МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ»

Инженерная и компьютерная графика

Методические указания
к практическим занятиям по одноименной дисциплине

Санкт-Петербург
Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
2012

УДК 004.92(075)

Инженерная и компьютерная графика: Методические указания к практическим занятиям по одноименной дисциплине /Сост. Т. С. Липьяйнен. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. 60 с.

Содержат необходимые сведения для выполнения вариантов заданий по инженерной графике, представлены примеры выполнения индивидуальных заданий с учетом требований ЕСКД.

Предназначены для студентов-заочников первого курса всех специальностей, изучающих дисциплину «Инженерная графика».

Утверждено
редакционно-издательским советом университета
в качестве методических указаний

Редактор Э. К. Долгатов

Подписано в печать 10.10.12. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Гарнитура «Times New Roman». Печ. л. 3,75.
Тираж 50 экз. Заказ 110.

Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
197376, С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 5

© СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012

Виды изделий

Виды изделий отраслей промышленности при выполнении конструкторской документации устанавливает ГОСТ 2.101–68.

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Изделия в зависимости от их назначения делят на изделия основного производства и изделия вспомогательного производства. К изделиям основного производства относятся изделия, предназначенные для поставки (реализации), к изделиям вспомогательного производства – изделия, предназначенные только для собственных нужд предприятия, изготовляющего их. Установлены следующие виды изделий:

1) детали;
2) сборочные единицы;
3) комплексы;
4) комплекты.

Изделия в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей делят на неспецифицированные (детали), не имеющие составных частей, и специфицированные (сборочные единицы, комплексы, комплекты), состоящие из двух и более составных частей.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций (например: валик из одного куска металла, литой корпус).

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе путем сборочных операций (свинчиванием, клепкой, пайкой, сваркой и т. п.), например: автомобиль, станок, сварной корпус.

Комплекс – два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций, например: цех-автомат, автоматическая телефонная станция.

Комплект – два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих собой набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей.

Виды и комплектность конструкторских документов

Виды и комплектность конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.102–68.

К конструкторским документам относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта. Ниже перечислены некоторые виды конструкторских документов.

Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. Код документа «СБ».

Чертеж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Код документа «ВО».

Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта.

Пояснительная записка – документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений. Код документа «ПЗ».

Следует помнить, что за исключением чертежа детали и спецификации для всех конструкторских документов стандарт устанавливает код документа.

При определении комплектности конструкторских документов на изделие за основные конструкторские документы принимаются для детали – чертеж детали, а для сборочных единиц, комплексов и комплектов – спецификация.

Форматы

Чертежи выполняют на листах бумаги определенного размера (формата).

ГОСТ 2.301–68 устанавливает форматы листов чертежей и других документов, предусмотренных стандартами на конструкторскую документацию всех отраслей промышленности и строительства. Формат листа определяется размерами внешней рамки, выполняемой тонкой линией. Внутренняя рамка проводится сплошной основной линией на расстоянии 20 мм от левой сторо-

ны внешней рамки и на расстоянии 5 мм от остальных сторон. Форматы подразделяются на основные (табл. 1) и дополнительные.

Таблица 1

Обозначения и размеры сторон основных форматов по ГОСТ 2.301–68

Обозначение	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон, мм	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297

Дополнительные форматы получаются путем увеличения коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам.

Основные надписи

В правом нижнем углу каждого листа чертежа выполняют основную надпись. Форма, размеры и содержание граф основной надписи установлены ГОСТ 2.104–68. При выполнении индивидуальных заданий используются форматы А4 и А3 (рис. 1).

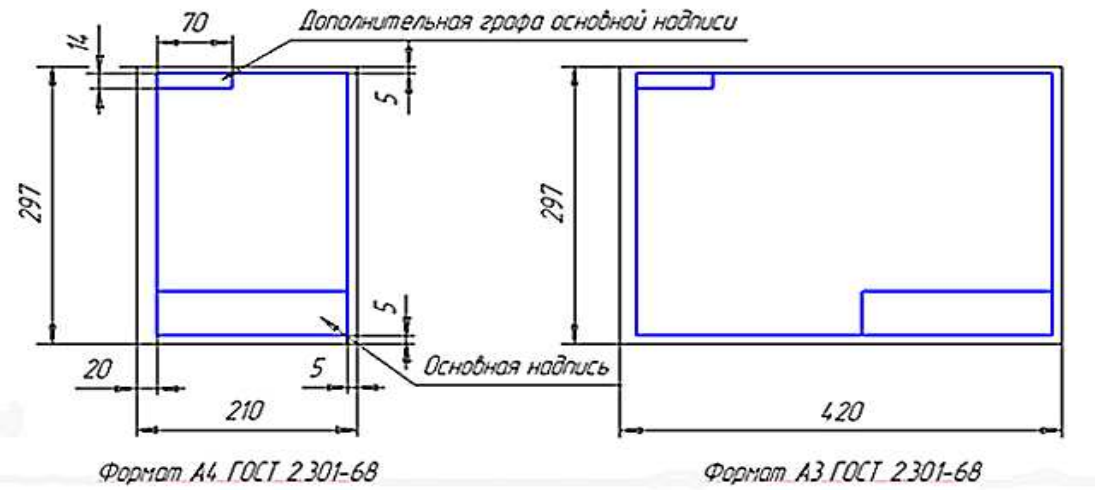


Рис. 1

В левом верхнем углу листа чертежа располагается дополнительная графа основной надписи. Основная надпись на чертежах и схемах должна соответствовать форме 1 (55 × 185 мм) ГОСТ 2.104–68 (рис. 2).

В текстовых документах (спецификация): основная надпись выполняется по форме 2 (40 × 185 мм) на первом листе (рис. 3) и на последующих листах по форме 2а (15 ×185 мм) (рис. 4).

Основная надпись по форме 1 ГОСТ 2.104-68

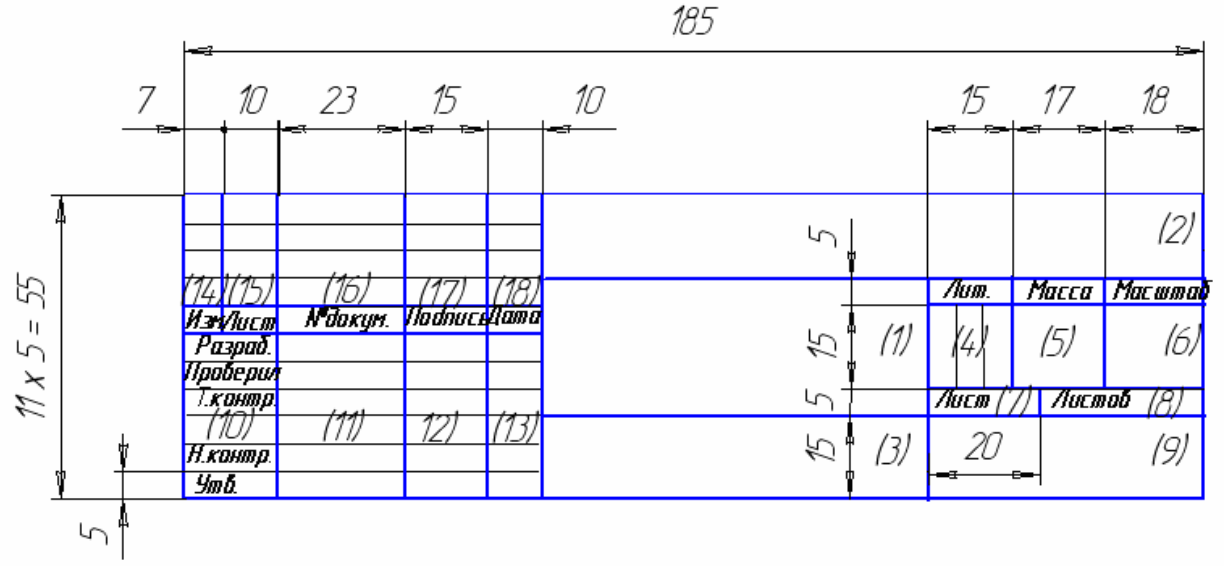


Рис. 2

Основная надпись по форме 2 ГОСТ 2.104-68

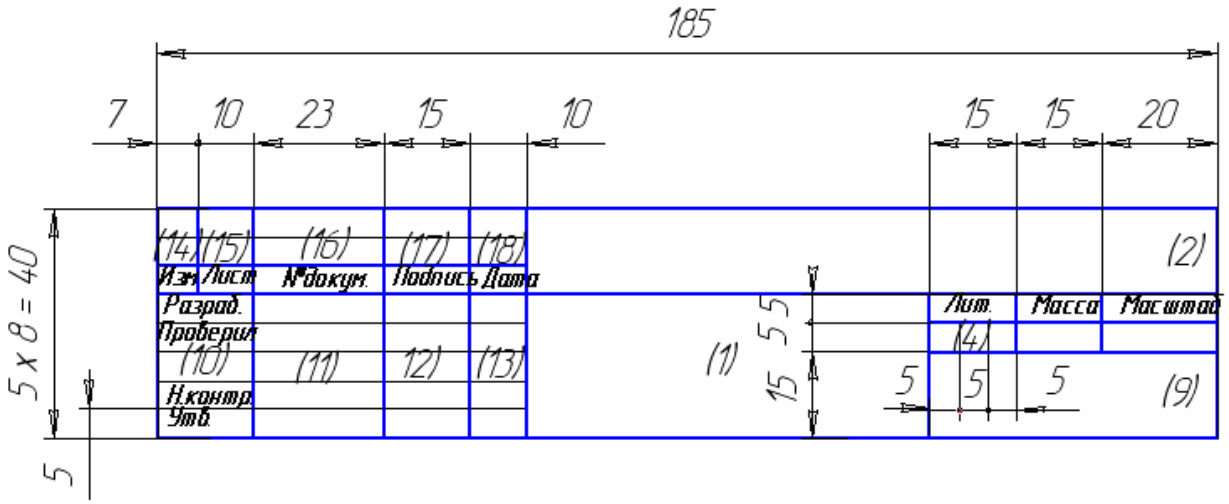


Рис. 3

Основная надпись по форме 2а ГОСТ 2.104-68

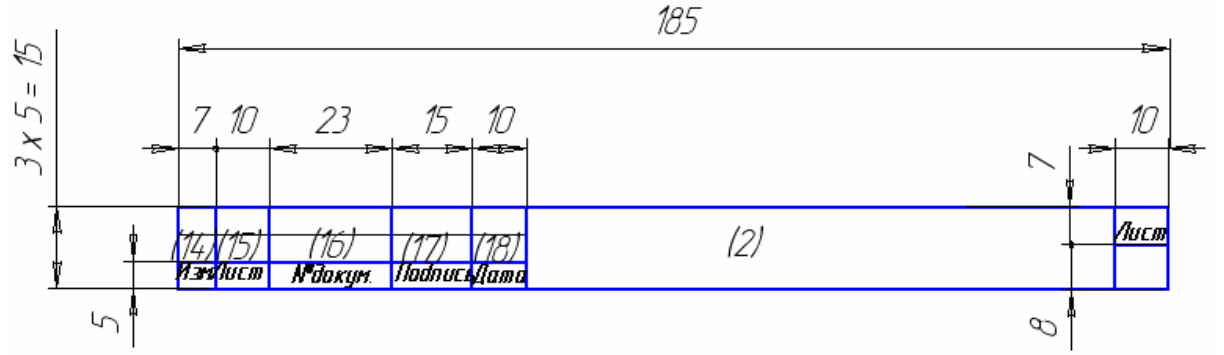


Рис. 4

На листе формата А4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны листа, а на листах других форматов – вдоль любой стороны. В графах основной надписи указывают:

- в графе 1 – наименование изделия. Если наименование состоит из нескольких слов, то сначала пишут существительное, а потом – прилагательное, например: «Гайка накидная»;
- в графе 2 – обозначение документа;
- в графе 3 – обозначение материала детали, эту графу заполняют только для чертежей детали;
- в графе 4 – литеру, присвоенную данному документу (для учебных документов литера «у»);
- в графе 5 – массу изделия (на учебных чертежах эту графу не заполняют);
- в графе 6 – масштаб (по ГОСТ 2.302–68);
- в графе 7 – порядковый номер листа;
- в графе 8 – общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе);
- в графе 9 – наименование предприятия, выпустившего документ (сокращенное название университета и номер студенческой группы;
- в графе 10 – характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ;
- в графе 11 – фамилии лиц, подписавших документ;
- в графе 12 – подписи лиц, подписавших документ;
- в графе 13 – дату подписания документа;
- графы 14…18 – на учебных чертежах не заполняют;
- в графе 19 приводят обозначение документа (см. графу 2), повернутое на 180º для формата А4 и для форматов, больших А4, при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа и на 90º – для формата А3 и для форматов, больших А3, при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа.

Спецификация

.

Для сборочных единиц основным конструкторским документом является спецификация. Спецификация – это таблица, оформленная по требованиям ЕСКД и содержащая обозначения, наименования и количество составных час-

тей какого-либо изделия. Она определяет состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Форму и порядок заполнения спецификаций конструкторских документов на изделия всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.106–96. Спецификацию выполняют на каждую сборочную единицу на отдельных листах формата А4 по форме, приведенной на рис. 5.

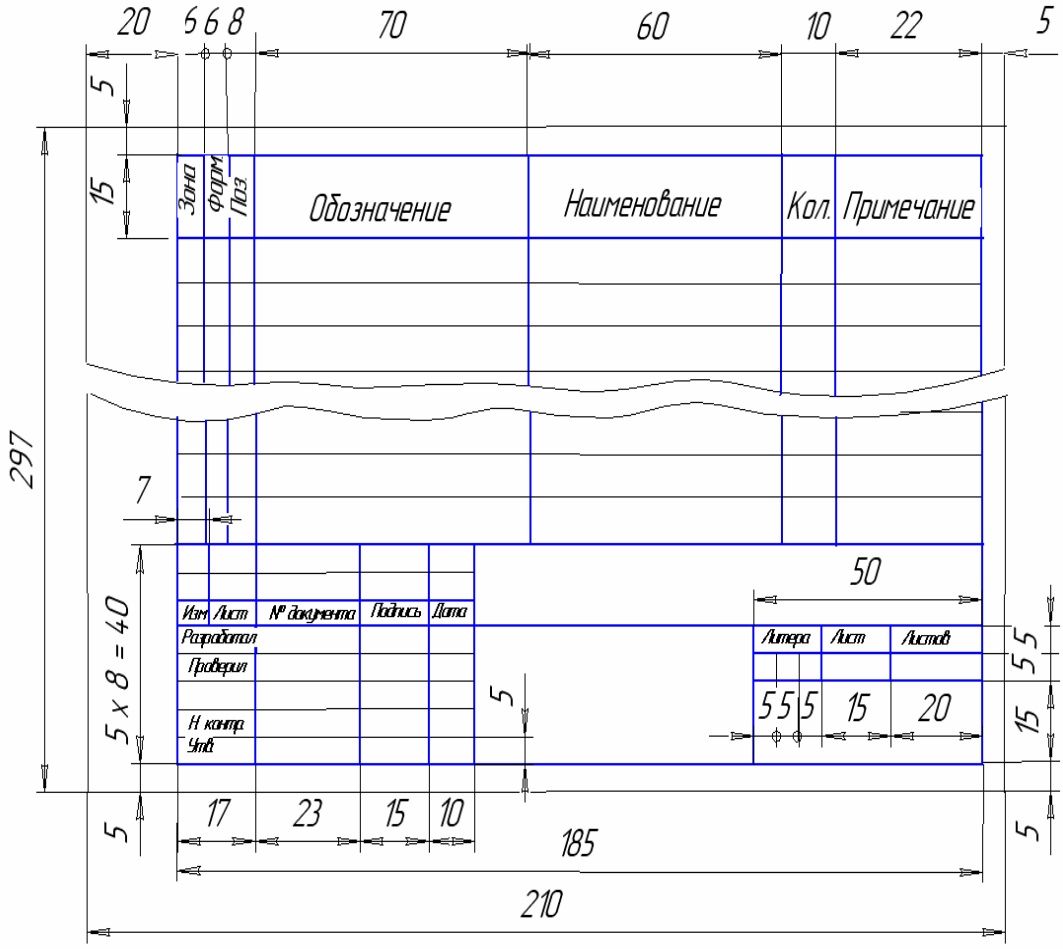


Рис. 5

На первом листе применяется основная надпись по форме 2, а на последующих листах – по форме 2а (ГОСТ 2.104–68). Спецификация заполняется сверху вниз и состоит из разделов, располагающихся в следующей последовательности:

- «Документация».
- «Комплексы».
- «Сборочные единицы».
- «Детали».
- «Стандартные изделия».
- «Прочие изделия».
- «Материалы».
- «Комплекты».

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия.

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают сплошной тонкой линией. После каждого заголовка должна быть одна свободная строка.

После каждого раздела спецификации оставляют несколько свободных строчек – для дополнительных записей. Допускается оставлять и номера позиций, проставляя их у свободных строк по мере необходимости. В разделе «Документация» записывают документы на специфицируемые изделия, причем для документов, составляемых на данное изделие, указывают только наименование документов, например: «Сборочный чертеж». В раздел «Сборочные единицы» вносят сборочные единицы, входящие в специфицируемое изделие. На них составляют самостоятельные сборочные чертежи со своей спецификацией.

В раздел «Детали» записывают оригинальные детали, непосредственно входящие в изделие. В раздел «Стандартные изделия» записываются изделия, применяемые по государственным стандартам (ГОСТ); отраслевым стандартам (ОСТ); республиканским стандартам (РСТ) и стандартам предприятий.

В пределах каждой категории стандартов запись производят по группам изделий в алфавитном порядке, а в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, например:

Болт М6×32 ГОСТ 7796–70;

Болт М12×60 ГОСТ 7798–70.

В пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия, например:

Болт М8×32 ГОСТ 7796–70;

Болт М12×60 ГОСТ 7796–70.

Если изделия изготавливаются по одному стандарту, как указано выше, то допускаются упрощения, например:

Болты ГОСТ 7796–70:

М8×32

М12×60, т. е. допускается общую часть наименования изделий записывать один раз в виде общего наименования.

Под общим наименованием записывают для каждого из указанных изделий только их параметры и размеры.

Рекомендуется группу крепежных изделий записывать в такой последовательности: болты, винты, гайки, шайбы, шпильки и т. д.

Графы спецификации заполняют следующим образом:

- в графе «Формат» указывают обозначение формата, на котором выполнен чертеж детали; эту графу не заполняют для разделов: «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы»; для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе указывают: «БЧ» (без чертежа);
- в графе «Зона» указывают обозначение зоны, графу заполняют в том случае, если чертеж разделен на зоны;
- в графе «Поз» указывают порядковые номера составных частей изделия в последовательности записи их в спецификации; для разделов «Документация» и «Комплекты» эту графу не заполняют;
- в графе «Обозначение» указывают обозначение конструкторского документа, например: «ПМИГ.234012.000СБ». Для разделов «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» эту графу не заполняют;
- в графе «Наименование» указывают: для документов, входящих в основной комплект документов специфицируемого изделия, – только их наименование, например «Сборочный чертеж» и т. п.; для деталей – их наименование в соответствии с основной надписью на чертежах этих изделий. Для стандартных изделий и материалов – их наименования и условные обозначения в соответствии с ГОСТами;
- в графе «Кол» указывают количество составных частей, входящих в одно изделие, а для материалов – количество материала на одно изделие с указанием единицы измерения;
- в графе «Примечание» указывают дополнительные сведения, относящиеся к изделиям и документам, внесенным в спецификацию.

Общие сведения о соединениях деталей

Применяемые в машиностроении и приборостроении виды соединений отдельных деталей и сборочных единиц принято делить на две основные группы: разъемные и неразъемные.

К группе **разъемных** относятся такие соединения, которые можно разбирать и вновь собирать без разрушения деталей и соединительных элементов.

Это резьбовые (болтовые, винтовые, шпилечные) и шпоночные, штифтовые, шплинтовые и другие соединения.

К группе **неразъемных** соединений относятся соединения, разборка которых невозможна без разрушения соединяемых деталей либо элементов, их соединяющих. Это сварные, паяные, клепаные, клееные, сшивные и т. д.

Неразъемные соединения

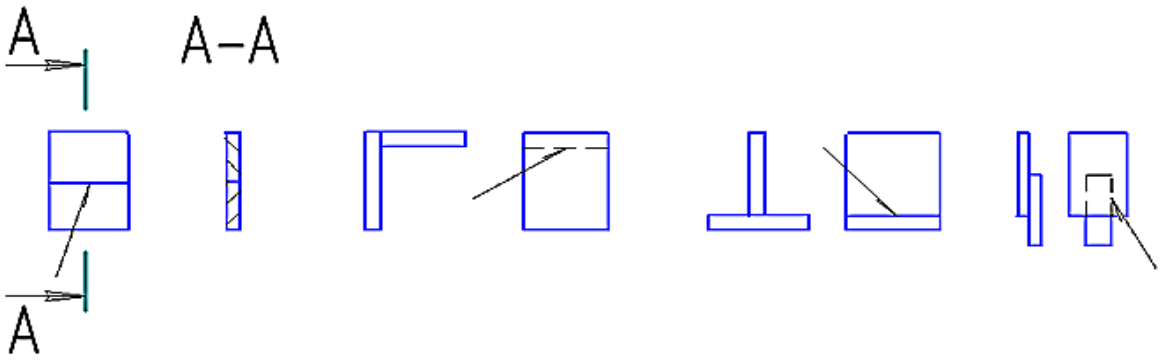
Соединения сварные

Сварные соединения получаются разогреванием поверхностей соединяемых деталей до жидкого или газообразного состояния. После затвердевания расплавленный металл образует сварной шов.

