

Кафедра инженерной и компьютерной графики.

Соединения штифтовые и шпоночные

Учебное пособие

2006

Разработчик электронной версии ст. пр. КИКГ Мамутова Л.А.

В учебном пособии содержатся сведения о штифтовых и шпоночных соединениях, применяемых для передачи вращательного движения. Приведены примеры определения параметров штифтового и шпоночного соединений. Изложены основные правила выполнения сборочных чертежей. Приведен пример оформления задания «Вал в сборе».

Учебное пособие предназначено для студентов, изучающих дисциплины: *Инженерная графика, Инженерная и компьютерная графика, Основы проектирования.*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Большинство изделий приборостроения являются составными конструкциями различной сложности, состоящими из сборочных единиц (узлов) или отдельных деталей соединенных между собой определенным образом, так чтобы осуществлялись фиксация, направление и перемещение элементов конструкции. Целью данного пособия является ознакомление студентов с видами соединений штифтами и шпонками, применяемыми для передачи вращательного движения и нормативно справочными материалами, относящимися к элементам этих соединений, а также с основными правилами оформления сборочного чертежа.

В результате работы над материалами темы студенты должны: *иметь представление:*

- о некоторых видах соединений для передачи крутящего момента (вращательного движения),

- о различных видах штифтовых и шпоночных соединений,
- о видах стандартных штифтов и шпонок,
- об общих правилах выполнения сборочных чертежей.

знать:

- конструкцию и назначение штифтового соединения с цилиндрическим штифтом,
- конструкцию и назначение шпоночного соединения с призматической шпонкой,
- условности и упрощения, применяемые при выполнении сборочных чертежей.

уметь:

- изображать штифтовое соединение с цилиндрическим штифтом,
- изображать шпоночное соединение с призматической шпонкой,
- изображать элементы шпоночного и штифтового соединения с нанесением размеров и обозначением шероховатости поверхностей образующих соединения,
- пользоваться справочно-нормативными материалами по штифтовым и шпоночным соединениям,
- составлять стандартные условные обозначения штифтов и шпонок,
- оформлять сборочный чертеж в соответствии с правилами ЕСКД (наносить позиции, необходимые размеры и надписи).

Данное учебное пособие предназначено для студентов, изучающих дисциплины: *Инженерная графика, Инженерная и компьютерная графика, Основы проектирования*, а также может быть полезно в дальнейшем при выполнении курсовых работ по конструированию и технологии изготовления приборов.

В конце этого пособия предложены контрольные вопросы.

ВВЕДЕНИЕ

Практически во всех конструкциях встречаются соединения по гладким цилиндрическим или коническим поверхностям имеющим в сечениях окружности. Эти удобные и технологичные для обработки и сборки поверхности не всегда могут надежно обеспечить передачу вращательного движения.

Например, рассмотрим разъемное соединение детали с цилиндрическим отверстием, условно назовем ее *Втулка*, по цилиндрической поверхности другой детали.

Втулка может свободно вращаться вокруг своей продольной оси и перемещаться вдоль посадочной поверхности (рис. 1). Деталь, с которой втулка соединена, ограничивает движение втулки поперек своей продольной оси, а также является опорой, в этом случае ее называют *Ось*.

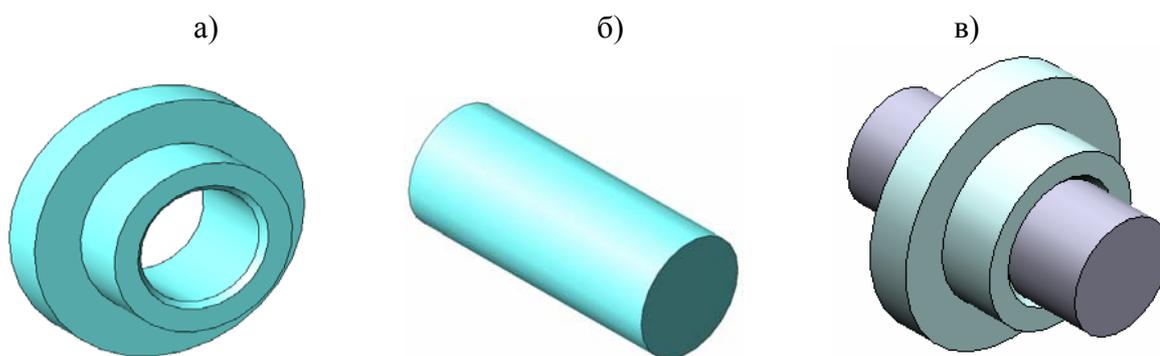


Рис. 1.

а – деталь *Втулка*, б - цилиндрическая часть детали *Ось*, в - соединение

Такое соединение нельзя применить для передачи вращения т.к. имеет место проворачивание (проскальзывание) деталей относительно друг друга. Для осуществления передачи вращательного движения форма поперечного сечения посадочных поверхностей должна быть некруглой.

Так для соединения различных маховиков и рукояток применяют соединения по призматической поверхности с квадратным сечением (рис.2 а, б); для неподвижных и ненагруженных подвижных соединений иногда применяют соединения по гладкой некруглой поверхности – профильные соединения (рис.2 в); для более нагруженных конструкций применяют соединения, у которых посадочные по-

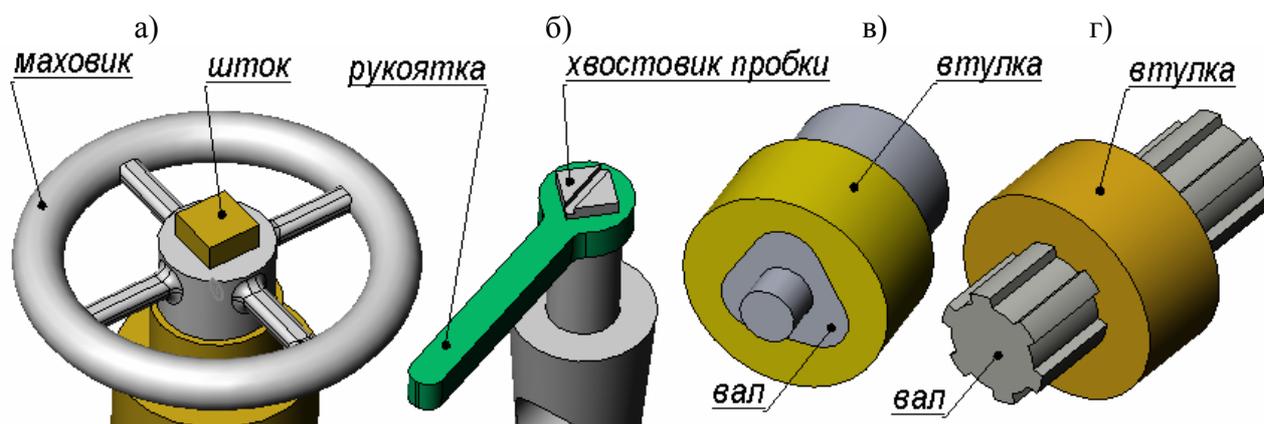


Рис. 2. Соединения для передачи вращательного движения
 а - соединение маховика со штоком, б – соединение рукоятки с пробкой крана,
 в – профильное соединение, г – шлицевое соединение

верхности имеют равномерно расположенные выступы - шлицевые соединения (рис. 2 г).

Каждое из данных соединений составлено из двух деталей: **Вал** и насаживаемая на него деталь.

Детали *ось* и *вал* при некотором внешнем сходстве различны по функциональному назначению. *Ось* служит только опорой и направляющей для насаженных на нее деталей. *Вал* – это деталь, которая служит не только для опоры и направления насаженных на нее деталей, но еще и для сообщения им вращательного движения.

Часто в соединениях деталей по поверхностям круглого сечения (гладким поверхностям) для передачи вращательного движения используют деталь-посредник, благодаря которой становится возможной передача вращательного движения от вала к насаженной на него детали (например, зубчатому колесу) или, наоборот, от детали насаженной на вал к валу (например, от передаточной муфты к валу редуктора).

В качестве деталей-посредников используют штифты, шпонки, шплинты и нажимные винты. Типовыми соединениями являются шпоночные, штифтовые и шплинтовые соединения. Здесь будут рассмотрены соединения шпоночные и штифтовые.

ШТИФТОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Общие сведения

Штифтовое соединение это соединение с применением детали, которая называется **Штифт** (рис. 3).

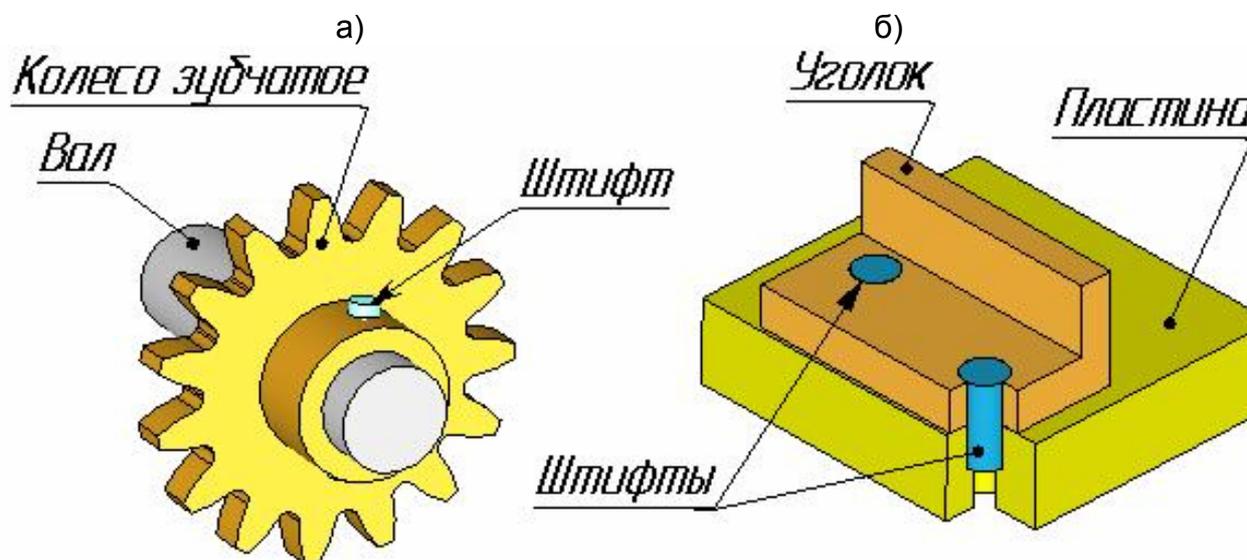


Рис. 3. Штифтовые соединения

а – соединение зубчатого колеса с валом, б) – соединение уголка с пластиной

Штифт представляет собой стержень с цилиндрической или конической рабочей поверхностью и служит для фиксации деталей относительно друг друга в определенном положении.

