

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Инженерная графика»

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов всех специальностей и направлений подготовки
15.03.06 «Мехатроника и робототехника»,
23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»,
27.03.05 «Инноватика» очной и заочной форм обучения*

ШПОНОЧНЫЕ И ШЛИЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ



Могилев 2019

УДК 744: 621.01
ББК 30.11: 30.6
И 62

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Инженерная графика» «14» февраля 2019 г.,
протокол № 7

Составители: ст. преподаватель О. А. Воробьева;
ст. преподаватель Ж. В. Рымкевич

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. П. Прудников

В методических указаниях приведены общие сведения и справочные данные,
необходимые для выполнения задания «Шпоночные и шлицевые соединения».

Учебно-методическое издание

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Ответственный за выпуск	А. Ю. Поляков
Технический редактор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 115 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2019



Содержание

Введение.....	4
1 Шпоночные соединения.....	6
1.1 Соединения с призматическими шпонками.....	7
1.2 Соединения с сегментными шпонками.....	9
1.3 Соединения с клиновыми шпонками.....	10
2 Шлицевые соединения.....	11
2.1 Правила выполнения изображений зубчатых валов, отверстий и их соединений.....	12
2.2 Правила выполнения чертежей зубчатых валов и отверстий.....	14
2.3 Прямобоочные шлицевые соединения.....	14
2.4 Эвольвентные шлицевые соединения.....	16
2.5 Треугольные шлицевые соединения.....	17
Список литературы.....	18
Приложение А.....	19
Приложение Б.....	20
Приложение В.....	21
Приложение Г.....	22
Приложение Д.....	24



Введение

При изготовлении машин, механизмов, приборов, аппаратов детали, входящие в них, тем или иным способом соединяются между собой. Применяющиеся способы соединения деталей очень разнообразны. Для изображения каждого из них есть особенности, упрощения и условности, предусмотренные стандартами ЕСКД.

Для разработки и создания новых изделий инженеру необходимо много специальных знаний. На этом этапе обучения студент знакомится с видами соединений, овладевает навыками элементарных расчётов, грамотного выполнения чертежей и обозначения различных стандартных изделий и соединений.

Если студент последовательно изучает теоретический материал по всем указанным темам, то при выполнении графических работ полученные знания будут применены и закреплены практически. Методические рекомендации помогут организовать самостоятельную работу и в дальнейшем успешную защиту задания. Пример выполнения задания приведен на рисунке В.1.



1 Шпоночные соединения

Шпонкой называют деталь, устанавливаемую в пазах двух соприкасающихся деталей и служащую для передачи крутящего момента от одной из двух соприкасающихся деталей к другой, чаще всего от вала к расположенным на нем деталям, например, шкивам, зубчатым колёсам, маховикам, кулачкам, полумуфтам и др.

Шпоночные соединения могут обеспечивать неподвижное или подвижное вдоль продольной оси соединение деталей.

Форма и размеры большинства типов шпонок стандартизированы и зависят от условий работы соединяемых деталей и диаметра вала.

По форме стандартные шпонки разделяются на призматические, сегментные и клиновые (рисунок 1).

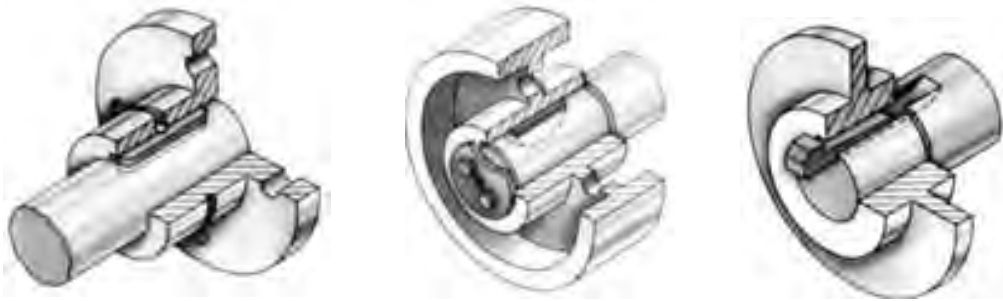


Рисунок 1 – Стандартные шпоночные соединения

На продольных разрезах шпоночных соединений шпонки всех типов условно изображают нерассеченными.

В зависимости от того, какие грани шпонок в соединении являются рабочими, различают две группы шпоночных соединений:

1) *напряженные* – способные передавать крутящий момент и осевую нагрузку; в этом случае рабочими поверхностями шпонок являются верхняя и нижняя грани; зазор в соединении предусматривается между боковыми гранями; к этой группе относят клиновые шпонки;

2) *ненапряженные* – передающие только крутящий момент; в этом случае рабочими поверхностями шпонок являются боковые грани; зазор предусмотрен в радиальном направлении; к этой группе относят призматические и сегментные шпонки.

Главным критерием работоспособности шпоночных соединений является прочность. Шпонки выбирают по таблицам ГОСТов в зависимости от диаметра вала, а затем соединения проверяют на прочность. Размеры шпонок и пазов подобраны так, что прочность их на срез и изгиб обеспечивается, если выполняется условие прочности на смятие, поэтому основной расчет шпоночных соединений – на смятие (при необходимости). Проверку шпонок на срез в большинстве случаев не проводят.

1.1 Соединения с призматическими шпонками

Призматические шпонки получили наиболее широкое распространение.

Призматические шпонки изготавливаются всегда врезными. Они вкладываются в канавку на валу или во втулку свободно (но без качки) и легко вынимаются при разборке. Применяются и тогда, когда требуется перемещение детали (например, зубчатого колеса) вдоль вала, на котором она помещается. Такая шпонка укрепляется в канавке вала с помощью винтов. Чтобы деталь могла легко скользить по валу и в то же время обеспечивалась точность подвижного соединения, призматическая шпонка должна быть точной по размерам.

Призматические шпонки бывают трех исполнений (рисунок 2).

исполнение 1 исполнение 2 исполнение 3

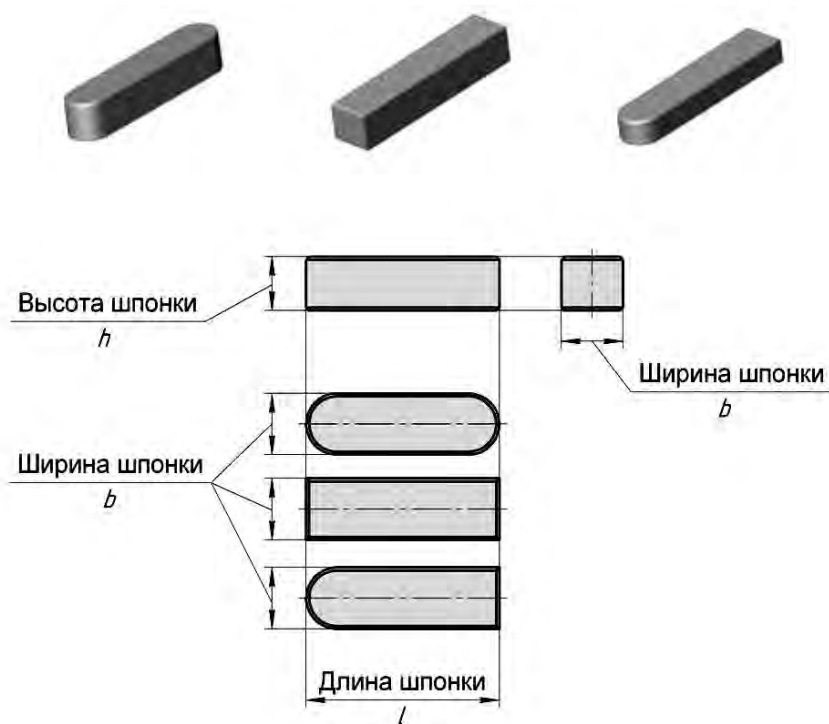


Рисунок 2 – Призматические шпонки

Размеры сечений призматических шпонок и пазов, а также размеры длин шпонок приведены в таблице А.1 [1].

