

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
Горно-технологического
факультета

«__»_____2018 г.

Председатель комиссии

_____ К. В. Кокарев

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

РЕЗЬБА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

4-е издание, исправленное

Б 43 Рецензент: *Л. Г. Тимофеева*, доцент Уральского государственного лесотехнического университета.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры инженерной графики 15.02.2018 года (протокол № 4) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Белоносова И. Б.

Б 43 ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. РЕЗЬБА. Методическое пособие по теме «Условности машиностроительного черчения» для самостоятельной работы студентов всех специальностей и направлений. 4-е издание, исправленное / И. Б. Белоносова; Уральский гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 38 с.

В методическом пособии содержатся исходные данные для индивидуальных заданий, примеры их выполнения, а также основные сведения о резьбах, применяемых в машиностроении, параметрах и технологических элементах резьб в соответствии с Государственными стандартами.

Пособие предназначено для студентов всех специальностей и направлений.

© Белоносова И. Б., 1994, 2002, 2012

© Уральская государственная горно-геологическая академия 1994, 2002.

© Уральский государственный горный университет, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕЗЬБА. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ (ГОСТ 11708-82)	3
ТИПЫ РЕЗЬБ	5
Метрическая резьба	6
Трубная цилиндрическая резьба	7
2.3.Трапецидальная резьба	9
2.4.Упорная резьба	10
2.5.Прямоугольная и квадратная резьбы	12
Изображение резьбы	13
Изображение наружной резьбы	13
Изображение внутренней резьбы	14
Изображение специальных резьб	15
Изображение резьбового соединения	15
ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ	16
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ	17
Сбег резьбы	17
Недовод резьбы	18
Недорез резьбы	18
Фаска	18
Проточка	19
6. ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «РЕЗЬБЫ»	20
Цель задания	20
Содержание задания	20
ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ	24
Конец вала с метрической резьбой на стержне	24
Конец вала с метрической резьбой в отверстии	27
Конец вала с трапецидальной резьбой на стержне	28
Конец вала с трапецидальной резьбой в отверстии	30
Конец вала с упорной резьбой в отверстии	31
Изображение шпоночного паза	32
Примеры оформления задания	33
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	37

Резьбовые соединения широко распространены в машиностроении. Они обладают такими достоинствами, как универсальность, высокая надежность, способность воспринимать большие нагрузки, удобство сборки и разборки, простота изготовления.

1. РЕЗЬБА. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ (ГОСТ 11708-82)

Резьба – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

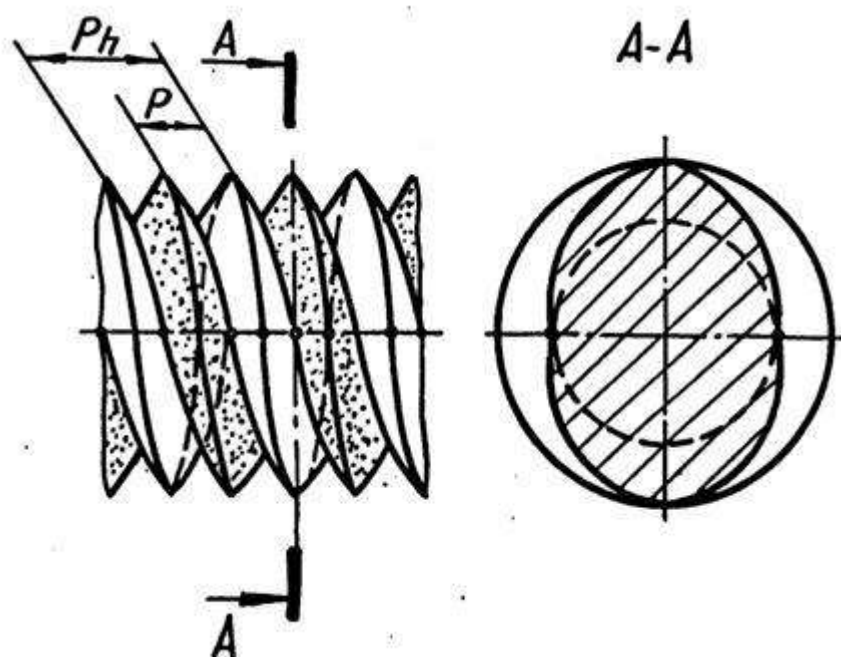


Рис. 1

Резьбы классифицируются по следующим признакам:

1. В зависимости от формы поверхности, на которой нарезана резьба, они подразделяются на цилиндрические и конические.
2. В зависимости от расположения резьбы на поверхности стержня или отверстия они подразделяются на внешние и внутренние.

3. В зависимости от формы профиля различают резьбы треугольного, прямоугольного, круглого и других профилей.

4. По эксплуатационному назначению резьбы делятся на крепежные (метрические, дюймовые), крепежно-уплотнительные (трубные, конические), ходовые (трапецеидальные, упорные, прямоугольные, круглые), специальные и др.

5. В зависимости от направления винтовой поверхности различают правые и левые резьбы.

6. По числу заходов резьбы подразделяются на однозаходные и многозаходные (двух-трехзаходные) и др.

Все резьбы разделяют на следующие группы:

- стандартизованные – резьбы с установленными стандартами параметрами: профилем, шагом, диаметром;
- нестандартизованные или специальные – резьбы, параметры которых не соответствуют стандартизованным.

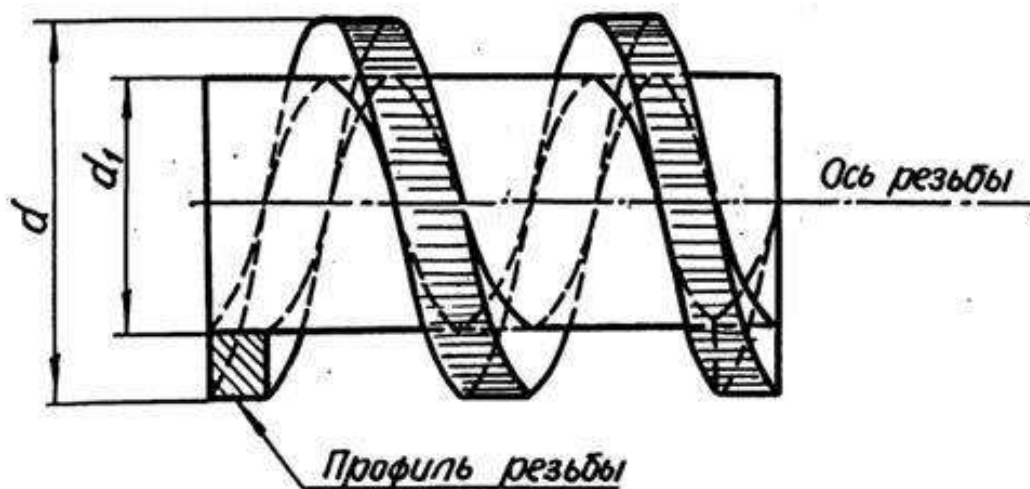


Рис. 2

Основные элементы и параметры резьб имеют следующие определения. **Ось резьбы** – прямая, относительно которой происходит винтовое движение контура, образующего резьбу (рис. 2).

Профиль резьбы – контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ее ось. Резьбу называют по форме ее профиля: треугольной, прямоугольной, трапецеидальной и т. п.

Левая резьба – образована контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя. К обозначению левых резьб добавляется «*LH*».

Правая резьба – образована контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Шаг резьбы (P) – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (рис. 1).

Ход резьбы (P_h) – расстояние между ближайшими одноименными и боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы.

Наружный диаметр резьбы (d – для болта, D – для гайки) – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы (рис. 2).

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

2. ТИПЫ РЕЗЬБ

В машино- и приборостроении применяются стандартные резьбы различных типов.

2.1. Метрическая резьба

Профиль метрической резьбы представляет собой равнобедренный треугольник с углом при вершине 60° . Вершины и впадины витков имеют срез, благодаря которому между вершинами витков болта и впадинами гайки остается некоторый зазор, который предотвращает заклинивание.

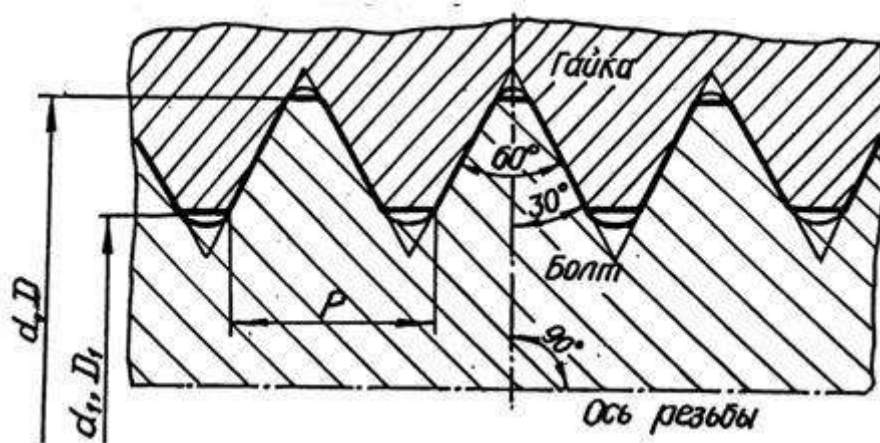


Рис. 3

Размеры метрической резьбы для диаметров от 1 до 600 мм установлены по ГОСТ 8724-81 и 9150-81. Диаметры резьб разделены на три ряда, а шаги на крупные и мелкие. Крупным называют наибольший из шагов для номинального размера диаметра резьбы. Метрические резьбы с крупным шагом установлены для диаметров от 1 до 63 мм; метрические резьбы с мелкими шагами - для диаметров от 1 до 600 мм.

Резьба с крупным шагом обозначается прописной буквой *M* и номинальным диаметром, например: *M24*, *M36*.

Резьба с мелким шагом обозначается прописной буквой *M*, номинальным диаметром и шагом, например: *M24 2*, *M36 2*.

Резьба левая обозначается буквами *LH*, например: *M24 LH*, *M24 2LH*. Резьбы многозаходные обозначаются буквой *M*, номинальным диаметром, числовым значением хода и в скобках буквой *P*, и числовым значением шага, например: трехзаходная резьба с шагом 2 мм *M36 3(P2)*, для левой резьбы *M36 3(P2)LH*.

Согласно ГОСТ 16093-81 система допусков резьб общего назначения предусматривает допуски диаметров резьб, устанавливаемые степенями точности:

для наружного диаметра наружной резьбы (болта) – 4, 6, 8;

для внутреннего диаметра внутренней резьбы (гайки) – 4, 5, 6, 7, 8; Положение полей допусков диаметров резьбы имеют следующие обозна

чения:

для резьбы болтов – d, e, f, d, h ;

для резьбы гаек – E, F, G, H .

Примеры обозначения резьбы номинальным диаметром 20 мм с обозначением полей допусков:

$M20-6g$ - с крупным шагом, наружная;

$M20-6H$ - с крупным шагом, внутренняя;

$M20\ 2-6g$ - с мелким шагом, внутренняя;

$M20\ 2LH-6g$ - с мелким шагом, наружная, левая.

Посадка обозначается дробью: числитель – поле допуска внутренней резьбы, знаменатель – поле допуска наружной, например: $M20\ 2LH-6H/6g$.

Для покупных крепежных изделий рекомендуется применять следующие значения полей допуска: для гайки – $6H, 7H$ и для болта – $6g, 8g$.

2 . 2 . Трубная цилиндрическая резьба

Трубную цилиндрическую резьбу (ГОСТ 6357-81) применяют в трубопроводах, а также в соединениях внутренней цилиндрической резьбы с наружной конической резьбой.

Профилем трубной резьбы (рис. 4) является равнобедренный треугольник с углом при вершине 55° и закругленными вершинами и впадинами. Профили наружной и внутренней резьбы совпадают, что обеспечивает герметичность в соединениях этой резьбы.

Характерные особенности трубной цилиндрической резьбы:

- резьба имеет более мелкий шаг и меньшую высоту профиля по сравнению с дюймовой цилиндрической резьбой;
- фактический наружный диаметр резьбы больше его номинального значения примерно на двойную толщину стенок трубы;
- номинальный наружный диаметр резьбы условно принимают равным внутреннему диаметру трубы, на которой нарезается резьба (рис. 5).

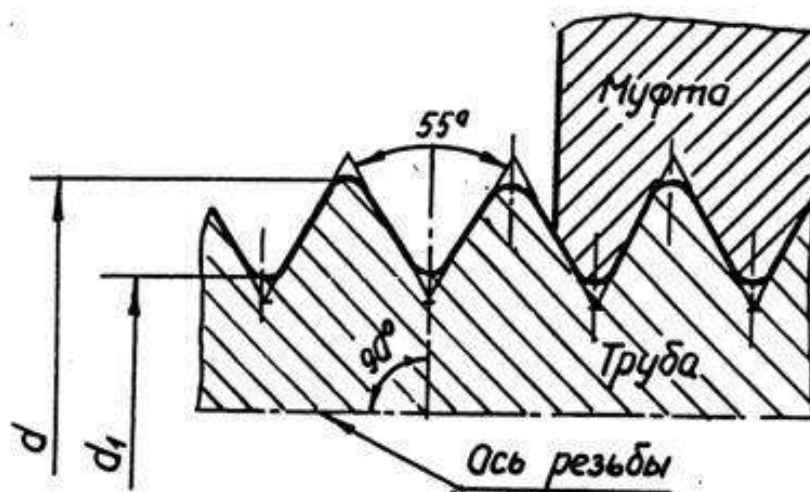


Рис. 4

Трубную резьбу условно обозначают в дюймах ($1 = 25,4$ мм), указывающих (приблизительно) величину диаметра отверстия трубы, который называют диаметром условного прохода трубы и обозначают D_y .

Трубную цилиндрическую резьбу нарезают на трубах до 6 . Трубы свыше 6 сваривают.

