направляющей колонки с втулкой – по $H6/h5$ или $H7/h6$ (см. табл. 8.1).

Рис. 8.2. Примеры посадок в конструкции штампа для вытяжки и обрезки чашки: 1 – плита нижняя; 2 – колонка; 3 – матрица; 4 – пуансон вытяжной; 5 – прижимное кольцо; 6 – буфер; 7 – направляющая втулка; 8 – пуансон; 9 – плита подкладная; 10 – плита верхняя; 11 – хвостовик; 12 – шпилька; 13 – пуансонодержатель; 14 – пружина; 15, 17 – выталкиватель; 16 – трафарет; 18 – толкатель

Примеры посадок, используемых для соединения деталей в цилиндре гидравлического пресса, показаны на рис. 8.3.

Рис. 8.3. Примеры посадок в конструкции цилиндра гидравлического пресса:
1 – подвижная плита; 2 – винт; 3 – крышка; 4 – плунжер; 5 – цилиндр;
6 – гайка; 7, 9 – манжеты; 8 – кольца; 10 – втулка; 11 – шпилька; 12 – штифт

Пример 3. Назначить посадки методом аналогии в соединениях деталей стационарной пресс-формы (рис. 8.4): пуансона 10 с пуансонодержателем 7 – \varnothing 145 мм, направляющей втулки 4 с матрицей 6 – \varnothing 30 мм, направляющей колонки 5 с пуансонодержателем 7 – \varnothing 20 мм и направляющей втулкой 4 – \varnothing 15 мм, упора 9 с пуансонодержателем 7 – \varnothing 15 мм.

Работоспособность пресс-формы во многом определяется правильным выбором посадок в соединениях матрицы и пуансона с сопрягаемыми деталями.

Рис. 8.4. Примеры посадок в конструкции стационарной пресс-формы: 1 – плита нижняя; 2 – кольцо; 3, 8 – плита обогрева; 4, 15 – направляющая втулка; 5 – направляющая колонка; 6 – матрица; 7 – пуансонодержатель; 9, 16 – упор; 10 – пуансон; 11 – стержень; 12 – вставка; 13 – выталкиватель; 14 – колонка выталкивающей системы

ми. При установке пуансона 10 в пуансонодержатель 7 необходимо обеспечить высокую точность центрирования и легкость сборки-разборки соединения с целью замены износившегося пуансона при ремонте пресс-формы. Поэтому при установке пуансона 10 в пуансонодержатель 7 целесообразно использовать посадку $\varnothing 150 H7/h6$. Эта посадка характеризуется зазорами: минимальным

$S_{min} = 0$; максимальным $S_{max} = 0,065$ мм (рис. 8.5, а). Для обеспечения свободного перемещения пуансона 10 в матрице 6, не требующего высокой точности центрирования, назначаем посадку с зазором в системе отверстия $\varnothing 145$ H9/f8.