Различаются следующие виды сварных соединений: стыковое – С, тавровое – Т, угловое – У, внахлестку – Н. При *стыковом соединении* элементы деталей располагаются в одной плоскости или на одной поверхности (рис. 6, *а*). При *угловом соединении* 2 элемента детали располагаются под прямым углом и свариваются в месте примыкания их краев (рис. 6, *б*). В *тавровом соединении* к боковой поверхности одного элемента примыкает под углом и приварен торцом другой элемент (рис. 6, *в*). Соединение, в котором свариваемые элементы расположены параллельно и перекрывают друг друга, называют *соединением внахлестку* (рис. 6, *г*).

Сварные швы делят на типы по следующим признакам: а) по протяженности; б) по внешней форме; в) по форме подготовленных кромок, т. е. торцевых поверхностей свариваемых деталей; г) по характеру выполнения шва. По протяженности сварные швы могут быть непрерывными и прерывистыми.

Непрерывный шов – сварной шов без промежутков по длине. *Прерывистый шов* – сварной шов с промежутками по длине. Прерывистые швы могут быть цепными и шахматными.



а *б* *в* *г*

Рис. 6

Изображения сварных швов на чертежах стандартизованы по ГОСТ 2.312–72. Шов сварного соединения независимо от способа сварки условно изображают:

- видимый – сплошной основной линией (рис. 7);
- невидимый – штриховой линией (рис. 7).

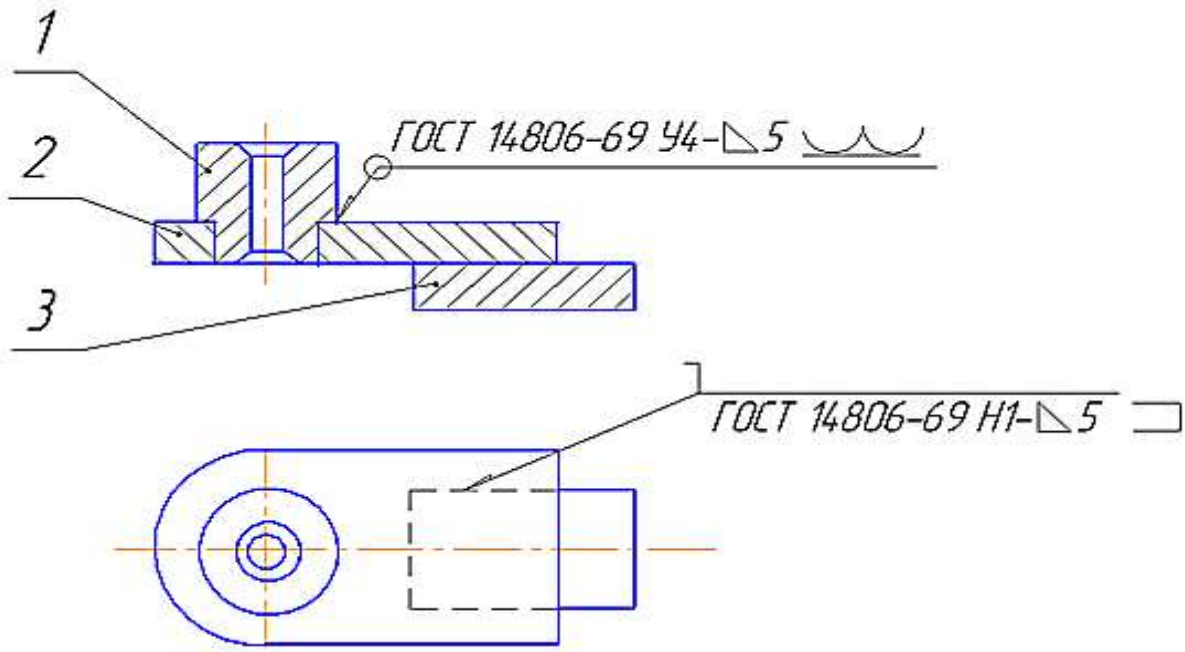


Рис. 7

От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой.

Над полкой (для лицевых швов) или под полкой (для невидимых швов) линии-выноски наносят условное обозначение шва по ГОСТ 2.312–72.

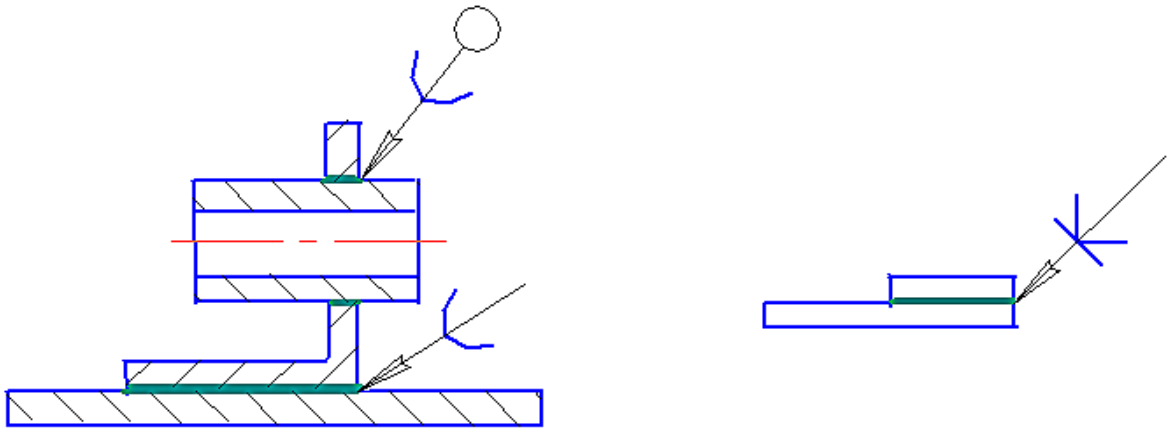
На рис. 7 приведен пример чертежа сварного изделия. Соединение деталей выполнено односторонним швом без скоса кромок, катет шва равен 5 мм. Условное обозначение швов сварных соединений поясняет, что детали 1 и 2 соединены угловым швом (У4), а детали 2 и 3 – внахлестку (Н1). Вспомогательные знаки указывают также, что верхний шов следует выполнить по периметру втулки и обработать с плавным переходом к основанию, а нижний выполняют при монтажных работах по незамкнутой линии.

Паяные и клееные соединения

При пайке металлические детали соединяет расплавленный материал – припой, который заполняет зазор между деталями и имеет температуру плавления ниже температуры плавления металлов соединяемых деталей. Во вре-

мя пайки детали и припой нагревают до расплавления припоя и заполнения им зазора соединения. В качестве припоя чаще всего используются сплавы олова и свинца, а также меди с цинком.

Склеиванием называют процесс получения неразъемного соединения деталей за счет соединения их клеем.



а *б*

Рис. 8

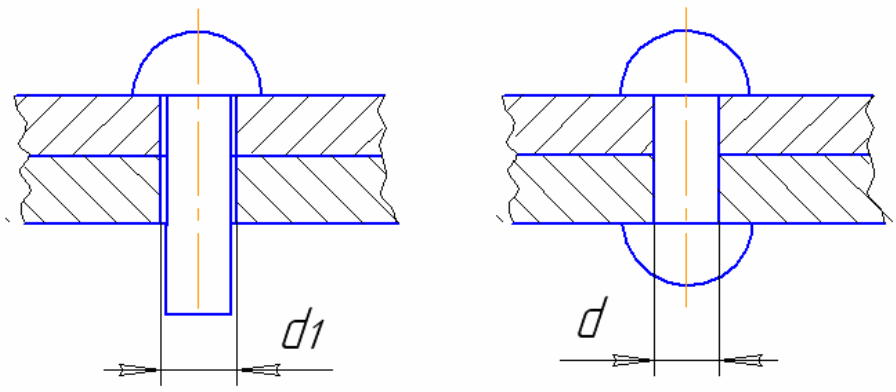
Изображают и обозначают паяные и клееные соединения в соответствии с ГОСТ 2.313–82 (рис. 8). Паяное и клееное соединения на чертежах изображают сплошной утолщенной линией (толщиной 2*s*). От изображения шва проводят линию-выноску с двусторонней стрелкой, с применением условного знака – дуги для паяного соединения (рис. 8, *а*) и условного знака – К для клееного соединения (рис. 8, *б*). Швы, выполненные по замкнутой линии, обозначают окружностью диаметром 3…4 мм. Полочку линии-выноски используют для обозначения номера пункта технических требований, в которых указывают марку припоя. Например:

Припой ПОС 61 ГОСТ 21930–76.

Клепаное соединение

Применяется в основном для листового материала. Заклепка – цилиндрический стержень, на конце которого имеется закладная головка изготовленная вместе со стержнем. Для соединения заклепками в деталях делают отверстия диаметром $d_1 = d + (0{,}2…1{,}0$ мм), где d – диаметр заклепки.

Замыкающая головка получается в результате расклепывания из части стержня, выступающего над поверхностью склепываемых деталей (рис. 9, *а*). Форма ее может быть такой же, как и у закладной головки (рис. 9, *б*).



а *б*

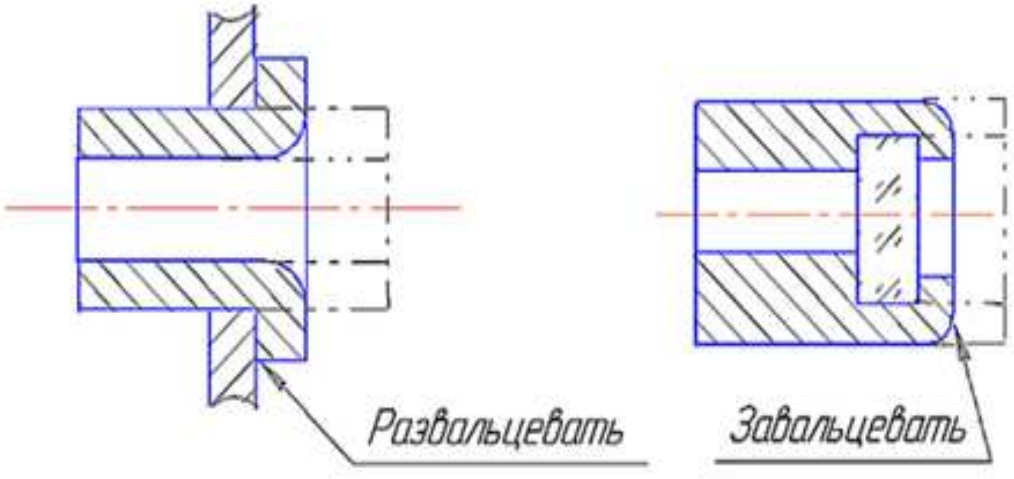
Рис. 9

Применяются заклепки следующих видов: с полукруглой, потайной, полупотайной и плоской головками, а также пустотелые, полупустотелые и др.

Пример условного обозначения заклепки с полукруглой головкой, диаметром стержня 6 мм, длиной 20 мм и размерами по ГОСТ 10299–68: Заклепка 6 × 20 ГОСТ 10299–68. Заклепки на разрезе показывают нерассеченными, если секущая плоскость проходит вдоль их оси.

Развальцовка и завальцовка

Развальцовкой и *завальцовкой* называется процесс получения неразъемного соединения деталей за счет нарушения первоначальной формы конца одной из них. При развальцовке края детали отгибаются наружу (рис. 10, *а*), а при завальцовке – внутрь (рис. 10, *б*).



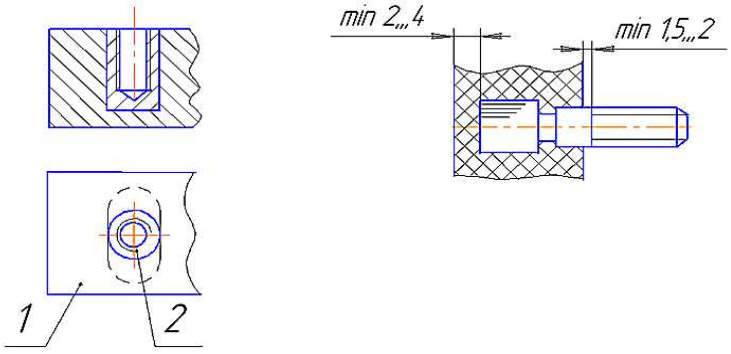
а *б*

Рис. 10

Изображение на чертеже неразъемных соединений, полученных развальцовкой и завальцовкой, сопровождают соответствующей надписью.

Заливка и опрессовка

Заливкой называется способ получения неразъемного соединения деталей путем заливки материала одной детали (обычно небольшого размера) в подготовленное отверстие другой (рис. 11, *а*)



а *б*

Рис. 11

Опрессовкой называется способ получения неразъемного соединения деталей путем опрессования одной детали материалом другой (рис. 11, *б*).

Разъемные соединения

Резьба и резьбовые соединения

Резьбовые соединения нашли широкое применение в машиностроении и приборостроении. Они обеспечивают удобство сборки и разборки деталей, входящих в это соединение.

Резьбовое соединение – соединение деталей с помощью резьбы, обеспечивающее их относительную неподвижность или заданное перемещение одной детали относительно другой.

На практике резьбовые соединения осуществляются непосредственным свинчиванием соединяемых деталей, имеющих резьбу, или с применением дополнительных соединительных деталей, таких, как болты, винты, шпильки и т. д.

Основным элементом всех резьбовых соединений является резьба.

Резьба – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. Резьбы классифицируют по следующим признакам:

1. В зависимости от формы поверхности, на которой нарезана резьба, они подразделяются на цилиндрические и конические.

2. В зависимости от расположения резьбы на поверхности стержня или отверстия резьбы делятся на наружные и внутренние.

3. По форме профиля резьбы бывают треугольные, трапециевидные, круглые, прямоугольные, упорные и др.

4. Треугольная резьба подразделяется на метрическую, трубную, коническую дюймовую, трапециевидная резьба – на трапецеидальную, упорную, упорную усиленную.

5. По эксплуатационному назначению резьбы делятся на крепежные, крепежно-уплотнительные, ходовые, специальные и др.

Крепежной называется резьба, которая в состоянии обеспечить неподвижное соединение деталей при статических и динамических нагрузках в различном температурном режиме. К этому типу относятся метрические резьбы, которые имеют профиль в виде равностороннего треугольника с углом при вершине 60º. Обозначение метрической цилиндрической резьбы относят к ее наружному диаметру. В обозначение метрической цилиндрической резьбы входит буква **М** (указывающая профиль резьбы) и номинальный (наружный) диаметр резьбы в миллиметрах, например М16, М20. Метрическую резьбу выполняют с крупным и мелким шагами для диаметров от 1 до 68 мм и только с мелкими шагами для диаметров от 70 до 600 мм (рис. 12). Шаг крупной резьбы не указывают, а шаг мелкой – указывают, например М16×1,5. Профиль и основные размеры метрической резьбы устанавливает ГОСТ 9150–81 (рис. 13).

Диаметры и шаги метрической цилиндрической резьбы общего назначения по ГОСТ 8724–81, мм

Диаметр резьбы	Шаг		Диаметр резьбы	Шаг	
	крупный	мелкий		крупный	мелкий
6	1	0,75; 0,5	24	3	2; 1,5; 1
8	1,25;	1; 0,75; 0,5	30	3,5	3; 2; 1,5; 1; 0,75
10	1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5	36	4	3; 2; 1,5; 1
12	1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5	42	4,5	4; 3; 2; 1,5; 1
16	2	1,5; 1; 0,75; 0,5	48	5	4; 3; 2; 1,5; 1
20	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5	72	–	6; 4; 3; 2; 1,5; 1

Рис. 12

Резьба с мелким шагом применяется в тех случаях, когда детали имеют тонкие стенки, а нарезание резьбы с крупным шагом приводит к еще большему их утончению или же она применяется с целью увеличения герметичности резьбовых соединений, для осуществления тонкой регулировки в приборах. Метрические резьбы с мелким шагом отличаются от резьбы с крупным шагом меньшим размером шага при одном и том же наружном диаметре и угле профиля.

Метрическая резьба по ГОСТ 9150–81

Шаг резьбы P,мм	Диаметр резьбы	
	наружный d=D	внутренний d_1=D_1
с крупным шагом		
1	6	4,918
1,25	8	6,647
1,5	10	8,376
1,75	12	10,106
2	(14)	11,835
2	16	13,835
2,5	20	17,294
3	24	20,752
3,5	30	26,211
3,5	(33)	29,211
4	36	31,670
4	(39)	34,670
4,5	42	37,129
4,5	(45)	40,129
5	48	42,587
5	(52)	46,587
5,5	56	50,046
5,5	(60)	54,046
6	64	57,505
6	(68)	61,505
с мелким шагом		
0,5	6	5,459
	8	7,459
	10	9,459
	12	11,459
	(14)	13,459
	16	15,459
	20	19,459

Шаг резьбы P,мм	Диаметр резьбы	
	наружный d=D	внутренний d_1=D_1
с мелким шагом		
0,75	6	5,188
	8	7,188
	10	9,188
	12	11,188
	(14)	13,188
	16	15,188
1	8	6,918
	14	12,918
1,25	10	8,647
	12	10,647
1,5	16	14,376
	24	22,376
	33	31,376
	36	34,376
	(39)	37,376
2	(39)	36,835
	42	39,835
	52	49,835
	(60)	57,835
3	80	76,752
4	72	67,670

Рис. 13

Крепежно-уплотнительной называется резьба, основное назначение которой – обеспечить герметичность соединений в трубопроводах при различном температурном режиме. Это резьбы трубные и конические.

Трубная цилиндрическая резьба по ГОСТ 6357–81

Обозначение резьбы, дюймы	Число ниток на 1"	Шаг P, мм	Диаметр резьбы	
			наружный d=D	внутренний d1=D1
1/2	14	1,814	20,955	18,631
3/4	14	1,814	26,441	24,117
1	11	2,309	33,249	30,291
1 1/4	11	2,309	41,910	38,952
1 1/2	11	2,309	47,803	44,845
2	11	2,309	59,614	56,656

Рис. 14

Трубная цилиндрическая резьба (ГОСТ 6357–81) и трубная коническая резьба (ГОСТ 6211–81) имеют форму профиля в виде равнобедренного треугольника с углом при вершине 55º. Измеряют трубную резьбу в дюймах. Размер трубной резьбы задается не наружным диаметром трубы, а значением ее внутреннего диаметра. Он называется условным проходным размером трубы. Например, трубная резьба в 1" (25,4 мм); размер же наружного диаметра всегда больше диаметра «в свету» на две толщины стенки трубы и равен 33,249 мм. Условное обозначение трубной цилиндрической резьбы (рис. 14) состоит из буквы **G** и обозначения диаметра резьбы в дюймах (сам знак дюйма при этом не ставится). Например, G3/4, где ¾ – условное обозначение резьбы в дюймах, а действительный наружный диаметр этой резьбы равен 26,441. Для левой резьбы обозначение дополняется буквами **LH.** Коническая дюймовая резьба (ГОСТ 6111–52) имеет угол профиля, равный 60º.

Ходовая резьба – резьба, обеспечивающая преобразование вращательного движения в прямолинейное с восприятием больших усилий при сравнительно малых скоростях движения.

К этому типу относятся трапецеидальные, упорные, прямоугольные, круглые и другие резьбы.

Трапецеидальная резьба (ГОСТ 9484–81) бывает однозаходной и многозаходной. Профиль такой резьбы имеет форму равнобедренной трапеции с углом между ее боковыми сторонами, равным 30º. Условное обозначение однозаходной трапецеидальной резьбы состоит из букв **Tr**, значения номинального диаметра резьбы и ее шага. У многозаходной резьбы ход равен шагу резьбы, помноженному на число заходов. Для обозначения левой резьбы используют буквы LH. Пример обозначения однозаходной трапецеидальной резьбы: Tr 24× 3LH.

Упорная резьба (ГОСТ 10177–82) имеет профиль неравнобокой трапеции, одна сторона которой наклонена к прямой, перпендикулярной оси, под углом 30º, а другая – на 3º к вертикали.

В условном обозначении упорной резьбы указывают буквенное обозначение профиля **S**, затем наружный диаметр и шаг. Пример обозначения упорной резьбы: S80×16.

В зависимости от направления винтовой поверхности различают правые и левые резьбы. *Левая резьба* – резьба, образованная контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя**.** *Правая резьба* – резьба, образованная контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Элементы резьбы

Профиль резьбы – контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось. Часть резьбы, образованную при одном повороте профиля вокруг оси, называют витком. При этом все точки профиля перемещаются вдоль оси на одинаковое расстояние, называемое *ходом резьбы* (рис. 15).



Рис. 15

Угол профиля (α) –угол между боковыми сторонами профиля.

