

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СОДЕРЖАНИЕ И ЦЕЛИ РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ	4
2. ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА.....	5
2.1. Выявление элементов конструкции и упрощений их изображения при чтении чертежа общего вида	6
2.2. Анализ геометрии детали.....	12
2.3. Выбор главного вида детали.....	13
3. РАБОЧИЙ ЧЕРТЁЖ ДЕТАЛИ.....	15
3.1. Содержание и основные требования к выполнению рабочего чертежа	15
3.2. Последовательность выполнения чертежей деталей	16
3.3. Некоторые общие рекомендации для выполнения рабочих чертежей .	18
4. ПРАВИЛА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАНЕСЕНИЮ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖЕ	19
4.1. Основные положения.....	20
4.1.1. Нанесение выносных и размерных линий	21
4.1.2. Нанесение размерных чисел	26
4.1.3. Нанесение условных знаков и надписей.....	27
4.2. Нанесение размеров с учетом конструктивных и технологических требований	28
4.2.1. Сопряженные и свободные размеры	28
4.2.2. Способы нанесения размеров	29
4.3. Нанесение размеров с учетом конструкторских и технологических баз.....	30
4.3.1. Конструкторские базы	30
4.3.2. Технологические базы	30
4.3.3. Выбор баз для нанесения размеров	31
4.3.4. Особенности нанесения размеров на чертежах деталей в зависимости от способа их изготовления.....	31
4.3.5. Нанесение размеров в некоторых особых случаях	33
5. ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ	34
5.1. Буртики, фаски, галтели, канавки, проточки	34
5.2. Фланцы	35
5.3. Рифления, центровые отверстия, шпоночные пазы	36
5.4. Опорные поверхности под крепежные детали.....	37
6. ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ.....	39
7. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	40
8. ЛИТЕРАТУРА	53
ПРИЛОЖЕНИЕ. ПРИМЕРЫ ЧЕРТЕЖЕЙ	54

ВВЕДЕНИЕ

Изучение дисциплины «Инженерная графика» базируется на теоретических положениях курса начертательной геометрии, материалах, изложенных в соответствующих нормативных документах и стандартах единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Практическое закрепление полученных студентами знаний происходит при выполнении ими расчётно-графических работ (РГР).

Данное методическое пособие содержит указания по эскизированию и детализированию.

Поскольку по своему содержанию эскиз не должен отличаться от рабочего чертежа детали, представляется целесообразным объединить изложение содержания РГР по этим двум направлениям в общем методическом пособии, выделив в случае необходимости некоторые элементы, касающиеся эскизирования, в отдельные подразделы.

В качестве основной литературы, на базе которой строится изложение приведённого ниже материала, используется учебное пособие авторского коллектива кафедры НГГ МГТУ ГА «Основы инженерной графики» [1]. В квадратных скобках указаны разделы этого учебного пособия, с которыми следует ознакомиться или использовать в качестве справочного материала в процессе выполнения РГР. Так, запись [1, 4.2.1, табл. 4.1] означает, что здесь надо использовать табл. 4.1, приведённую в разделе 4.2.1 учебного пособия «Основы инженерной графики», а запись [1, 4.3, рис. 4.22, 4.23] рекомендует воспользоваться рис. 4.22 и 4.23 раздела 4.3.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ЦЕЛИ РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Деталью называют изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например: валик из одного куска металла; сварная трубка из одного куска листового материала.

Детали подразделяют на оригинальные; оригинальные, но содержащие стандартизированные элементы; стандартные.

Рабочий чертёж детали выполняют стандартного формата [1, 1.2] в стандартном масштабе [1, 1.4, табл.1.2].

Эскиз — графический документ разового использования, выполненный без применения чертёжных инструментов, мягким карандашом от руки, на глаз в произвольном масштабе (указывая вместо масштаба в скобках «увеличено» или «уменьшено»), но с соблюдением пропорциональности размеров отдельных частей детали. По своему содержанию, как было сказано выше, эскиз не отличается от рабочего чертежа.

Эскиз изделия выполняется в учебной аудитории по готовой детали, входящей в состав сборочного узла, выдаваемого каждому студенту преподавателем во время занятия.

Цель работы по эскизированию: приобретение знаний и навыков в изучении устройства и работы готового сборочного узла.

Содержание задания по эскизированию: по готовому сборочному узлу выполнить эскизы указанных деталей.

Детализированием называется выполнение чертежей детали по чертежу общего вида сборочной единицы.

Для выполнения РГР по детализированию каждому студенту выдаётся задание в виде сборочного чертежа с возможностью его использования на дому. Индивидуальное задание, которое получает студент, состоит из чертежа общего вида или сборочного чертежа изделия и таблицы составных частей, размещенной на одном листе с изображением изделия. По этому чертежу необходимо выполнить чертежи указанных деталей.

Цель работы по детализированию: приобретение знаний и навыков в чтении чертежа сборочной единицы и выполнение рабочих чертежей деталей.

Содержание задания: по сборочному чертежу выполнить рабочие чертежи указанных деталей.

Детализирование и эскизирование может быть успешно выполнено только на основе знаний проекционного метода, знакомства с конструкциями и чертежами реальных деталей машин, особенностями выполнения чертежа общего вида сборочной единицы, изучаемыми ранее в курсе инженерной графики.

К конструкторским документам на любое создаваемое изделие относят также графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его проектирования или изготовления, контроля, эксплуатации и ремонта.

2. ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА

Прежде чем перейти к выполнению рабочего чертежа детали, необходимо при эскизировании внимательно ознакомиться с её конфигурацией, а перед детализированием — «прочитать» чертёж общего вида сборочной единицы.

Для этого сначала напомним основные определения.

Сборочной единицей называют изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями — свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием и т.п.

Чертеж общего вида (код ВО) определяет конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняет принцип работы изделия (составляется, как правило, при разработке эскизного и технического проектов).

Чертеж сборочный (код СБ) содержит изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля.

Прочитать чертеж общего вида означает:

1. Ознакомление с содержанием основной надписи для определения наименования изделия, масштаба изображения, исполнителя и т.д.
2. Установление назначения и принципа работы изделия, его технических характеристик и требований к эксплуатации по документам, прилагаемым к чертежу (в учебных чертежах такие документы приведены на поле чертежа общего вида).
3. Определение по спецификации количества и наименования оригинальных, стандартизованных и покупных деталей, входящих в состав изделия.
4. Общее ознакомление с изображениями изделия и установление числа и разновидности изображений (виды, сечения, разрезы, выносные элементы, соединения видов с разрезами и т.д.), определение положений секущих плоскостей, с помощью которых выполнены разрезы и сечения. Обращается внимание на надписи и обозначения над изображениями.
5. Выяснение габаритных, монтажных, установочных, характерных и справочных размеров, нанесенных на чертеже.
6. Установление характера взаимодействия составных частей изделия, его функциональных особенностей и взаимосвязей с другими изделиями, а также характер соединений (разъемные или неразъемные).
7. Изучение формы и положения конкретной детали. Определение ее номера в сборочной единице, сопоставление с номером позиции, присвоенной детали по спецификации. При изучении формы и положения конкретной детали следует учитывать общую конструкцию сборочной единицы и проекционную связь изображений.
8. Выяснение способа изготовления детали.

2.1. Выявление элементов конструкции и упрощений их изображения при чтении чертежа общего вида

Выяснить конструкцию сборочной единицы по чертежу общего вида без полного анализа конфигурации каждой ее детали затруднительно.

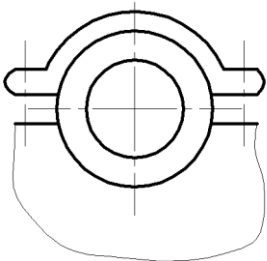


Рис. 1

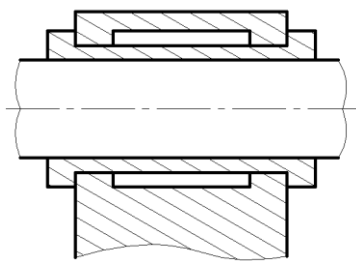


Рис. 2

Так на чертеже общего вида детали часто изображаются в соединении и частично закрывают друг друга. На рис. 1 изображен фрагмент сборочной единицы, в состав которой входит деталь типа «Хомут». На виде слева хомут частично закрыт втулкой. На рис. 2 приведён эскиз детали «Хомут».

При чтении чертежа общего вида необходимо анализировать все имеющиеся на нем изображения и находить на них одну и ту же деталь. Это можно сделать, руководствуясь следующими правилами:

- проекционно связанные виды, разрезы и сечения позволяют представить деталь в разных положениях;
- штриховка для одной и той же детали имеет одинаковые параметры (наклон и шаг штриховки).

Особенностью чертежа общего вида является наличие в нем упрощений при изображении некоторых элементов деталей. Однако при выполнении рабочих чертежей этих деталей их конструкция должна быть отражена полностью без упрощений. Например, технологические элементы резьбы на чертеже общего вида выглядят упрощённо (рис. 3). На рабочих же чертежах они должны быть изображены так, как показано на рис. 4. Аналогичный пример приведён на рис. 5.

На чертеже общего вида

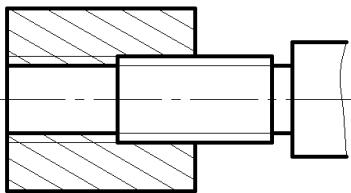


Рис. 3

На рабочих чертежах деталей

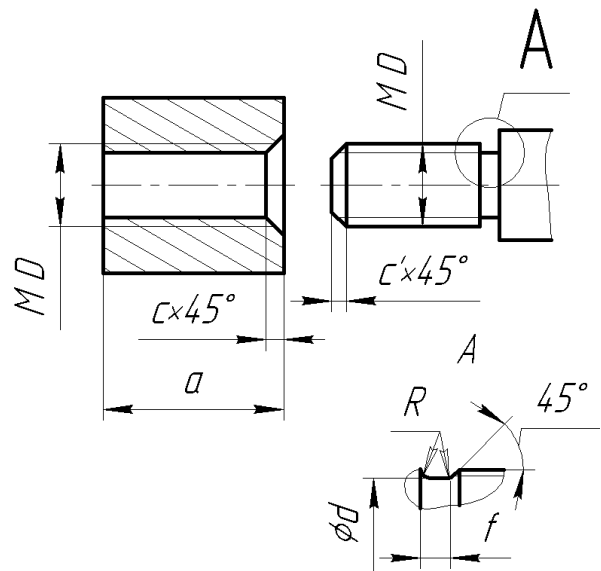


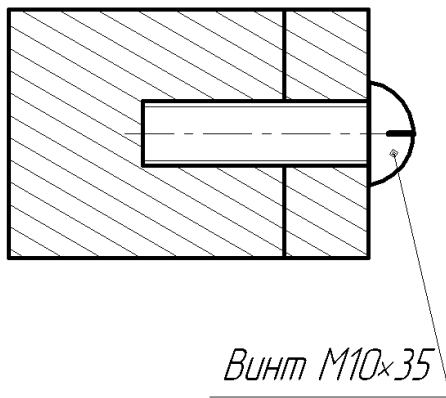
Рис. 4

Ниже перечислены часто встречающиеся в сборочных чертежах упрощения, которые на рабочих чертежах допускать нельзя.

На сборочных чертежах допускается не показывать:

- фаски, галтели, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;
- зазоры между стержнем и отверстием;
- крышки, щиты, кожухи, перегородки и т.п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом над изображением делают соответствующую надпись, например, «Крышка поз. 3 не показана»;
- лекальные кривые линии перехода, заменяя их дугами окружностей или прямыми линиями.

На чертеже общего вида



На рабочих чертежах деталей

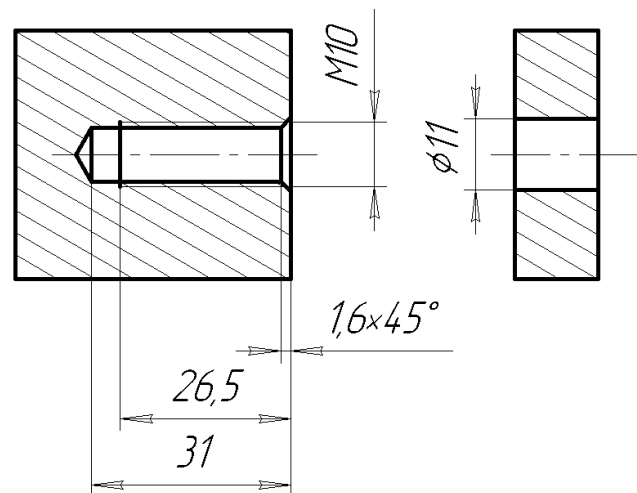


Рис. 5

На рис 6 приведен пример учебного сборочного чертежа, а на рис. 7 показаны элементы деталей, которые выполняются на рабочих чертежах без упрощений: фаски, проточки, скругления (без выносного элемента и с выносным элементом).

При выполнении рабочих чертежей особое внимание следует обратить на равенство сопряженных размеров на соприкасающихся деталях (например, размер $M18 \times 1.5$ на деталях (2) и (3) клапана, изображённого на рис. 6).

На рис. 8 показаны также часто встречающиеся элементы деталей, которые на рабочих чертежах обычно выполняются на выносных видах без упрощений:

1. Деталь (шток) на рабочем чертеже изображается до сборочной операции — «обжать».
2. Выносной элемент проточки для выхода резца при нарезании внутренней резьбы.
3. Наружная фаска и сопряженный размер резьбы.
4. Внутренняя фаска и сопряженный размер резьбы.
5. Выносной элемент проточки для выхода резца при нарезании наружной резьбы.
6. Проточка и фаска.
7. Фаска, резьба с недорезом.

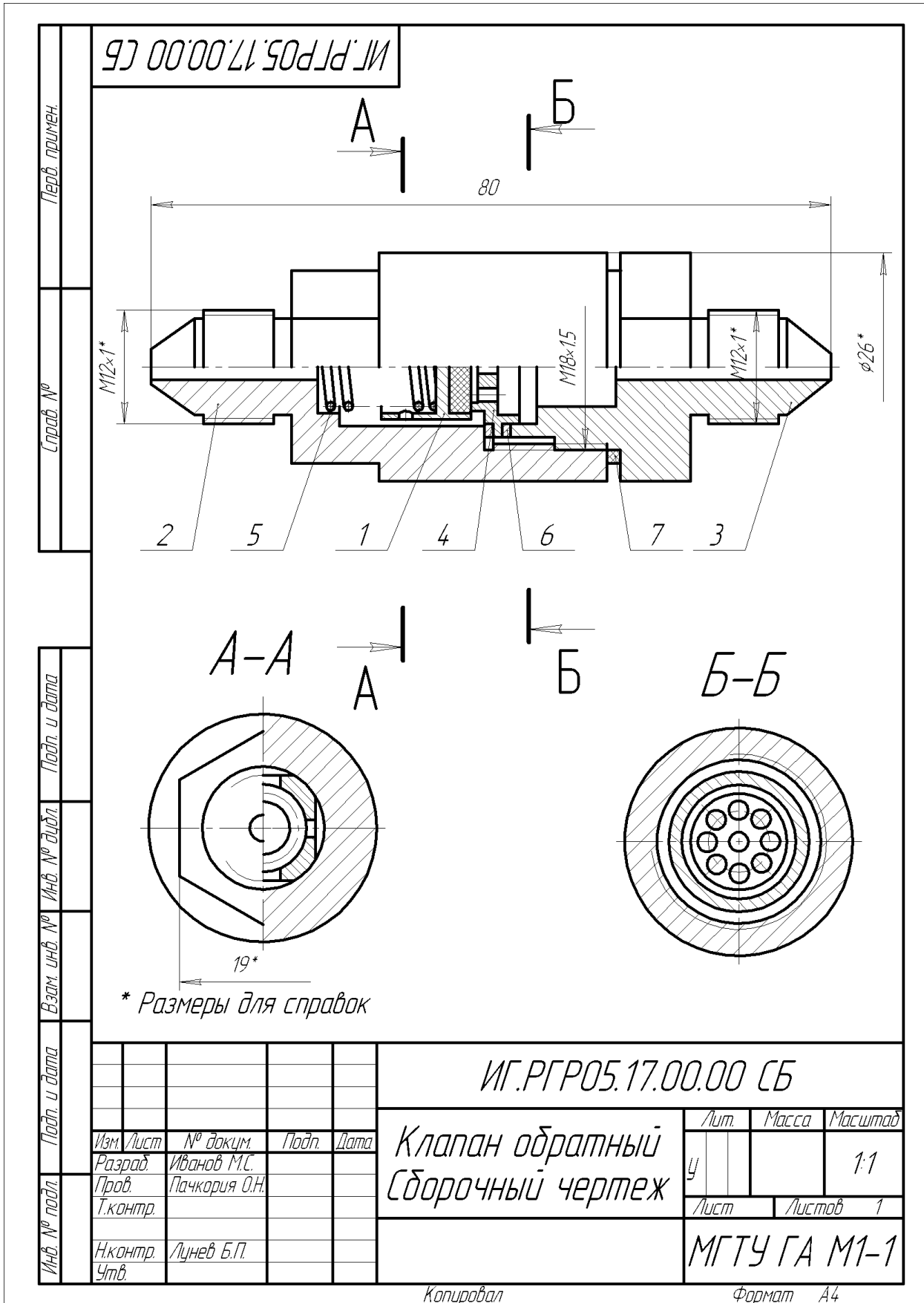


Рис. 6

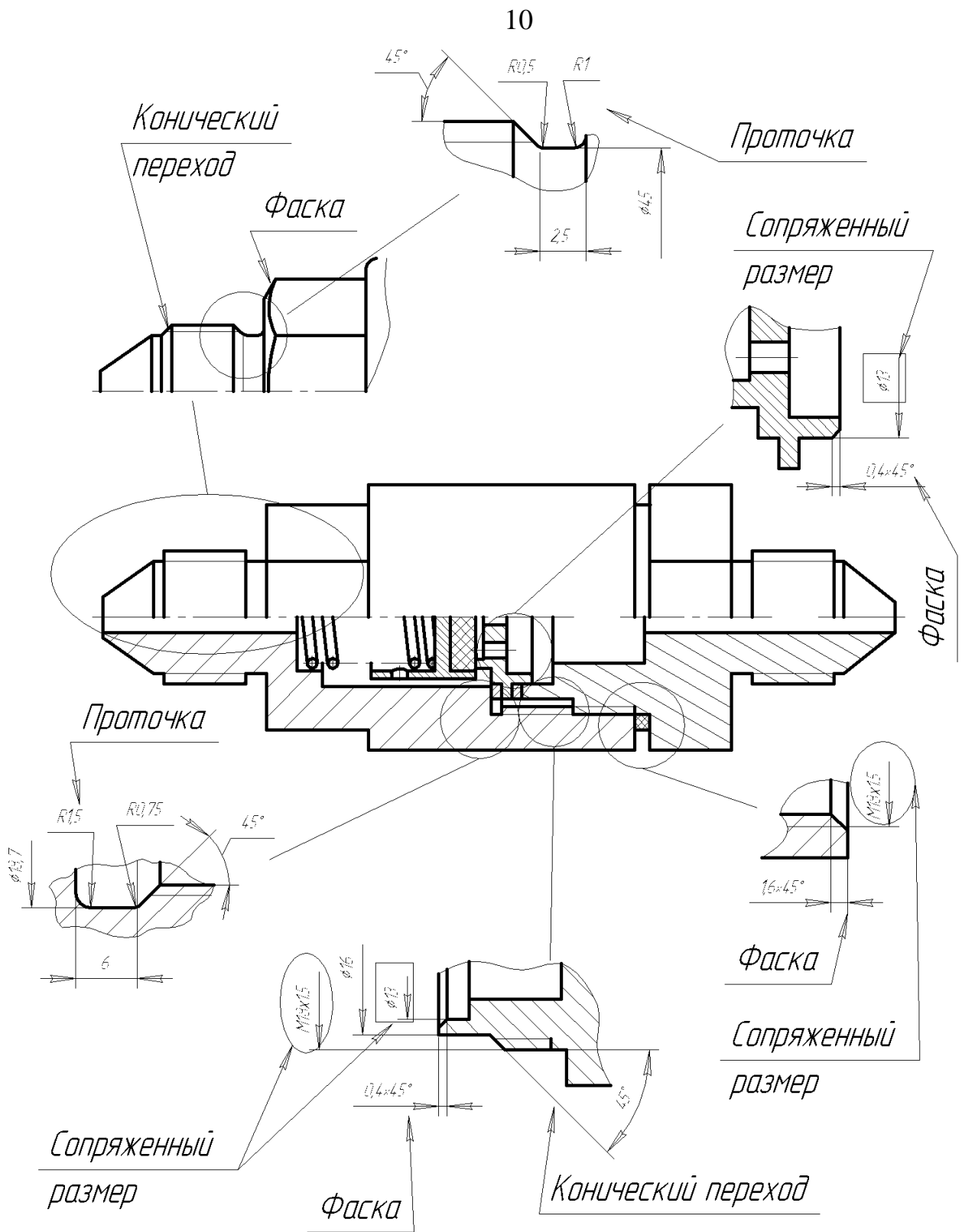


Рис. 7

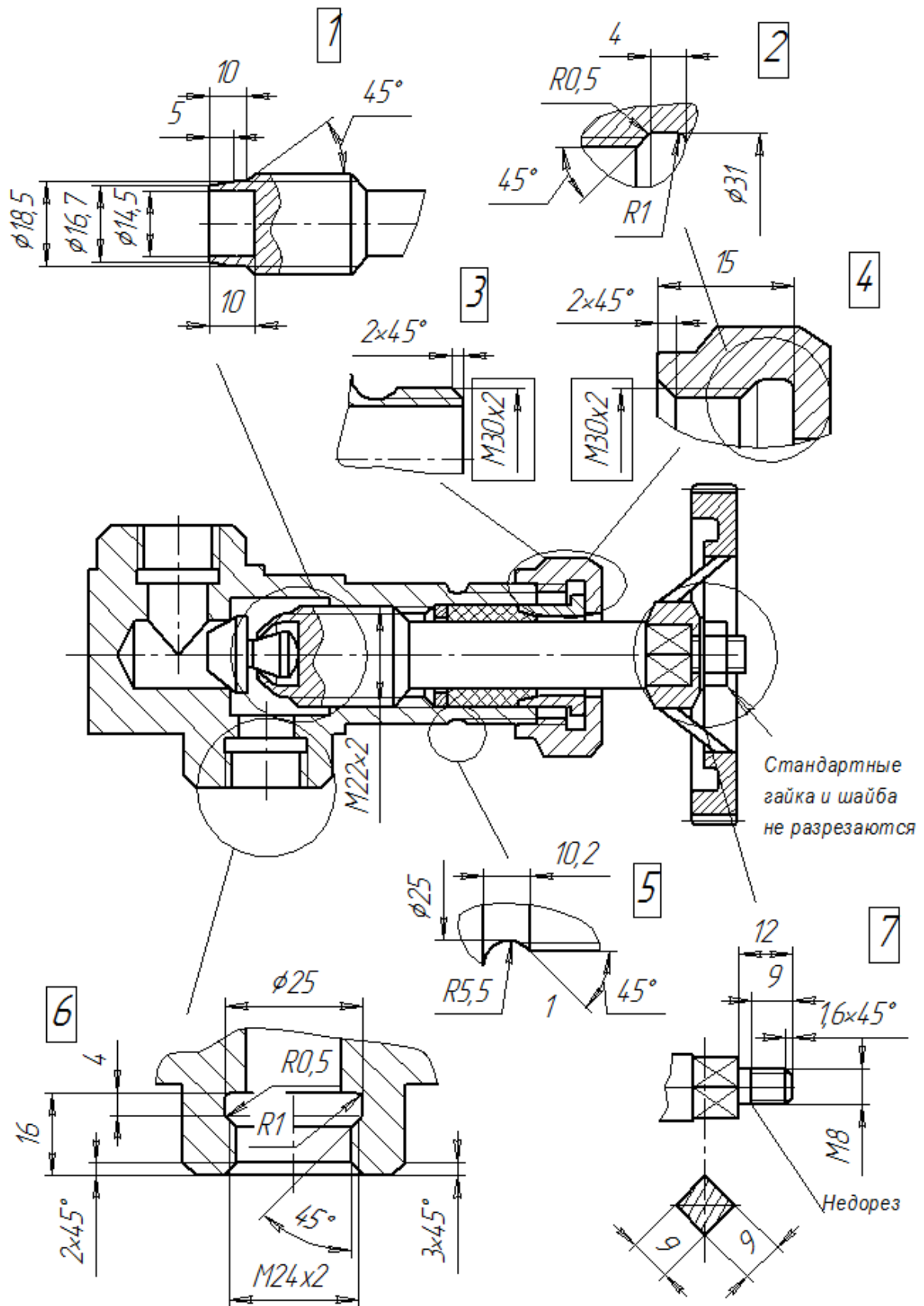


Рис. 8

2.2. Анализ геометрии детали

Важным этапом в чтении сборочного чертежа является анализ геометрии детали, так как на его основе осуществляется выбор количества изображений и главного вида на её рабочем чертеже.

