



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Инженерная графика»

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

ПОСОБИЕ

**по одноименному курсу для студентов
машиностроительных специальностей
дневной формы обучения**

Гомель 2016

УДК 774(075.8)
ББК 30.11я73
И62

*Рекомендовано научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 8 от 13.04.2015 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Металлургия и литейное производство»
ГГТУ им. П. О. Сухого *И. Б. Одарченко*

Инженерная графика : пособие по одноим. курсу для студентов машиностр. специальностей днев. формы обучения / сост.: О. М. Остриков, Е. В. Шматок. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 38 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит краткий лекционный материал по курсу «Инженерная графика», а также примеры чертежей и эскизов типовых деталей для самостоятельного ознакомления, что будет способствовать закреплению студентами теоретического и практического материала.

Для студентов машиностроительных специальностей дневной формы обучения.

УДК 774(075.8)
ББК 30.11я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Стандарты на изделия.....	5
1. ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ	6
2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	7
3. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ.....	11
4. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ	19
Конструкторские и технологические базы.....	19
Порядок нанесения размеров на чертежах деталей.....	20
5. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ НЕКОТОРЫХ ДЕТАЛЕЙ	24
Выполнение чертежей пружин.....	24
Выполнение чертежей деталей зубчатых зацеплений.....	27
ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ, ДОПУСКАЕМЫЕ СТУДЕНТАМИ	36
ЛИТЕРАТУРА.....	37

ВВЕДЕНИЕ

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

Документы в зависимости от стадии их разработки подразделяются на проектные и рабочие. К рабочим документам относятся: чертежи детали, сборочный чертеж, спецификация и др., они служат для изготовления, контроля, эксплуатации изделия. Одним из обязательных проектных документов является чертеж общего вида сборочной единицы – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия. Чертеж общего вида служит основанием для разработки чертежей деталей изделия.

Единая система конструкторской документации по характеру вопросов и регламентируемых положений подразделяются по группам:

- О. Общие положения (с ГОСТ 2.001 – 70 и т.д.)
- I. Основные положения (с ГОСТ 2.101 – 68 и т.д.)
- II. Обозначение изделий и документов (с ГОСТ 2.201 – 80 и т.д.)
- III. Общие правила выполнения чертежей (с ГОСТ 2.301 – 68 и т.д.)
- IV. Правила выполнения чертежей различных изделий (с ГОСТ 2.401 – 68 и т.д.)
- V. Учет и обращение документации (с ГОСТ 2.501 – 68 и т.д.)
- VI. Эксплуатационная и ремонтная документация (с ГОСТ 2.601 – 68 и т.д.)
- VII. Обозначения условные графические в схемах (с ГОСТ 2.701 – 76 и т.д.)
- VIII и IX. Прочие стандарты

Виды конструкторских документов и стадии их разработки установлены стандартами: ГОСТ 2.102 – 68 «Виды и комплектность конструкторских документов», ГОСТ 2.103 – 68 «Стадии разработки».

Узаконенное Государственными стандартами единообразие в выполнении чертежей позволяет каждому технически грамотному человеку понимать любой чертеж.

Несоблюдение стандартов преследуется законом.

Стандарты на изделия.

Изделие – любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Все многообразие изделий, встречающихся в машиностроении, ГОСТ 2.101 – 68 делит на детали, сборочные единицы, комплексы, комплекты.

Деталь – изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций, например: валик из одного куска металла, литой корпус, пластина из биметаллического листа, печатная плата, маховичок из пластмассы (без арматуры), отрезок кабеля или провода заданной длины. Сюда же относятся изделия, подвергнутые покрытиям (защитным или декоративным), независимо от вида, толщины и назначения покрытия, или изготовленные с применением местной сварки, пайки, склейки, сшивки и т.п., например: винт, подвергнутый хромированию; трубка, спаянная или сварная из одного куска листового материала; коробка, склеенная из одного куска картона.

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т.п.), например: автомобиль, станок, телефонный аппарат, микромодуль, редуктор, сварной корпус, маховичок из пластмассы с металлической арматурой.

Комплекс – два и более специфицированных изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций (поточная линия станков, автоматическая телефонная станция, бурильная установка и т.д.).

1. ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Задания на выполнение чертежей деталей по чертежу общего вида сборочной единицы (деталировочных чертежей) являются завершающим в курсе машиностроительного черчения.

Индивидуальное задание, которое получает студент, состоит из чертежа общего вида изделия и таблицы наименований его составных частей, помещённой на одном листе с изображениями изделия. На этом листе может быть помещено описание данной сборочной единицы. По этому чертежу необходимо выполнить чертежи указанных преподавателем деталей и вычертить аксонометрическое изображение с вырезом одной или двух из этих деталей (также указанных преподавателем).

Цель задания – приобретение знаний и навыков чтения чертежей, освоение правил и техники выполнения чертежей деталей по чертежу общего вида, а также более углубленная проработка вопроса простановки размеров на чертежах.

Получаемые студентами в качестве заданий чертежи общих видов отличаются от проектных количеством содержащейся в них информации.

На этих чертежах отсутствуют, в частности, величины отклонений для сопрягаемых поверхностей, требования к качеству, условия испытания и другие технические требования и техническая характеристика изделия. Они содержат лишь информацию, необходимую для выявления форм и размеров всех составных частей сборочной единицы.

Выполняемые студентами чертежи деталей также отличаются от производственных конструкторских документов этого вида. Они не содержат сведений о величинах отклонений формы, размеров и взаимного расположения поверхностей, термической обработки и покрытиях, способах контроля, маркировке и др. Все эти отклонения объясняются невозможностью сознательного составления студентами всей необходимой информации на данном этапе их обучения.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Прежде чем приступить к выполнению задания, студент должен повторить темы: «Изображения – виды, разрезы, сечения», «Нанесение размеров», «Изображение резьбы». Большинство ошибок на чертежах бывает из-за незнания этих разделов курса черчения.

Следующим этапом является чтение чертежа сборочной единицы, выданного студенту в качестве задания. По этому чертежу необходимо установить назначение изделия, его устройство, разобраться в видах соединений и во взаимодействии входящих в него деталей, определить порядок сборки и разборки изделия, изучить геометрическую форму подлежащих детализации деталей.

Чтение чертежа надо начинать с наименования сборочной единицы (в основной надписи), которое часто помогает разобраться в ее назначении. Следует прочесть описание сборочной единицы, если оно имеется. Далее нужно уяснить форму каждой детали, отыскивая ее на всех изображениях (видах, разрезах и т.д.) чертежа общего вида. Изображение той или иной детали, особенно главное, не рекомендуется копировать с чертежа общего вида механически.

Главное изображение на чертеже нужно выбирать так, чтобы оно давало наиболее полное представление о форме и размерах детали. Оно может совпадать с главным изображением на сборочном чертеже. На главном изображении деталь, как правило, показывается в соответствии с ее рабочим положением в конструкции узла. Детали удлиненной формы типа валов и осей, проходящие основную обработку на токарном станке, а также всевозможные детали вращения (зубчатые колеса, шкивы и т.п.) следует изображать с осью, расположенной горизонтально, независимо от их расположения в конструкции узла.

После выбора главного изображения необходимо продумать остальные изображения детали. Общее количество изображений должно быть минимальным, но достаточным для полного представления наружной и внутренней формы детали. С этой целью следует использовать местные разрезы, сечения, соединения части вида и части разреза, местные виды и т.д. Не рекомендуется применять штриховые линии для изображения невидимых контуров.

Детали, образованные поверхностями вращения (валы, оси, втулки) требуют одного изображения (вида или разреза) на плоскость, параллельную оси вращения. Изображение с торца детали, состоящее

из концентрических окружностей, будет лишним изображением. Если подобные детали имеют отверстия или сверления, шпоночные пазы, шлицы, и т.п., применяют поперечные сечения по этим элементам. Если деталь имеет одну или несколько групп одинаковых отверстий, то на чертеже должно быть показано расположение отверстий, а одно из отверстий каждой группы должно быть показано в продольном разрезе.

Следует делать полный разрез детали, а не соединять половину вида с половиной разреза в случаях, когда нет необходимости в половине вида (например, ступенчатые втулки).

Выбор изображений необходимо согласовать с преподавателем. Затем устанавливают масштаб и определяют необходимый формат чертежа. При выборе формата нужно учитывать место для простановки размеров. Выполняя планировку изображений, нужно учитывать, что площадь, занятая изображениями, должна составлять 30-40% всей площади формата. Размеры на изображениях рекомендуется наносить вне контура изображений, поэтому для них нужно предусматривать соответствующее место. В учебном процессе наиболее распространена листовая система выполнения чертежей, при которой на одном листе располагают чертеж нескольких деталей.

После выбора формата следует осуществить предварительную (на черновике от руки) компоновку выбранных форматов чертежей деталей на листе формата А1. Для этого лист формата А1 (рисунок 1) разбивают на ряд форматов. Расположение изображений на форматах выбирают с учетом наилучшего использования поля чертежа.

В нижнем правом углу каждого формата ограничивают местоположение основной надписи, ориентируясь на чтение чертежа прямо или справа. Для всех форматов, за исключением формата А4, основная надпись может быть расположена как вдоль длинной, так и вдоль короткой стороны листа. Согласно ГОСТ 2.104-68 на листах формата А4 основную надпись следует располагать вдоль короткой стороны листа. Все графы основной надписи должны быть выполнены по принятой на кафедре форме.

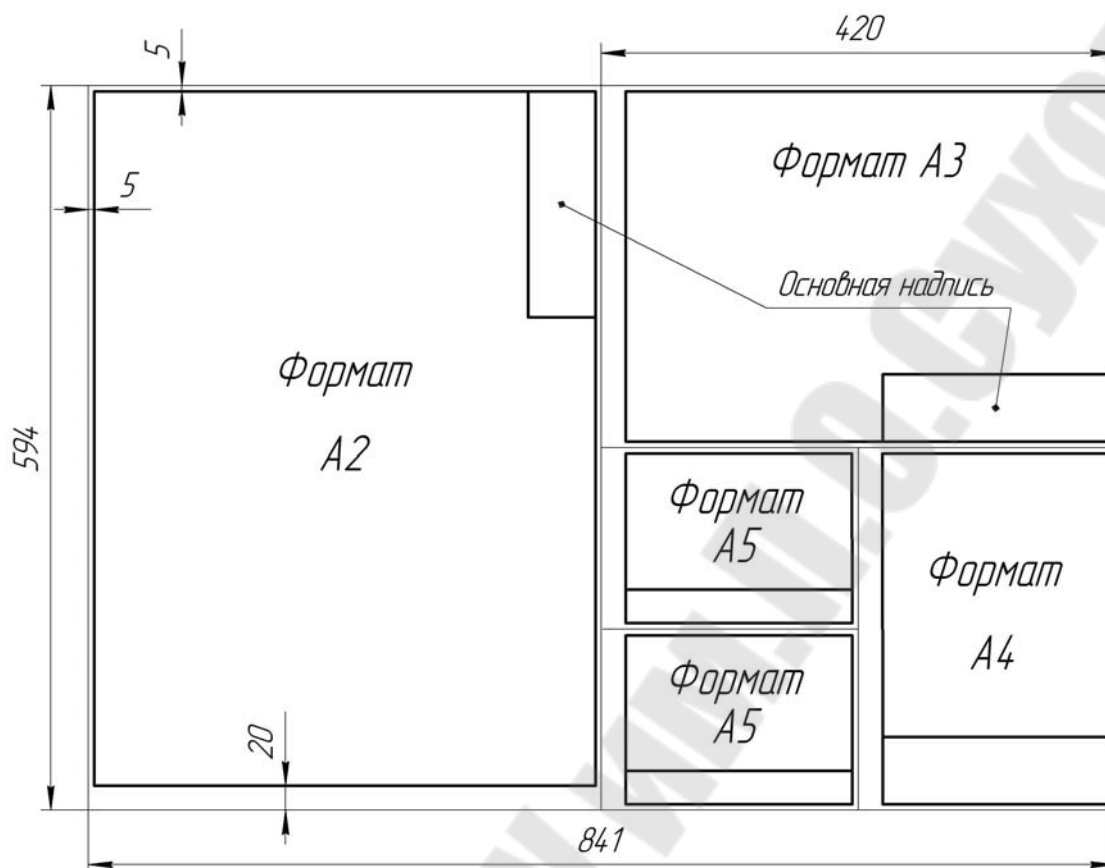


Рис. 1. Расположение форматов чертежей

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам. При выборе масштаба следует исходить из величины детали, сложности ее формы, а также возможности и удобства простановки размеров. В таблице приведены масштабы, установленные ГОСТ 2.302 – 68.