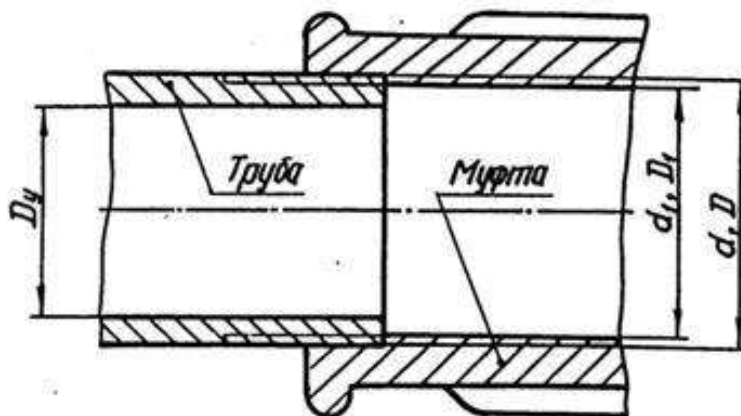


Рис. 5

Обозначение трубной цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357-81 состоит из буквы G, номинального размера резьбы в дюймах и класса точности изготовления резьбы. Для трубной цилиндрической резьбы установлены два класса точности – A и B., например:

- резьба класса точности A: G1 – A;
- резьба левая (LH) класса точности B: G3LH – B;
- резьбовое соединение при классах точности внутренней резьбы A, наружной B: G3 – A/B.

2 . 3 . Трапецеидальная резьба

Трапецеидальная резьба по ГОСТ 9484-81 служит для передачи движений и усилий. Трапецеидальная резьба применима для диаметров от 10 до 640 мм и может иметь шаги от 2 до 48 мм. Предусмотрено выполнение резьб одного и того же диаметра, но с различными шагами.

Трапецеидальная резьба имеет профиль в виде равнобоковой трапеции с углом между ее боковыми сторонами, равными 30 (рис. 6).

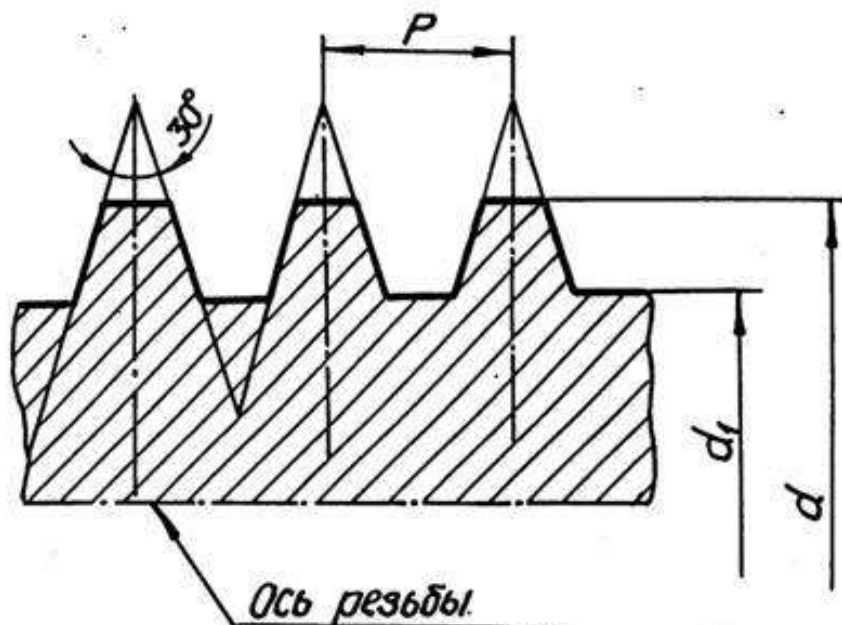


Рис. 6

Симметричный профиль резьбы позволяет применять ее для риверсивных винтовых механизмов. Одинаковые зазоры по наружному и внутреннему диаметрам создают благоприятные условия для смазывания. Трапецеидальная резьба может быть однозаходной и многозаходной, правой и левой.

Номинальные размеры трапецеидальной однозаходной резьбы устанавливает ГОСТ 24738-81.

Условное обозначение однозаходной трапецеидальной резьбы включает буквы *Tr*, номинальный диаметр и шаг, а также буквы *LH* для левой резьбы, например, *Tr40 3LH*.

Основные размеры и допуски резьбы трапецеидальной многозаходной устанавливает ГОСТ 24739-81.

Условное обозначение трапецеидальной многозаходной резьбы содержит буквы *Tr*, номинальный диаметр, числовое значение хода и в скобках буква *P* с числовым значением шага, например, *Tr20 4(P2)LH*.

В производственных чертежах в обозначение резьбы обязательно включают обозначение поля допуска, состоящее из цифры, показывающей степень точности среднего диаметра резьбы и буквы латинского алфавита, обозначающей основное отклонение этого диаметра, например, *Tr20 4(P2)LH-8H/8e*.

2 . 4 . Упорная резьба

Упорная резьба обладает высокой прочностью и высоким КПД. Она применяется в грузовых винтах для передачи больших усилий, действующих в одном направлении в мощных домкратах, прессах и т. д.

Профиль резьбы (рис. 7) представляет собой трапецию, одна сторона которой является рабочей стороной профиля, и ее положение определяется углом наклона β . Другая сторона трапеции (нерабочая сторона профиля) имеет угол наклона 30° .

Профиль и параметры упорной резьбы предусматривает ГОСТ 10177-82. Для упорной резьбы предусмотрены номинальные диаметры резьбы от 10 до

640 мм, резьба может выполняться с разными шагами при одном и том же диаметре.

На чертеже упорная резьбы обозначается буквой *S*, номинальным диаметром и шагом, например: резьба упорная левая, имеющая номинальный диаметр 80 мм и шаг 16 мм – *S80 16 LH*.

В прессостроении применяется также упорная резьба, профиль которой представляет собой неравнобочную трапецию с углом рабочей стороны 0 и нерабочей – 45°. Усиленная упорная резьба предусмотрена для диаметров от 80 до 2000 мм.

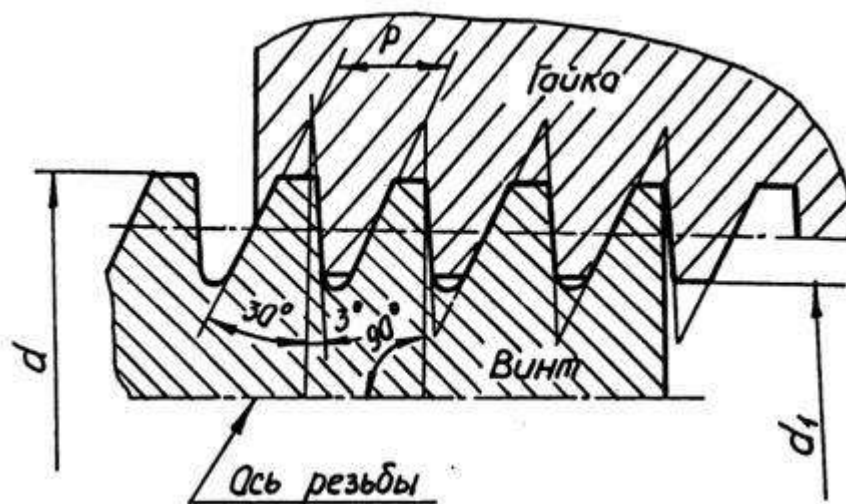


Рис. 7

2 . 5 . Прямоугольная и квадратная резьбы

Прямоугольная и квадратная резьбы имеют высокий КПД и дают большой выигрыш в силе, поэтому они применяются для передачи осевых усилий в грузовых винтах и движения в ходовых винтах.

Прямоугольная и квадратная резьбы не стандартизованы, так как имеют следующие недостатки:

- в соединении (типа «болт – гайка») трудно устроить биение;
- они обладают прочностью меньшей, чем трапецеидальная резьба, так как основание витка у трапецеидальной резьбы при одном и том же шаге шире, чем у прямоугольной или квадратной резьбы;
- их труднее изготовить, чем трапецеидальную.

В соответственных соединениях эти резьбы заменены трапецеидальными. При изображении этих резьб обязательно указывают ее профиль и размеры (рис. 8). Диаметр резьбы предпочтительно выбирать из ряда номинальных диаметров метрической резьбы.

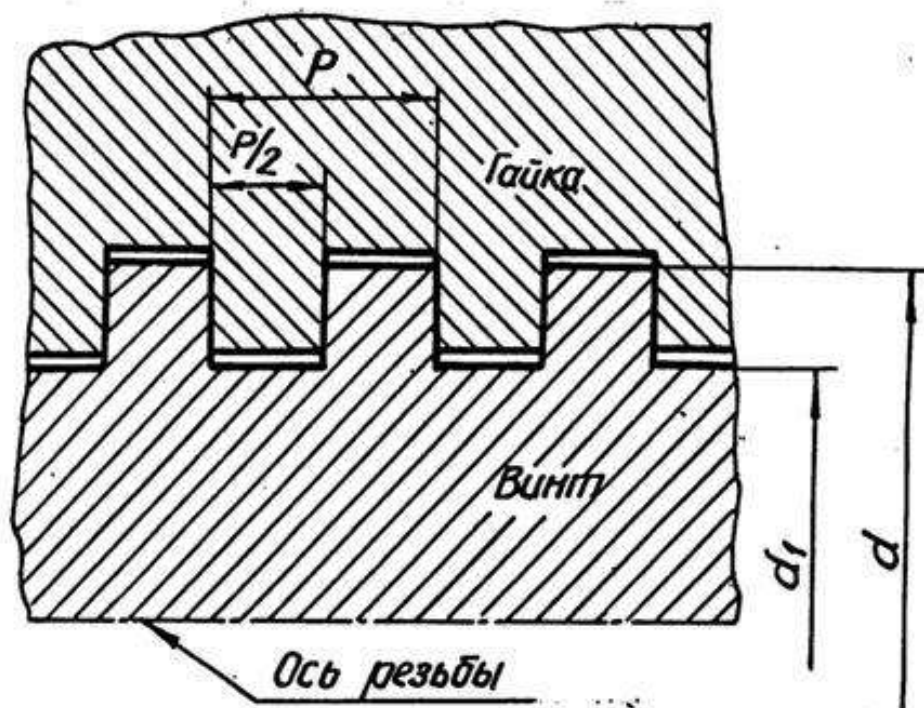


Рис.8

3. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ

Все резьбы, независимо от их типа, изображаются на чертежах условно в соответствии с ГОСТ 2.311-68.

Основная условность заключается в проведении сплошной толстой линии вместо выступов резьбы и тонкой сплошной линии вместо впадин; витки резьбы не изображаются. Границу резьбы упрощенно изображают прямой, перпендикулярной к оси изображения; эта прямая, если она видимая, выполняется сплошной толстой линией.

3.1. Изображение наружной резьбы

Изображение резьбы содержит линии, соответствующие: оси резьбы, наружному и внутреннему диаметрам резьбы и границе резьбы. Резьбу на стержне изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру (рис. 9).

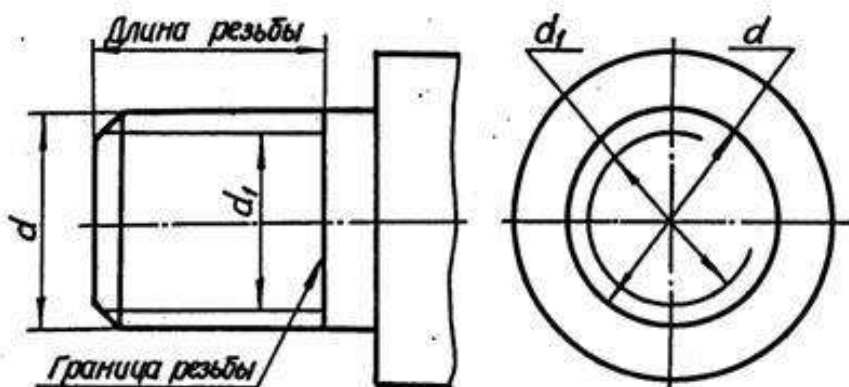


Рис.9

При изображении на плоскости, параллельной оси резьбы, тонкая линия должна пересекать границу фаски на конце стержня и доходить до сплошной линии, ограничивающей резьбу.

При изображении резьбы на плоскости, перпендикулярной к оси резьбы, тонкую линию окружности внутреннего диаметра резьбы проводят в виде дуги, примерно равной $\frac{3}{4}$ этой окружности. Разрыв окружности допускается делать в любом месте. Расстояние между сплошной и тонкой линиями обычно принимают равным не менее 0,8 мм и не более шага резьбы.

Не принято на этом виде показывать фаску, а также начинать и кончать тонкую линию на центровых (осевых линиях).

3. 2. Изображение внутренней резьбы

Резьбу в отверстии изображают в плоскости разреза сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру.

На виде, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси резьбы, наружный диаметр резьбы изображают сплошной тонкой линией, приблизительно равной $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутой в любом месте.

Штриховку на разрезах и сечениях наносят до сплошных основных линий, соответствующих внутреннему диаметру резьбы в отверстии или наружному диаметру резьбы на стержне.

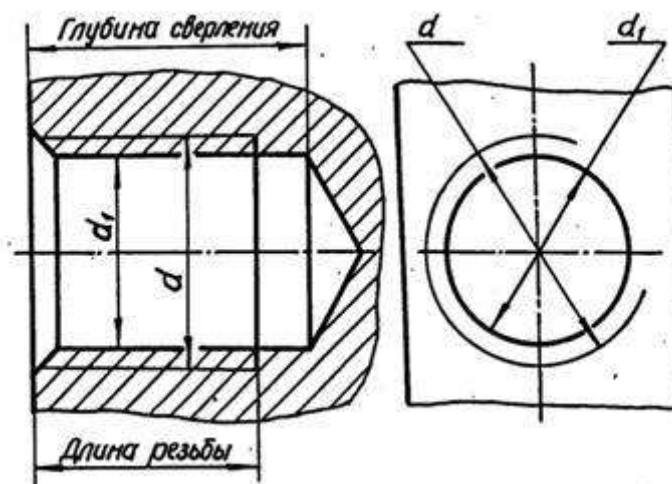


Рис. 10

3 . 3 . Изображение специальных резьб

При изображении резьб нестандартного профиля обязательно выявлять профиль резьбы либо с помощью местного разреза, либо – выносного элемента, указывая все необходимые размеры (наружный и внутренний диаметр резьбы, ширину впадины и шаг резьбы), а также и дополнительные данные: число захо-дов для многозаходной резьбы, направление для левой резьбы (рис. 11).