Остановимся на этом подробнее.

Для анализа геометрии необходимо деталь мысленно расчленить на отдельные составные части, представляющие собой простейшие геометрические тела: цилиндр, призму, конус и т.д. Такое расчленение детали помогает определить геометрию всех ограничивающих ее поверхностей. Выполняя рабочий чертеж детали, необходимо определить наличие осей и плоскостей симметрии, поверхностей вращения и их осей, соосность или эксцентричность таких поверхностей. На рис. 10 и 11 дан анализ геометрии детали «Штуцер», изображенной на рис. 9 (на рис. 10 приведена внутренняя конфигурация детали, а на рис. 11 – наружная).

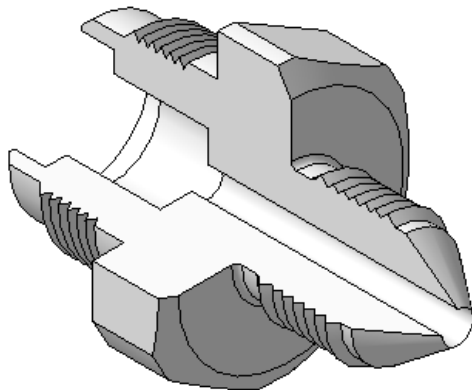


Рис. 9

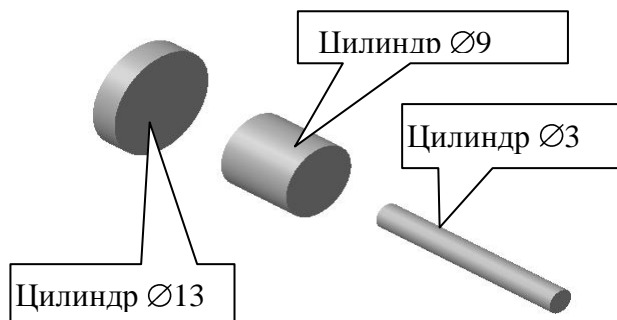


Рис. 10

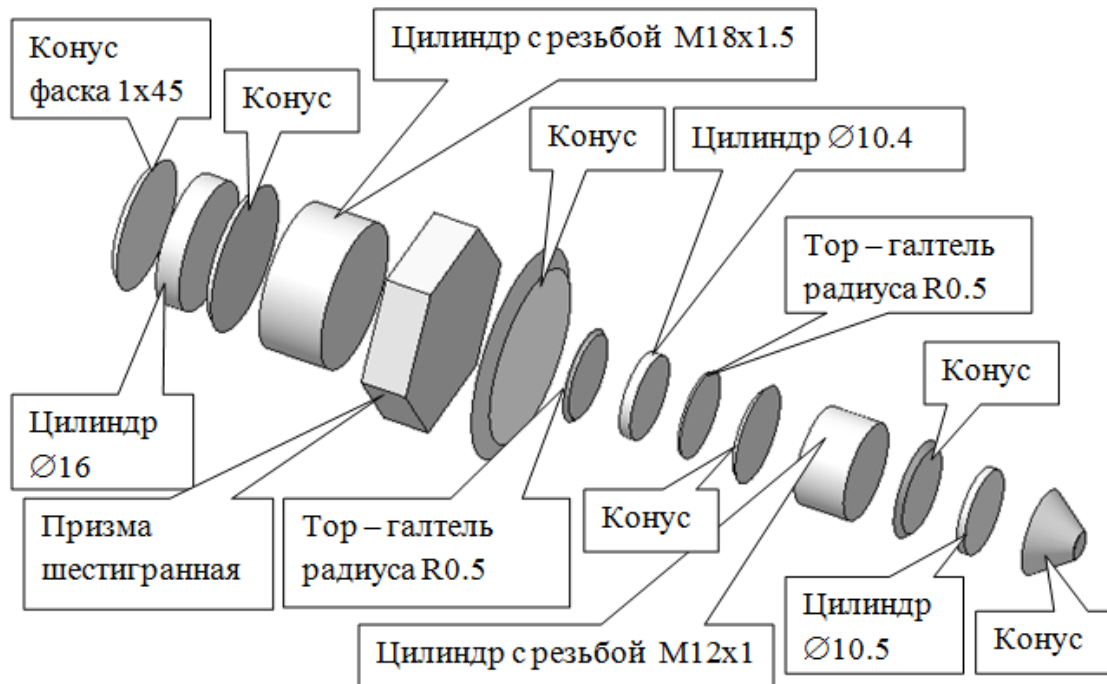


Рис. 11

2.3. Выбор главного вида детали

Главный вид детали (вид спереди) согласно требованиям ГОСТ 2.305-2008 должен давать наиболее полное представление о форме, конструкции и размерах детали. Поэтому детали располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы на ней изображались все основные ее элементы и размеры, т.е. чтобы именно это изображение содержало максимум информации о детали.

Главным изображением может быть как вид, так и разрез или соединение вида с разрезом (для симметричных деталей). Положение главного изображения детали на рабочем чертеже может и не соответствовать ее положению на главном изображении чертежа сборочной единицы. Деталь, большинство поверхностей которой являются поверхностями вращения (рис. 11), обычно обрабатывается на токарном станке (оси, втулки, валы, штоки и т.д.) и на главном виде, как правило, располагается горизонтально. На рис. 13 приведён рабочий чертёж детали, внешний вид которой показан на рис. 12.

На чертеже деталь располагается горизонтально.

Желательно, чтобы основная надпись чертежа была бы параллельна геометрической оси детали. Такое изображение зрительно сочетается с положением детали на станке при обработке.

Если для большинства элементов детали требуется одно изображение, а для меньшинства – два, то в таких случаях лучше построить сечение, как это сделано на рис. 13 для задания размеров квадрата 10×10 .

На главном виде детали с элементами шестигранной призмы (гайка, штуцер и т. д.) должны быть видны три грани призмы (для простановки размеров конической поверхности фаски (рис. 77)). Эти детали требуют двух изображений, так как на главном виде отсутствует стандартный размер — «под ключ». Таким изображением может быть второй вид (например, вид слева), сечение или разрез. Изображения фланцев, крышек, корпусов и других деталей, изготавливаемых обычно литьем, располагают так, чтобы основная обработанная плоскость детали получила бы на чертеже горизонтальное положение. Такая плоскость обычно служит базой для отсчета размеров.

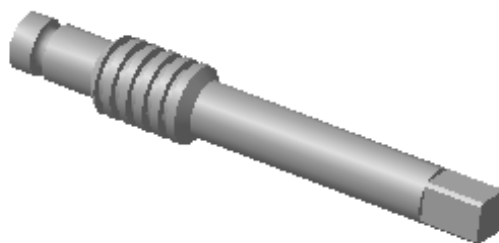


Рис. 12

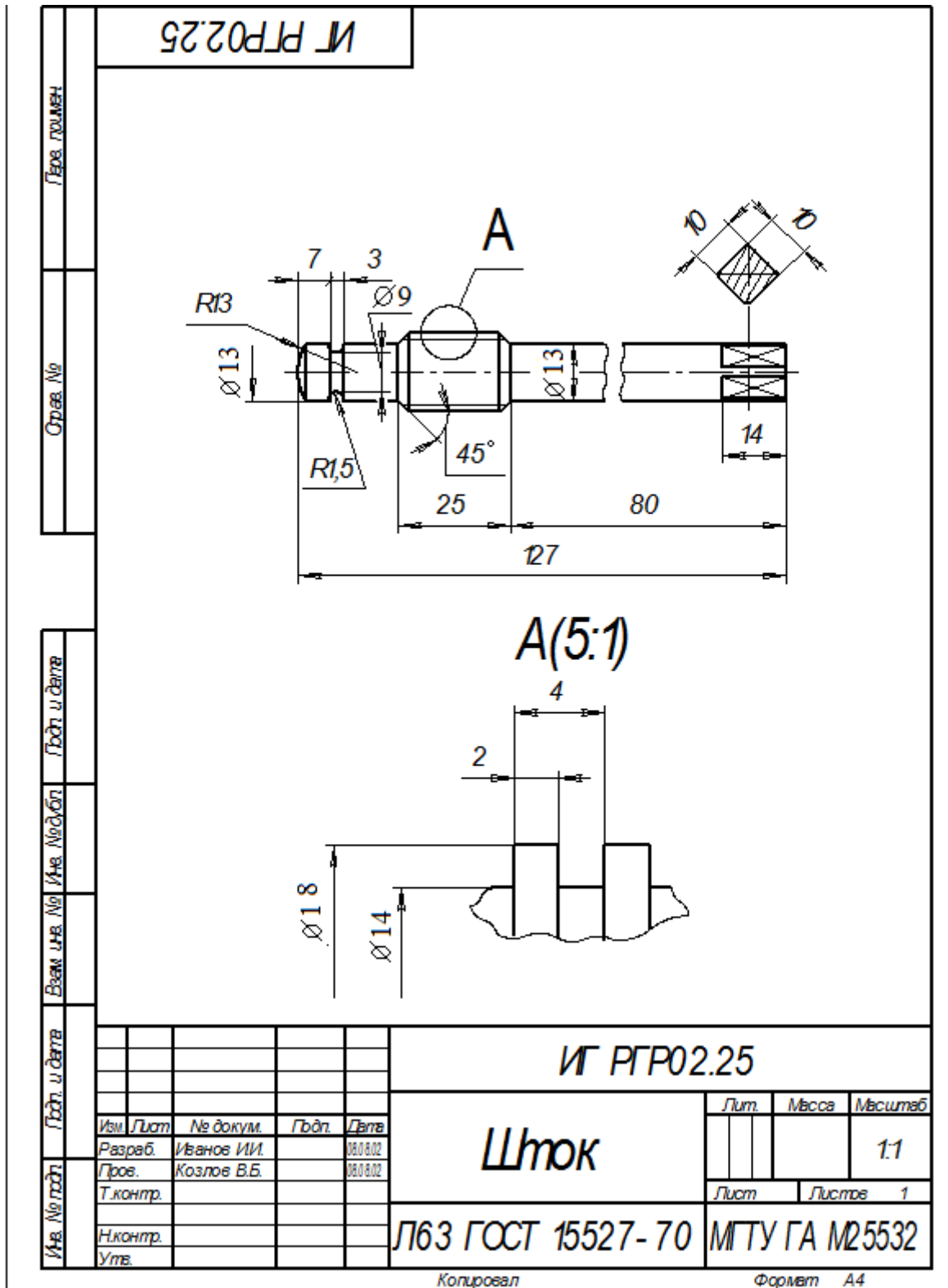


Рис. 13

3. РАБОЧИЙ ЧЕРТЁЖ ДЕТАЛИ

3.1. Содержание и основные требования к выполнению рабочего чертежа

Рабочий чертеж детали – это конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Рабочий чертеж должен содержать:

- минимальное, но достаточное число изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов), полностью раскрывающих форму детали;
- необходимые размеры;
- шероховатость поверхностей;
- обозначение предельных отклонений размеров, формы и расположения поверхностей;
- сведения о материале, термической обработке, покрытии, отделке;
- технические требования.

Последние четыре позиции при выполнении учебных чертежей в рассматриваемых РГР можно опустить.

Основные требования к выполнению чертежей деталей устанавливает ГОСТ 2.109-73:

1. Каждый чертеж детали выполняют на отдельном формате по ГОСТ 2.301-68.
2. Чертеж должен содержать основную надпись, которая располагается в правом нижнем углу каждого формата по ГОСТ 2.104-2006 (форма 1). Для всех форматов, за исключением формата А4, основная надпись может быть расположена как вдоль длинной, так и вдоль короткой стороны.
3. На формате А4 основную надпись следует располагать только вдоль короткой стороны (рис. 13).
4. Обозначение чертежа наносится шрифтом №10. Наименование детали и ее материал записывается в именительном падеже единственного числа, начиная с существительного, например, «Колесо зубчатое».
5. На чертежах применяют условные обозначения (линии, знаки, буквенные и буквенно-цифровые обозначения), установленные государственными стандартами (ГОСТ 2.303-68, ГОСТ 2.304-81, ГОСТ 2.307-2011).
6. Марки материалов обозначают в соответствии с присвоенными им в стандартах обозначениями.
7. Масштаб изображения выбирают в соответствии с ГОСТ 2.302-68.
8. Размеры проставляют согласно ГОСТ 2.307-2011.

На рабочем чертеже деталь изображается с теми размерами и параметрами, которые она должна иметь перед сборкой. По таким чертежам разрабатывается весь технологический процесс её изготовления и составляются технологи-

ческие карты, на которых деталь изображают в промежуточных стадиях изготовления.

3.2. Последовательность выполнения чертежей деталей

При выполнении чертежей деталей по чертежу общего вида (в учебном процессе – учебных сборочных чертежей) следует придерживаться определенной последовательности операций. Соблюдение этой последовательности ускоряет изготовление чертежей, так как избавляет от многих ошибок.

Рабочие чертежи деталей рекомендуется выполнять в два этапа.

Подготовительный этап:

1. Найти намеченную для детализации деталь на всех изображениях чертежа сборочной единицы (при эскизировании сборочная единица представлена в натуре).
2. Определить характер соединения детали с другими деталями, входящими в состав сборочной единицы.
3. Установить наименование детали, материал, из которого она изготовлена, назначение, рабочее положение.
4. Ознакомиться с конструкцией детали, расчленив ее на простейшие геометрические формы (рис. 9, 10 а, б). Определить стандартные элементы детали и габаритные размеры.
5. Выбрать положение детали для построения главного вида, дающего наиболее полное представление о ее форме и размерах.
6. Определить необходимое число изображений – видов, разрезов, сечений, выносных элементов.

Необходимо учитывать, что согласно ГОСТ 2.305-2008 число изображений должно быть минимальным, но достаточным для выявления в своей совокупности формы детали с исчерпывающей полнотой.

Дополнительные изображения — разрезы, сечения и выносные элементы применяют, когда необходимо показать конфигурацию и размеры отдельных элементов наружной и внутренней поверхности деталей. Эти изображения располагают на свободном месте чертежа в увеличенном масштабе (рис. 13).

Основной этап:

7. Выбрать масштаб изображения из ряда, указанного в ГОСТ 2.302-68.
8. Выбрать необходимый формат листа бумаги и провести его компоновку. Формат листа бумаги выбирается согласно ГОСТ 2.301-68. Следует помнить, что формат А4 располагается только вертикально.
9. При определении габаритов изображений следует предусмотреть свободное место для нанесения размерных линий и размерных чисел, помня, что размерные линии предпочтительно размещать вне пределов изображений.
10. Выполнить изображения. Для этого необходимо:
 - наметить на формате места расположения изображений с соблюдением требований их взаимного расположения, проекционной связи, оптимальной полноты заполнения изображениями поля формата;

- провести осевые и центровые линии;
 - нанести тонкими линиями очертания наружных контуров детали;
 - уточнить и выполнить необходимое количество разрезов и сечений (отдельных и совмещаемых с основными видами);
 - вычертить изображения резьбы;
 - вычертить изображения мелких элементов детали – канавок, фасок, скруглений (размеры фасок и скруглений – стандартные и выбираются из приводимых ниже рядов). При наличии стандартных элементов использовать их стандартные изображения;
 - выполнить условности и упрощения по ГОСТ 2.305-2008.
11. Нанести выносные и размерные линии. При этом рекомендуется размеры внешних элементов наносить со стороны вида, а внутренних – со стороны разреза, согласуя размеры детали с размерами сопрягаемых элементов.
 12. Нанести с учетом масштаба изображения размерные числа, которые Вы получили замером линейных величин на чертеже общего вида или при измерении готовой детали при работе над её эскизом.
 13. Проставить размеры на стандартные элементы детали (диаметры резьбы, фаски, проточки, шпоночные пазы, размеры «под ключ» и др.).
 14. Выполнить штриховку разрезов и сечений детали. Для всех изображений детали параметры штриховки (наклон и шаг штриховых линий) должны быть одинаковыми (ГОСТ 2.306-68).
 15. Выполнить необходимые надписи (обозначения изображений, технические требования и т.п.), используя шрифт чертежный по ГОСТ 2.304-81. Для обозначения на чертеже изображений применяются буквы русского алфавита. Буквенные обозначения присваиваются в алфавитном порядке без повторений и пропусков. Сначала обозначаются виды, разрезы, сечения, а затем выносные элементы. Размер шрифта буквенных обозначений должен быть на два номера шрифта больше размера цифр размерных чисел (рис. 13).
 16. Все таблицы размещают на свободном месте поля чертежа, справа от изображения или ниже его и выполняются по ГОСТ 2.105-95.
 17. На рабочих чертежах деталей, имеющих элементы зубчатых зацеплений (зубчатые колеса, рис. 79), согласно ГОСТ 2.403-75 в таблице параметров, помещаемой в правом верхнем углу чертежа, указать необходимые параметры (модуль, число зубьев и т.д.). Отметим, что на рис. 79 таблица показана упрощенно.
 18. Заполнить основную надпись в соответствии с ГОСТ 2.104-2006.

Графу 1 (наименование изделия) основной надписи заполните по тексту спецификации, графу 3 (материал изделия) – по записи в пояснительном тексте чертежа общего вида или по спецификации.

В графе 2 (обозначение) основной надписи впишите обозначение этой конкретной детали, данное ей разработчиками, которое возьмите без изменений из соответствующей графы спецификации.

При выполнении эскиза обозначение детали формируется по шаблону:
ИГ.РГР XX.YY.ZZ.00

где XX — номер РГР (например, «04»); YY — номер сборочной единицы в ящике; ZZ — порядковый номер детали (присваивается студентом самостоятельно, например, «01»).

3.3. Некоторые общие рекомендации для выполнения рабочих чертежей

Детали, имеющие стандартное изображение (пружина, колесо зубчатое и т. п.), должны выполняться по соответствующим стандартам.

Элементы деталей, имеющие стандартное изображение и простановку размеров (резьба, элементы зацепления зубчатых колес, сварных швов и др.) должны выполняться по соответствующим стандартам.

Стандартные размеры элементов деталей (фаски, скругления, шпоночные пазы, элементы резьбы, размеры «под ключ» и т.п.) проставляются согласно соответствующим стандартам, основные из которых приведены ниже.

Желательно линии невидимого контура не изображать на чертеже, а использовать разрезы и сечения для облегчения чтения чертежа. Линии невидимого контура наносят только в тех случаях, когда для выявления элементов детали нецелесообразно применять разрез или дополнительный вид.

Нельзя упрощать конструкцию деталей и опускать литейные уклоны, конусности, галтели, закругления, фаски, смазочные канавки и т.п. (рис. 14).

Мелкие элементы деталей допускается изображать увеличенными, как выносные элементы. При этом на основном изображении этот элемент может быть показан упрощенно.

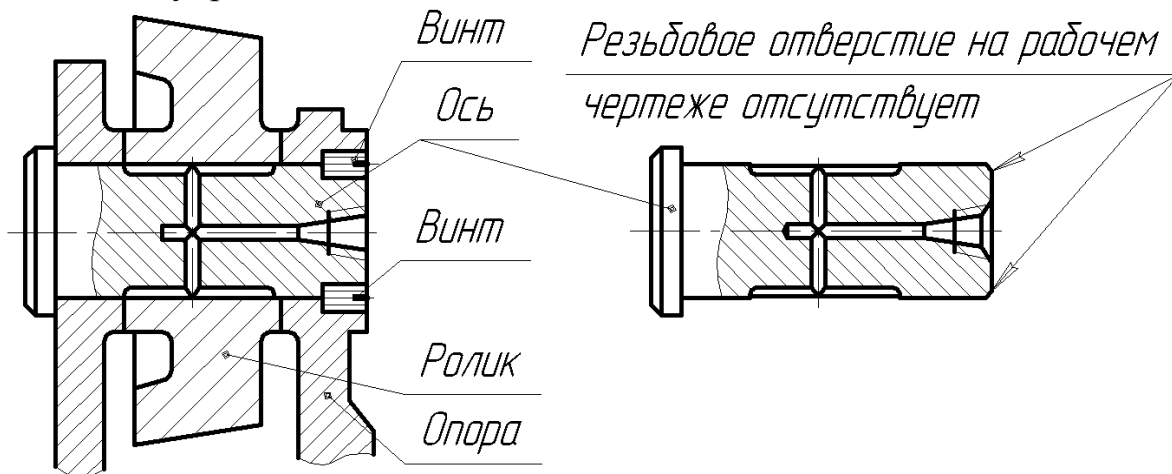


Рис. 14

Когда обработка отверстий детали под винт, заклепки, штифты и т.д. должна производиться в процессе сборки с другими изделиями, на чертеже детали отверстия не изображают и никаких указаний в технических требованиях не помещают. Все данные, необходимые для обработки таких отверстий, помещают на сборочном чертеже (рис. 14).