Примеры условных обозначений шпонок

1 Призматическая шпонка исполнения 1 с размерами $b = 16$ мм, $h = 10$ мм, $l = 100$ мм

Шпонка $16 \times 10 \times 100$ ГОСТ 23360–78.

2 Призматическая шпонка исполнения 2 с размерами $b = 16$ мм, $h = 10$ мм, $l = 100$ мм

Шпонка 2–16 × 10 × 100 ГОСТ 23360–78.

В тонкостенных деталях рекомендуется применять низкие призматические шпонки [2].

Использование высоких призматических шпонок предусматривает [3].

Если деталь, например, блок зубчатых колёс или кулачковая муфта, при вращении имеет периодическое осевое перемещение, то призматическая шпонка, соединяющая деталь с валом, должна быть привинчена к нему винтами. Для этих целей применяются призматические направляющие шпонки (рисунок 3).



Рисунок 3 – Призматические направляющие шпонки

У призматических шпонок есть преимущества и недостатки.

К преимуществам относятся:

- простота и дешевизна изготовления;
- высокая точность центрирования;
- стандартизация.

Из недостатков выделяют следующие явления:

- сильное ослабление вала;
- склонность к выворачиванию;
- низкая нагрузочная способность;
- непригодность для высоких скоростей вращения;
- требуется посадка с натягом.

Правила конструирования шпоночных соединений

1 Если на одном валу предусмотрена установка двух и более шпонок, то пазы следует располагать на одной линии. ГОСТ в этом случае допускает использование шпонок с сечением, соответствующим меньшему диаметру (рисунок 4).

2 Отношение L/d должно быть в пределах 0,8...2, при больших значениях шпонка нагружена неравномерно.

3 Деталь, насаживаемая на шпонку исполнений 1 или 3, должна свободно проходить до начала рабочих поверхностей (до места, с которого начинаются параллельные грани) (рисунок 5).

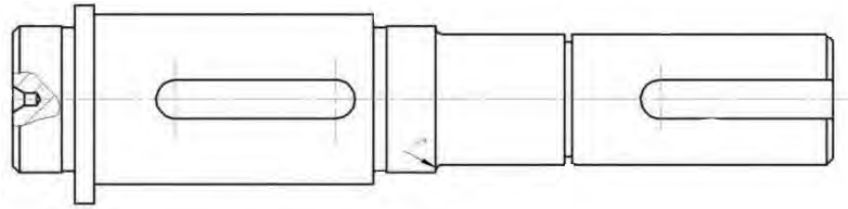


Рисунок 4 – Установка шпонок

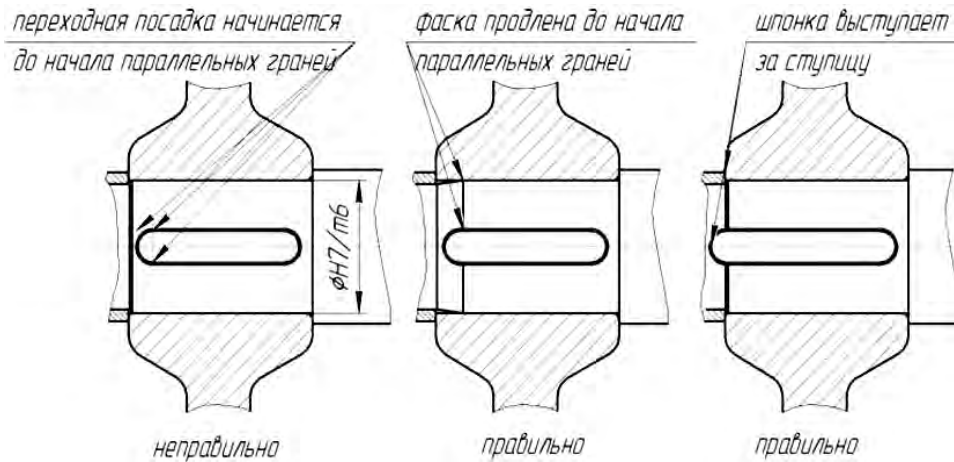


Рисунок 5 – Взаимосвязь расположения шпонок и детали

4 Шпоночный паз не должен доходить до упорного бурта (рисунок 6).

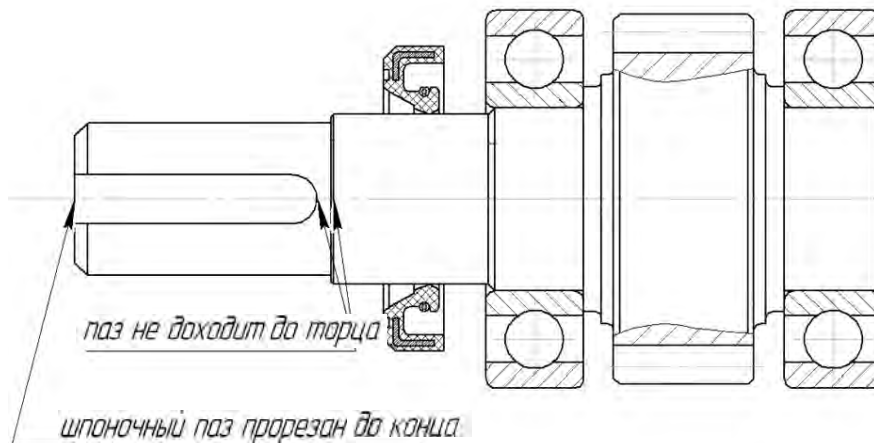


Рисунок 6 – Расположение шпоночного паза

1.2 Соединения с сегментными шпонками

Сегментные шпонки по назначению аналогичны призматическим и применяются при небольших диаметрах валов. Шпонки выполняют в виде сегмента, что обеспечивает технологичность изготовления шпоночного паза на валу путём фрезерования дисковой фрезой, а также удобство сборки шпоночного соединения.

Относительно большая глубина шпоночного паза уменьшает прочность вала, поэтому сегментные шпонки применяют для передачи небольших крутящих мо-

ментов или только лишь для фиксации элементов шпоночного соединения.