Уменьшения	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10	1:15	1:20	1:25	1:40
	1:50	1:75	1:100	1:200	1:400	1:500	1:800	1:1000	
Увеличения	2:1	2,5:1	4:1	5:1	10:1	20:1	40:1	50:1	100:1

Во всех возможных случаях изображение изделия рекомендуется выполнять на чертеже в натуральную величину, т.е. в масштабе 1:1. В общем случае на чертеже масштаб обозначается по типу М 1:1; М 1:2; М 2:1 и т.д. Масштаб, записываемый в графу с заголовком «Масштаб», обозначается (без буквы М) по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т.д.

Следует помнить, что на чертеже наносят действительные размеры изображаемого предмета независимо от применяемого масштаба.

Следующим этапом является вычерчивание изображений в тонких линиях, без нанесения выносных и размерных линий. Чертеж должен быть правильно скомпонован, основные изображения должны быть размещены на чертеже равномерно, а расстояния между ними и до рамки чертежа должно быть примерно одинаковым. Чертеж в тонких линиях должен быть представлен на проверку преподавателю.

Затем переходят к нанесению на чертеж выносных и размерных линий. Вначале необходимо сделать это для сопрягаемых поверхностей, затем для всех остальных размеров.

После вторичной проверки чертежей преподавателем приступают к их обводке, нанесению размерных чисел и к окончательному оформлению чертежей.

В случае выполнения чертежа на компьютере на проверку преподавателю предоставляется электронный вариант чертежа.

3. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Важнейшим моментом при составлении чертежа той или иной детали по чертежу общего вида сборочной единицы является определение количества и содержания изображений, обеспечивающих полное представление ее геометрической формы. При чтении чертежа общего вида необходимо учитывать, что: на виде изображение охватывающей детали частично или полностью закрывает изображение охватываемой детали, а в разрезе изображение охватывающей детали частично закрыто изображением охватываемой детали.

Изображения некоторых деталей могут закрывать изображения деталей, расположенных под ними или за ними.

Нужно помнить, что на чертеже общего вида могут быть не изображены или показаны упрощенно некоторые элементы, например, фаски, галтели, проточки, уклоны, конусность, глухие отверстия под штифты и в соединениях шпильками и винтами и т.п.

Для представления геометрической формы детали надо рассмотреть все имеющиеся на чертеже общего вида изображения этой детали, мысленно дополнить их и соединить в единый образ.

Рассмотрим примеры составления чертежей нескольких деталей. На рисунке 2 приведен чертеж общего вида сборочной единицы – клапана.

Корпус клапана (позиция 1) представляет собой вертикальный цилиндр (см. главное изображение и вид сверху), имеющий в верхней части выступ с нарезанной на нем резьбой, и боковой цилиндрический прилив, срезанный тремя плоскостями (см. главное изображение, виды сверху и слева). Внутренняя полость ограничена рядом цилиндрических и конических поверхностей и цилиндрической резьбой в нижней части. Геометрическую форму внутренней полости как по ее изображению на разрезах, так и косвенно, по помещающимся в ней деталям (пружине – позиция 5, втулке сальника – позиция 7, клапану – позиция 4, штуцеру – позиция 2). Форма отверстия бокового прилива ясна из горизонтального разреза и вида слева.

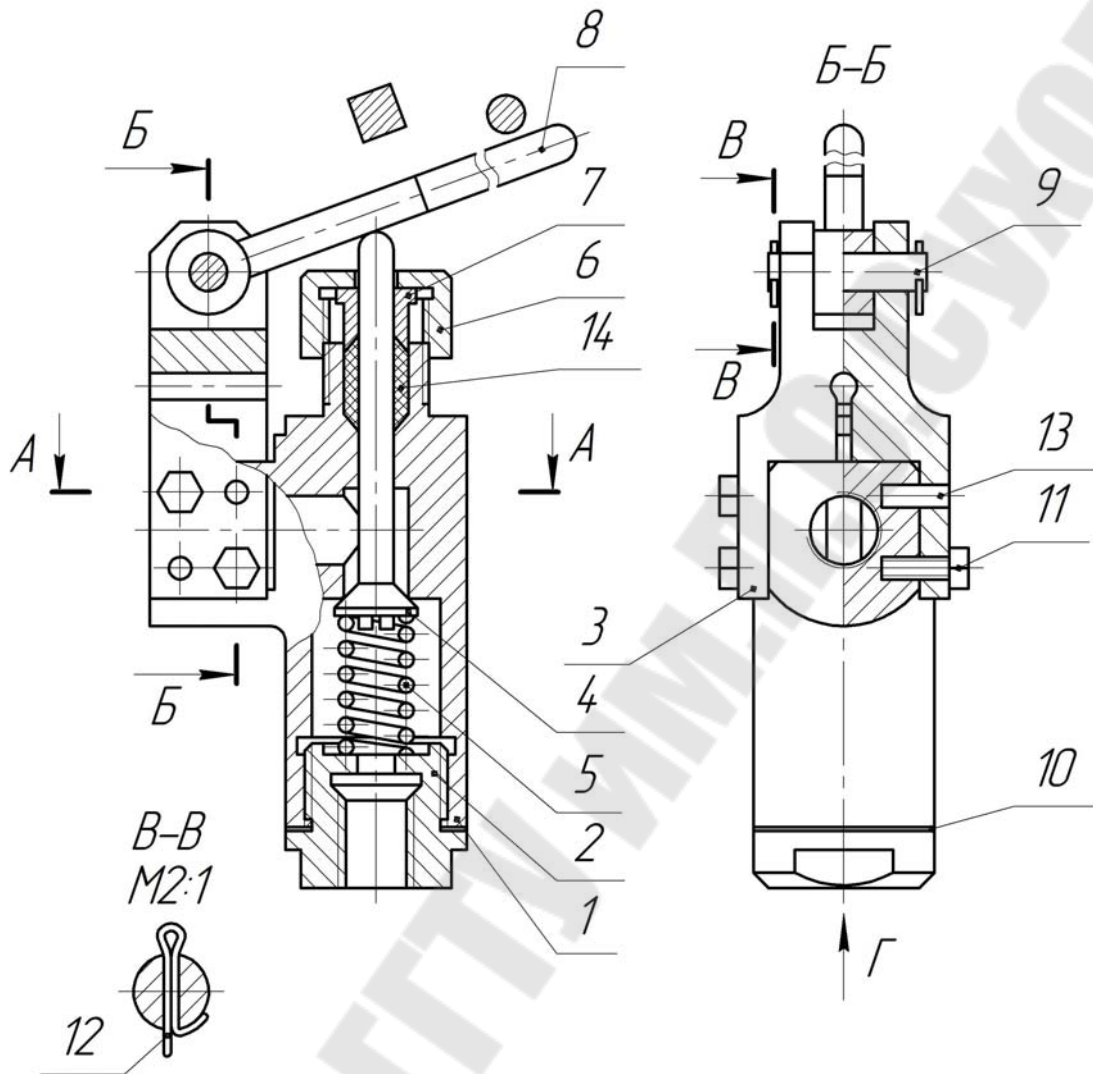
На чертеже рисунка 3 приведены изображения корпуса, взятые с чертежа общего вида. Тонко дочерчены те линии, которые закрыты на чертеже общего вида изображениями других деталей. На чертеже

рисунка 4 выполнены изображения, которые должны быть на чертеже корпуса для полного представления его формы.

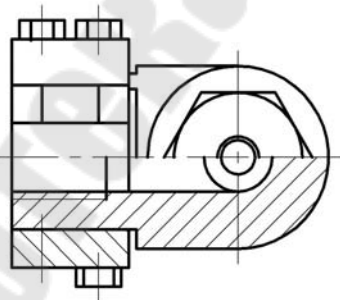
Главное изображение соответствует главному изображению чертежа общего вида. Горизонтальный разрез Б-Б и сечения В-В и Г-Г позволяет судить о форме бокового прилива. Отверстия под штифты на этих сечениях не показаны, так как их обрабатывают при сборке клапана.

Кронштейн (позиция 3). На рисунке 5 приведены изображения кронштейна, имеющиеся на чертеже общего вида. На рисунке 6 предоставлены изображения, которые следует дать на чертеже кронштейна. В этом случае главное изображение не соответствует главному изображению чертежа общего вида. Оно выбрано из условия, что главное изображение должно давать наиболее полное представление о геометрической форме детали.

Штуцер (позиция 2). На рисунке 7 показано прочтение изображений штуцера на чертеже общего вида. На рисунке 8 приведены изображения, которые надо дать на чертеже штуцера. Деталь расположена горизонтально (соответствует ее положению при обработке).



А-А
 Детали поз. 8, 9, 12 не показаны



Вид Г

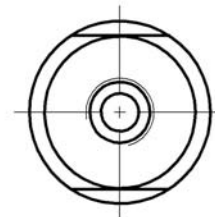


Рис. 2. Общий вид сборочной единицы «Клапан»