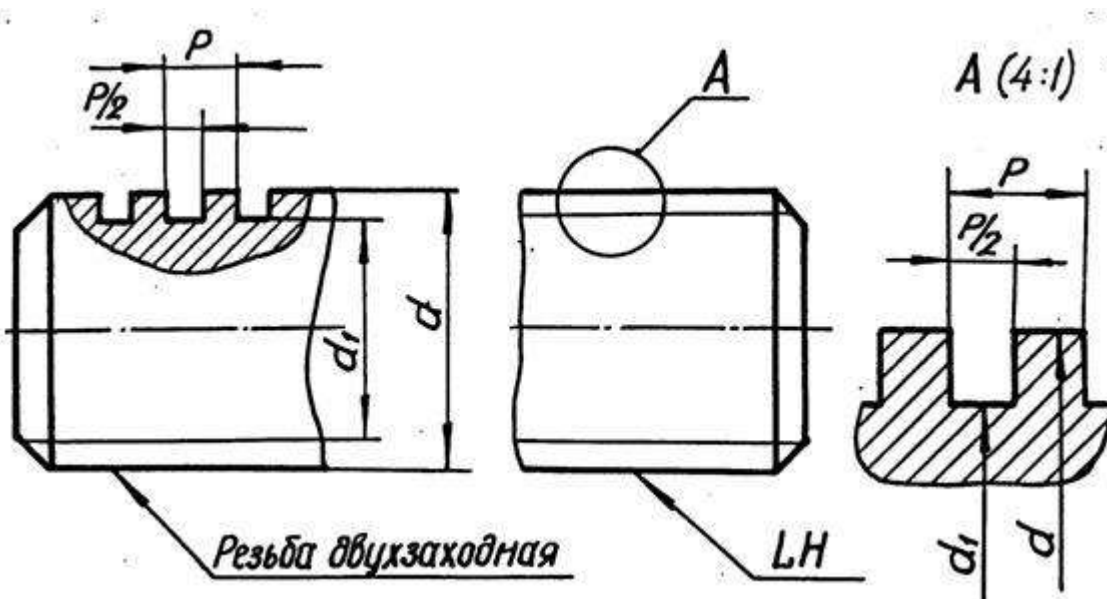


Рис. 11

3 . 4 . Изображение резьбового соединения

На разрезах резьбового соединения наружный диаметр стержня изображают сплошной основной линией, а внутренний диаметр резьбы – сплошной тонкой линией. В отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 12).

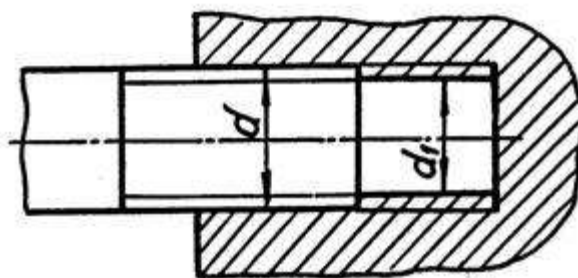
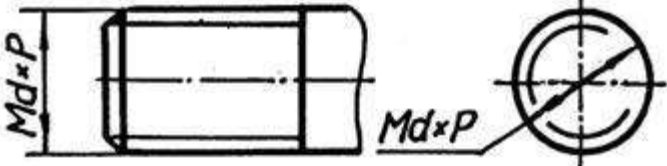
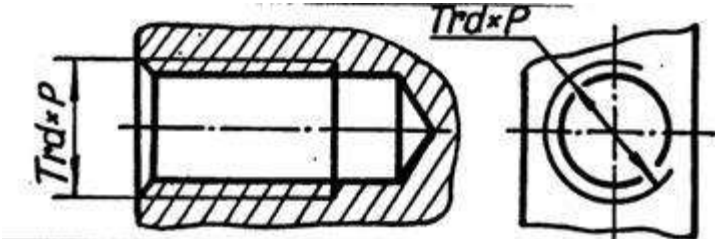
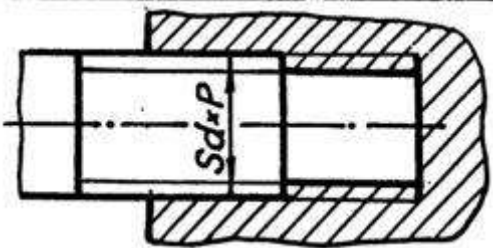
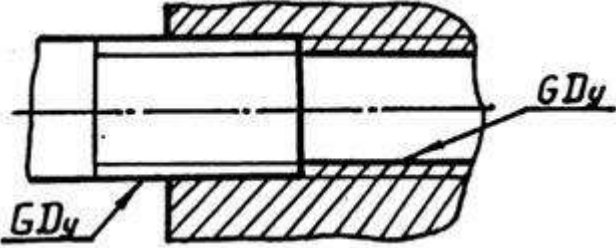


Рис. 12

4. ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ

Обозначение стандартных резьб указывают по соответствующим нормативным документам. Условные обозначения резьб рассмотрены в гл. 2. Обозначение резьб на чертежах относят к ее наружному диаметру за исключением трубной и конической резьб, которые обозначают на линиях-выноски, оканчивающихся стрелкой. Стрелку проводят от контура резьбы (сплошной основной линии) (табл. 1).

Таблица 1

Типы резьб	Обозначение
Метрическая	
Тrapeцеидальная	
Упорная	
Трубная резьба цилиндрическая	

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ

В зависимости от условий и характера производства выполнение резьбы может осуществляться различными способами и инструментами. Для нарезания наружной резьбы применяется плашка, диаметр которой определяется диаметром и шагом резьбы. Метчик применяется для нарезания внутренней резьбы. Часто резьба нарезается на токарных или револьверных станках при помощи резца, заточенного в соответствии с профилем нарезаемой резьбы.

Резьбы имеют технологические элементы, связанные с выходом режущего инструмента из тела детали, к которым относятся: сбег, недорез, проточка и фаска. Технологические параметры резьбы зависят от угла заборной части резбонарезающего инструмента и шага резьбы (параметры трубной цилиндрической резьбы зависят от диаметра условного прохода резьбы) и соответствуют ГОСТ 27148-86.

5.1. Сбег резьбы

Заборный участок плашки оставляет на стержне резьбу с постепенно уменьшающимся профилем. Длина участка неполноценной резьбы в конце резьбовой части детали, где глубина ее сходит на нет, называется сбегом резьбы. Сбег резьбы изображают сплошными тонкими линиями (рис. 13). Размер длины резьбы на стержне и в отверстии указывают, как правило, без сбega, но его учитывают при конструировании деталей.

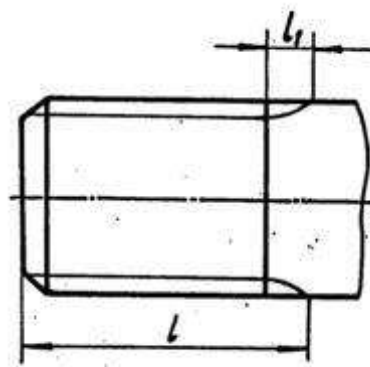


Рис. 13

5 . 2 . Недовод резьбы

В случае, когда вырезаемая часть стержня ограничивается опорной поверхностью (буртиком, головкой, заплечником), при нарезании резьбы плашка во избежание поломки, обычно не доводится до упора в эту поверхность. Величина ненарезанной части детали между концом сбега резьбы и упорной поверхностью называется недоходом резьбы. Недовод зависит от шага резьбы; он не больше двух шагов, а для внутренней – не более трех шагов.

5 . 3 . Недорез резьбы

Длина участка детали, состоящая из недохода и сбега при нарезании резьбы в упор называется недорезом (рис. 14).

Численные значения сбега и недохода резьбы стандартизованы ГОСТ 27148-86. Рекомендуется принимать длину участка недореза равной примерно трем шагам, но не более $0,5 d$, где d – размер номинального диаметра резьбы.

5 . 2 . Фаска

До нарезания резьбы на конце стержня и в начале отверстия выполняются фаски. Эти фаски представляют собой коническую поверхность, образующая которой составляет с осью резьбы угол 45° . Фаски упрощают процесс нарезания резьбы и облегчают соединение между собой резьбовых деталей.

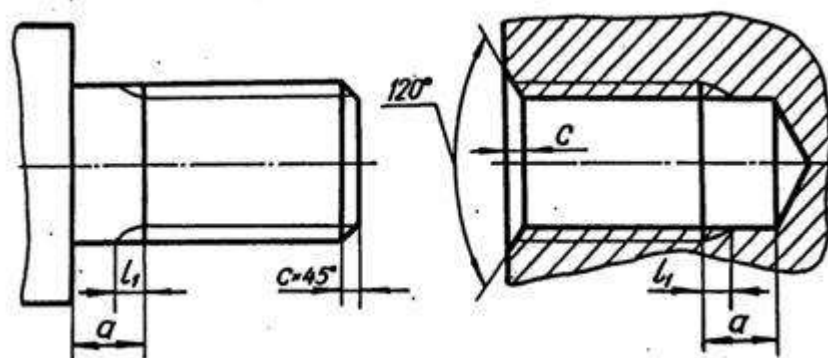


Рис. 14

5.5. Проточка

С целью облегчения процесса нарезания резьбы обычно выполняются наружные или внутренние проточки для выхода резьбонарезающего инструмента. Если на участке сбега резьбы заранее вытачивается канавка, то при нарезании резьбы режущая часть инструмента выйдет в нее, и резьба на всем протяжении имеет полный профиль. Проточки могут иметь прямоугольный или полукруглый профиль.

Диаметр наружной проточки выполняется несколько меньшим внутреннего диаметра резьбы, диаметр же внутренней проточки выполняется несколько большим наружного диаметра резьбы (рис. 15).

Форма и размеры наружных и внутренних проточек зависят от типа резьбы и ее шага и устанавливаются ГОСТ 27148-86.

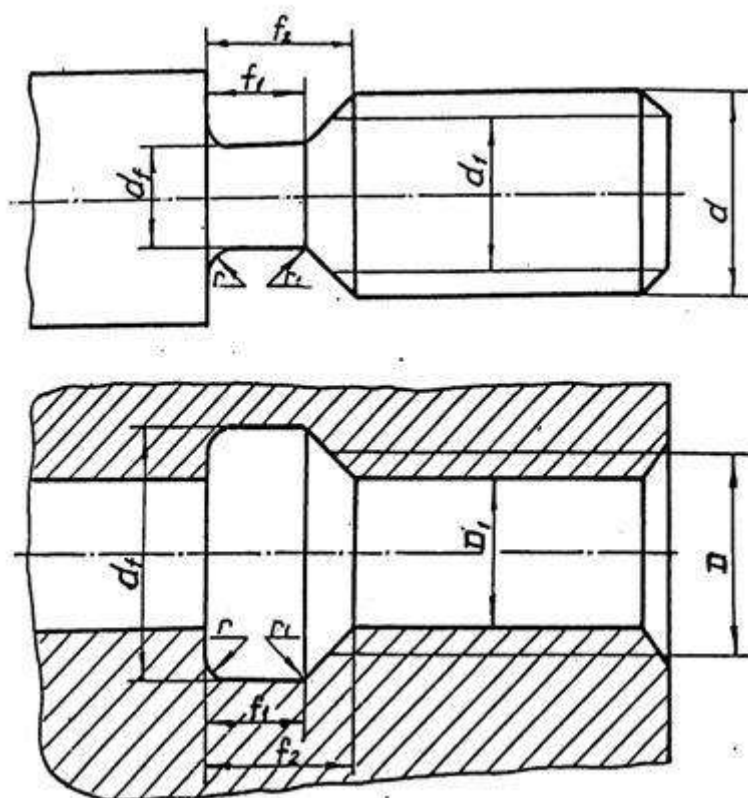


Рис. 15

6. ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «РЕЗЬБЫ»

6.1. Цель задания

Целью задания является изучение резьб, применяемых в машиностроении, условное изображение и обозначение резьбы и ее технологических элементов. При изучении резьбы и выполнении задания студент должен приобрести навыки общения с государственными стандартами по данной теме.

6.2. Содержание задания

Задание выполняется карандашом на формате Ф3 в масштабе 1:1. Вычертить вал в соответствии со своим вариантом, обозначив размеры технологических элементов резьб.

Выполнить сечение по шпоночному пазу.