Установлены две формы шпонок: нормальная и низкая (рисунок 7).



Рисунок 7 – Сегментные шпонки

Высота низкой шпонки определяется умножением высоты шпонки нормальной формы на 0,8. Полученное значение можно округлить.

Размеры сечений сегментных шпонок и пазов, а также их диаметры в зависимости от диаметра вала приведены в таблице Б.1 [4].

В обозначении шпонки должны указываться ее ширина, высота и номер стандарта.

Обозначение шпонки нормальной формы и сечением $b \times h_1 = 5 \times 6,5$

Шпонка $5 \times 6,5$ ГОСТ 24071–97.

Обозначение низкой шпонки с сечением $b \times h_1 = 5 \times 5,2$

Шпонка $5 \times 5,2$ ГОСТ 24071–97.

1.3 Соединения с клиновыми шпонками

Клиновые шпонки держатся благодаря силам трения. Так как их установка требует иногда больших усилий, применяют молоток. Клиновая шпонка вызывает некоторый перекося детали на валу, что является ее существенным недостатком. Клиновые шпонки, установленные в канавках вала и втулки, называются врезными. Иногда их изготавливают с головками, которые облегчают выталкивание шпонки из паза при разборке соединения.

ГОСТ 24068–80 устанавливает четыре исполнения клиновых шпонок (рисунок 8).

Размеры шпонок и сечений пазов приведены в [5, таблица В.1].

1 Условное обозначение шпонки исполнения 1 с размерами $b = 18$ мм, $h = 11$ мм, $l = 100$ мм

Шпонка 18×11×100 ГОСТ 24068–80.

2 Условное обозначение шпонки исполнения 2 с размерами $b = 18$ мм, $h = 11$ мм, $l = 100$ мм

Шпонка 2 – 18 × 11 × 100 ГОСТ 24068–80.

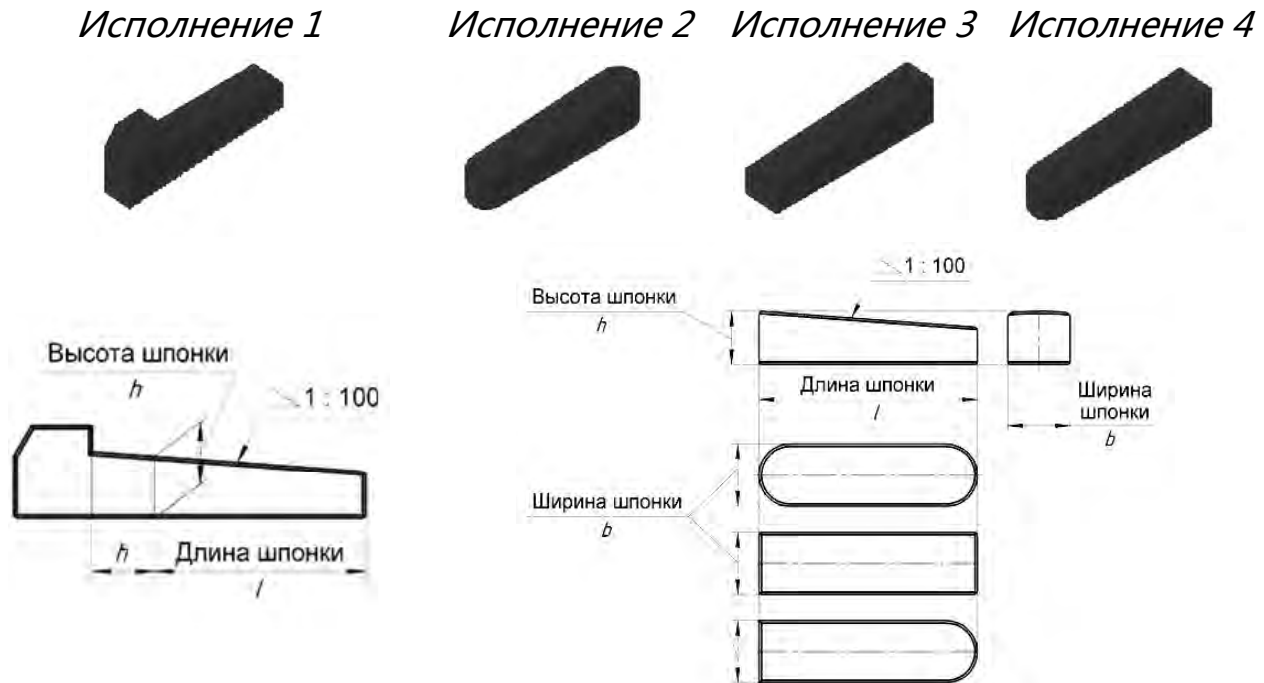


Рисунок 8 – Клиновые шпонки

Длину ступицы l_{cm} принимают на 8...10 мм больше длины шпонки. Если длина ступицы больше величины $1,5d$, то шпоночное соединение целесообразно заменить на шлицевое или соединение с натягом.

2 Шлицевые соединения

Соединение вал–втулка, осуществляемое без применения вспомогательной детали при помощи зубьев (шлицев) и впадин (пазов), выполненных на валу и в отверстии втулки, входящих друг в друга, называют зубчатым (шлицевым) соединением.

Шлицевое соединение можно представить как многошпоночное соединение, в котором шпонки выполнены заодно с валом (рисунок 9).

К преимуществам шлицевых соединений можно отнести:

- уменьшение концентрации напряжений;
- увеличение нагрузочной способности;
- способность работать при высоких частотах вращения;
- жесткое фиксирования деталей.

При этом сложное и дорогое изготовление является недостатком таких соединений.

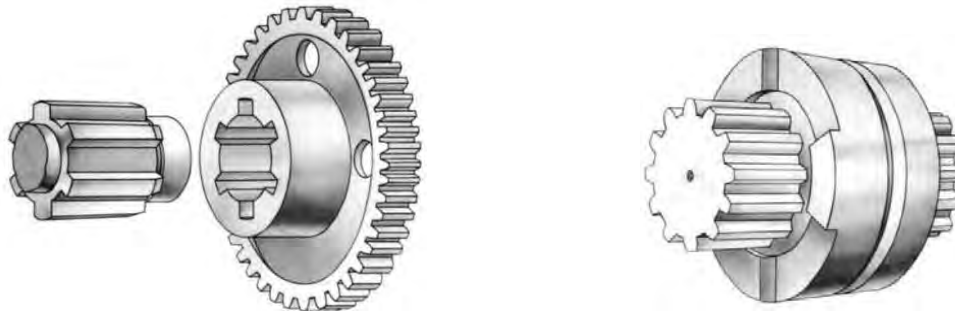


Рисунок 9 – Шлицевое соединение

По сравнению со шпоночными, шлицевые соединения позволяют осуществить лучшее центрирование деталей, обеспечивают большую направленность и равномерность движения колеса вдоль вала, большую прочность соединения при динамических переменных нагрузках, уменьшают величину смятия на гранях зубьев.