При выполнении изображений необходимо использовать условности и упрощения по ГОСТ 2.305-68. Отметим некоторые из них:

- если деталь имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то на ее изображении полностью показывают один – два таких элемента, а остальные не изображаются (например, одно – два отверстия, а у остальных фиксируются только центры пересечения осей);
- спицы маховиков, зубчатых колес, тонкие стенки, ребра жесткости и т.д. показывают разрезанными, но незаштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси (длинной стороны) таких элементов (рис. 8);
- для выделения на чертеже плоских поверхностей на них проводят диагонали сплошными тонкими линиями (рис. 13);
- длинные детали (элементы), имеющие постоянное или закономерно изменяющееся поперечное сечение (валы, шатуны, стержни), допускается изображать с разрывами (рис. 13);
- для показа отверстия в ступицах зубчатых колес, шкивов, а также для шпоночных пазов вместо полного изображения детали допускается давать лишь контур отверстия или паза.

4. ПРАВИЛА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАНЕСЕНИЮ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖЕ

Размеры – неотъемлемая часть машиностроительного чертежа. По ним определяют величину объекта и его составных частей, конструктивные особенности объекта и даже характер взаимодействия элементов конструкции.

Особенно важны размеры на рабочем чертеже детали. Здесь они помогают прочесть чертеж (выяснить наличие, характер и взаимное расположение геометрических элементов детали), позволяют точно воспроизвести деталь по чертежу, не прибегая к обмерам изображения, ограничивают варианты технологического исполнения детали.

С помощью размеров конструктор обеспечивает работоспособность и взаимозаменяемость детали, а технолог выбирает порядок ее изготовления.

Основные элементы размера показаны на рис. 15. Обязательными элементами размера являются размерная линия и размерное число (размер «20» на рис. 15), остальные элементы обеспечивают удобство размещения размера на чертеже.

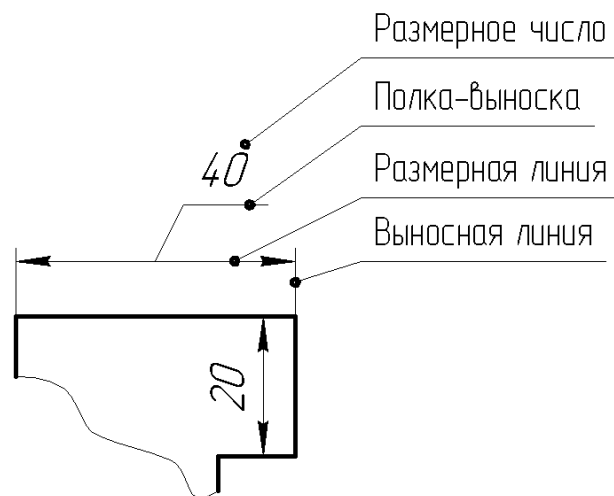


Рис. 15

4.1. Основные положения

Правила нанесения размеров и предельных отклонений на чертежах всех отраслей промышленности регламентируются ГОСТ 2.307-2011. К основным положениям стандарта относятся следующие:

1. Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями.
2. Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единицы измерения. В случаях, когда размеры приводят в технических требованиях, примечаниях и других пояснительных надписях на поле чертежа, единица измерения при размерном числе обязательно указывается.
3. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единиц измерения.
4. Размерные числа на чертежах должны соответствовать натуральным размерам детали независимо от выбранного масштаба ее изображения.
5. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.
6. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях.
7. Не рекомендуется наносить размеры от невидимого контура, изображенного на чертеже. В подобных случаях целесообразнее вскрывать контуры невидимых элементов детали на чертеже с помощью разрезов и сечений (рис. 16).

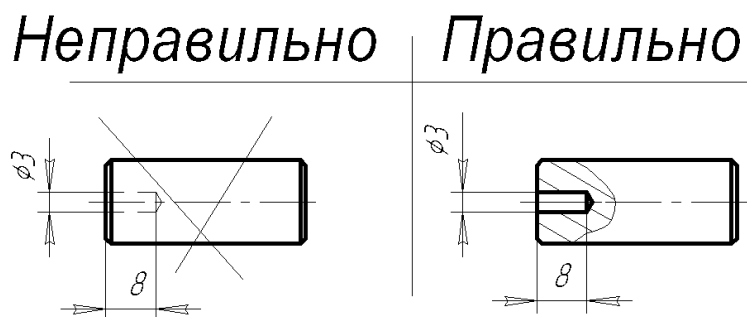


Рис. 16

8. Размеры, не подлежащие выполнению (контролю) по данному чертежу и указываемые для большего удобства использования чертежа, называются **справочными**. Справочные размеры на чертеже указывают знаком «*», а в технических требованиях записывают: «* Размеры для справок».

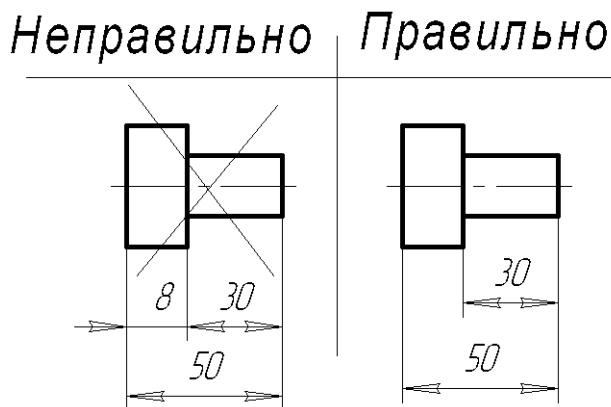


Рис. 17

9. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.
10. Наносить размеры на чертежах в виде замкнутой цепи не допускается (рис. 17, 18). Исключением являются случаи, когда один из размеров указывают как справочный.
11. Размеры на фаски и проточки проставляются, как показано в [1, 3.2, рис. 3.13, 3.14].
12. Для нанесения размеров необходимо предусматривать возможность удобного их измерения при контроле (рис. 19).

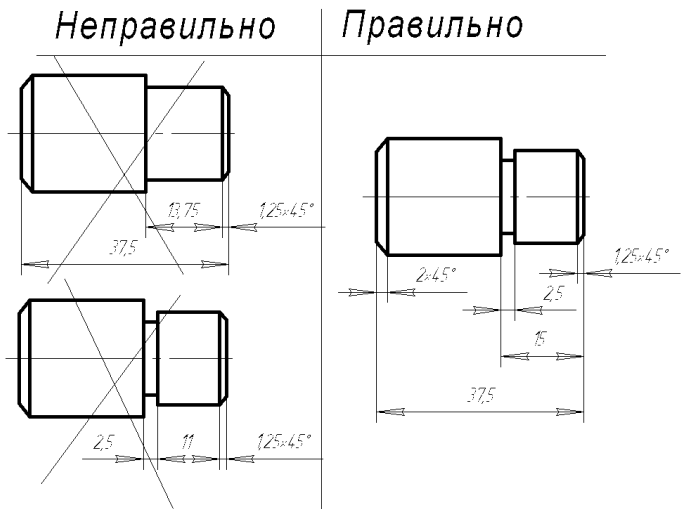


Рис. 18

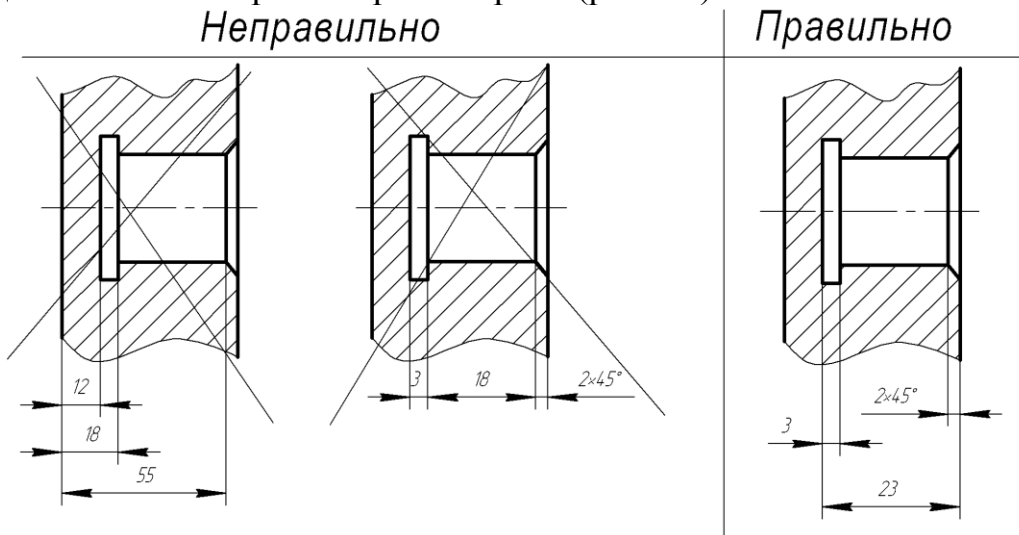


Рис. 19

4.1.1. Нанесение выносных и размерных линий

ГОСТ 2.307-2011 определяет следующие правила нанесения выносных и размерных линий:

1. Размерные и выносные линии проводят на чертежах сплошными тонкими линиями толщиной, равной $1/3 \dots 1/2$ толщины основной сплошной линии. Толщину основной сплошной линии (S) выбирают в интервале $0,6 \dots 1,5$ мм.
2. Размерные линии с обеих сторон ограничивают стрелками (рис. 15, 20).

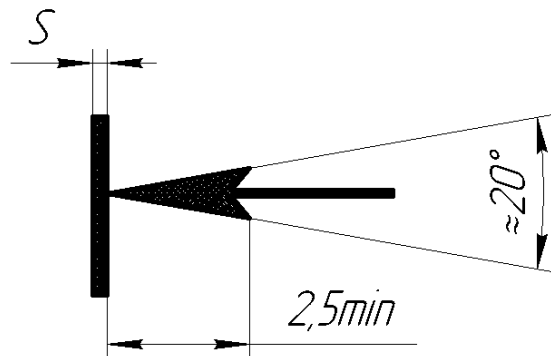


Рис. 20

3. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения. При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии — перпендикулярно к нему, рис. 21.

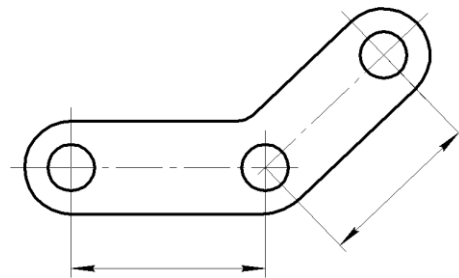


Рис. 21

4. Допускается проводить размерные линии непосредственно к линиям видимого контура (рис. 15), осевым (рис. 21), центровым и другим линиям.
5. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерных линий на 1...5 мм. Расстояние от размерной линии до параллельной ей линии контура, осевой, центровой, выносной, размерной и др. линии должно быть в пределах 7...10 мм.
6. Необходимо избегать пересечения размерных линий с выносными и особенно пересечения размерных линий между собой. Поэтому рекомендуется меньшие размеры размещать ближе к контурным линиям чертежа (рис. 22). Допускается пересечение выносных линий между собой (рис. 22). Линии видимого контура, штриховые, осевые, центровые и выносные использовать в качестве размерных запрещается.

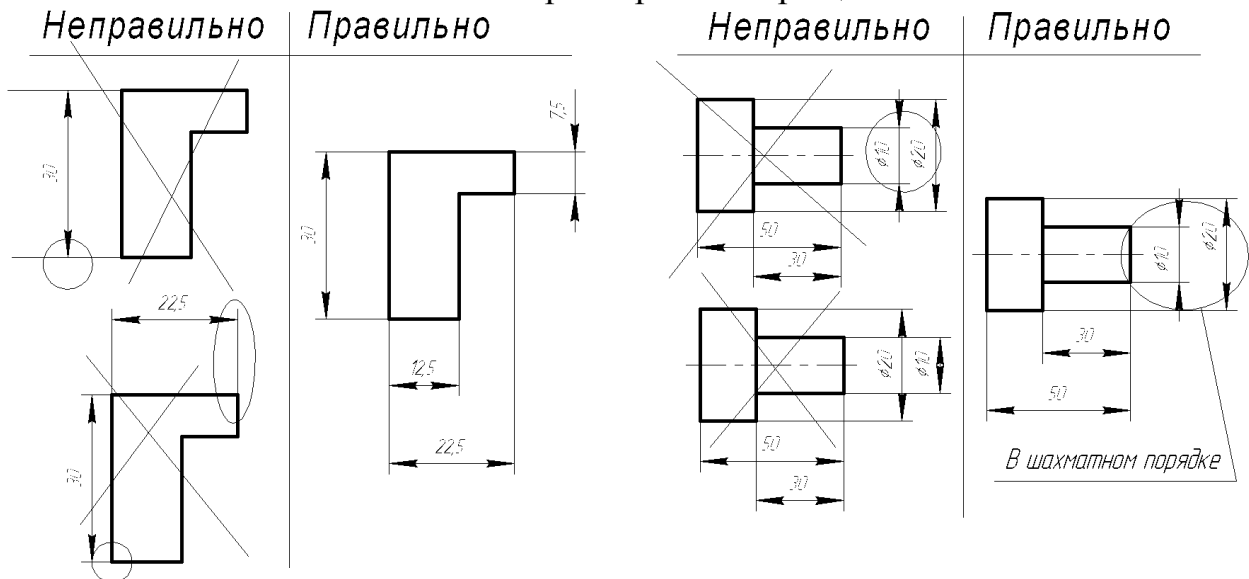


Рис. 22

7. Если вид или разрез симметричной детали или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводят с тем же обрывом. При этом обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва детали (рис. 23).
8. При указании размера диаметра окружности (независимо от полноты ее изображения) допускается размерную линию проводить с обрывом, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (рис. 24).

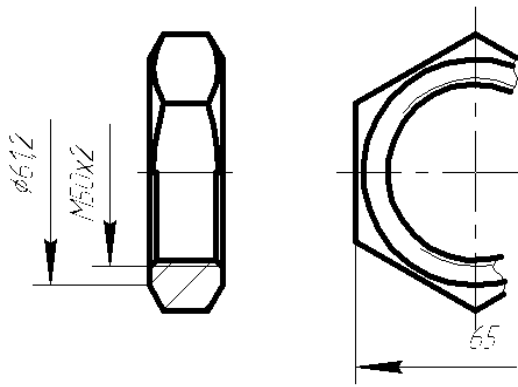


Рис. 23

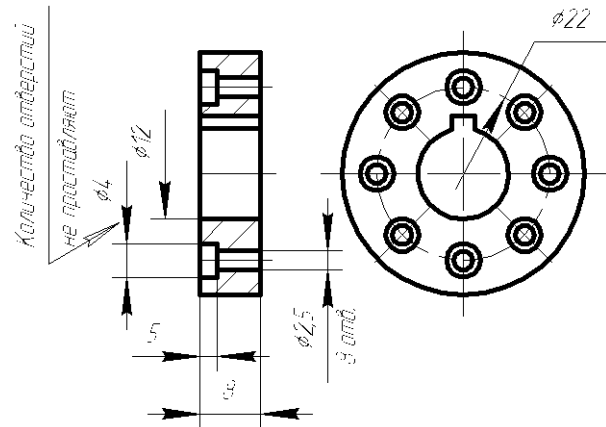


Рис. 24

9. При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять точками или штрихами, наносимыми под углом 45° к размерным линиям. Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают и стрелки наносят снаружи (рис. 25 а, б).

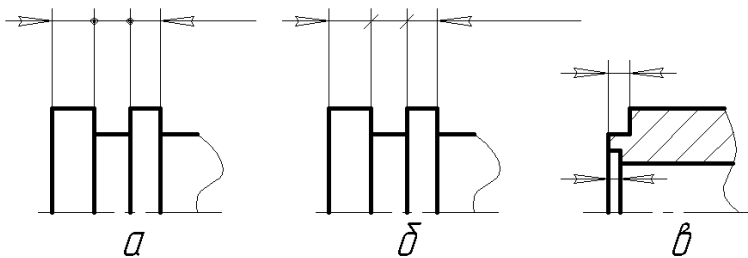


Рис. 25

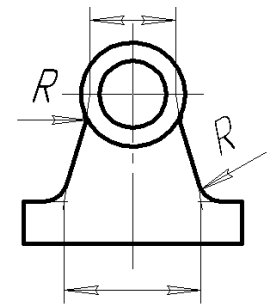


Рис. 26

10. При нанесении размеров элементов детали, когда линии их контура сопрягаются плавными переходами, или при координировании вершин округляемых углов — линии контура следует продолжить сплошными тонкими линиями до взаимного пересечения или пересечения с другими линиями чертежа. Из полученных точек пересечения провести выносные линии (рис. 26).
11. При недостатке места для стрелок из-за близкого расположения контурной или выносной линии последние разрешается прерывать (рис. 27). Этим обеспечивается определенность размера, исключая ошибки при его чтении.

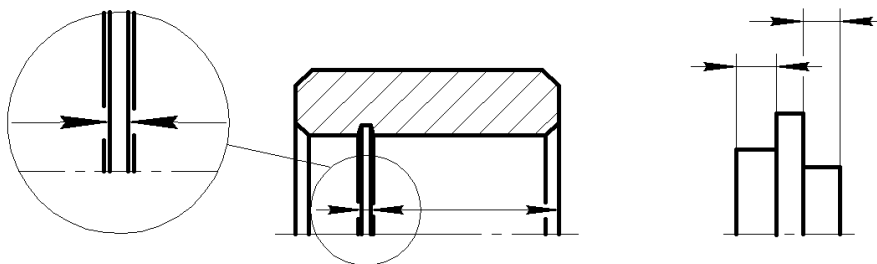


Рис. 27

12. При отсутствии на чертеже места для нанесения размерных линий или размерных чисел выполняют выносной элемент детали в увеличенном масштабе и наносят необходимые номинальные размеры [1, 2.5, рис. 2.30].
13. Если при нанесении размера радиуса (диаметра) дуги окружности необходимо указать размер, определяющий положение ее центра (рис. 28), то его изображают в виде пересечения центровых или выносных линий тонкими линиями $S=0,4 \dots 0,5$ мм.
14. В случае, когда размеры, определяющие положение центра, не указывают, допускается размерную линию радиуса не доводить до центра, а смещать ее относительно центра (рис. 29). При этом размерные линии радиусов проводят как со стороны вогнутости, так и выпуклости определяемой дуги окружности. Выбор способа определяется удобством нанесения размерного числа и чтения чертежа. При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально, рис. 29).

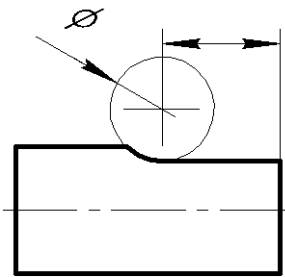


Рис. 28

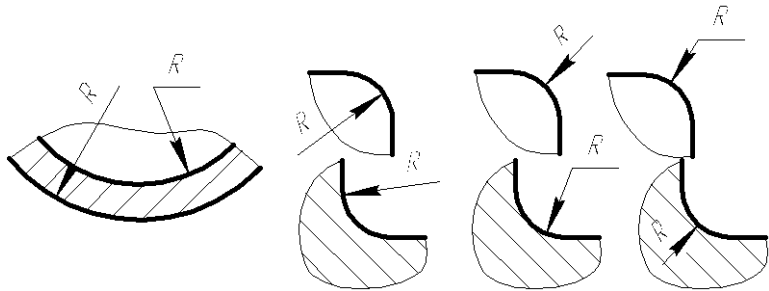


Рис. 29

15. Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу детали (пазу, отверстию), следует группировать и наносить на том изображении, где геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 30).

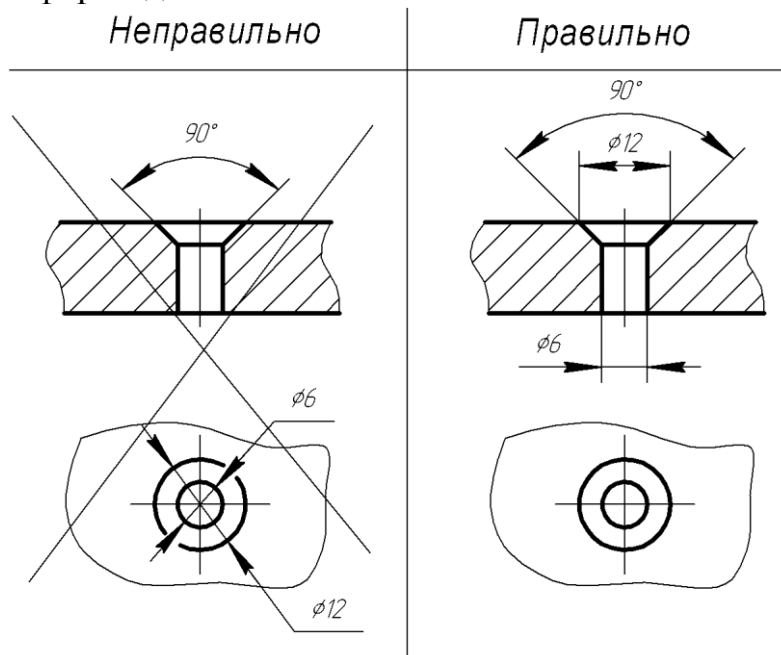


Рис. 30

16. Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием количества этих элементов (рис. 24).
17. При нанесении размеров на чертеже детали со сложным внешним и внутренним контуром необходимо группировать их, где возможно. Размеры, относящиеся к внутреннему контуру, — со стороны разреза, размеры внешнего контура, — со стороны вида (рис. 76).
18. Координировать отверстия рекомендуется на изображениях, полученных проецированием детали на плоскость, перпендикулярную к осям отверстий (рис. 31). При равномерном расположении отверстий по окружности указывают диаметр этой окружности и количество отверстий, а угловые размеры, определяющие их взаимное расположение, не наносят (рис. 32).

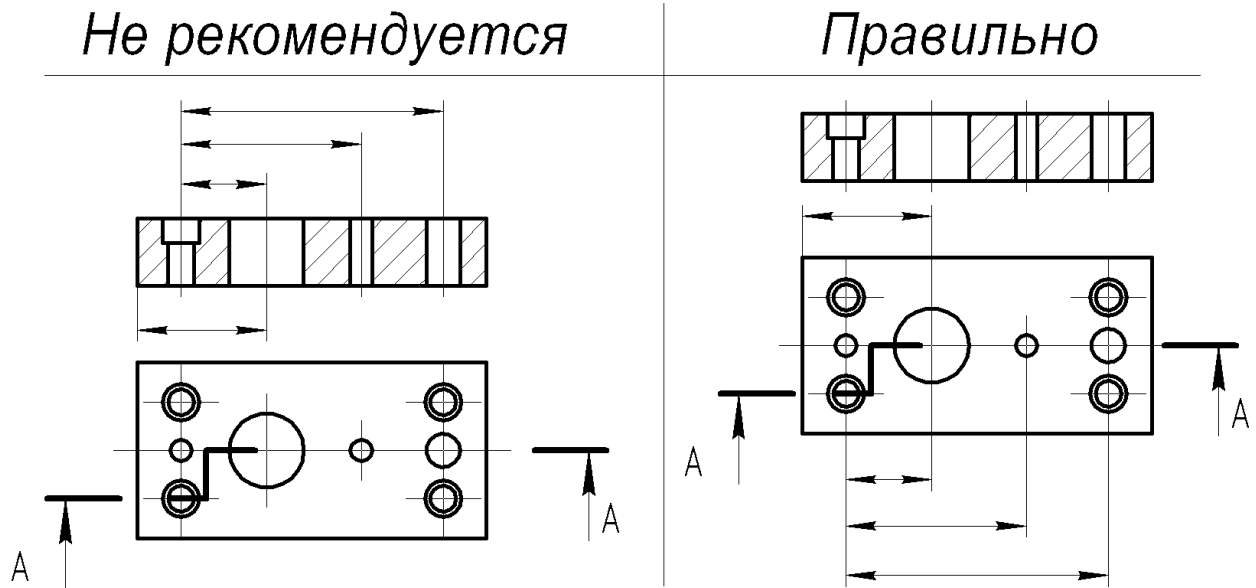


Рис. 31

19. При наличии у детали ряда концентрических поверхностей вращения размеры диаметров этих поверхностей предпочтительно наносить на изображениях, полученных проецированием детали на плоскость, параллельную оси вращения. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси вращения, наносят диаметры окружностей, на которых расположены оси отверстий (рис. 31).