Варианты заданий

Таблица 2

Номер варианта	Тип вала	Диаметр вала Dв	Левый конец вала			Правый конец вала		
			Тип резьбы	d	P	Тип резьбы	d	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	I	80	<i>M</i>	64	4,0	<i>S</i>	28	5,0
2	II	60	<i>Tr</i>	42	3,0	<i>M</i>	27	2,0
3	III	70	<i>M</i>	64	6,0	<i>Tr</i>	42	3,0
4	IV	26	<i>M</i>	24	3,0	<i>Tr</i>	40	3,0
5	I	60	<i>M</i>	42	4,0	<i>Tr</i>	48	3,0
6	II	63	<i>M</i>	30	3,5	<i>Tr</i>	44	3,0
7	III	71	<i>Tr</i>	50	3,0	<i>M</i>	27	3,0
8	IV	27	<i>M</i>	27	3,0	<i>Tr</i>	42	3,0
9	I	63	<i>M</i>	42	3,0	<i>S</i>	20	2,0
10	II	70	<i>Tr</i>	48	3,0	<i>M</i>	36	4,0
11	III	73	<i>M</i>	64	4,0	<i>Tr</i>	48	3,0

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	IV	30	<i>M</i>	30	3,5	<i>Tr</i>	42	3,0
13	I	70	<i>M</i>	64	3,0	<i>Tr</i>	24	2,0
14	II	60	<i>M</i>	48	2,0	<i>Tr</i>	40	3,0
15	III	75	<i>M</i>	60	4,0	<i>Tr</i>	42	3,0
16	IV	40	<i>M</i>	42	3,0	<i>Tr</i>	65	4,0
17	I	71	<i>M</i>	64	3,0	<i>Tr</i>	46	3,0
18	II	65	<i>Tr</i>	28	2,0	<i>M</i>	30	3,5
19	III	78	<i>M</i>	45	4,5	<i>Tr</i>	30	3,0
20	IV	28	<i>M</i>	24	2,0	<i>Tr</i>	44	3,0
21	I	73	<i>M</i>	52	5,0	<i>Tr</i>	28	2,0
22	II	67	<i>M</i>	42	3,0	<i>Tr</i>	30	3,0
23	III	80	<i>Tr</i>	50	3,0	<i>M</i>	24	3,0
24	IV	32	<i>M</i>	27	2,0	<i>Tr</i>	46	3,0
25	I	75	<i>M</i>	48	3,0	<i>S</i>	22	2,0
26	II	71	<i>Tr</i>	65	4,0	<i>M</i>	48	3,0
27	III	82	<i>M</i>	56	5,5	<i>Tr</i>	40	3,0
28	IV	32	<i>M</i>	30	3,0	<i>Tr</i>	48	3,0
29	I	80	<i>M</i>	42	4,0	<i>Tr</i>	24	2,0
30	II	73	<i>M</i>	64	3,0	<i>Tr</i>	50	3,0
31	III	85	<i>Tr</i>	46	3,0	<i>M</i>	22	2,5
32	IV	28	<i>M</i>	24	1,5	<i>Tr</i>	40	3,0
33	I	85	<i>M</i>	48	4,0	<i>S</i>	32	6,0
34	II	80	<i>Tr</i>	42	3,0	<i>M</i>	33	2,0
35	III	70	<i>M</i>	39	1,5	<i>Tr</i>	24	2,0
36	IV	40	<i>M</i>	39	1,5	<i>Tr</i>	50	3,0
37	I	82	<i>M</i>	56	5,5	<i>Tr</i>	24	2,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	II	72	<i>M</i>	48	4,0	<i>Tr</i>	50	3,0
39	III	71	<i>Tr</i>	50	3,0	<i>M</i>	30	3,5
40	IV	36	<i>M</i>	42	2,0	<i>Tr</i>	52	3,0
41	I	63	<i>M</i>	48	2,0	<i>S</i>	26	5,0
42	II	71	<i>Tr</i>	65	4,0	<i>M</i>	36	3,0
43	III	73	<i>M</i>	48	3,0	<i>Tr</i>	28	2,0
44	IV	40	<i>M</i>	42	4,5	<i>Tr</i>	60	3,0
45	I	80	<i>M</i>	64	6,0	<i>Tr</i>	28	2,0
46	II	75	<i>M</i>	30	3,0	<i>Tr</i>	24	2,0
47	III	75	<i>Tr</i>	65	4,0	<i>M</i>	36	3,0
48	IV	28	<i>M</i>	24	3,0	<i>Tr</i>	40	3,0
49	I	65	<i>M</i>	42	3,0	<i>S</i>	26	2,0
50	II	80	<i>Tr</i>	55	3,0	<i>M</i>	39	4,0
51	III	78	<i>M</i>	64	4,0	<i>Tr</i>	44	3,0
52	IV	32	<i>M</i>	27	2,0	<i>Tr</i>	42	3,0
53	I	67	<i>M</i>	48	5,0	<i>S</i>	26	2,0
54	II	82	<i>M</i>	48	2,0	<i>Tr</i>	65	4,0
55	III	80	<i>Tr</i>	52	3,0	<i>M</i>	36	4,0
56	IV	40	<i>M</i>	42	4,0	<i>Tr</i>	65	4,0
57	I	78	<i>M</i>	48	4,0	<i>S</i>	32	6,0
58	II	85	<i>Tr</i>	42	3,0	<i>M</i>	42	4,0
59	III	82	<i>M</i>	48	3,0	<i>S</i>	32	3,0
60	IV	36	<i>M</i>	30	1,5	<i>Tr</i>	44	3,0

Типы валов

Таблица 3

Тип вала	Исходный чертеж	
	Левый конец вала	Правый конец вала
I		
II		
III		
IV		

7. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

7.1. Конец вала с метрической резьбой на стержне

По заданию на конце вала необходимо изобразить метрическую резьбу с ее технологическими элементами и нанести размерную сетку (рис. 16).

Приступая к вычерчиванию, рекомендуется необходимые размеры сводить в табл. 4, например, требуется изобразить метрическую резьбу с номинальным диаметром 36 мм и шагом 3 мм.

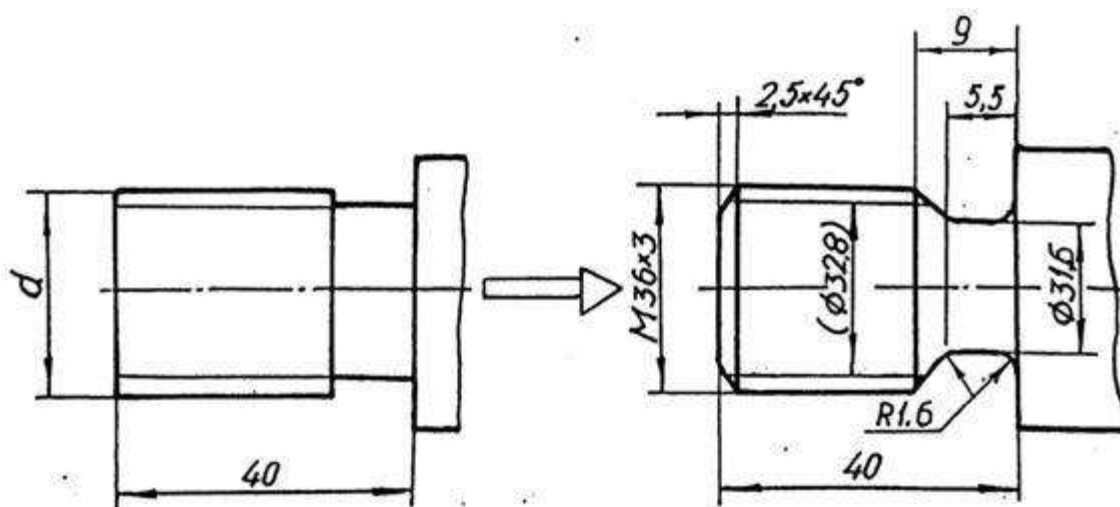


Рис. 16

Таблица 4

Размеры	Обозначение	Величина	Номер табл.	Стр.
Тип резьбы	<i>M</i>		2	20...22
Номинальный диаметр резьбы	<i>d</i>	36		
Шаг резьбы	<i>P</i>	3	2	
Вид шага		мелкий	5	
Внутренний диаметр резьбы	<i>D₁</i>	32,8	5	
Диаметр проточки	<i>d</i>	<i>d</i> -4,4	6	
Ширина проточки (нормальной)	<i>f₁ min</i>	5,2	6	
	<i>f₂ max</i>	9,0	6	
Радиусы скругления проточки	<i>r</i>	<i>P</i> : 2~1,6	6	
Высота фаски	<i>c</i>	2,5	6	

Таблица 5

Шаг метри- ческой резь- бы P	Диаметр резьбы		Шаг метри- ческой резь- бы P	Диаметр резьбы	
	наружный $d(D)$	внутренний $d_1(D_1)$		наружный $d(D)$	внутренний $d_1(D_1)$
с крупным шагом			с мелким шагом		
1	6	4,9	1,5	24	22,4
1,25	8	6,6		30	28,4
1,5	10	8,4		39	37,4
1,75	12	10,1	2	20	17,8
2	14	11,8		24	21,8
2	16	13,8		27	24,8
2,5	18	15,3		30	27,8
2,5	20	17,3		33	30,8
2,5	22	19,3		36	33,8
3	24	20,8		42	39,8
3	27	23,8		48	45,8
3,5	30	26,2		72	69,8
2,5	33	29,2	3	30	26,8
4	36	31,7		36	33,8
4	39	34,7		42	38,8
4,5	42	37,1		48	44,8
4,5	45	40,1		64	60,8
5	48	42,3	4		
5	52	46,6		42	37,7
5,5	56	50,0		48	43,7
5,5	60	54,0		64	59,7
6	64	57,5			
6	68	61,5			

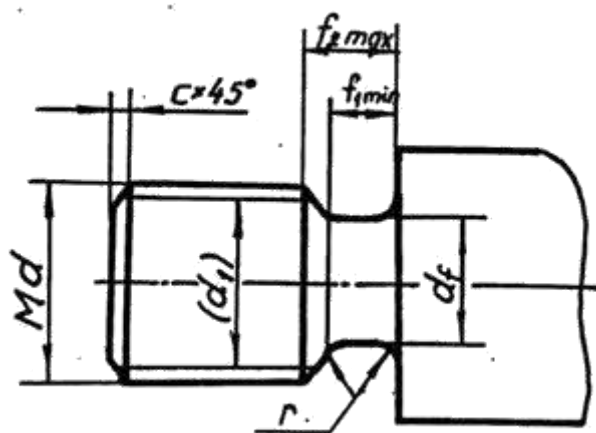


Таблица 6

Шаг резьбы	Номинальный диаметр резь- бы с крупным шагом	d_f	Проточка нор- мальная		Проточка уз- кая		r 0,5P	c
			f_{1min}	f_{2max}	f_{1min}	f_{2max}		
1	6; 7	$d-1,6$	1,6	3,0	1,1	2,5	0,6	1,0
1,5	10	$d-2,3$	2,5	4,5	1,8	3,8	0,8	1,6
2	14; 16	$d-3,0$	3,4	6,0	2,5	5,0	1,0	2,0
2,5	18; 20; 22	$d-3,6$	4,4	7,5	3,2	6,3	0,2	2,5
3	24; 27	$d-4,4$	5,2	9,0	3,7	7,5	1,6	2,5
3,5	30; 33	$d-5,0$	6,2	10,5	4,7	9,0	1,6	2,5
4	36; 39	$d-5,7$	7,0	12,0	5,0	10,0	2,0	3,0
4,5	42; 45	$d-6,4$	8,0	13,5	5,5	11,0	2,0	3,0
5	48; 52	$d-7,0$	9,0	15,0	6,5	12,5	2,5	4,0
5,5	56; 60	$d-7,7$	11,0	17,5	7,5	14,0	3,2	4,0
6	64; 68	$d-8,3$	11,0	18,0	8,0	15,0	3,2	4,0

7.2. Конец вала с метрической резьбой в отверстии

При вычерчивании в отверстии метрической резьбы внутренний диаметр определяется по табл. 5, а размеры проточки – по табл. 7.

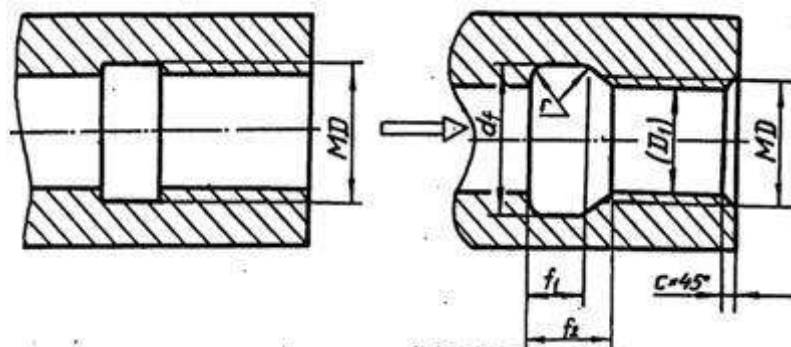
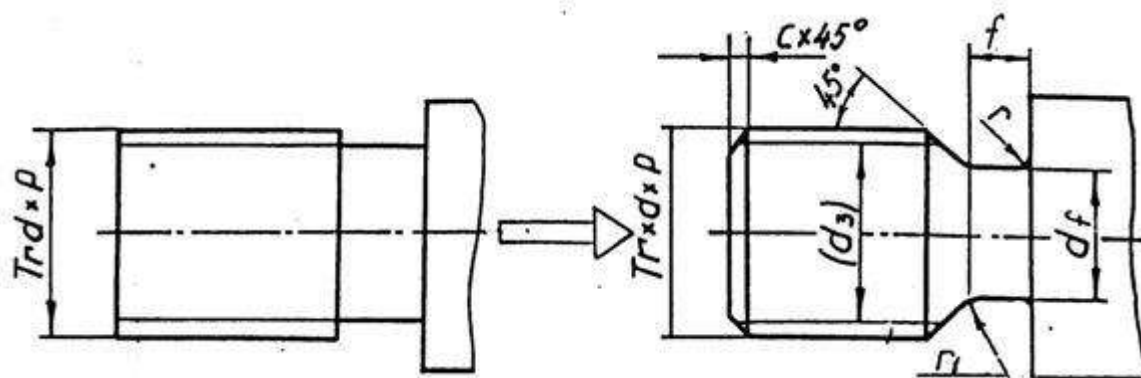


Таблица 7

Шаг резьбы	d_f	Проточка нор- мальная		Проточка узкая		r $0,5P$	c
		f_{1min}	f_{2max}	f_{1min}	f_{2max}		
1	$d+0,5$	4	5,2	2,5	3,7	0,6	1,0
1,5	$d+0,5$	6	7,8	3,8	5,6	0,8	1,6
2	$d+0,5$	8	10,3	5,0	7,3	1,0	2,0
2,5	$d+0,5$	10	13,0	6,3	9,3	0,2	2,5
3	$d+0,5$	12	15,2	7,5	10,7	1,6	2,5
3,5	$d+0,5$	14	17,0	9,0	12,7	1,6	2,5
4	$d+0,5$	16	20,0	10,0	14,0	2,0	3,0
4,5	$d+0,5$	18	23,0	11,0	16,0	2,0	3,0
5	$d+0,5$	20	26,0	12,5	18,5	2,5	4,0
5,5	$d+0,5$	22	28,0	14,0	20,0	3,2	4,0
6	$d+0,5$	24	30,0	15,0	21,0	3,2	4,0

7.3. Конец вала с трапецеидальной резьбой на стержне

При вычерчивании резьбы на стержне внутренний диаметр определяют по табл. 8, а размеры проточки – по табл. 9.