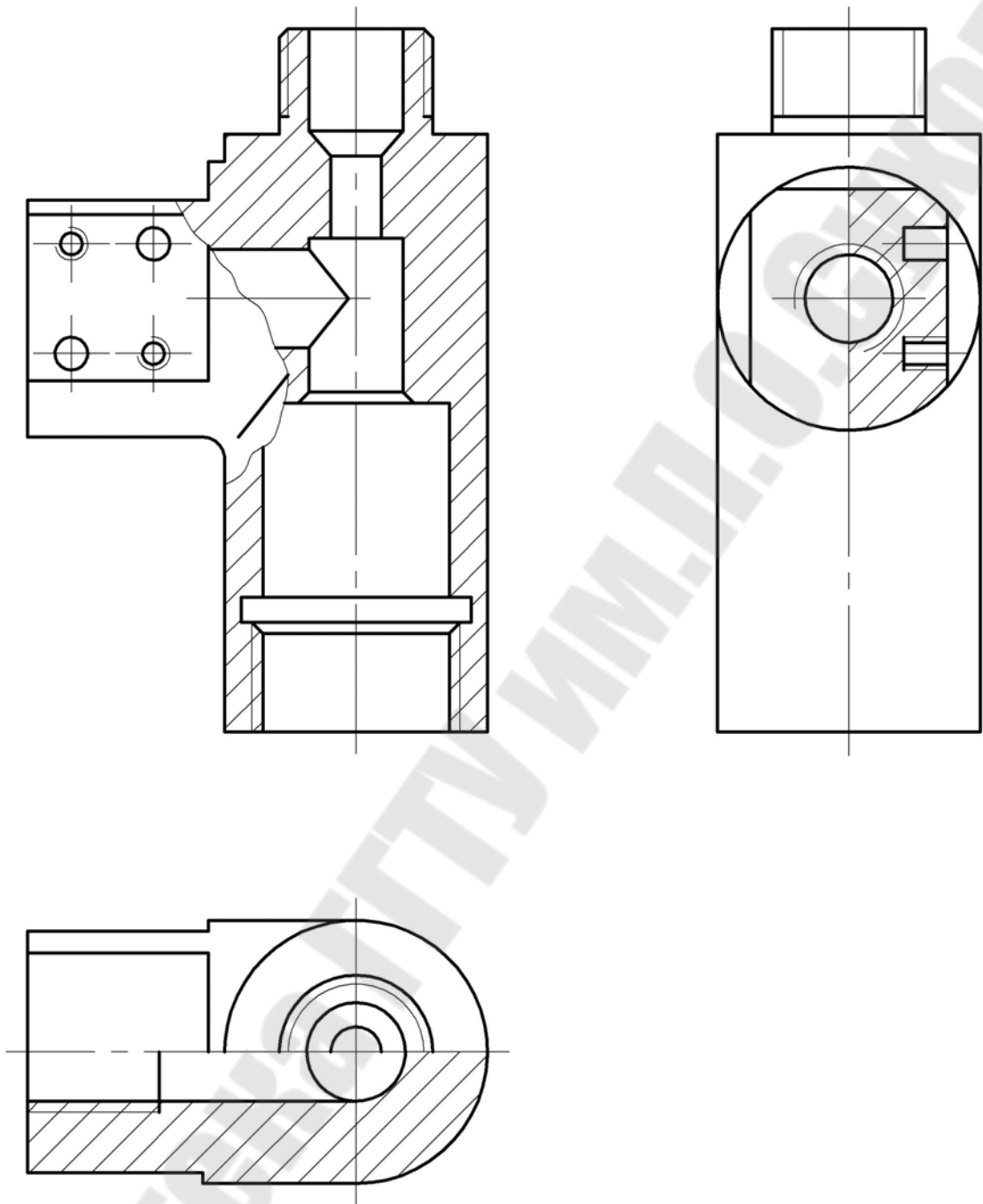


Рис. 3. Корпус

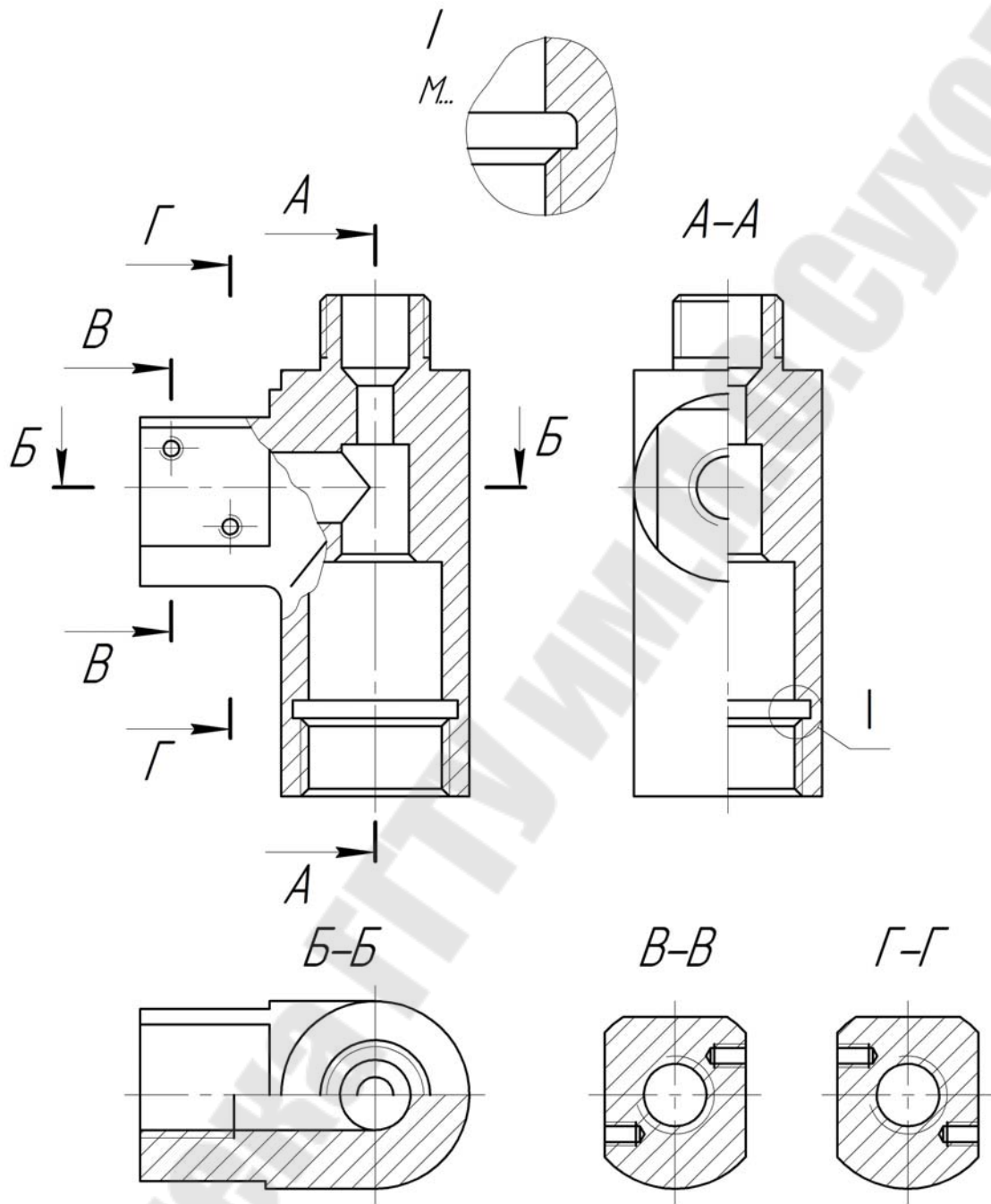


Рис. 4. Необходимые виды, сечения и разрезы детали «Корпус»

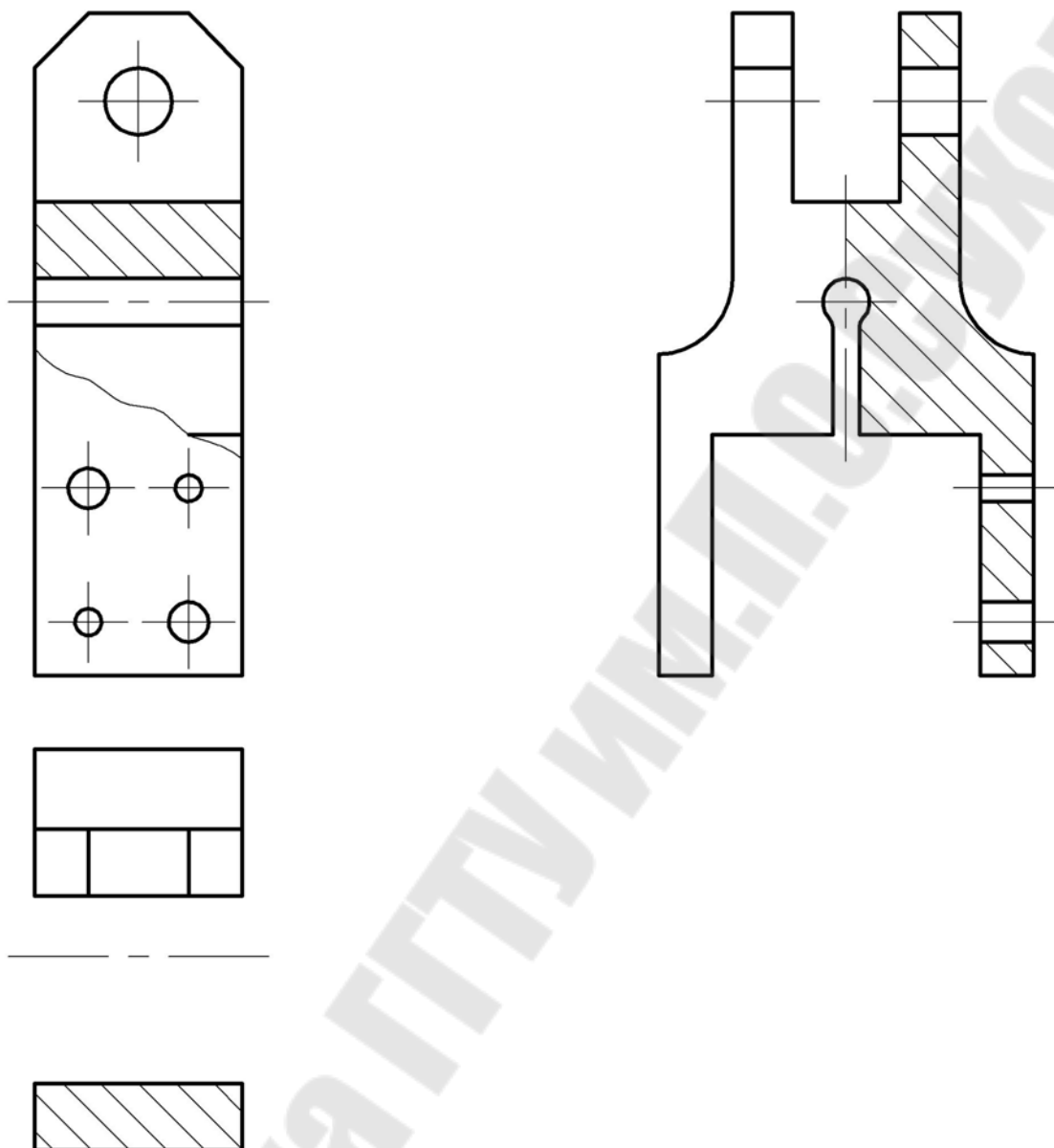


Рис. 5. Кронштейн

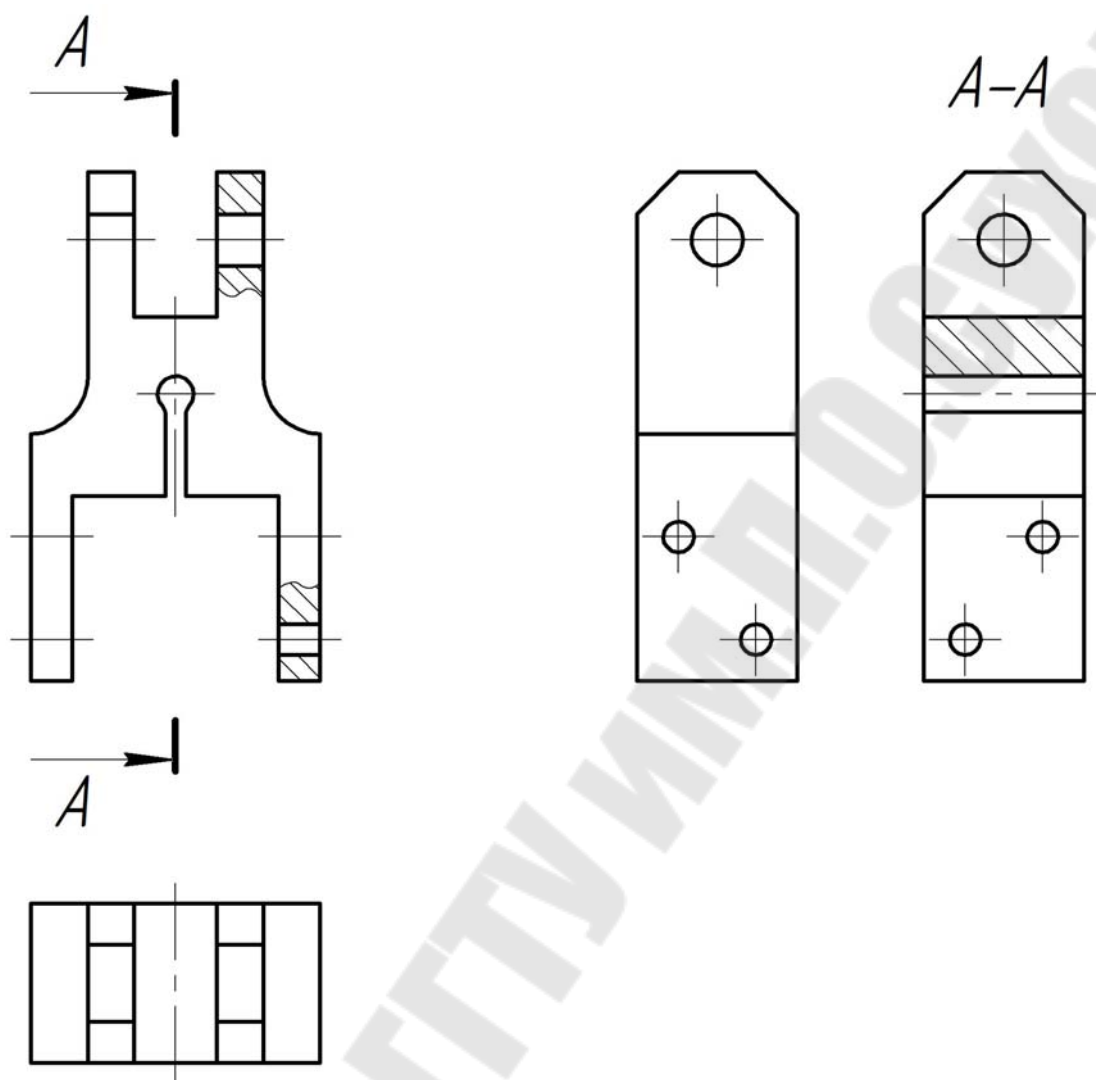


Рис. 6. Необходимые виды детали «Кронштейн»