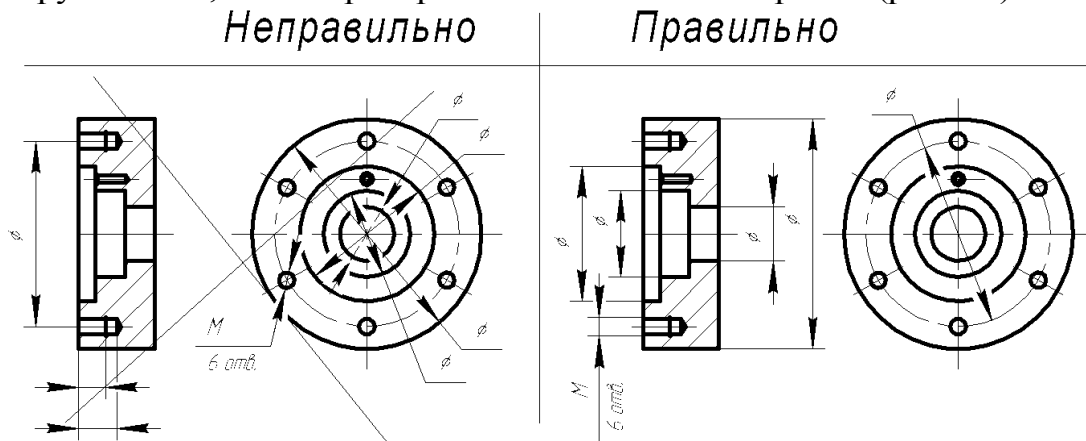


Рис. 32

20. Размеры двух симметрично расположенных элементов детали (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя в одном месте все размеры. Количество одинаковых отверстий всегда указывают полностью, а их размеры — только один раз (рис. 24).
21. При нанесении размеров, определяющих расстояния между одинаковыми, равноотстоящими друг от друга элементами детали, следует указывать размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 33).

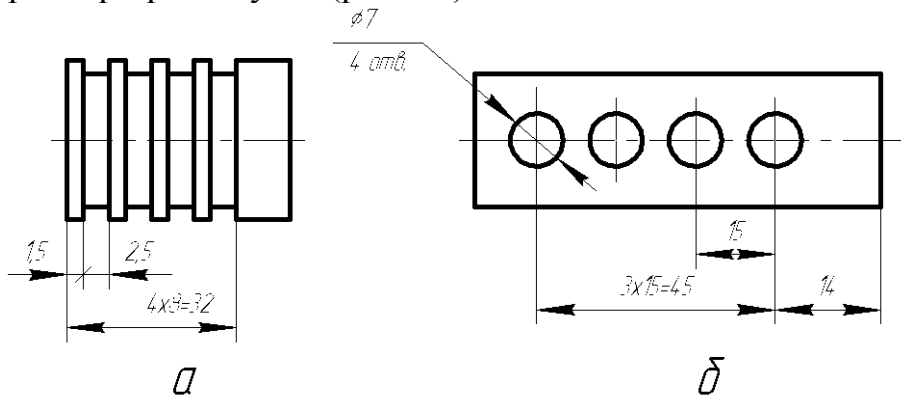


Рис. 33

4.1.2. Нанесение размерных чисел

ГОСТ 2.307-2011 определяет следующие правила нанесения размерных чисел:

1. Высота цифр размерных чисел должна быть одинаковой в пределах одного чертежа. Цифры следует писать стандартным шрифтом высотой не менее 3,5 мм.
2. Размерные числа линейных и угловых размеров наносят над размерной линией, параллельно ей и возможно ближе к ее середине.
3. Размерные числа разделять или пересекать какими-либо линиями чертежа не допускается. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и штриховку прерывают. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа, а также наносить размерное число в местах пересечения осевых, центровых и размерных линий. В этом случае размерные числа смещают относительно середины размерных линий.
4. При нанесении нескольких параллельных (или концентричных) размерных линий размерные числа над ними рекомендуется несколько смещать от середины, располагая их в шахматном порядке (рис. 34).
5. Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий наносят, как показано в [1, 1.6.1, рис. 1.7]. Если размерную линию располагают в заштрихованной зоне, то размерное число наносить над ней нельзя. Его следует выносить на полку линии-выноски, расположенной параллельно основной надписи чертежа.

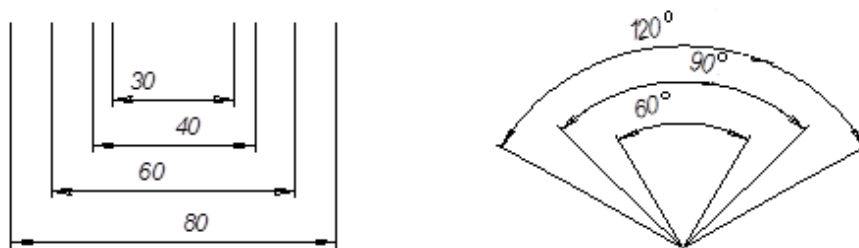


Рис. 34

6. Угловые размеры наносят, как показано в [1, 1.6.1, рис. 1.8]. Для углов малых размеров при недостатке места размеры помещают на полках линий-выносок в любой зоне (размер «10°» в [1, 1.6.1, рис. 1.8]).

4.1.3. Нанесение условных знаков и надписей

ГОСТ 2.307-2011 определяет следующие правила нанесения условных знаков и надписей:

1. При нанесении размера радиуса — перед размерным числом помещают прописную букву *R*. Перед размерным числом диаметра наносят знак \varnothing . Высота знаков равна высоте цифры.
2. При нанесении размера длины дуги окружности над размерным числом наносят знак « \frown ».
3. Нанесение условных знаков на размерах сферы показано в [1, 1.6.2, рис. 1.15].
4. Нанесение условных знаков на размерах квадрата показано в [1, 1.6.2, рис. 1.16].
5. Перед размерным числом, характеризующим конусность, наносят знак «>» [1, 1.6.4, рис. 1.19]. При назначении конусности какого-либо конического соединения следует применять нормальные конусности по ГОСТ 8593-57 (табл. 1).

Таблица 1

Нормальные конусности по ГОСТ 8593-57

Конусность К	Угол конуса	Угол уклона	Исходное значение	Конусность К	Угол конуса	Угол уклона	Исходное значение
1:200	0°17'11"	0°8'36"	К	1:7	8°10'16"	4°5'8"	К
1:100	0°34'23"	0°17'11"		1:5	11°25'16"	5°42'38"	
1:50	1°8'45"	0°34'23"		1:3	18°55'29"	9°27'44"	
1:30	1°54'35"	0°57'17"		1:1,866	30°	15°	2 α
1:20	2°51'51"	1°25'56"		1:1,207	45°	22°30'	
1:15	3°49'6"	1°54'33"		1:0,866	60°	30°	
1:12	4°46'19"	2°23'9"		1:0,652	75°	37°30'	
1:10	5°43'29"	2°51'45"		1:0,500	90°	45°	
1:8	7°9'10"	3°34'35"		1:0,289	120°	60°	

6. Перед размерным числом, характеризующим уклон, наносят знак « \sphericalangle », угол которого должен быть направлен в сторону уклона [1, 1.6.4, рис. 1.20]. В случаях нанесения обозначений конусности и уклона на полках

линий-выносок последние проводят параллельно оси конуса или основной плоскости уклона.

7. В случае, когда деталь изображена в одной проекции, размер ее толщины или длины наносят, как показано на рис. 35, где буквы «S» и «L», стоящие перед размерным числом, определяют соответственно толщину и длину детали.

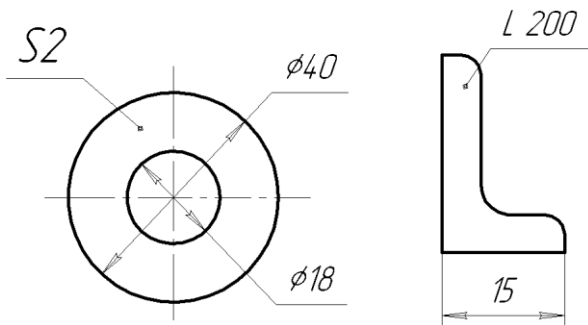


Рис. 35

4.2. Нанесение размеров с учетом конструктивных и технологических требований

При проектировании машин и механизмов в целях сокращения количества типоразмеров заготовок, режущего инструмента, контрольных приспособлений размеры, полученные расчетным путем, должны корректироваться и соответствовать линейным размерам по ГОСТ 6636-69 «Нормальные линейные размеры» и угловым размерам по ГОСТ 8908-81 «Нормальные углы».

4.2.1. Сопряженные и свободные размеры

Поверхности, по которым детали соединяются, называются *сопрягаемыми*, а размеры, по которым происходит соединение, называются *сопряженными* или *основными*. Прочие, не связанные между собой поверхности и размеры, называются *свободными*.

Сопряженные размеры определяют взаимное положение деталей в механизме. Они обеспечивают точность работы деталей, возможность сборки и разборки и обычно выполняются с относительно высокой точностью.

На рис. 36 показаны некоторые сопряженные (*O*) и свободные (*св*) размеры. Характер соединения деталей в механизме зависит от условий работы как отдельных его деталей, так и всего механизма в целом. Там, где по условиям работы требуется большая точность, номинальные размеры сопрягаемых поверхностей обычно назначаются одинаковыми и контуры этих поверхностей на сборочном чертеже изображаются одной линией (например, детали 3 и 4 на рис. 6).

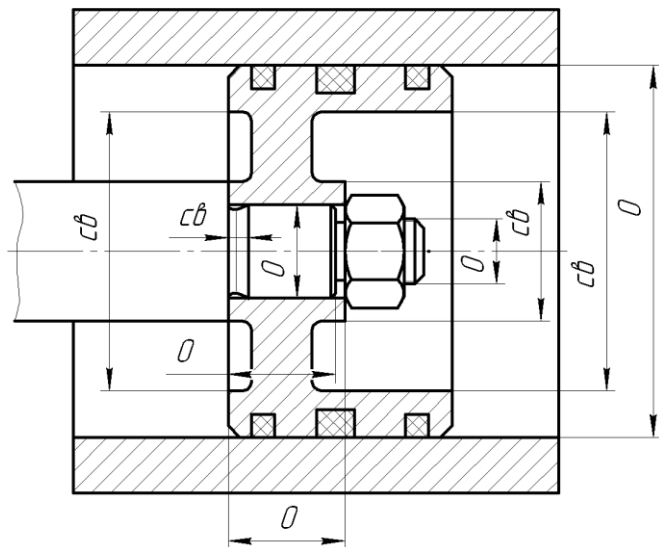


Рис. 36

4.2.2. Способы нанесения размеров

Существует всего три способа нанесения размеров на чертеже: цепной, координатный, комбинированный.

При цепном способе размеры наносят последовательно (рис. 37, а). В этом случае размеры отдельных элементов детали выдерживаются самостоятельно, их точность не зависит от точности выполнения соседних размеров.

Но если взять длину участка, состоящего из нескольких элементов (например, размер *A*), то на этой длине будут суммироваться погрешности отдельных размеров, входящих в длину участка. Поэтому применение цепного способа нанесения размеров целесообразно в тех случаях, когда требуется выдержать точные размеры отдельных элементов детали, а их расположение на ней высокой точности не требует.

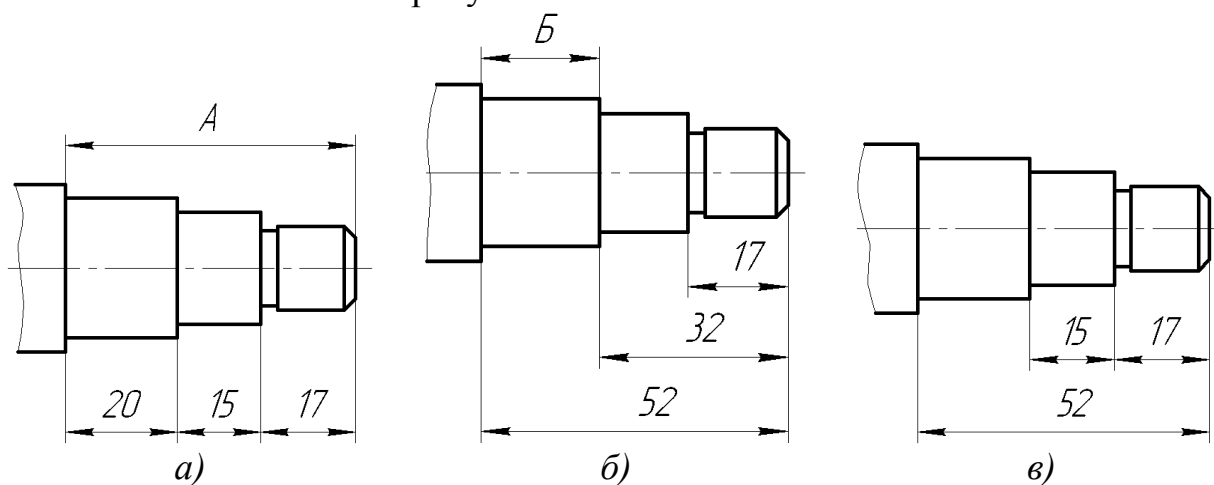


Рис. 37

При координатном способе размеры в каждом направлении наносят от одной предварительно выбранной базы (рис. 37, б). В этом случае размеры, определяющие расположение элементов на детали, выдерживаются самостоятельно и могут быть выполнены с высокой точностью. Точность выполнения размеров самих элементов (например, размер *B*) будет зависеть от суммы погрешностей координатных размеров.

Поэтому применение координатного способа нанесения размеров целесообразно в случаях, когда требуется точно выдержать размеры, определяющие расположение элементов на детали, а их размеры высокой точности не требуют.

В случаях, когда необходимо точно выдержать размер некоторых отдельных элементов детали, а также размеры, характеризующие их расположение, применяют комбинированный способ нанесения размеров (рис. 37, в), который представляет собой сочетание цепного и координатного способов. Комбинированный способ учитывает нанесение размеров, определяемых конструктивной необходимостью и технологией изготовления детали, и поэтому он широко применяется в производстве.

4.3. Нанесение размеров с учетом конструкторских и технологических баз

4.3.1. Конструкторские базы

Для правильной работы каждого механизма необходимо обеспечить определенное взаимное расположение его деталей. Совокупность поверхностей, линий или точек, определяющих положение детали в механизме, называется *конструкторской базой детали*.

Например, из чертежа сборочной единицы (рис. 38) видно, что при заданной ширине ролика основным размером по длине оси является размер A — он должен быть выдержан с определенной точностью для того, чтобы обеспечить зазор B между роликом и кольцом (ролик должен свободно вращаться на оси). В данном случае на чертеже оси (рис. 39) целесообразно нанесение размера A от конструкторской базы.

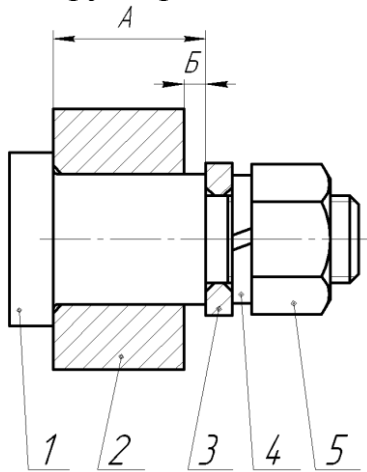


Рис. 38

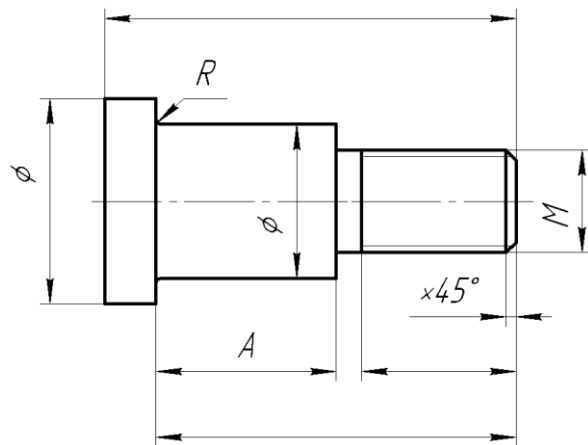


Рис. 39

В качестве конструкторских баз наряду с материальными часто принимаются геометрические элементы деталей (осевые линии отверстий и валов, биссектрисы углов, оси симметрии детали и т.п.).

4.3.2. Технологические базы

В ряде случаев нанесение размеров от конструкторских баз значительно усложняет изготовление деталей. Поэтому на производстве нанесение размеров часто выполняют не от конструкторских, а от технологических баз, т.е. с учетом технологии обработки детали.

Совокупность поверхностей, линий или точек детали, по отношению к которым определяется положение рассматриваемой поверхности в процессе ее обработки, называется *технологической базой* детали.

Нанесение размеров от технологических баз согласуется с последовательностью обработки детали. В качестве примера рассмотрим один из вариантов обработки детали, изображенной на рис. 40. Размеры на чертеже этой детали проставлены с учетом последовательности ее обработки по операциям.

- выбирается заготовка — пруток $D = 48$ мм;
- подрезается правый торец и точится цилиндр $D = 46$ мм и длиной $L = 95$ мм. Правый торец является технологической базой;
- точится цилиндрическая поверхность $D = 36$ мм, $L = 80$ мм. Создается вторая технологическая база. Снимается фаска на правом торце;

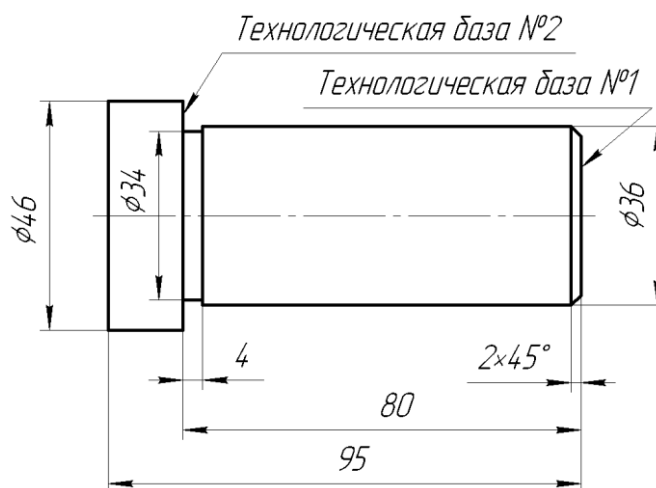


Рис. 40

- выполняется проточка $D = 34$ мм, $L = 4$ мм;
- от второй технологической базы через 15 мм деталь отрезается от прутка.

4.3.3. Выбор баз для нанесения размеров

Перед простановкой размеров необходимо разобраться в конструкции заданной сборочной единицы и характере работы каждой ее детали. Сопряженные размеры рекомендуется наносить от конструкторских баз, а свободные размеры, как правило, — от технологических баз с учетом вида обработки детали.

4.3.4. Особенности нанесения размеров на чертежах деталей в зависимости от способа их изготовления

Чтобы свободно вынуть из формы деталь, изготовленную литьем, предусматривают специальные формовочные уклоны. Такие уклоны на чертежах могут быть заданы отношением или процентом, конусностью, угловым или линейным размерами. Величину формовочных уклонов в зависимости от различных факторов назначают от $0^{\circ}15'$ до 5° .

Чтобы не наносить на чертеже большого количества одинаковых размеров формовочных уклонов и литейных радиусов, в технические требования чертежа вводят пункты «Неуказанные формовочные уклоны 3° » и «Неуказанные литейные радиусы 3 мм».

Обычно часть поверхностей литых деталей (в основном — сопрягаемые поверхности) подвергают механической обработке. Если литая деталь имеет необработанные и обработанные поверхности, на чертеже этой детали наносят две группы размеров, из которых одни должны определять литейную заготовку, а другие — ее механическую обработку. При этом одна группа размеров должна связывать между собой только необработанные, а другая — только обработанные поверхности.

Для деталей, изготавливаемых давлением, наружные штамповочные уклоны берут не более 7° , а внутренние — не более 10° .

При выполнении рабочих чертежей деталей, получаемых гибкой, вытяжкой и т.п., нанесение размеров целесообразнее производить не от осей, а от существующих на деталях материальных баз (рис. 41).

Примеры нанесения размеров пазов и лысок, получаемых фрезерованием и строганием, показаны на рис. 42 – 44.

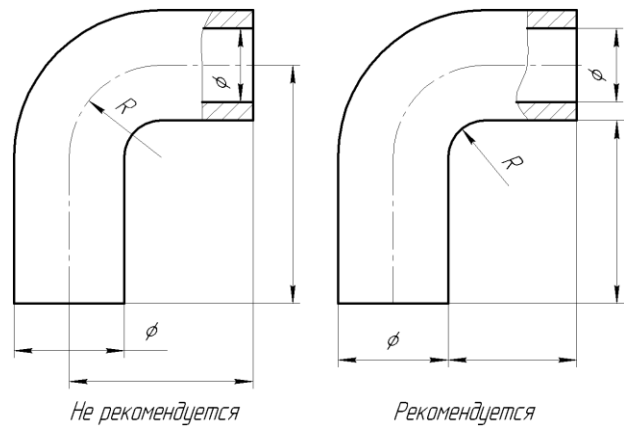


Рис. 41

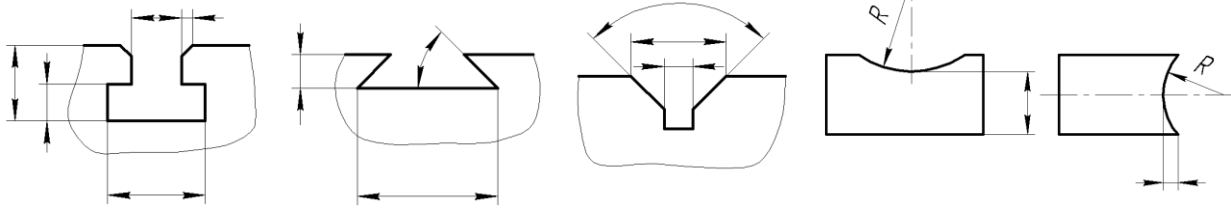


Рис. 42

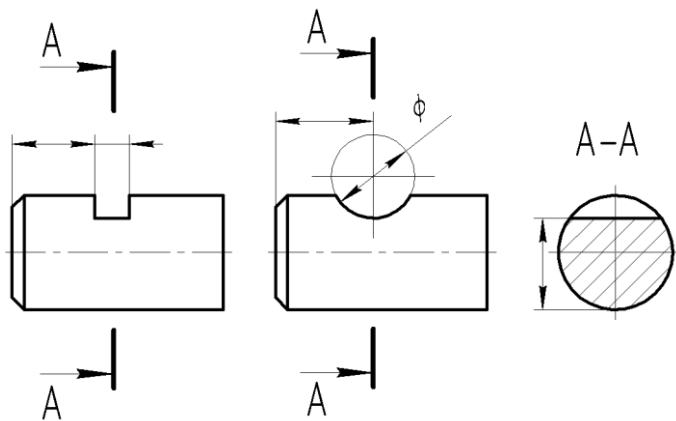
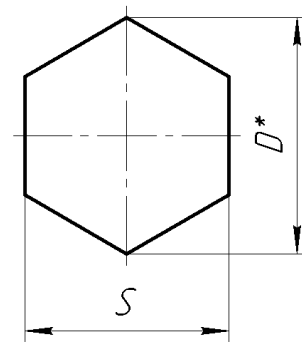


Рис. 43



* Размер для справок

Рис. 44

Размеры правильного шестиугольника на деталях резьбовых соединений наносят так, как показано на рис. 44. Размер S , называемый «размером под ключ», выбирается из стандартного ряда по ГОСТ 6424-73 [табл. 3.8], а размер D задается приблизительно. Соответствие размеров S и D можно легко вычислить или найти по табл. 2.

