

ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатационные показатели механизмов и машин (долговечность, надежность, точность и т. д.) в значительной мере зависят от правильности выбора посадок, допусков формы и расположения, шероховатости поверхностей у отдельных деталей. В собранном изделии детали связаны друг с другом, и отклонения размеров, формы и расположения осей или поверхностей одной из деталей вызывают отклонения других. Сумма этих отклонений приводит к повышенному и неравномерному изнашиванию деталей, снижает точность работы подвижных соединений, вызывает интенсивный износ, очаги задиrow, неравномерное распределение напряжений в неподвижных сопряжениях.

Современное машиностроительное производство при серийном и массовом выпуске изделий может быть высокопроизводительным и обеспечивать требуемое качество только на основе взаимозаменяемости деталей и их стандартизации.

В настоящее время, когда для производства одной машины необходима кооперация между сотнями предприятий различных отраслей промышленности, вопросы качества продукции невозможно решить без расширения работ по совершенствованию системы взаимозаменяемости, метрологического обеспечения, улучшения методов и средств контроля продукции.

В соответствии с квалификационной характеристикой инженер в области сельского хозяйства **должен знать**: основные вопросы теории взаимозаменяемости и технических измерений, правила обозначения норм точности в конструкторской и технологической документации; методики расчета и выбора стандартных посадок типовых соединений деталей машин, а также **уметь** практически выбирать точностные параметры по таблицам Единой системы допусков и посадок, определять точностные показатели, используя современные методы расчета, обозначать нормы точности в сборочных и рабочих чертежах деталей, выбирать измерительные средства и пользоваться ими.

Изучение теоретических основ названной дисциплины позволит сформировать понимание закономерностей построения системы основных норм взаимозаменяемости типовых деталей и их соединений, усвоить основы выбора норм точности геометрических параметров при конструировании изделий исходя из предъявляемых к ним эксплуатационных требований; сформировать знания и привить навыки выбора методов и средств измерений для контроля отклонений геометрических параметров изделий.

1. РАСЧЕТ И ВЫБОР ПОСАДОК ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

1.1. Общие сведения. Выбор посадок подшипников качения на валы и в корпус

Подшипники качения работают в самых разнообразных эксплуатационных условиях и призваны обеспечивать требуемую точность и равномерность вращения подвижных частей машин. Являясь стандартными узлами, подшипники качения имеют полную внешнюю взаимозаменяемость по присоединительным поверхностям, определяемым наружным диаметром наружного и внутренним диаметром внутреннего колец. Полная взаимозаменяемость подшипников качения по присоединительным поверхностям обеспечивает их легкий и быстрый монтаж и демонтаж при одновременном сохранении хорошего качества узлов машин.

При изучении посадок подшипников качения рассматриваются две посадки: посадка внутреннего кольца подшипника (отверстие) на вал (вал) и посадка внешнего кольца подшипника (вал) в корпус (отверстие). По ГОСТ 25347-2013 выбираются поля допусков для вала и корпуса, а поля допусков для колец подшипника – по ГОСТ 520-2011.

Посадки подшипника качения на вал и в корпус выбирают в зависимости от типа и размера подшипника, условий его эксплуатации, значения и характера действующих на него нагрузок и вида нагружения колец. Согласно ГОСТ 520-2011 для разных типов подшипников качения установлены классы точности: **0; 6; 5; 4; 2; Т**. Классы указаны в порядке повышения точности.

В сельскохозяйственном машиностроении применяются подшипники классов **0** и **6**. Валы, которые соединяют с подшипниками классов **0** и **6**, изготавливаются по **6**-му качеству точности, отверстия корпусов – по **7**-му качеству; с подшипниками классов **5** и **4** – валы по **5**-му качеству, отверстия – по **6**-му.

Класс точности указывается перед условным обозначением подшипника через разделительную черту, например, 6-308, 5-36210.

В случае отсутствия дополнительных требований, класс точности **0** не указывается, например, 7306.

Согласно ГОСТ 3325-85 различают три основных вида нагружения колец подшипников качения: *местное*, *циркуляционное* и *колебательное*.

При местном нагружении нагрузка воспринимается ограниченным участком дорожки кольца. При циркуляционном нагружении радиальная сила воспринимается последовательно всеми элементами дорожки качения. Колебательное нагружение – комбинированный вид нагружения.

Кольца, которые подвергаются *местному нагружению*, должны устанавливаться с гарантированным зазором или по переходной посадке при минимальном натяге. В этом случае основное отклонение принимается в зависимости от размера, конструкции корпуса (разъемный, неразъемный), уровня перегрузок. Это необходимо для того, чтобы кольцо, подвергаемое местному нагружению, могло в процессе работы иногда проворачиваться, чтобы нагрузка не приходилась постоянно на одно место, так как это может привести к быстрому местному износу. При повороте колец в процессе эксплуатации износ подшипника будет происходить более равномерно.

При *циркуляционном нагружении* кольцо должно устанавливаться по посадке с натягом для того, чтобы оно не проворачивалось в процессе работы и его износ происходил равномерно, так как сама нагрузка проходит последовательно по сопрягаемой поверхности. Посадка выбирается на основе расчета совместных деформаций колец, возникающих вследствие натяга при посадке вращающегося кольца на вал или корпус, с учетом условия обеспечения оптимального радиального зазора в зоне сопряжения тел качения с поверхностью дорожки качения. В упрощенном виде этот расчет сводится к вычислению интенсивности нагружения P_R .

При *колебательном нагружении* кольцо должно устанавливаться по переходной посадке с целью обеспечения возможного проворота кольца в процессе работы для равномерного износа.

Посадки подшипников качения осуществляют: в корпус – в системе вала, на вал – в системе отверстия. Это означает, что предельные отклонения присоединительных размеров D и d не зависят от посадок.

Поле допуска размера D наружного кольца является основным валом и обозначается буквой I (эль) с указанием класса точности подшипника, например: **I0, I6, I5**. Предельные отклонения D зависят от типа и класса точности подшипника.

Поле допуска размера d внутреннего кольца является основным отверстием и обозначается прописной буквой L с указанием класса точности, например: **L0, L6, L5, L4**. В отличие от основного отверстия **H** по ГОСТ 25346-2013, поля допусков внутренних колец подшипников качения расположены в «тело», т. е. в минус, $ES = 0$ (рис. 1).

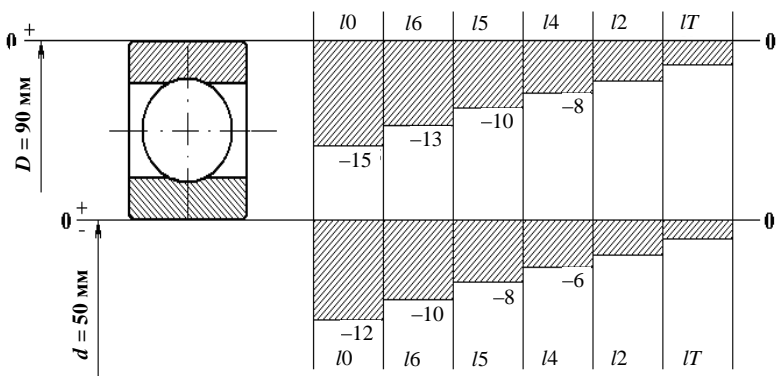


Рис. 1. Схема расположения полей допусков по классам точности на средний наружный диаметр наружного кольца и внутренний диаметр внутреннего кольца подшипников качения

К посадочным поверхностям валов и отверстий корпусов под подшипники качения предъявляются повышенные требования в отношении отклонений формы и шероховатости. Значения устанавливаются по ГОСТ 520–2011 (прил. 1, 2).

1.2. Выбор средств измерений

Выбор универсальных измерительных средств производится с учетом метрологических, конструктивных и экономических факторов. При выборе универсальных средств измерения необходимо, чтобы предельная погрешность средств измерения (Δ_{lim}) равнялась или была меньше допустимой погрешности измерения размера (δ), т. е. чтобы соблюдалось условие

$$\pm\Delta_{lim} \leq \pm\delta.$$

Допустимые погрешности измерения линейных размеров зависят от номинального размера и допуска на этот размер и устанавливаются по ГОСТ 8.031-81 (прил. 3).