Шаг резьбы P	Диаметр			
	Наружная резьба		Внутренняя резьба	
	d, D	d_3	D_1, d_1	D_4
2	24	21,5	22,0	24,5
	28	25,6	26,0	28,5
3	30	26,5	27,0	30,5
	40	36,5	37,0	40,5
	42	38,5	39,0	42,5
	44	40,5	41,0	44,5
	46	42,5	43,0	46,5
	48	44,5	45,0	48,5
	50	46,5	47,0	50,5
	52	48,5	49,0	52,5
	55	51,5	52,0	55,5
	60	56,5	57,0	60,5
4	65	60,5	61,0	65,5

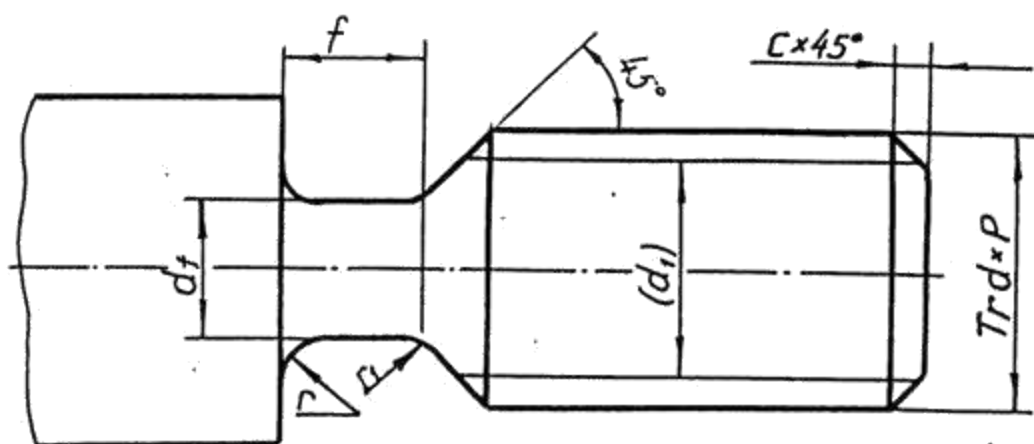


Таблица 9

Шаг резь- бы	d_f	f_1	r	r_1	c
2	$d-3,0$	3	1,0	0,5	1,6
3	$d-4,2$	5	1,6	0,5	2,0
4	$d-5,2$	6	1,6	1,0	2,5
5	$d-7,0$	8	2,0	1,0	3,0
6	$d-8,0$	10	3,0	1,0	3,5
8	$d-10,2$	12	3,0	1,0	4,5
10	$d-12,5$	16	3,0	1,0	5,5

7.4. Конец вала с трапецеидальной резьбой в отверстии

При вычерчивании трапецеидальной резьбы в отверстии следует учитывать зазор между стержнем и «гайкой», изображение выполняют по размерам диаметров, указанных в табл. 8, но на чертеже обозначают резьбу по номинальному размеру. Проточку вычерчивают по размерам, приведенным в табл. 10.

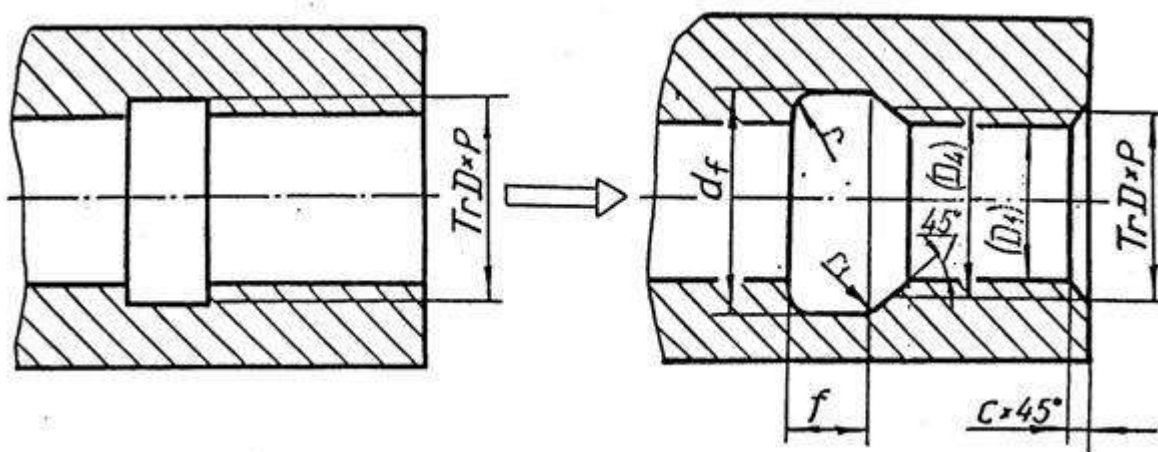


Таблица 10

Шаг резьбы	d_f	f_1	r	r_1	c
2	$d+1,0$	3	1,0	0,5	1,6
3	$d+1,0$	5	1,6	0,5	2,0
4	$d+1,1$	6	1,6	1,0	2,5
5	$d+1,6$	8	2,0	1,0	3,0
6	$d+1,6$	10	3,0	1,0	3,5
8	$d+1,8$	12	3,0	1,0	4,5
10	$d+1,8$	16	3,0	1,0	5,5

7.5. Конец вала с упорной резьбой в отверстии

Размеры, необходимые для вычерчивания упорной резьбы, представлены в табл. 11.

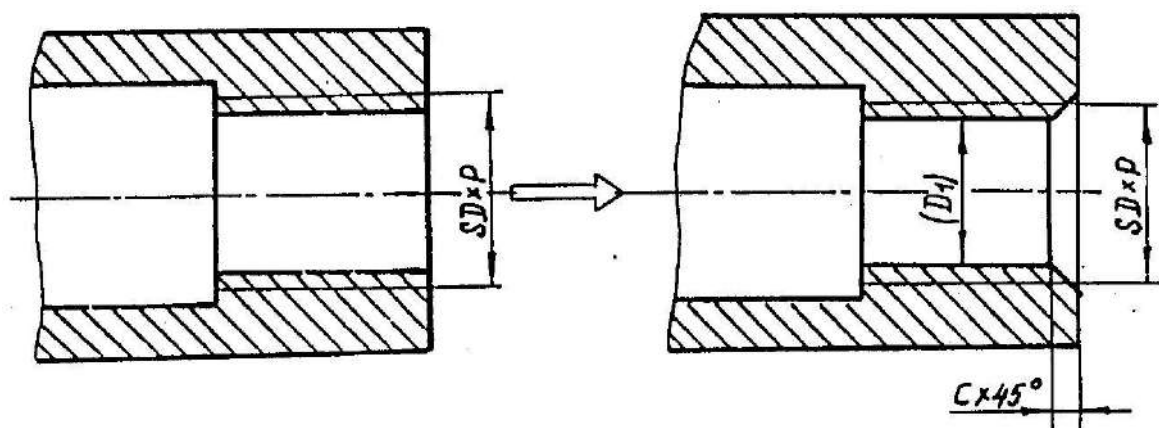


Таблица 11

Шаг резьбы P	Диаметр		Фаска c
	Наружный d, D	Внутренний D_1	
2	20	17,0	1,6
2	22	19,0	1,6
2	26	23,0	1,6
3	32	27,5	2,0
5	26	18,5	3,0
5	28	20,5	3,0
6	32	23,0	3,5

7.6. Изображение шпоночного паза Г ОСТ 233 60 – 78

Шпонкой называется деталь, устанавливаемая в пазах двух соприкасающихся деталей для предотвращения их относительного перемещения и для передачи крутящего момента.

Форму шпоночного паза на валу обычно показывают сечением. Размеры шпоночного паза, зависящие от диаметра цапфы вала, представлены в табл. 12.

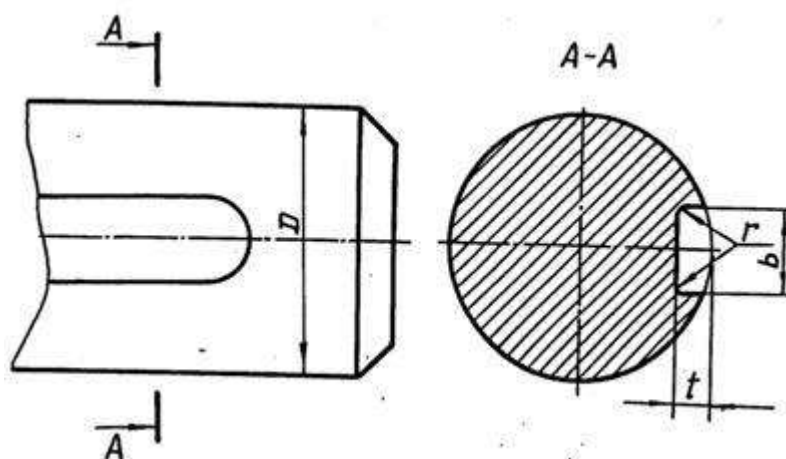
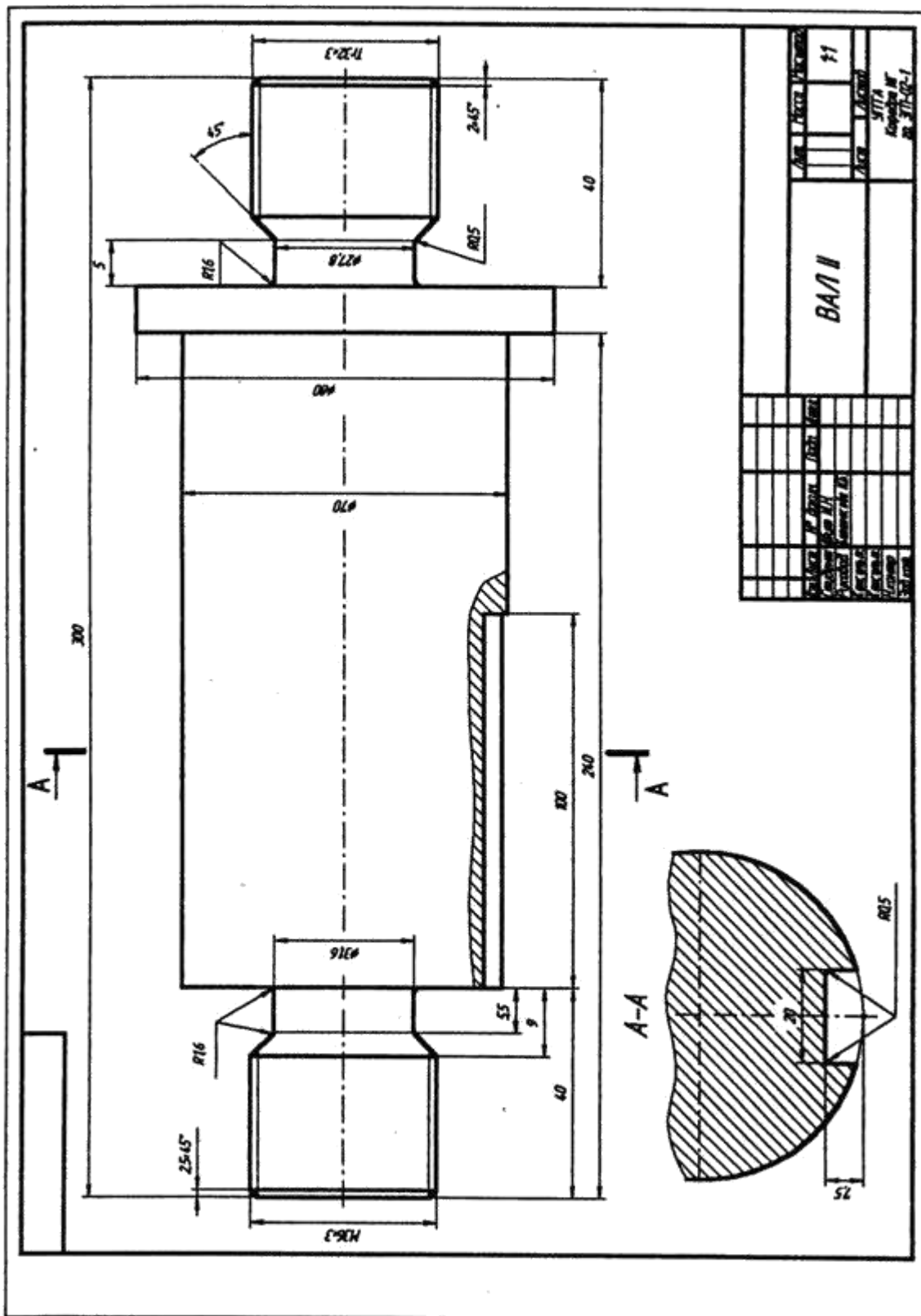


Таблица 12

Диаметр вала О	Шпоночный паз		
	Ширина <i>b</i>	Глубина <i>t</i>	Радиус закругления <i>r</i>
Свыше 22 до 30	8	4,0	От 0,16 до 0,25
30 38	10	5,0	0,25 0,40
38 44	12	5,0	0,16 0,40
44 50	14	5,5	0,25 0,40
50 58	16	6,0	0,25 0,40
58 65	18	7,0	0,25 0,40
65 75	20	7,5	0,40 0,60
75 85	22	9,0	0,40 0,60



СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анурьев В. И.* Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1. – М.: Машиностроение, 1990.
2. *Баева Г. Г.* Условности машиностроительного черчения. Методическая разработка. Свердловский горный институт. – Свердловск, 1976.
3. ГОСТ 27148-86 (СТ СЭВ 214-86). Выход резьбы, сбеги, недорезы, проточки. Размеры.
4. *Попова Г. Н., Алексеев С. Ю.* Машиностроительное черчение. Справочник. – М.: Машиностроение, 1986.
5. *Потишко А. В., Крушевская Д. П.* Справочник по инженерной графике. – Киев: Будівельник, 1983.
6. Резьбы. – М.: Изд. стандартов, 1985.
7. *Розов С. В.* Курс машиностроительного черчения с элементами автоматизированного контроля. - М.: Машиностроение, 1980.
8. *Чекмарев А. А., Осипов В. К.* Справочник по машиностроительному черчению. М.: Высшая школа, 1994.