Таблица 2

Соответствие размеров S и D для правильных шестиугольников (мм)

S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D
4	4,6	8	9,2	17	19,6	27	31,2	41	47,3	65	75
5	5,8	10	11,5	19	21,9	30	34,6	46	53,1	75	86,5
5,5	6,3	12	13,8	22	25,4	32	36,9	50	57,7	85	98
7	8,1	14	16,2	24	27,7	36	41,6	55	63,5	95	110

Примеры нанесения размеров на некоторые элементы деталей, получаемых токарной обработкой, даны на рис. 45, 46.

Размеры отверстий, получаемых сверлением, показаны на рис. 47.

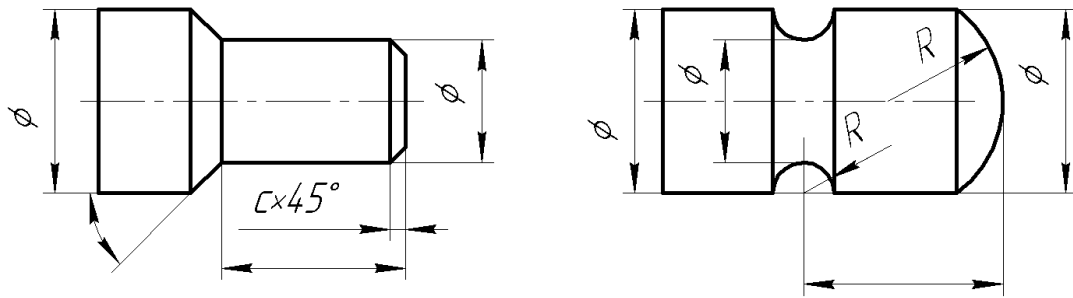


Рис. 45

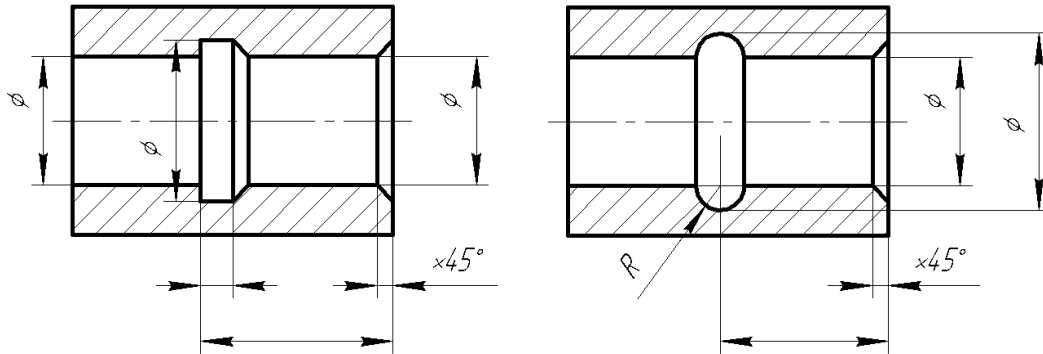


Рис. 46

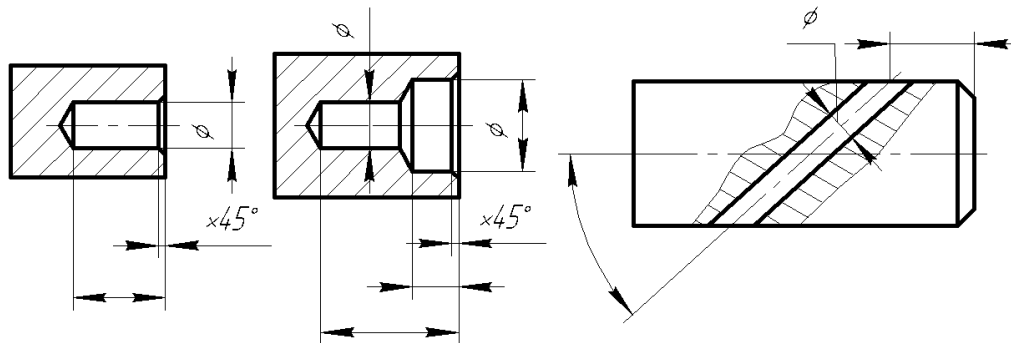


Рис. 47

4.3.5. Нанесение размеров в некоторых особых случаях

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления детали. Однако в некоторых случаях на чертежах наносят дополнительные размеры, которые не требуются для непосредственного изготовления детали. Такие размеры называют *справочными*.

Справочный размер указывают для того, чтобы непосредственно, без всяких подсчетов можно было получить справку о габаритах заготовки или детали. На чертежах справочные размеры помечают знаком «*», а в технических требованиях указывают: «* Размеры для справок» (рис. 44).

Нанесение размеров при наличии в детали элементов, одинаково отстоящих от выбранной базы, необходимо выполнять, как показано на рис. 48 — каждый номинальный размер необходимо наносить отдельно.

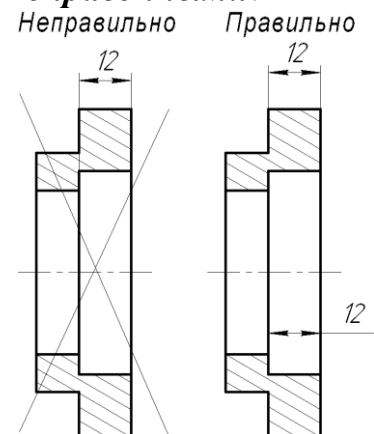


Рис. 48

5. ЭЛЕМЕНТЫ ДЕТАЛЕЙ

Любую деталь можно представить в виде совокупности конструкторских, конструкторско-технологических и технологических элементов. Часть таких элементов — фаски, проточки, скругления, шпоночные пазы, канавки и т.п. — встречается в подавляющем большинстве проектируемых деталей машин. Некоторые из этих элементов показаны на рис. 49 и 50.

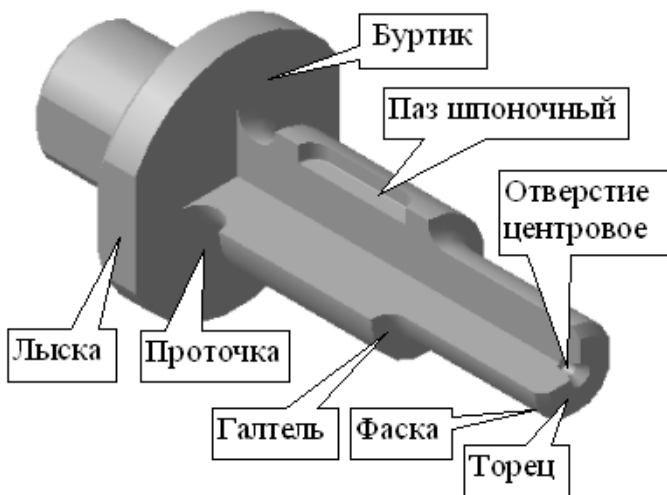


Рис. 49

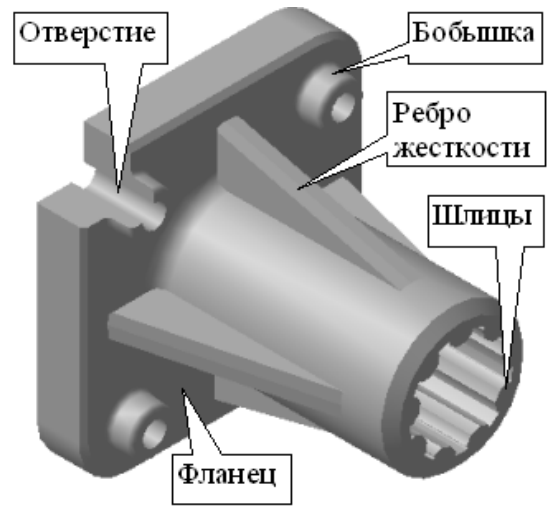


Рис. 50

5.1. Буртики, фаски, галтели, канавки, проточки

На валах и осях применяют *буртики*, в торцы которых упираются детали, установленные на вал или ось. Для повышения качества соединения на валу делают галтель с радиусом, меньшим радиуса галтели (катета фаски) насаживаемой детали (рис. 51, а и б), или выполняют в этом месте канавку (рис. 51, в).

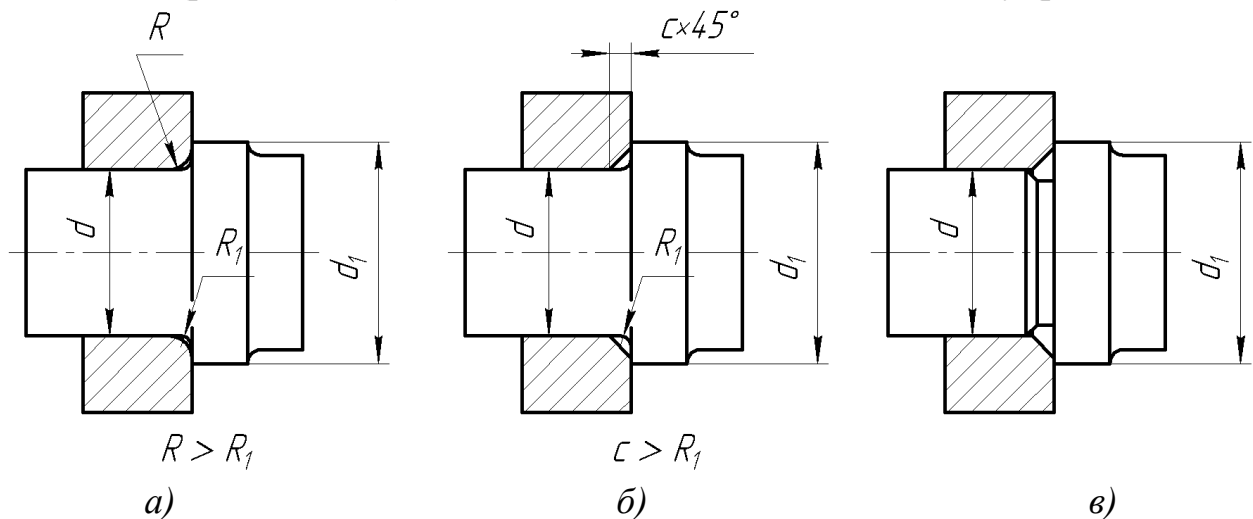


Рис. 51

Назначение, изображения и ряды размеров *фасок* и *скруглений (галтелей)* по ГОСТ 10948-64 приведены в [1, 3.2]. При соединении деталей, имеющих фаски и галтели, необходимо размер радиуса галтели выбирать меньше величины фаски (рис. 51, б).

Типы и изображения **канавок** приведены в [1, 3.1]. Размеры канавок для установки наружных упорных концентрических колец по ГОСТ 13940-86 приведены в табл. 3 [1, 3.1.1, рис. 3.3, 3.4].

Таблица 3

Размеры канавок для установки наружных упорных концентрических колец по ГОСТ 13940-86

d , мм	d_1 , мм	m , мм	h , мм (min)	d , мм	d_1 , мм	m , мм	h , мм (min)
10	9.5	1.2	0.75	30	28.5	1.4	2.3
14	13.2	1.2	1.2	35	33.0	1.9	3.0
16	15.0	1.4	1.5	40	37.5	1.9	3.8
20	18.6	1.4	2.1	50	47.0	2.2	4.5
24	22.5	1.4	2.3	65	62.0	2.8	4.5

Некоторые типоразмеры канавок под сальниковые войлочные кольца по МН 180-61 приведены в [1, 3.1.2, табл. 3.2].

Размеры канавок для выхода шлифовального круга по ГОСТ 8820-69 приведены в [1, 3.1.3, табл. 3.3].

Назначение и изображения **проточек** для выхода резьбы, а также размеры проточек для метрической резьбы по ГОСТ 10549-80 указаны в [1, 4.3].

5.2. Фланцы

Во фланцах расположены отверстия под крепежные детали (болты, винты и т.п.), с помощью которых они крепятся к другим деталям (рис. 50).

Для изображения на чертежах цилиндрических деталей с круглыми фланцами достаточно одного изображения — разреза, если отверстия равномерно расположены во фланце. В этом случае на разрезе отверстия указывают размеры его формы, положения и число таких отверстий, рис. 52. Если крепежные отверстия расположены неравномерно или отверстия имеют отличные размеры, фланец изображают в двух проекциях: в продольном разрезе и виде слева.

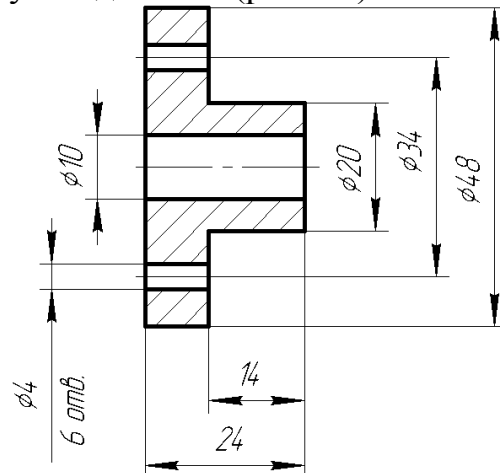


Рис. 52

Фланцы другой формы (квадратные, прямоугольные и др.) всегда изображаются в двух проекциях: продольном разрезе и виде слева, рис. 53.

Для изображений отверстий во фланцах поступают следующим образом. На рис. 53 в прямоугольном фланце детали имеются четыре отверстия, которые не попадают в разрез секущей плоскостью. Чтобы показать их глубину и не увеличивать число изображений, ГОСТ 2.305-68 рекомендует показывать отверстия в прямоугольных фланцах с помощью местного разреза, который ограничивают тонкой волнистой линией обрыва на главном виде.

Отверстия в цилиндрических фланцах, если они не попадают в секущую плоскость при условии их равномерного расположения на одной центральной окружности, рекомендуется показывать, как это выполнено на рис. 54. Отверстие условно повернуто до совмещения с секущей фронтальной плоскостью, а следовательно, может быть показано в разрезе. Необходимо отметить, что такой поворот допустим только для одинаковых по диаметру отверстий. Поэтому на чертеже достаточно показать такое отверстие в разрезе всего один раз, причем на любой проекции.

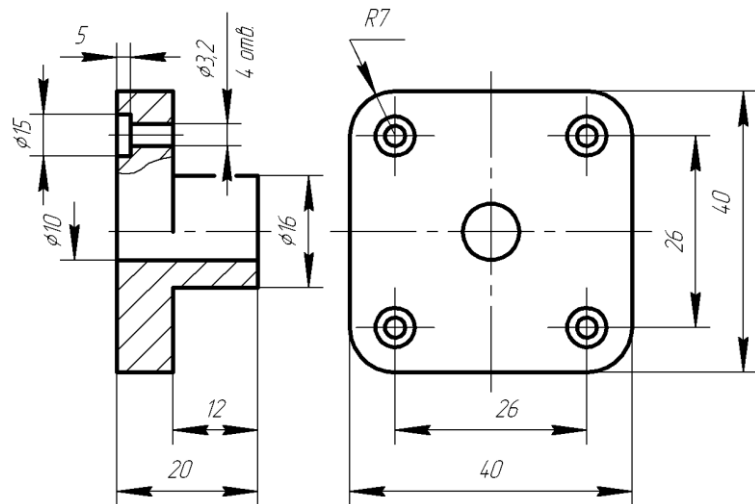


Рис. 53

Отверстие условно повернуто в плоскость разреза

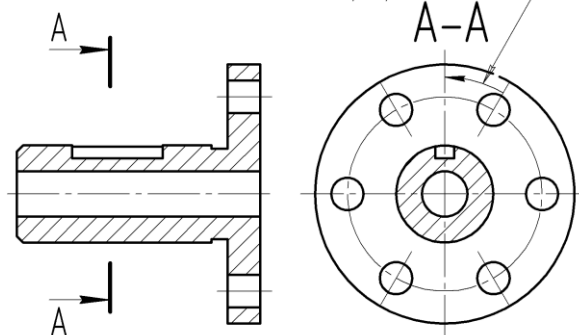


Рис. 54

5.3. Рифления, центровые отверстия, шпоночные пазы

Рифления на поверхности детали выполняют для того, чтобы деталь не проскальзывала в руках при повороте. Форма и основные размеры рифлений по ГОСТ 21474-75 приведены в [1, 3.4].

Центровые отверстия выполняются в торцах деталей типа «тело вращения» (валы, оси и т.п.). Гладкие центровые отверстия служат для закрепления деталей в центрах станка при обработке, отверстия с резьбой — для выполнения различных операций (термообработки, транспортирования и т.п.), при которых детали должны располагаться в вертикальном положении.

Форма и размеры центровых отверстий стандартизованы ГОСТ 14034-74. Стандарт предусматривает девять форм (исполнений) центровых отверстий:

- с углом конуса 60° (формы *A*, *B* и *T*);
- с углом конуса 75° (формы *C* и *E*);
- с дугообразной образующей (форма *R*);
- с метрической резьбой (формы *F*, *H* и *P*).

Геометрия отверстия формы *A* показана на рис. 3.20 в [1, 3.3.2]. Некоторые другие формы центровых отверстий показаны на рис. 55 (*a* — форма *B*; *b* — форма *T*; *в* — форма *C*; *г* — форма *R*).

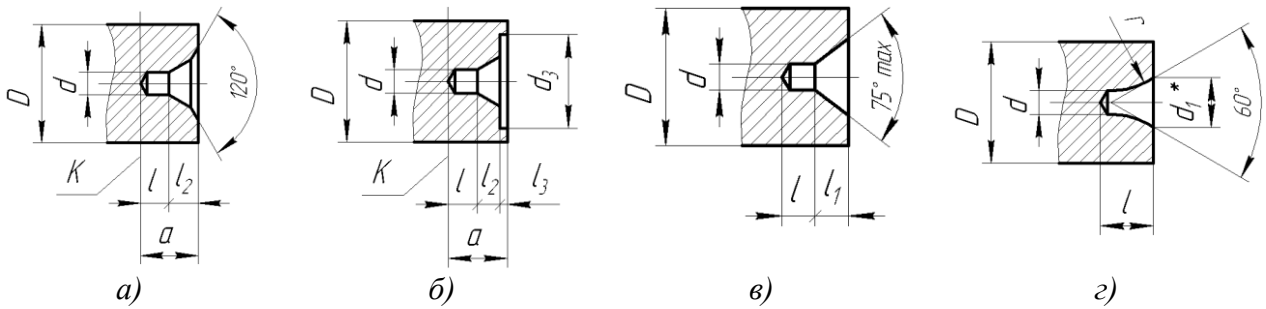


Рис. 55

Прочие сведения о центровых отверстиях, в т.ч. параметры центровых отверстий формы А по ГОСТ 14034-74 приведены в [1, 3.3.2].

Основные сведения, изображения и типоразмеры шпоночных пазов приведены в [1, 5.1.5].

5.4. Опорные поверхности под крепежные детали

К опорным поверхностям под крепежные детали относятся следующие группы стандартных элементов:

- места под установку винтов (с полукруглой, цилиндрической, потайной или полупотайной головкой), в том числе с учетом стопорных шайб (рис. 56, 57);
- места под шестигранные гайки и шестигранные головки болтов, под плоские и пружинные шайбы (рис. 58);
- опорные поверхности под заклепки (рис. 59);
- отверстия под концы установочных винтов.

Форма и размеры указанных опорных поверхностей (кроме отверстий под концы установочных винтов) определяются ГОСТ 12876-67. Основным размером, по которому выбираются размеры опорной поверхности, служит диаметр стержня крепежной детали d . Для опорных поверхностей, показанных на рис. 58, дополнительно уточняются группы крепежных элементов — нормальные, увеличенные или уменьшенные.