1.3. Порядок расчета посадок подшипников качения

По исходным данным необходимо выполнить следующее:

1) установить характер нагружения внутреннего и наружного колец подшипника;

2) по ГОСТ 3478-2012 (прил. 4) определить основные размеры подшипника:

- наружный диаметр D , мм;
- внутренний диаметр d , мм;
- ширину подшипника B , мм;
- радиус закругления r , мм;

3) вычислить интенсивность радиальной нагрузки (кН/м) поверхности циркуляционно нагруженного кольца:

$$P_R = \frac{R}{B - 2r} \cdot K_{\Pi} \cdot F \cdot F_A,$$

где R – радиальная нагрузка на опору, кН;

B – ширина кольца, м;

r – радиус закругления фаски, м;

K_{Π} – динамический коэффициент посадки, зависящий от характера нагрузки (при умеренных толчках и вибрации, перегрузке до 150 % $K_{\Pi} = 1$; при сильных ударах и вибрации, перегрузке до 300 % $K_{\Pi} = 1,8$);

F – коэффициент, учитывающий степень ослабления посадочного натяга при полом вале или тонкостенном корпусе (для вала F изменяется от 1 до 3, для корпуса – от 1 до 1,8; при сплошном вале и массивном толстостенном корпусе $F = 1$);

F_A – коэффициент неравномерности распределения радиальной нагрузки R между рядами роликов в двухрядных конических роликоподшипниках или между сдвоенными шарикоподшипниками при наличии осевой нагрузки A на опору (коэффициент F_A изменяется в пределах от 1 до 2, а при отсутствии осевой нагрузки $F_A = 1$);

4) выбрать соответствующую посадку для циркуляционно нагруженного кольца (прил. 5, 6);

5) назначить посадку для местно нагруженного кольца (прил. 7);

6) определить отклонения для колец подшипника (прил. 8, 9), по ГОСТ 25347-2013 (прил. 10, 11) определить отклонения на размеры деталей (вал и корпус);

7) рассчитать предельные значения присоединительных диаметров и получаемых в соединениях зазоров и натягов;

8) построить схемы расположения полей допусков размеров сопрягаемых деталей;

9) начертить сопряжение в сборе и подетально с указанием отклонений и шероховатости обрабатываемых поверхностей, сопряженных с подшипником деталей.

1.4. Пример расчета посадок подшипников качения

Для подшипника качения рассчитать и выбрать посадки по внутреннему и наружному кольцам, построить схемы полей допусков, определить предельные размеры, натяги (зазоры), начертить детализированные схемы сопряжения (в сборе и подетально).

Исходные данные: шарикоподшипник № 5-305. Вращается корпус, вал неподвижен. Корпус чугунный, неразъемный. Радиальная нагрузка на опору $R = 8500$ Н. Режим работы подшипника нормальный (умеренные толчки и вибрации, перегрузка до 150 %).

Определяем характер нагружения колец заданного подшипника. Так как вращается корпус, а вал неподвижен, то наружное кольцо подшипника будет испытывать циркуляционное нагружение, внутреннее кольцо – местное.

По прил. 4 находим основные размеры подшипника:

- наружный диаметр $D = 62$ мм;
- внутренний диаметр $d = 25$ мм;
- ширина кольца $B = 17$ мм;
- радиус закругления фаски $r = 2$ мм.

Определяем интенсивность радиальной нагрузки посадочной поверхности по формуле

$$P_R = \frac{R}{B - 2r} \cdot K_{\Pi} \cdot F \cdot F_A = \frac{8500}{17 - 2 \cdot 2} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 654 \text{ кН/м.}$$

где $K_{\Pi} = 1$, так как по условию задачи нагрузка при умеренных толчках и вибрации;

$$F = 1;$$

$$F_A = 1.$$

По таблицам прил. 5, 6 находим поле допуска диаметра отверстия в корпусе, соответствующее полученному значению P_R . Для подшипника класса точности 5 принимаем поле допуска $K6$. Тогда посадку наружного кольца в корпус в общем виде запишем так: $\varnothing 62 \frac{K6}{15}$.

По таблицам прил. 5, 7 принимаем поле допуска вала $h5$. Посадка внутреннего кольца на вал в условной записи имеет вид $\varnothing 25 \frac{L5}{h5}$.

Предельные отклонения размеров выбираем из прил. 8 и 9 и по ГОСТ 25347-2013 (прил. 10, 11):

внутреннее кольцо: $\varnothing 25 L5_{(-0,006)}$;

шейка вала: $\varnothing 25 h5_{(-0,009)}$;

наружное кольцо: $\varnothing 62I5_{(-0,009)}$;

отверстие в корпусе: $\varnothing 62K6_{(-0,015)}^{(+0,004)}$.

Расчет предельных значений присоединительных диаметров, их допусков и получаемых в соединениях зазоров и натягов производим аналогично расчетам, выполняемых в примере для посадки гладкого цилиндрического соединения. Данные расчетов сводим в табл. 1 и 2.

Таблица 1. **Размерные характеристики присоединительных диаметров подшипника качения**

Присоединительные диаметры	Номинальный размер, мм	Условное обозначение поля допуска	Предельные отклонения, мм		Предельные размеры, мм		Допуски размера, мм
			верхнее	нижнее	max	min	
Внутреннее кольцо	25	<i>L5</i>	0	-0,006	25	24,994	0,006
Шейка вала	25	<i>h5</i>	0	-0,009	25	24,991	0,009
Отверстие в корпусе	62	<i>K6</i>	0,004	-0,015	62,004	61,985	0,019
Наружное кольцо	62	<i>I5</i>	0	-0,009	62	61,991	0,009

Таблица 2. **Размерные характеристики соединений подшипника качения**

Соединения подшипников	Номинальный размер, мм	Условное обозначение посадки	Допуски посадки, мм	Зазор, мм		Натяг, мм	
				max	min	max	min
Внутреннее кольцо – шейка вала	25	$\frac{L5}{h5}$	0,015	0,009	0	0,006	0
Наружное кольцо – отверстие в корпусе	62	$\frac{K6}{I5}$	0,028	0,013	0	0,015	0

По таблицам прил. 1 и 2 устанавливаем допустимые отклонения формы, взаимного расположения посадочных поверхностей, их шероховатость. Имеем:

а) отклонение от цилиндричности шейки вала – 2,25 мкм, отверстия в корпусе – 4,75 мкм;

б) биение торцов заплечиков вала – 7 мкм, отверстия в корпусе – 13 мкм;

в) шероховатость посадочных поверхностей вала $R_a = 0,63$ мкм и отверстия в корпусе $R_a = 0,63$ мкм;

г) шероховатость посадочных поверхностей торцов заплечиков вала $R_a = 1,25$ мкм, отверстия в корпусе $R_a = 1,25$ мкм.

Строим схемы полей допусков сопряжений (рис. 2).

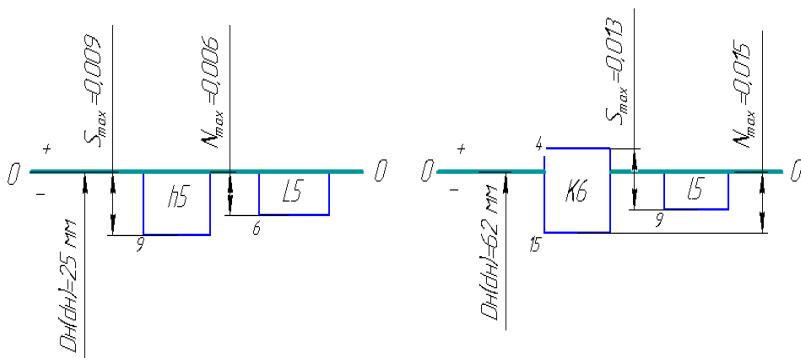


Рис. 2. Схемы полей допусков сопряжений: внутреннее кольцо – вал, наружное кольцо – корпус

Вычерчиваем изображения подшипникового узла и соединяемых с подшипником деталей с нанесением всех необходимых обозначений (прил. 12, 13, 14).