Ирина Борисовна Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

«Резьба»

Методическое пособие

по теме «Условности машиностроительного черчения»

для самостоятельной работы студентов

всех специальностей и направлений»

Подписано в печать 201 г.

Бумага офсетная. Формат бумаги 60 84 1/16. Гарнитура Times New Roman. Печать на
ризографе. Печ. л. 2,4 Уч.-изд. 2,05. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 Уральский
государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета

в лаборатории множительной техники УГГУ

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ	4
2. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ.....	5
3. ПРОЕКЦИОННЫЙ ЧЕРТЕЖ	10
4. ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ	13
5. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ	24
6. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ.....	28
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	32
ПРИЛОЖЕНИЕ I.....	33

ВВЕДЕНИЕ

Основным методом построения геометрических моделей пространственных объектов является метод проецирования.

Частным случаем метода проецирования является метод Монжа. Он сводится к ортогональному проецированию объекта на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Таким образом, получаемый комплексный чертеж состоит из трех проекций: фронтальной, горизонтальной и профильной. По терминологии стандарта эти проекции называются соответственно: вид спереди, вид сверху и вид слева.

Вторым распространенным методом построения чертежа является аксонометрия. При получении аксонометрического чертежа объект вместе с системой Декартовых координат проецируется на плоскость проекций. Коэффициенты искажения по осям зависят от взаимного расположения системы координат и плоскости проекций. Если эти коэффициенты известны, то изображение, полученное на плоскости проекций, является обратимым. Такое изображение в дальнейшем будет называться аксонометрическим чертежом или просто аксонометрией.

При выполнении данного задания студент должен ознакомиться с основными положениями стандартов ЕСКД (Единой системой конструкторской документации) устанавливающих правила выполнения и оформления чертежей.

При выполнении задания «Геометрическое моделирование пространственных форм» студент должен научиться осуществлять переход от одной модели к другой и обратно, а также строить третью проекцию предмета по двум заданным. Эти действия позволяют в значительной мере совершенствовать пространственное мышление студента. Данная работа состоит из шести разделов, в которых приведены все данные для выполнения задания, а также список рекомендуемой литературы.

1. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Графическая работа «Геометрическое моделирование пространственных форм» состоит из четырех чертежей формата А3 (297×420 мм). Чертежи должны быть выполнены в масштабе 1:1. Пример выполнения графической работы представлен в прил. I.

На первом листе необходимо выполнить комплексный чертеж детали, содержащий необходимые виды и разрезы, проставить необходимые размеры.

На втором листе по данному комплексному чертежу необходимо выполнить аксонометрическую проекцию детали, проставить необходимые размеры.

На третьем листе по двум изображениям детали выполнить комплексный чертеж, содержащий необходимые виды и разрезы, проставить размеры.

На четвертом листе по двум изображениям детали выполнить комплексный чертеж, содержащий необходимые виды и разрезы, проставить размеры.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

2.1. Общие указания

Для выполнения графической работы «Геометрическое моделирование пространственных форм» необходимо изучить стандарты ЕСКД «Общие правила выполнения чертежей».

Разрезы необходимо выполнять такие, которые позволяют наилучшим образом выявить внутренние формы деталей.

Размеры следует наносить после выполнения изображений данной детали.

Изображение на чертеже должно быть рациональным. Компонировка должна быть такой, чтобы поле чертежа было заполнено равномерно (примерно на 75 %). К компоновке чертежа приступают после определения необходимого количества изображений.

Все построения выполняют в тонких линиях. Обводят построенное изображение детали после того, как его проверил преподаватель.

2.2. Оформление формата

Чертежи выполняются на листах чертежной бумаги определенных форматов, размеры которых устанавливает ГОСТ 2.301-68.

Формат листа определяется размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией (рис. 1), по которой производится его обрезка.

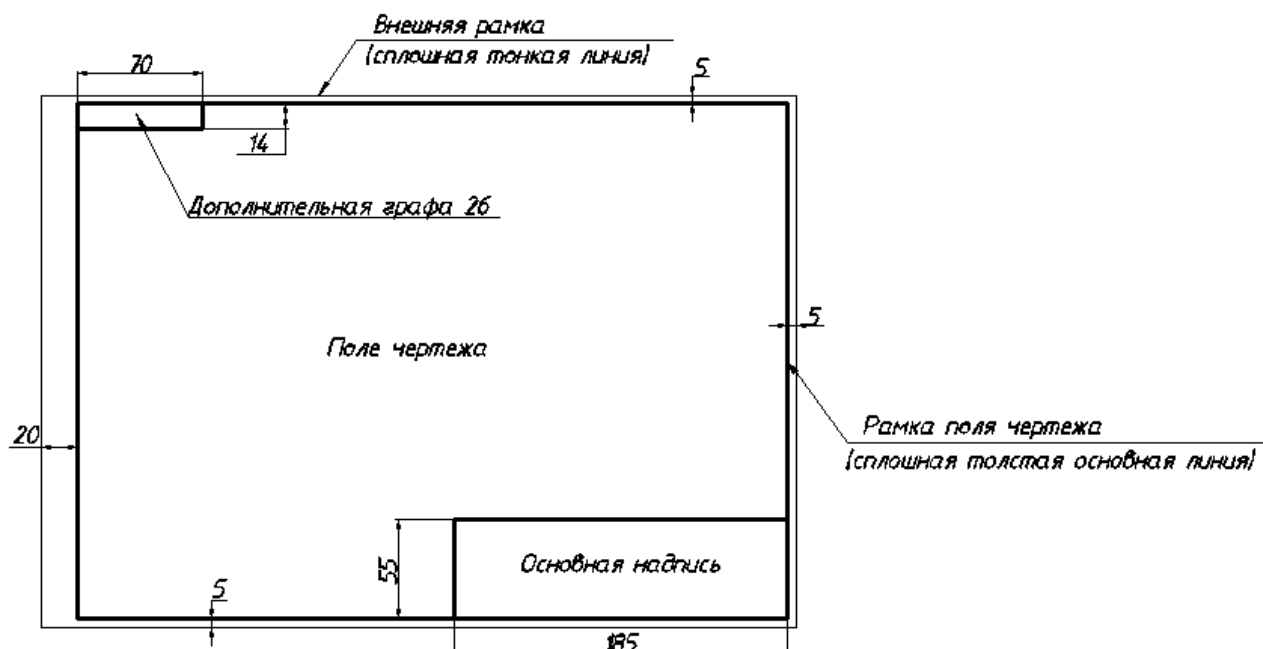


Рис. 1. Оформление формата листа А3

Обозначение и размеры сторон форматов, принятых за основные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные форматы

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

Кроме основных допускается применение дополнительных форматов. Они получаются увеличением коротких сторон основных форматов на величину, кратную размерам формата A4.

Каждый чертеж имеет рамку, которая ограничивает поле чертежа. Рамку проводят сплошными основными линиями: с трех сторон – на расстоянии 5 мм от внешней рамки, а слева – на расстоянии 20 мм (для подшивки чертежа).

В правом нижнем углу формата A3 студент выполняет основную надпись – форма 1 по ГОСТ 2.104-68. Пример заполнения основной надписи чертежа представлен на рис. 2. В левом верхнем углу формата выполняется дополнительная графа 26 (14×70 мм).

Diagram illustrating the layout of a technical drawing on A3 paper (297x420 mm). The layout includes a title block on the right, a main title 'Ушко' in the center, and a table for student information on the left. Dimensions for margins and offsets are provided.

Изн.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Студент	Смирнов			
Консул.	Савина			
Рук.	Фролов			
Н.контр.				
Заб.каф.	Шангина			

Additional fields in the title block: Литера, Масса, Масштаб (1:1), Лист, Листов. The bottom right contains the text: УГГУ ТТП-17, Кафедра графики.

Рис. 2. Пример заполнения основной надписи чертежа

При заполнении основной надписи указывают наименование детали в именительном падеже единственного числа.

Буквы и цифры в основной надписи, как и на всем чертеже, выполняют чертежным шрифтом.

На листах формата А4 основная надпись располагается только вдоль короткой стороны листа (рис. 3).



Рис. 3. Расположение основной надписи на формате А4

2.3. Масштабы

Детали на чертеже в зависимости от их сложности и размеров могут изображаться в натуральную величину, с увеличением или с уменьшением.

Масштабом называется отношение линейных размеров детали на чертеже к ее действительным размерам.

Масштабы изображений и их обозначение на чертежах устанавливает ГОСТ 2.302-68.

Крупные по габаритам детали вычерчивают в масштабе уменьшения (1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5 и т. д.). Мелкие детали вычерчивают в масштабе увеличения (2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1 и т. д.).

Основной масштаб, в котором выполнен чертеж, указывают в определенной графе основной надписи.

Следует помнить, что при любом масштабе на чертеже указывают истинные (действительные) размеры изображенного предмета.

2.4. Начертание и основные назначения линий (линии чертежа)

При оформлении чертежей используются различные линии, назначение и начертание которых устанавливает ГОСТ 2.303-68 (табл. 2).

Сплошная основная линия имеет толщину S от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины изображения и формата чертежа.

Толщина линий одного типа должна быть одинаковой для всех изображений выполняемого чертежа, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

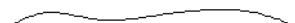
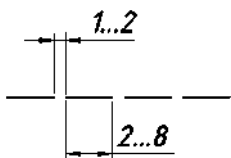
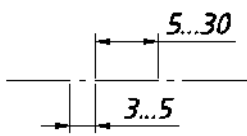
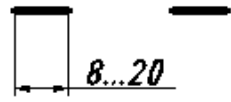
Вычерчивание симметричных изображений начинается обычно с проведения осевых линий.

Центр окружности изображают пересечением больших штрихов. Осевые и центровые линии выходят за контур изображения на 3...5 мм.

Штрих-пунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности менее 12 мм.

Таблица 2

Наименование, начертание и назначение линий (ГОСТ 2.303-68)

Наименование и начертание	Толщина линии	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная 	S	- линии видимого контура - линии контура вынесенного сечения - линии контура входящего в состав разреза
2. Сплошная тонкая 	от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	- линии выносные и размерные - линии штриховки - линии контура наложенного сечения - линии-выносок - полки линий-выносок
3. Сплошная волнистая 		- линии обрыва - линии разграничения вида и разреза - линии контура входящего в состав разреза
4. Штриховая 		- линии невидимого контура
5. Штрих-пунктирная 		- линии осевые и центровые - линии сечений, являющихся осями симметрии вынесенных сечений
6. Разомкнутая 	от S до $1\frac{1}{2}S$	- линии сечений

2.5. Шрифты чертежные

Шрифтом называется графическая форма изображения букв, цифр и условных знаков, которые используются при выполнении чертежей и других технических документов.

ГОСТ 2.304-81 устанавливает чертежные шрифты, наносимые на чертежах и других технических документах.

Чертежный шрифт бывает без наклона к основанию строки и с наклоном под углом 75° к основанию строки. Стандарт устанавливает также два типа шрифта: А и Б. Для шрифта типа А толщина линий букв и цифр d равна $1/14h$, а для шрифта типа Б – $1/10h$, где h – **размер шрифта** – величина, определенная высотой прописных букв в миллиметрах, измеряемой перпендикулярно к основанию строки.

Высота строчных букв c определяется из отношения их высоты (без отростков) к размеру шрифта h , например, $c = 7/10h$.

Стандартные размеры шрифта тип Б с наклоном приведены в таблице 3.

Таблица 3

Шрифт типа Б

Параметры шрифта	Обозначение	Размеры, мм							
высота прописных букв	h	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
высота строчных букв	c	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0

Более подробные сведения о начертании букв прописных, строчных и цифр русского алфавита (кириллицы) представлены в ГОСТ 2.304-81.

3. ПРОЕКЦИОННЫЙ ЧЕРТЕЖ

3.1. Способы проецирования

Чертеж – графическое изображение предмета, определяющее его форму и размеры, выполненное согласно определенным правилам проецирования с применением общепринятых изображений и обозначений.

Чертеж можно рассматривать как плоскую геометрическую модель отображенных на нем указанных объектов.

Проецирование – это процесс отображения предмета на какую-либо поверхность. Получившееся при этом изображение называют **проекцией** предмета.

Элементами проецирования, являются:

- центр проецирования S – точка, из которой производится проецирование;
- объект проецирования (ΔABC);
- плоскость проекций H – плоскость, на которую производится проецирование;
- проецирующие лучи – воображаемые прямые, с помощью которых производится проецирование;
- проекция ($\Delta A'B'C'$) или изображение – результат проецирования. Аппарат проецирования представлен на рис. 4.

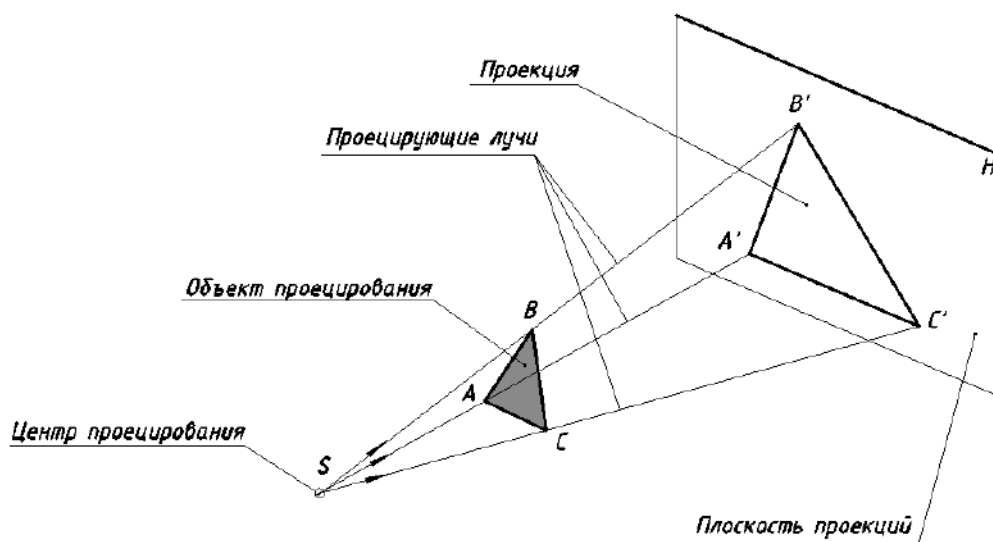


Рис. 4. Аппарат проецирования

Различают центральное и параллельное проецирование.