Форма зубьев может быть прямоугольного, эвольвентного и треугольного профилей (рисунок 10).



Рисунок 10 – Профиль зубьев шлицевых соединений

2.1 Правила выполнения изображений зубчатых валов, отверстий и их соединений

Окружности и образующие поверхностей выступов зубьев вала и отверстия показывают сплошными основными линиями (рисунки 11 и 12).

Окружности и образующие поверхностей впадин на изображениях зубчатого вала и отверстия изображают сплошными тонкими линиями, при этом сплошная тонкая линия поверхности впадин на проекции вала на плоскость, параллельную его оси, должна пересекать линию границы фаски.

Образующие поверхностей впадин на продольных разрезах вала и отверстия показывают сплошными основными линиями.

На проекции вала и отверстия на плоскость, перпендикулярную его оси, а также в поперечных разрезах и сечениях окружности впадин показывают сплошными тонкими линиями.

Делительные окружности и образующие делительных поверхностей на изображениях деталей зубчатых соединений показывают штрихпунктирной тонкой линией.

Границу зубчатой поверхности вала, а также границу между зубьями полного профиля и сбегом показывают сплошной тонкой линией.

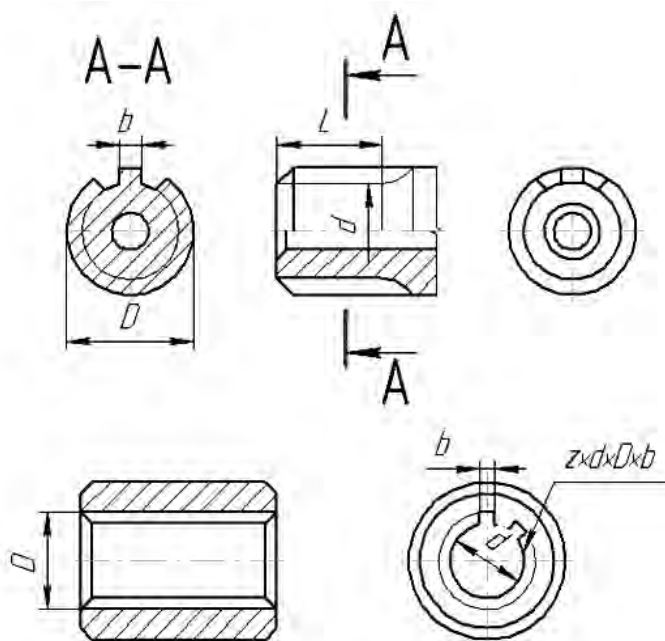


Рисунок 11 – Условное изображение шлицев

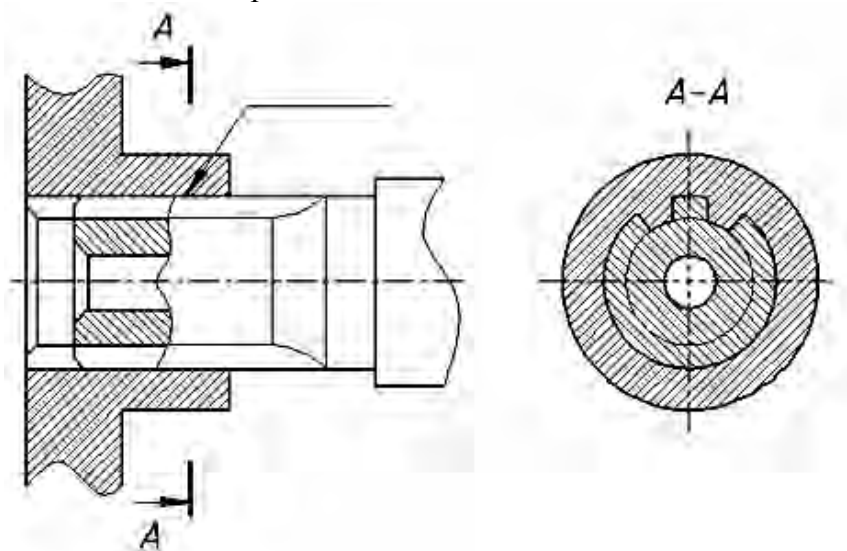


Рисунок 12 – Условное изображение шлицев в соединении

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси зубчатого вала и отверстия, вычерчивают профиль одного зуба и двух впадин. Допускается показывать большее число зубьев и впадин. На таких видах фаски на конце зубчатого вала и в отверстии не показывают.

Если секущая плоскость проходит через ось зубчатого вала и отверстия, то на разрезах и сечениях валов зубья условно совмещают с плоскостью чертежа и показывают нерассеченными, а на разрезах и сечениях отверстий впадин зубья условно совмещают с плоскостью чертежа.

При изображении зубчатого вала или отверстия в разрезе или сечении линии штриховки проводят:

- в продольных разрезах и сечениях – до линий впадин;

– в поперечных разрезах и сечениях – до линий выступов.

Если секущая плоскость проходит через ось зубчатого соединения, то при его изображении на разрезе показывают только ту часть поверхности выступов отверстия, которая не закрыта валом.

Радиальный зазор между зубьями и впадинами вала и отверстия не показывают.

2.2 Правила выполнения чертежей зубчатых валов и отверстий

Чертежи деталей зубчатых соединений должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД [6].

На изображениях зубчатых валов, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси, указывают длину зубьев полного профиля l_1 до сбега. Допускается дополнительно указывать полную длину зубьев или наибольший радиус инструмента R , или длину сбега (рисунок 13).

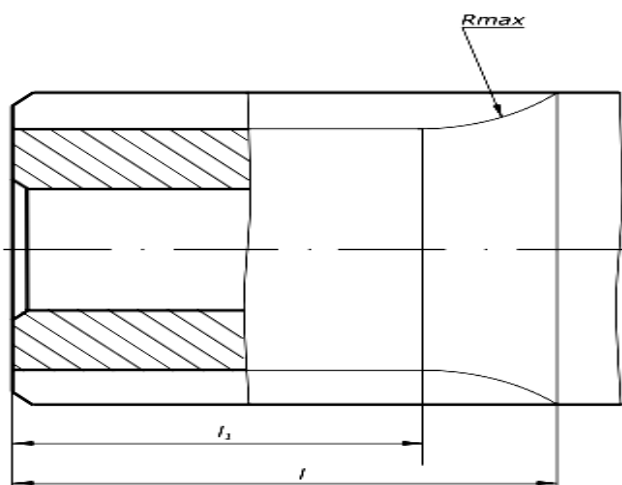


Рисунок 13 – Расстановка размеров

На чертеже детали стандартизированного зубчатого соединения указывают в технических требованиях или на полке линии-выноски условное обозначение вала или отверстия по соответствующему стандарту.

2.3 Прямобоочные шлицевые соединения

У шлицевых соединений наиболее распространенным является прямобоочный профиль, имеющий следующие параметры: число зубьев z , наружный диаметр D , внутренний диаметр d , ширина зуба b (рисунок 14).