Шаг резьбы (P) – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы. У однозаходной резьбы ход равен шагу, а в многозаходной – произведению шага на число заходов. Число заходов – число выступов или канавок в поперечном сечении винта.

Наружный диаметр резьбы (d – для болта, D – для гайки) – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы.

Внутренний диаметр резьбы (d_1 – для болта, D_1 – для гайки) – диаметр воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной резьбы или в вершины внутренней резьбы.

Средний диаметр резьбы (d_2 – для болта, D_2 – для гайки) – диаметр воображаемого соосного с резьбой цилиндра, который пересекает витки резьбы таким образом, что ширина выступа резьбы и ширина впадины (канавки) оказываются равными.

Резьбу изготавливают или режущим инструментом с удалением слоя материала, или накатывают путем выдавливания. При выводе инструмента из металла получается участок неполного профиля в зоне перехода резьбы к гладкой части детали, называемой сбегом. Как правило, на чертежах указывают длину резьбы с полным профилем без сбега.

ГОСТ 10549–80 устанавливает размеры сбега резьбы (при отсутствии проточки), недореза, формы и размеры проточек для выхода резьбонарезающего инструмента (резца, плашки), размеры фасок (рис. 16, 17).

Сбег резьбы – участок резьбы неполного профиля в зоне перехода резьбы в гладкую часть детали (рис. 17).

Недовод резьбы – величина ненарезанной части поверхности детали между концом сбега и опорной поверхностью детали (при переходе с одного диаметра на другой).

Недорез резьбы – участок поверхности детали, включающий сбег резьбы и недовод.

Шаг резьбы	Сбег		Недорез		Проточка нормальная			Проточка узкая			d1 (d2)	Фаска, c
	нормальный	уменьшенный	нормальный	уменьшенный	b	R	R1	b	R	R1		
Для наружной резьбы												
0,5	0,6	0,4	1,6	1,0	1,6	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	d -0,8	0,5
0,75	0,8	0,5	2,0	1,6	2,0	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	d -1,2	1,0
1	1,2	0,7	3,0	2,0	3,0	1,0	0,5	2	0,5	0,3	d-1,5	1,0
1,25	1,5	0,9	4,0	2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	d -1,8	1,6
1,5	1,6	1,0	4,0	2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	d -2,5	1,6
1,75	2,0	1,2	4,0	2,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	d -2,5	1,6
2	2,2	1,4	5,0	3,0	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	d -3,0	2,0
2,5	3,0	1,6	6,0	4,0	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	d -3,5	2,5
3	3,5	2,0	6,0	4,0	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	d -4,5	2,5
3,5	4,0	2,2	8,0	5,0	8,0	2,0	1,0	5,0	1,5	0,5	d -5,0	2,5
4	4,5	2,5	8,0	5,0	8,0	2,0	1,0	5,0	1,5	0,5	d -6,0	3,0
4,5	5,0	3,0	10,0	6,0	10,0	3,0	1,0	6,0	1,5	1,0	d -6,5	3,0
5	5,5	3,2	10,0	6,0	10,0	3,0	1,0	6,0	1,5	1,0	d -7,0	4,0
5,5	6,0	3,5	12,0	8,0	12,0	3,0	1,0	8,0	2,0	1,0	d -8,0	4,0
6	6,0	4,0	12,0	8,0	12,0	3,0	1,0	8,0	2,0	1,0	d -9,0	4,0
Для внутренней резьбы												
0,5	1,2	0,8	3,5	3,0	2,0	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	d +0,3	0,5
0,75	1,9	1,3	4,0	3,2	3,0	1,0	0,5	1,6	0,5	0,3	d +0,4	1,0
1	2,7	1,8	5,0	3,8	4,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	d +0,5	1,0
1,25	3,3	2,2	5,0	3,8	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	d +0,5	1,6
1,5	4,0	2,7	6,0	4,5	6,0	1,6	1,0	3,0	1,0	0,5	d +0,7	1,6
1,75	4,7	3,2	7,0	5,2	7,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	d +0,7	1,6
2	5,5	3,7	8,0	6,0	8,0	2,0	1,0	4,0	1,0	0,5	d +1,0	2,0
2,5	7,0	4,7	10,0	7,5	10,0	3,0	1,0	5,0	1,6	0,5	d +1,0	2,5
3	–	5,7	–	9,0	10,0	3,0	1,0	6,0	1,6	1,0	d +1,2	2,5
3,5	–	6,6	–	10,5	10,0	3,0	1,0	7,0	1,6	1,0	d +1,2	2,5
4	–	7,6	–	12,5	12,0	3,0	1,0	8,0	2,0	1,0	d +1,5	3,0
4,5	–	8,5	–	14,0	14,0	3,0	1,0	10,0	3,0	1,0	d +1,5	3,0
5	–	9,5	–	16,0	16,0	3,0	1,0	10,0	3,0	1,0	d +1,8	4,0
5,5	–	–	–	–	16,0	3,0	1,0	12,0	3,0	1,0	d +1,8	4,0
6	–	–	–	–	16,0	3,0	1,0	12,0	3,0	1,0	d +2,0	4,0

Рис. 16

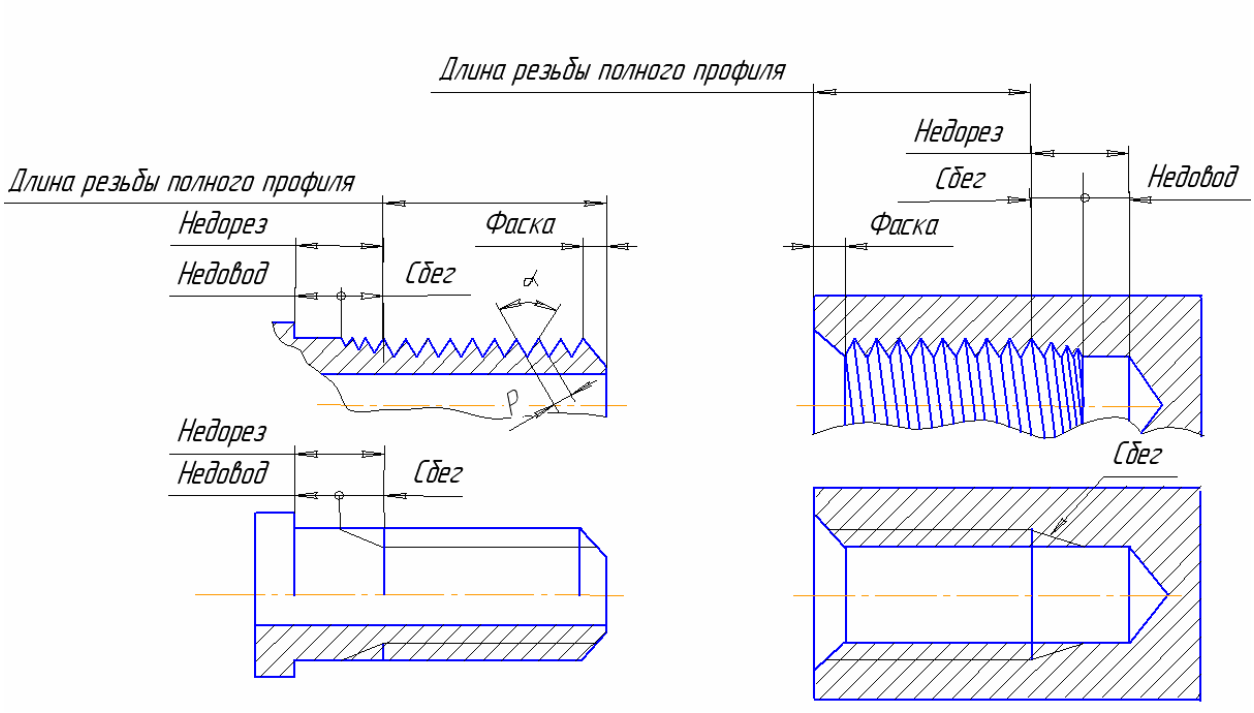


Рис. 17

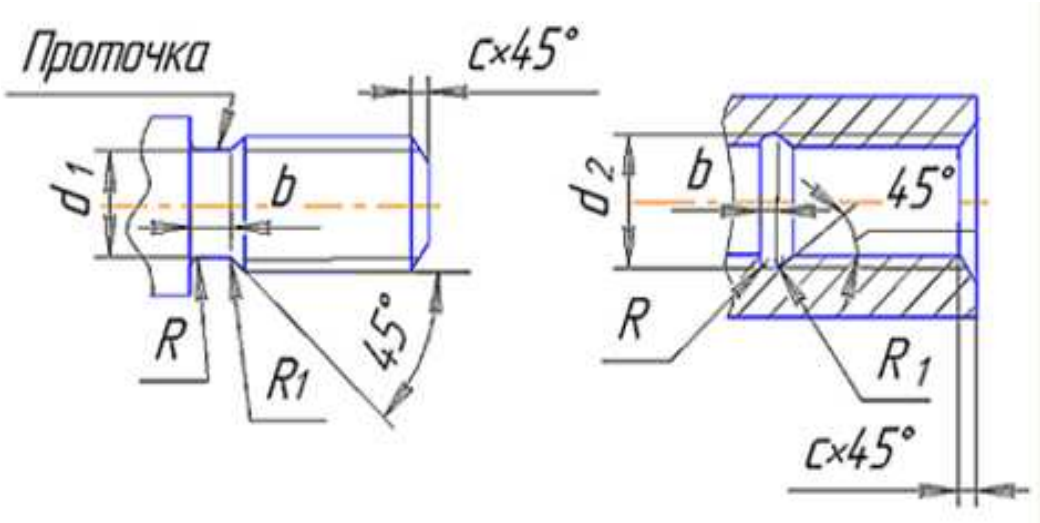


Рис. 18

В практике часто возникает необходимость устранения сбега или недореза резьбы. В этом случае выполняют проточку.

Проточка – кольцевой желобок прямоугольного или полукруглого профиля на стержне или в отверстии для выхода резьбообразующего инструмента, когда сбег резьбы или недорез недопустимы (рис. 18).

Размеры проточек стандартизованы ГОСТ 10549–80 (рис. 16).

Фаска – срезанная в виде усеченного конуса кромка цилиндрического стержня или отверстия.

Изображение и обозначение резьбы

На чертежах резьбу по ГОСТ 2.311–68 изображают условно, независимо от профиля резьбы. Для нестандартных резьб (квадратная и прямоугольная) показывают на чертеже профиль двух-трех витков резьбы и указывают все размеры, необходимые для их выполнения.

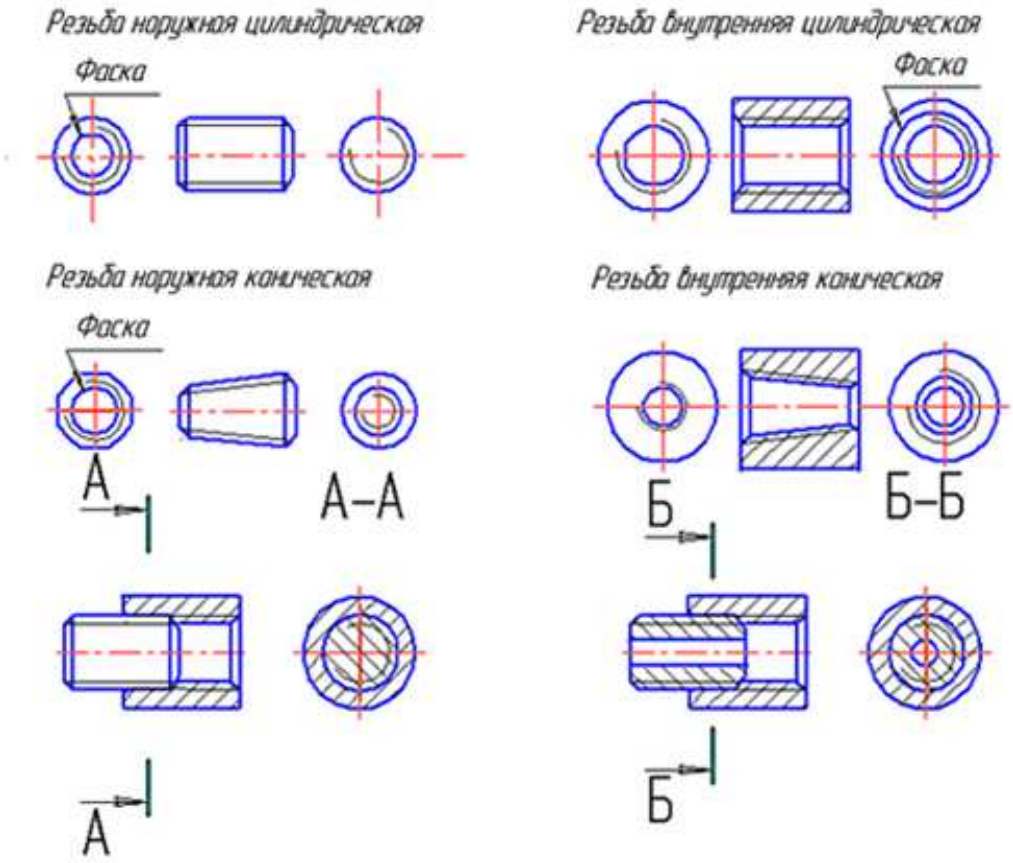


Рис. 19

Резьбу на стержне изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими по внутреннему на всю длину резьбы, включая фаску.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, сплошную тонкую линию проводят по внутреннему диаметру резьбы в виде дуги, приблизительно равной ¾ окружности и разомкнутой в любом месте (рис. 19).

Резьбу в отверстии показывают сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру. Профиль и основные размеры метрической резьбы устанав-

ливает ГОСТ 9150–81 (см. рис. 13). На изображении резьбы в отверстиях сплошные основные и сплошные тонкие линии меняются местами (рис. 19).

Фаски на стержне с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную оси резьбы, не изображают. Границу резьбы на стержне и в отверстии проводят в конце полного профиля резьбы, до сбега, основной линией (или штриховой, если резьба невидима), которую проводят до линий наружного диаметра резьбы (см. рис. 17).

На разрезах и сечениях штриховку проводят: на стержне – до линии наружного диаметра резьбы; в отверстии – до линии внутреннего диаметра резьбы.

Расстояние между линиями, изображающими наружный и внутренний диаметры резьбы, должны быть не менее 0,8 мм и не больше шага резьбы.

Условное обозначение метрической резьбы (ГОСТ 8724–81) с крупным шагом состоит из буквы *M* и номинального диаметра (рис. 20). Крупный шаг в обозначении не указывается. Пример обозначения метрической резьбы с номинальным диаметром 16 мм и крупным шагом 2 мм:

M16

Для метрической резьбы с мелким шагом добавляют размер шага (рис. 20):

M16×0,5

Многозаходные резьбы обозначают (после номинального диаметра) числовым значением хода и в скобках буквой *P* и числовым значением шага. Пример обозначения трехзаходной резьбы с шагом 1 мм значением хода 3 мм:

M20×3 (P1)

Для такой же левой резьбы:

M20×3 (P1)LH

Условное обозначение трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357–81) состоит из буквы ***G*** и условного размера – внутреннего диаметра трубы в дюймах (рис. 20). Так же обозначают трубную коническую резьбу (ГОСТ 6211–81), но буквой ***R*** для наружной резьбы и буквами $\boldsymbol{R_C}$ для внутренней (рис. 20).

Условное обозначение однозаходной (ГОСТ 9484–81) и многозаходной трапецеидальной резьбы (ГОСТ 24738–81) состоит из букв ***Tr***, наружного диаметра и шага, например ***Tr***16×2 (рис. 20), или хода и шага (для многозаходной).

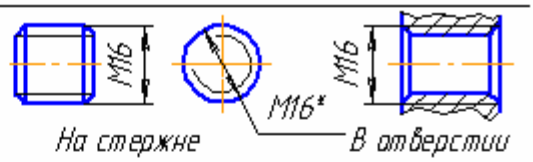
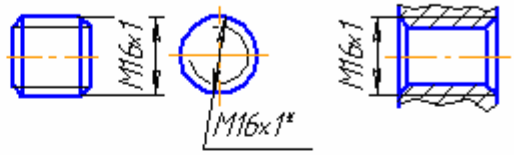
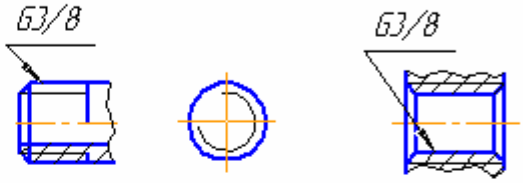
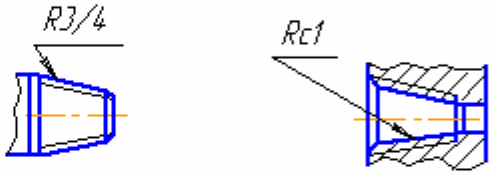
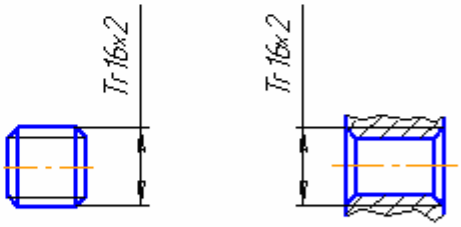
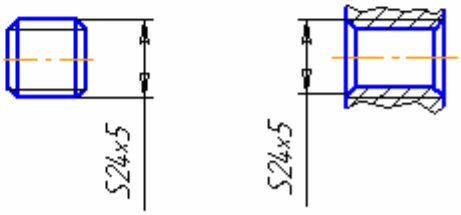
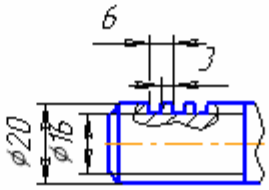
Тип, ГОСТ резьбы	Примеры изображения и обозначения резьбы
Метрическая с крупным шагом ГОСТ 9150–81. Крупный шаг не указывается. Условное обозначение резьбы – **М**	
Метрическая с мелкими шагами, ГОСТ 9150–81 Условное обозначение резьбы – **М**	
Трубная цилиндрическая ГОСТ 6357–81 Условное обозначение резьбы – **Б** Дюйм (1")=25,4мм	
Трубная коническая ГОСТ 6211–81 Условное обозначение резьбы – **R** – на стержне **Rc** – в отверстии	
Трапецеидальная, ГОСТ 9484–81 Условное обозначение резьбы – **Tr** Номинальный диаметр в мм и шаг резьбы	
Упорная, ГОСТ 10177–82 Условное обозначение резьбы – **S**	
Прямоугольная, нестандартная резьба	

Рис. 20

Условное обозначение упорной резьбы (ГОСТ 10177–82) состоит из буквы **S**, наружного диаметра и шага резьбы, например **S**24×5 (рис. 20).

Для обозначения нестандартной резьбы показывают все ее основные размеры (рис. 20).

Резьбовые соединения

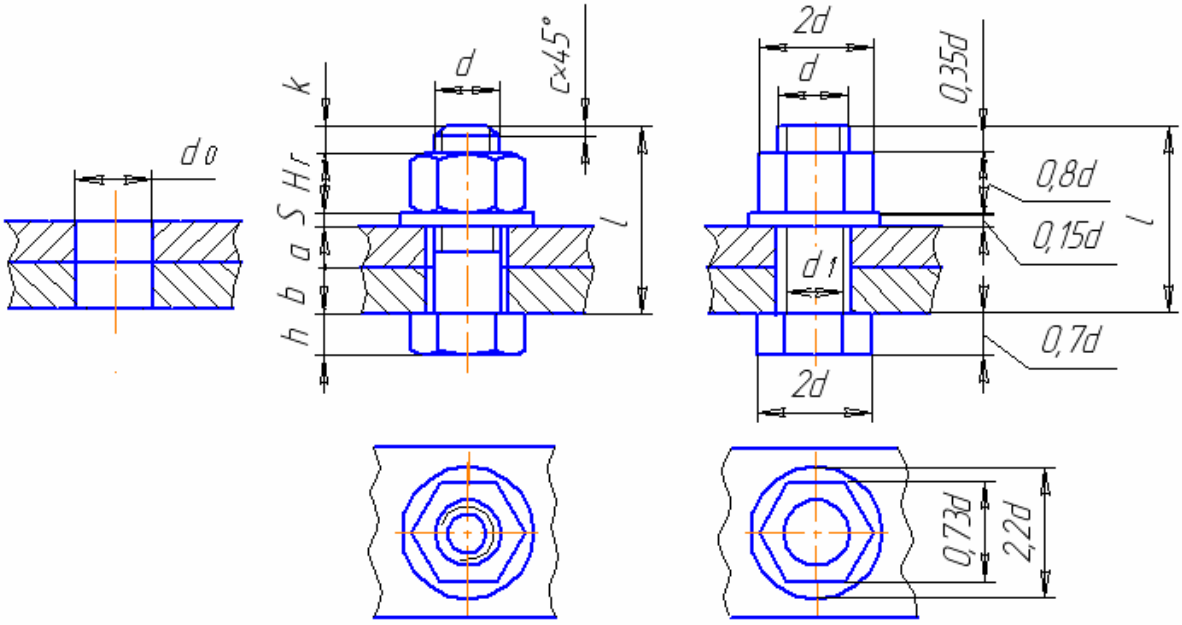
Резьбовые соединения – это один из наиболее часто употребляемых видов неподвижных разъемных соединений деталей машин, осуществляемый при помощи резьбы различного профиля. Чаще всего в практике выполнения машиностроительных чертежей применяются чертежи разъемных соединений, осуществляемых при помощи стандартных крепежных изделий – болтов, винтов, шпилек. Рассмотрим особенности изображения этих видов соединений. При изображении на чертежах различают конструктивное, упрощенное и условное изображения крепежных изделий и их соединений. При конструктивном изображении крепежных изделий (болтов, винтов, шпилек, гаек, шайб и т. п.) и их элементов их размеры выбирают из соответствующих стандартов и изображают по действительным размерам.