При центральном проецировании все проецирующие лучи исходят из одной точки – центра проецирования, находящегося на определенном расстоянии от плоскости проекций (рис. 5, а). Метод центрального проецирования используется при построении перспективы, в строительном черчении и рисовании.

При параллельном проецировании все проецирующие лучи параллельны между собой. На рис. 5, б, в показан аппарат параллельного проецирования косоугольного и прямоугольного. Центр проецирования предполагается удаленным в бесконечность. Если проецирующие лучи составляют с плоскостью проекций угол отличный от 90° , то такие параллельные проекции называются **косоугольными** (рис. 5, б). Если проецирующие лучи составляют с плоскостью проекций прямой угол, то такие параллельные проекции называются **прямоугольными** (рис. 5, в).

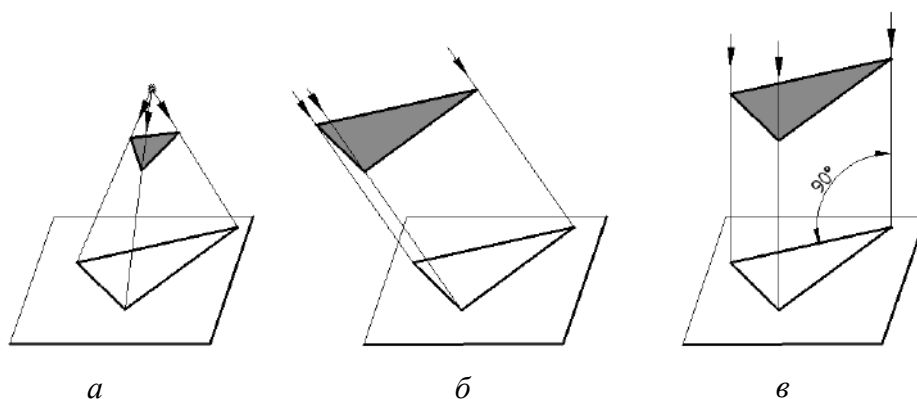


Рис. 5. Проецирование: а – центральное, б – параллельное косоугольное, в – параллельное прямоугольное

Чертеж в системе прямоугольных проекций дает достаточно полные сведения о форме и размерах предмета.

3.2. Ортогональные проекции

В основе построения проекционного чертежа заложен метод прямоугольного проецирования на две или три взаимно перпендикулярные плоскости проекций (ортогонального: «orthos» – прямой и «gonia» – угол).

При прямоугольном проецировании угол между проецирующим лучом и плоскостью проекций составляет 90° .

Объектом проецирования являются предметы, которые можно представить, как множество точек, прямых (линий), плоскостей, поверхностей, совокупность которых образует элементы предмета – ребра, грани, вершины, окружности и т. д. Приступать к выполнению задания следует лишь после того, как студент освоил построение проекций таких элементов, как точка, отрезок прямой, плоские фигуры, поверхности вращения.

Деталь ориентируют в пространстве таким образом, чтобы основные ее измерения были параллельны или перпендикулярны плоскостям проекций. Затем деталь разбивают на простые элементы и последовательно проецируют их на плоскости проекций. При этом элементы параллельные плоскостям проекций проецируются на них в натуральную величину, а проекции объектов перпендикулярных плоскостям проекций являются вырожденными.

Наглядное изображение детали и аппарата проецирования на три плоскости проекций представлено на рис. 6.

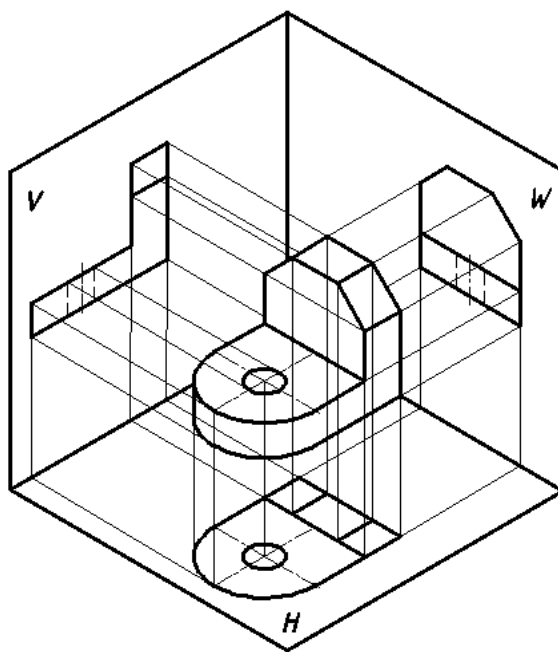


Рис. 6. Наглядное изображение ортогонального проецирования

Каждая проекция детали является проекцией всех его элементов. Невидимые на данной проекции элементы изображаются штриховой линией.

На чертеже детали ее проекции связаны между собой линиями проекционной связи, которые не изображаются (рис. 7). Их используют только в процессе построения.

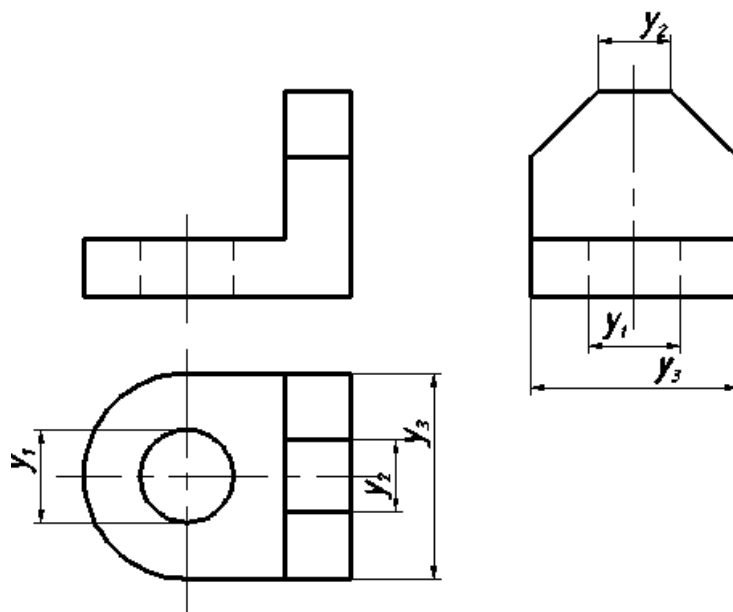


Рис. 7. Ортогональные проекции детали

4. ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

Изображение предметов выполняют, применяя метод прямоугольного проецирования предполагая, что объект расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба. Разворачивают грани куба так, чтобы его грани совместились с фронтальной плоскостью проекций. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Деталь следует располагать относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах детали (ее внешней и внутренней конфигурации).

По содержанию изображения на чертеже разделяются на виды, разрезы, сечения (ГОСТ 2.305-68).

Количество изображений должно быть минимальным, но достаточным, для того чтобы дать полное представление о форме и размерах детали.

4.1. Виды

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности детали. Название видов зависит от того, с какой стороны рассматривают деталь при проецировании. Различают основные, дополнительные и местные виды.

Основными называются виды, расположенные на любой из шести основных плоскостей с сохранением связи между ними (рис. 8).

1. Вид спереди – главный вид;
2. Вид сверху – под видом спереди;

3. Вид слева – справа от главного;
4. Вид справа – слева от главного;
5. Вид снизу – над главным видом;
6. Вид сзади – справа от вида слева.

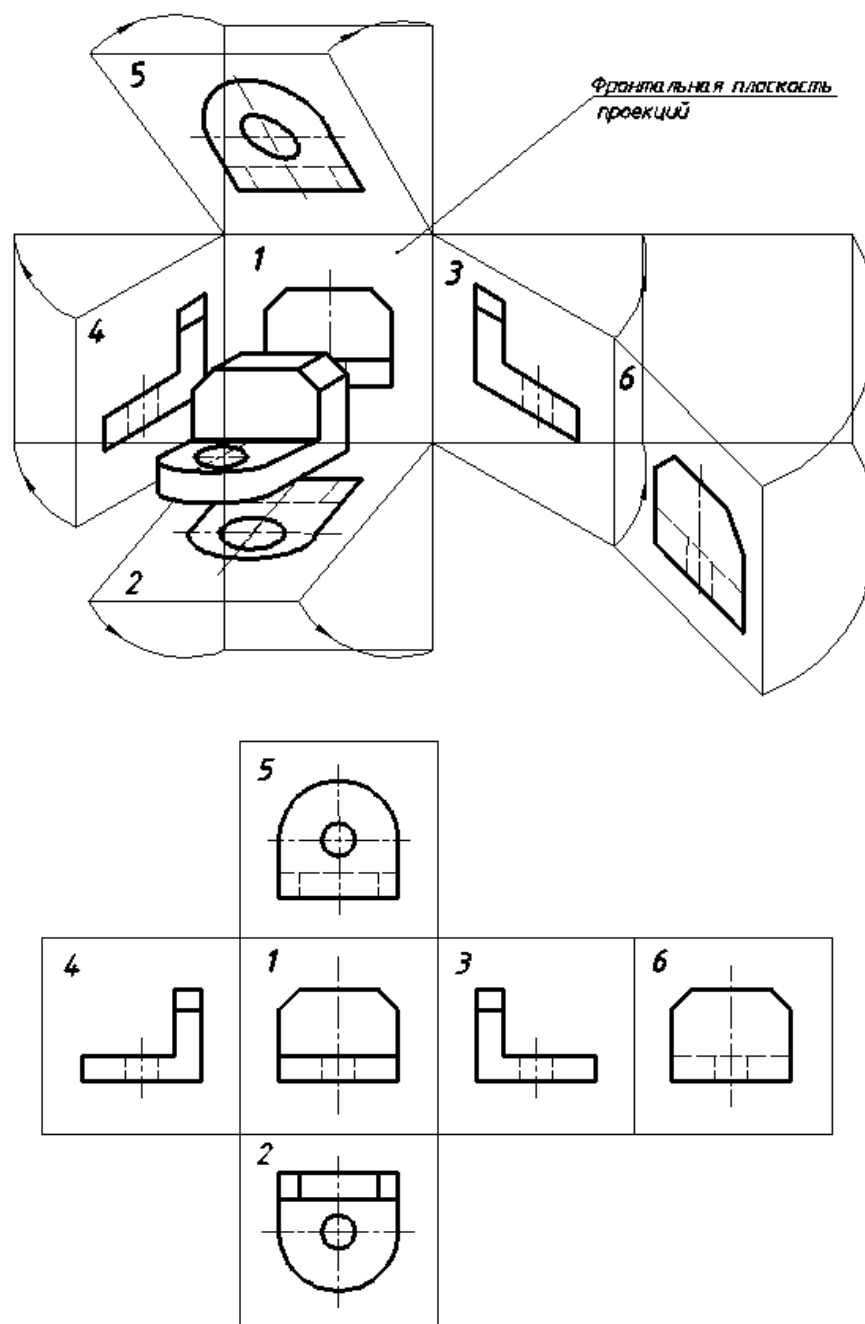


Рис. 8. Основные плоскости проекций

При выполнении задания «Геометрическое моделирование пространственных форм» используют только три основных вида:

1. Вид спереди – главный вид (соответствует фронтальной проекции).
2. Вид сверху (соответствует горизонтальной проекции).
3. Вид слева (соответствует профильной проекции).

С остальными тремя видами (вид справа, вид снизу, вид сзади) студенты знакомятся при выполнении следующих графических работ.

Главный вид должен давать наиболее полное представление о внешней и внутренней конфигурации детали. Остальные виды располагаются относительно главного вида в проекционной связи (рис. 7).

Когда виды изображены не в проекционной связи с изображением на фронтальной плоскости проекций или они изображены на разных листах, то такие виды должны быть обозначены направлением взгляда (проецирования), изображается стрелкой и обозначается прописными буквами русского алфавита (в алфавитном порядке), которые ставятся рядом со стрелкой. Над этим видом ставится та же буква (рис. 9). Размер буквы прописывается в два раза больше, чем размерные числа. Стрелка, указывающая направление взгляда, должна быть в два раза больше размерных стрелок.

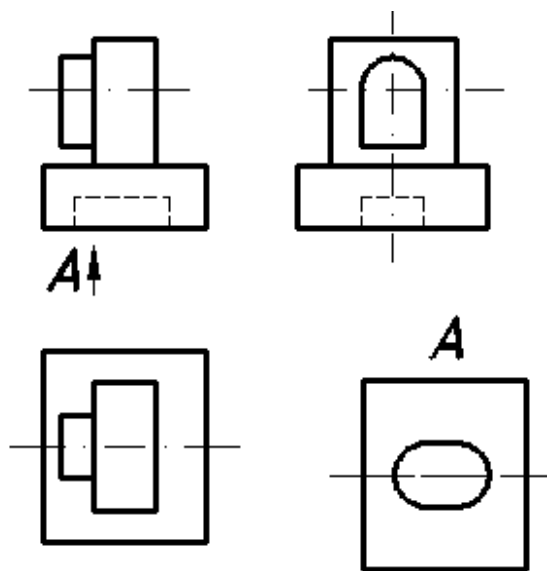


Рис. 9. Обозначение вида, выполненного не в проекционной связи

Выбор главного вида

Главный вид располагается на фронтальной плоскости проекций. Главное изображение должно соответствовать расположению детали при выполнении основной операции технологического процесса ее изготовления.

У типовых деталей главное изображение располагается следующим образом:

1. Детали, имеющие форму тел вращения (валики, оси, штуцеры, втулки, пробки) обычно изображают горизонтально, т. е. параллельно основной надписи чертежа. Такое изображение обусловлено положением детали при ее обработке на станке.