Боковые стороны зуба должны быть параллельны его оси симметрии до пересечения с окружностью диаметра d .

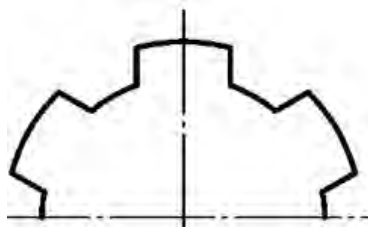


Рисунок 14 – Шлицевые соединения с прямобочным профилем

2.3.1 Деление шлицевых соединений по величине передаваемой нагрузки.

По величине передаваемой нагрузки шлицы разделяют на легкую, среднюю и тяжёлую серии соединений, отличающиеся друг от друга по высоте и количеству зубьев.

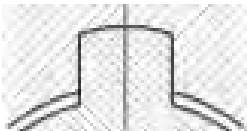
Лёгкая серия, имеющая наименьшие числа и высоты зубьев, применяется для неподвижных и слабонагруженных соединений и охватывает валы с диаметром $D = 26...120$ мм.

Средняя серия рекомендуется для средненагруженных соединений (втулка передвигается вдоль вала без нагрузки) и охватывает валы с диаметром $D = 14...125$ мм.

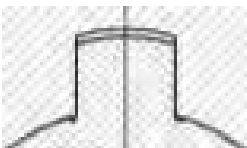
Тяжелая серия имеет наибольшие числа и высоты зубьев и охватывает валы с диаметром $D = 20...125$ мм. Применяется для наиболее тяжёлых условий работы.

2.3.2 Деление шлицевых соединений по способу центрирования.

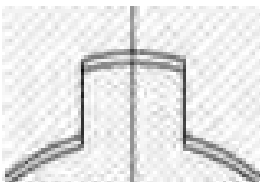
Шлицевые соединения различают по способу центрирования втулки относительно вала (рисунок 15).



При центрировании по наружному диаметру D образуется зазор по внутреннему диаметру d .



При центрировании по внутреннему диаметру d образуется зазор по наружному диаметру D .



Центрирование по боковым сторонам зубьев используют в том случае, когда требуется большая прочность соединения, а строгая соосность не имеет значения, поэтому это центрирование чаще всего применяют для соединений тяжёлой серии (например, соединение карданных валов автомобилей).

При центрировании по боковым сторонам зубьев образуется зазор по наружному D и внутреннему d диаметрам.

Рисунок 15 – Способы центрирования в шлицевых соединениях

Центрирование – это полный контакт поверхности зубьев с впадиной.

При центрировании по наружному и внутреннему диаметрам обеспечивается высокая степень соосности вала и втулки, которые применяют в механизмах, где требуется высокая кинематическая точность (самолёты, автомобили, станки). Выбор наружного или внутреннего диаметра в качестве центрирующего определяется требуемой твердостью поверхности соединения и его размерами.

2.3.3 Обозначение шлицевых соединений.

Обозначение шлицевых соединений валов и втулок должно содержать:

- букву, обозначающую поверхность центрирования;
- число зубьев z и номинальные размеры d , D и b соединения вала и втулки.

Пример условного обозначения соединения с числом зубьев $z = 8$, внутренним диаметром $d = 36$ мм, наружным диаметром $D = 40$ мм, шириной зуба $b = 7$ мм, с центрированием по внутреннему диаметру:

$$d-8 \times 36 \times 40 \times 7.$$

Условное обозначение помещают на полке линии-выноски, проведенной от наружного диаметра вала (см. рисунки 10 и 11).

Параметры прямобочных шлицевых соединений различных серий приведены в таблице Г.1 [7].

2.4 Эвольвентные шлицевые соединения

Эвольвентные шлицевые соединения имеют то же назначение, что и прямобочные, но отличаются только формой боковой поверхности зубьев и впадин. Эвольвентные шлицы представляют собой зубья эвольвентного профиля, характеризующиеся модулем m , числом зубьев z и углом зацепления.

Преимуществом эвольвентных соединений являются:

- повышенная прочность вследствие утолщения эвольвентных зубьев к их основанию;
- лучшее центрирование сопрягаемых деталей и способность эвольвентных шлицевых втулок самоустанавливаться на валу под нагрузкой (рисунок 16).

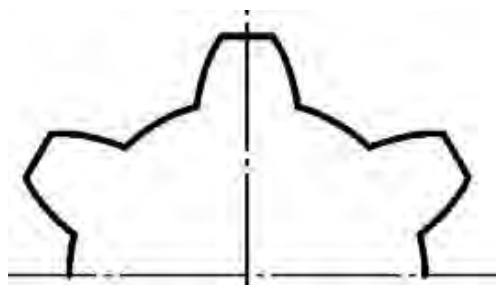


Рисунок 16 – Шлицевые соединения с эвольвентным профилем

Номинальные диаметры, модули и числа зубьев шлицевых соединений должны соответствовать данным [8].

Условные обозначения шлицевых эвольвентных соединений должны содержать:

- номинальный диаметр соединения D_1 ;
- модуль m ;
- обозначение настоящего стандарта.

Пример условного обозначения соединения с номинальным диаметром $D = 50$ мм, модулем $m = 2$ мм: 50x2 ГОСТ 6033–80.

2.5 Треугольные шлицевые соединения

Треугольные зубчатые соединения (рисунок 17) применяют главным образом для неподвижного соединения деталей при передаче небольших вращающих моментов, чтобы избежать прессовых посадок, а также при тонкостенных втулках.

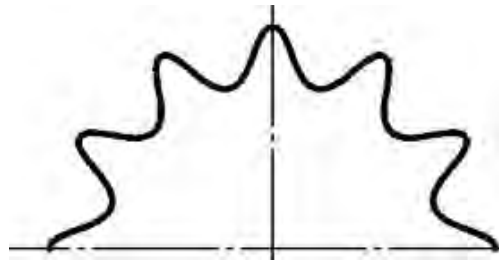


Рисунок 17 – Шлицевые соединения с треугольным профилем

Основные параметры треугольных зубчатых соединений:

- число зубьев – от 20 до 70, модуль $m = 0,2 \dots 1,5$ мм, угол при вершине впадины вала 90, 72 и 60°;
- центрирование втулки относительно вала только по боковым сторонам. Делительная окружность делит теоретическую высоту зуба пополам.

Наряду с цилиндрическими соединениями применяют и конические. Обычно конусность 1:16, угол уклона впадины 1°37'; размеры зубьев устанавливают по большому основанию конуса (сечение А–А).

Соединения впадин зуба на валу 90° с числом зубьев 36 и 48 и номинальными диаметрами от 5 до 75 мм принимают по таблице Д.1.

На чертежах отверстия и вала указывают число зубьев z , угол 90°, угол β , диаметр начальной окружности d .

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие бывают шпонки?
- 2 Как они изображаются в продольных и поперечных разрезах?
- 3 Какие особенности изображений призматических и клиновых шпонок?
- 4 Какое условное обозначение призматических, сегментных и клиновых шпонок?
- 5 Какие бывают по форме профиля шлицевые соединения?