2. ВЫБОР ПОСАДОК ШПОНОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ

2.1. Шпоночные соединения

Шпоночные соединения предназначены для передачи крутящего момента. Их применяют в малонагруженных тихоходных передачах (кинематические цепи подач станков), в крупногабаритных соединениях (шестерни – маховики, шкивы кузнечно-прессовых машин), во всех ответственных неподвижных конических соединениях (маховики двигателей внутреннего сгорания и т. п.).

По форме шпонки разделяются на призматические, сегментные, клиновые и тангенциальные. Форма и размеры сечений шпонок и пазов стандартизированы и выбираются в зависимости от диаметра вала, а вид шпоночного соединения определяется условиями работы соединяемых деталей.

Для шпоночных соединений с призматической шпонкой установлены по ГОСТ 23360-78 размеры элементов и система допусков и посадок, размеры же и система допусков элементов шпоночных соединений с сегментной шпонкой – по ГОСТ 24071-97.

Для облегчения условий и обеспечения требуемого качества сборки при создании подвижных или неподвижных соединений шпонка своими боковыми гранями (по размеру b) одновременно может соединяться с пазами вала и комплектной втулки по различным посадкам.

С учетом технически целесообразной точности для образования различных посадок в соединении призматической шпонки с пазами по размеру b ГОСТ 23360-78 устанавливает следующие поля допусков: на ширину шпонки – $h9$; на ширину паза вала – $H9$, $N9$, $P9$; на ширину паза втулки – $D10$, J_s9 и $P9$. Сочетание полей допусков пазов с полем допуска шпонки должно быть таким, чтобы образовывались три следующих вида соединений (рис. 3):

а) **свободное соединение**, обеспечивающее относительное осевое перемещение втулки на валу (шпонка направляющая) или применяемое для образования неподвижных соединений втулок с валами при затрудненных условиях сборки и действия небольших по величине, равномерных нагрузок;

б) **нормальное соединение**, используемое при благоприятных условиях сборки для обеспечения относительной неподвижности соединяемых между собой втулок и валов, работающее без нагрузок или с небольшими неревверсивными нагрузками;

в) **плотное соединение**, применяемое для получения неподвижных соединений втулок и валов, не требующее частых разборок и работающее со значительными знакопеременными нагрузками; это соединение характеризуется наличием между шпонкой и пазами примерно одинаковых небольших натягов.

ГОСТ 24071-97 устанавливает лишь два назначения сегментных шпонок. В связи с этим для образования посадок в соединении сегментной шпонки с пазами установлены следующие поля допусков: $N9$ и $P9$ – для паза вала; J_s9 и $P9$ – для паза втулки и на ширину шпонки – $h9$. Предпочтительное сочетание указанных полей допусков пазов с полем допуска сегментной шпонки обеспечивают два вида соединений: нормальное и плотное (рис. 3, b и c).

Кроме размера b все остальные размеры элементов шпоночного соединения являются несопрягаемыми, или непсадочными. Поля допусков и предельные отклонения несопрягаемых размеров шпоночного соединения с призматической шпонкой приведены в таблицах

прил. 15, 16, для соединения с сегментной шпонкой – в таблицах прил. 17, 18.

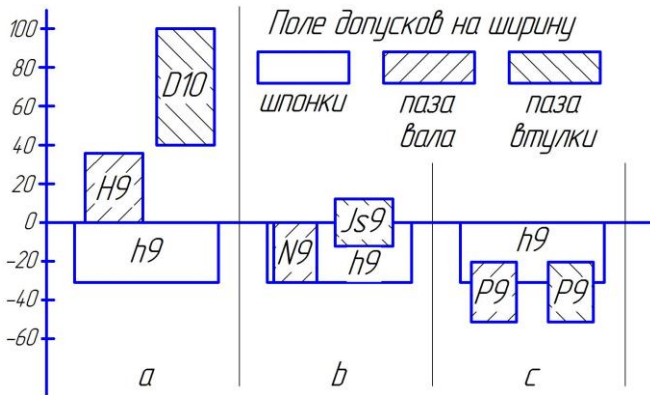


Рис. 3. Сочетание полей допусков шпонки и пазов при различных видах шпоночного соединения: *a* – при свободном; *b* – при нормальном; *c* – при плотном

Качество шпоночных соединений зависит от наличия перекосов и смещений в расположении шпоночных пазов валов и втулок относительно плоскости сечения. Однако допуски на эти погрешности стандартами не нормируются. Выбор их значений определяется конкретными условиями сборки. Обычно при симметричном расположении полей допусков допуск на перекос шпоночного паза по его длине у вала и втулки принимается равным $0,5T_b$, а допуск на смещение – $2T_b$, где T_b – допуск на ширину паза вала или втулки.

Стандартами не нормируется и шероховатость поверхностей элементов шпоночных соединений. Ее значения определяются принятыми методами окончательной обработки шпонки и пазов. Обычно шероховатость боковых (посадочных) поверхностей пазов и шпонки принимают равной R_z20 мкм, а дна пазов и поверхностей шпонки по высоте h – R_z40 мкм.

2.2. Выбор средств измерений и контроля

Выбор средств измерений определяется следующими основными факторами: масштабом производства, организационно-технической формой контроля, формой детали и точностью исправления ее размеров.

В единичном производстве размеры шпоночного соединения измеряют универсальными средствами измерения. При выборе универсальных средств измерения необходимо, чтобы предельная погрешность средств измерения (Δ_{lim}) равнялась или была меньше допустимой погрешности измерения размера (δ), т. е. чтобы соблюдалось условие

$$\pm\Delta_{lim} \leq \pm\delta.$$

Допустимые погрешности измерения линейных размеров зависят от номинального размера и допуска на этот размер и устанавливаются по ГОСТ 8.031–81 (прил. 3).

В серийном и массовом производстве контроль шпоночных соединений осуществляют специальными предельными калибрами: ширина пазов вала и втулки b проверяется пластинами, имеющими проходную и непроходную сторону; размер ($d + t_2$ – у отверстия) – пробками со ступенчатой шпонкой; глубина паза вала (размер t_1) – кольцевыми калибрами, имеющими стержень с проходной и непроходной ступенью (рис. 4). Допуски этих типов калибров принимаются равными допускам гладких калибров [4].

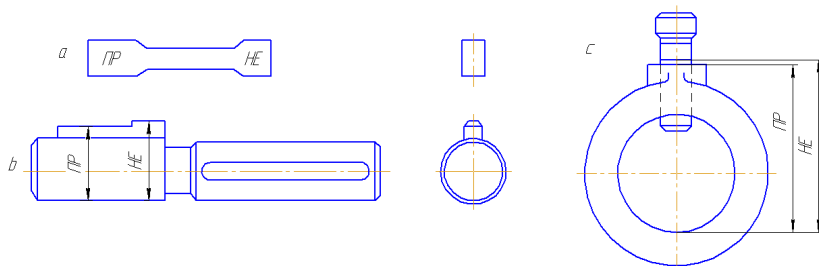


Рис. 4. Калибры для контроля деталей шпоночных соединений:
a – плоские калибры для контроля ширины паза; *b* – шпоночный калибр-пробка;
c – шпоночный калибр-призма

2.3. Порядок расчета шпоночного соединения

По исходным данным необходимо выполнить следующее:

- 1) выбрать по прил. 19, 20 (ГОСТ 23360-78 или ГОСТ 24071-97) основные конструктивные размеры элементов шпоночного соединения с призматической или сегментной шпонкой;
- 2) в соответствии с видом шпоночного соединения выбрать посадки шпонки в паз вала и в паз втулки (ГОСТ 23360-78 или ГОСТ 24071-97);

3) найти численные значения предельных отклонений ширины шпонки и пазов, поля допусков и предельные отклонения несопрягаемых размеров;

4) вычислить предельные размеры и допуски следующих элементов соединения:

шпонки:

– по ширине шпонки b ;

– по высоте шпонки h ;

– по длине шпонки l для призматической или на диаметр d для сегментной шпонки;

вала:

– по ширине шпоночного паза b ;

– по глубине паза вала t_1 ;

– по длине паза вала l_1 ;

втулки:

– по ширине шпоночного паза втулки b ;

– по глубине паза втулки t_2 ;

5) определить предельные зазоры или натяги, допуск посадки, получаемые в соединениях шпонка-паз вала и шпонка-паз втулки по размеру b ;

6) данные занести в таблицу;

7) построить схему взаимного расположения полей допусков по размеру ширины шпоночного паза;

8) выполнить эскизы шпоночного соединения и его деталей с указанием посадок, полей допусков, предельных отклонений размеров и шероховатости поверхностей.