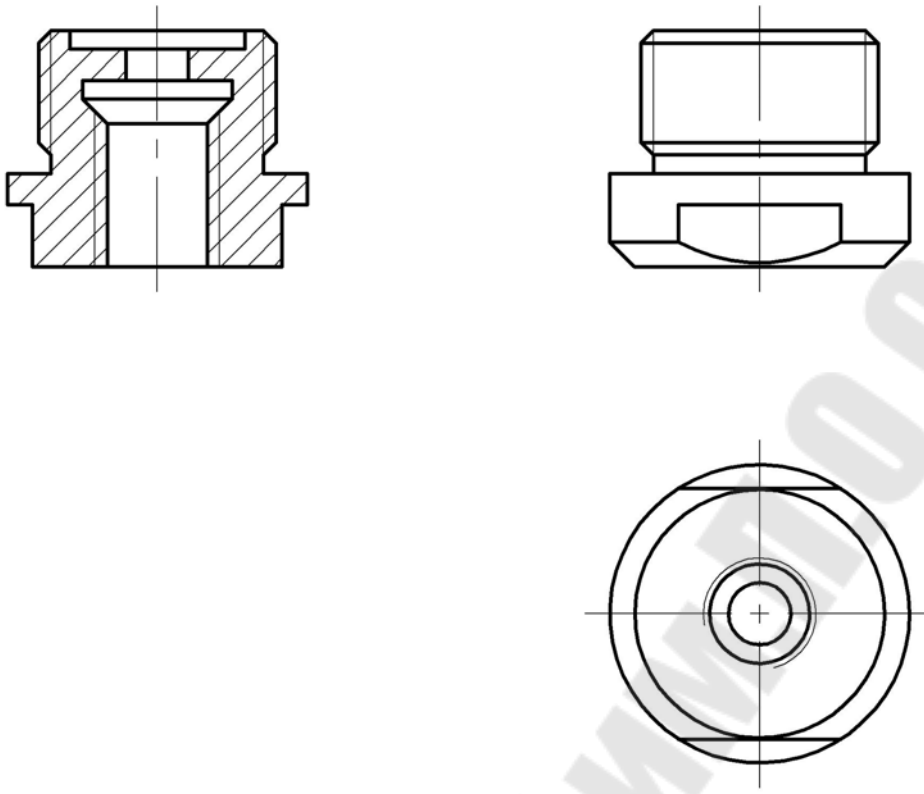


Рис. 7. Штуцер

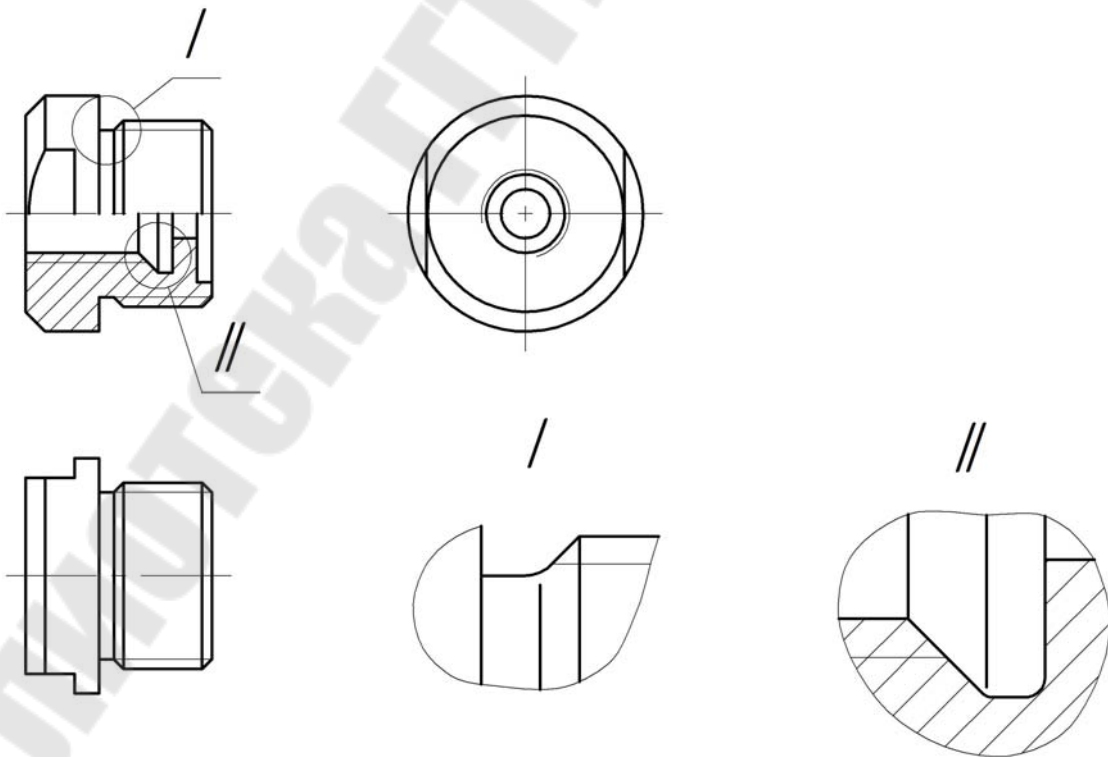


Рис. 8. Необходимые виды детали «Штуцер»

4. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ

Конструкторские и технологические базы

Детали, из которых собираются машины и узлы, взаимно связаны. Поэтому, проставляя размеры на чертежах таких деталей, необходимо учитывать не только технологию их изготовления, но и конструктивные особенности, а также положение деталей в узле.

Две или несколько деталей, подвижно или неподвижно соединенных друг с другом, называются сопрягаемыми (или сопряженными). Поверхности или размеры, по которым происходят сопряжения, также называются сопрягаемыми. Прочие, не связанные между собой размеры и поверхности, называются свободным.

Сопряженные размеры подразделяются на диаметральные, линейные (размеры длин) и угловые. Линейные сопряженные размеры принято называть конструктивными. От точности выполнения заданных сопряженных размеров зависит правильное взаимодействие частей машины или механизма. Поэтому необходимо, чтобы на чертежах деталей наряду с сопряженными диаметральными размерами были проставлены непосредственно конструктивные размеры, без необходимости их получения путем сложения или вычитания размеров элементов деталей.

Размеры на чертежах проставляют от конструкторских (или конструктивных) и технологических баз. Размерными базами обычно являются опорные обработанные поверхности детали или осевые линии основных ее элементов, т.е. главные оси детали.

Конструктивные базы определяют положение детали в механизме. Они подразделяются на основные, вспомогательные и скрытые.

Основной конструкторской базой является поверхность, которой деталь присоединяется к другой детали, занимая требуемое конструкцией положение. Вспомогательной базой является поверхность, на которую устанавливают другую деталь, ставя ее в требуемое положение. Чтобы отличить основную базу от вспомогательной, необходимо придерживаться последовательности сборки. К скрытым базам относятся центры, осевые линии и оси симметрии. Относительно скрытых баз проставляют диаметры и другие симметричные размеры.

Технологические базы в общем случае определяют положение детали при обработке и контроле. Это поверхности, линии или точки,

относительно которых удобно определять положение других поверхностей детали при обработке. От технологических баз измеряют размеры элементов детали при ее изготовлении. Технологические базы могут совпадать или не совпадать с конструкторскими.

Порядок нанесения размеров на чертежах деталей

Согласно ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений» (п. 1.12) размеры, определяющие расположение сопрягаемых поверхностей, проставляют, как правило, от конструкторских баз с учетом возможностей выполнения и контроля этих размеров.

Прежде, чем перейти к работе над простановкой размеров на чертеже детали, необходимо расчленив конструктивный сборочный чертеж, выданный в качестве задания, на отдельные узлы-соединения, охватывающие группы деталей, связанных между собой сопряженными размерами. Для каждого выделенного узла нужно сделать анализ размерных связей и определить сопряженные размеры.

Работа над размерами той или иной детали должна производиться в следующем порядке:

1. Выбор конструкторских и технологических баз.
2. Размещение конструктивных размеров.
3. Размещение диаметральных сопряженных размеров.
4. Размещение свободных размеров.
5. Простановка размерных чисел.

Рассмотрим пример нанесения размеров с учетом выбора баз. На рисунке 9 представлено соединение винтом и гайкой подвижной планки, поворачивающейся относительно неподвижной. Соединение не должно иметь люфтов, а зазоры, необходимые для слоя смазки и обеспечения подвижности, должны быть выдержаны в заданных пределах. Для этого должны быть с максимальной точностью выполнены диаметры B_5 и линейные размеры B_2 в сопряженных деталях. Размер B_2 здесь является конструктивным.

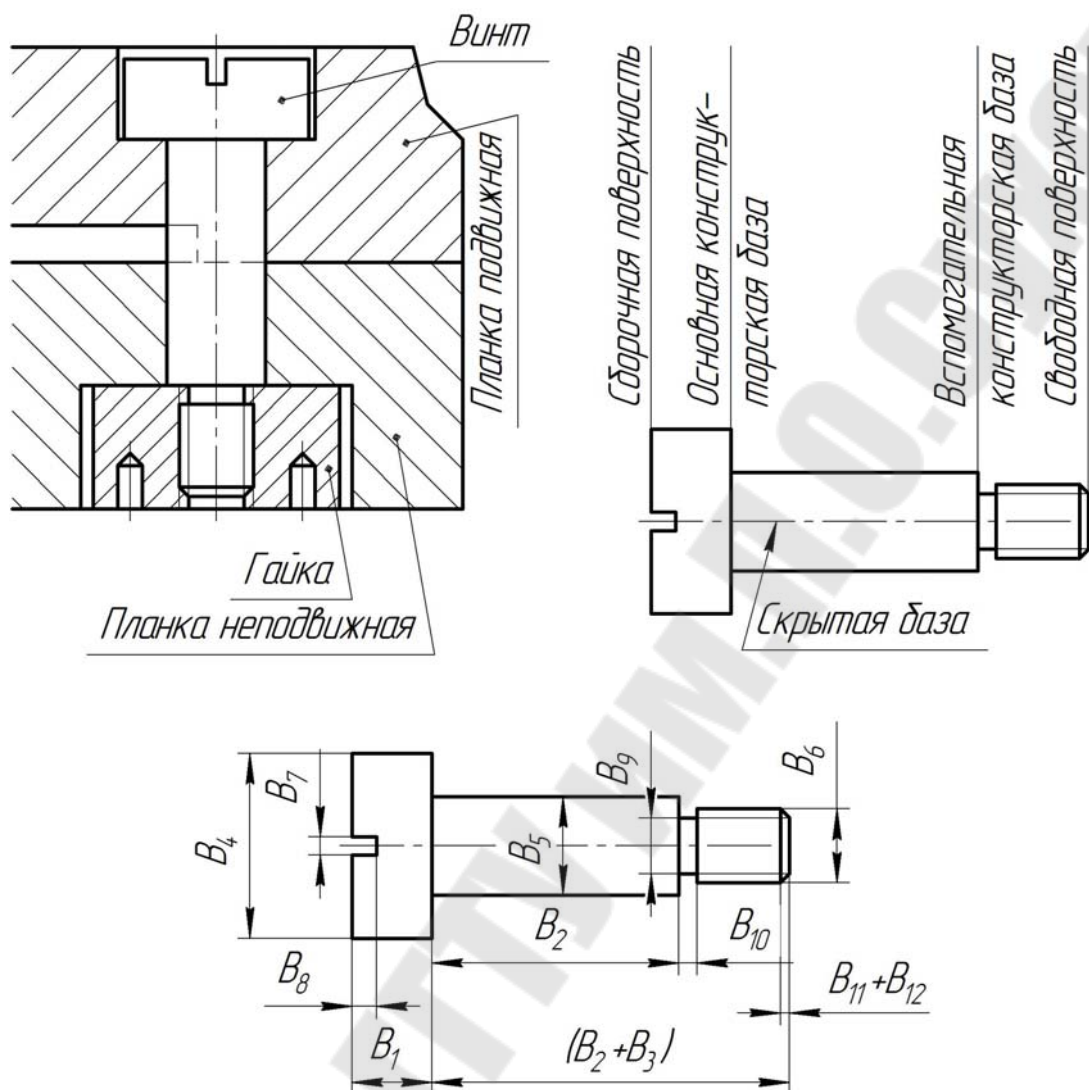


Рис. 9. Резьбовое соединение винтом и гайкой

За основную конструкторскую базу винта нужно принять правую торцевую поверхность головки, эта поверхность определяет положение винта в собранном узле. Геометрическая ось винта является скрытой конструкторской базой.