- 6 Как изображаются на чертежах в продольных и поперечных разрезах?
 7 Как выглядит условное обозначение шлицевого соединения прямобочного и эвольвентного профиля?
 8 Для чего служат шпонки?
 9 С каким уклоном выполняются клиновые шпонки?
 10 Как подразделяются по назначению призматические шпонки?
 11 Для каких соединений предназначены призматические обыкновенные и высокие шпонки?

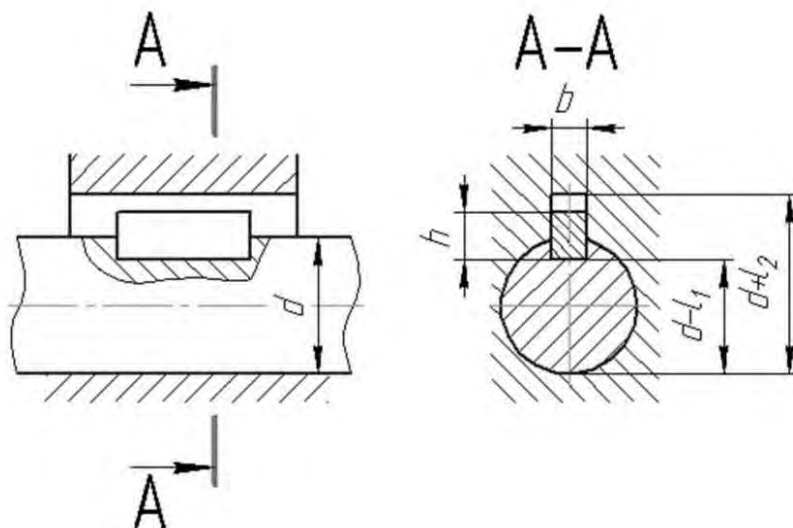
Список литературы

- 1 **ГОСТ 23360–78**. Шпонки призматические. Размеры, допуски и посадки. – Москва: Изд-во стандартов, 1979.
 2 **ГОСТ 29175–91**. Шпонки призматические низкие и шпоночные пазы. – Москва: Изд-во стандартов, 1992.
 3 **ГОСТ 10748–79**. Соединения шпоночные с призматическими высокими шпонками. – Москва: Изд-во стандартов, 1985.
 4 **ГОСТ 24071–97**. Сегментные шпонки и шпоночные пазы. – Москва: Изд-во стандартов, 2000.
 5 **ГОСТ 24068–80**. Соединения шпоночные с клиновыми шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. – Москва: Изд-во стандартов, 1985.
 6 **ГОСТ 2.409–79**. Правила выполнения изображения зубчатых валов, отверстий и их соединений. – Москва: Изд-во стандартов, 2005.
 7 **ГОСТ 1139–80**. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски. – Москва: Изд-во стандартов, 2005.
 8 **ГОСТ 6033–80**. Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые эвольвентные с углом профиля 30 град. Размеры, допуски и измеряемые величины. – Москва: Изд-во стандартов, 1993.
 9 **Новичихина, Л. И.** Техническое черчение: справочное пособие / Л. И. Новичихина – Минск: Вышэйшая школа, 1983.
 10 **Суворов, С. Г.** Машиностроительное черчение в вопросах и ответах: справочник / С. Г. Суворов. – Москва: Машиностроение, 1984.



Приложение А (справочное)

Таблица А.1 – Размеры призматических шпонок и шпоночных пазов [1]



Диаметр вала d	Сечение шпонки $b \times h$	Длина шпонки l	Шпоночный паз		Радиус закруглений r или фаска $s_1 \times 45^\circ$	Фаска s
			Глубина			
			Вал t_1	Втулка t_2		
От 6 до 8	2×2	6...20	1,2	1,0	0,08...0,16	0,16...0,25
Св. 8 до 10	3×3	6...36	1,8	1,4		
Св. 10 до 12	4×4	8...45	2,5	1,8		
Св. 12 до 17	5×5	10...56	3,0	2,3	0,16...0,25	0,25...0,4
Св. 17 до 22	6×6	14...70	3,5	2,8		
Св. 22 до 30	8×7	18...63	4,0	3,3		
Св. 30 до 38	10×8	22...110	5,0	3,3	0,25...0,4	0,4...0,6
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	7,5	4,9		
Св. 75 до 85	22×14	63...250	9,0	5,4	0,4...0,6	0,6...0,8
Св. 85 до 95	25×14	70...280	9,0	5,4		
Св. 95 до 110	28×16	80...320	10,0	6,4		

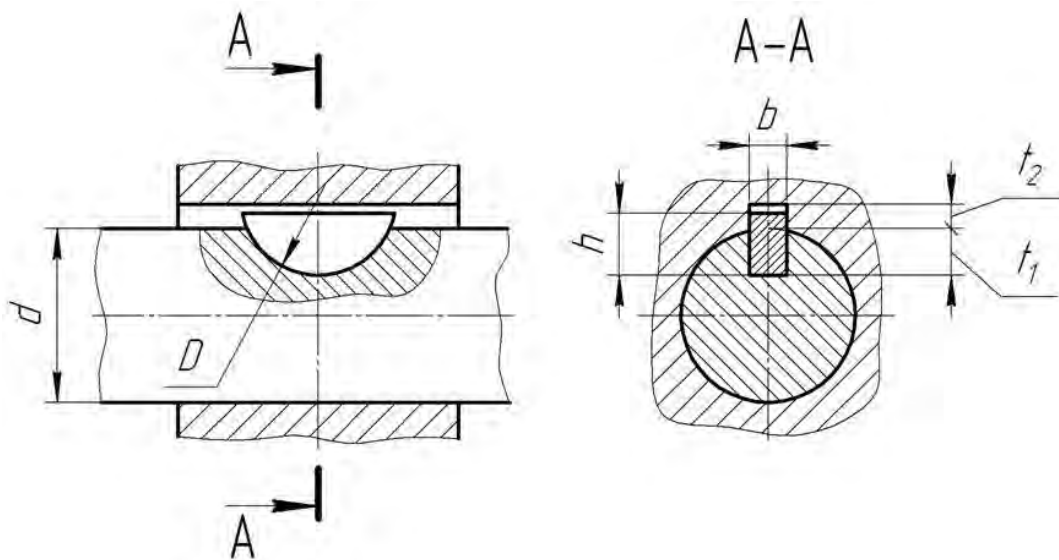
Примечания

1 ГОСТ 23360–78 устанавливает размеры шпонок и пазов для валов с диаметрами до 500 мм.