2.4. Пример расчета шпоночного соединения

Для шпоночного соединения (диаметр вала $d = 30$ мм, шпонка сегментная, назначение 1, соединение нормальное) определить допуски и предельные размеры всех элементов соединения. Привести схемы расположения полей допусков по ширине шпонки b и эскизы шпоночного соединения в сборе и подетально.

По таблице прил. 19 находим основные размеры шпонки и пазов:

- размеры шпонки $b \times h = 8 \times 11$ мм;

- диаметр шпонки $d = 28$ мм;

- глубина паза вала $t_1 = 8$ мм;

- глубина паза втулки $t_2 = 3,3$ мм.

Устанавливаем посадки шпонки в паз вала и в паз втулки.

Ширина шпонки и пазов при нормальном соединении имеет следующие поля допусков: шпонки – $b = 8h9$, паза вала – $b = 8N9$ и паза втулки – $b = 8J_s9$. Тогда посадки шпонки в паз вала и в паз втулки в общем виде можем записать следующим образом:

$$\text{в паз вала} - 8 \frac{N9}{h9} \quad \text{и в паз втулки} - 8 \frac{J_s9}{h9}.$$

Численные значения предельных отклонений ширины шпонки и пазов находим из прил. 20:

- для шпонки $b = 8h9_{(-0,036)}$;
- для паза вала $b = 8N9_{(-0,036)}$;
- для паза втулки $b = 8J_s9_{(\pm 0,018)}$.

Допуски и предельные отклонения несопрягаемых размеров элементов шпоночного соединения находим из прил. 18 и по ГОСТ 25347-2013 прил. 10:

- высота шпонки $h = 11h11_{(-0,11)}$;
- диаметр шпонки $d = 28h12_{(-0,21)}$;
- глубина паза вала $t_1 = 8^{+0,3}$;
- глубина паза втулки $t_2 = 3,3^{+0,2}$.

Производим расчет предельных значений всех основных размеров и получаемых в соединении шпонки с пазами зазоров или натягов. Результаты расчетов сводим в табл. 3 и 4.

Таблица 3. Размерные характеристики присоединительных размеров шпоночного соединения

Присоединительные размеры элементов шпоночного соединения	Номинальный размер, мм	Условное обозначение поля допуска	Предельные отклонения, мм		Предельные размеры, мм		Допуски размера, мм
			верхнее	нижнее	max	min	
Шпонка:							
ширина	8	$h9$	0	-0,036	8	7,964	0,036
высота	11	$h11$	0	-0,11	11	10,89	0,11
диаметр	28	$h12$	0	-0,21	28	27,79	0,21
Паз вала:							
ширина	8	$N9$	0	-0,036	8	7,964	0,036
глубина	8		+0,3	0	8,3	8	0,3
Паз втулки:							
ширина	8	J_s9	+0,018	-0,018	8,018	7,982	0,036
глубина	3,3		+0,2	0	3,5	3,3	0,2

Таблица 4. Размерные характеристики посадок шпоночного соединений

Соединения	Номинальный размер, мм	Условное обозначение посадки	Допуски посадки, мм	Зазор, мм		Натяг, мм	
				max	min	max	min
Шпонка – паз вала	8	$\frac{N9}{h9}$	0,072	0,036	0	0,036	0
Шпонка – паз втулки	8	$\frac{Js9}{h9}$	0,072	0,054	0	0,018	0

Строим схемы взаимного расположения полей допусков (рис. 5).

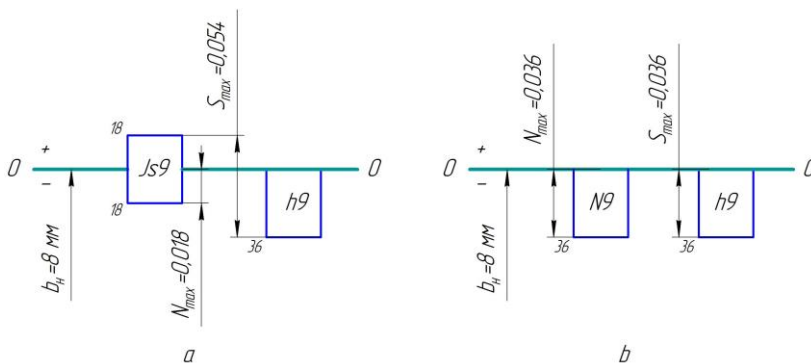


Рис. 5. Схемы полей допусков шпоночного соединения:
a – шпонка – паз втулки; *b* – шпонка – паз вала

Вычерчиваем изображения шпоночного соединения и его деталей (прил. 22, 23, 24).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эрастов, В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие / В. Е. Эрастов. – М.: ФОРУМ, 2010. – 204 с.
2. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. И. Аристов [и др.]. – М.: Издат. центр «Академия», 2008. – 384 с.
3. Соломахо, В. Л. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения: учеб. пособие / В. Л. Соломахо, Б. В. Цитович. – Минск: Оракул, 2004. – 216 с.
4. Ганевский, Г. М. Допуски и посадки и технические измерения в машиностроении: учеб. пособие для сред. проф. образования / Г. М. Ганевский, И. И. Гольдин. – М.: ПрофОбрИздат, 2002. – 288 с.
5. Васильев, А. С. Основы метрологии и технические измерения: учеб. пособие / А. С. Васильев. – М.: Машиностроение, 1988. – 240 с.
6. Палей, М. А. Допуски и посадки: справочник. В 2 ч. / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. – СПб.: Политехника, 2001. – 576 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Отклонение формы и шероховатость посадочных поверхностей валов и отверстий корпусов под подшипники качения (по ГОСТ 520–2011)

Посадочные поверхности	Класс точности подшипников	Отклонения от цилиндричности (в % от допуска на размер)	Класс точности подшипников	Номинальный диаметр, мм	
				До 80	Свыше 80 до 500
				Шероховатость поверхности по ГОСТ 2789-73 R_a мкм, не более	
Валов	0 и 6 5 и 4	50 25	0 6 и 5 4	1,25	2,5
				0,63 0,32	1,25 0,63
Отверстий корпусов	0 и 6 5 и 4	50 25	0 6, 5 и 4	1,25	2,5
				0,63	1,25
Торцов запле- чиков валов и отверстий корпусов	–	–	0 6, 5 и 4	2,5 1,25	2,5 2,5

Приложение 2

Биеение заплечиков валов и отверстий корпусов под подшипники качения (по ГОСТ 520–2011)

Валы					Отверстия корпусов				
Номинальные диаметры, мм	Классы точности подшипников				Номинальные диаметры, мм	Классы точности подшипников			
	0	6	5	4		0	6	5	4
	мкм, не более					мкм, не более			
До 50	20	10	7	4	До 80	40	20	13	8
Свыше 50 до 120	25	12	8	6	Свыше 80 до 120	45	22	15	9
Свыше 120 до 250	30	15	10	8	Свыше 120 до 150	50	25	18	10
Свыше 250 до 315	35	17	12	–	Свыше 150 до 180	60	30	20	12
Свыше 315 до 400	40	20	13	–	Свыше 180 до 250	70	35	23	14
					Свыше 250 до 315	80	40	27	16
					Свыше 315 до 400	90	45	30	–
					Свыше 400 до 500	100	50	33	–