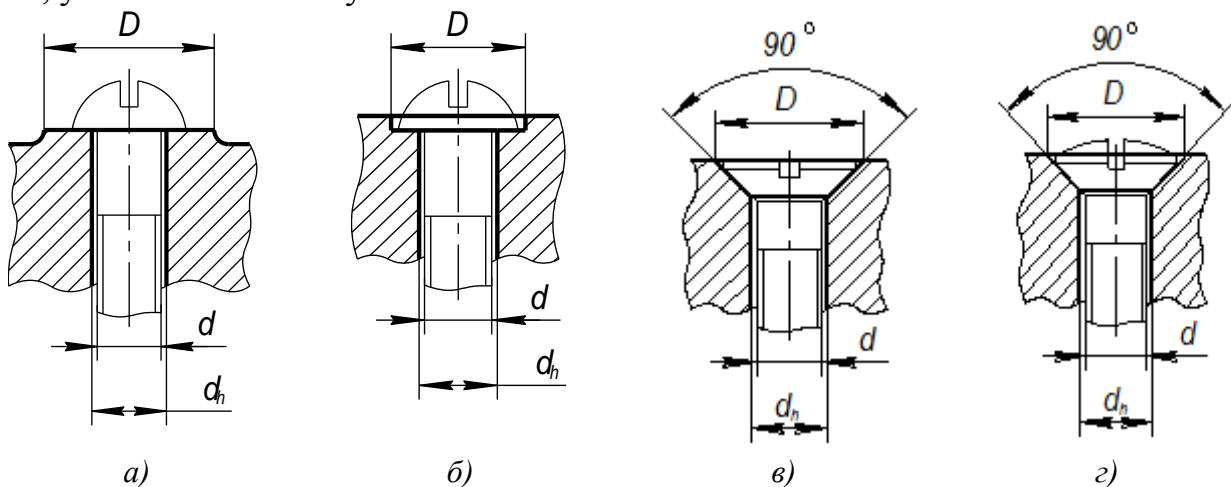


Рис. 56

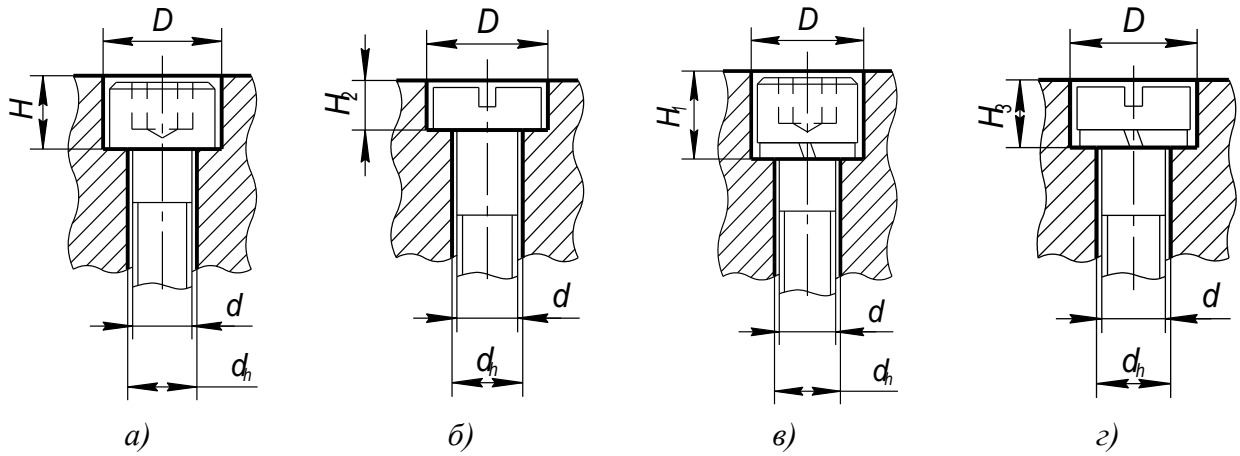


Рис. 57

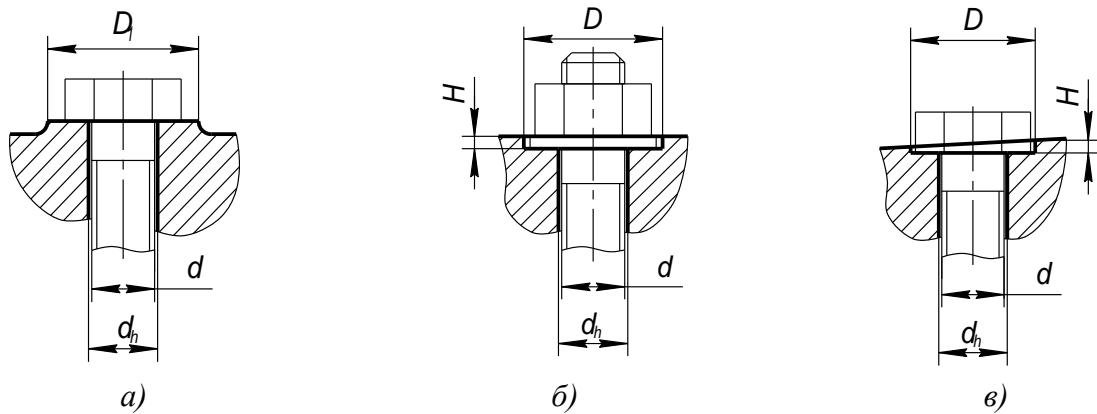


Рис. 58

У опорных поверхностей, показанных на рис. 56, а, б, рис. 57, а, б и рис. 58 а, в, между опорной плоскостью и сквозным отверстием должна быть фаска. Размер фаски зависит от номинального диаметра резьбы крепежной детали: $0.5 \times 45^\circ$ при $12 \leq d \leq 20$ мм или $1 \times 45^\circ$ при $d > 20$ мм.

В табл. 4 приведены размеры опорных поверхностей под цилиндрические головки винтов (рис. 57) и полукруглые головки винтов со шлицем (рис. 56, а, б), в табл. 5 — размеры опорных поверхностей под шестигранные головки болтов, под шестигранные гайки с нормальным размером под ключ и под шайбы (рис. 58).

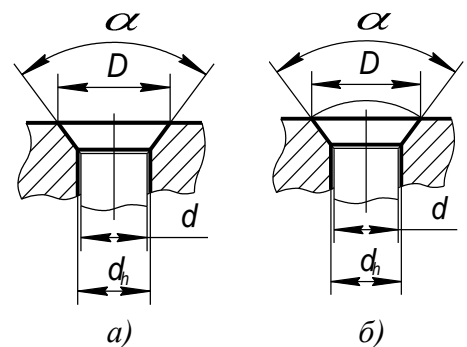


Рис. 59

Размеры опорных поверхностей под головки винтов по ГОСТ 12876-67

d , мм	D , мм	D_1 , мм	H , мм	H_1 , мм	H_2 , мм	H_3 , мм
10	18	24	11	13.5	7	9.5
12	20	26	13	16	8	11
14	24	30	15	18.5	9	12.5
16	26	34	17.5	21	10.5	14
18	30	36	19.5	23	11.5	15
20	34	40	21.5	25.5	12.5	16.5

Таблица 4

Размеры опорных поверхностей под головки болтов, гайки и шайбы по
ГОСТ 12876-67

d , мм	D , мм	D_1 , мм	d , мм	D , мм	D_1 , мм	d , мм	D , мм	D_1 , мм
8	18	24	14	30	34	20	40	45
10	22	28	16	33	38	22	43	48
12	26	30	18	36	42	24	48	52

6. ВИДЫ СОЕДИНЕНИЙ

Соединения двух или нескольких деталей в машинах и механизмах могут быть разъемными и неразъемными.

На схеме рис. 60 приведена примерная классификация разъемных и неразъемных соединений. **Разъемными** называют соединения деталей, которые допускают многократную сборку и разборку деталей без их повреждений. **Неразъемные** соединения не разбираются без повреждения деталей.

Прочие сведения о видах соединений, достаточные для чтения чертежей и выполнения РГР, приведены в [1, 5.1], [1, 5.2] и в пособии [2].

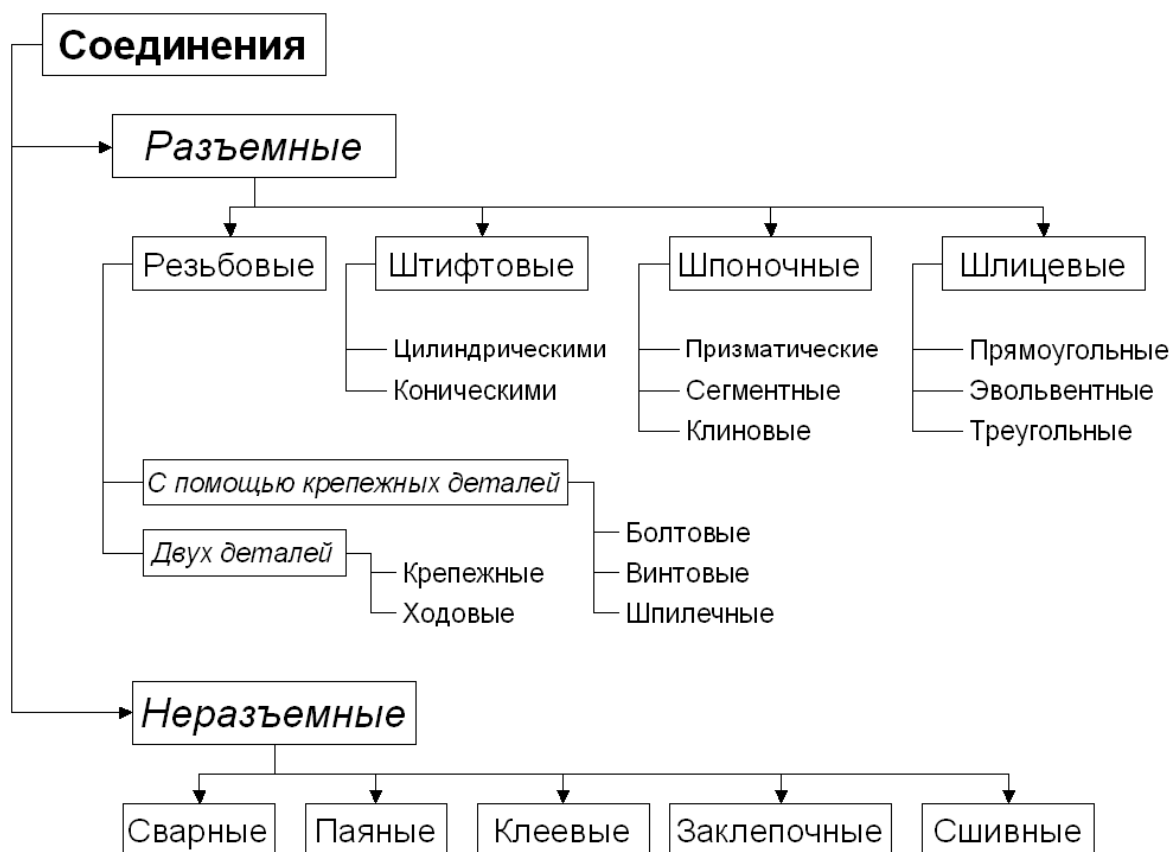


Рис. 60

Необходимые сведения о резьбах приведены в [1, 4.2]. В частности, типоразмеры метрической резьбы по ГОСТ 8724-2002 указаны в [1, 4.2.1, табл. 4.1], трубной цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357-81 — в [1, 4.2.3, табл. 4.2].

7. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

На сборочную единицу «Клапан», изображенную на рис. 61 и 62, выполнены спецификация (рис. 63) и учебный сборочный чертеж (рис. 64).

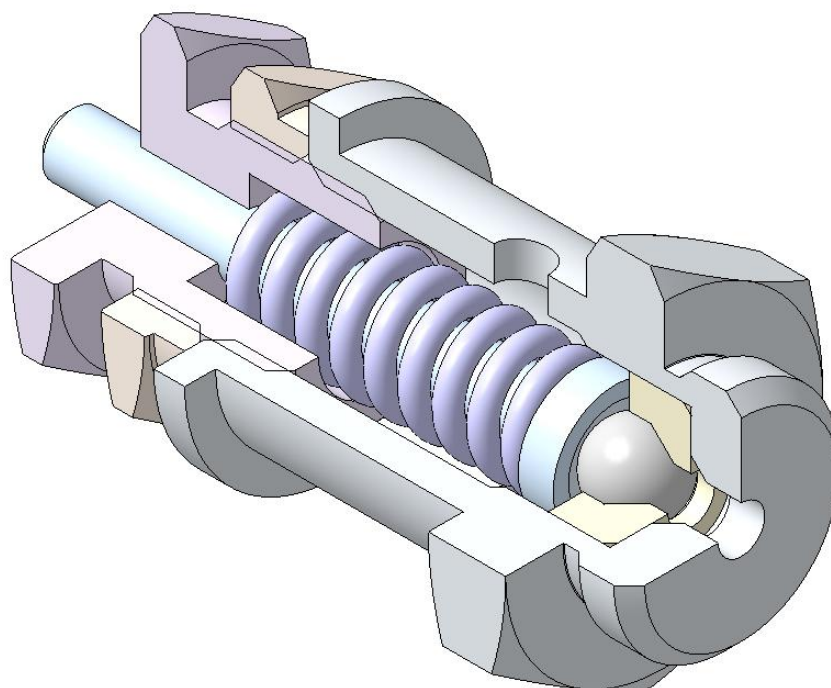


Рис. 61

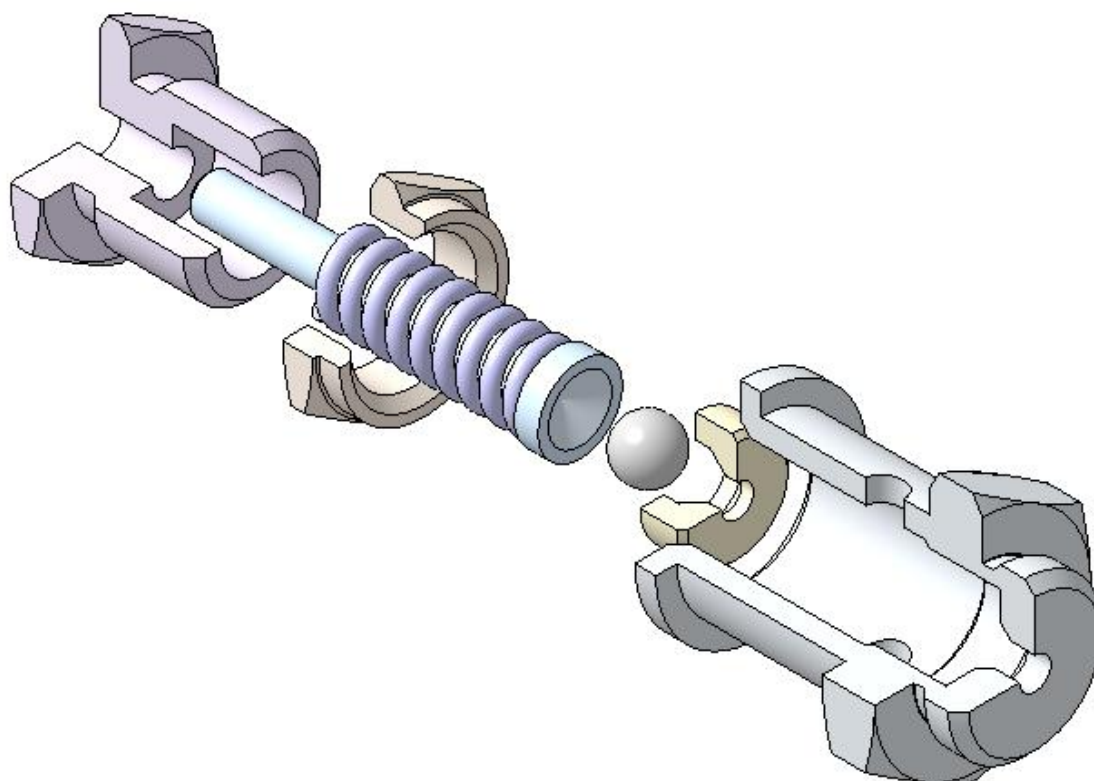


Рис. 62

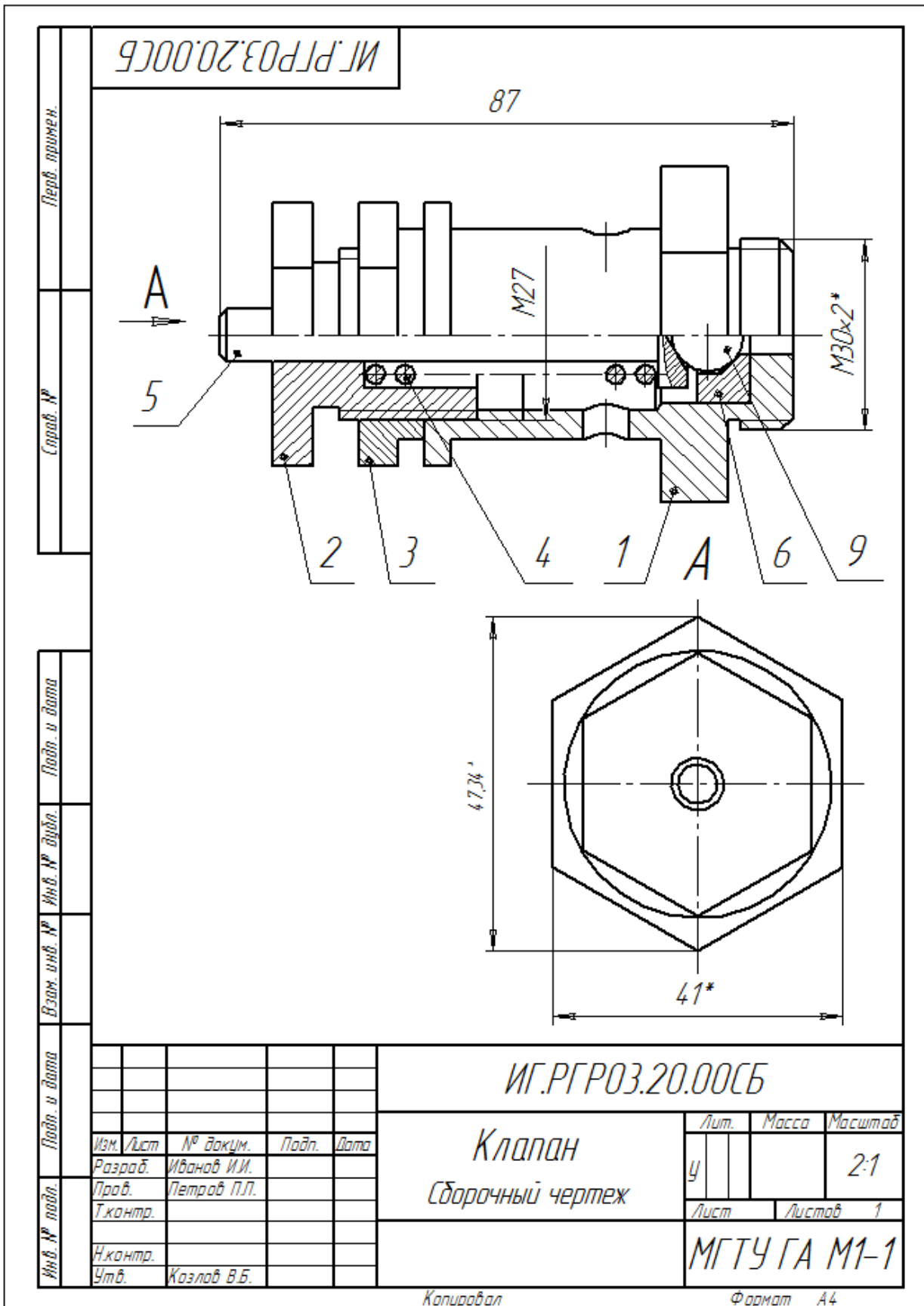


Рис. 64

По учебному сборочному чертежу необходимо выполнить чертежи деталей, которые входят в состав сборочной единицы. По спецификации, рис. 63, устанавливаем состав сборочной единицы. Сборочная единица состоит из одной стандартной детали («Шарик», поз. 9) и 6 деталей.

На сборочном чертеже выполнены вид спереди, совмещенный с фронтальным разрезом, и вид слева. Масштаб изображений М2:1.

Выполним чертеж детали «Седло клапана». По спецификации (рис. 63) определяем номер позиции — 6. Находим на сборочном чертеже деталь, обозначенную таким номером, и мысленно выделяем ее изображение на фронтальном разрезе (рис. 65).

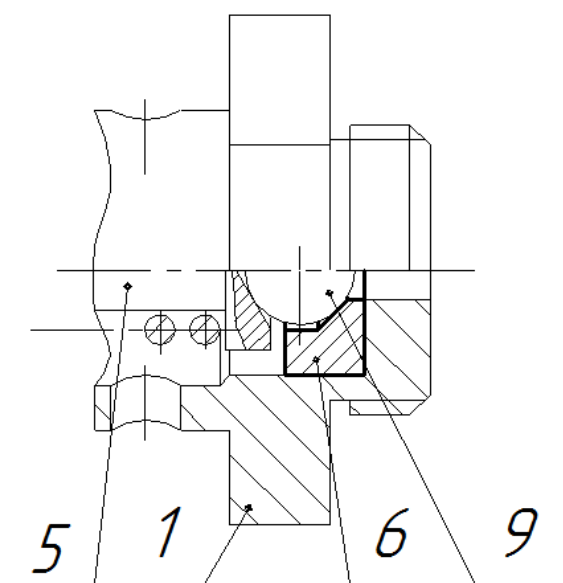


Рис. 65

Седло клапана запрессовано в цилиндрическое отверстие корпуса. Наружная поверхность детали — цилиндр. Внутренняя конфигурация детали состоит из двух цилиндров и конуса. Следовательно, для чертежа детали необходимо выполнить вид спереди, совмещенный с фронтальным разрезом. Ось симметрии располагается параллельно основной надписи. Выбираем формат А4, масштаб М4:1 (рис. 72).

Изображаем дополнительно фаску $1 \times 45^\circ$ (на сборочном чертеже она отсутствует), необходимую для выполнения сборочной операции.

Размеры фасок выбираются согласно ГОСТ 10948-64 [1, 3.2, табл. 3.4].

Для простановки числовых значений размеров для всех деталей выполняем измерения на сборочном чертеже и делим на «2» (масштаб изображений на сборочном чертеже М2:1, а числовые значения размеров должны отражать реальные размеры). Для простановки числовых значений размеров стандартных элементов полученные значения после измерения уточняем согласно соответствующим стандартам.

Выполним чертеж детали «Шток». По спецификации определяем номер позиции — 5. Находим на сборочном чертеже деталь, обозначенную таким номером, и мысленно выделяем ее изображение на фронтальном разрезе (рис. 66). Наружная и внутренняя конфигурация детали представляет собой поверхности вращения. Следовательно, для чертежа детали необходимо выполнить вид спереди, для внутренней конической поверхности — местный разрез. Ось симметрии располагается параллельно основной надписи. Для чертежа выбираем формат А4, масштаб М2.5:1 (рис. 73).

Цилиндр $\varnothing 8$ изображаем с обрывом. Дополнительно выполняем галтель $R0.5$ (у вала в местах перехода от одного диаметра к другому всегда выполняют галтель). Стандартные размеры галтелей выбираем согласно ГОСТ 10948-64 [1, 3.2, табл. 3.4].

Проставляем размеры. При определении размера фаски уточняем ее параметры согласно ГОСТ 10948-64 [1, 3.2, табл. 3.4].