2 Длины шпонок должны 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 мм

Приложение Б (справочное)

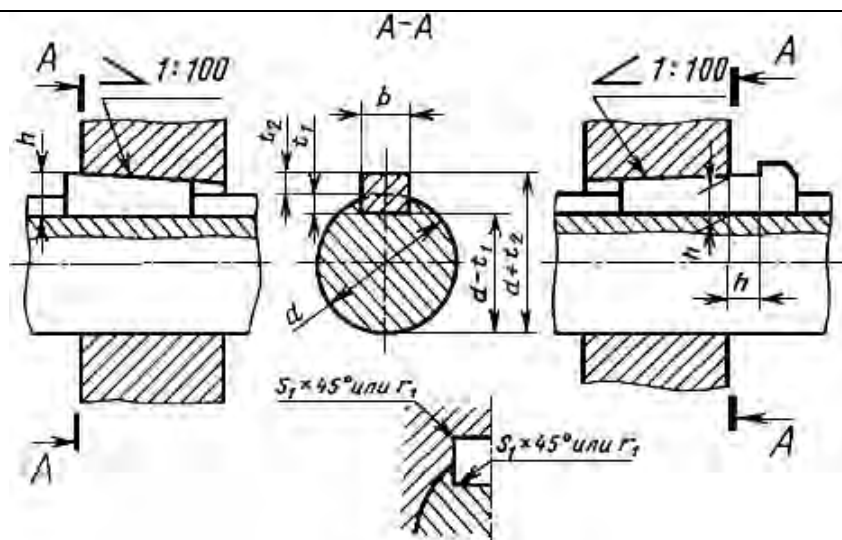
Таблица Б.1 – Размеры сегментных шпонок и шпоночных пазов [4]



Диаметр вала d		$b \times h \times D$	t_1	t_2	Фаска s или радиус r шпонки	Радиус r_1 или фаска s_1 паза
Шпонка для передачи крутящего момента	Шпонка для фиксации элементов					
От 3 до 4	От 3 до 4	$1 \times 1,4 \times 4$	1,0	0,6	0,16...0,25	0,08...0,16
Св. 4 до 5	Св. 4 до 6	$1,5 \times 2,6 \times 7$	2,0	0,8		
Св. 5 до 6	Св. 6 до 8	$2 \times 2,6 \times 7$	1,8	1,0		
Св. 6 до 7	Св. 8 до 10	$2 \times 3,7 \times 10$	2,9	1,0		
Св. 7 до 8	Св. 10 до 12	$2,5 \times 3,7 \times 10$	2,7	1,2		
Св. 8 до 10	Св. 12 до 15	$3 \times 5 \times 13$	3,8	1,4		
Св. 10 до 12	Св. 15 до 18	$3 \times 6,5 \times 16$	5,3	1,4	0,25...0,4	0,16...0,25
Св. 12 до 14	Св. 18 до 20	$4 \times 6,5 \times 16$	5,0	1,8		
Св. 14 до 16	Св. 20 до 22	$4 \times 7,5 \times 19$	6,0	1,8		
Св. 16 до 18	Св. 22 до 25	$5 \times 6,5 \times 16$	4,5	2,3		
Св. 18 до 20	Св. 25 до 28	$5 \times 7,5 \times 19$	5,5	2,3		
Св. 20 до 22	Св. 28 до 32	$5 \times 9 \times 22$	7,0	2,3		
Св. 22 до 25	Св. 32 до 36	$6 \times 9 \times 22$	6,5	2,8		
Св. 25 до 28	Св. 36 до 40	$6 \times 10 \times 25$	7,5	2,8		
Св. 28 до 32	Св. 40	$8 \times 11 \times 28$	8,0	3,3	0,4...0,6	0,25...0,4
Св. 32 до 38	Св. 40	$10 \times 13 \times 32$	10,0	3,3		

Приложение В (справочное)

Таблица В.1 – Размеры клиновых шпонок и шпоночных пазов [5]



Диаметр вала d	Сечение шпонки $b \times h$	Шпоночный паз					Шпонка		
		Ширина b	Глубина		Радиус закругления r_1 или фаска $s_1 \times 45^\circ$		Длина l		Высота головки h_1
			Вал и втулка	Вал t_1	Втулка t_2	не менее	не более		
От 6 до 8	2 × 2	2	1,2	0,5	0,08	0,16	6	20	–
Св. 8 до 10	3 × 3	3	1,8	0,9			6	36	–
Св. 10 до 12	4 × 4	4	2,5	1,2	0,16	0,25	8	45	7
Св. 12 до 17	5 × 5	5	3,0	1,7			10	56	8
Св. 17 до 22	6 × 6	6	3,5	2,2			14	70	10
Св. 22 до 30	8 × 7	8	4,0	2,4	0,25	0,40	18	90	11
Св. 30 до 38	10 × 8	10	5,0	2,4			22	110	12
Св. 38 до 44	12 × 8	12	5,0	2,4			28	140	12
Св. 44 до 50	14 × 9	14	5,5	2,9			36	160	14
Св. 50 до 58	16 × 10	16	6	3,4	0,40	0,60	45	180	16
Св. 58 до 65	18 × 11	18	7	3,4			50	200	18
Св. 65 до 75	20 × 12	20	7,5	3,9			56	220	20
Св. 75 до 85	22 × 14	22	9	4,4			63	250	22
Св. 85 до 95	25 × 14	25	9	4,4			70	280	22
Св. 95 до 110	28 × 16	28	10	5,4	0,70	1,00	80	320	25
Св. 110 до 130	32 × 18	32	11	6,4			90	360	28
Св. 130 до 150	36 × 20	36	12	7,1			100	400	32
Св. 150 до 170	40 × 22	40	13	8,1	1,20	1,60	100	400	36
Св. 170 до 200	45 × 25	45	15	9,1			110	450	40
Св. 200 до 230	50 × 28	50	17	10,1	2,00	2,50	125	500	45
Св. 230 до 260	56 × 32	56	20	11,1			140	500	50
Св. 260 до 290	63 × 32	63	20	11,1			160	500	50
Св. 290 до 330	70 × 36	70	22	13,1	2,00	2,50	180	500	56
Св. 330 до 380	80 × 40	80	25	14,1			200	500	63

Приложение Г (справочное)