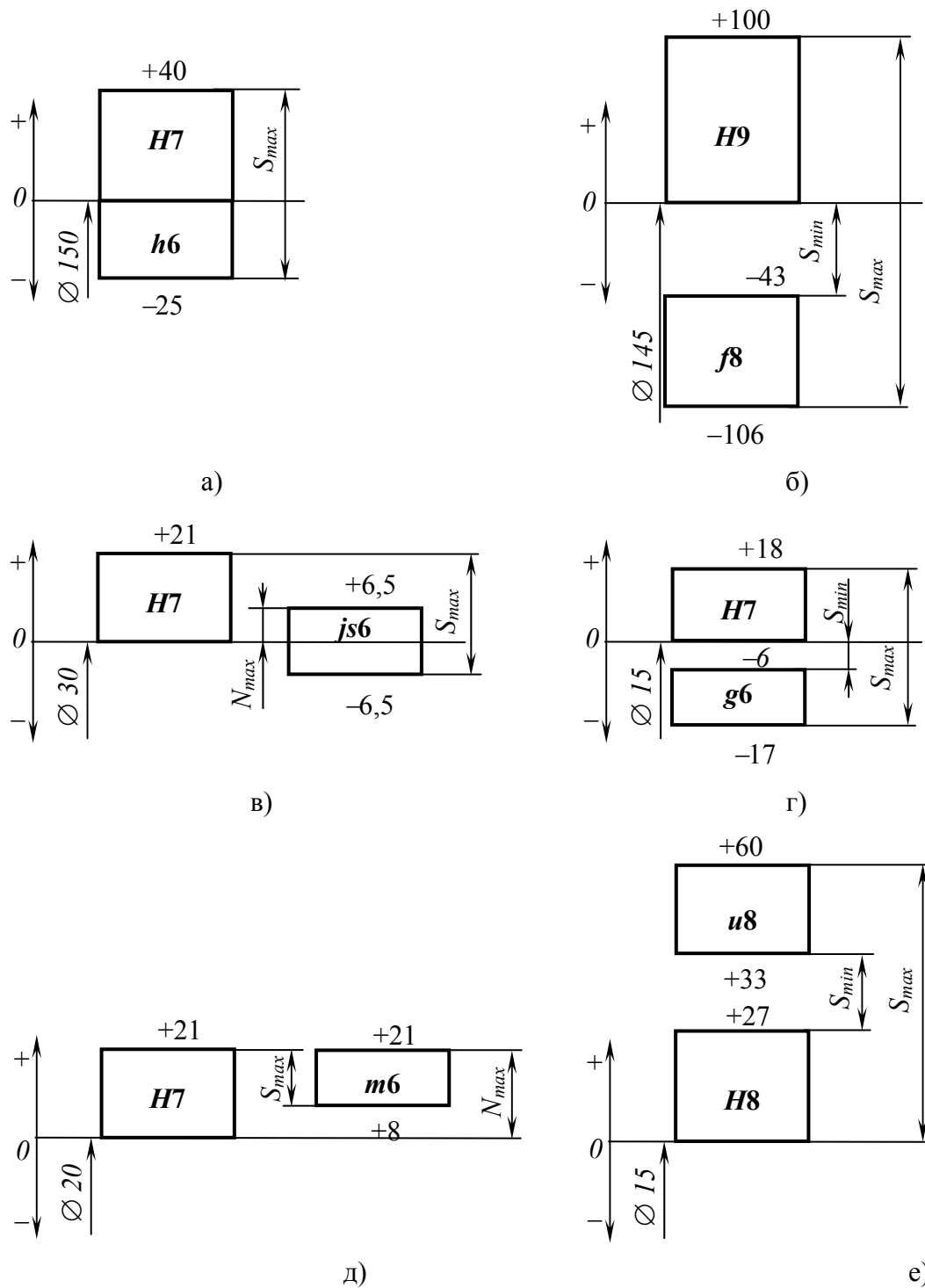


Рис. 8.5. Схемы полей допусков соединений пресс-формы: а – пуансона и пуансонодержателя; б – пуансона и матрицы; в – направляющей втулки и матрицы; г – направляющей втулки и направляющей колонки; д – направляющей колонки и пуансонодержателя; е – упора и пуансонодержателя

Эта посадка характеризуется зазорами: минимальным $S_{min} = 0,043$ мм, максимальным $S_{max} = 0,206$ мм (рис. 8.5, б).

Для обеспечения точного центрирования пуансона 10 относительно матрицы 6 используются направляющие элементы: направляющая втулка 4 и направляющая колонка 5. При установке направляющей втулки 4 в матрицу 6 необходимо обеспечить высокую точность центрирования. От перемещения в продольном направлении втулку предохраняет фланец, упирающийся в плиту обогрева. Для описанных условий работы в соединении втулки 4 с матрицей 6 назначаем переходную посадку в системе отверстия $\varnothing 30 H7/js6$. Эта посадка характеризуется наибольшим зазором $S_{max} = 0,0275$ мм и наибольшим натягом $N_{max} = 0,0065$ мм (рис. 8.5, в). В соединении направляющей колонки 5 со втулкой 4 необходимо обеспечить высокую точность центрирования при продольном перемещении колонки в отверстии втулки. Поэтому назначаем посадку с минимальным зазором в системе отверстия $\varnothing 15 H7/g6$. Эта посадка характеризуется зазорами: минимальным $S_{min} = 0,006$ мм и максимальным $S_{max} = 0,035$ мм (рис. 8.5, г). При установке направляющей колонки 5 в пуансонодержателе 7 необходимо обеспечить высокую точность центрирования и неподвижность соединения. Учитывая, что в осевом направлении перемещение колонки относительно пуансонодержателя дополнительно ограничивает фланец, выполненный на торце колонки, назначаем в соединении направляющей колонки 5 с пуансонодержателем 7 переходную посадку в системе отверстия $\varnothing 20 H7/m6$. Эта посадка характеризуется максимальным натягом $N_{max} = 0,021$ мм и максимальным зазором $S_{max} = 0,013$ мм (рис. 8.5, д). Вероятность образования натяга в этом соединении составляет (80 – 85) % (см. табл. 3.1).