При изготовлении винта на токарном станке заготовка будет установлена в кулачковом патроне левым концом, а при протачивании его поверхностей резец будет перемещаться справа налево. Правый торец заготовки должен быть принят за технологическую базу.

Размер B_2 , как конструктивный, должен быть проставлен непосредственно от основной конструкторской базы. Размеры B_1 , B_3 не требуют высокой точности изготовления, их можно считать свободными размерами. Для винтов с цилиндрической головкой удобнее проставлять размер высоты головки B_1 , определяющий

глубину цилиндрического отверстия под головку, оставшуюся длину B_2+B_3 , не задавая общей длины винта.

Сопряженные размеры диаметров B_4 , B_5 , B_6 размещаем относительно скрытой базы – оси винта. К этим размерам добавляем размеры шлица B_7 и проточки B_9 . Размеры глубины шлица B_8 , ширины проточки B_{10} и фаски B_{11} , B_{12} проставляем от примыкающих непосредственно к ним баз (торцов винта).

Размерные числа при простановке размеров деталей снимают с чертежа общего вида линейкой и измерителем, учитывая масштаб изображений. При этом нужно помнить, что многие размеры искажены, например, диаметры и шаги стандартных резьб, размеры шпоночных пазов, диаметры отверстий под болты, винты, шпильки, штифты, шпонки, размеры гнезд под подшипники качения. Такие размеры должны быть согласованы по справочным таблицам и округлены до ближайших стандартных значений. Точно так же следует согласовать по нормальям из справочных таблиц размеры «под ключ», гнезда для ключей, канавки под уплотнительные устройства, канавки для выхода инструмента, сбег, недорезы, проточки и фаски резьб, галтели, раззенковку под болты, гайки, винты, заклепки и т.п. Следует округлить размеры диаметров и длин до ближайших номинальных размеров согласно ГОСТ 6636-69 «Нормальные линейные размеры», а размеры углов – согласно ГОСТ 8908 «Нормальные углы». Округление номинальных размеров имеет большое экономическое значение, так как этим путем добиваются применения в чертежах максимального количества повторяющихся размеров, т.е. унификаций. Наличие на чертежах нестандартных и неунифицированных номинальных размеров увеличивает номенклатуру режущего и измерительного инструмента, а, следовательно, удорожает производство.

При определении глубины глухого резьбового отверстия под шпильку (рисунок 10) нужно помнить, что длина l_1 ввинчиваемого резьбового конца шпильки зависит от ее диаметра и материала детали, в отверстие которой ввинчивается шпилька, например:

$l_1 = d$ для стальных, бронзовых и латунных деталей (ГОСТ 22032 – 76 и ГОСТ 22033 – 76);

$l_1 = 1,25d$ для деталей из ковкого и серого чугуна (ГОСТ 22034 – 76 и ГОСТ 22035 – 76);

$l_1 = 2d$ для деталей из легких сплавов (ГОСТ 22038 – 76 и ГОСТ 22039 – 76).

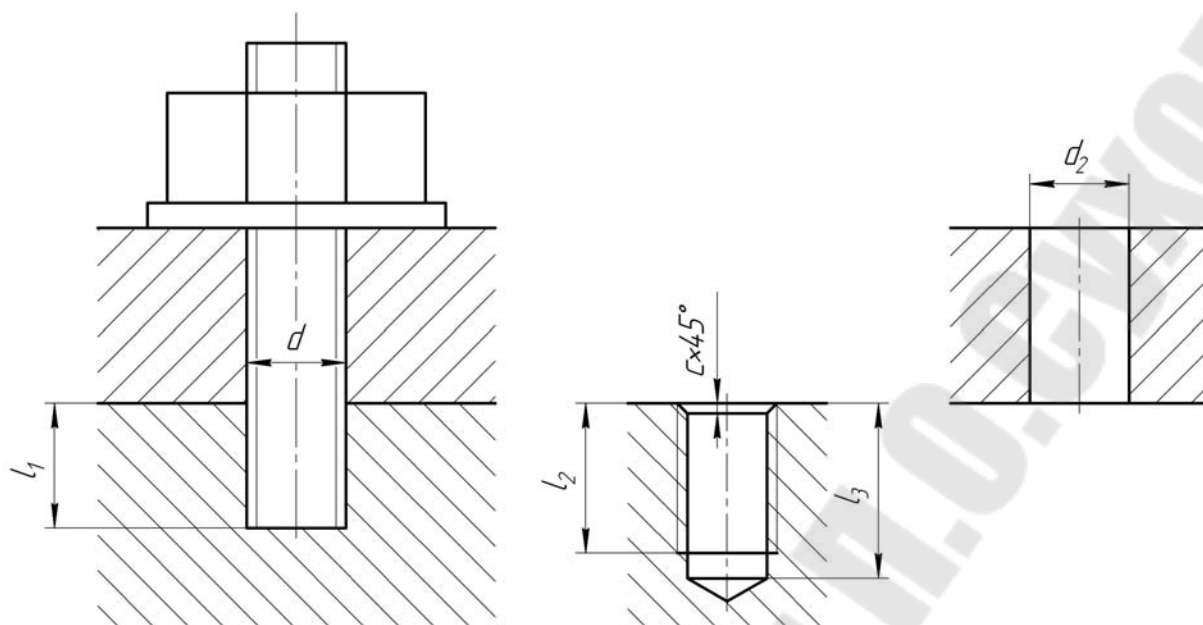


Рис. 10. Резьбовое соединение шпилькой

Глубина резьбы в отверстии под шпильку l_2 должна быть несколько больше длины резьбового конца шпильки. Ориентировочно можно принимать $l_2 = l_1 + 0,5 d$, а полная глубина отверстия $l_3 = l_2 + 0,5 d$ отверстия имеет коническую форму. На чертежах угол конуса берется равным 120° , независимо от действительной его величины. Размер угла на чертеже не указывается.

5. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ НЕКОТОРЫХ ДЕТАЛЕЙ

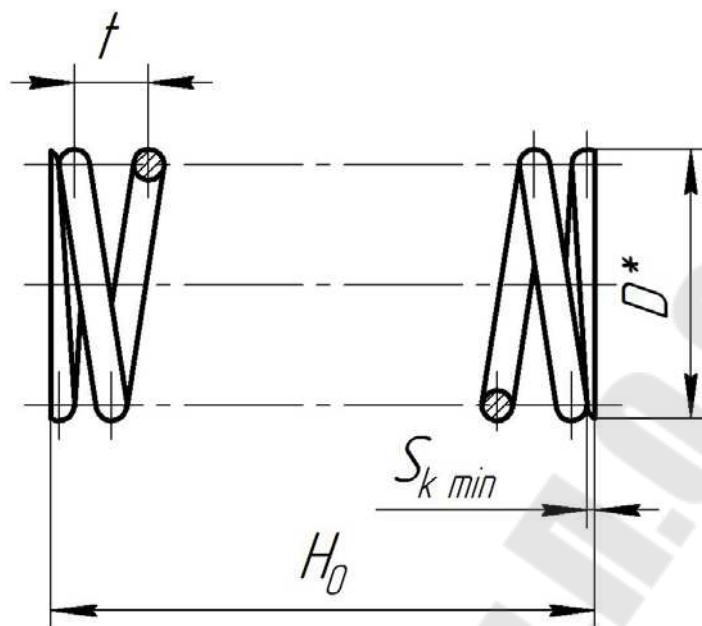
При детализации у студентов возникают трудности при выполнении чертежей деталей, изображения которых упрощены и оговорены правилами стандартов ЕСКД «Правила выполнения чертежей различных изделий» (стандарты 4-й группы). Отметим некоторые особенности выполнения чертежей пружин и деталей, имеющих зубчатый венец.

Выполнение чертежей пружин

Рассмотрим особенности выполнения чертежей цилиндрических пружин сжатия, чаще других встречающихся при детализации.

Все правила изображения устанавливает ГОСТ 2.401 – 68. При вычерчивании вида винтовой цилиндрической пружины витки изображаются прямыми линиями, соединяющими соответствующие участки контуров. В разрезе витки изображают прямыми линиями, соединяющими сечения витков. В действительности эти линии кривые. Сечение витка пружины плоскостью, проходящей через ось пружины, изображают условно в виде окружности (для пружины круглого сечения). В действительности это сечение представляет собой овал. Принятые стандартом условности значительно облегчают выполнение чертежа, давая при этом достаточно наглядное представление о пружинах.

Изображения винтовых пружин на чертежах располагают горизонтально. Пружины изображают только с правой навивкой. Направление навивки указывают в технических требованиях. При вычерчивании пружины с числом витков более 4-х показывают с каждого конца пружины 1-2 витка, кроме опорных. Остальные витки не изображают, а проводят осевые линии через центры сечений витков по всей длине пружины (рисунок 11).



Направление навивки – правое

$n =$

$n_1 =$

$D_c =$ мм

**Размер для справок*

Рис. 11. Изображение пружины

На чертеже пружин нужно указать следующие технические требования: направление навивки, число рабочих витков n , полное число витков n_1 , диаметр контрольного стержня D_c или диаметр контрольной гильзы D_r в мм.

Пружины сжатия (рисунок 11) нагружаются силой, направление которой должно совпадать с осью пружины. С этой целью крайние (торцовые), опорные витки являются нерабочими. Для коротких пружин рекомендуется принять $3/4$ нерабочих витка на каждом торце, а для длинных пружин (≥ 7) число нерабочих витков равно 1 с каждой стороны. Полное число витков n_1 равно сумме рабочих n и нерабочих витков, определяют по формуле:

$$n_1 = n + 2 (3/4 \div 1) = n + (1,5 \div 2).$$

Опорные поверхности (торцы) пружины шлифуют на 3/4 окружности витка, в результате чего на торцах образуются опорные плоскости, перпендикулярные оси пружины и обеспечивающие осевое приложение нагрузки. Опорные поверхности пружин, изготавливаемых из проволоки диаметром меньше 1 мм, не шлифуют. Не шлифуют также поджатые витки в неответственных пружинах. Применяют пружины с неподвижными и нешлифованными витками, например, если пружины работают на штоках.

Обычно шаг пружины бывает в пределах $t = (0,3 \div 0,5)(D - d)$, где D – наружный диаметр пружины; d – диаметр проволоки пружины.

На рисунке 12 показано вычерчивание опорных витков пружин:

а) Поджатый нешлифованный виток. $S_k = d$, $\lambda = 0$; λ – зазор между концом крайнего витка и соседним витком. Длина такой пружины в свободном состоянии: $H_0 = nt + 2d$.

б) Поджат 1 виток, зашлифовано 3/4 окружности. $S_{k \min} = 0,25d$, $S_{k \min}$ – наименьшая толщина конца зашлифованного витка $\lambda = 0$. $H_0 = nt + 1,5d$.