По форме рабочей поверхности штифты делятся на две группы: цилиндрические и конические.

Штифты могут быть простой формы, например штифты цилиндрические по ГОСТ 3128-70 и конические по ГОСТ 3129-70 (рис. 4) и более сложной формы, например: цилиндрические с внутренней резьбой незакалённые по ГОСТ 9464-79; заклепочные по ГОСТ 10774-80; пружинные по ГОСТ 14229-78; насеченные по ГОСТ 12850-80;

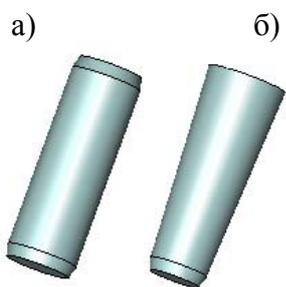


Рис. 4. Штифты

а – цилиндрический, б – конический

конические с внутренней резьбой незакалённые по ГОСТ 9464-79, разводные ГОСТ 19119-80, с резьбой цапфой (с наружной резьбой) по ГОСТ 9465-79.

Размеры и форма штифтов должны соответствовать, указанным в стандартах.

В табл. 1 представлены форма и размеры цилиндрических незакаленных штифтов по ГОСТ 3128-70.

По точности рабочей поверхности штифты подразделяются на три класса точности: А, В, С. Наибольшая точность – класс А, наименьшая - класс С. При этом каждому классу точности соответствует определенное исполнение (отличие по форме): классу А - исполнение 1, классу В - исполнение 2, классу С - исполнение 3 (см. рис. 5, 6).



Рис. 5. Классы точности и исполнения цилиндрических незакаленных штифтов

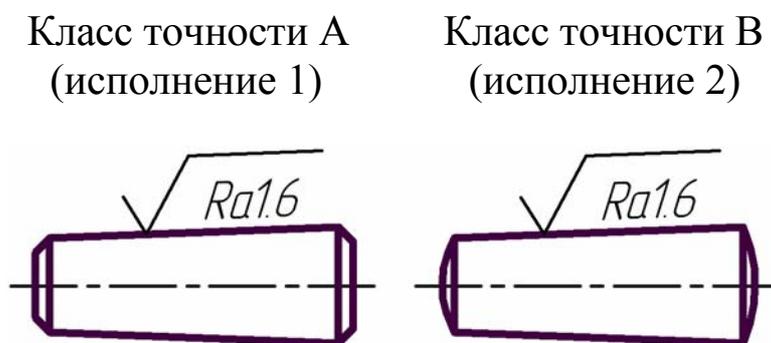


Рис. 6. Классы точности и исполнения конических незакаленных штифтов

Материал, из которого изготавливают незакаленные штифты – Сталь 45. Закаленные штифты изготавливают из углеродистых качественных или легированных сталей.

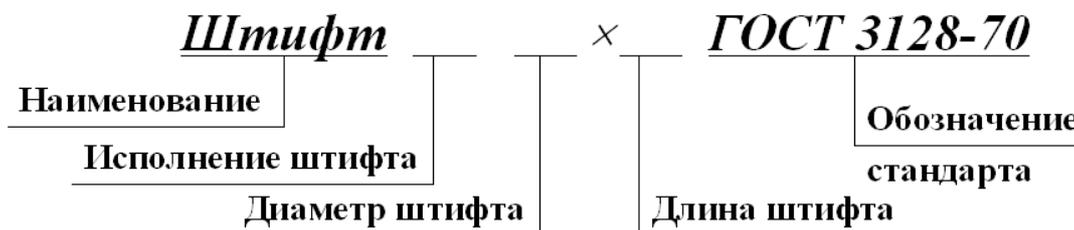
Штифты могут быть с покрытием окисным, пропитанным маслом или фосфатным, пропитанным маслом, а также без покрытия.

Допускается по согласованию между изготовителем и потребителем применять другие марки материалов и другие виды покрытий.

Значения параметров шероховатости Ra рабочих поверхностей штифтов не должны быть для каждого класса точности более тех, что

указаны в стандарте. Значения параметров шероховатости проверяются путем сравнения с образцами шероховатости (ГОСТ 9378-75) или специальными приборами.

Схема построения и примеры условного обозначения штифтов



Примеры условного обозначения незакаленных цилиндрических штифтов без покрытия диаметром $d = 4$ мм, длиной $l = 24$ мм: исполнения 1

Штифт 4 × 24 ГОСТ 3128-70,

то же исполнения 2

Штифт 2. 4 × 24 ГОСТ 3128-70,

то же исполнения 3

Штифт 3. 4 × 24 ГОСТ 3128-70

Обратите внимание, для штифта исполнения 1, номер исполнения не пишется, а для исполнений 2 и 3 номер исполнения указывают обязательно, затем ставится точка.

Пример условного обозначения штифта исполнения 1, диаметром $d = 4$ мм, длиной $l = 24$ мм с химическим окисным покрытием, пропитанным маслом:

Штифт 4 × 24 Хим. Окс. прм. ГОСТ 3128-70

По функциональному назначению штифты различают крепежные и установочные. В соединении зубчатого колеса с валом (рис. 3 а) штифт является крепежным элементом, а в соединении уголка с пластиной (см. рис. 3 б) такие же штифты являются установочными элементами.

В дальнейшем рассматриваются только соединения, в которых штифты служат для крепления деталей на валах для передачи вращательного движения.

Штифтовое соединение для передачи вращательного движения состоит как минимум из трех деталей: вал, втулка (колесо, шкив и т.п.) и штифт (рис. 7).

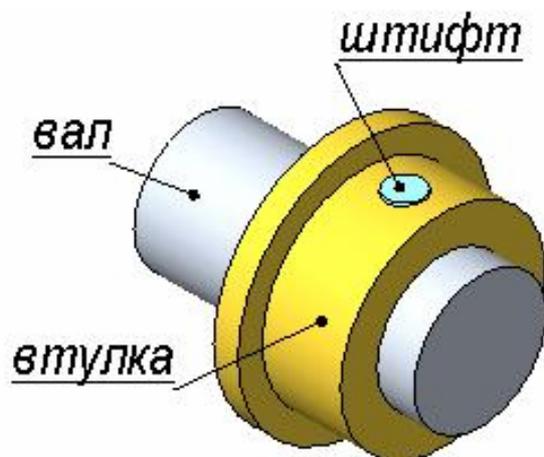


Рис. 7. Штифтовое соединение для передачи вращательного движения

На практике штифтовое соединение выполняют следующим образом.

- Вначале осуществляют сборку: на валу устанавливают в нужное положение втулку (колесо, шкив, и т.д.), и закрепляют в приспособлении;

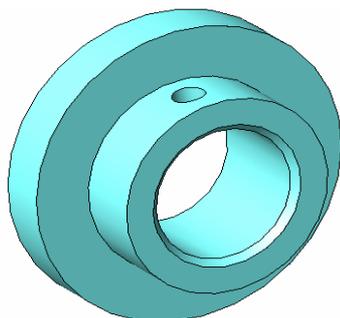


Рис. 8. Втулка с предварительным отверстием

- Затем в сборе просверливают отверстие под штифт насквозь через втулку (например, ступицу колеса) и вал, иногда во втулке заранее делают отверстие меньшего диаметра (рис. 8), через которое в дальнейшем сверлится отверстие под штифт;

- Далее аккуратно забивают штифт в выполненное отверстие.

Если нужно разобрать соединение, снять втулку или, например зубчатое колесо для ремонта или замены, то штифт аккуратно выбивают (иногда высверливают). Такое соединение нельзя отнести к разъемным, т.к. зачастую повторно штифт использовать нельзя. Для повторного соединения берут новый штифт несколько большего диаметра, а в деталях рассверливают новое отверстие под этот штифт.

Штифтовое соединение применяют для передачи вращательного движения в слабонагруженных конструкциях и при небольших частотах вращения. Однако для исключения вылета штифта под действием

центробежных сил применяют стопорение штифта (рис. 9), винтами, пружинными кольцами, а иногда просто обвязкой проволокой.

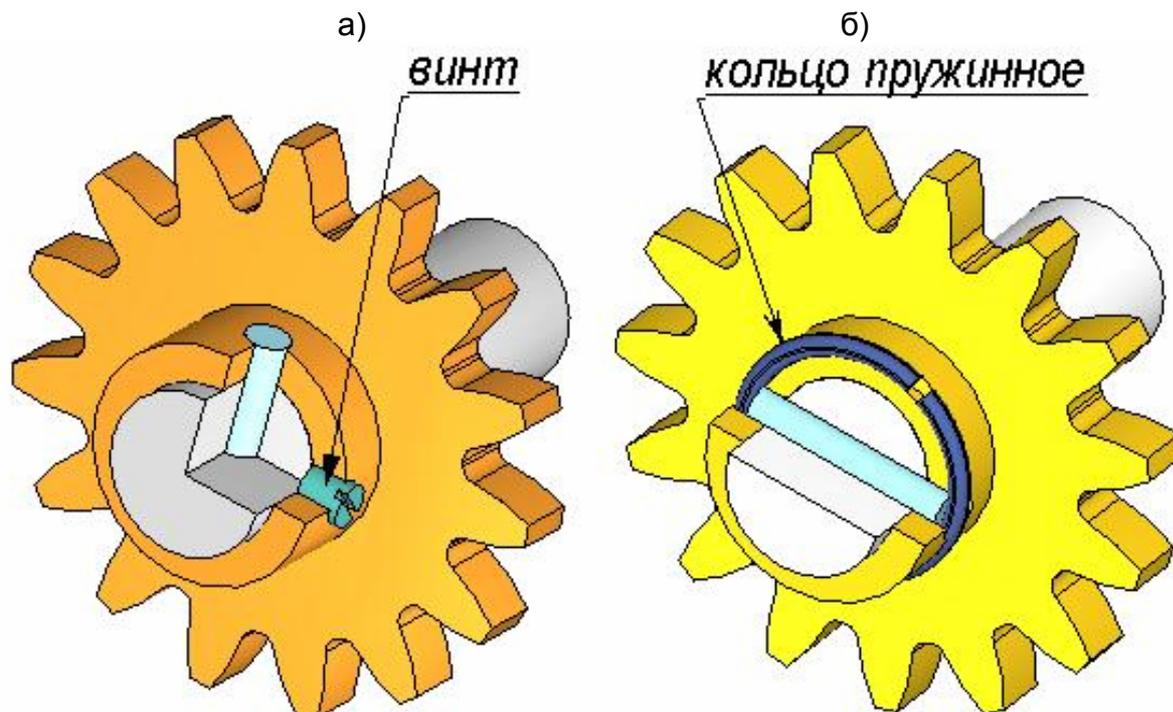


Рис. 9. Способы стопорения штифтов.
а – винтом, б – пружинным кольцом

Чтобы соединение было надежным необходимо правильно подобрать размеры соединения: диаметр и длину штифта. В особо ответственных случаях выполняется расчет на прочность в зависимости от нагрузки. Во всех остальных случаях размеры штифтового соединения выбираются в соответствии с рекомендациями, разработанными на основе расчетов и практического применения, и должны соответствовать требованиям, установленным в стандартах на конкретные виды штифтов.