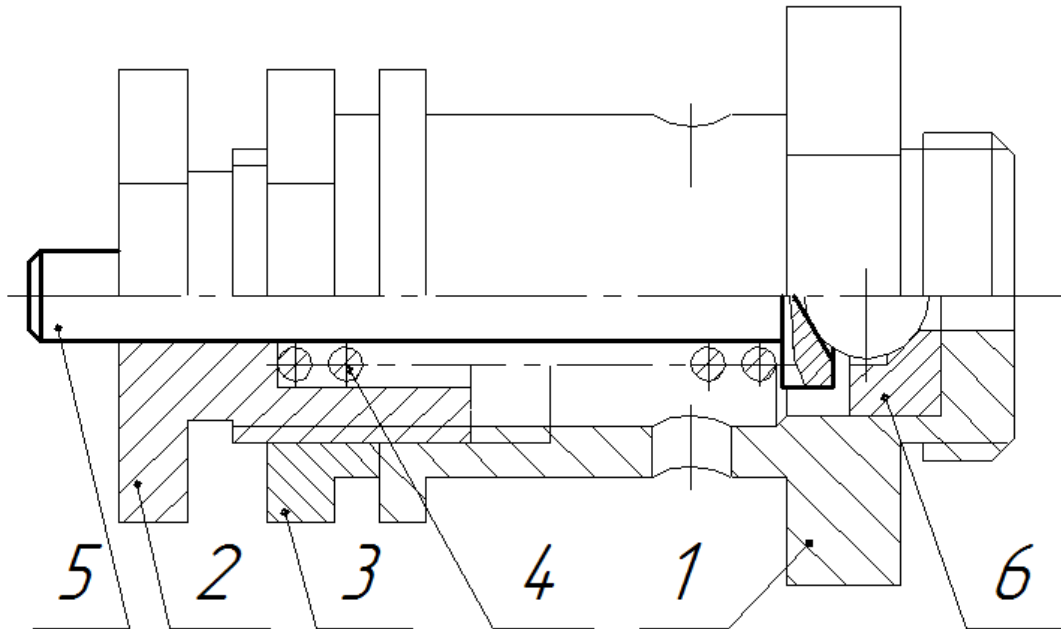


Рис. 66

Выполним чертеж детали «Гайка нажимная». По спецификации (рис. 63) определяем номер позиции — 2. Находим на сборочном чертеже деталь с таким номером и мысленно выделяем ее изображение на фронтальном разрезе и виде слева, рис. 67. Наружная и внутренняя конфигурация детали представляет собой поверхности вращения и шестигранную призму. «Гайка нажимная» имеет резьбовое соединение с корпусом, поз.1, и контргайкой, поз. 3.

Для чертежа детали необходимо выполнить вид спереди (на главном виде шестигранной призмы изображают 3 грани), совмещенный с фронтальным разрезом, и вид слева. В конструкцию детали входит резьбовая проточка, поэтому необходимо выполнить выносной элемент, определяющий параметры проточки. Ось симметрии на главном виде располагается параллельно основной надписи. Выбираем формат А4, масштаб М2:1 (рис. 74). Дополнительно изображаем фаску $2 \times 45^\circ$ (технологический элемент резьбы) и фаски на шестигранной призме под углом 30° . При определении размера фаски уточняем ее параметры согласно ГОСТ 10948-64 [1, 3.2, табл. 3.4].

Изображение проточки и ее размеры выбираем согласно ГОСТ 10549-80 [1, 4.3, табл. 4.3]. Предварительно необходимо уточнить параметры резьбы. После определения по сборочному чертежу числового значения диаметра резьбы (М27) данный размер уточняем согласно ГОСТ 8724-2002 [1, 4.2.1, табл. 4.1].

Выносной элемент изображаем в масштабе М4:1.

На виде слева (рис. 70) проставляем размер «под ключ». Его числовое значение уточняем согласно ГОСТ 6424-73 [1, 3.5, табл. 3.8].

Размер для справок (габаритный размер «41.57*») определяем по табл. 2 [1, 4.3.4].

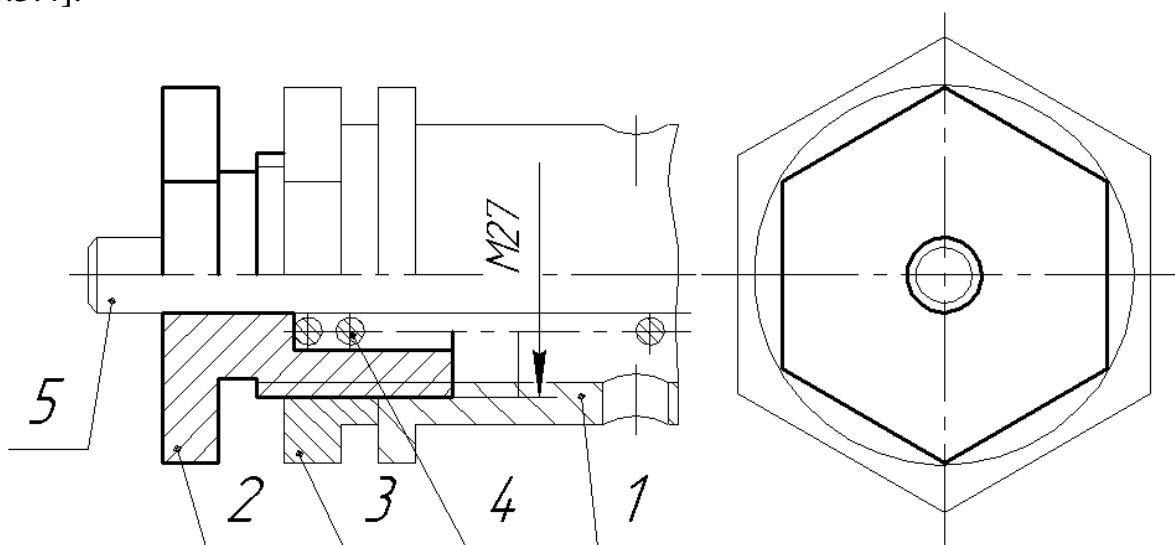


Рис. 67

Выполним чертеж детали «Контргайка». По спецификации (рис. 63) определяем номер позиции — 3. Находим на сборочном чертеже деталь, обозначенную таким номером, и мысленно выделяем ее изображение на фронтальном разрезе и виде слева (рис. 68). Наружная и внутренняя конфигурация детали представляет собой поверхности вращения и шестигранную призму. «Контргайка» имеет резьбовое соединение с гайкой нажимной, поз. 2.

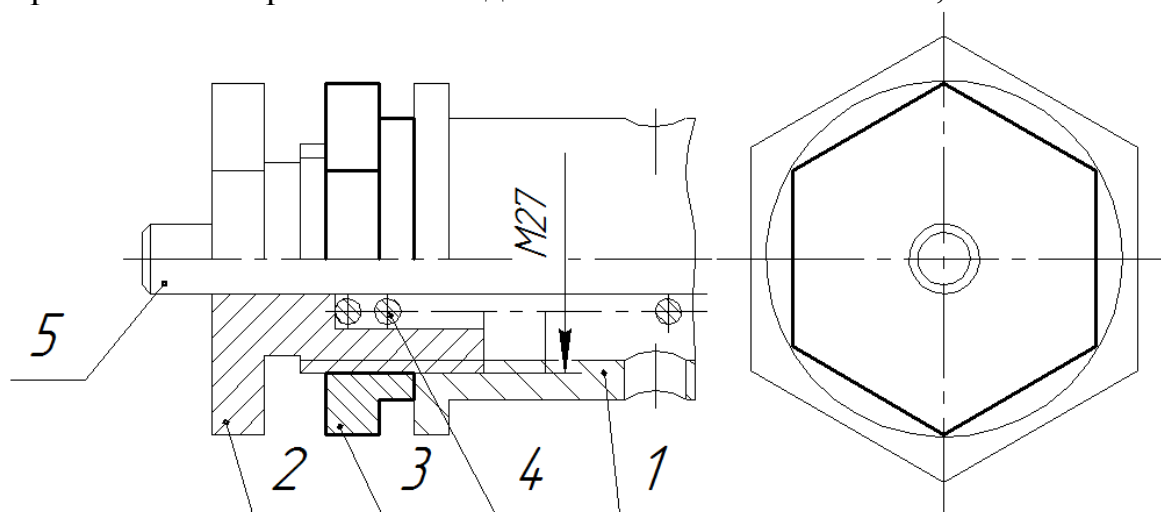


Рис. 68

Для чертежа детали необходимо выполнить вид спереди (на главном виде шестигранной призмы изображают 3 грани), совмещенный с фронтальным разрезом, и вид слева.

Ось симметрии на главном виде располагается параллельно основной надписи. Выбираем формат А4, масштаб М2:1 (рис. 75).

Дополнительно изображаем две фаски $2 \times 45^\circ$ (технологический элемент резьбы) и фаски на шестигранной призме под углом 30° . При определении размера фаски уточняем ее параметры согласно ГОСТ 10948-64 [1, 3.2, табл. 3.4].

Параметры внутренней резьбы контргайки должны совпадать с параметрами наружной резьбы для детали «Гайка нажимная» (M27).

В резьбовых соединениях основной считают деталь, которая ввинчивается. Она как бы закрывает ответную деталь с резьбой в отверстии. Поэтому для детали «Контргайка» при выполнении изображения внутренней резьбы диаметр M27 будет соответствовать ее тонкой линии, что показано на рис. 69.

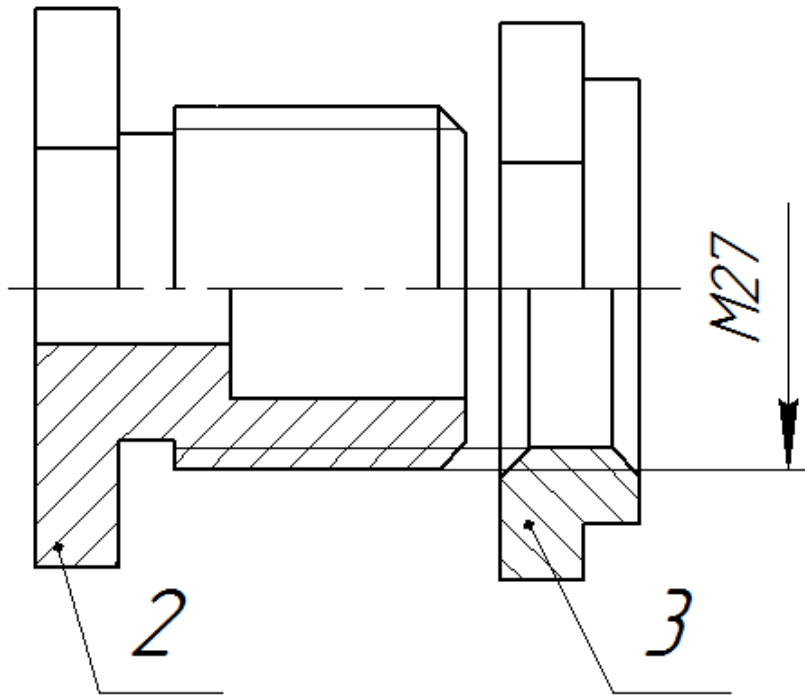


Рис. 69

На виде слева (рис. 75) проставляем размер «под ключ». Его числовое значение уточняем согласно ГОСТ 6424-73 [1, 3.5, табл. 3.8].

Выполним чертеж детали «Корпуса». По спецификации (рис. 63) определяем номер позиции — 1. Находим на сборочном чертеже деталь, обозначенную таким номером, и мысленно выделяем ее изображение на фронтальном разрезе и виде слева, рис. 70. Наружная и внутренняя конфигурация детали представляет собой поверхности вращения и шестигранную призму. В детали выполнены два вертикальные цилиндрические отверстия $\varnothing 7$. Корпус имеет резьбовое соединение (M27) с гайкой нажимной, поз. 2. В корпус запрессована деталь «Седло клапана» ($\varnothing 21$).

Для чертежа детали необходимо выполнить вид спереди (на главном виде шестигранной призмы изображают 3 грани), совмещенный с фронтальным разрезом (разрез *Б-Б*). В конструкцию детали входит резьбовая проточка, поэтому необходимо выполнить выносной элемент, определяющий параметры проточки. Изображение проточки и ее размеры выбираем согласно ГОСТ 10549-80 [1, 4.3, табл. 4.3].

Ось симметрии на главном виде располагается параллельно основной надписи. Выбираем формат А3, масштаб М2:1 (рис. 76).

Дополнительно изображаем две фаски $2 \times 45^\circ$ (технологический элемент резьбы) и фаски на шестигранной призме под углом 30° . При определении размера фаски уточните ее параметры согласно ГОСТ 10948-64 [1, 3.2, табл. 3.4].

Параметры внутренней резьбы должны совпадать с параметрами наружной резьбы для детали «Гайка нажимная» (М27).

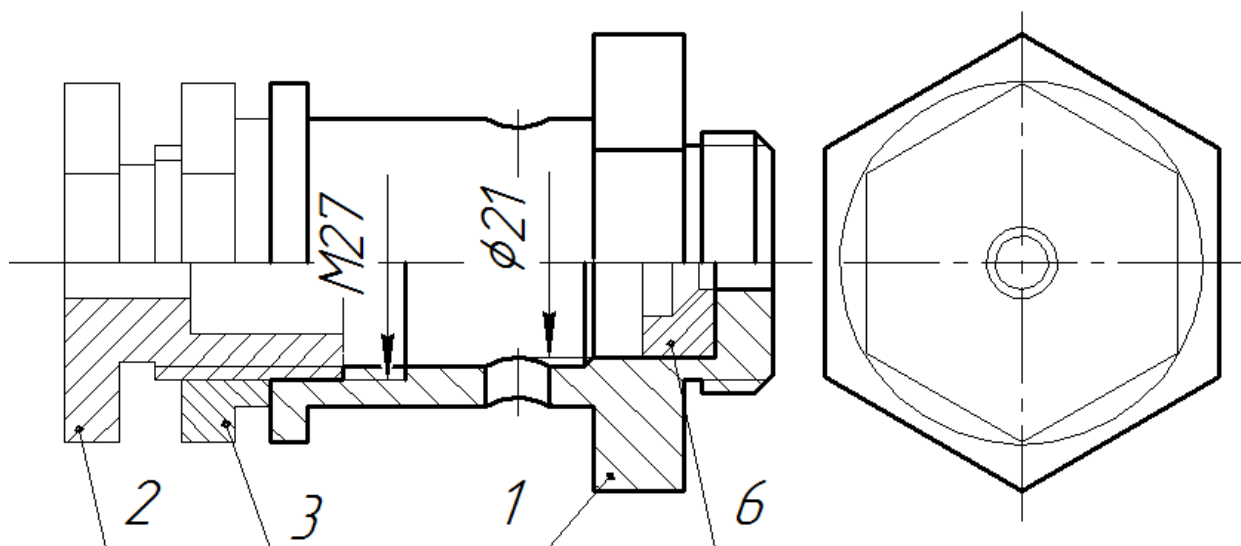


Рис. 70

В резьбовых соединениях основной считают деталь, которая ввинчивается («Гайка нажимная»). Поэтому для детали «Корпус» при выполнении изображения внутренней резьбы диаметр М27 будет соответствовать ее тонкой линии, рис. 71.

На виде слева, рис. 76, проставляем размер «под ключ». Его числовое значение уточняем согласно ГОСТ 6424-73 [1, 3.5, табл. 3.8].

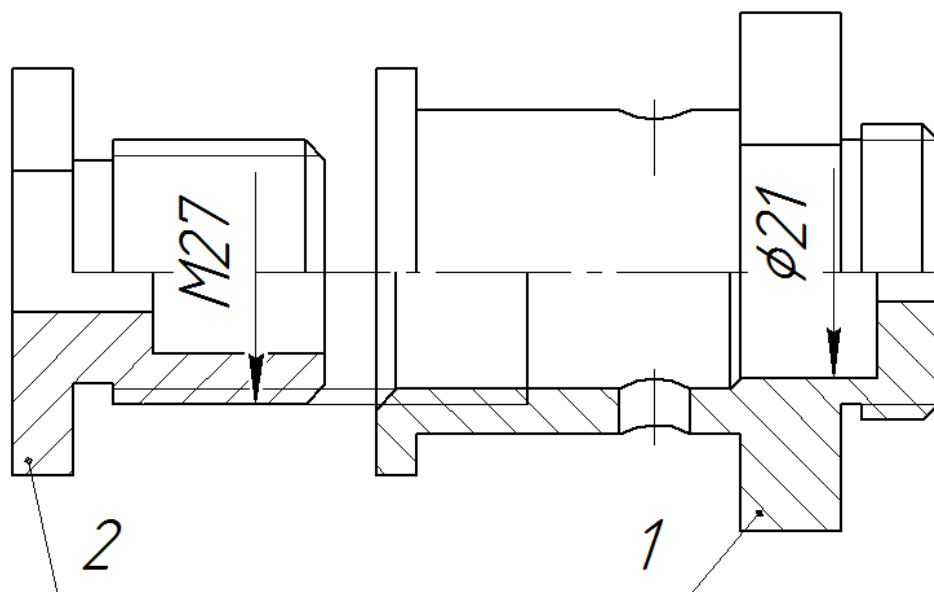
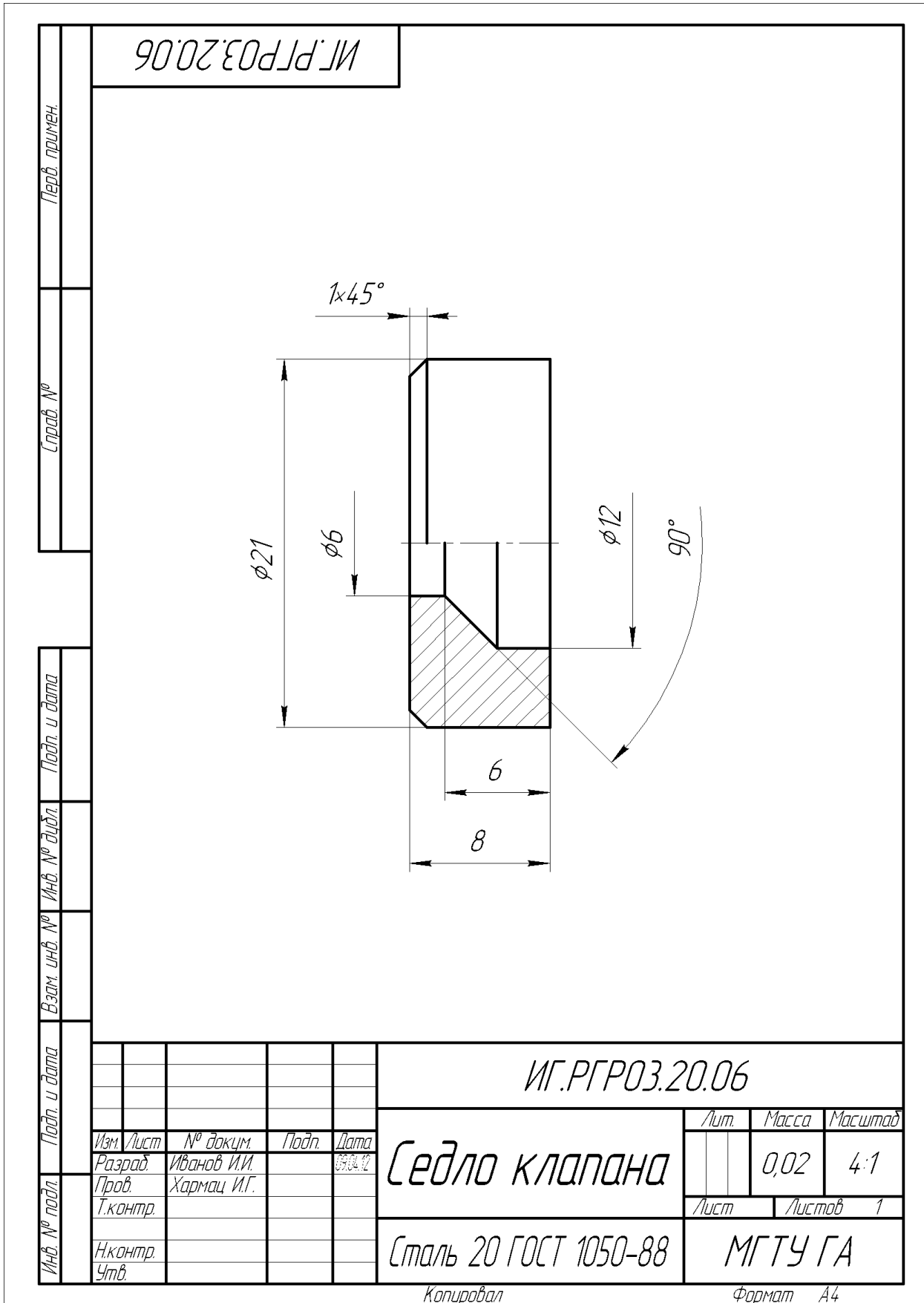


Рис. 71



ИГ.РГР03.20.06

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Изм. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Утв.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Иванов И.И.		05.04.12
Пров.		Хармац И.Г.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ИГ.РГР03.20.06