Упрощенное изображение состоит в том, что размеры крепежных изделий определяют по условным соотношениям в зависимости от номинального (наружного) диаметра резьбы и упрощенного изображения таких элементов, как отверстия, фаски, резьба, шлицы и др. Резьба показывается нарезанной на всей длине стержня. Условное изображение в данном издании не рассматривается.

Соединение деталей болтом

Болтовое соединение деталей осуществляется с помощью болта, шайбы и гайки и применяется в том случае, когда соединяемые детали имеют небольшую толщину. В соединяемых деталях отверстия для болтов делают несколько большими по сравнению с диаметрами самих болтов, поэтому между стержнями болтов и отверстиями образуются зазоры, зависящие от точности сборки. Болт вставляют в сквозные отверстия соединяемых деталей и на выступающий конец болта с резьбой надевают шайбу, а затем навинчивают гайку, которая прижимает все соединяемые детали друг к другу. На рис. 21, *а* показано конструктивное (действительное) изображение соединения двух деталей при помощи болта, шайбы и гайки, которые вычерчены по действительным размерам соответствующих стандартов. В данном примере: Болт М12×60 ГОСТ 7798–70, шайба 12 ГОСТ 11371–78 и гайка М12 ГОСТ 5915–70. Болт – это цилиндрический стержень, имеющий на одном конце резьбу под гайку, а на другом – головку. Гайка представляет собой де-

таль с резьбовым отверстием в центре. Гайка навинчивается на резьбовой конец болта или шпильки до упора в одну из соединяемых деталей и тем самым обеспечивает их соединение. При сборке резьбовых соединений под гайки обычно подкладывают шайбы. Шайбы ставят, когда нужно увеличить опорную поверхность под гайкой или когда наружная поверхность детали имеет неровности и может возникнуть перекос гайки. На сборочных чертежах болтовое соединение рекомендуется изображать упрощенно. На рис. 21, *б* показано упрощенное изображение того же соединения, при котором изображение головки болта, шайбы и гайки выполнено по условным соотношениям размеров, где основным размером для расчета является наружный диаметр *d* резьбы болта. Внутренний диаметр резьбы болта $d_1 = 0{,}85d$.



Наружный диаметр резьбы – d. Длина болта – l

l = b + a + S + Hг + k, где b и a – толщина деталей,
S = 0,15d – толщина шайбы, Hг = 0,8d –толщина гайки,
k = 2...3P, где P–шаг резьбы, d1 = 0,85d, c = 0,15d, h = 0,7d
d0 = 1,1d – диаметр сквозных отверстий в соединяемых деталях

а *б*

Рис. 21

В соответствии с ГОСТ 2.315–68 применяют следующие упрощения:

1) головку болта и гайку показывают без фасок;
2) не показывают фаску на конце стержня болта;
3) не изображают зазор между стержнем болта и отверстием;
4) резьбу на стержне болта показывают расположенной по всей длине;

5) на виде сверху резьбу не показывают.

Длина болта $l = a + b + S + H_Г + k$ определяется суммой толщин $a + b$ соединяемых деталей, толщины шайбы S , высоты гайки $H_Г = 0{,}8d$, высоты $k = 2P$ минимального выхода конца болта из гайки. На конце болта делают фаску (c). В соединяемых деталях высверливаются отверстия, диаметр (d_0) которых должен быть больше номинального диаметра болта (d) (рис. 21). Полученную общую длину стержня болта сравнивают с длиной стержня болта по соответствующему стандарту ГОСТ 6636–69 «Нормальные линейные размеры» и берут ближайшую большую стандартную длину. Стандартные длины болтов берут из ряда: 8, 10, 12, 14, 16, (18), 20, (22), 25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50 и далее через 5 мм. Высоту головки болта при подсчете его длины не учитывают. Головку болта и гайку на главном изображении условно принято показывать тремя гранями. Для болта М16 ГОСТ 7798–70 в примере $l = 20 + 20 + 3 + 13 + 2 \times 2 = 60$ мм.

Согласно ГОСТ 2.305–68 болты, гайки, шайбы в продольном разрезе показывают нерассеченными, смежные детали штрихуют с наклоном в разные стороны. Наклон линий штриховки для одной и той же детали должен быть в одну и ту же сторону на всех ее изображениях.

Пример условного обозначения болта с шестигранной головкой с диаметром резьбы $d = 12$ мм, длиной $l = 60$ мм, с крупным шагом резьбы:

Болт М12×60 ГОСТ 7798–70.

Пример условного обозначения гайки шестигранной, в исполнении 1, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом резьбы и размерами по ГОСТ 5915–70:

Гайка М12 ГОСТ 5915–70.

Пример условного обозначения шайбы обычной, в исполнении 1, для болта с резьбой М12 и размерами по ГОСТ 11371– 78:

Шайба 12 ГОСТ 11371–78.

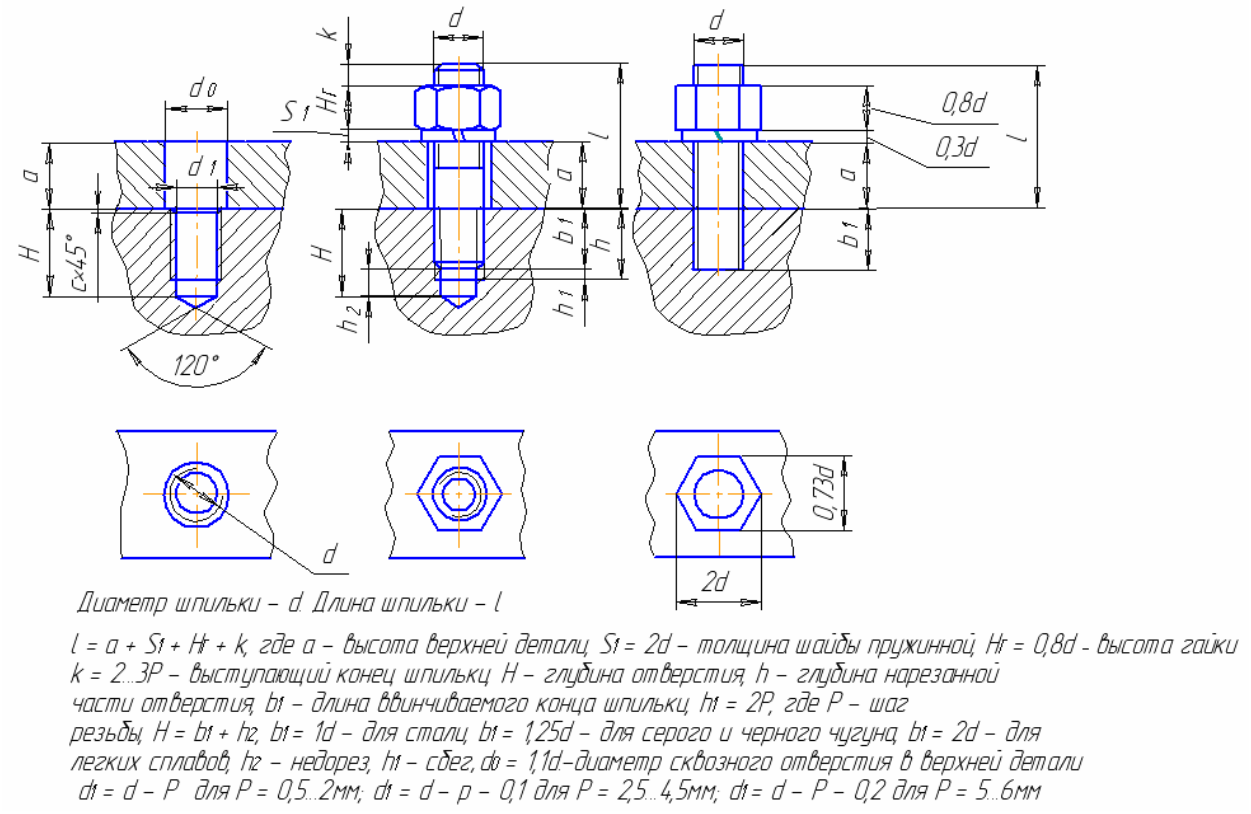
Соединение деталей шпилькой

Шпилечное соединение деталей состоит из шпильки, шайбы, гайки и соединяемых деталей. Шпилька – цилиндрический стержень с резьбой на обоих концах. Соединения с помощью шпильки применяются при невозможности выполнить сквозное отверстие в одной из соединяемых деталей, как правило, при большой толщине этой детали. Соединение этого вида осуществляют

следующим образом: шпильку посадочным резьбовым концом ввинчивают в глухое резьбовое отверстие нижней из соединяемых деталей таким образом, чтобы линия конца резьбы на шпильке совпала с линией разъема соединяемых деталей. На выступающий конец шпильки надевают соединяемую с ней деталь, затем пружинную шайбу и навинчивают гайку, которая прижимает соединяемые детали друг к другу. Глухое отверстие под шпильку получают следующим образом: вначале сверлят отверстие диаметром d_1, который выбирают в зависимости от наружного диаметра и шага резьбы ввинчиваемого конца шпильки. Так для шпильки с резьбой М10 с крупным шагом 1,5 мм диаметр отверстия должен быть $d_1 = 8{,}5$ мм. Глубина сверления H зависит от длины посадочного конца шпильки b_1 , которая выбирается в зависимости от материала детали, в который ввинчивается шпилька ($b_1 = d$ – для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях (ГОСТ 22032–76, ГОСТ 22033–76); $b_1 = 1{,}25d$ – для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна (ГОСТ 22034–76 и ГОСТ 22035–76) и $b_1 = 1{,}6d$ (ГОСТ 22036–76 и ГОСТ 22037–76); $b_1 = 2d$ – для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов (ГОСТ 22038–76 и ГОСТ 22039–76). Обычно при изображении глухого отверстия (гнезда) шпильки на чертеже размер глубины сверления принимают $H = b_1 + h_2$, где $h_2 = 6P$ – недорез резьбы, глубина нарезанной части гнезда $h = b_1 + h_1$, где $b_1 = d$ для стали (ГОСТ 22032–76), а $h_1 = 2P$ – сбег резьбы, который зависит от шага резьбы (см. рис. 17). Длину h резьбы полного профиля в отверстии выбирают на 2 витка больше b_1. Гнездо глухого отверстия оканчивается конусом с углом 120º. Этот конус носит технологический характер и получается от конуса сверла, заточенного под углом 120º (рис. 22, *а*).

На рис. 22, *б* показано конструктивное изображение соединения двух деталей при помощи шпильки, шайбы и гайки, которые вычерчены по действительным размерам, взятым из соответствующих стандартов. При таком изображении на чертеже показывают зазор между стержнем шпильки и отверстием присоединяемой детали, а также конец глухого резьбового отверстия, не закрытого шпилькой. Штриховку в разрезе доводят до сплошной основной линии резьбы на шпильке и в гнезде. На рис. 22, *в* показано упрощенное изображение соединения шпилькой. Изображения гайки и шайбы выполнены по условным соотношениям размеров, приведенным на рис. 22, *в*.

Шпилька изображается упрощенно без фасок и с резьбой, условно нарезанной на всю ее длину. Граница резьбы изображается только на посадочном конце шпильки. Конец резьбового отверстия под шпилькой и зазор между



а *б* *в*

Рис. 22

стержнем шпильки и отверстием присоединяемой детали, а также фаски на гайке не изображают. Длина шпильки $l = a + S_1 + H_\Gamma + k$ подсчитывается аналогично длине болта и принимается ближайшее стандартное значение. Длина посадочного конца шпильки в расчет длины шпильки не входит. Пример условного обозначения шпильки с диаметром метрической резьбы 8 мм, мелким шагом резьбы 1,0 мм, длиной шпильки 60 мм и размерами по ГОСТ 22038– 76:

Шпилька М8×1,0×60 ГОСТ 22038–76.

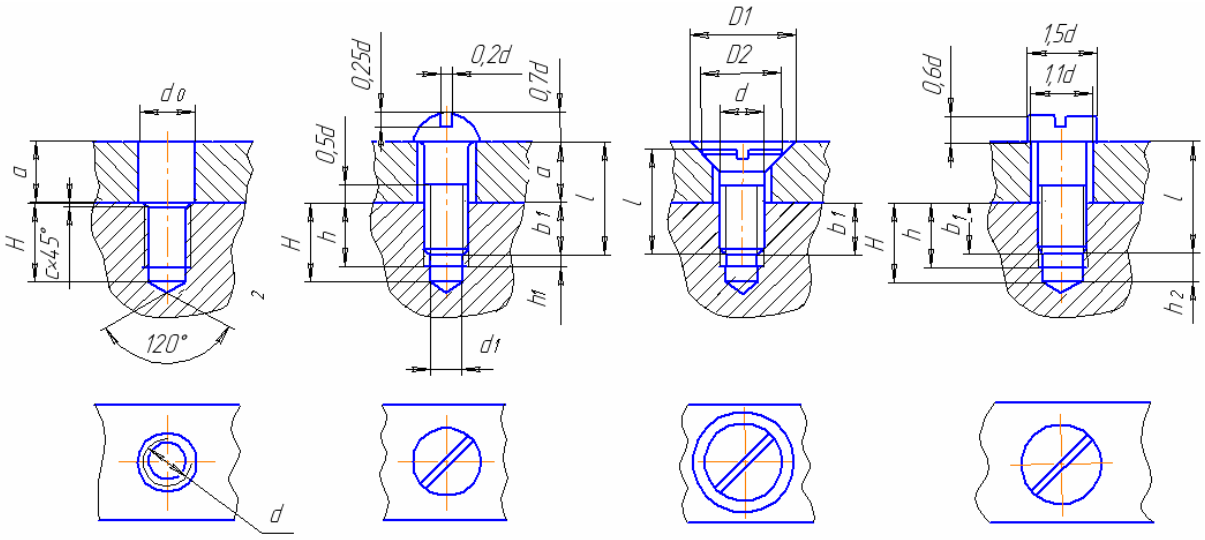
Пример условного обозначения шайбы пружинной, в исполнении 1, для шпильки с резьбой М8×1 и размерами по ГОСТ 6402– 70:

Шайба 8 ГОСТ 6402–70.

Соединение деталей винтом

Винтовое соединение состоит из винта и двух соединяемых между собой деталей. Винт – цилиндрический стержень, имеющий на одном конце резьбу, а на другом головку. При соединении деталей стержень винта свободно проходит через отверстие в верхней детали и ввинчивается в нижнюю из соединяемых деталей. Материал этой детали должен быть прочным и позволять выполнять сборку и разборку соединения без повреждения резьбы. В верхней детали име-

ется сквозное отверстие диаметром $d_0 = 1{,}1d$, несколько большее наружного диаметра резьбы винта, поэтому между стержнем вставляемого винта и отверстием образуется зазор (рис. 23, *а*). На рис. 23, *б* показано конструктивное изображение соединения деталей винтом с полукруглой головкой, на рис. 23, *в* – с потайной головкой, на рис. 23, *г* – с цилиндрической головкой, выполненные по действительным размерам, взятым из справочника. При конструктивном изображении соединения винтом показывают зазор между винтом и отверстием, а также конец глухого резьбового отверстия под винтом.



Диаметр винта – d. Длина винта – l

l = a + bt, где a – высота верхней детали, bt - длина ввинчиваемого резьбового конца винта, H – глубина отверстия, h – глубина нарезанной части отверстия, h = bt + ht, ht = 2P, где P – шаг резьбы, c = 0,15d–фаска H = bt + h2, bt = 1d – для стали, bt = 1,25d – для серого и черного чугуна, bt = 2d – для легких сплавов, h2 – недорез, ht – сбег. d0 = 1,1d–диаметр сквозного отверстия в верхней детали

а *б* *в* *г*

Рис. 23

Размеры для изображения глухого резьбового отверстия под винт определяют так же, как и для аналогичного отверстия под посадочный резьбовой конец шпильки: $H = b_1 + h_2$. Разница заключается лишь в том, что в шпилечных соединениях граница резьбы на посадочном конце шпильки совпадает с линией разъема деталей, а в винтовых соединениях она находится выше, потому что должен быть предусмотрен запас резьбы, равный $0{,}5d$. При вычерчивании соединения деталей винтами по условным соотношениям диаметр просверленного под винт гнезда принимают равным $0{,}85d$, а глубину рассчитывают по формуле $H = b_1 + 6P$, где P – шаг резьбы в мм; длина нарезанной части гнезда под шпильку $h = b_1 + 2P$. Для потайной головки в верхней детали раззенковывают конус под углом 90º с таким расчетом, чтобы головка винта не выступала над поверхностью детали. На видах, полученных про-

ецированием на плоскость, параллельную оси винта, шлиц под отвертку всегда изображается по оси винта. На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси винта, шлиц изображается расположенным под углом 45º к рамке чертежа. На рис. 23 приведены условные соотношения размеров для вычерчивания винтов с полукруглой, потайной и цилиндрической головками, в которых основным размером для расчета является наружный диаметр *d* резьбы. На рис. 24 изображено соединение деталей винтами, выполненное упрощенно.

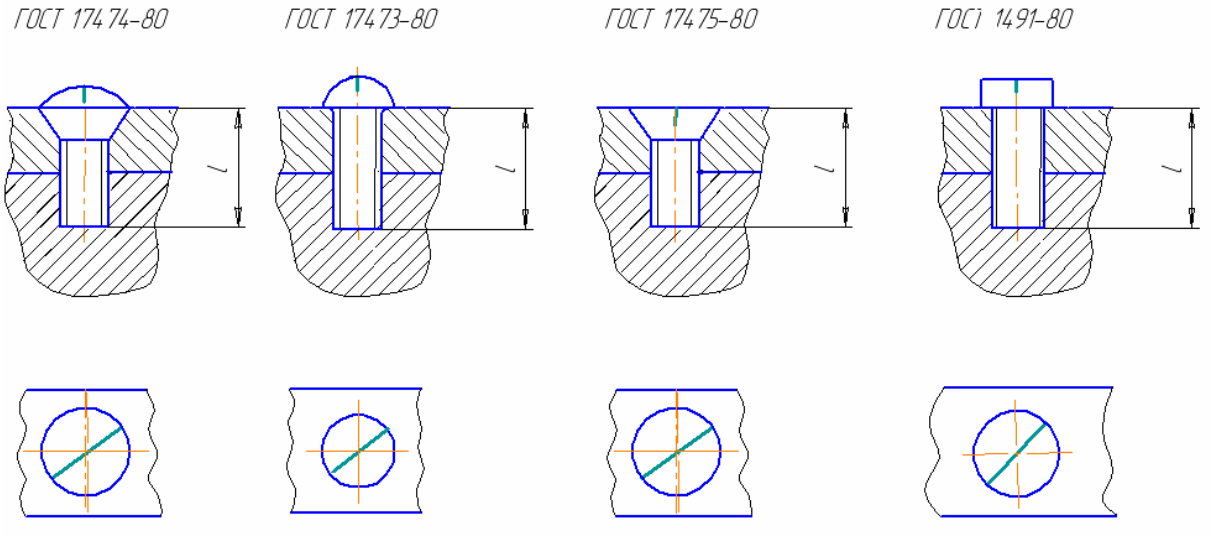


Рис. 24

Как видно из рисунка, фаски на стержне винтов не изображаются, шлицы показываются сплошной утолщенной линией, зазор между стержнем винта и отверстием в присоединяемой детали не изображается, резьба показывается нарезанной на всю длину. Конец резьбового отверстия под винтами не показывают. Винтовое соединение отличается от болтового и шпилечного тем, что используется без гайки, роль которой выполняет головка винта. В соединениях винтами с потайной головкой и установочными винтами шайбу не ставят.

Винты могут иметь разное назначение. Если винты соединяют детали, они называются крепежными. В том случае, когда винты фиксируют положение одной детали относительно другой, они называются установочными (рис. 25).

Установочный винт в отличие от крепежного имеет стержень, нарезанный на всю длину, и нажимной конец специальной формы, входящий в углубление сопряженной детали.

Для ввинчивания винтов в детали используют ключ или отвертку. Под ключ используют винты с призматическими головками, под отвертку – с цилиндрическими, полупотайными, потайными, полукруглыми головками.



Рис. 25

На головках винтов делают шлиц (прорезь) для отвертки.

За рабочую длину *l* винта принимают длину стержня без головки. Исключение составляют винты с потайной и полупотайной головками. У них рабочей считается вся длина винта, потому что головка входит в соединяемую деталь.

Пример условного обозначения винта с цилиндрической головкой, диаметром *d* = 12 мм, длиной 60 мм и размерами по ГОСТ 1491–72, исполнения 1 с крупным шагом резьбы:

Винт М12×60 ГОСТ 1491–72.