Определение размеров цилиндрического штифта

Диаметр штифта d зависит от диаметра вала $d_{в(шт)}$ на участке установки штифта.

Предварительно рассчитывают диапазон $d_{шт}$ значений диаметра штифта

$$d_{шт} = (0,2 \dots 0,25)d_{в(шт)}.$$

Диаметр штифта d окончательно назначают следующим образом: из стандартного ряда значений диаметра штифта попавших в диапазон $d_{шт}$ выбирают большее, если в диапазоне $d_{шт}$ не оказалось

ни одного стандартного значения, то назначают из стандартного ряда ближайшее большее.

Предварительно минимальная длина штифта $l_{шт}$ принимается равной диаметру ступицы $d_{ст}$:

$$l_{шт} = d_{ст},$$

где диаметр ступицы $d_{ст} = d_{в(шт)} + 2 \times d$.

Длина штифта l окончательно назначается из стандартного ряда длин штифтов. Из двух табличных значений l ближайших к $l_{шт}$ выбирается большее.

Примечание. Допускается некоторое увеличение диаметра ступицы до уравнивания со значением длины штифта.

Особенности изображения штифтового соединения на чертежах

На разрезах, когда секущая плоскость проходит вдоль оси штифта (фронтальный и профильный разрезы на рис.10), штифт показывают нерассеченным.

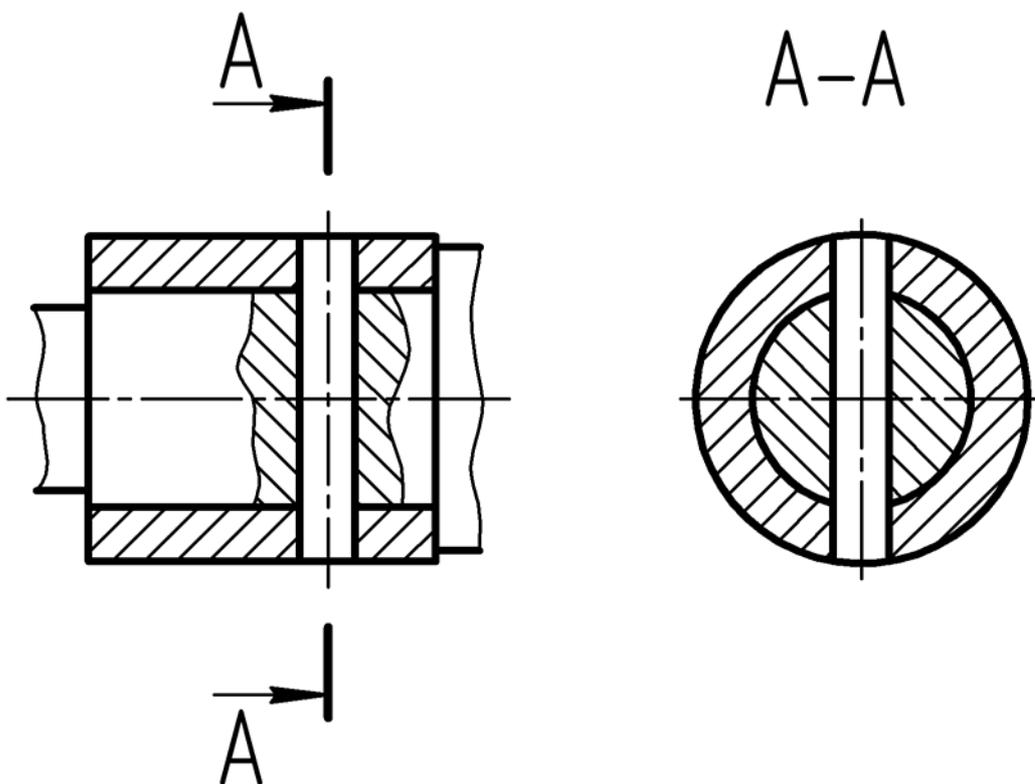


Рис.10. Штифтовое соединение

При этом на продольном по отношению к валу разрезе, на рисунке 10 – это фронтальный разрез, где вал показан нерассеченным, вблизи штифта выполняют местный разрез вала.

На изображении штифта с торцевой поверхности не показывают фаски штифта (рис. 11).

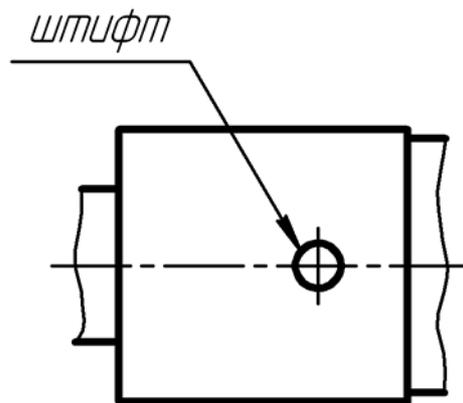


Рис. 11. Соединение штифтом

В поперечном разрезе штифт показывают рассеченным (рис. 12).

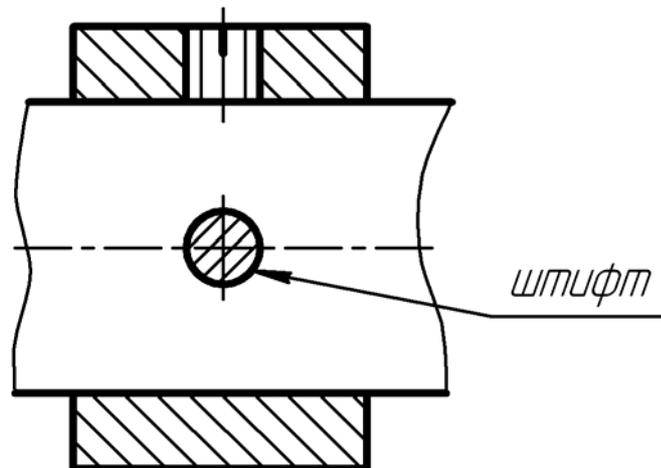


Рис. 12. Поперечный разрез штифтового соединения

ШПОНОЧНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Общие сведения.

Шпоночное соединение осуществляется с применением детали, которая называется **Шпонка** (рис. 13).

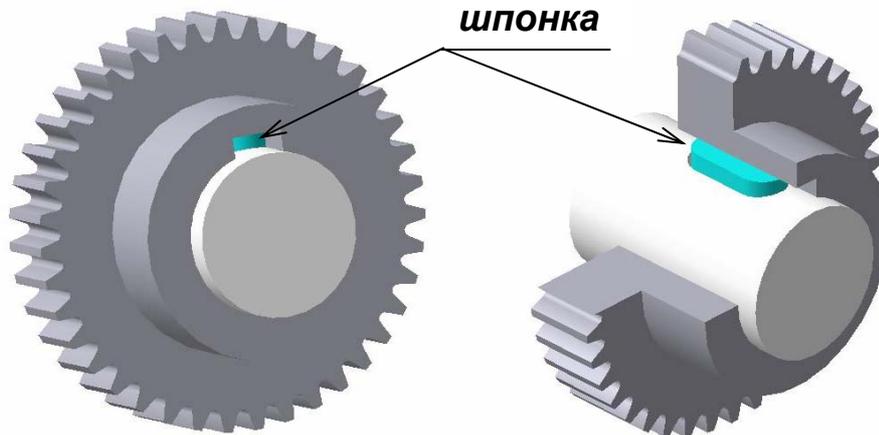


Рис. 13. Шпоночное соединение зубчатого колеса с валом

Иногда шпонки используют только для фиксации положения деталей, например, в узлах составных станин прессов для фиксации положения стоек.

Далее рассматриваются шпоночные соединения, служащие только для передачи вращательного движения.

Шпоночное соединение для передачи вращательного движения состоит как минимум из трех деталей: вал, втулка (колесо, шкив и т.п.) и шпонка (см. рис. 13).

По форме различают шпонки: призматические по ГОСТ 23360-78 (рис. 14 а), клиновые по ГОСТ 24068 – 80 (рис. 14 б), сегментные шпонки по ГОСТ 24071-97 (рис. 14 в).

Стандартами установлены разновидности каждого типа шпонок:

1. призматических – с закругленными торцами (исполнение 1), с плоскими торцами (исполнение 2), с одним плоским торцом (исполнение 3);
2. клиновых – с головкой и без головки (рис, с плоскими торцами, с одним или двумя закругленными торцами);
3. сегментных – нормальной и низкой формы.