Седло клапана

Сталь 20 ГОСТ 1050-88

Лист	Масса	Масштаб
	0,02	4:1
Лист	Листов 1	
МГТУ ГА		

Копировал

Формат А4

Рис. 72

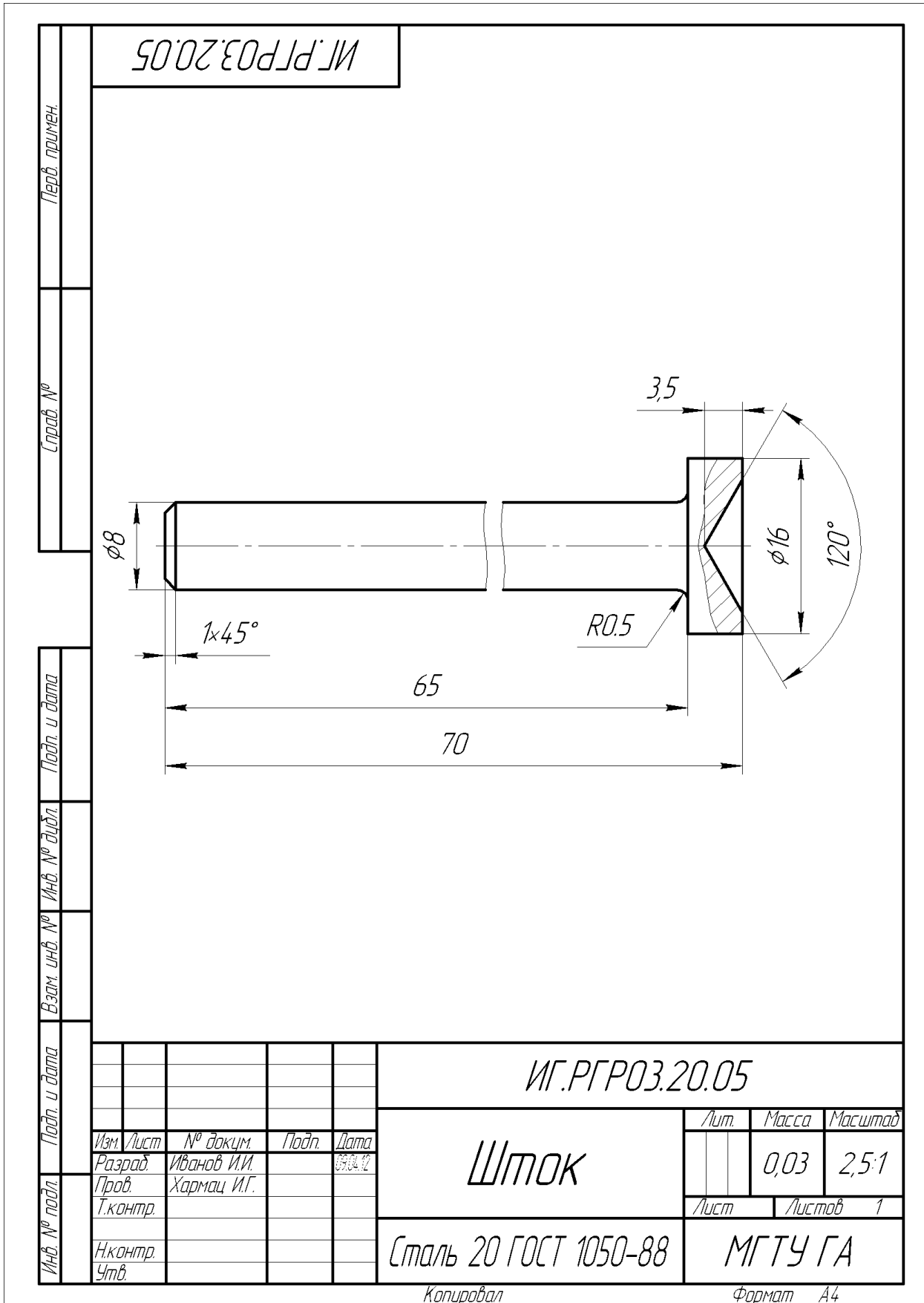


Рис. 73

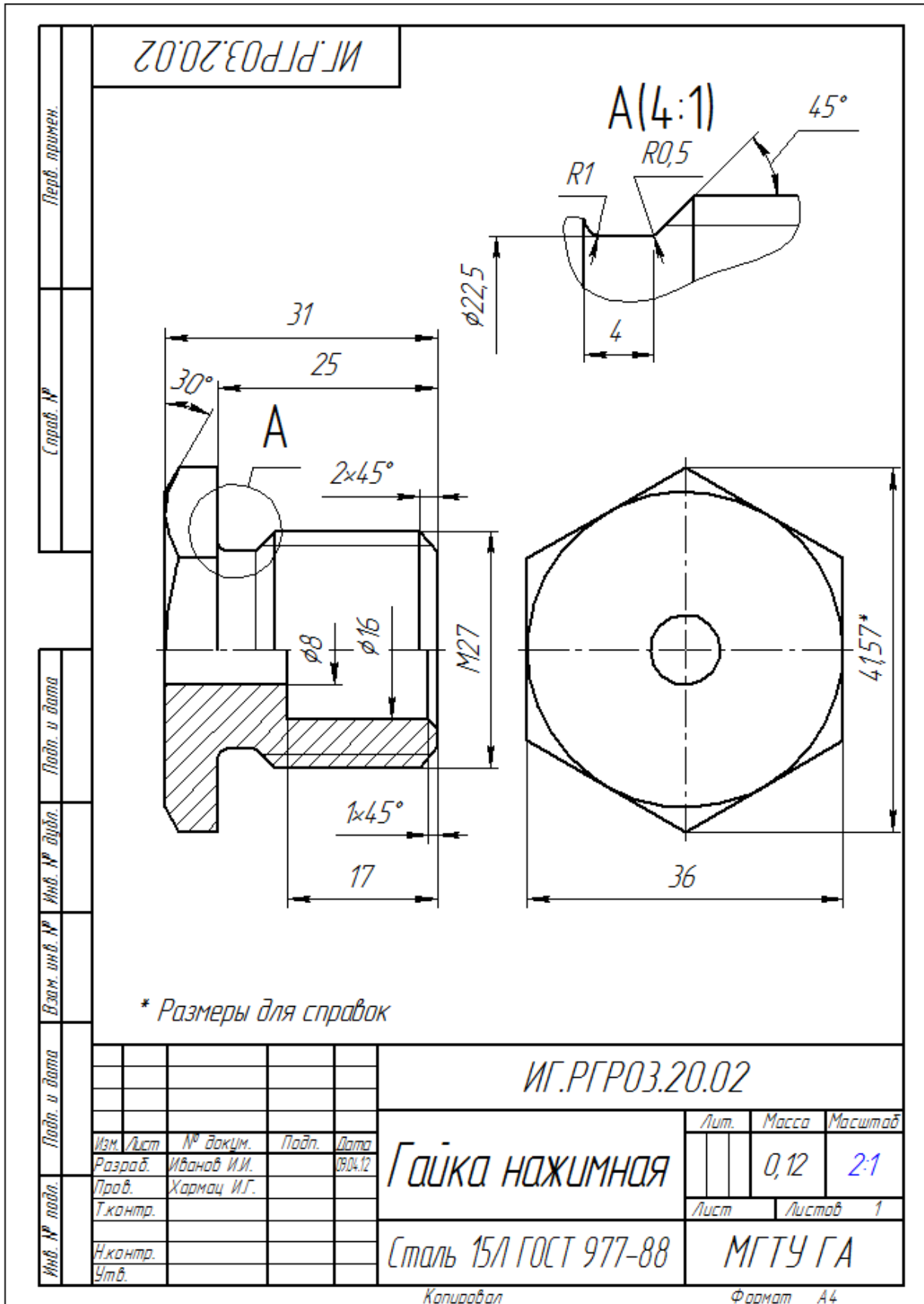


Рис. 74

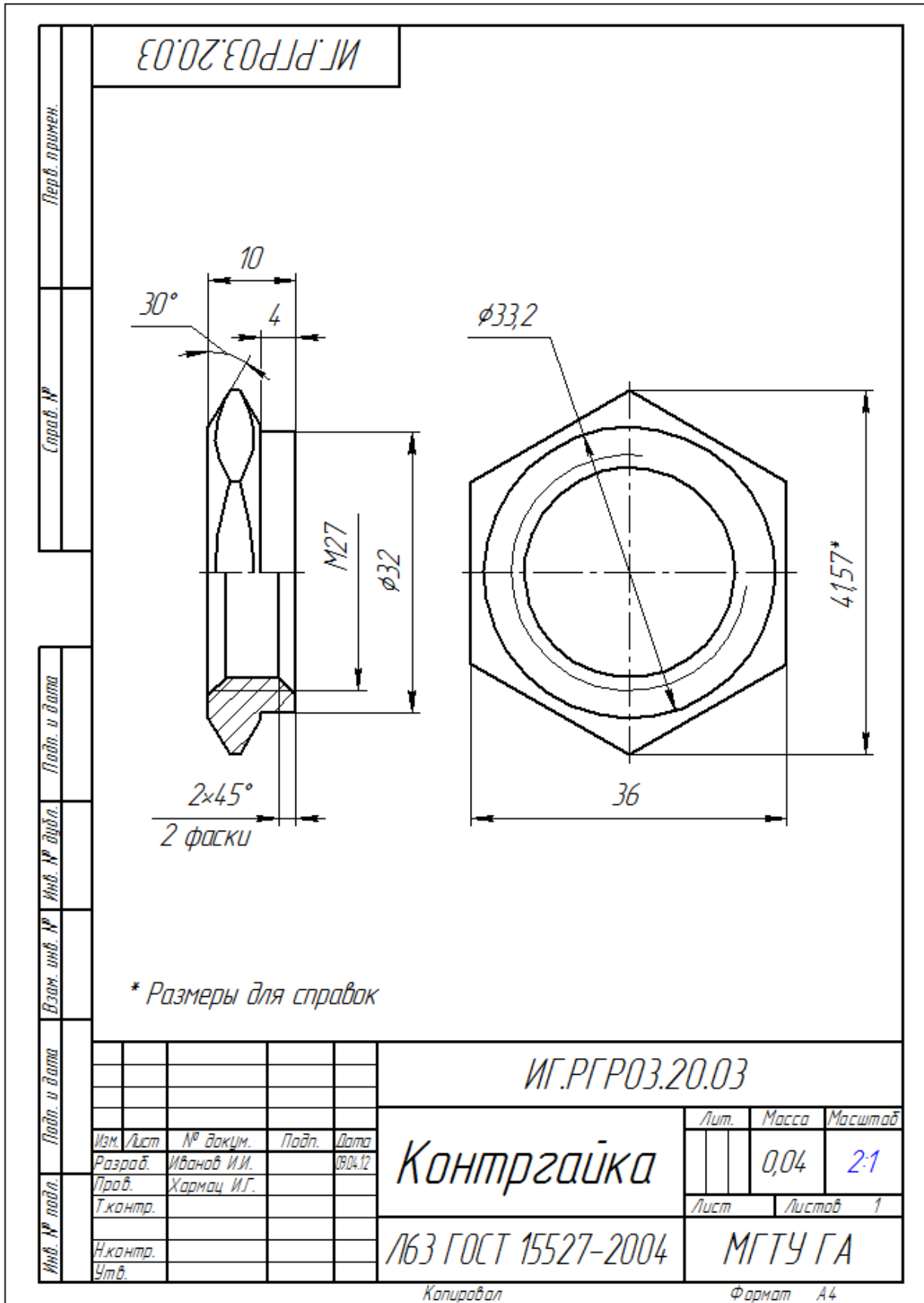


Рис. 75

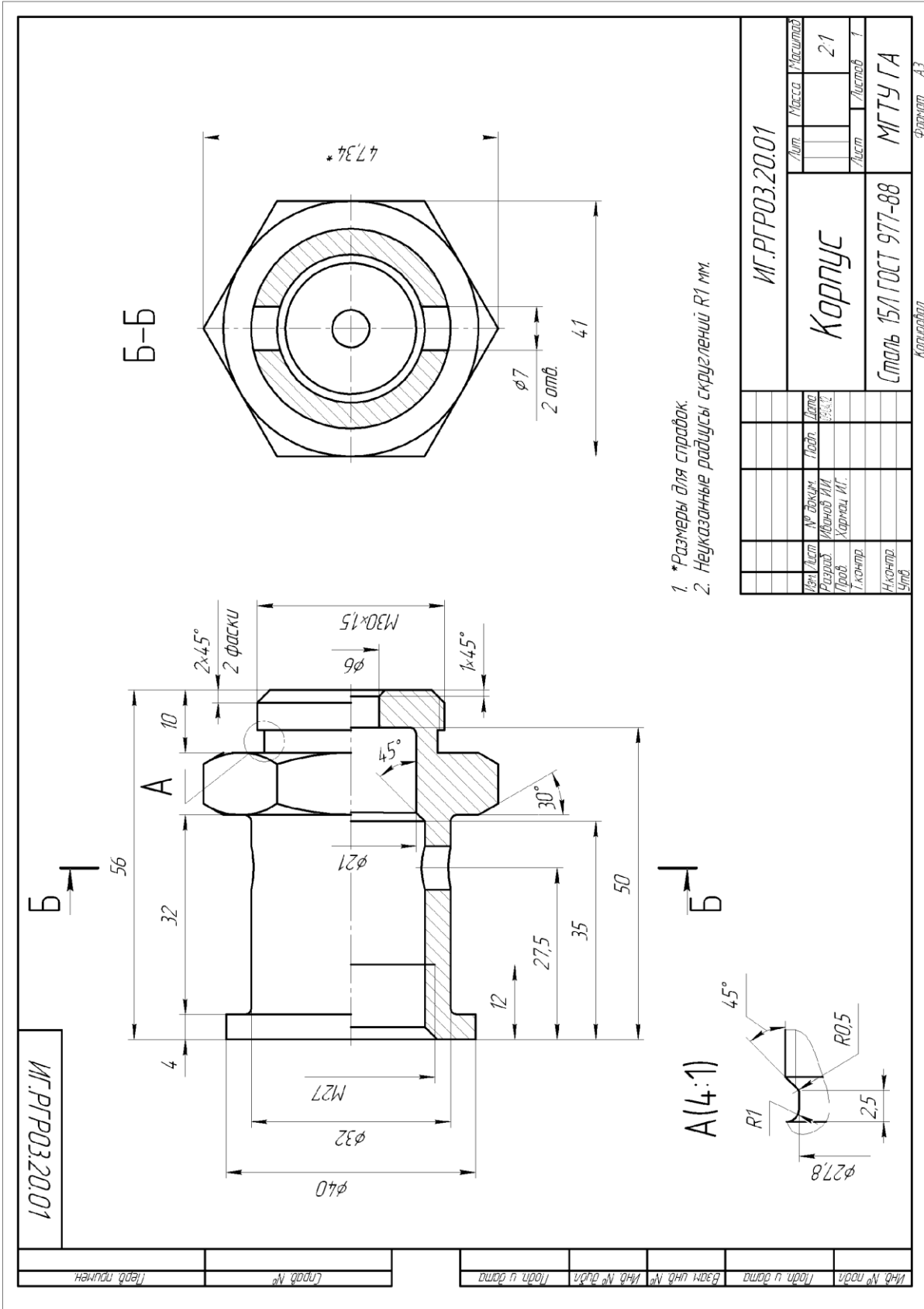


Рис. 76

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Михненко Л.В., Пачкоря О.Н., Подзей И.В., Хармац И.Г. Основы инженерной графики: учеб. пособие. — М.: МГТУ ГА, 2010.
2. Пачкоря О.Н., Хармац И.Г. Инженерная графика: пособие по выполнению расчетно-графической работы «Виды соединений». — М.: МГТУ ГА, 2005.
3. ГОСТ 2.109-73. Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам.
4. ГОСТ 2.307-2011. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений.

ПРИЛОЖЕНИЕ. ПРИМЕРЫ ЧЕРТЕЖЕЙ

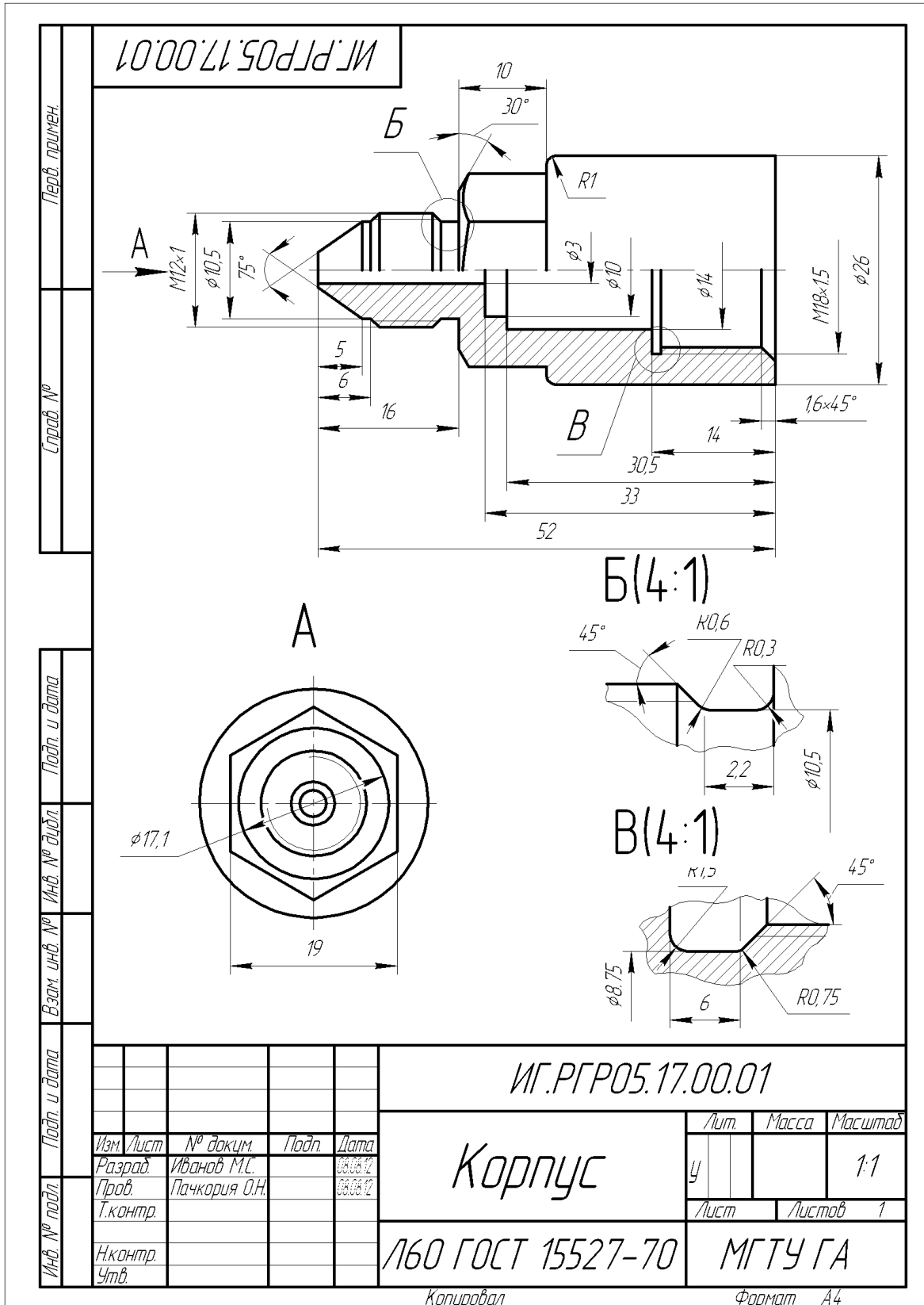


Рис. 77

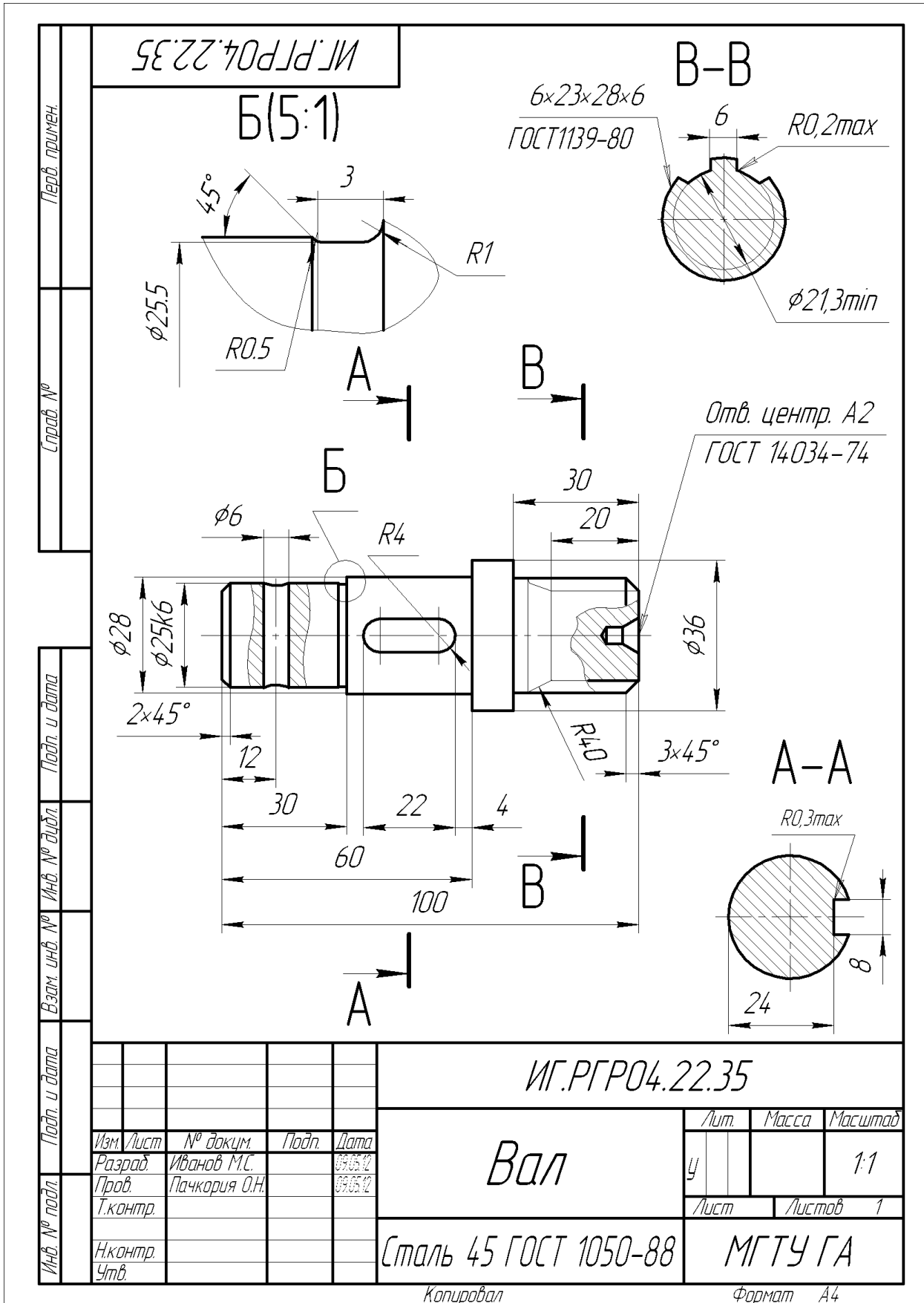


Рис. 78

ИГ.РГР04.35.03

Модуль	m	2,5
Число зубьев	z	34

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

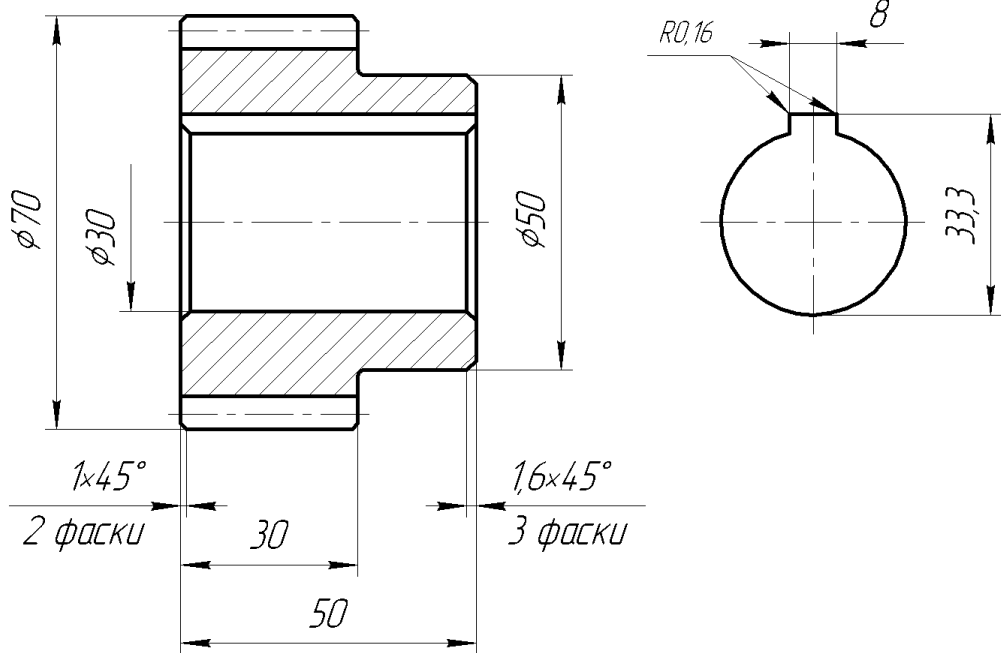
Изм. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Изм. № подл.



Неуказанные радиусы скруглений R1..2 мм

				ИГ.РГР04.35.03			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Иванов М.С.			у		1:1
Пров.		Пачкория О.Н.			Лист	Листов	1
Т.контр.					Сталь 40ХЛ ГОСТ 977-88		
Н.контр.					МГТУ ГА М1-1		
Утв.					Копировал		
					Формат А4		

Рис. 79