Соединения шплинтом

Шплинтом называется кусок проволоки или пруток, пропускаемый сквозь отверстие болта или вала и прорезь корончатой гайки и предназначенный для их взаимного фиксирования. Выступающие концы прутка отгибаются

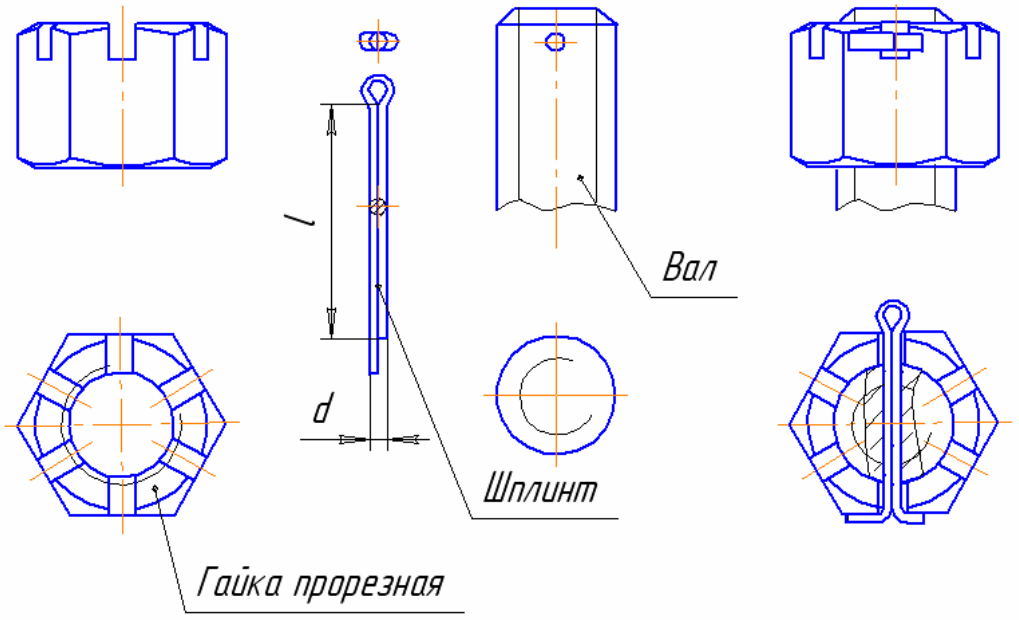


Рис. 26

в разные стороны. Таким образом, шплинт не может выпасть из отверстия, так как с одной стороны этому мешает его утолщенная головка, а с другой –

разведенные концы. Шплинты служат в основном для предотвращения самопроизвольного отвинчивания прорезных и корончатых гаек (рис. 26).

Условное обозначение шплинта включает: наименование, условный диаметр (равный диаметру отверстия, в которое вставляется шплинт), длину и номер стандарта.

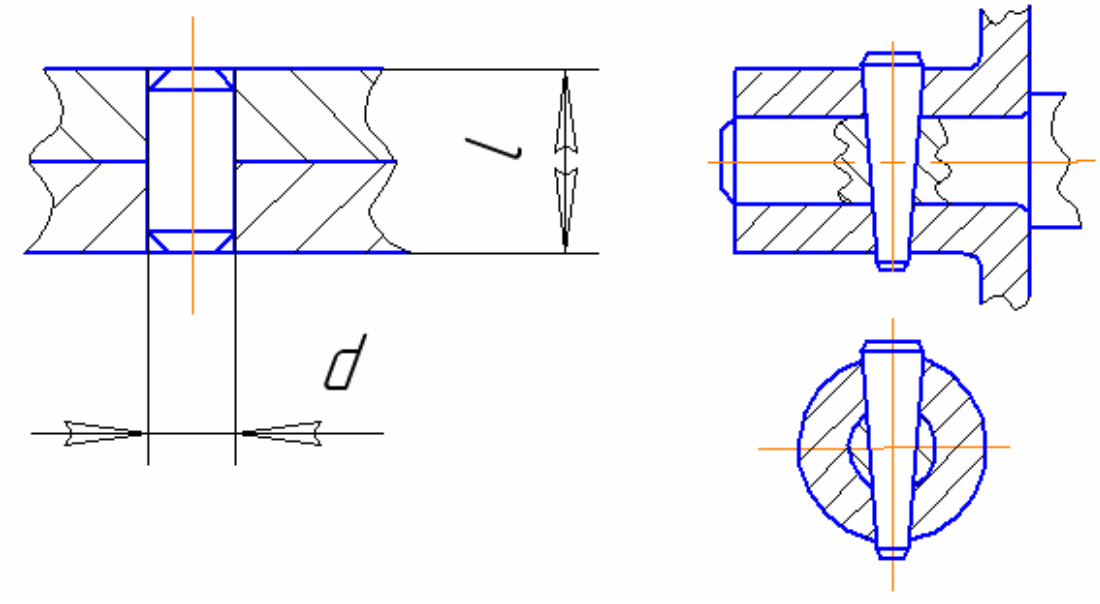
Пример условного обозначения шплинта с условным диаметром 4 мм, длиной 20 мм и размерами по ГОСТ 397–79:

Шплинт 4×20 ГОСТ 397–79.

Соединения штифтовые

Штифт представляет собой стержень цилиндрической или конической формы.

Штифты применяют для неподвижного соединения двух деталей и точной фиксации их взаимного положения. Цилиндрический штифт забивается в цилиндрические отверстия соединяемых деталей. Диаметр отверстия в деталях немного меньше диаметра штифта, что обеспечивает неподвижность соединения за счет натяга (рис. 27).



а *б*

Рис. 27

Пример условного обозначения цилиндрического штифта диаметром 10 мм, длиной 40 мм, с размерами по ГОСТ 3128–70:

Штифт цилиндрический 10×40 ГОСТ 3128–70 (рис. 27, *а*).

То же, для конического штифта диаметром 3 мм, длиной 45 мм, с размерами по ГОСТ 3129–70: Штифт конический 3×45 ГОСТ 3129–70 (рис. 27, *б*).

Соединения шпоночные

Шпоночные соединения служат для передачи крутящего момента.

Шпонка представляет собой брусок призматической, пирамидальной или сегментной формы.

Шпонки применяются для соединения вала с зубчатым колесом, шкивом и т. д.

Для осуществления соединения на валу и во втулке делают продольные пазы (шпоночные канавки), соответствующие ширине шпонки. Глубина и длина паза зависят от размера шпонки. Шпонка имеет плоские боковые грани, которые соприкасаются с боковыми стенками пазов вала и наружной детали и передают крутящий момент. Поперечные размеры шпонки $b \times h$ зависят от диаметра вала d (рис. 28). При изображении шпонок на сборочных чертежах они показываются нерассеченными на продольных разрезах и рассеченными – на поперечных.

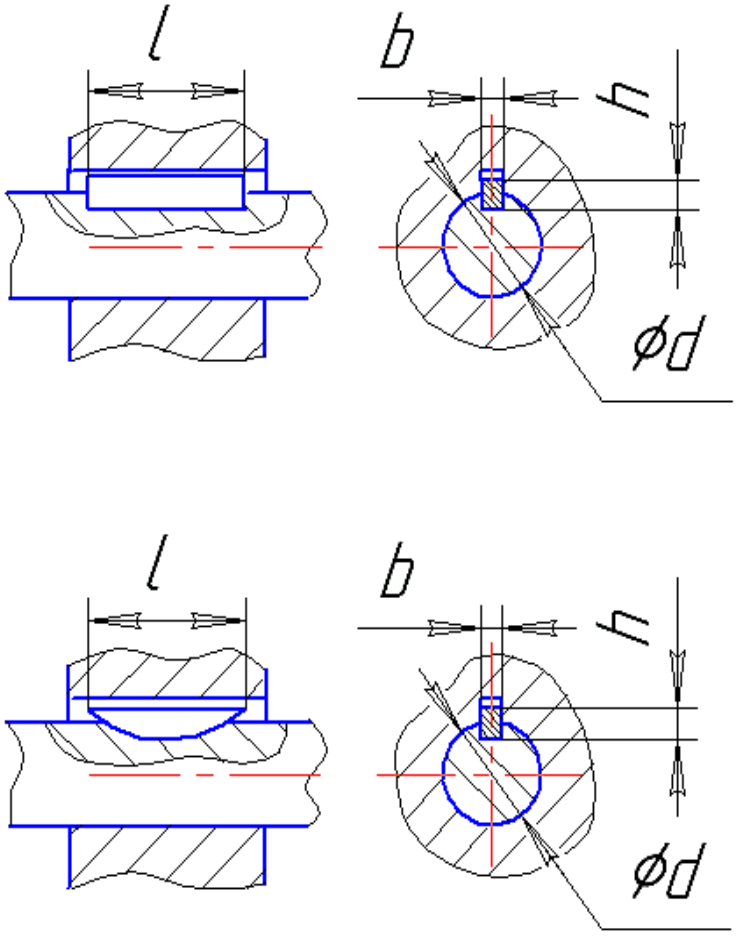


Рис. 28

Условные обозначения шпонок включают: наименование; вариант исполнения; размер ширины *b* высоты *h* длины *l*; номер стандарта, определяющего размеры шпонки.

Пример условного обозначения шпонки призматической, исполнения 1, с размерами по ГОСТ 8789–68 *b* = 10 мм, *h* = 8 мм, *l* = 60 мм:

Шпонка10×8×60 ГОСТ 8789–68.

Вопросы для самопроверки:

1. Что называется резьбой?
2. Что такое профиль резьбы?
3. Что такое ход резьбы?
4. Что такое шаг резьбы?
5. Как условно изображается резьба на стержне?
6. Как условно изображается резьба в отверстии?
7. Как изображается граница резьбы на стержне и в отверстии?
8. Чем отличается обозначение резьбы с крупным шагом от обозначения резьбы с мелким шагом?
9. Что такое сбег и недовод резьбы?
10. Какие виды соединений Вам известны?
11. Что называется резьбовым соединением?
12. Какие стандартные детали входят в состав болтового соединения, винтового и шпилечного соединений?
13. Где применяются шпоночные соединения?
14. Что такое штифтовое соединение?
15. Где применяют соединения шплинтом?
16. Какие соединения называются неразъемными?[1]

Индивидуальное графическое задание № 3*

Данное задание выполняется на формате А3 (210 × 420 мм) по ГОСТ 2.301–68, расположенном горизонтально с основной надписью по форме 1 (55 × 185 мм) ГОСТ 2.104–68. Спецификация по ГОСТ 2.108–68 выполняется на отдельном листе формата А4 с основной надписью по форме

* Задания 1 и 2 см. Рекомендации к выполнению индивидуальных заданий: Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Инженерная графика» для заочников / Сост. Т. С. Липьяйнен. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2009. 48 с.

2 (40 × 185 мм) ГОСТ 2 104–68. Перед выполнением задания необходимо изучить следующие темы:

1. Основные термины и определения, установленные для резьбы по ГОСТ 11708–66.
2. Условное изображение и обозначение резьбы по ГОСТ 2.311–68.
3. Изображение крепежных изделий и их элементов:
   - соединения болтом;
   - соединения шпилькой;
   - соединения винтом.

Исходные данные к заданию приведены на рис. 29 и 30.

Исходные данные к индивидуальному заданию "Соединения резьбовые крепежные "

Вид соединения	Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Болтовое Болт ГОСТ 7798–70 Гайка ГОСТ 5915–70 Шайба ГОСТ 11371–78 (исполнение 1)	Резьба по ГОСТ 9150–81 шаг крупный	М8	М10	М16	М12	М10	М8	М16	М12	М8	М10	М12	М12
	Номер варианта	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Резьба по ГОСТ 9150–81 шаг мелкий	М10 ×1,25	М8 ×1,0	М10 ×1,25	М8 ×1,0	М10 ×1,25	М16 ×1,5	М16 ×1,5	М8 ×1,0	М8 ×1,0	М12 ×1,25	М16 ×1,5	М8 ×1,0
	Толщина фланца a=b	14	16	18	18	16	15	16	18	14	15	18	18
Шпилечное Шпилька Гайка ГОСТ 5915–70 Шайба ГОСТ 6402–70 (исполнение 1)	Резьба по ГОСТ 9150–81 шаг крупный	М8	М10	М12	М12	М10	М8	М10	М12	М8	М10	М12	М16
	Шпильки	ГОСТ 22032–76 ГОСТ 22033–76			ГОСТ 22038–76 ГОСТ 22039–76			ГОСТ 22034–76 ГОСТ 22035–76			ГОСТ 22036–76 ГОСТ 22037–76		
	Длина посадочного конца шпильки – b_1	d			2d			1,25d			1,6d		
Винтовое Винт (исполнение 1)	Резьба по ГОСТ 9150–81 шаг крупный	М8						М6					
	Винт	ГОСТ 17473–80			ГОСТ 1491–80			ГОСТ 17475–80			ГОСТ 17474–80		
	Толщина заглушки – c	10	12	14	10	10	12	10	12	14	12	12	15
	Количество винтов	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3

Рис. 29

В вариантах исходных данных с 1-го по 12-й принять для болтового соединения резьбу с крупным шагом, а с 13-го по 24-й – резьбу с мелким шагом. Пример выполненного задания и спецификации приведен на рис. 31 и 32. По заданному исходному изображению сборочной единицы выполнить упрощенно по ГОСТ 2.315–68 соединение деталей болтом, винтом и шпилькой.

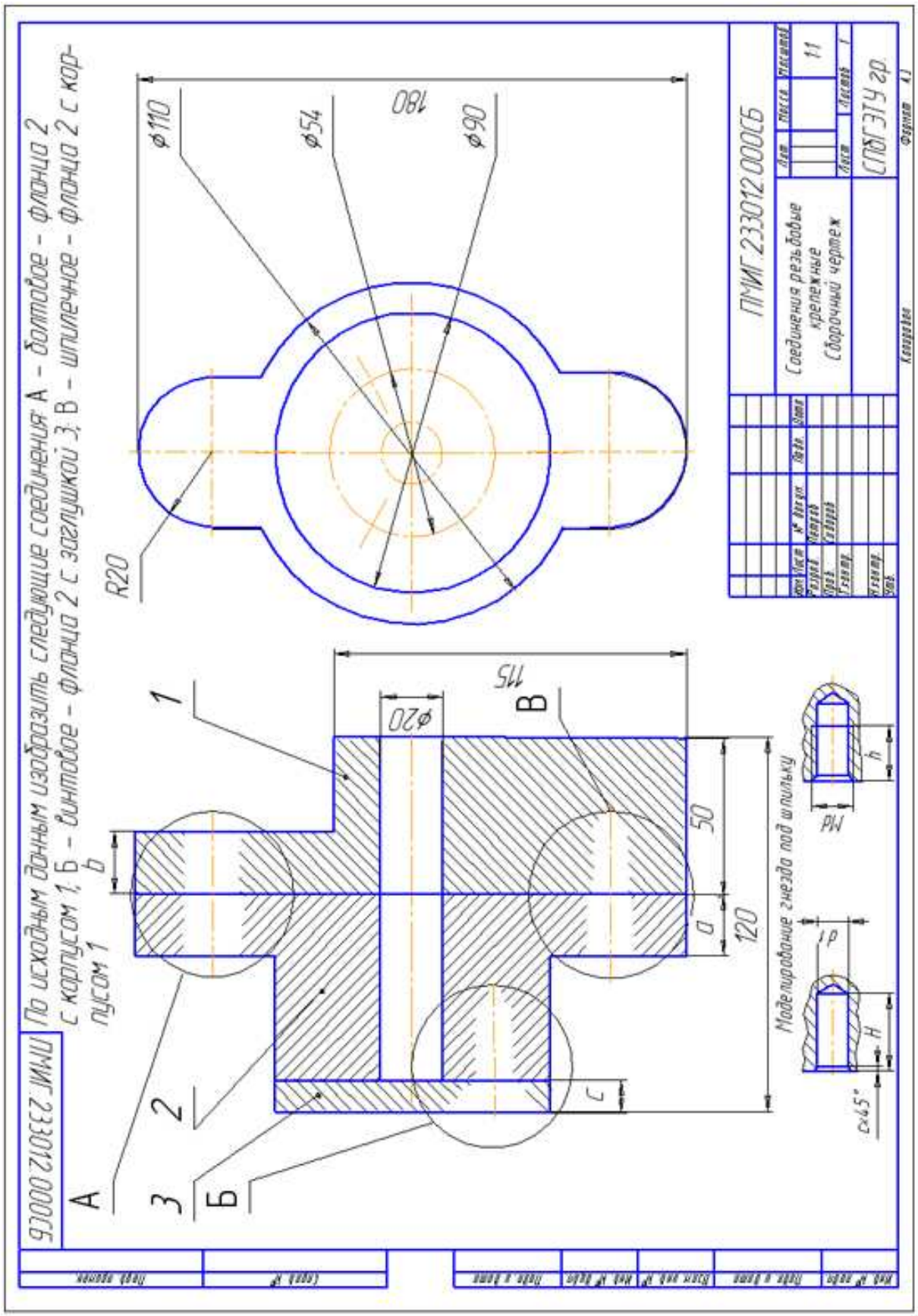

ПМИГ.233012.000СБ
По исходным данным изобразить следующие соединения: А – болтовое – фланца 2 с корпусом 1; Б – винтовое – фланца 2 с заглушкой 3; В – шпилечное – фланца 2 с корпусом 1
ПМИГ.233012.000СБ
Соединения резьбовые крепежные
Сборочный чертеж
СПбГЭТУ гр.
1:1
Моделирование гнезда под шпильку
R20
ø110
ø54
ø90
180
115
ø20
50
120
A
Б
B
1
2
3

Рис. 30

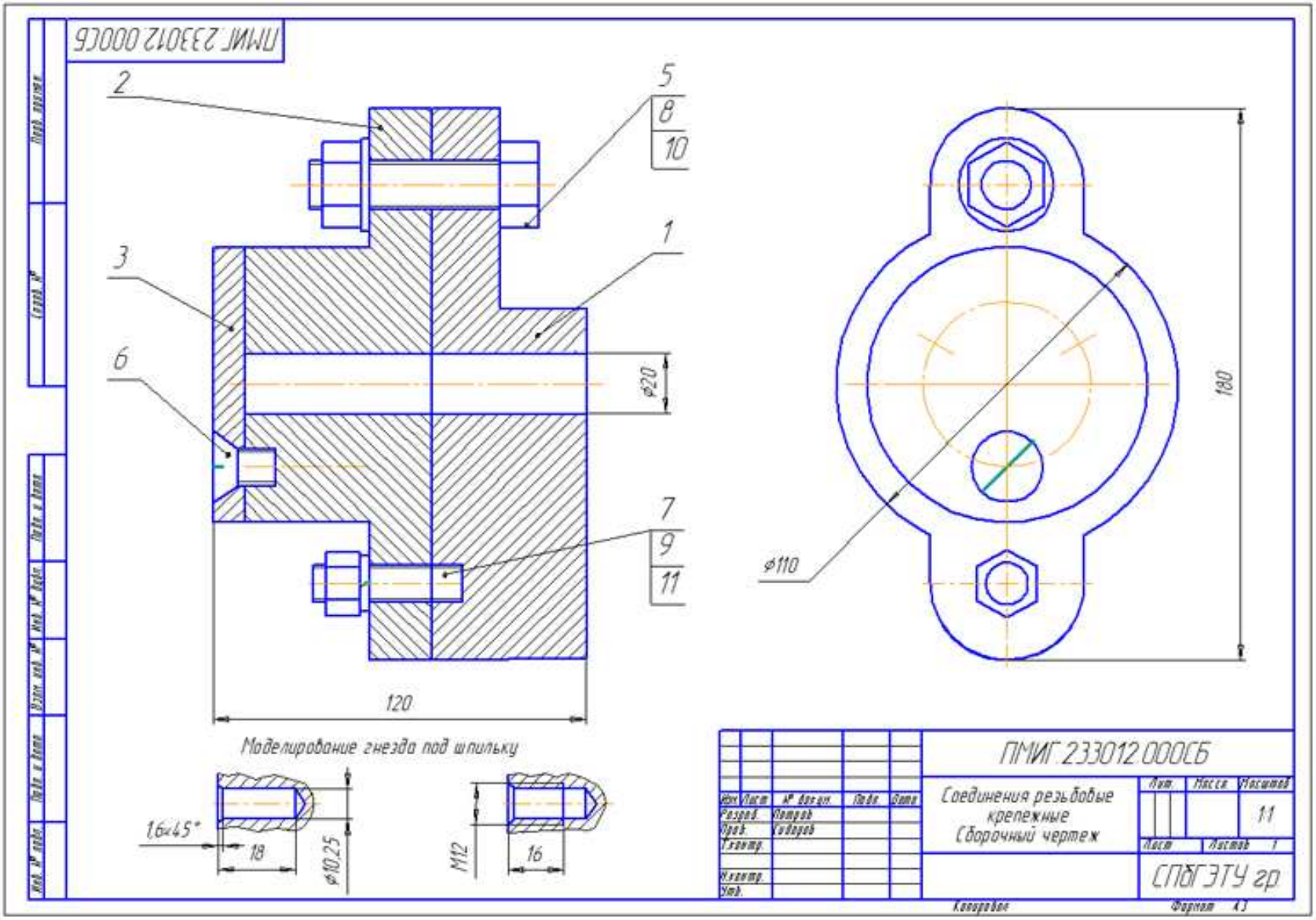

ПМИГ.233012.000СБ
2
5
8
10
1
3
6
ø20
7
9
11
120
ø110
180
Моделирование гнезда под шпильку
1,6×45°
18
ø10,25
M12
16
ПМИГ.233012.000СБ
Соединения резьбовые крепежные
Сборочный чертеж
Лит.
Масса
Масштаб
11
Лист
Листов 1
СПбГЭТУ гр