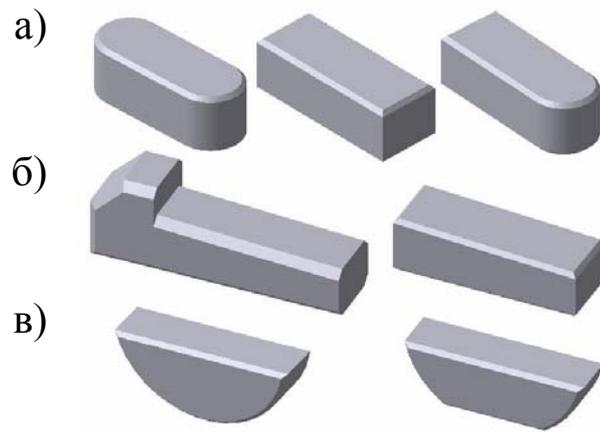


Рис. 14. Шпонки: а – призматические, б – клиновые, в – сегментные

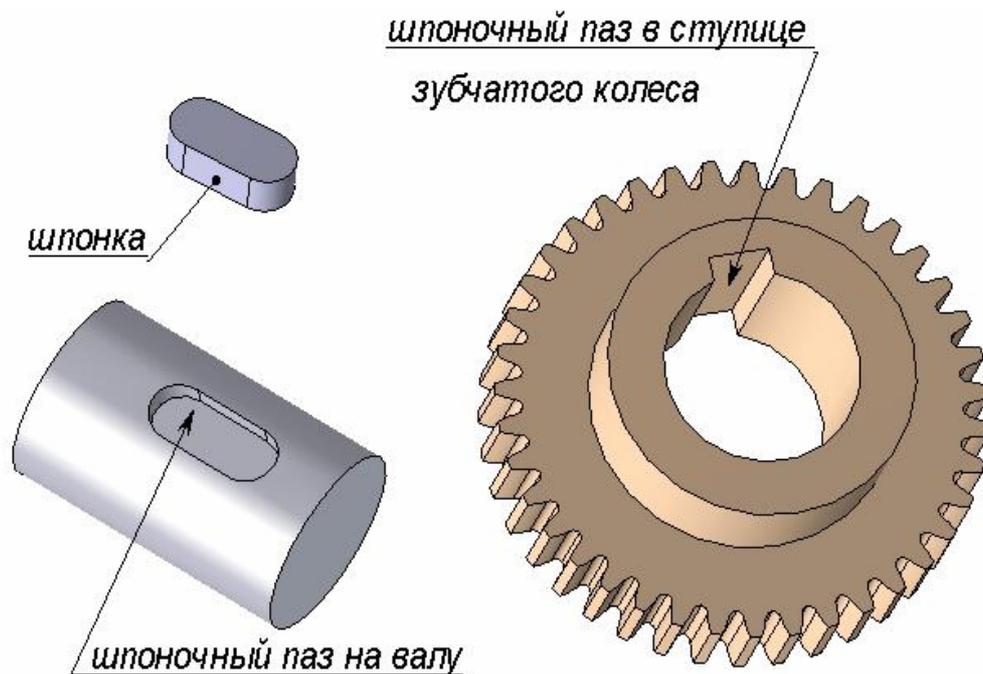


Рис. 15. Элементы соединения призматической шпонкой

На рис. 15 и 16 показаны конструктивные элементы шпоночного соединения призматической и сегментной шпонками. На практике шпоночное соединение призматическими и сегментными шпонками выполняют следующим образом. Шпонка устанавливается в паз (углубление) вала, при этом некоторая часть ее выступает над посадочной поверхностью вала (см. рис. 13, 16, 17). По выступающей части шпонки направляется и устанавливается сопрягаемая с валом деталь, в которой имеется **сквозной** продольный паз.

Таким образом, шпонка одновременно оказывается вложенной в азы обеих деталей и при вращении вместе с одной из них цепляется за другую, тем самым, осуществляя передачу вращательного движе-

ния от одной детали к другой: от вала к установленным на нем деталям (зубчатым колесам, маховикам, кулачкам, шкивам, муфтам и т.д.) или от детали к валу, на который эта деталь насажена.

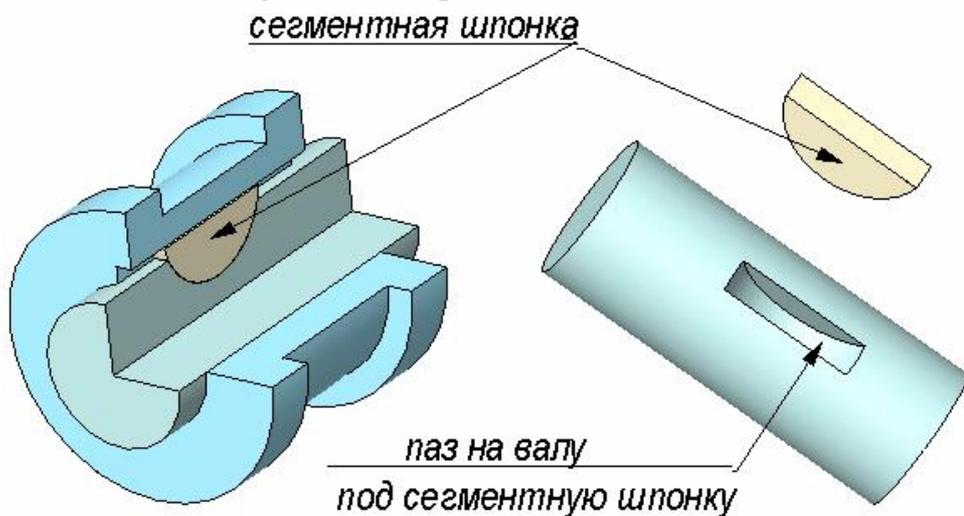


Рис. 16. Элементы соединения сегментной шпонкой

Клиновую шпонку забивают в пазы (рис. 17). При этом возникает так называемое напряженное соединение - детали соединения испытывают напряжения в радиальном направлении уже после сборки еще до эксплуатации.

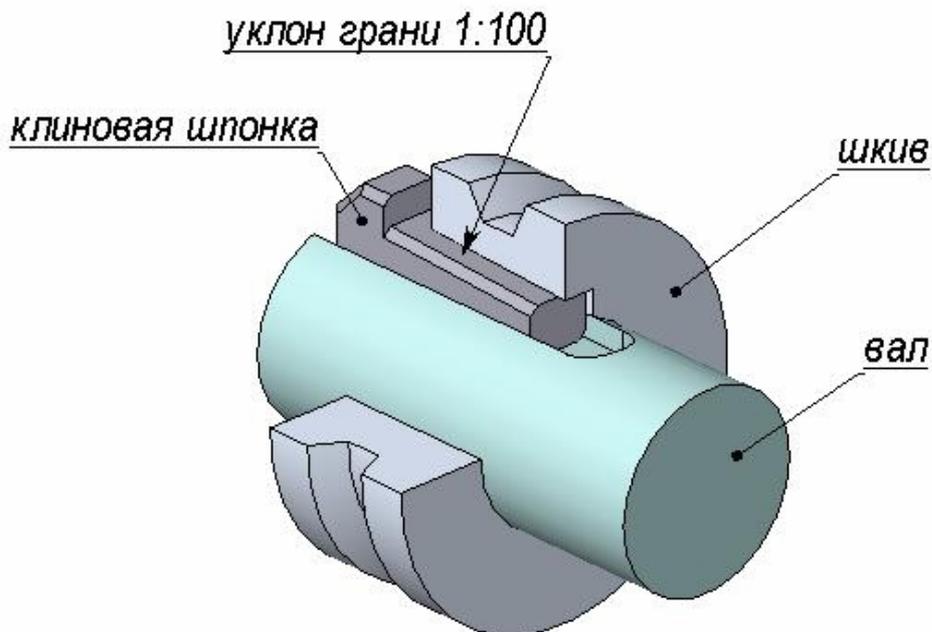


Рис. 17. Элементы соединения клиновой шпонкой

Пазы на валах получают фрезерованием пальцевыми и дисковыми фрезами, в ступицах протягиванием протяжками.

Размеры элементов шпоночного соединения (рис. 18):

- поперечного сечения шпонки (ширина b и высота h).
- длина шпонки l ,
- глубина паза на валу t_1 ,
- глубина паза во втулке t_2 ,

зависят от усилий возникающих в соединении при передаче крутящего момента.

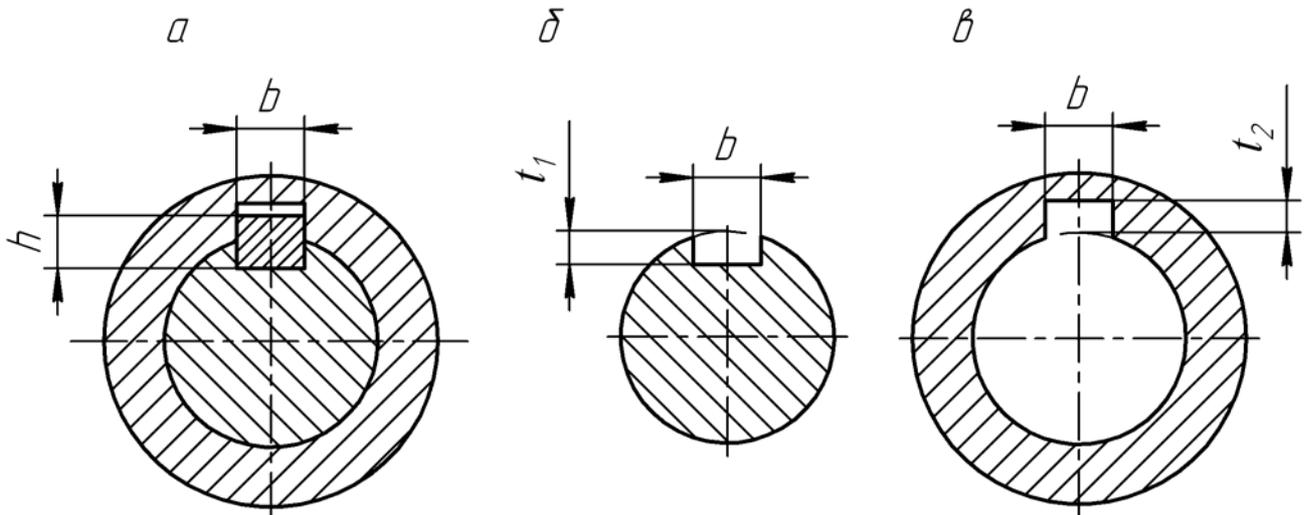


Рис. 18. Параметры элементов шпоночного соединения
а – соединение в сборе, б – сечение вала, в – сечение втулки.

В особо ответственных случаях проводят расчет на прочность, в основном же следуют рекомендациям соответствующих стандартов для разных типов шпонок и назначают размеры по таблицам. При этом определяющим параметром является размер вала в месте установки шпонки.

При конструировании вала следует предусмотреть отступ a шпоночного паза на валу от ближайших ступенек на 2-3 мм для диаметра вала менее и равном 30 мм и 4-5 мм для больших диаметров, в концевых установках шпонки величину отступа увеличивают еще на 1-2 мм для увеличения прочности перемычки (рис. 19).