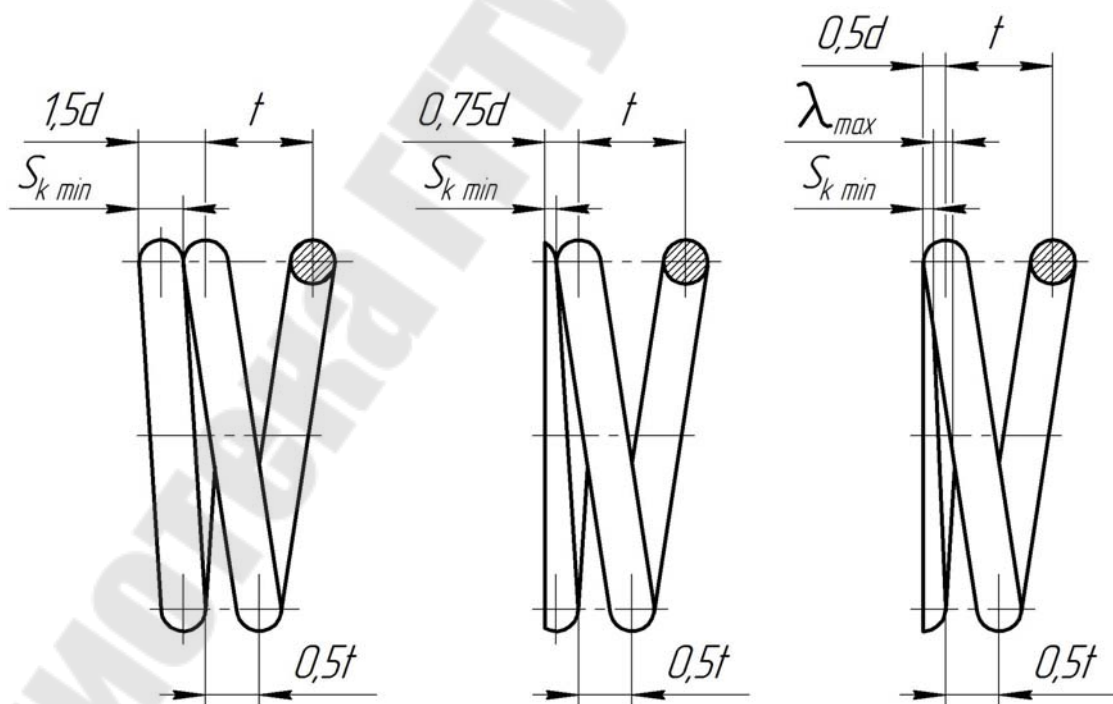


Рис. 12. Примеры вычерчивания опорных витков

Наружный D и внутренний D_1 диаметры пружин в серийном производстве измеряют универсальными измерительными

средствами. Диаметры пружин можно контролировать и другими способами.

Внутренний диаметр пружины можно проверить контрольным стержнем. Длина его должна быть больше высоты свободной пружины не менее чем на 10%, а диаметр стержня $D_c = 0,95 D_1$.

В свободном или напряженном состояниях пружины стержень должен свободно проходить через пружину.

Наружный диаметр пружины можно проверить контрольной гильзой. Длина ее должна быть на 10% меньше высоты пружины, соответствующей максимальной нагрузке, а диаметр гильзы $D_g = 1,04 D$. В свободном и напряженном состояниях пружина должна свободно проходить через калиброванную гильзу.

При ограничении размеров только по внутреннему или наружному диаметрам пружины на чертеже указывают одно из требований контроля по стержню или гильзе (D_c или D_g). Если наружный или внутренний диаметр пружины контролируют универсальными измерительными инструментами, то требования о контроле по стержню и гильзе не помещают.

В курсе машиностроительного черчения студенты не делают расчета пружин и не изображают на чертежах диаграмму зависимости деформации пружины от величины приложенной силы. Пример чертежа пружины представлен на рисунке 11. Размер H_0 указывается без звездочки, т.е. как размер, подвергаемый контролю. В графе «Материал» основной надписи чертежа указывают обозначение проволоки, из которой изготовлена пружина, например: Проволока 1-3 ГОСТ 9389 – 75 (проволока стальная углеродистая пружинная I класса диаметра 3 мм), или проволока Бр.КМц 3-1 3,0 ГОСТ 5222 – 72 (проволока диаметра 3 мм, нормальной точности, из бронзы марки КМц 3-1).

Выполнение чертежей деталей зубчатых зацеплений

Все элементы деталей зубчатых зацеплений, кроме зубчатого венца, выполняют согласно общим правилам вычерчивания изображений предметов. Для зубчатых венцов зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач ГОСТ 2.402 – 68 устанавливает условные изображения.

Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колес в части указания параметров зубчатого венца устанавливает ГОСТ

2.403 – 75. Согласно правилам этого стандарта на изображении зубчатого колеса студент должен указать следующие величины:

- диаметр вершин зубьев $\varnothing A$;
- ширину венца B ;
- размеры фасок или радиусы кривизны притупления на кромках зубьев B .

Кроме того, на чертеже должны быть нанесены все остальные размеры, необходимые для характеристики формы колеса (диаметра отверстия, общая ширина колеса и др.), как показано на рисунке 13.

В правом верхнем углу чертежа зубчатого колеса помещают таблицу параметров зубчатого венца. Таблица параметров должна состоять из трех частей, отделенных друг от друга сплошными основными линиями: первая часть – основные данные; вторая часть – данные для контроля; третья часть – справочные данные.

На чертежах, выполняемых в курсе черчения, задания в первой части таблицы студент должен указать окружной модуль m и число зубьев колеса Z . Модуль m есть величина диаметра делительной окружности d , приходящаяся на один зуб $m = d / Z$, мм. Размеры модулей стандартизованы СТ СЭВ 310 – 76. Делительный диаметр – диаметр окружности, на которой толщина зуба и ширина зуба равны.

Вторую часть таблицы студент не заполняет.

В третьей части таблицы студент должен указать делительный диаметр d (размер делительного диаметра не указывают на изображении колеса). Для некоррегированных колес, т.е. выполненных без смещения исходного контура, диаметр окружности вершин зубьев d_a (на рисунке 13 – $\varnothing A$) и диаметр окружности впадин зубьев d_f вычисляют по формулам: $d_a = m (Z + 2)$; $d_f = m (Z - 2,5)$.

Правила выполнения чертежей конических зубчатых колес с прямолинейным профилем исходного контура в части указания параметров зубчатого венца устанавливает ГОСТ 2.405 – 75. Согласно правилам этого стандарта на чертеже прямозубого конического колеса студент должен указать следующие величины (рисунок 14):

- а) внешний диаметр вершин зубьев до притупления кромки $\varnothing A$ и после притупления ($\varnothing B$ при необходимости);
- б) расстояние от базовой плоскости до плоскости внешней окружности вершин зубьев B ;
- в) угол конуса вершин зубьев δ_a ;
- г) угол внешнего дополнительного конуса β ;

- д) ширину зубчатого венца Г;
- е) базовое расстояние Д;
- ж) размеры фасок и радиусы кривизны притуплений на кромках зубьев;
- з) ширину колеса Б.

На чертеже должны быть нанесены и все остальные размеры: диаметр отверстия, размеры шпоночного паза и др.

На чертеже конического зубчатого колеса помещают таблицу параметров зубчатого венца, состоящую из таких же трех частей, что и для цилиндрических колес, и расположенную в правом верхнем углу чертежа (рисунок 14).

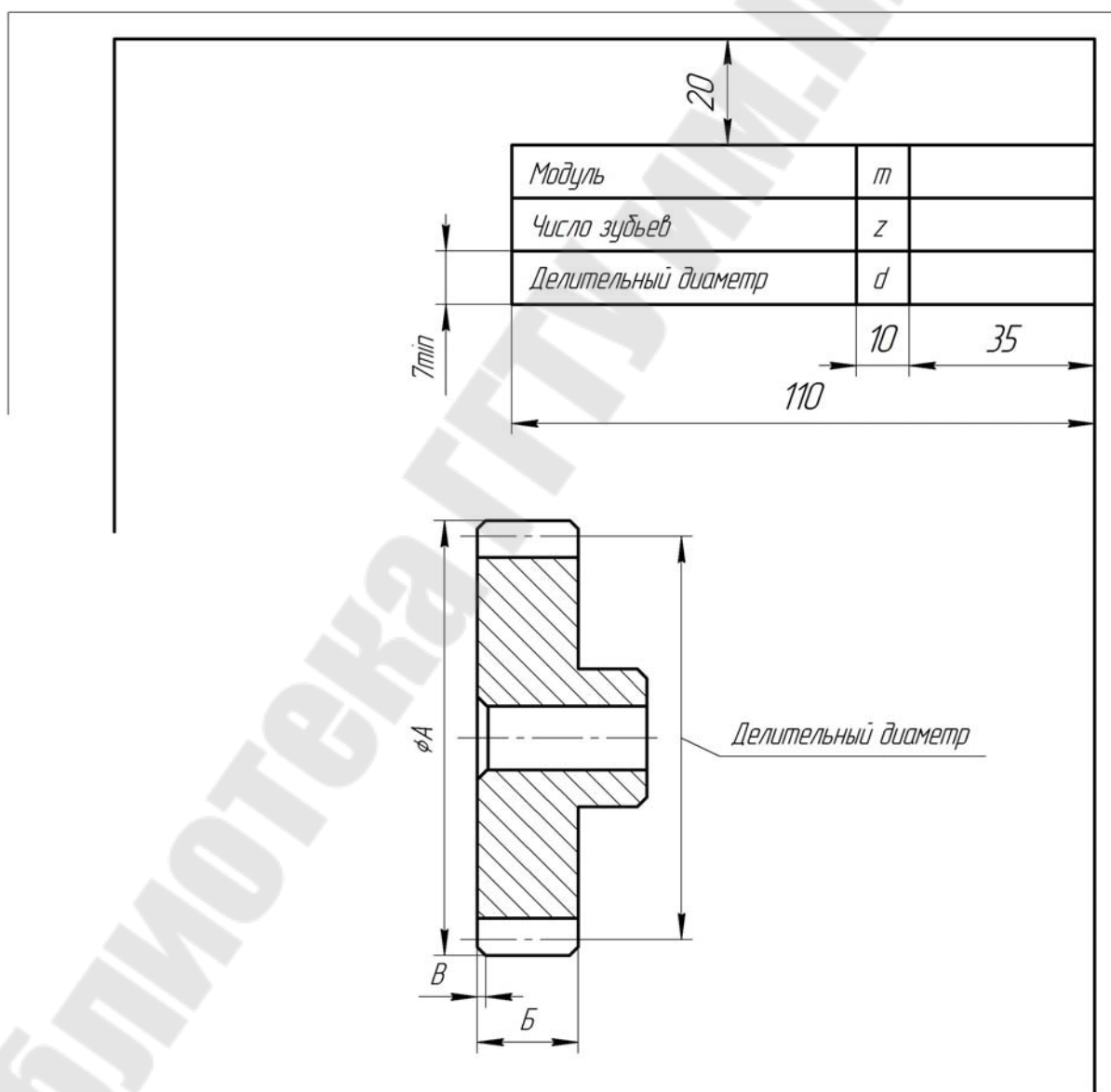


Рис. 13. Цилиндрическое зубчатое колесо

На чертежах выполняемого задания в первой части таблицы студент должен указать: внешний окружной модуль m_e , число зубьев Z , тип зуба – «Прямой», угол делительного конуса δ .

Вторую часть таблицы студент не заполняет.