Рис. 31

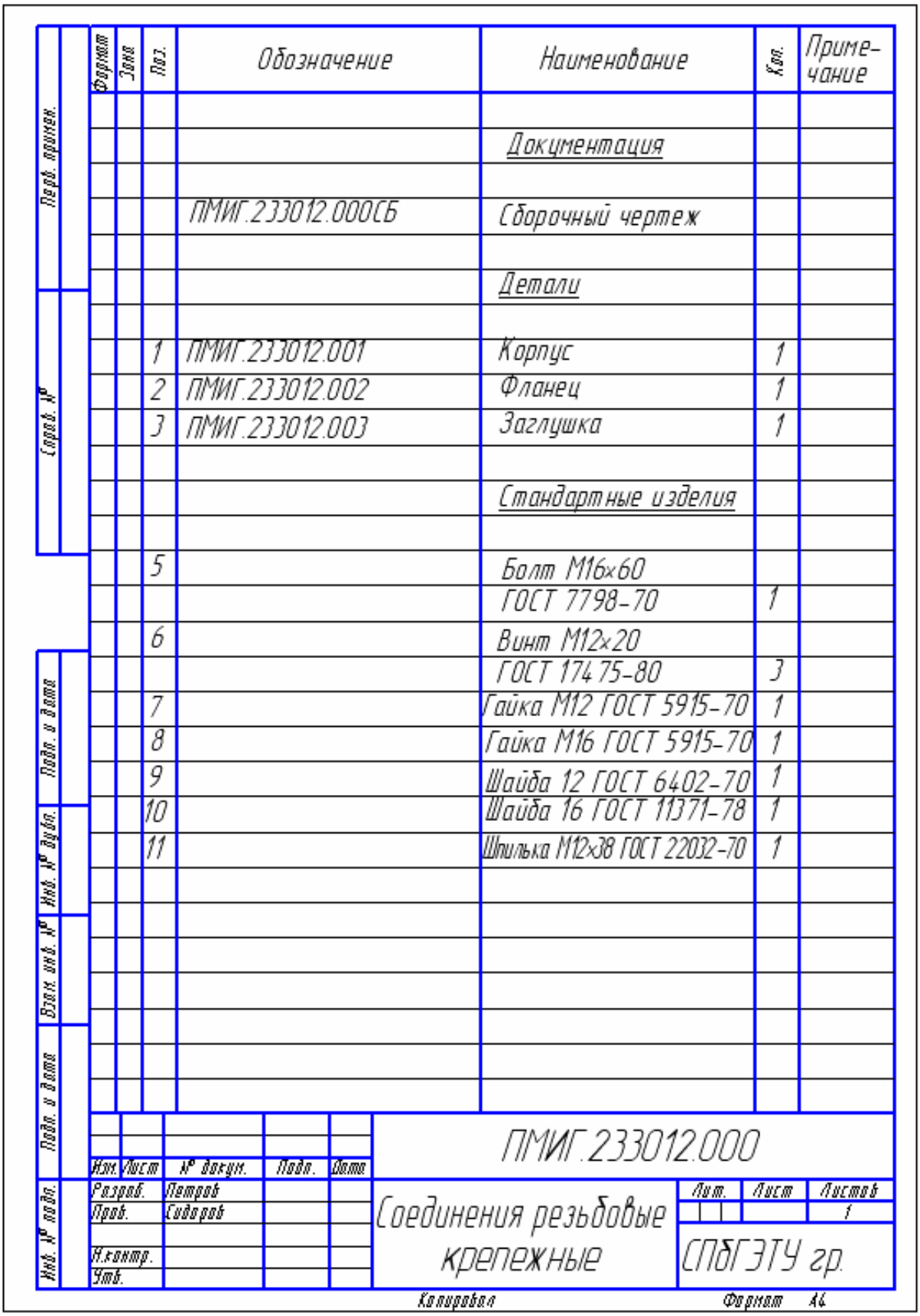

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Формат
Зона
Поз.
Обозначение
Наименование
Кол.
Приме-чание
Документация
ПМИГ.233012.000СБ
Сборочный чертеж
Детали
1 ПМИГ.233012.001 Корпус 1
2 ПМИГ.233012.002 Фланец 1
3 ПМИГ.233012.003 Заглушка 1
Стандартные изделия
5 Болт М16×60 ГОСТ 7798-70 1
6 Винт М12×20 ГОСТ 17475-80 3
7 Гайка М12 ГОСТ 5915-70 1
8 Гайка М16 ГОСТ 5915-70 1
9 Шайба 12 ГОСТ 6402-70 1
10 Шайба 16 ГОСТ 11371-78 1
11 Шпилька М12×38 ГОСТ 22032-70 1
ПМИГ.233012.000
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Петров
Пров. Сидоров
Н.контр.
Утв.
Соединения резьбовые крепежные
Лит. Лист Листов
1
СПбГЭТУ гр.
Копировал
Формат А4

Рис. 32

Предварительно необходимо рассчитать длины болта, винта и шпильки, входящих в соответствующие соединения, и округлить их до ближайшего стандартного значения. Длины посадочных концов винта и шпильки принимают в зависимости от материала детали, в которую они вворачиваются. Планировку расположения изображаемых деталей и соединений по заданному варианту задания выдерживают в соответствии с приведенным примером. По заданным размерам в масштабе 1:1 вычерчивают фронтальный разрез соединяемых деталей и вид слева. Затем выполняют упрощенное изображение крепежных деталей на разрезе и на виде слева.

Для болта М16 крупный шаг $P = 2$ мм (см. рис. 12). Диаметр сквозного отверстия $d_0 = 18$ мм (рис. 33). Длина болта рассчитывается по формуле $l = a + b + S + H_Г + k$, где $k = 2P$ (см. рис. 21).

Для болта М16 ГОСТ 7798–70 в примере $l = 20 + 20 + 3 + 13 + 2 \times 2 = 60$ мм.

Длина шпильки рассчитывается по формуле $l = a + S_1 + H_Г + k$, где $k = 2P$, а P – шаг резьбы. Для шпильки М12 ГОСТ 22034–76 длина $l = 20 + 3 + 10 + 2 \times 1{,}75 = 36{,}5$ мм, где $P = 1{,}75$. Принимаем стандартное значение длины шпильки 38 мм.

Глубина завинчивания шпильки b_1 зависит от материала детали, имеющей гнездо. Так для шпильки М12 ГОСТ 32034–76 (для стали) она равна диаметру резьбы (см. рис. 22). Глубина сверления гнезда под шпильку $H = b_1 + h_2$, где h_2 – недорез резьбы, зависящий от ее шага (см. рис. 16). Глубина нарезания резьбы в гнезде $h = b_1 + h_1$, где h_1 – сбег резьбы, зависящий от ее шага (см. рис. 16).

Для шпильки М12 ГОСТ 22032–76 в примере материал корпуса – сталь, тогда посадочный конец шпильки $b_1 = 12$ мм, сбег уменьшенный $h_1 = 3{,}2$ мм, недорез уменьшенный $h_2 = 5{,}2$ мм (рис. 16). Глубина нарезанной части гнезда под шпильку $h = 12 + 3{,}2 = 15{,}2$ мм. Принимаем $h = 16$ мм, тогда глубина сверленой части гнезда $H = 12 + 5{,}2 = 17{,}2$ мм. Принимаем $H = 18$ мм.

Диаметр внутреннего отверстия под резьбу М12 с крупным шагом $P = 1{,}75$ мм, $d_1 = 10{,}106$ мм (см. рис. 13).

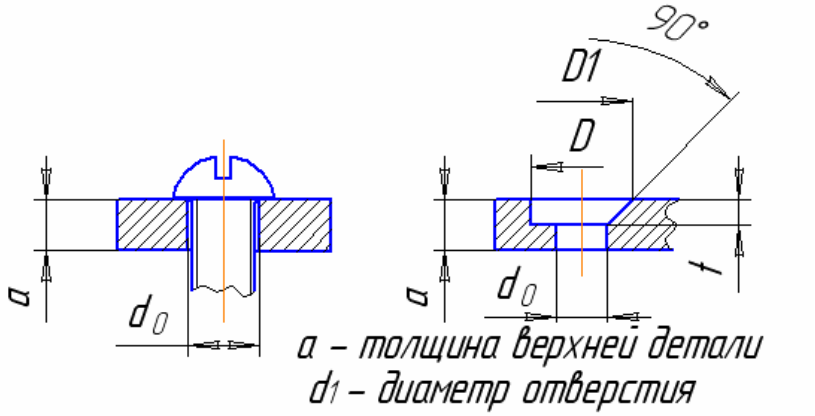
Для нарезания внутренней метрической резьбы с шагом 1,75 мм необходимая ширина фаски $c = 1{,}6$ мм (см. рис. 16). Тогда диаметр зенковки отверстия $D = d_1 + 2c = 10{,}106 + 2 \times 1{,}75 = 13{,}606$ мм.

Сквозные отверстия под крепежные детали по ГОСТ 11284–75, мм

Диаметр стержня крепежной детали		6	8	10	12	16	20
Диаметр сквозного отверстия	Ряд 1	6,4	8,4	10,5	13	17	21
	Ряд 2	6,6	9,0	11	14	18	22
	Ряд 3	7,0	10,0	12	15	19	24

Рис. 33

Опорные поверхности по ГОСТ 12876 – 83
под винты, гайки и шайбы



Md	6	8	10	12	14	16
d0	6,6	9	11	14	16	18
D	12	15	18	20	24	26
t	6	8	10	12	14	16
D1	12,4	16,4	20,4	24,4	28,4	32,4

Рис. 34

Диаметры сквозных отверстий и опорных поверхностей под винты, болты и шпильки представлены на рис. 33 и 34.

После этого заштриховывают разрез тонкими линиями под углом 45º, расстояние между штрихами 2…3 мм. Штриховку смежных деталей выпол-

няют с разным направлением штриховки или с разной частотой штрихов. Крепежные детали в разрезе не штрихуются, так как показываются нерассеченными.

Затем следует проставить номера позиций и необходимые размеры в соответствии со спецификацией и стандартами (см. рис. 32).

Добавление стандартных изделий в сборочный чертеж

Система КОМПАС-3DV11 позволяет сократить время оформления чертежей по сравнению с ручным методом. Если в сборочном чертеже имеются стандартные изделия (болты, винты, гайки и т. д.), то они могут быть вставлены в сборочный чертеж из конструкторской библиотеки. Для этого щелкните левой клавишей мыши (ЛКМ) в главном меню по пункту **Сервис**, а потом в выпадающем меню – по пункту **Менеджер библиотек**. Появится диалоговое окно Менеджера библиотек. Для вставки в сборку стандартных изделий щелкните ЛКМ в диалоговом окне **Менеджер библиотек** по папке **Машиностроение**, а затем поставьте галочку в окошке **Конструкторская библиотека**. В нижней части окна появится перечень крепежных изделий. Щелкните ЛКМ по знаку плюс перед разделом **БОЛТЫ**, а потом в раскрывшемся списке – по пункту **Болты с шестигранной головкой**. В правой части появятся общий вид таких болтов и соответствующие ГОСТы.

Дважды щелкните по разделу **Болты с шестигранной головкой** или нажмите клавишу **Enter**. Появится диалоговое окно **Болты с шестигранной головкой**.

Установите в диалоговом окне **Болты с шестигранной головкой** диаметр болта и его расчетную длину, поставьте птичку в окне **Упрощенно** и щелкните ЛКМ по кнопке **ОК**. Далее переместите указатель мыши с фантомом выбранного стандартного болта на лист чертежа, совместите перекрестие болта с пересечением оси болтового соединения и правого края корпуса 1, вращая болт, установите его в нужном положении и щелкните ЛКМ, затем по кнопке **ОК**. Закройте раздел **БОЛТЫ** щелкнув по знаку минус перед ним. Аналогичным образом можно добавить из конструкторской библиотеки шайбу. Щелкните ЛКМ в диалоговом окне библиотеки по знаку плюс перед разделом **ШАЙБЫ**, а затем в раскрывшемся списке – по пункту **Шайба плоская**. В правой части появится общий вид таких шайб и соответствующий ГОСТ 11371–78. Установите в диалоговом окне **Шайба плоская** диаметр

стержня и щелкните по кнопке **ОК**. Переместите указатель мыши с фантомом выбранной стандартной шайбы на лист чертежа и установите перекрестие шайбы на пересечении оси болтового соединения и левой грани фланца 2. Вращая шайбу, установите ее в нужное положение и щелкните ЛКМ, затем по кнопке **ОК**. Закройте раздел **ШАЙБЫ,** щелкнув ЛКМ по знаку минус перед ним. Щелкните ЛКМ в диалоговом окне библиотеки по знаку плюс перед разделом **ГАЙКИ.** Затем в раскрывшемся списке – по пункту **Гайка шестигранная,** потом **Гайка нормальная**.

В правой части окна появится общий вид таких гаек и соответствующий ГОСТ 5915–70. Установите в диалоговом окне **Гайка** диаметр стержня, поставьте галочку в окошке **Упрощенная** и щелкните по кнопке **ОК**. Переместите указатель мыши с фантомом выбранной стандартной гайки на лист чертежа, установите перекрестие гайки на пересечении оси болта и верхней части шайбы и щелкните ЛКМ. Вращая гайку, установите ее в нужное положение и щелкните ЛКМ, затем по кнопке **ОК** и закройте раздел **ГАЙКИ,** щелкнув по знаку минус перед ним. Щелкните ЛКМ в диалоговом окне библиотеки по знаку плюс перед разделом **ШПИЛЬКИ.** Затем в раскрывшемся списке – по пункту **Шпилька**. В правой части появятся общий вид таких шпилек и соответствующие ГОСТы. Установите в диалоговом окне **Шпилька** диаметр стержня и расчетную длину и щелкните по кнопке **ОК**. Переместите указатель мыши с фантомом выбранной стандартной шпильки на лист чертежа и совместите перекрестие на шпильке с осью шпилечного соединения и левой границей корпуса щелкните ЛКМ. Вращая шпильку, установите ее в нужное положение и щелкните ЛКМ, затем по кнопке **ОК**. Закройте раздел **ШПИЛЬКИ** щелкнув по знаку минус перед ним. Далее на противоположный конец шпильки наденьте пружинную шайбу, которая находится в разделе **ШАЙБЫ** пункт **Стопорные шайбы,** и гайку. Винт добавляется аналогично. В зависимости от вида винта его перекрестие может быть установлено или на левой границе крышки, или в раззенкованном отверстии крышки (винт с потайной или полупотайной головкой) и оси винтового соединения (см. рис. 33). Чертеж шпильки в библиотеке дан не полностью упрощенный. Чтобы его исправить, необходимо выделить шпильку щелкнув по ней ЛКМ, далее зайти в команду **РЕДАКТИРОВАНИЕ,** в выпадающем меню найти операцию **РАЗРУШИТЬ** и щелкнуть по ней мышью. Теперь можно вносить необходимые изменения в чертеж шпильки. Точно так же можно откорректировать и другие стандартные изделия.

Индивидуальное задание № 4

По сборочному чертежу изделия и по его словесному описанию выполнить и заполнить чертеж спецификации, а также выполнить рабочие чертежи двух деталей с их аксонометрическим изображением. Варианты заданий взять у преподавателя.

Чертежи деталей выполнить на формате А3 по ГОСТ 2.301–68, расположенном горизонтально с основной надписью по форме 1 ГОСТ 2.104–68 и на формате А4, расположенном вертикально с основной надписью по форме 1 ГОСТ 2.104–68. Спецификацию по ГОСТ 2.106–96 оформить на отдельном формате А4, расположенном вертикально с основной надписью по форме 2 ГОСТ 2.104–68.

Перед выполнением задания необходимо изучить следующие темы:

1. Основные требования к выполнению сборочных чертежей, устанавливаемые ГОСТ 2.109–73.

2. Форму и порядок заполнения спецификации, установленные ГОСТ 2.106–96.

Сборочный чертеж

Сборочный чертеж – это документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля (ГОСТ 2.102–68). Сборочный чертеж по ГОСТ 2.109–73 должен содержать:

- все необходимые виды, разрезы и сечения, определяющие конструкцию и назначение составных частей сборочной единицы, способы их соединения и контроля, дающие представление о работе изделия;
- габаритные размеры;
- установочные и присоединительные размеры;
- необходимые справочные размеры;
- указания о способах соединения неразъемных соединений (сварка, пайка и т. п.);
- номера позиций составных частей изделия;
- указания о характере сопряжения деталей.

Получив задание на выполнение сборочной единицы, нужно выяснить: ее назначение, какую работу она выполняет, наименование всех деталей, из какого материала они изготовлены, назначение каждой детали, рабочее положение каждой детали во время работы сборочной единицы, способы соединения деталей, последовательность сборки и разборки, способы присоединения или установки сборочной единицы.

В зависимости от размеров сборочной единицы, количества составляющих ее деталей и масштаба выбирают формат листа для выполнения сборочного чертежа. Если сборочная единица состоит из 4–5 деталей несложной формы, то сборочный чертеж можно выполнять на формате А4 (297 × 210 мм), совмещая с ним спецификацию и располагая ее над основной надписью. Если спецификация не помещается на сборочном чертеже формата А4, она выполняется на отдельном формате А4. Для сборочных чертежей, расположенных на других форматах, спецификация располагается на отдельных листах формата А4 с основной надписью по форме 2 (40 × 55 мм) на первом листе и по форме 2а (15 × 185 мм) ГОСТ 2.104–68 на последующих листах. На рис. 35 и 36 дан пример выполнения учебного сборочного чертежа и спецификации.

В данном примере для изображения Клапана обратного (рис. 35) достаточно двух изображений: главного вида и вида сверху. Отдельными видами показаны детали 2 и 3. На месте главного вида показан ломаный разрез, совмещенный с местным видом. Ломаный разрез и половина горизонтального разреза раскрывают внутреннее устройство сборочной единицы, а местный вид раскрывает внешнюю форму деталей 4 и 5. Корпус *1* изготовлен из стали Сталь 20 ГОСТ 1050–88. Фланец корпуса имеет 4 проходных отверстия для крепления болтами на место установки. На верхнем цилиндре корпуса нарезана наружная резьба М72×4 для навинчивания накидной гайки *4*; внутренний цилиндр имеет резьбу М48 для ввинчивания втулки *3*.

Золотник *2* изготовлен из латуни ЛС–59–1Л ГОСТ 17711–72. Он имеет 4 направляющие, скользящие в проходном отверстии корпуса *1*.

Втулка *3* изготовлена из латуни ЛС–59–1Л ГОСТ 17711–72. Имеет 4 отверстия для специального ключа, которым ее вворачивают в корпус *1* (резьба М48), регулируя давление пружины *7* на золотнике *2* и определяя тем самым рабочее давление клапана.

Гайка накидная *4* (резьба М72×4) изготовлена из стали Сталь 35 ГОСТ 1050–88 и служит для крепления отбортованной трубы (патрубок *5*).

Патрубок 5 изготовлен из стали Сталь 35 ГОСТ 1050–88 и служит для присоединения к трубопроводу, по которому рабочая среда идет к аппарату.