Шпоночные соединения применяют в машиностроении и приборостроении при небольших нагрузках, при необходимости размещения длинных ступиц и частой сборки и разборки.

Недостатком шпоночным соединением является ослабление сечения вала шпоночным пазом (см. рис. 15, 16, 18), особенно при применении сегментных шпонок. Преимущество шпоночных соединений - это легкость сборки и разборки.

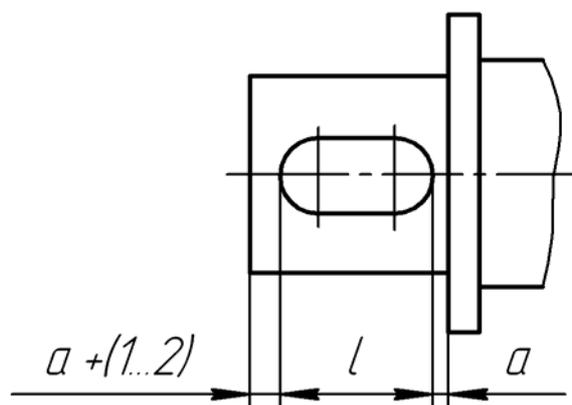


Рис. 19. Расположение шпоночного паза на валу

Схема построения и примеры условного обозначения шпонки



Примеры условного обозначения призматической шпонки без покрытия шириной $b = 8$ мм, высотой $h = 7$ мм, длиной $l = 24$ мм: исполнения 1

Шпонка 8 × 7 × 24 ГОСТ 3128-70,

то же исполнения 2

Шпонка 2. 8 × 7 × 24 ГОСТ 3128-70,

то же исполнения 3

Шпонка 3. 8 × 7 × 24 ГОСТ 3128-70

Обратите внимание, для шпонки исполнения 1, номер исполнения не пишется, а для исполнений 2 и 3 номер исполнения указывают обязательно, затем ставится точка.

Особенности изображения шпоночного соединения

1. Если вал не пустотелый, то в продольном разрезе показывают вблизи установки шпонки местный разрез вала (рис. 20).

При этом необходимо соблюдать следующее:

- линия обрыва должна начинаться и заканчиваться на внешнем очерке вала,

- начало и конец линии обрыва не должны совпадать с точками пересечения других линий,

- линия обрыва не должна совпадать с любыми другими линиями.

2. При изображении шпоночного соединения призматической шпонкой зазоры между нерабочими поверхностями (днищем паза втулки и плоской выступающей поверхностью шпонки в ненапряженных соединениях или боковыми поверхностями шпонки и шпоночного паза втулки в напряженных соединениях) показывают увеличенными, так чтобы между линиями, являющимися проекциями этих поверхностей было расстояние не менее 0,8 мм.

-3. Не показывают разницу длин шпонки и шпоночного паза на валу.

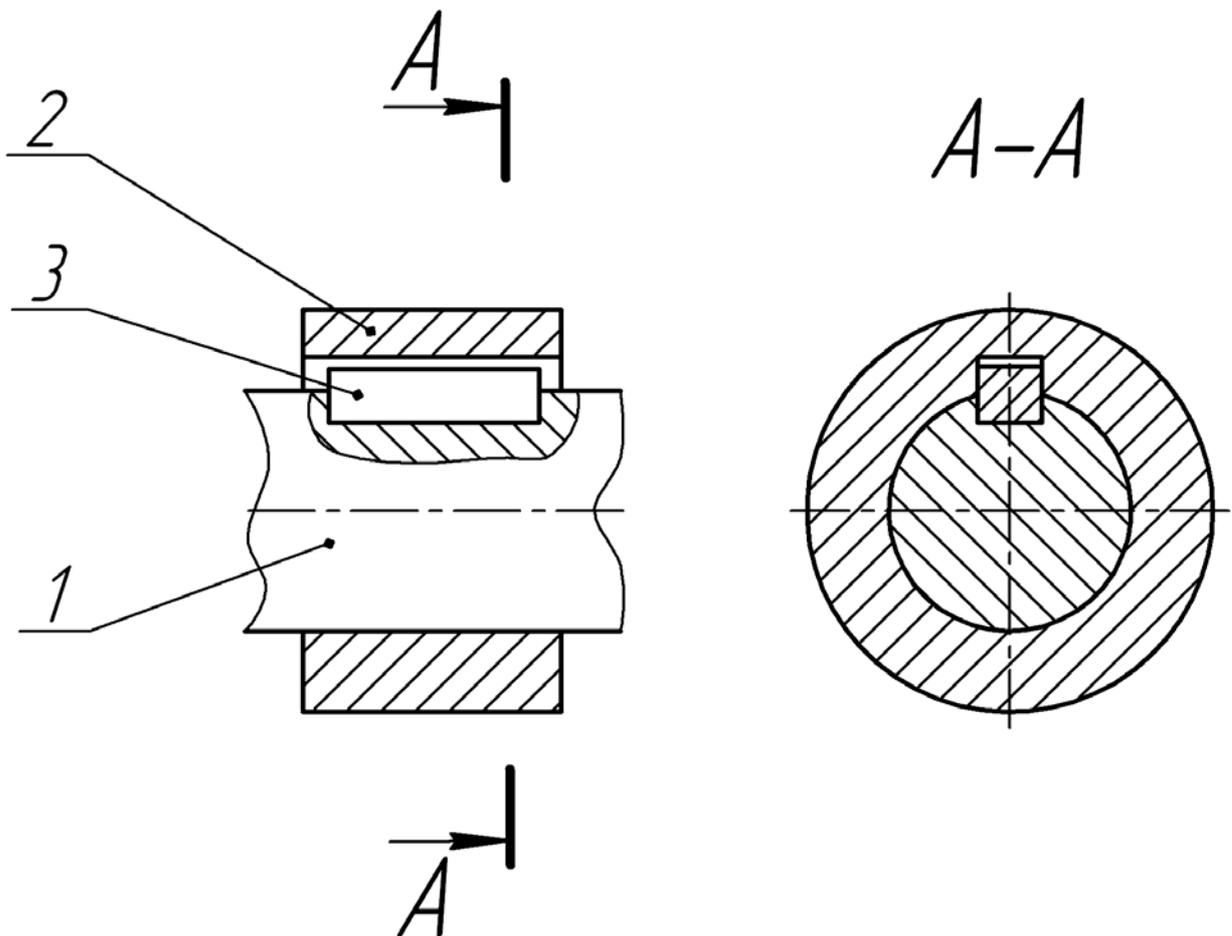


Рис. 20. Шпоночное соединение призматической шпонкой

ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Сборочный чертеж должен содержать:

- изображения сборочной единицы и данные необходимые для ее сборки и контроля,
- номера позиций частей, составляющих данную сборку,
- размеры или другие требования (например, шероховатость поверхностей), которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу,
- необходимые записи, технические требования, таблицы и т.д.,
- в конце обозначения документа добавляется шифр «СБ».

Допускается указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющие характер сопряжения, а также габаритные, установочные, присоединительные и другие размеры.

Размеры наносятся по правилам нанесения размеров на чертежах в соответствии с ГОСТ 2.307-68.

Номера позиций составных частей наносят на полках линий выносок, проведенных от изображений составных частей. Линия-выноска должна начинаться точкой на изображении составной части и проходить по возможности по изображению только той составной части, к которой она относится (на сложных чертежах линия-выноска может пересекать изображения нескольких частей) и не должна совпадать по направлению с вертикальными и горизонтальными линиями и линиями штриховки на разрезах составных частей. Полки линий-выносок должны быть расположены на одном уровне по горизонтали либо начинаться от одной мысленно проведенной вертикальной линии (при большом количестве позиций возможно расположение полок сверху, снизу, слева и справа от изображения). Длина полок должна быть достаточной для написания номера позиций.

Номера позиций присваиваются сначала сборочным единицам, затем уникальным деталям, при этом часто придерживаются последовательности нумерации в порядке сборки (сначала корпусная деталь, а затем остальные). После этого присваивают номера стандартным изделиям. Для несложных сборок стандартные изделия можно пронумеровать в алфавитном порядке.

Шрифт позиций должен быть на один два номера больше номера шрифта, используемого на данном чертеже для нанесения размерных чисел и надписей (рис. 19).

Угол наклона штриховки (обычно отмеряется от горизонтали) двух смежных деталей должен отличаться: для одной детали 45° , а для другой -45° (135° от горизонтали). Если смежных деталей более чем одна, то кроме угла наклона меняют и шаг штриховки смежных деталей в меньшую или большую сторону (рис. 21).

На разрезах и сечениях (выполненных в одинаковом масштабе) штриховка одной и той же детали на чертеже должна быть одинаковой, т.е. линии штриховки должны иметь одинаковый шаг и наклон (как правило, 45°).

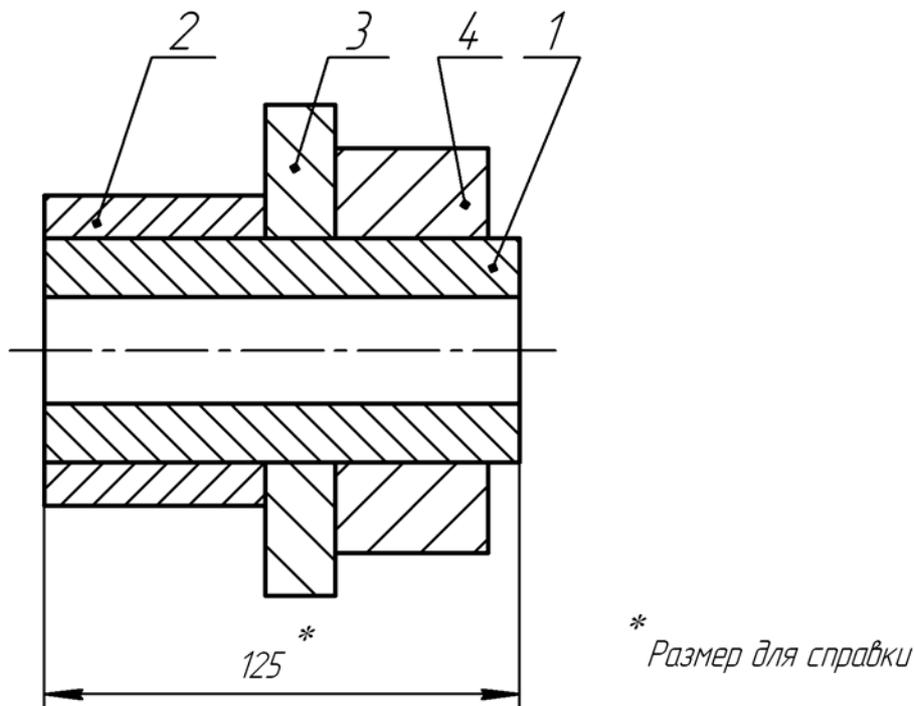


Рис. 21. Пример нанесения штриховки и позиций

Сборочный чертеж обычно выполняют с упрощениями, например, допускается не показывать мелкие элементы (фаски, скругления, проточки, насечки и др.) и некоторые зазоры.