Таблица Г.1 – Размеры прямобоочных шлицевых соединений

В миллиметрах

$z \times d \times D$	Число зубь- ев z	d	D	b	d_1 , не ме- нее	a , не ме- нее	c		r , не бо- лее
							Но- мин.	Пред. откл.	
<i>Легкая серия</i>									
6 × 23 × 26	6	23	26	6	22,1	3,54	0,3	+0,2	0,2
6 × 26 × 30	6	26	30	6	24,6	3,85	0,3	+0,2	0,2
6 × 28 × 32	6	28	32	7	26,7	4,03	0,3	+0,2	0,2
8 × 32 × 36	8	32	36	6	30,4	2,71	0,4	+0,2	0,3
8 × 36 × 40	8	36	40	7	34,5	3,46	0,4	+0,2	0,3
8 × 42 × 46	8	42	46	8	40,4	5,03	0,4	+0,2	0,3
8 × 46 × 50	8	46	50	9	44,6	5,75	0,4	+0,2	0,3
8 × 52 × 58	8	52	58	10	49,7	4,89	0,5	+0,3	0,5
8 × 56 × 62	8	56	62	10	53,6	6,38	0,5	+0,3	0,5
8 × 62 × 68	8	62	68	12	59,8	7,31	0,5	+0,3	0,5
10 × 72 × 78	10	72	78	12	69,6	5,45	0,5	+0,3	0,5
10 × 82 × 88	10	82	88	12	79,3	8,62	0,5	+0,3	0,5
10 × 92 × 98	10	92	98	14	89,4	10,08	0,5	+0,3	0,5
10 × 102 × 108	10	102	108	16	99,9	11,49	0,5	+0,3	0,5
10 × 112 × 120	10	112	120	18	108,8	10,72	0,5	+0,3	0,5
<i>Средняя серия</i>									
6 × 11 × 14	6	11	14	3,0	9,9	–	0,3	+0,2	0,2
6 × 13 × 16	6	13	16	3,5	12,0	–	0,3	+0,2	0,2
6 × 16 × 20	6	16	20	4,0	14,5	–	0,3	+0,2	0,2
6 × 18 × 22	6	18	22	5,0	16,7	–	0,3	+0,2	0,2
6 × 21 × 25	6	21	25	5,0	19,5	1,95	0,3	+0,2	0,2
6 × 23 × 28	6	23	28	6,0	21,3	1,34	0,3	+0,2	0,2
6 × 26 × 32	6	26	32	6,0	23,4	1,65	0,4	+0,2	0,3
6 × 28 × 34	6	28	34	7,0	25,9	1,70	0,4	+0,2	0,3
8 × 32 × 38	8	32	38	6,0	29,4	–	0,4	+0,2	0,3
8 × 36 × 42	8	36	42	7,0	33,5	1,02	0,4	+0,2	0,3
8 × 42 × 48	8	42	48	8,0	39,5	2,57	0,4	+0,2	0,3
8 × 46 × 54	8	46	54	9,0	42,7	–	0,5	+0,3	0,5
8 × 52 × 60	8	52	60	10,0	48,7	2,44	0,5	+0,3	0,5
8 × 56 × 65	8	56	65	10,0	52,2	2,50	0,5	+0,3	0,5
8 × 62 × 72	8	62	72	12,0	57,8	2,40	0,5	+0,3	0,5
10 × 72 × 82	10	72	82	12,0	67,4	–	0,5	+0,3	0,5
10 × 82 × 92	10	82	92	12,0	77,1	3,00	0,5	+0,3	0,5
10 × 92 × 102	10	92	102	14,0	87,3	4,50	0,5	+0,3	0,5
10 × 102 × 112	10	102	112	16,0	97,7	6,30	0,5	+0,3	0,5
10 × 112 × 125	10	112	125	18,0	106,3	4,40	0,5	+0,3	0,5



Окончание таблицы Г.1

$z \times d \times D$	Число зубьев z	d	D	b	dI , не менее	a , не ме- нее	c		r , не бо- лее
							Но- мин.	Пред. откл.	
<i>Тяжелая серия</i>									
10 × 16 × 20	10	16	20	2,5	14,1	–	0,3	+0,2	0,2
10 × 18 × 23	10	18	23	3,0	15,6	–	0,3	+0,2	0,2
10 × 21 × 26	10	21	26	3,0	18,5	–	0,3	+0,2	0,2
10 × 23 × 29	10	23	29	4,0	20,3	–	0,3	+0,2	0,2
10 × 26 × 32	10	26	32	4,0	23,0	–	0,4	+0,2	0,3
10 × 28 × 35	10	28	35	4,0	24,4	–	0,4	+0,2	0,3
10 × 32 × 40	10	32	40	5,0	28,0	–	0,4	+0,2	0,3
10 × 36 × 45	10	36	45	5,0	31,3	–	0,4	+0,2	0,3
10 × 42 × 52	10	42	52	6,0	36,9	–	0,4	+0,2	0,3
10 × 46 × 56	10	46	56	7,0	40,9	–	0,5	+0,3	0,5
16 × 52 × 60	16	52	60	5,0	47,0	–	0,5	+0,3	0,5
16 × 56 × 65	16	56	65	5,0	50,6	–	0,5	+0,3	0,5
16 × 62 × 72	16	62	72	6,0	56,1	–	0,5	+0,3	0,5
16 × 72 × 82	16	72	82	7,0	65,9	–	0,5	+0,3	0,5
20 × 82 × 92	20	82	92	6,0	75,6	–	0,5	+0,3	0,5
20 × 92 × 102	20	92	102	7,0	85,5	–	0,5	+0,3	0,5
20 × 102 × 125	20	102	115	8,0	94,0	–	0,5	+0,3	0,5
20 × 112 × 125	20	112	125	9,0	104,0	–	0,5	+0,3	0,5
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Исполнение 1 дано для изготовления валов соединений легкой и средней серий методом обкатывания. Вал соединений тяжелой серии методом обкатывания не изготавливают.</p> <p>2 Шлицевые валы в исполнениях 1 и 3 изготавливаются при центрировании по внутреннему диаметру, исполнении 2 – при центрировании по наружному диаметру и боковым сторонам зубьев.</p> <p>3 Фаска у пазов отверстия втулки может быть заменена скруглением с радиусом, равным величине фаски c</p>									



Приложение Д (справочное)

Таблица Д.1 – Основные размеры треугольных соединений

Номинальный диаметр D_B	Отверстие и вал					Отверстие			Вал	
	Число зубьев z	Угол β , град	Диаметр начальной окружности d	Диаметр по вершинам* наружный D_1 внутренний D_2	Диаметр впадин $D_{a \min}$	Внутренний диаметр d_a	Наружный диаметр D_e	Диаметр впадин $d_e \max$		
5	36	80	4,891	5,124	4,658	5,03	4,72	5	4,69	
6			5,863	6,142	5,584	6,03	5,66	6	5,63	
8			7,793	8,164	7,422	8,03	7,52	8	7,49	
10			9,721	10,184	9,258	10,03	9,38	10	9,35	
12			11,674	12,230	11,118	12,03	11,26	12	11,23	
15			14,556	15,250	13,862	15,03	14,04	15	14,01	
16			17,430	18,260	16,599	18,03	16,81	18	16,78	
20			19,339	20,260	18,418	20,03	18,66	20	18,63	
22	48	82,5	21,527	22,280	20,774	22,03	20,97	22	20,94	
25			24,455	25,310	23,600	25,03	23,82	25	23,79	
28			27,373	28,330	26,416	28,03	26,66	28	26,63	
30			29,325	30,350	28,300	30,03	28,57	30	28,54	
32			31,277	32,370	30,184	32,05	30,47	32	30,42	
35			34,195	35,390	33,000	35,05	33,31	35	33,26	
38			37,113	38,410	35,816	38,05	36,15	38	36,10	
40			39,064	40,430	37,698	40,05	38,05	40	38,00	
42			41,016	42,450	39,582	42,05	39,95	42	39,90	

Примечание –* – теоретические диаметры по вершинам указывают на чертеже: наружный D_1 – только на отверстиях, внутренний D_2 – на валу