Допустимые погрешности измерения, мкм (по ГОСТ 8.031-81)

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	4		5		6		7		8		9	
	<i>IT</i>	δ	<i>IT</i>	δ	<i>IT</i>	δ	<i>IT</i>	δ	<i>IT</i>	δ	<i>IT</i>	δ
До 3	3	1	4	1,4	6	1,8	10	3	14	3	26	6
Св. 3 до 6	4	1,4	5	1,6	8	2	12	3	18	4	30	8
Св. 6 до 10	4	1,4	6	2	9	2	15	4	22	5	36	9
Св. 10 до 18	5	1,6	8	2,8	11	3	18	5	27	7	43	10
Св. 18 до 30	6	2	9	3	13	4	21	6	33	8	52	12
Св. 30 до 50	7	2,4	11	4	16	5	25	7	39	10	62	16
Св. 50 до 80	8	2,8	13	4	19	5	30	9	46	12	74	18
Св. 80 до 120	10	3	15	5	22	6	35	10	54	12	87	20
Св. 120 до 180	12	4	18	6	25	7	40	12	63	16	100	30
Св. 180 до 250	14	5	20	7	29	8	46	12	72	18	115	30
Св. 250 до 315	16	5	23	8	32	10	52	14	81	20	130	30
Св. 315 до 400	18	6	25	9	36	10	57	16	89	24	140	40
Св. 400 до 500	20	6	27	9	40	12	63	18	97	26	155	40

Окончание прил. 3

Номинальные размеры, мм	Квалитеты											
	10		11		12		13		14		15	
	<i>IT</i>	δ	<i>IT</i>	δ	<i>IT</i>	δ	<i>IT</i>	δ	<i>IT</i>	δ	<i>IT</i>	δ
До 3	40	8	60	12	100	20	140	30	250	50	400	80
Св. 3 до 6	48	10	75	16	120	30	180	40	300	60	480	100
Св. 6 до 10	58	12	90	18	150	30	220	50	360	80	580	120
Св. 10 до 18	70	14	110	30	180	40	270	60	430	90	700	140
Св. 18 до 30	84	18	130	30	210	50	330	70	520	120	840	180
Св. 30 до 50	100	20	160	40	250	50	390	80	620	140	1000	200
Св. 50 до 80	120	30	190	40	300	60	460	100	740	160	1200	240
Св. 80 до 120	140	30	220	50	350	70	540	70	870	180	1400	280
Св. 120 до 180	160	40	250	50	400	80	630	140	1000	200	1600	320
Св. 180 до 250	185	40	290	60	460	100	720	160	1150	240	1850	380
Св. 250 до 315	210	50	320	70	520	120	810	180	1300	260	2100	440
Св. 315 до 400	230	50	360	180	570	120	890	180	1400	280	2300	460
Св. 400 до 500	250	50	400	80	630	140	970	200	1550	320	2500	500

Примечание. *IT* – допуск квалитета, мкм, δ – допустимая погрешность измерения, мкм.

Нормальные габаритные размеры подшипников качения, мм (ГОСТ 3478-2012)

Условные обозначения подшипников	Размеры, мм			Координата фаски r
	Внутренний диаметр d	Наружный диаметр D	Ширина B , кроме конических роликоподшипников	
1	2	3	4	5
Легкая серия				
204	20	47	14	1,5
205	25	52	15	1,5
206	30	62	16	1,5
207	35	72	17	2,0
208	40	80	18	2,0
209	45	85	19	2,0
210	50	90	20	2,0
211	55	100	21	2,5
212	60	110	22	2,5
213	65	120	23	2,5
214	70	125	24	2,5
215	75	130	25	2,5
216	80	140	26	3,0
217	85	150	28	3,0
218	90	160	30	3,0
219	95	170	32	3,5
220	100	180	34	3,5
Средняя серия				
304	20	52	15	2,0
305	25	62	17	2,0
306	30	72	19	2,0
307	35	80	21	2,5
308	40	90	23	2,0
309	45	100	25	2,5
310	50	110	27	3,0
311	55	120	29	3,0
312	60	130	31	3,5
313	65	140	33	3,5
314	70	150	35	3,5
315	75	160	37	3,5
316	80	170	39	3,5
317	85	180	41	4,0
318	90	190	43	4,0
319	95	200	45	4,0
320	100	215	47	4,0
Тяжелая серия				
404	20	72	19	2,0
405	25	80	21	2,5
406	30	90	23	2,5

1	2	3	4	5
407	35	100	25	2,5
408	40	110	27	3,0
409	45	120	29	3,0
410	50	130	31	3,5
411	55	140	33	3,5
412	60	150	35	3,5
413	65	160	37	3,5
414	70	180	42	4,0
415	75	190	45	4,0
416	80	200	48	4,0
417	85	210	52	5,0
418	95	225	54	5,0

Приложение 5

Поля допусков валов и отверстий корпусов для посадок подшипников качения

Классы точности подшипников	Поля допусков валов	Поля допусков отверстий
5 и 4 0 и 6	n5; m5; k5; js5; h5; g5; n6; m6; k6; js6; h6; g6; f6	N6; M6; K6; J ₆ ; H6; P7; N7; M7; K7; J ₇ ; H7; H8; H9

Приложение 6

Допускаемые интенсивности нагрузок на посадочных поверхностях валов и корпусов

Диаметр d отверстия внутреннего кольца подшипника, мм		Допустимые значения P_R , кН/м			
		при посадке на вал			
Свыше	До	js6, js5	k6, k5	m6, m5	n6, n5
18	80	До 300	300–1400	1400–1600	1600–3000
80	180	До 600	600–2000	2000–2500	2500–4000
180	360	До 700	700–3000	3000–3500	3500–6000
360	630	До 900	900–3500	3500–5400	5400–8000
Диаметр D наружного кольца, мм		при посадке в корпус			
		K7, K6	M7, M6	N7, N6	P7, P6
50	180	До 800	800–1000	1000–1300	1300–2500
180	360	До 1000	1000–1500	1500–2000	2000–3300
360	630	До 1200	1200–2000	2000–2600	2600–4000
630	1600	До 1600	1600–2500	2500–3500	3500–5500

Рекомендуемые поля допусков валов и отверстий корпусов под подшипники качения с местно нагруженными кольцами

Тип подшипника	Номинальный диаметр, мм		Поля допусков			
	свыше	до	Валов	Отверстий в корпусе		
				неразъемном	разъемном	
Легкий или нормальный режим работы (нагрузка спокойная или с умеренными толчками и вибрацией, перегрузка до 150 %)						
Все типы, кроме штампованных игольчатых	–	80	h5; h6; g5;	H6; H7		H6; H7; H8*
	80	260	g6; f6*; js6	G6; G7		
	260	500	f6; js6			
	500	1600				
Тяжелый режим работы (нагрузка с ударами и вибрацией, перегрузка до 300 %)						
Все типы, кроме штампованных игольчатых и роликовых конических двухрядных	–	80	h5; h6	Js6; Js7		Js6; Js7
	80	260		H6; H7		
	260	500				
	500	1600	g5; g6			

*Поля допусков f6 и H8 применять при частоте вращения не более 60 % от предельно допустимой.