Стандартные изделия и непустотелые (в основном) детали, представляющие собой тела вращения в продольных разрезах показывают нерассеченными, в местах, где у этих деталей имеются отверстия, пазы и т.п. при необходимости выполняют местные разрезы.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Пример карточки-задания (вариант 70) показан на рис. 22. На карточке-задании изображен некоторый вал и насаженные на него детали. Даны названия изображенных деталей: вал, шкив и колесо зубчатое.

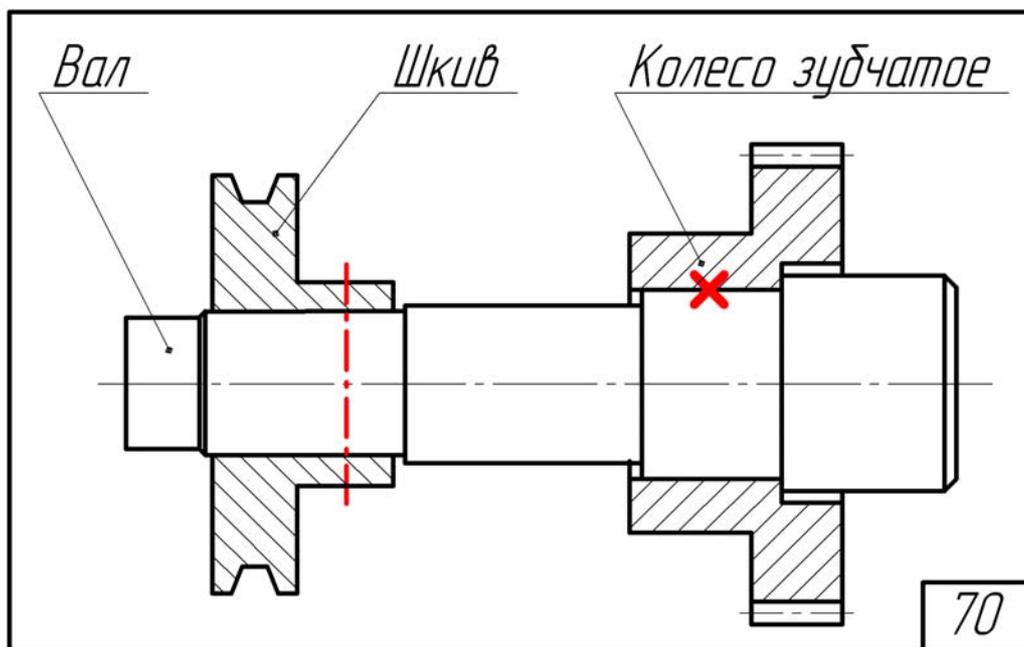


Рис. 22. Карточка – задание

Необходимо спроектировать соединения вала с насаженными на него деталями: призматической шпонкой первого исполнения (со скругленными концами) и цилиндрическим штифтом исполнения 1 или 2 и выполнить два чертежа:

1. Чертеж с упрощенной надписью (формат А4 или А3) содержащий:

- изображения шпонки (вид спереди, вид сверху и вид слева) и штифта (вид спереди) с размерами и обозначением шероховатости поверхностей;
- стандартные обозначения шпонки и штифта;
- изображения соединяемых деталей с размерами и обозначением шероховатости поверхностей соединения (изображения соединяемых деталей могут быть не полными).

2. Чертеж со стандартной основной надписью на формате А4 содержащий:

- полный фронтальный (продольный) разрез вала в сборе со шпоночным и штифтовым соединениями;
- поперечное вынесенное сечение на продолжении линии сечения по шпоночному соединению,
- поперечное вынесенное сечение на продолжении линии сечения по штифтовому соединению,
- необходимые размеры,
- обозначение шероховатости поверхности отверстия под штифт.
- позиции деталей.

Порядок выполнения работы.

1. Прежде всего, необходимо определить положение соединений на валу. На карточке-задании положение шпонки указано крестиком, положение штифта - поперечной штрихпунктирной линией.

2. Для расчета необходимо знать диаметры вала на участках установки штифта и шпонки, кроме того, для шпоночного соединения длину соприкосновения посадочных поверхностей вала и насаженной детали). Диаметры посадочных поверхностей насаживаемых деталей равны соответствующим диаметрам вала.

Эти размеры определяются простым измерением линейкой на карточке-задании или ее копии и округляются до целого значения.

Проведите измерения и запишите данные в рабочую тетрадь.

В нашем примере:

$d_{в(шт)} = 24$ мм - диаметр вала на участке установки штифта,

$d_{в(шп)} = 30$ мм - диаметр вала на участке установки шпонки.

$l_{сопр} = 20$ мм - длина соприкосновения.

Полезно сделать поясняющий эскиз с размерами (рис. 23).

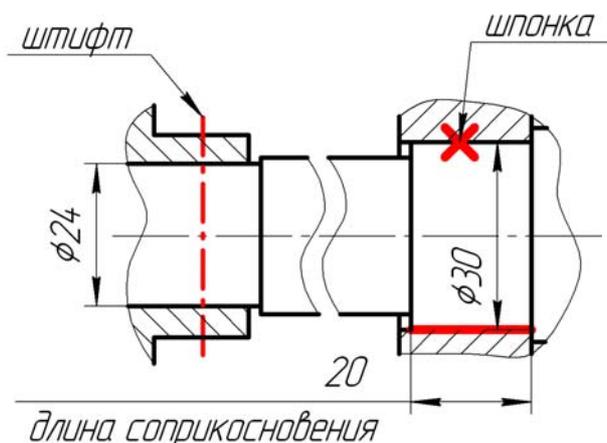


Рис. 23. Поясняющий эскиз с исходными данными

Далее вы можете приступить к проектированию любого из соединений по п.3 и п.4, порядок не имеет значения.

Все необходимые расчеты и записи аккуратно выполняйте в рабочей тетради.

3. Определение размеров элементов соединения цилиндрическим штифтом.

При диаметре вала на участке установки штифта $d_{e(um)} = 24$ мм диапазон диаметров штифта:

$$d_{um} = (0,2 \dots 0,25)d_{e(um)} = (0,2 \dots 0,25) \times 24 = (4,8 \dots 6) \text{ мм.}$$

Диаметр штифта d окончательно назначается по табл. 1: из двух значений 5 мм и 6 мм попавших в этот диапазон выбирается стандартное большее значение:

$$d = 6 \text{ мм.}$$

Предварительно длина штифта l_{um} принимается равной диаметру ступицы d_{cm} :

$$l_{um} = d_{cm} = d_{e(um)} + 2 \times d = 24 + 2 \times 6 = 36 \text{ мм.}$$

Длина штифта окончательно принимается из стандартного ряда длин штифтов который включает в себя наше расчетное значение, поэтому

$$l = 36 \text{ мм.}$$

Обозначение данного незакаленного цилиндрического штифта исполнения 1, диаметром 6 мм, длиной 36 мм, без покрытия:

Штифт 6 × 36 ГОСТ 3128-70

Возможно, в вашем варианте необходимо увеличить диаметр ступицы до значения равного длине штифта.

4. Определение размеров элементов соединения призматической шпонкой.

Размеры элементов шпоночного соединения призматическими шпонками должны соответствовать значениям, указанным в табл. 2.

При отыскании нужного интервала (строки) учтите, что большее значение интервала включено в данный интервал. Например, диаметр вала 10 относится к интервалу «Св. 8 до 10», диаметр вала 22 относится к интервалу «Св. 17 до 22» и т.д.

В строке «Св. 22 до 30» и столбце «сечение» находим размеры шпонки:

ширина шпонки $b = 8$ мм, **высота шпонки** $h = 7$ мм.

Предварительно длина шпонки l_{unn} рассчитывается из условия:

$$l_{unn} = (0.7-0.8) l_{comp} = (0.7-0.8) 20 = (14 - 16) \text{ мм.}$$

где l_{comp} - длина соприкосновения соединяемых деталей (вала и колеса, или вала и втулки), измеренная вдоль образующей сопрягаемых цилиндрических поверхностей.

$$l_{unn} = (0,7 - 0,8)20 = (14 - 16) \text{ мм.}$$

В нашем случае расчетная длина шпонки l_{unn} оказалась меньше минимальной длины шпонки, которая равна 18 мм (см. табл. 2).

Окончательно длина l призматической шпонки назначается равной 18 мм из ряда стандартных длин призматических шпонок.

Обозначение шпонки первого исполнения (с двумя скругленными торцами), шириной $b = 8$ мм, высотой $h = 7$ мм, длиной $l=18$ мм:

Шпонка 8×7×18 ГОСТ 23360-78

Ширина (номинальное значение) шпоночных пазов на валу и в ступице колеса равна ширине шпонки $b = 8$ мм.

Глубина паза в ступице колеса (втулка) $t_2 = 3.3$ мм (см. табл.2).

Паз в ступице сквозной.

Глубина паза на валу $t_1 = 4$ мм (см. табл. 2).

Длина паза на валу на практике во избежание пригонки торцов шпонки выполняется на 0,5 - 1 мм больше длины шпонки.

Следует предусмотреть отступ шпоночного паза на валу от ближайших ступенек на 2-3 мм

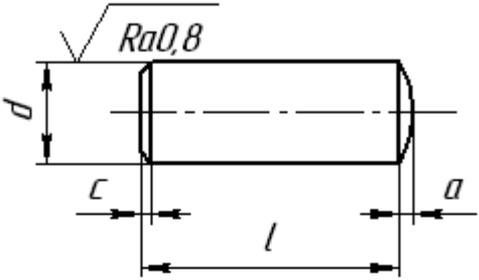
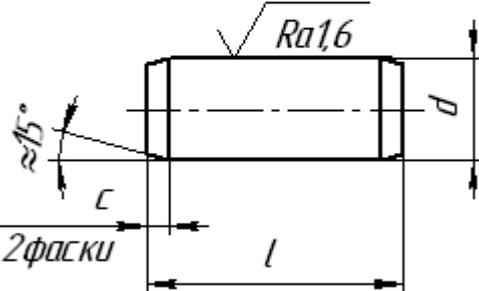
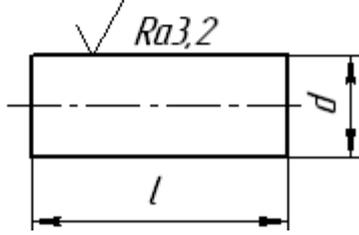
В нашем случае минимальная длина соприкосновения посадочных поверхностей составит $18 + 2*2 + 0.5 = 22,5$ мм.