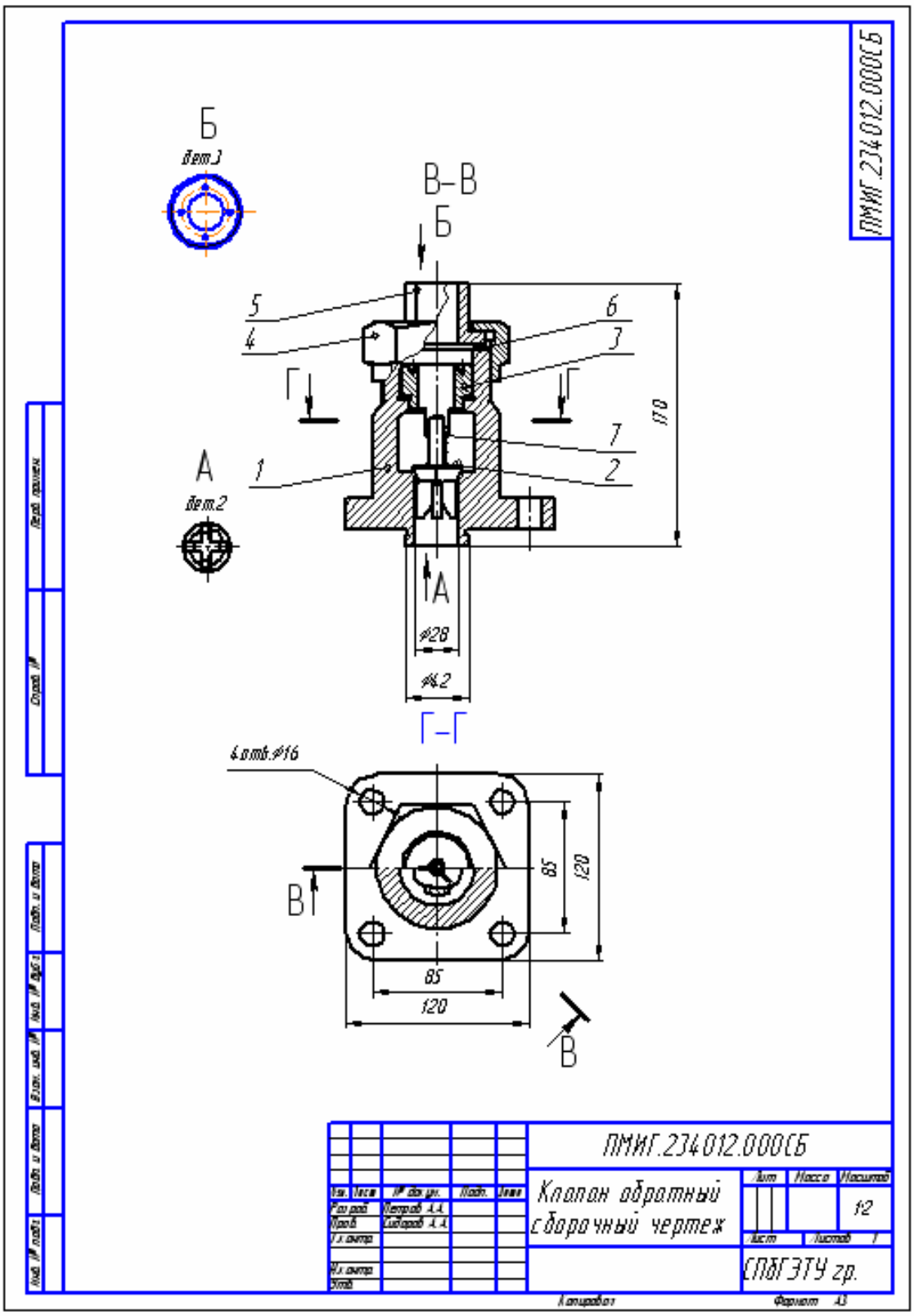


Рис. 35

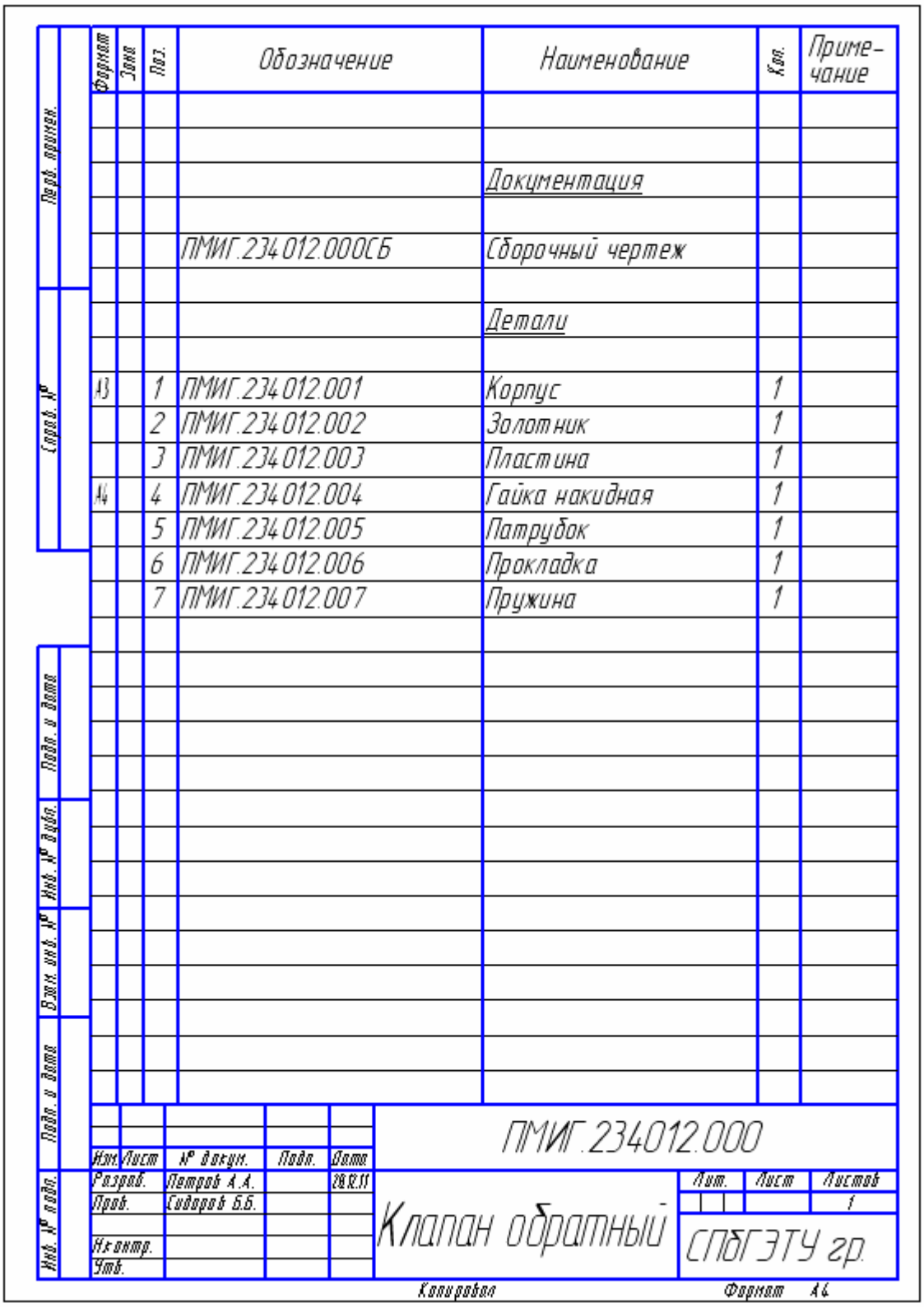


Рис. 36

Прокладка *6* изготовлена из резины Резина–пластина 3М ГОСТ 7338–71 и служит для уплотнения соединения патрубка *5* с корпусом *1*.

Пружина *7* изготовлена из пружинной проволоки Сталь 65Г ГОСТ 1050–88. Сжатием пружины *7* устанавливают определенное рабочее

давление, способное открыть золотник *2*. Поджатие пружины осуществляется вращением втулки *3*. Обратный клапан служит для пропуска рабочей среды к потребителю. В случае падения давления в зоне под золотником *2* пружина *7* закроет отверстие золотником и проход среды будет перекрыт.

По данному описанию была составлена спецификация (рис. 36).

Поскольку данное изделие не сложное, его изображают в масштабе 1:2. Это позволяет выполнить сборочный чертеж на формате А4 (297 × 210 мм). Габаритные размеры сборочной единицы (рис. 35) равны 120 × 120 × 170 мм. Внизу чертежа располагается основная надпись по форме 1 (55 × 185 мм).

Оформление чертежа сборочной единицы

Размеры каждой детали на сборочный чертеж не наносят. Указывают лишь те размеры, которые имеют отношение ко всей сборочной единице в целом. На сборочном чертеже следует проставлять:

1. Габаритные размеры – размеры между крайними поверхностями изделия: длина, ширина и высота изделия или его наибольший диаметр.

2. Эксплуатационные размеры – основные конструктивные и расчетные размеры, характеризующие сборочную единицу. Они указывают крайние положения движущихся частей изделия (ход поршня, клапана двигателя) и т. д.

3. Установочные и присоединительные размеры, необходимые для установки и крепления сборочной единицы по месту эксплуатации. К ним относятся размеры межцентровых расстояний и диаметры проходных отверстий под крепежные изделия, присоединительные размеры резьбы и т. п.

4. Справочные размеры – это размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу, их на чертеже отмечают знаком «*», а в технических требованиях записывают: «* Размеры для справок».

Все детали на сборочном чертеже обозначаются номерами позиций, указанными в спецификации. Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют их в столбец или в строчку по одной линии. Номера позиций указывают на полках линий-выносок, проведенных от каждой детали согласно ГОСТ 2.108–68. Линии-выноски на изображении детали заканчиваются точкой. Размер цифры номера шрифта позиций должен быть на один-два размера больше номера шрифта размерных чисел на сборочном чертеже. Линии-выноски выполняются тонкими сплошными линиями, которые не должны пересекаться между собой

или быть параллельными линиям штриховки. Допускается проводить общую линию-выноску с вертикальным расположением полок с номерами позиций для группы крепежных деталей (болт, гайка, шайба), относящихся к одному и тому же месту крепления. Далее следует заполнить основную надпись, указать технические требования и выполнить спецификацию изделия. Главный вид изделия должен давать полную информацию о форме и размерах корпусной детали сборочной единицы. При выполнении чертежа сборочной единицы применяют виды, разрезы, сечения и выносные элементы. Применение разрезов и сечений позволяет выявить внутреннее строение сборочной единицы и соединений, с помощью которых выполнена сборка. Местные разрезы позволяют выяснить особенности сборки отдельных деталей. При выполнении сборочного чертежа изделия согласно ГОСТ 2.109–73 применяют следующие упрощения:

1. Допускается не показывать:
   - фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, рифления и другие мелкие элементы;
   - зазоры между стержнем и отверстием;
   - крышки, кожухи, рукоятки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом над изображением делают соответствующую надпись, например: «крышка поз.5 не показана».
2. Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия.
3. Изделия из прозрачного материала показывают как непрозрачные.
4. В сварных, паяных и клееных изделиях в сборе с другими изделиями в разрезах и сечениях показывают границу каждой детали, но рассматривают как единое целое, штрихуя как одну деталь.
5. При симметричности сборочной единицы допускается вычерчивать половину изображения, ограничивая его осевой линией, или давать немного более половины изображения, используя линию обрыва.
6. Изображение резьбы на торцевом виде не показывается, а на разрезе резьба проходит через всю длину болта, винта или шпильки.

На сборочных чертежах применяют следующие условности:

1. Виды, разрезы и сечения располагают в проекционной связи.
2. Штриховку смежных деталей в разрезах и сечениях выполняют в противоположных направлениях или со сдвигом штрихов, или с изменением расстояния между ними.

3. Непустотелые детали (валы, оси, резьбовые крепежные изделия, шпонки, штифты и т. п.) в продольных разрезах показывают нерассеченными.

Деталирование чертежа сборочной единицы

Деталированием называется процесс выполнения рабочих чертежей деталей по чертежу сборочной единицы.

После того как чертеж Клапана обратного (см. рис. 35) прочтен по спецификации, находят детали, подлежащие деталированию. При этом надо помнить, что на стандартные детали рабочие чертежи не выполняют. Определяют намеченную для деталирования деталь на всех изображениях чертежа сборочной единицы и изучают ее внешнюю и внутреннюю формы. Проставляют габаритные размеры детали. Выбирают главное изображение детали, причем главным изображением может быть вид, разрез или сочетание вида с разрезом для симметричных деталей. Положение главного изображения детали на рабочем чертеже может не соответствовать ее положению на главном изображении чертежа сборочной единицы. Детали, представляющие собой тела вращения (валы, оси, втулки), изображают на главном виде горизонтально. Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для выяснения формы и размеров детали. Выбирают масштаб изображения детали и необходимый формат листа и вычерчивают на нем изображение детали. Проводят выносные и размерные линии и наносят размерные числа. Следует обратить особое внимание на то, чтобы номинальные размеры сопряженных деталей имели одинаковую величину резьбы М72 × 4 (детали *1* и *4*).

Некоторые элементы деталей на рабочем чертеже изображают иначе, чем на чертеже сборочной единицы. Так гнезда для шпилек и винтов на сборочных чертежах изображают упрощенно, без запаса на глубину сверления и глубину нарезания резьбы, а на рабочем чертеже детали эти данные указывают полностью согласно требованиям ГОСТ 10549–63. На чертеже сборочной единицы не показывают зазор между резьбовым отверстием и стержнем крепежной детали (болтом, винтом, шпилькой), а на рабочем чертеже размер диаметра этого отверстия дается. Окончательно оформляют чертеж, основную надпись, технические требования.

Пример выполнения рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу приведен на рис. 37 и 38.

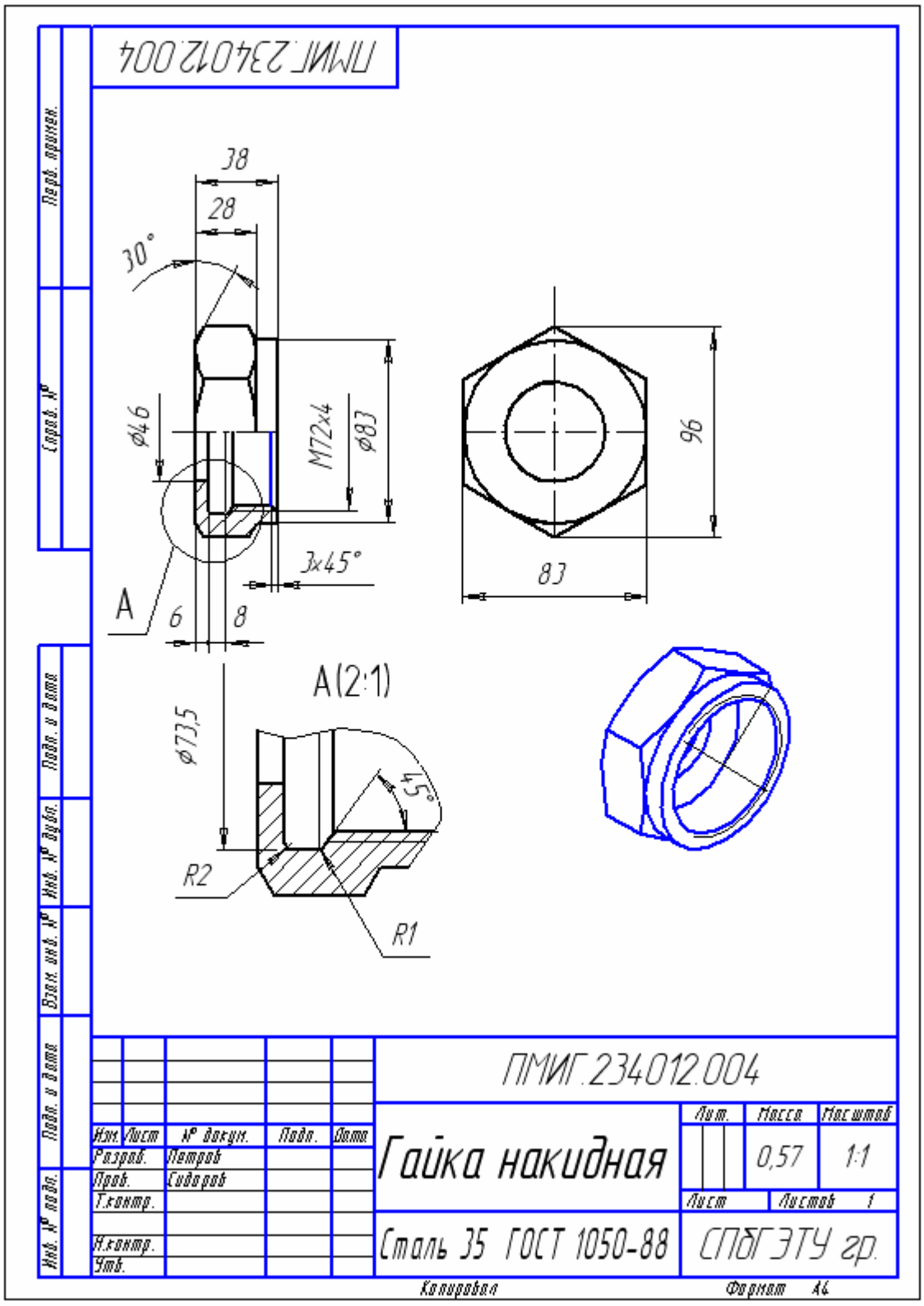

ПМИГ.234012.004
38
28
30°
ø46
M72x4
ø83
3x45°
A
6
8
96
83
A(2:1)
ø73,5
45°
R2
R1
ПМИГ.234012.004
Гайка накидная
Лит.
Масса
Масштаб
0,57
1:1
Лист
Листов 1
Сталь 35 ГОСТ 1050-88
СПбГЭТУ гр.
Разраб.
Петров
Пров.
Сидоров
Копировал
Формат А4

Рис. 37

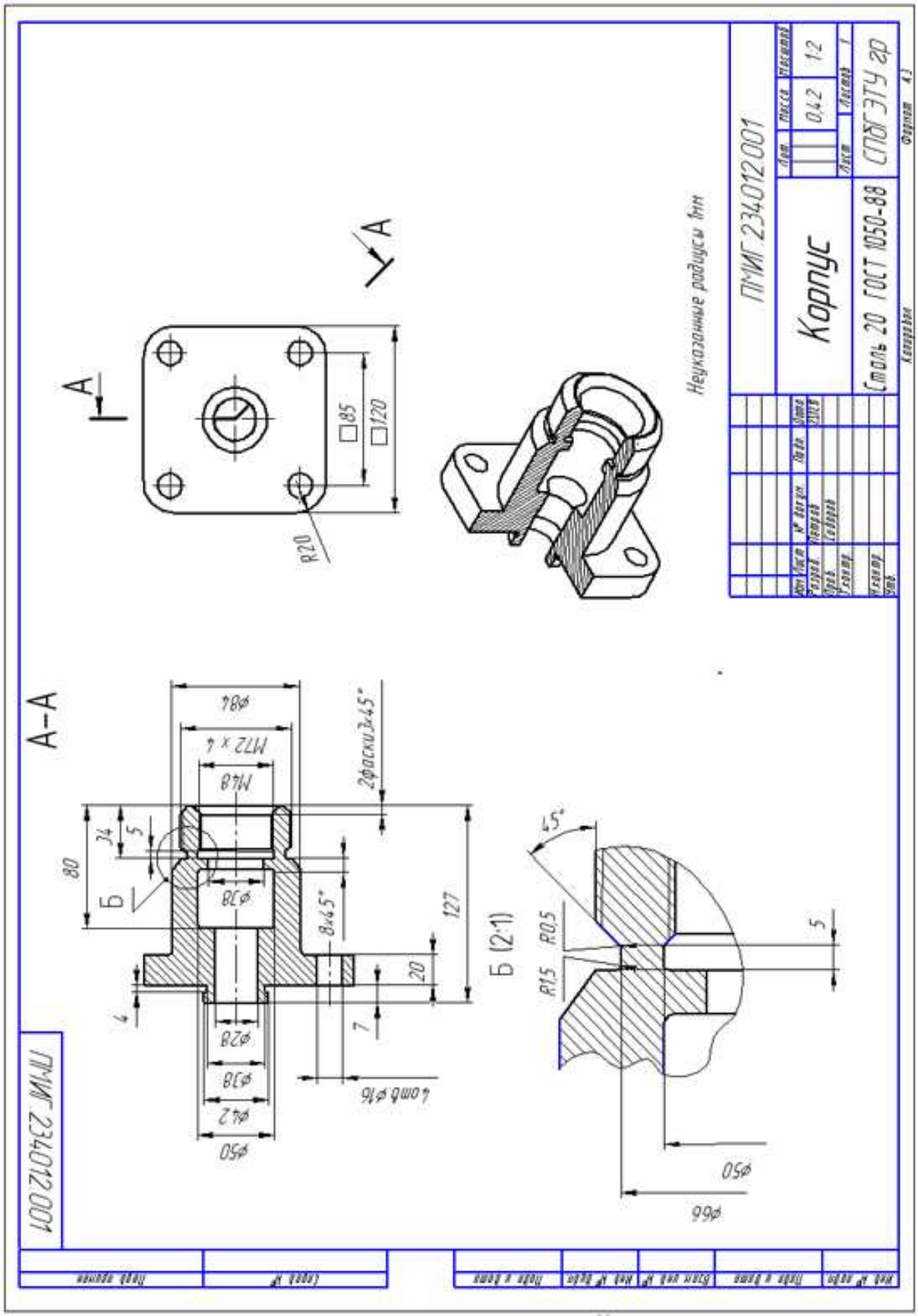

ПМИГ 234012.001
Корпус
Сталь 20 ГОСТ 1050-88
СПбГЭТУ гр
0,42
1:2
Неуказанные радиусы 1мм
А–А
Б (2:1)
R20
□85
□120
M48
M72 x 4
2фаски 3x45°
8x45°
4 отв ø16
ø84
ø38
ø28
ø42
ø50
ø66
R0,5
R1,5
45°
80
127
20
34
5
4
7

Рис. 38

Вопросы для самопроверки:

1. Что называется сборочным чертежом и какой шифр ему присвоен?
2. В какой последовательности выполняется сборочный чертеж?
3. Что должен содержать сборочный чертеж?
4. Какие условности и упрощения применяют на сборочных чертежах?
5. Какие размеры наносят на сборочные чертежи?
6. Как наносят номера позиций на сборочные чертежи?
7. Что называется «Спецификацией»?
8. На каком формате выполняется спецификация?
9. Какие формы основных надписей используются для спецификации?
10. В какой последовательности заполняется спецификация?
11. Какие детали показывают нерассеченными на сборочных чертежах?