Допускаемые отклонения диаметров внутреннего и наружного колец подшипников шариковых и роликовых, радиальных и шариковых радиально-упорных, мкм

Интервалы номинальных размеров d и D , мм	Диаметр внутреннего кольца d_{cp}					Диаметр наружного кольца D_{cp}				
	Классы точности подшипников									
	0, 6, 5, 4	0	6	5	4	0, 6, 5, 4	0	6	5	4
	верхнее	нижнее				верхнее	нижнее			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
До 10	0	-8	-7	-5	-4	0	-8	-7	-5	-4
Свыше 10 до 18	0	-8	-7	-5	-4	0	-8	-7	-5	-4
Свыше 18 до 30	0	-10	-8	-6	-5	0	-9	-8	-6	-5
Свыше 30 до 50	0	-12	-10	-8	-6	0	-11	-9	-7	-6
Свыше 50 до 80	0	-15	-12	-9	-7	0	-13	-11	-9	-7
Свыше 80 до 120	0	-20	-15	-10	-8	0	-15	-13	-10	-8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Свыше 120 до 180	0	-25	-18	-13	-10	0	-18	-15	-11	-9
Свыше 180 до 250	0	-30	-22	-15	-12	0	-25	-18	-13	-10
Свыше 250 до 315	0	-35	-25	-18	-	0	-30	-20	-15	-11
Свыше 315 до 400	0	-40	-30	-23	-	0	-35	-25	-18	-13
Свыше 400 до 500	0	-45	-35	-	-	0	-40	-28	-20	-15

Приложение 9

Допускаемые отклонения ширины колец *B* подшипников шариковых и роликовых, радиальных и шариковых радиально-упорных, мкм

Интервалы номинальных размеров <i>d</i> и <i>D</i> , мм	Классы точности подшипников		
	0, 6, 5 и 4	0 и 6	5 и 4
	верхнее	нижнее	
До 10	0	-120	-40
Свыше 10 до 18		-120	-80
Свыше 18 до 30		-120	-120
Свыше 30 до 50	0	-120	-120
Свыше 50 до 80	0	-150	-150
Свыше 80 до 120	0	-200	-200
Свыше 120 до 180	0	-250	-250
Свыше 180 до 250	0	-300	-300
Свыше 250 до 315	0	-350	-
Свыше 315 до 400	0	-400	-
Свыше 400 до 500	0	-500	-

**Поля допусков валов при номинальных размерах от 1 до 500 мм.
Предельные отклонения, мкм
(по ГОСТ 25347-2013)**

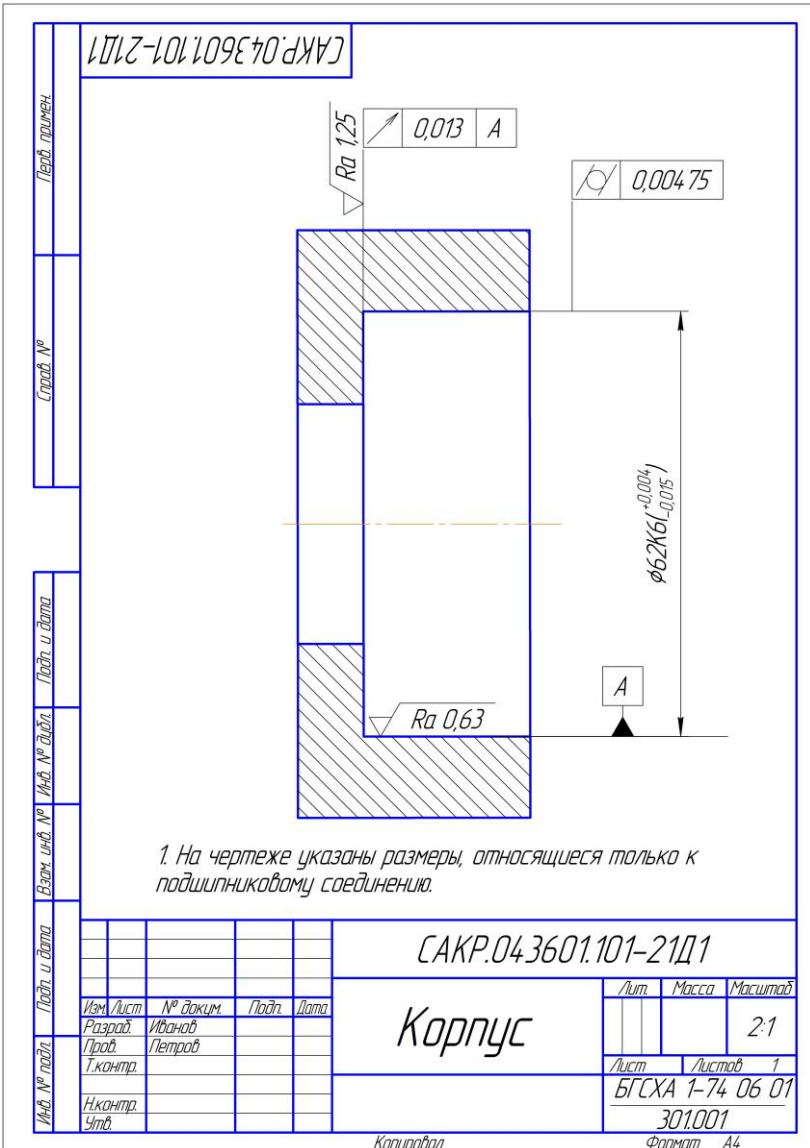
Интервалы размеров, мм	Поля допусков							
	g5	h5	js5	k5	m5	n5	f6	g6
	Предельные отклонения, мкм							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
От 1 до 3	-2	0	+2	+4	+6	+8	-6	-2
	-6	-4	-2	+0	+2	+4	-12	-8
Св. 3 до 6	-4	0	+2,5	+6	+9	+13	-10	-4
	-9	-5	-2,5	+1	+4	+8	-18	-12
Св. 6 до 10	-5	0	+3,0	+7	+12	+16	-13	-5
	-11	-6	-3,0	+1	+6	+10	-22	-14
Св. 10 до 18	-6	0	+4,0	+9	+15	+20	-16	-6
	-14	-8	-4,0	+1	+7	+12	-27	-17
Св. 18 до 30	-7	0	+4,5	+11	+17	+24	-20	-7
	-16	-9	-4,5	+2	+8	+15	-33	-20
Св. 30 до 50	-9	0	+5,5	+13	+20	+28	-25	-9
	-20	-11	-5,5	+2	+9	+17	-41	-25
Св. 50 до 80	-10	0	+6,5	+15	+24	+33	-30	-10
	-23	-13	-6,5	+2	+11	+20	-49	-29
Св. 80 до 120	-12	0	+7,5	+18	+28	+38	-36	-12
	-27	-15	-7,5	+3	+13	+23	-58	-34
Св. 120 до 180	-14	0	+9,0	+21	+33	+45	-43	-14
	-32	-18	-9,0	+3	+15	+27	-68	-39
Св. 180 до 250	-15	0	+10,0	+24	+37	+51	-50	-15
	-35	-20	-10,0	+4	+17	+31	-79	-44
Св. 250 до 315	-17	0	+11,5	+27	+43	+57	-56	-17
	-40	-23	-11,5	+4	+20	+34	-88	-49
Св. 315 до 400	-18	0	+12,5	+29	+46	+62	-62	-18
	-43	-25	-12,5	+4	+21	+37	-98	-54
Св. 400 до 500	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	-68	-20
	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	-108	-60