По заданию длина соприкосновения всего лишь 20 мм.

Увеличим длину соприкосновения посадочной поверхности за счет уменьшения толщины буртика на валу справа и соответственного уменьшения глубины проточки на колесе. Возможно, в вашем варианте нет необходимости в такой корректировке.

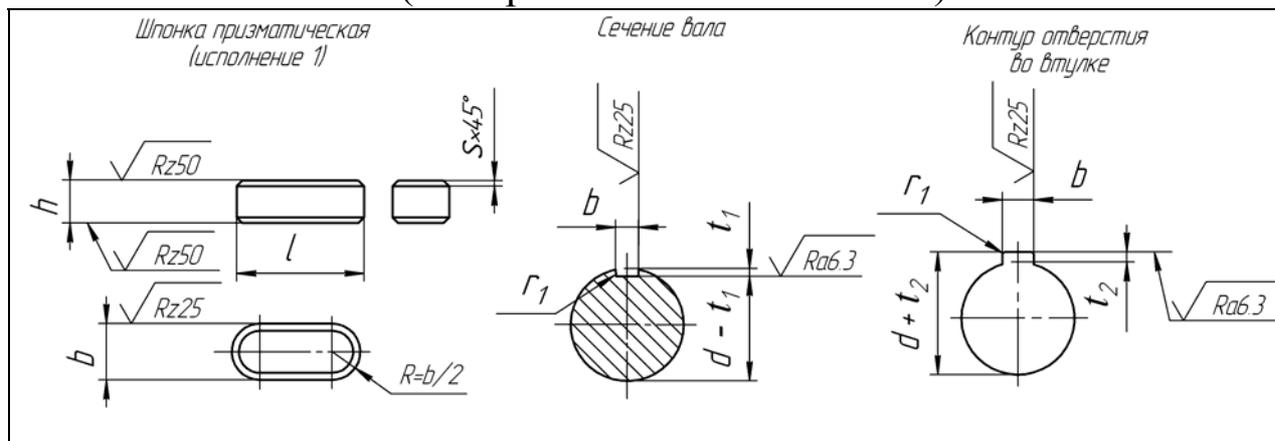
Таблица 1

Размеры цилиндрических незакаленных штифтов, мм.
(выборка из ГОСТа 3128-70 соответствующего международному стандарту ИСО 2338-1986)

Диаметр штифта d	Катет фаски c	Высота сегмента a	Длина от...до l	
1,2	0,25	0,16	2,5...16	<p>Исполнение 1 (класс точности А)</p>  <p>Исполнение 2 (класс точности В)</p>  <p>Исполнение 3 (класс точности С)</p> 
1,5(1,6)	0,3	0,2	3,0...30	
2,0	0,35	0,25	4,0...40	
2,5	0,4	0,3	5,0...50	
3,0	0,5	0,4	6,0...60	
4,0	0,63	0,5	8,0...80	
5,0	0,8	0,63	10...100	
6,0	1,2	0,8	10...140	
8,0	1,6	1,0	14...140	
10	2,0	1,2	16...160	
12	2,5	1,6	20...250	
16	3,0	2,0	25...250	
20	3,5	2,5	32...250	
25	4,0	3,0	45...250	

Стандартный ряд длин штифтов: 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 25; 26; 30; 32; 36; 38; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 80; 85; 95; 100; 110; 120; 140; 160; ... 280.

Размеры призматических шпонок
(выборка из ГОСТа 23360-78)



Диаметр вала d	Шпонка				Шпоночный паз		
	Сечение		Длина l	Катет фаски s	Вал	Втулка	Радиус r_1
	b	h			t_1	t_2	
От 6 до 8	2	2	6 – 20	0,16 – 0,25	1,2	1,0	0,08 – 0,16
Св. 8 до 10	3	3	6 – 36		1,8	1,4	
Св. 10 до 12	4	4	8 – 45	0,25 – 0,40	2,5	1,8	0,16 – 0,25
Св. 12 до 17	5	5	10 – 56		3,0	2,3	
Св. 17 до 22	6	6	14 – 70		3,5	2,8	
Св. 22 до 30	8	7	18 – 20		4,0	3,3	
Св. 30 до 38	10	8	22 – 110	0,40 – 0,60	5,0	3,3	0,25 – 0,40
Св. 38 до 44	12	8	28 – 140		5,0	3,3	
Св. 44 до 50	14	9	36 – 160		5,5	3,8	
Св. 50 до 58	16	10	45 – 180		6,0	4,3	
Св. 58 до 65	18	11	50 – 200		7,0	4,4	
Св. 65 до 75	20	12	56 – 220	0,60 – 0,80	7,5	4,9	0,40 – 0,60
Св. 75 до 85	22	14	63 – 250		9,0	5,4	
Св. 85 до 95	25	14	90 – 280		9,0	5,4	

Ряд стандартных значений длин призматических шпонок: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; ...280.

5. Выполнение чертежей.

5.1. Чертеж, содержащий элементы соединений штифтом и шпонкой выполняется на формате А4 (или А3) с упрощенной основной надписью (рис. 23).



Рис. 23. Размеры и пример заполнения упрощенной основной надписи

Рекомендуемый порядок выполнения чертежа:

1. Начертить тонкими линиями внешнюю и внутреннюю рамки и упрощенную основную надпись.

2. Масштаб для изображений предпочтительно использовать натуральный (1:1). Для мелких шпонок и штифтов применить масштаб увеличения 2:1 и указать его над изображениями.

3. Начертить изображения отдельно каждой детали штифтового и шпоночного соединений, группируя их на чертеже по типу соединений:

- три вида шпонки с условным обозначением шпонки,
- часть вида вала с изображением шпоночного паза сверху,
- поперечное сечение вала по шпоночному пазу,
- продольный разрез зубчатого колеса (допускается показывать только центральную часть со шпоночным пазом),
- профиль центрального отверстия зубчатого колеса,
- главный вид штифта с условным обозначением,
- часть вала в месте установки штифта,
- фронтальный разрез шкива (только центральную часть)

4. Нанести размеры и знаки шероховатости сопрягаемых поверхностей руководствуясь табл. 1, 2 и примерами выполнения чертежей (рис. 24, 25).

5. Обвести чертеж

6. Заполнить основную надпись.

5.2. Чертеж на формате А4 со стандартной основной надписью.

Этот чертеж представляет собой сборочный чертеж. Целесообразно применить упрощения и условности. Например, не показывать на изображениях: фаски на валу, фаски на шпонке, фаски на штифте, зазор между длиной шпонки и длиной паза на валу, зазор между верхней гранью шпонки и дном паза в ступице показать условно увеличенным, так, чтобы между линиями был просвет не менее 1 мм.

Рекомендуемый порядок выполнения чертежа:

1. Начертить тонкими линиями внутреннюю рамку и стандартную основную надпись.

2. При выборе масштаба изображений руководствоваться изображением на карточке-задании.

3. Начертить полный фронтальный продольный разрез вала в сборе со спроектированными соединениями.

4. Начертить поперечное сечение на продолжении линии сечения по шпоночному соединению;

5. Начертить поперечное сечение на продолжении линии сечения по штифтовому соединению.

Для сведения: выполнение сечений задано с учебными целями - для сборки изделия в них нет необходимости.

6. Нанести размеры необходимые для осуществления сборки - это размер 60 для установки шкива, диаметр отверстия $\varnothing 6$ под штифт с указанием шероховатости Ra0,8 и размер 8, указывающий расположение оси отверстия под штифт. Все остальные размеры должны быть отмечены как справочные.

7. Пронумеровать детали, входящие в сборку, начиная с вала как с основной детали сборки, затем насаженные на вал детали (при этом, не важно в каком порядке), на чертеже указать эти номера (позиции) вместо названий деталей. После этого присвоить и указать на чертеже позиции стандартных изделий в алфавитном порядке - сначала шпонку и затем штифт.