Моделирование гайки накидной в системе КОМПАС–3D

Пример чертежа для построения модели гайки накидной дан на рис. 37. Создайте файл типа **Деталь** и сохраните его как «Гайка накидная». Установите ориентацию **Изометрия XYZ** и в плоскости **XY** (фронтальная плоскость) создайте эскиз Гайки накидной (рис. 39).

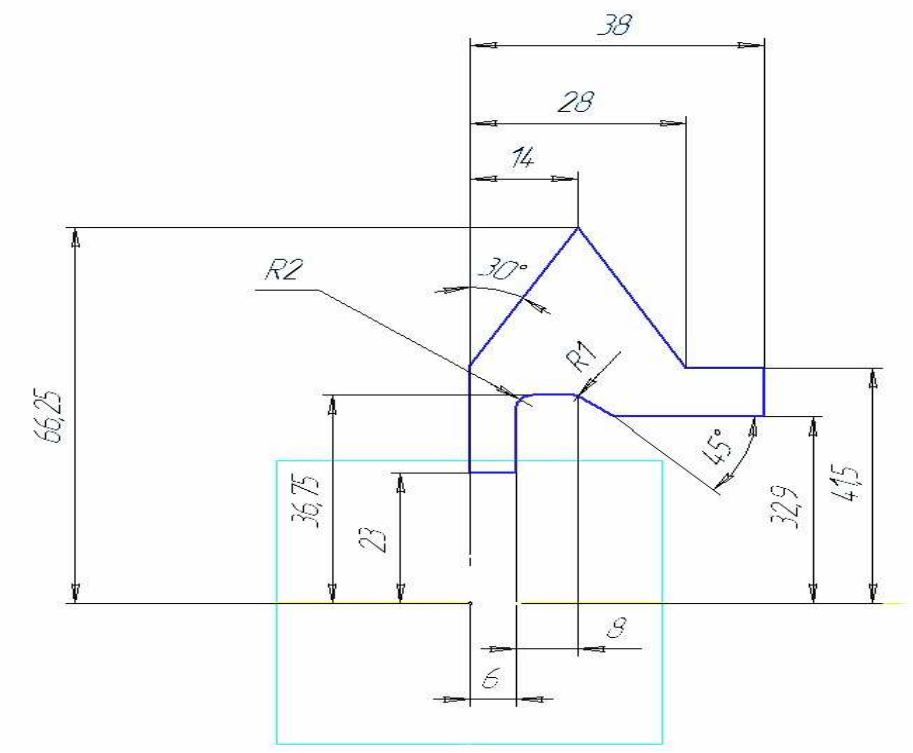


Рис. 39

Выберите команду **Операция вращения**. Переключатель **Способ построения** на панели свойств должен находиться в положении **Сфероид**. На вкладке **Тонкая стенка** в раскрывающемся окне **Тип построения тонкой стенки** должно быть выбрано **Нет**. Нажмите кнопку **Создать объект,** и система построит модель гайки накидной (рис. 40).

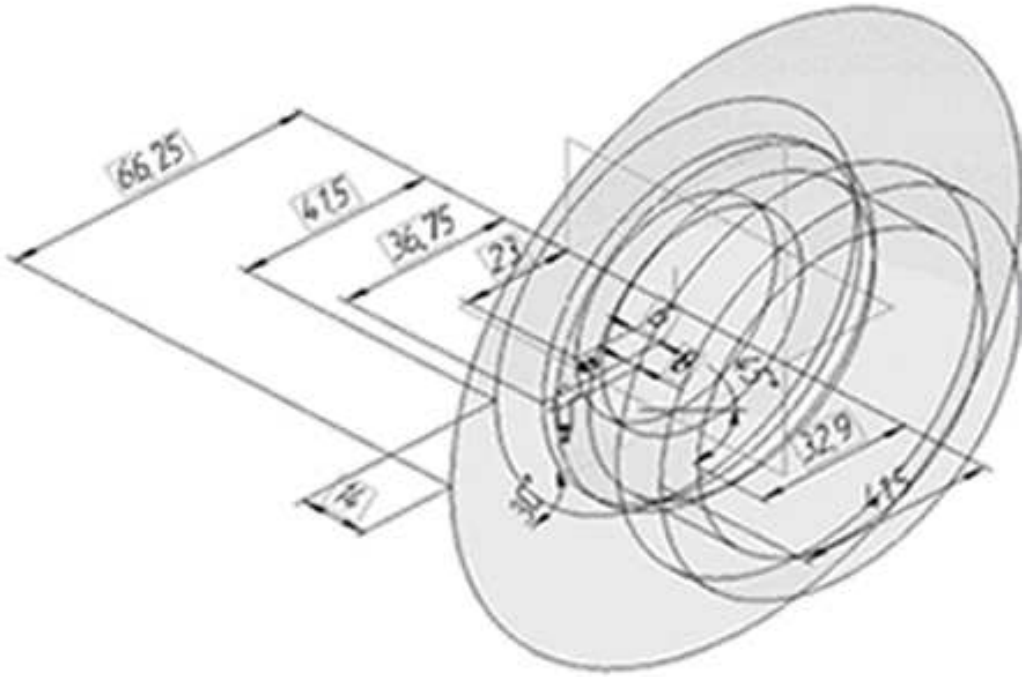


Рис. 40

Выделите левую торцевую грань гайки накидной и нажмите кнопку **Эскиз**. Выполните эскиз для создания места под гаечный ключ (рис. 41).

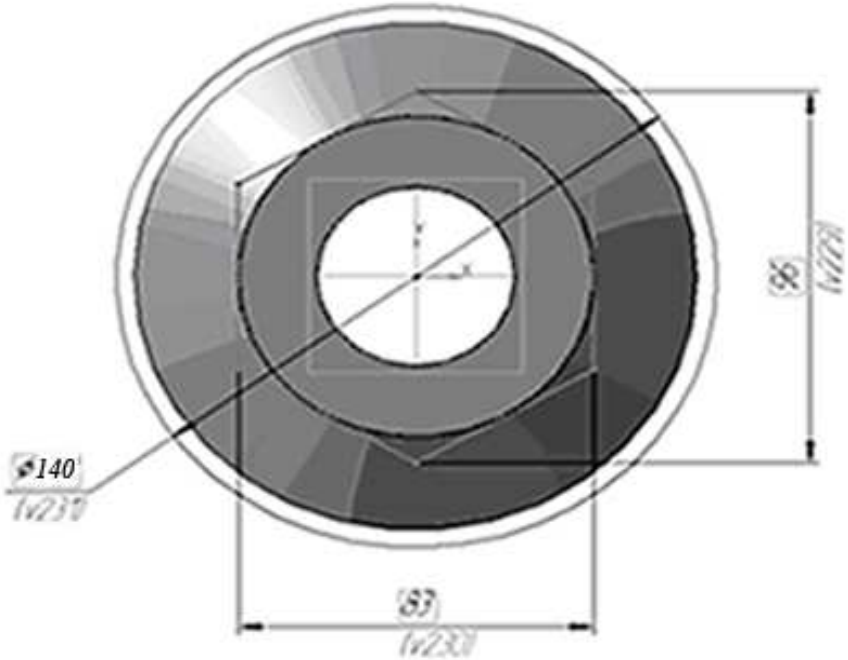


Рис. 41

Сторону шестиугольника выберите по окружности диаметром 96 мм, в которую он вписан. Диаметр наружной окружности может быть любым, но большим диаметра торцевой части модели. В данном случае он равен 140 мм. Закройте эскиз.

Активизируйте команду **Вырезать выдавливанием**. На панели свойств в раскрывающемся окне **Способ построения** установите **Через все** и нажмите кнопку **Создать объект**. Шестигранная головка под гаечный ключ будет построена.

На внутренней поверхности отверстия правого торца гайки создайте изображение резьбы. Нажмите кнопку **Условное изображение резьбы** на странице **Элементы оформления** меню **Операции.** Укажите на кромку фаски, где должна быть построена резьба. На вкладке **Параметры** в группе переключателей **Направление** активизируйте **Прямое направление**. Нажмите на переключатель **Начальная граница** и щелкните ЛКМ на грани гайки, от которой необходимо построить резьбу. Снимите флажок **Автоопределение** диаметра и задайте характеристики резьбы вручную: в поле номинальный **Диаметр** резьбы – 72 мм, в поле **Шаг** раскройте список и выберите значение 4. Отмените построение **На всю длину** и в поле **Длина** введите значение 24. Нажмите кнопку **Создать объект,** и система зафиксирует резьбу на внутренней поверхности гайки (рис. 42).

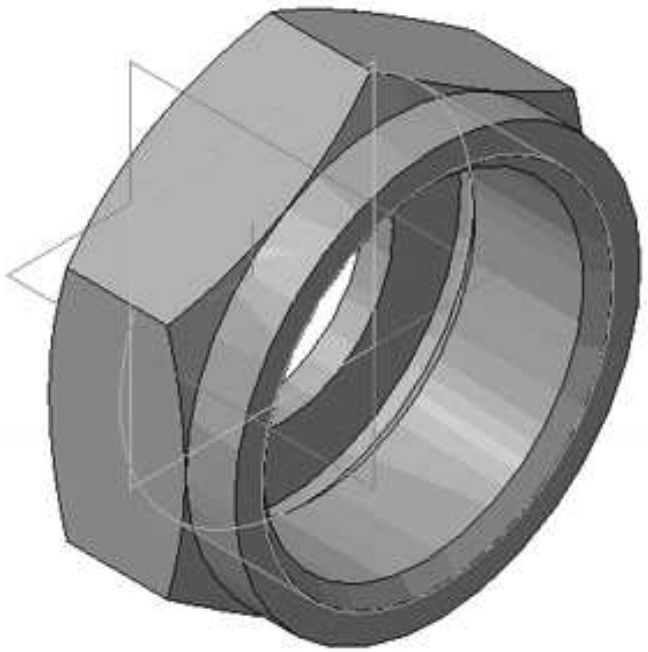


Рис. 42

В любом месте окна щелкните правой клавишей мыши и из меню выберите команду **Свойства детали**. На вкладке **Свойства** панели свойств в поле **Обозначение** введите ПМИГ.234012.004, в поле **Наименование** – Гайка накидная.

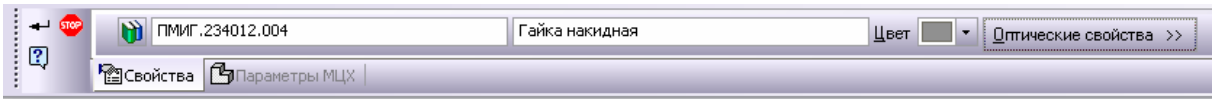


Рис. 43

Раскройте вкладку **Параметры МЦХ** и выберите из списка материалов **Сталь 35 ГОСТ 1050–88** (рис. 43). Модель гайки выполнена. Теперь выполните ассоциативный чертеж гайки накидной. Поскольку в гайке накидной есть сквозное отверстие и она является симметричной фигурой, то можно соединить половину главного вида с половиной фронтального разреза, где разделяющей линией будет ось симметрии. Ось симметрии следует расположить горизонтально, так как эта деталь является телом вращения.

Создайте новый чертеж на формате А4: **Файл – Создать – Чертеж** и сохраните его с названием Гайка накидная. Вызовите команду **Стандартные виды** на странице **Ассоциативные виды**. Выберите модель – Гайка накидная для построения ассоциативного чертежа.

На панели свойств установите необходимые параметры данного вида. В окне **Ориентация главного вида** оставьте вид – **Спереди**. В окне **Схема видов** отмените вид сверху, щелкнув по этому виду ЛКМ. Для задания аксонометрического изображения щелкните ЛКМ в верхнем правом квадрате схемы видов. Задайте масштаб. Поместите фантомы ассоциативных видов на поле чертежа и щелкните ЛКМ (рис. 44).

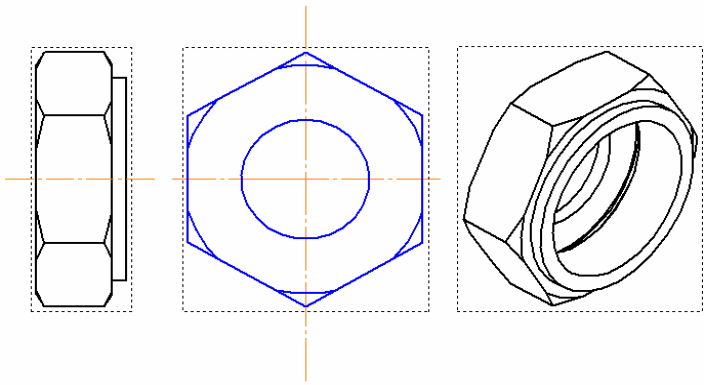


Рис. 44

На половине главного вида выполните фронтальный разрез. Сделайте вид спереди текущим. Укажите замкнутый контур в виде прямоугольника, наложенного на нижнюю половину вида спереди. Нажмите кнопку **Местный разрез** на инструментальной панели **Ассоциативные виды**. Поместите указатель мыши в любом месте линии, ограничивающей разрез, и щелкните ЛКМ. На виде слева укажите положение следа секущей плоскости (вертикальная ось симметрии). Система построит половину разреза детали (рис. 45).

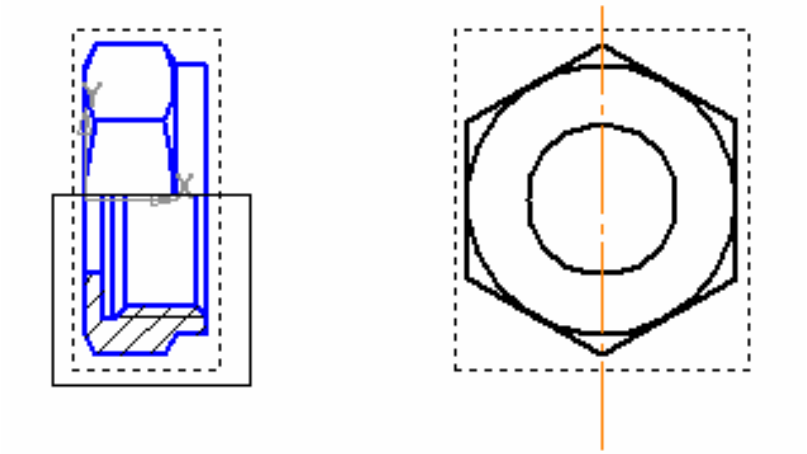


Рис. 45

Вызовите команду **Выносной элемент** на странице **Обозначения** и ограничьте проточку окружностью, выполненной замкнутой сплошной тонкой линией. На вкладке **Параметры** панели свойств задайте масштаб выносного элемента 2:1, а на вкладке **А–А Обозначение вида** поставьте флажок в опции **Масштаб**. Щелкните в окне документа для построения выносного элемента. Выносной элемент – дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, требующего графического и других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных. Над изображением выносного элемента указывают его обозначение и в круглых скобках масштаб, в котором он выполнен. Завершите выполнение чертежа Гайки накидной, проставив размеры (рис. 46).

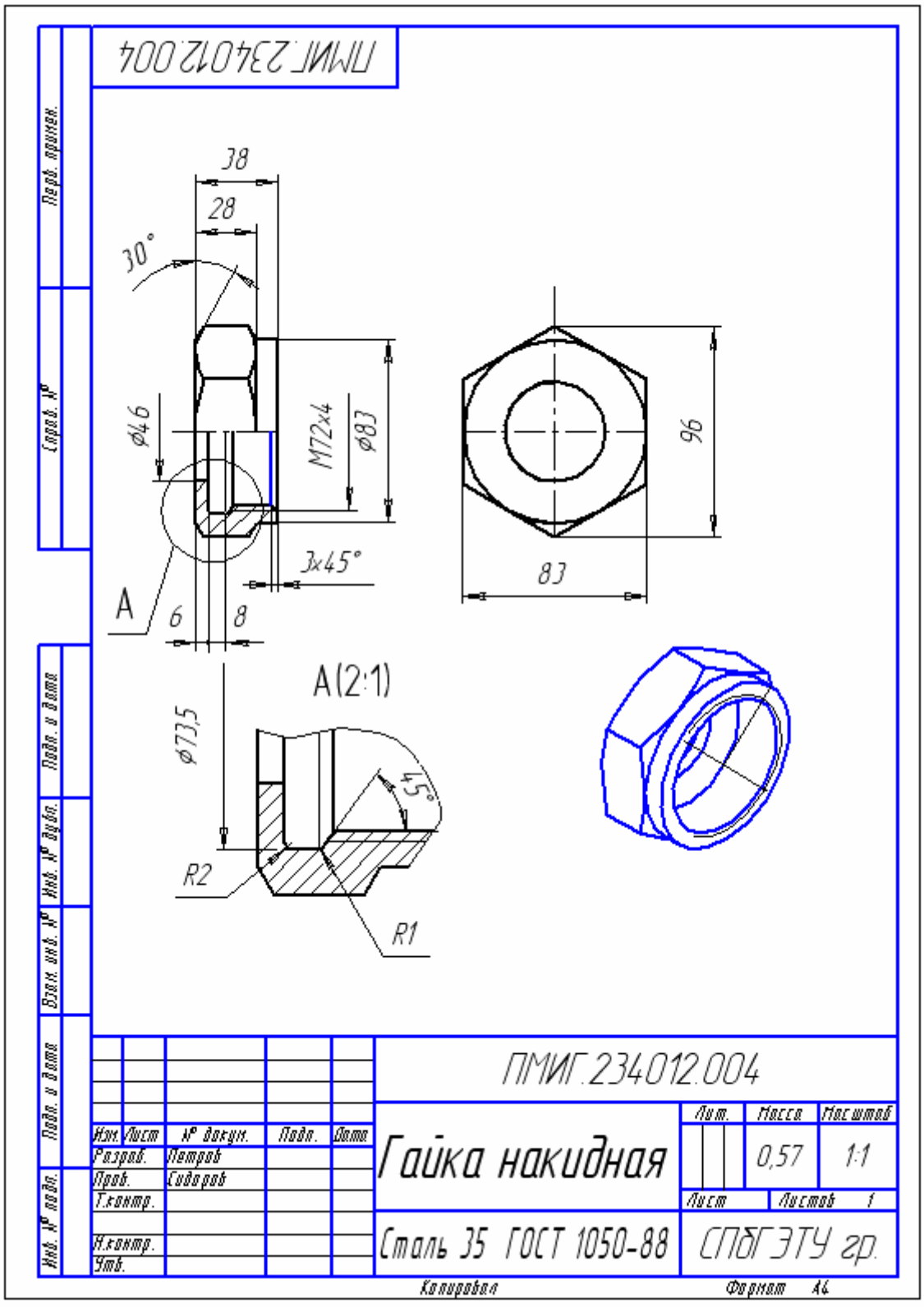

ПМИГ.234012.004
38
28
30°
ø46
M72x4
ø83
3x45°
A
6
8
A(2:1)
ø73,5
45°
R2
R1
96
83
Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб. Петров
Пров. Сидоров
Т.контр.
Н.контр.
Утв.
ПМИГ.234012.004
Гайка накидная
Лит. Масса Масштаб
0,57 1:1
Лист Листов 1
Сталь 35 ГОСТ 1050-88
СПбГЭТУ гр.
Копировал
Формат А4

Рис. 46

Список рекомендуемой литературы

Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. 9-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2006.

Большаков В. П. Инженерная и компьютерная графика: Практикум. СПб.: БХВ-Петербург, 2004.

Чекмарёв А. А. Инженерная графика. М.: Высш. шк., 2008.

Попова Г. Н., Алексеев С. Ю. Машиностроительное черчение: Справ. СПб.: Политехника, 2008.

Талалай П. Г. Компас 3D V11 на примерах. СПб.: БХВ-Петербург, 2010.

Рекомендации к выполнению индивидуальных заданий: Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Инженерная графика» для заочников /Сост. Т. С. Липьяйнен. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2009.

Оглавление

Виды изделий ... 3
Виды и комплектность конструкторских документов ... 4
Форматы ... 4
Основные надписи ... 5
Спецификация ... 7
Общие сведения о соединениях деталей ... 10
Неразъемные соединения ... 11
Соединения сварные ... 11
Паяные и клееные соединения ... 12
Клепаное соединение ... 13
Развальцовка и завальцовка ... 14
Заливка и опрессовка ... 15
Разъемные соединения ... 15
Резьба и резьбовые соединения ... 15
Элементы резьбы ... 19
Изображение и обозначение резьбы ... 23
Резьбовые соединения ... 26
Соединение деталей болтом ... 26
Соединение деталей шпилькой ... 28
Соединение деталей винтом ... 30
Соединения шплинтом ... 33
Соединения штифтовые ... 34
Соединения шпоночные ... 35
Индивидуальное графическое задание № 3 ... 36
Добавление стандартных изделий в сборочный чертеж ... 43
Индивидуальное задание № 4 ... 45
Сборочный чертеж ... 45
Моделирование гайки накидной в системе КОМПАС–3D ... 54
Список рекомендуемой литературы ... 60