Интервалы размеров, мм	Поля допусков							
	h6	js6	k6	m6	n6	h11	h12	h14
	Предельные отклонения, мкм							
1	10	11	12	13	14	15	16	17
От 1 до 3	0	+3	+6	+8	+10	0	0	0
	-6	-3	+0	+2	+4	-60	-100	-250
Св. 3 до 6	0	+4	+9	+12	+16	0	0	0
	-8	-4	+1	+4	+8	-75	-120	-300
Св. 6 до 10	0	+4,5	+10	+15	+19	0	0	0
	-9	-4,5	+1	+6	+10	-90	-150	-360
Св. 10 до 18	0	+5,5	+12	+18	+23	0	0	0
	-11	-5,5	+1	+7	+12	-110	-180	-430
Св. 18 до 30	0	+6,5	+15	+21	+28	0	0	0
	-13	-6,5	+2	+8	+15	-130	-210	-520
Св. 30 до 50	0	+8	+18	+25	+33	0	0	0
	-16	-8	+2	+9	+17	-160	-250	-620
Св. 50 до 80	0	+9,5	+21	+30	+39	0	0	0
	-19	-9,5	+2	+11	+20	-190	-300	-740
Св. 80 до 120	0	+11	+25	+35	+45	0	0	0
	-22	-11	+3	+13	+23	-220	-350	-870
Св. 120 до 180	0	+12,5	+28	+40	+52	0	0	0
	-25	-12,5	+3	+15	+27	-250	-400	-1000
Св. 180 до 250	0	+14,5	+33	+46	+60	0	0	0
	-29	-14,5	+4	+17	+31	-290	-460	-1150
Св. 250 до 315	0	+16	+36	+52	+66	0	0	0
	-32	-16	+4	+20	+34	-320	-520	-1300
Св. 315 до 400	0	+18	+40	+57	+73	0	0	0
	-36	-18	+4	+21	+37	-360	-570	-1400
Св. 400 до 500	0	+20	+45	+63	+80	0	0	0
	-40	-20	+5	+23	+40	-400	-630	-1550

**Поля допусков отверстий при номинальных размерах от 1 до 500 мм.
Предельные отклонения, мкм
(по ГОСТ 25347–82)**

Интервалы размеров, мм	Поля допусков							
	G6	H6	Js6	K6	M6	N6	G7	H7
	Предельные отклонения, мкм							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
От 1 до 3	+8	+6	+3,0	0	-2	-4	+12	+10
	+2	0	-3,0	-6	-8	-10	+2	0
Св. 3 до 6	+12	+8	+4,0	+2	-1	-5	+16	+12
	+4	0	-4,0	-6	-9	-13	+4	0
Св. 6 до 10	+14	+9	+4,5	+2	-3	-7	+20	+15
	+5	0	-4,5	-7	-12	-16	+5	0
Св. 10 до 18	+17	+11	+5,5	+2	-4	-9	+24	+18
	+6	0	-5,5	-9	-15	-20	+6	0
Св. 18 до 30	+20	+13	+6,5	+2	-4	-11	+28	+21
	+7	0	-6,5	-11	-17	-24	+7	0
Св. 30 до 50	+25	+16	+8,0	+3	-4	-12	+34	+25
	+9	0	-8,0	-13	-20	-28	+9	0
Св. 50 до 80	+29	+19	+9,5	+4	-5	-4	+40	+30
	+10	0	-9,5	-15	-24	-33	+10	0
Св. 80 до 120	+34	+22	+11,0	+4	-6	-16	+47	+35
	+12	0	-11,0	-18	-28	-38	+12	0
Св. 120 до 180	+39	+25	+12,5	+4	-8	-20	+54	+40
	+14	0	-12,5	-21	-33	-45	+14	0
Св. 180 до 250	+44	+29	+14,5	+5	-8	-22	+61	+46
	+15	0	-14,5	-24	-37	-51	+15	0
Св. 250 до 315	+49	+32	+16,0	+5	-9	-25	+69	+52
	+17	0	-16,0	-27	-41	-57	+17	0
Св. 315 до 400	+54	+36	+18,0	+7	-10	-26	+75	+57
	+18	0	-18,0	-29	-46	-62	+18	0
Св. 400 до 500	+60	+40	+20,0	+8	-10	-27	+83	+63
	+20	0	-20,0	-32	-50	-67	+20	0

Интервалы размеров, мм	Поля допусков							
	Js7	K7	M7	N7	P7	H8	H9	H15
	Предельные отклонения, мкм							
1	10	11	12	13	14	15	16	17
От 1 до 3	+5	0	-2	-4	-6	+14	+25	+400
	-5	-10	-12	-14	-16	0	0	0
Св. 3 до 6	+6	+3	0	-4	-8	+18	+30	+480
	-6	-9	-12	-16	-20	0	0	0
Св. 6 до 10	+7	+5	0	-4	-9	+22	+36	+580
	-7	-10	-15	-19	-24	0	0	0
Св. 10 до 18	+9	+6	0	-5	-11	+27	+43	+700
	-9	-12	-18	-23	-29	0	0	0
Св. 18 до 30	+10	+6	0	-7	-14	+33	+52	+840
	-10	-15	-21	-28	-35	0	0	0
Св. 30 до 50	+12	+7	0	-8	-17	+39	+62	+1000
	-12	-18	-25	-33	-42	0	0	0
Св. 50 до 80	+15	+9	0	-9	-21	+46	+74	+1200
	-15	-21	-30	-39	-51	0	0	0
Св. 80 до 120	+17	+10	0	-10	-24	+54	+87	+1400
	-17	-25	-35	-45	-59	0	0	0
Св. 120 до 180	+20	+12	0	-12	-28	+63	+100	+1600
	-20	-28	-40	-52	-68	0	0	0
Св. 180 до 250	+23	+13	0	-14	-33	+72	+115	+1850
	-23	-33	-46	-60	-79	0	0	0
Св. 250 до 315	+26	+16	0	-14	-36	+81	+130	+2100
	-26	-36	-52	-66	-88	0	0	0
Св. 315 до 400	+28	+17	0	-16	-41	+89	+140	+2300
	-28	-40	-57	-73	-98	0	0	0
Св. 400 до 500	+31	+18	0	-17	-45	+97	+155	+2500
	-31	-45	-63	-80	-108	0	0	0



**Поля допусков размера b соединений с призматическими шпонками
(по ГОСТ 23360-78)**

Наименование элементов	Поля допусков размера b						
	При любом соединении	Свободное соединение		Нормальное соединение		Плотное соединение	
		на валу	во втулке	на валу	во втулке	на валу	во втулке
Шпонка	h9	–	–	–	–	–	–
Паз	–	H9	D10	N9	Js9	P9	P9

**Поля допусков и предельные отклонения несопрягаемых размеров элементов шпоночных соединений с призматическими шпонками
(по ГОСТ 23360-78)**

Наименование элементов	Поля допусков и предельные отклонения				
	Высота b	Длина l	Глубина t_1 или размер $d - t_1$ на валу и на втулке t_2 или $D + t_2$		
			При h , мм		
			Свыше 2 до 6	Свыше 6 до 18	Свыше 18 до 50
Шпонка	h9; h11	h14	–	–	–
Паз	–	H15	+0,1	+0,2	+0,3

Примечания: 1. На размер $d - t_1$ назначаются те же отклонения со знаком минус.
2. Поле допуска h9 на высоту призматической шпонки назначается при ее значениях $h = 2 \dots 6$ мм.

**Поля допусков размера b соединений с сегментными шпонками
(по ГОСТ 24071-97)**

Наименование элементов	Поля допусков размера b				
	При любом соединении	Нормальное соединение		Плотное соединение	
		на валу	во втулке	на валу	во втулке
Шпонка	h9	–	–	–	–
Паз	–	N9	J,9	P9	P9

Поля допусков и предельные отклонения несопрягаемых размеров элементов шпоночных соединений с сегментными шпонками (по ГОСТ 24071-97)

Наименование элементов	Поля допусков и предельные отклонения						
	Высота h	Исходный диаметр шпонки d	Глубина t_1 или размер $d - t_1$ на валу			Глубина t_2 или размер $D + t_2$ на втулке	
			При h , мм				
			Свыше 1,4 до 3,7	Свыше 3,7 до 7,5	Свыше 7,5	Свыше 1,4 до 10	Свыше 10
Шпонка	h11	h12	—	—	—	—	—
Паз	—	—	+0,1	+0,2	+0,3	+0,1	+0,2

Примечание. На размер $d - t_1$ назначаются те же отклонения со знаком минус.