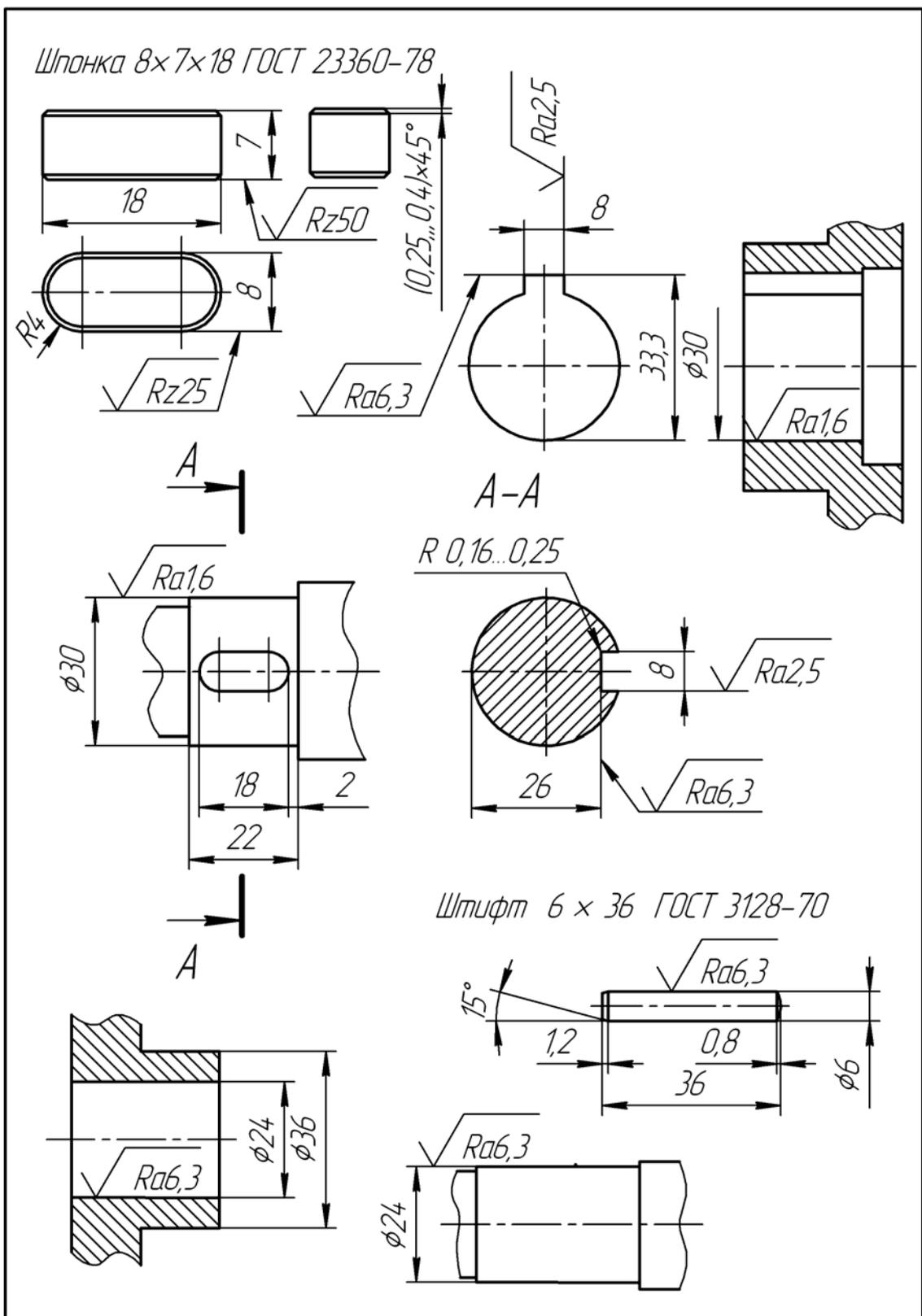
Позиции указать на фронтальном разрезе, расположив полочки линий выносок по горизонтали.

8. Обвести чертеж, соблюдая толщину и типы линий.

9. Заполнить основную надпись.

При заполнении основной надписи в графе для наименования изделия записать «Вал в сборе».

В обозначении документа без пробела добавить шифр «СБ».



Лист 2 020270	Элементы гладких соединений	Преподаватель Петров Б.Б.
	Студент группы 1111 Иванов А.А.	

Рис. 24. Пример выполнения учебного чертежа

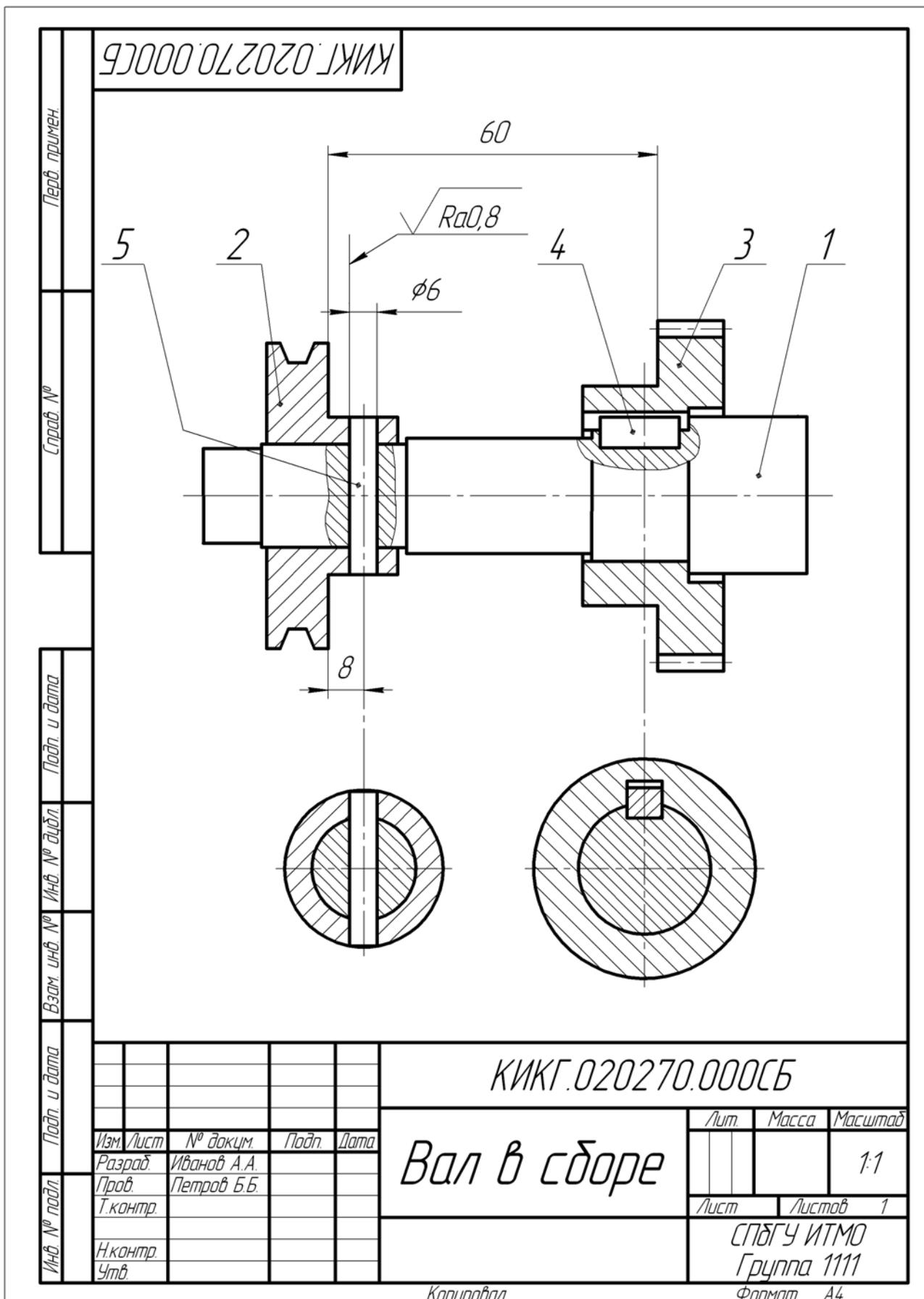


Рис. 25. Пример выполнения сборочного чертежа

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Приведите примеры соединений, в которых передается вращательное движение.
2. Какое минимальное количество деталей может составить соединение, при котором вращательное движение передается от одной детали к другой.
3. Приведите примеры соединений, в которых вращательное движение передается от одной детали к другой без деталей-посредников. Какие условные названия имеют детали образующие такие соединения?
4. В чем разница назначения деталей *ось и вал*?
5. Назовите известные вам соединения, в которых вращательное движение передается от одной детали к другой с помощью деталей-посредников.
6. Какую форму имеют рабочие поверхности штифтов?
7. Существуют ли другие стандартные штифты помимо гладких цилиндрических и конических?
8. Окончательное отверстие под штифт сверлится, когда детали *вал и втулка* находятся в сборе или в каждой из этих деталей отдельно?
9. Можно ли назначать произвольные размеры штифтов и шпонок?
10. Назовите деталь, размеры которой являются определяющими для назначения размеров штифтов и шпонок в соединениях передающих вращательное движение? Какой размер этой детали является определяющим для назначения размеров поперечного сечения штифтов и шпонок?
11. Напишите соотношение, которому должен удовлетворять минимальный размер диаметра штифта в соединении для передачи вращательного движения.
12. Напишите соотношение, которому должен удовлетворять минимальный размер толщины ступицы при соединении штифтом.
13. Напишите выражение, по которому вычисляется предварительная длина штифта.
14. Исходя из чего окончательно назначается длина штифта?
15. Какие меры предосторожности применяют для исключения вылета штифта из соединения?
16. Назовите известные вам виды шпонок.

17. Перечислите элементы шпоночного соединения.
18. Назовите деталь шпоночного соединения, размеры которой являются определяющими для назначения размеров поперечного сечения шпонки.
19. В каких случаях требуется расчет на прочность?
20. Напишите выражение для вычисления длины шпонки.
21. В каком порядке присваиваются номера позиций?
22. Как располагаются позиции на чертеже?
23. Какой должна быть высота шрифта для позиций по сравнению с высотой шрифта размеров и надписей на чертеже?
24. Какие размеры необходимо указывать на сборочном чертеже?
25. Какими являются необязательные размеры, но указанные на сборочном чертеже? Перечислите правила простановки таких размеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. П.И. Орлов. Основы конструирования. Т1. Машиностроение. 1988.
2. Справочно-нормативные материалы:
 - ГОСТ 2.305-68 Изображения – виды, разрезы, сечения;
 - ГОСТ 2.306-68 Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах;
 - ГОСТ 2.307-68 Нанесение размеров и предельных отклонений;
 - ГОСТ 2.309-73 Обозначение шероховатости поверхностей
 - ГОСТ 23360-78 Призматические шпонки и шпоночные пазы;
 - ГОСТ 24068 80 Клиновые шпонки и шпоночные пазы;
 - ГОСТ 24071-97 Сегментные шпонки и шпоночные пазы;
 - ГОСТ 26862—86 Штифты. Общие технические условия;
 - ГОСТ 3128-70 Штифты цилиндрические незакалённые;
 - ГОСТ 3129-70 Штифты конические незакалённые;
 - ГОСТ 9464-79 Штифты цилиндрические с внутренней резьбой незакалённые;
 - ГОСТ 10774-80 Штифты заклепочные;
 - ГОСТ 14229-78 Штифты пружинные;
 - ГОСТ 12850-80 Штифты насеченные;
 - ГОСТ Т9464-79 Штифты конические с внутренней резьбой незакалённые;
 - ГОСТ 19119-80 Штифты разводные;
 - ГОСТ 9465-79 Штифты с резьбой цапфой;

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	1
ВВЕДЕНИЕ	3
ШТИФТОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ	5
Общие сведения	5
Схема построения и примеры условного обозначения штифтов	7
Определение размеров цилиндрического штифта.....	9
Особенности изображения штифтового соединения на чертежах	10
ШПОНОЧНОЕ СОЕДИНЕНИЕ.....	12
Общие сведения.	12
Схема построения и примеры условного обозначения шпонки	16
Особенности изображения шпоночного соединения	16
ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА .	18
ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	20
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ	30
ЛИТЕРАТУРА	32
СОДЕРЖАНИЕ	33