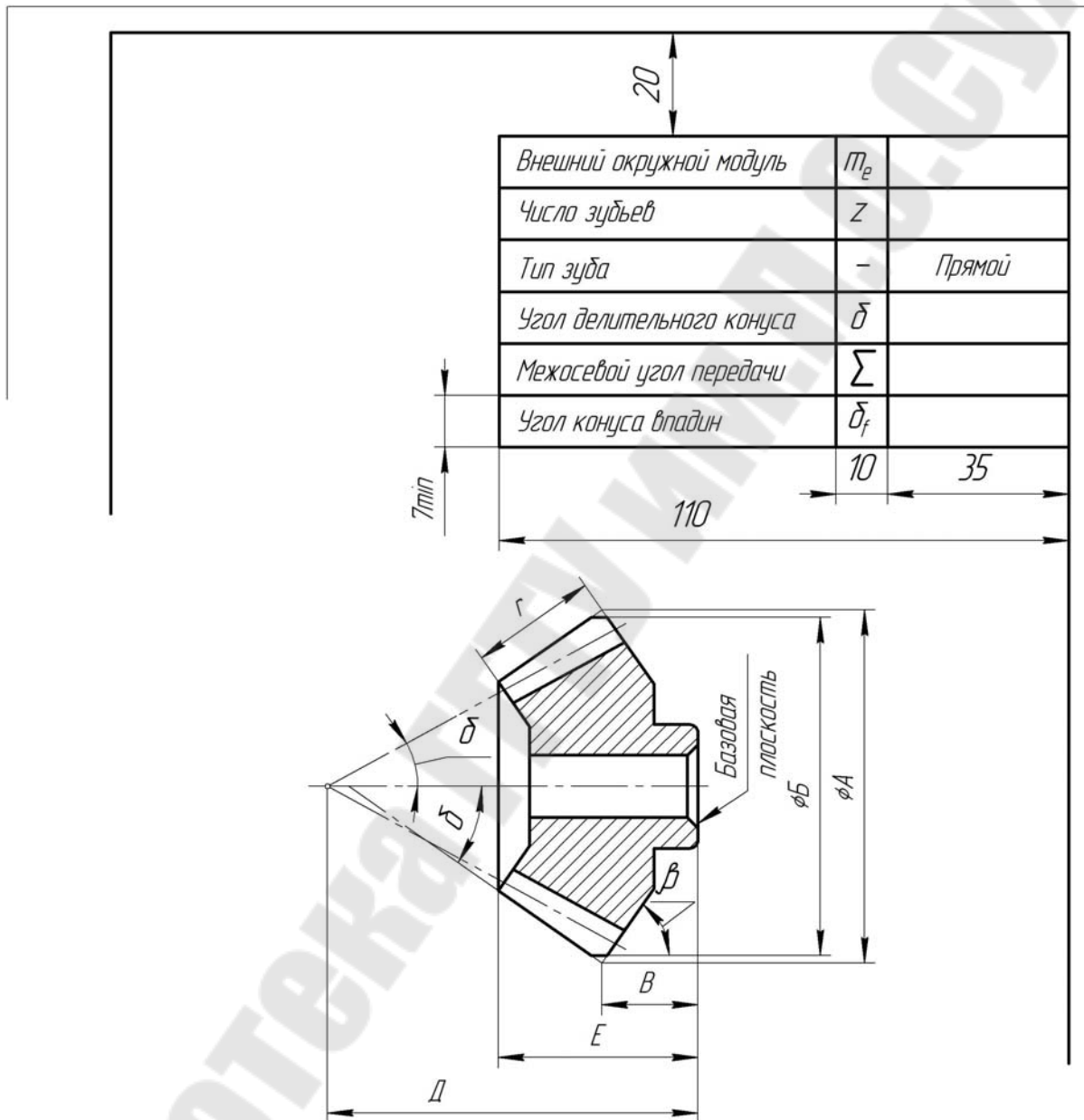


Рис. 14. Коническое зубчатое колесо

В третьей части таблицы студент указывает величины: межосевой угол передачи Σ , угол конуса впадин δ_f .

Приведем формулы, определяющие указанные выше величины, для передачи с межосевым углом Σ , равным 90° , для двух конических колес с числами зубьев Z_1 и Z_2 причем $Z_2 > Z_1$

$$\operatorname{tg} \delta_2 = Z_2 / Z_1; \quad \delta_1 = 90^\circ - \delta_2; \quad \delta_{f2} = \delta_2 - \varepsilon; \quad \delta_{f1} = \delta_1 - \varepsilon;$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon = 2,4 / \sqrt{(Z_1^2 + Z_2^2)}; \quad \delta_{a1} = 90^\circ - \delta_{f2}; \quad \delta_{a2} = 90^\circ - \delta_{f1};$$

(индексы 1 относятся к меньшему, а индексы 2 – к большему колесу). Угол δ на изображении колеса не указывают.

Значения модулей m_e выбирают из стандартного ряда по СТ СЭВ 310 – 76. Размеры ϕA , ϕB , В, Г, Д, β студенты снимают с чертежа детали, причем, размер Г измеряется параллельно образующей делительного конуса.

Если зубчатое колесо имеет два и более венца одного вида (рисунок 15), то значения параметров указывают в таблице параметров в отдельных графах для каждого венца. Венец и соответствующую графу таблицы обозначают прописной буквой русского алфавита.

Если зубчатое колесо имеет два и более венца разного вида (например, цилиндрический и конический), то для каждого венца приводят на чертеже отдельную таблицу. Таблицы располагают рядом или одну под другой. Каждый венец и соответствующую таблицу обозначают одной прописной буквой русского алфавита.

Чертежи цилиндрических червяков и червячных колес выполняют в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и стандарта ГОСТ 2.406 – 68. Согласно правилам этого стандарта на изображении цилиндрического червяка студенты указывают (рисунок 16):

- а) диаметр цилиндра выступов ϕA ;
 - б) длину нарезанной части червяка (по образующей цилиндра впадин) Б;
 - в) размеры фасок на торцевых кромках цилиндра выступов В.
- Размеры А, В, Б студенты снимают с чертежа общего вида.

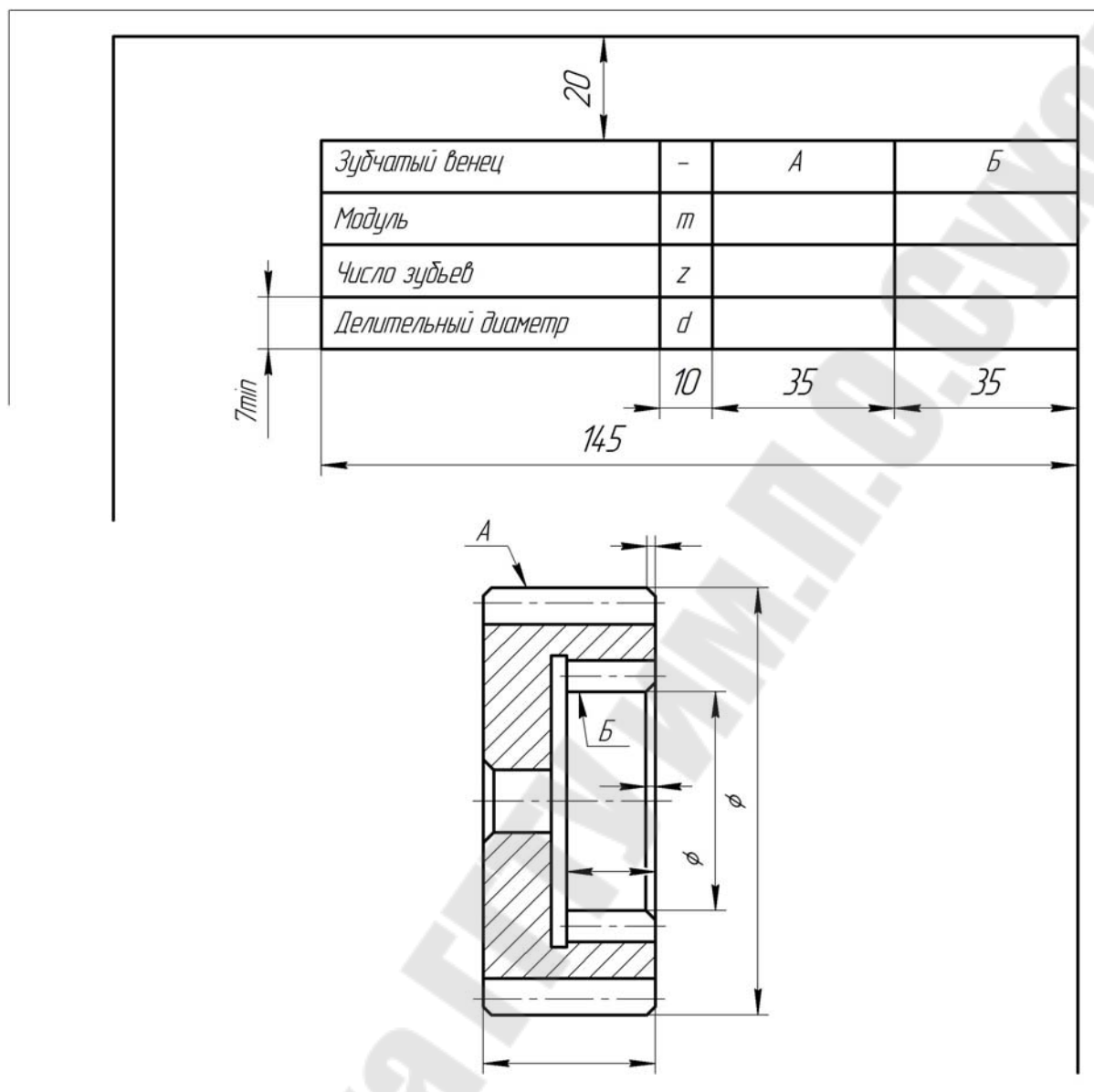


Рис. 15. Цилиндрическое зубчатое колесо с двумя зубчатыми венцами

Диаметр делительного цилиндра $d_{\delta 1}$ (на чертеже не указывается) зависит от осевого модуля m_s , числа заходов Z_1 и угла подъема витка λ_{δ} : $d_{\delta 1} = (m_s \cdot Z_1) \cdot \cos(\lambda_{\delta})$ мм. Модуль червяка должен быть указан на чертеже общего вида и соответствовать СТ СЭВ 310 – 76. Угол подъема витка назначают из условий работы червячной передачи. Если этот угол не задан на чертеже общего вида, то, учитывая, что студенты 2-го курса не умеют рассчитывать параметры зубчатых передач, диаметр делительного цилиндра червяка можно определить из соотношения для межосевого расстояния передачи (задается на

чертеже общего вида): $A_0 = (d_{\delta 1} + d_{\delta 2}) / 2$, где $d_{\delta 2}$ – делительный диаметр колеса.

На изображении червячного колеса студенты указывают (рисунок 17):

- а) диаметр окружности выступов в средней плоскости зубчатого венца ϕA_1 ;
- б) наибольший диаметр зубчатого венца по выступам ϕB ;
- в) ширину зубчатого венца B ;
- г) расстояние от средней плоскости зубчатого венца до базового торца Γ ;
- д) данные, определяющие внешний контур зубчатого венца, например: радиус выточки на поверхности выступов D , размеры фасок торцовых кромок E .