Для ограничения перемещения подвижных деталей пресс-формы относительно неподвижных предусмотрены упоры. Для обеспечения неподвижности соединения, работающего при ударных нагрузках и повышенных температурах, упор 9 необходимо установить в пуансонодержателе 7 по посадке с большим натягом в системе отверстия $\varnothing 15 H8/u8$. Эта посадка характеризуется натягами: максимальным $N_{max} = 0,060$ мм, минимальным $N_{min} = 0,006$ мм (рис. 8.5, е).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анухин, В. И. Допуски и посадки : учебное пособие / В. И. Анухин. – СПб. : Питер, 2004. – 207 с.
2. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие для машиностроительных вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М. : Высшая школа, 1985. – 416 с.
3. Кочергин, А. И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование : учебное пособие для вузов / А. И. Кочергин. – М. : Высшая школа, 1991. – 382 с.
4. Муслина, Г. Р. Метрология, стандартизация и сертификация : учебное пособие по дисциплине и курсовой работе / Г. Р. Муслина, Ю. М. Правиков; под общ. ред. Л. В. Худобина. – Ульяновск : УлГТУ, 2003. – 132 с.
5. Палей, М. А. Допуски и посадки : справочник / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. В 2 ч. Ч. 1. – СПб. : Политехника, 2001. – 576 с.
6. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов. – М. : Высшая школа, 2006. – 800 с.
7. Справочник конструктора штампов. Листовая штамповка / В. Л. Марченко, Л. И. Рудман, А. И. Зайчук и др.; под общ. ред. Л. И. Рудмана. – М. : Машиностроение, 1988. – 496 с.
8. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учебное пособие / Составитель А. Г. Схиртладзе. В 2 ч. – М. : МГТУ «Станкин», 1998.
9. Худобин, Л. В. Расчет и проектирование специальных средств технологического оснащения в курсовых и дипломных проектах : учебное пособие / Л. В. Худобин, В. Ф. Гурьянихин, В. Р. Берзин. – Ульяновск : УлГТУ, 1997. – 64 с.

СПИСОК ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ

1. ГОСТ 520-71. Подшипники качения. Технические требования.
2. ГОСТ 1139-80. ОНВ. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски.
3. ГОСТ 3128-*70. Штифты цилиндрические незакаленные. Технические условия.
4. ГОСТ 3325-85. Подшипники качения. Поля допусков и технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов. Посадки.
5. ГОСТ 6033-80. ОНВ. Соединения шлицевые эвольвентные с углом профиля 30°. Размеры, допуски и измеряемые величины.
6. ГОСТ 9650-80. Оси. Технические условия.
7. ГОСТ 15362-73. Втулки кондукторные сменные без буртика. Конструкция и размеры.
8. ГОСТ 18429-73. Втулки кондукторные постоянные. Конструкция и размеры.
9. ГОСТ 18431-73. Втулки кондукторные сменные. Конструкция и размеры.
10. ГОСТ 18432-73. Втулки кондукторные быстросменные. Конструкция и размеры.
11. ГОСТ 25347-82. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки

Учебное издание

МУСЛИНА Галина Рафаиловна
ПРАВИКОВ Юрий Михайлович

ВЫБОР ПОСАДОК ДЛЯ ГЛАДКИХ СОЕДИНЕНИЙ МАШИН МЕТОДАМИ АНАЛОГОВ И ПОДОБИЯ

Учебное пособие

Редактор М. Штаева

Подписано в печать 06.10.2008. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Усл. печ. л. 4,18.

Тираж 300 экз.

Ульяновский государственный технический университет
432027. г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32.
Типография УлГТУ, 432027. г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32.