Основные размеры элементов шпоночных соединений с призматическими шпонками (по ГОСТ 23360-78)

Диаметр вала, мм	Размеры шпонки, мм			Глубина пазов, мм	
	$b \times h$	Интервалы длины L		на валу t_1	во втулке t_2
		от	до		
От 6 до 8	2×2	6	20	1,2	1,0
Свыше 8 до 10	3×3	6	36	1,8	1,4
Свыше 10 до 12	4×4	8	45	2,5	1,8
Свыше 12 до 17	5×5	10	56	3,0	2,3
Свыше 17 до 22	6×6	14	70	3,5	2,8
Свыше 22 до 30	8×7	18	90	4,0	3,3
Свыше 30 до 38	10×8	22	110	5,0	3,3
Свыше 38 до 44	12×8	28	140	5,0	3,3
Свыше 44 до 50	14×9	36	160	5,5	3,8
Свыше 50 до 58	16×10	45	180	6,0	4,3
Свыше 58 до 65	18×11	50	200	7,0	4,4
Свыше 65 до 75	20×12	56	220	7,5	4,9
Свыше 75 до 85	22×14	63	250	9,0	5,4
Свыше 85 до 95	25×14	70	280	9,0	5,4
Свыше 95 до 110	28×16	80	320	10,0	6,4
Свыше 110 до 130	32×18	90	360	11,0	7,4
Свыше 130 до 150	36×20	100	400	12,0	8,4
Свыше 150 до 170	40×22	100	400	13,0	9,4
Свыше 170 до 200	45×25	110	450	15,0	10,4
Свыше 200 до 230	50×28	125	500	17,0	11,4

Примечание. Длина шпонок должна выбираться из ряда: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 220; 250; 280; 320; 360; 400; 450 и 500.

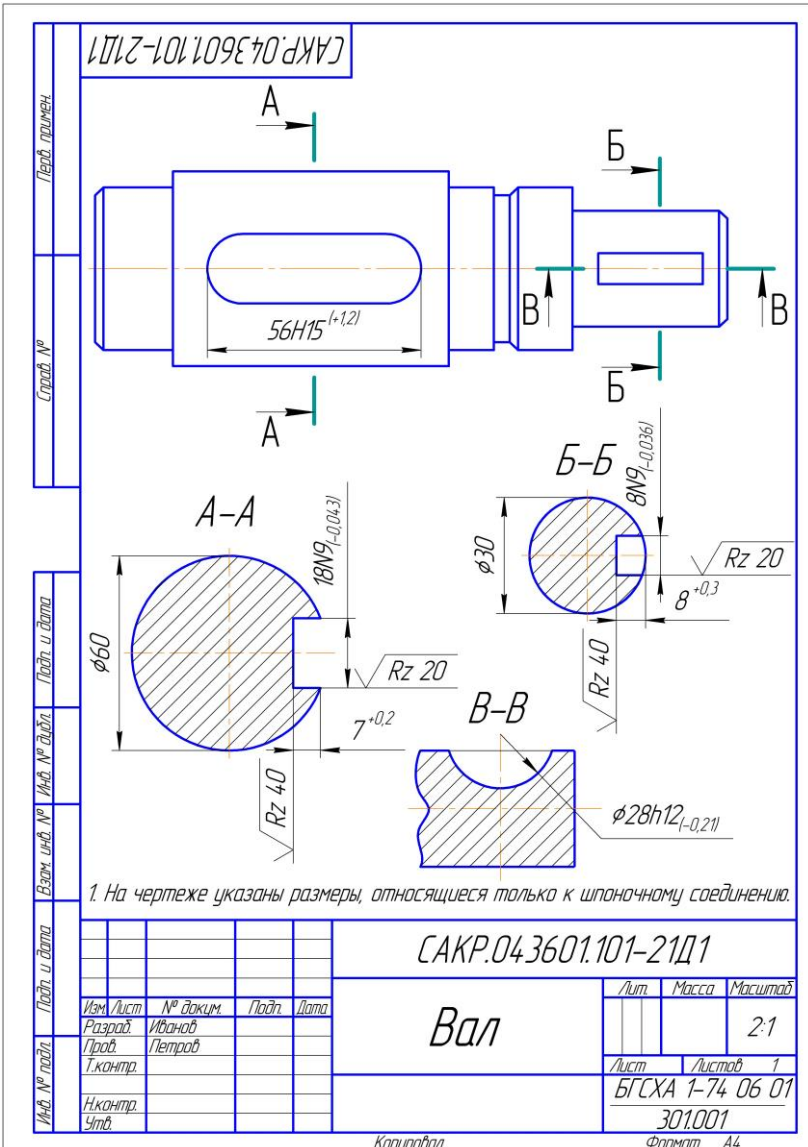
**Основные размеры элементов шпоночных соединений
с сегментными шпонками (по ГОСТ 24071–80)**

Диаметр вала, мм		Размер шпонки $b \times h \times d$	Глубина пазов	
Назначение шпонки*			на валу t_1	во втулке t_2
1	2			
От 3 до 4	От 3 до 4	1×1,4×4	1,0	0,6
Свыше 4 до 5	Свыше 4 до 6	1,5×2,6×7	2,0	0,8
Свыше 5 до 6	Свыше 6 до 8	2×3,7×7	1,8	1,0
Свыше 6 до 7	Свыше 8 до 10	2×1,4×10	2,9	1,0
Свыше 7 до 8	Свыше 10 до 12	2,5×3,7×10	2,7	1,2
Свыше 8 до 10	Свыше 12 до 15	3×5×13	3,8	1,4
Свыше 10 до 12	Свыше 15 до 18	3,6×6,5×16	5,3	1,5
Свыше 12 до 14	Свыше 18 до 20	4×6,5×16	5,0	1,8
Свыше 14 до 16	Свыше 20 до 22	4×7,5×19	6,0	1,8
Свыше 16 до 18	Свыше 22 до 25	5×6,5×16	4,5	2,3
Свыше 18 до 20	Свыше 25 до 28	5×7,5×19	5,5	2,3
Свыше 20 до 22	Свыше 28 до 32	5×9×22	7,0	2,3
Свыше 22 до 25	Свыше 32 до 36	6×9×22	6,5	2,8
Свыше 25 до 28	Свыше 36 до 40	6×10×25	7,0	3,3
Свыше 28 до 32	Свыше 40	8×11×28	8,0	3,3
Свыше 32 до 38		10×13×22	10,0	3,3

*Назначение 1 предусматривает случай передачи шпонкой крутящего момента, назначение 2 – когда шпонка используется только для фиксации деталей.

**Предельные отклонения ширины шпонок и пазов валов и втулок соединений
с призматической и сегментной шпонками (по ГОСТ 25346–82)**

Интервалы номинальных значений ширины шпонки и пазов, мм	Поля допусков размера					
	h9	H9	Js9	N9	P9	D10
	Предельные отклонения $es(ES)$, $ei(EI)$, мкм					
От 1 до 3	0	+25	+12	-4	-6	+60
	-25	0	-12	-29	-31	+20
Свыше 3 до 6	0	+30	+15	0	-12	+78
	-30	0	-15	-30	-42	+30
Свыше 6 до 10	0	+36	+18	0	-15	+98
	-36	0	-18	-36	-51	+40
Свыше 10 до 18	0	+43	+21	0	-18	+120
	-43	0	-21	-43	-61	+50
Свыше 18 до 30	0	+52	+26	0	-22	+149
	-52	0	-26	-52	-74	+65
Свыше 30 до 50	0	+62	+31	0	-26	+180
	-62	0	-31	-62	-88	+80



СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Расчет и выбор посадок для подшипников качения.....	4
1.1. Общие сведения. Выбор посадок подшипников качения на валы и в корпус	4
1.2. Выбор средств измерений	6
1.3. Порядок расчета посадок подшипников качения.....	6
1.4. Пример расчета посадок подшипников качения	8
2. Выбор посадок шпоночного соединения	10
2.1. Шпоночные соединения.....	10
2.2. Выбор средств измерений и контроля.....	12
2.3. Порядок расчета шпоночного соединения	13
2.4. Пример расчета шпоночного соединения.....	14
Библиографический список	17
Приложения.....	18