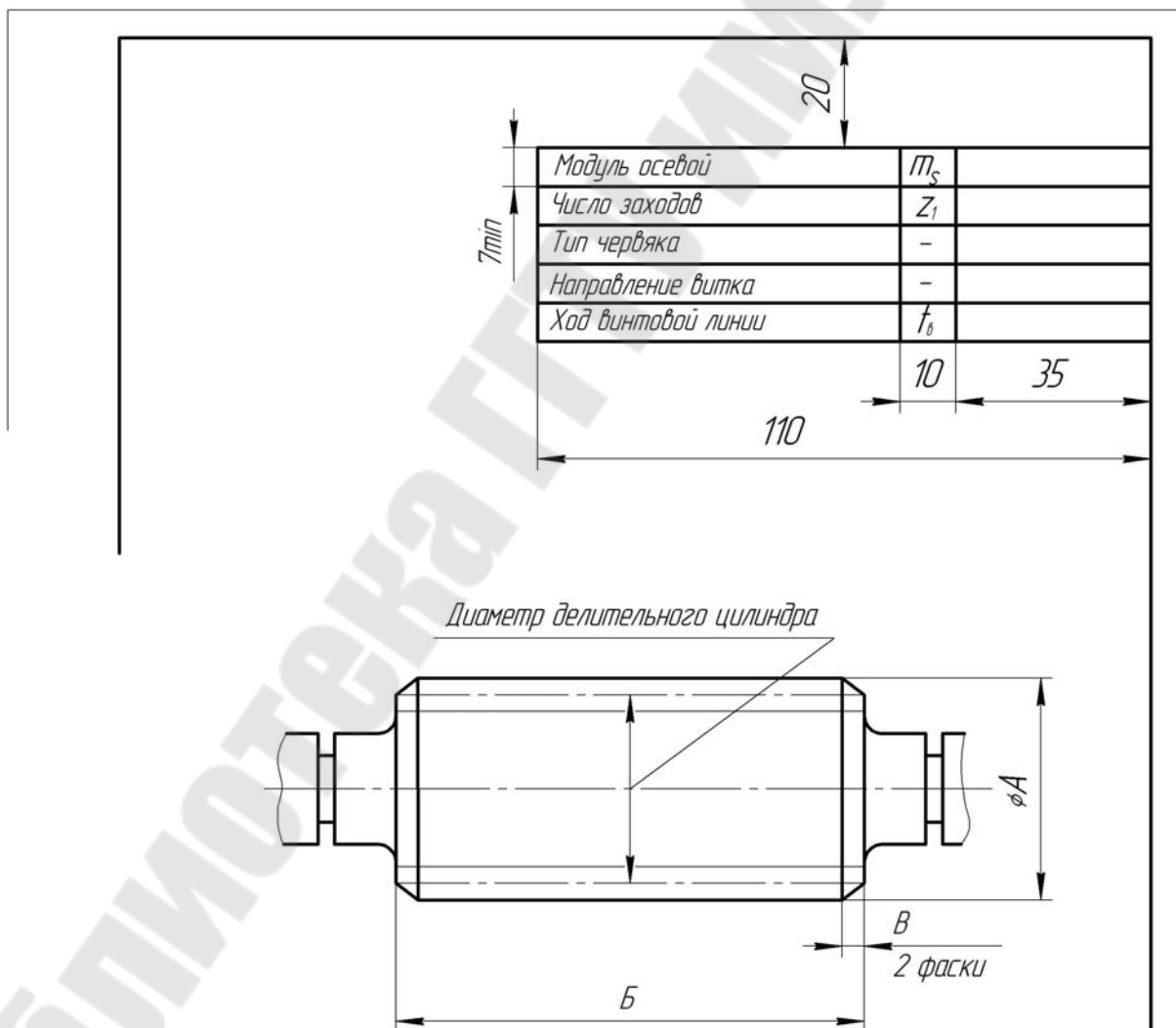


Рис. 16. Вал червяк

Размеры А, Б, В, Г, Д, Е студенты снимают с чертежа общего вида. Делительный диаметр $d_{\delta 2} = m_s \cdot Z_2$ (Z_2 – число зубьев колеса) на чертеже не указывают. Отметим, что для более точного вычерчивания диаметры выступов d_a и впадин d_f можно определить по следующим соотношениям:

для червяка: $d_{a1} = \varnothing A = d_{\delta 1} + 2 m_s$; $d_{f1} = d_{\delta 1} - 2,4 m_s$;
 для червячного колеса: $d_{a2} = \varnothing A_1 = m_s (Z_2 + 2)$;
 $d_{f2} = \varnothing A_2 = m_s (Z_2 - 2,4)$.

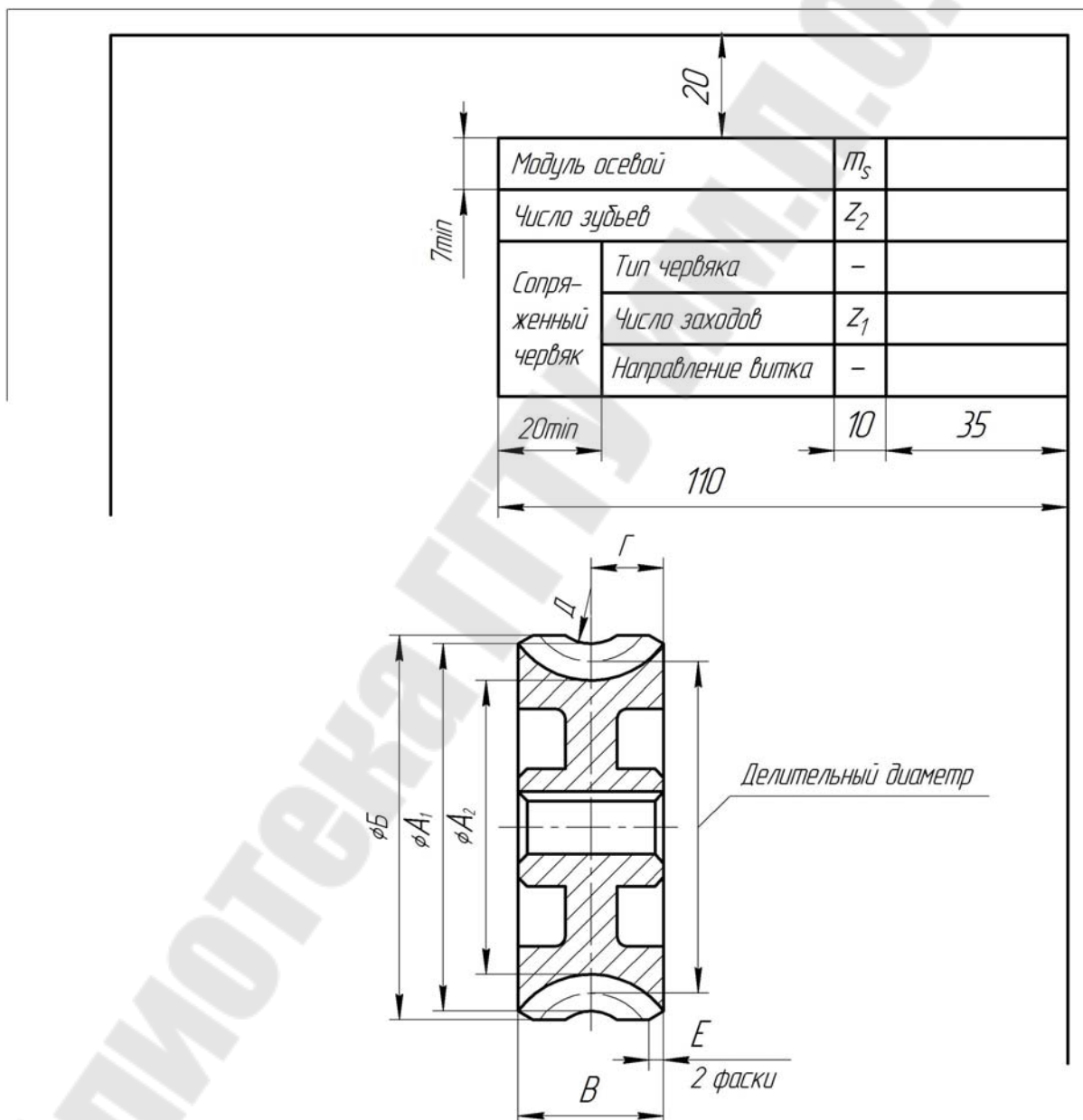


Рис. 17. Червячное зубчатое колесо

На чертежах червяка и червячного колеса в правом верхнем углу помещают таблицы параметров (см. рисунки 16 и 17), которые состоят из трех частей: первая часть – основные данные (для изготовления), вторая часть – данные для контроля, третья часть – справочные данные.

В первой части таблицы студент должен указать:

для червяка (см. рисунок 16) – модуль осевой m_s ; число заходов Z_1 ; тип червяка надписью: «Архимедов», «Эвольвентный», «Конволютный»; направление витка (направление винтовой линии) надписью: «Правое» или «Левое»; ход винтовой линии $t_b = \pi \cdot m_s \cdot Z_1$;

для червячного колеса (см. рисунок 17) – модуль осевой m_s ; число зубьев Z_2 ; данные о сопряженном червяке. Значения модуля выбирают по СТ СЭВ 310 – 76.

Вторую и третью части таблицы студенты не заполняют.

Тип червяка определяется видом винтовой поверхности, ограничивающей витки. Если боковые стороны витков образованы косою закрытой винтовой поверхностью, то червяк называют архимедовым, косою открытая винтовая поверхность образует эвольвентный или конволютный червяк в зависимости от угла наклона образующей винтовой поверхности (см. И.Г. Веницкий «Начертательная геометрия»; В.О. Гордон, К.А. Семенов-Огиевский «Курс начертательной геометрии» и др.).

ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ, ДОПУСКАЕМЫЕ СТУДЕНТАМИ

Механическое копирование изображений детали с чертежа общего вида, когда возможны и необходимы другие варианты.

Нерациональное использование рабочего поля чертежа, неравномерное размещение изображений.

Неправильное расположение основных видов на чертеже, например, вид справа располагается справа от главного изображения, или вид снизу – под главным изображением.

Неправильное изображение резьбы на стержне и в отверстии.

Упрощенное изображение глухого отверстия под шпильку или винт.

Неправильное обозначение резьб, несогласование диаметров резьб с таблицами стандарта.

Незнание правил выполнения чертежей зубчатых колес, пружин, шлицевых валов и отверстий.

Произвольное назначение размеров стандартных элементов (проходные отверстия под болты, винты, шпильки, шпоночные пазы и т.п.), несогласование их с таблицами стандартов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТы ЕСКД:
 - 1.1. ГОСТ 2.301 – 68 – Форматы.
 - 1.2. ГОСТ 2.104 – 68 – Основные надписи.
 - 1.3. ГОСТ 2.305 – 68 – Изображения – виды, разрезы, сечения.
 - 1.4. ГОСТ 2.307 – 68 – Нанесение размеров и предельных отклонений.
 - 1.5. ГОСТ 2.311 – 68 – Изображение резьбы.
 - 1.6. ГОСТ 2.317 – 69 – Аксонометрические проекции.
 - 1.7. ГОСТ 2.109 – 73 – Основные требования к чертежам.
 - 1.8. ГОСТ 2.401 – 68 – Правила выполнения чертежей пружин.
 - 1.9. ГОСТ 2.403 – 75 – Правила выполнения чертежей цилиндрических зубчатых колёс.
 - 1.10. ГОСТ 2.404 – 75 – Правила выполнения чертежей зубчатых реек.
 - 1.11. ГОСТ 2.409 – 74 – Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений.
 - 1.12. ГОСТ 12415 – 80 – Отверстия под концы установочных винтов.
 - 1.13. ГОСТ 14034 – 74 – Центровые отверстия.
 - 1.14. ГОСТ 1139 – 58 – Соединения зубчатые (шлицевые) прямобоочные.
 - 1.15. ГОСТ 8820 – 69 – Канавки для выхода шлифовального круга.
 - 1.16. ГОСТ 10549 – 80 – Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки, фаски.
 - 1.17. ГОСТ 23360 – 78, ГОСТ 24071 – 80, ГОСТ 2323 – 76 – Шпоночке пазы.
2. Новичихина Л.И. Техническое черчение. Минск. Вышэйшая школа, 1983.
3. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению, М.: Машиностроение, 1983.
4. Машиностроительное черчение. Под ред. к.т.н., проф. Вяткина Г.П. М.: Машиностроение, 1985.
5. Суворов С.Г., Суворова Н.С. Машиностроительное черчение в вопросах и ответах. Справочник. М.: Машиностроение, 1984.
6. Козловский Ю.Г., Кордаш В.Ф. Аннотированные чертежи деталей машин. Минск, Вышэйшая школа, 1985.

7. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. М.: Высшая школа, 1988.
8. Новичихина Л.И. Справочник по техническому черчению. Мн.: Книжный дом, 2004.
9. Новичихина Л.И. Техническое черчение: Справочное пособие.- Мн.: Вышш. школа, 2004.
10. Зеленый П.В., Белякова Е.И., Кучура О.Н. Инженерная графика. Практикум по чертежам сборочных единиц. Мн.: Новое знание, 2013.
11. Остриков О.М., Захаренко Г.Н., Амелина Т.И. ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ (ЭУМКД) «Инженерная графика» для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка» (по направлениям). – Гомель: ГГТУ. – 2012.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Пособие

**по одноименному курсу для студентов
машиностроительных специальностей
дневной формы обучения**

Составители: **Остриков Олег Михайлович**
Шматок Евгений Викторович

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 14.01.16.

Рег. № 43Е.
<http://www.gstu.by>