2. Корпуса, крышки, фланцы и другие подобные детали, изготавливаемые обычно литьем с последующей механической обработкой, принято изображать таким образом, чтобы основная обработанная плоскость детали располагалась горизонтально относительно основной надписи чертежа.

Дополнительными называются виды, расположенные на плоскостях не параллельных основным плоскостям проекций, когда какую-либо часть детали (ее элементов) невозможно изобразить на основных плоскостях проекций без искажения формы и размеров.

Если дополнительный вид расположен в проекционной связи с исходным видом (рис. 10), направление проецирования не указывают и надпись над ним (буквой) не наносят.

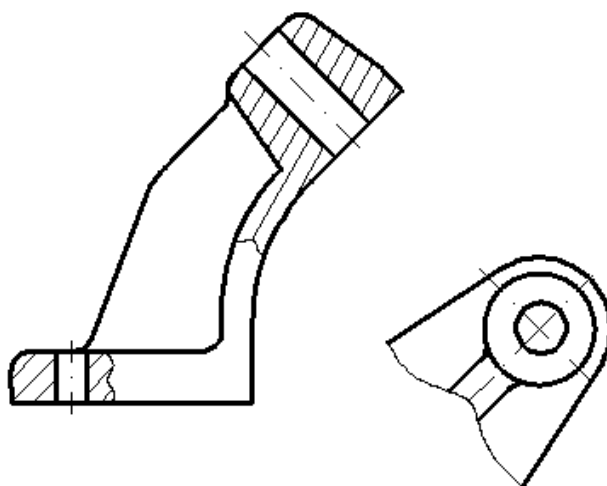


Рис. 10. Дополнительный вид, расположенный в проекционной связи с исходным

Если дополнительный вид невозможно расположить в проекционной связи с исходным видом, его можно помещать на любом свободном листе чертежа с соответствующей надписью, например *A*, над ним и стрелкой с надписью *A*, указывающей направление проецирования у исходного вида (рис. 11, б). Допускается изображать дополнительный вид в повернутом положении (рис. 11, в). В этом случае к надписи над видом добавляют знак «повернуто».

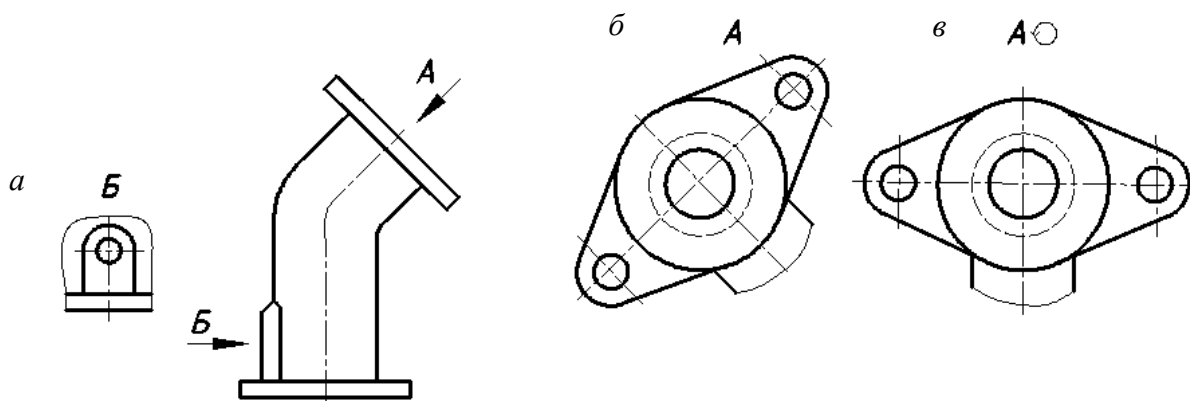


Рис. 11. Вычерчивание видов: *a* – местный вид; *б* – дополнительный вид; *в* – дополнительный вид в повернутом положении

Диаметр окружности знака «повернуто» равен высоте буквы, обозначающей вид (но не менее 5 мм) и угол стрелки 90° (рис. 12).

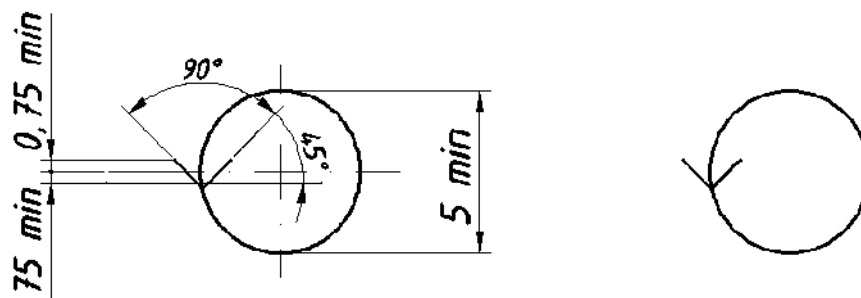


Рис. 12. Знак «повернуто»

Местным видом называется изображение отдельно ограниченного участка поверхности детали, которое образуется проецированием ее на плоскость чертежа. При выполнении местного вида в проекционной связи с другим видом направление взгляда не указывается и надпись над ним не наносится, а при изображении местного вида вне проекционной связи стрелкой указывается направление взгляда и наносится над ним соответствующее обозначение (рис. 11, а). Местный вид может ограничиваться сплошной волнистой линией обрыва либо выполняться без ограничения.

4.2. Разрезы

Разрезом называется изображение детали, мысленно рассеченной одной или несколькими плоскостями. На разрезе изображается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Мысленное рассечение детали относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений той же детали.

Разрезы выполняют для выявления внутренней конфигурации детали.

Классификация разрезов:

I. В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы разделяют на:

1. Горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций.

Горизонтальные разрезы располагают на виде сверху (рис. 13).

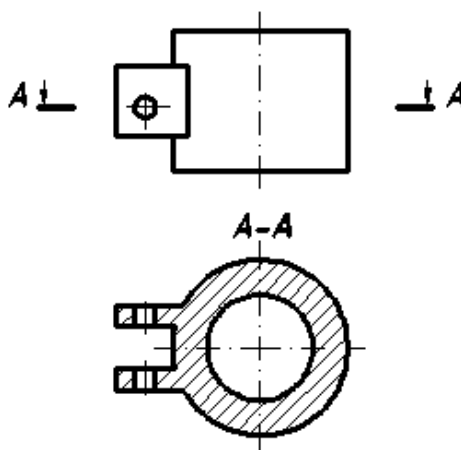


Рис. 13. Горизонтальный разрез

2. Вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций.

Вертикальные разрезы бывают:

а) фронтальные – секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций; фронтальные разрезы изображают на главном виде (рис. 14);

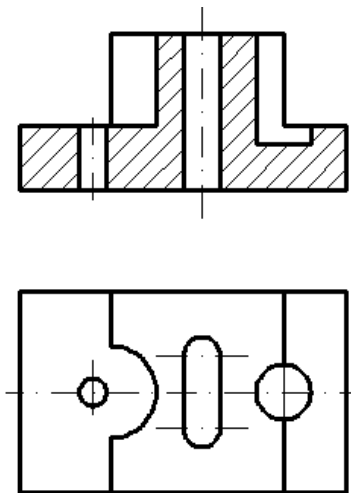


Рис. 14. Фронтальный разрез

б) профильные – секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций; профильные разрезы располагают на виде слева.

3. Наклонные – секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол отличный от прямого угла.

II. В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяют на:

1. Простые – выполненные одной секущей плоскостью.

2. Сложные – выполненные несколькими секущими плоскостями.

Сложные разрезы бывают:

а) ступенчатыми – разрезы, выполненные несколькими секущими плоскостями, параллельными между собой (рис. 15);

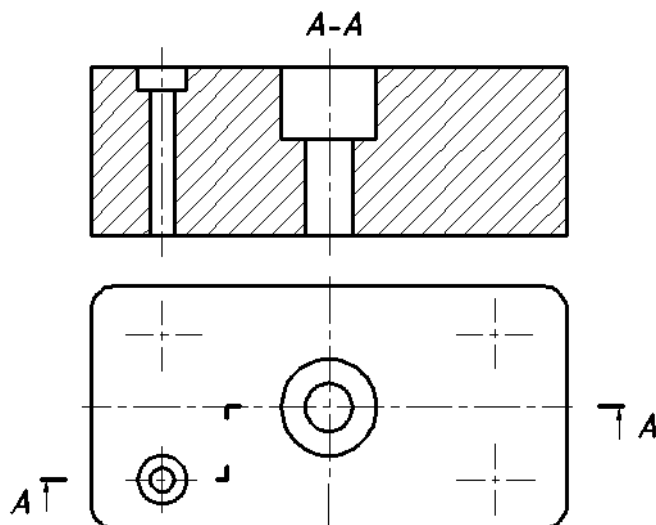


Рис. 15. Ступенчатый фронтальный разрез

б) ломанными – секущие плоскости пересекаются с их последующим совмещением (рис. 16).

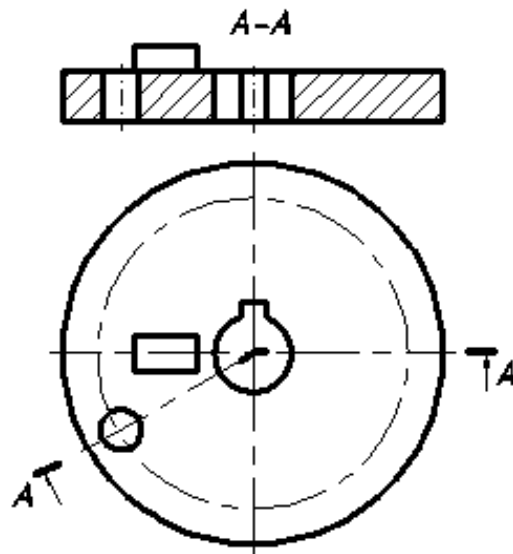


Рис. 16. Ломанный разрез

III. В зависимости от положения секущей плоскости относительно измерений детали разрезываются:

1. Продольные – секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты детали.
2. Поперечные – секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте детали.

IV. Местный разрез – разрез, служащий для выяснения элемента детали в отдельном ограниченном месте.

Местный разрез выполняется на виде сплошной волнистой линией (рис. 17).

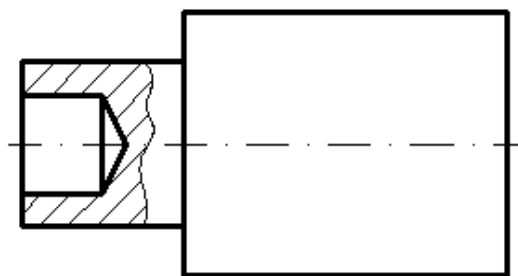


Рис. 17. Местный разрез

Обозначение разрезов

Наклонные, сложные и простые разрезы, выполненные плоскостью, не совпадающей с плоскостью симметрии детали, на чертежах обозначают и сопровождают надписью.

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения. Для линии сечения применяется разомкнутая линия. На начальном и конечном штрихах

разомкнутой линии следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда; стрелки должны наноситься на расстоянии 2-3 мм от конца штриха. Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контур соответствующего изображения. С внешней стороны стрелок ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита (начиная с первой буквы А). Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда (рис. 18).

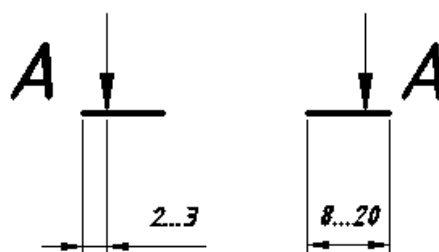


Рис. 18. Обозначение разреза

Разрез должен быть обозначен надписью «А-А» (всегда двумя буквами через тире).

Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали, а соответствующие изображения расположены на одном листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов не отмечают положение секущей плоскости, и разрез надписью не сопровождают.

Горизонтальные, фронтальные и профильные разрезы располагают на месте соответствующих видов. Часть вида и часть соответствующего разреза допускается соединять, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 19).

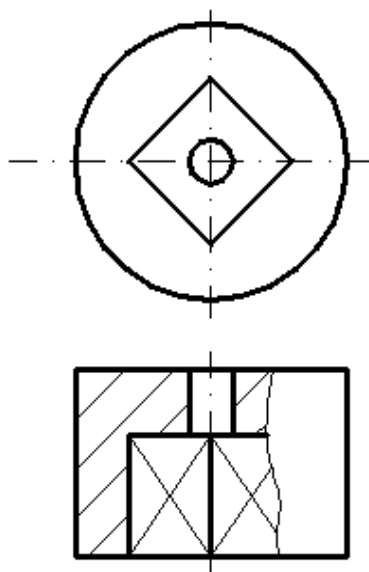


Рис. 19. Совмещение части вида с частью разреза

Если соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией является ось симметрии – штрих-пунктирная тонкая линия (рис. 20).

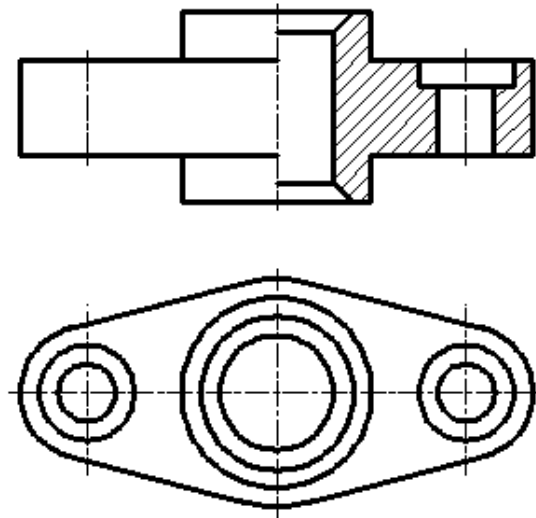


Рис. 20. Совмещение половины вида с половиной разреза

При вычерчивании разрезов применяется ряд условностей и упрощений:

1. Детали – винты, заклепки, шпонки, пустотелые валы, шатуны, рукоятки и др. при продольном разрезе не штрихуются.
2. Детали – спицы маховиков, шкивов, зубья зубчатых колес тонкие стенки (ребра жесткости), попадая в разрез не штрихуются (рис. 21).

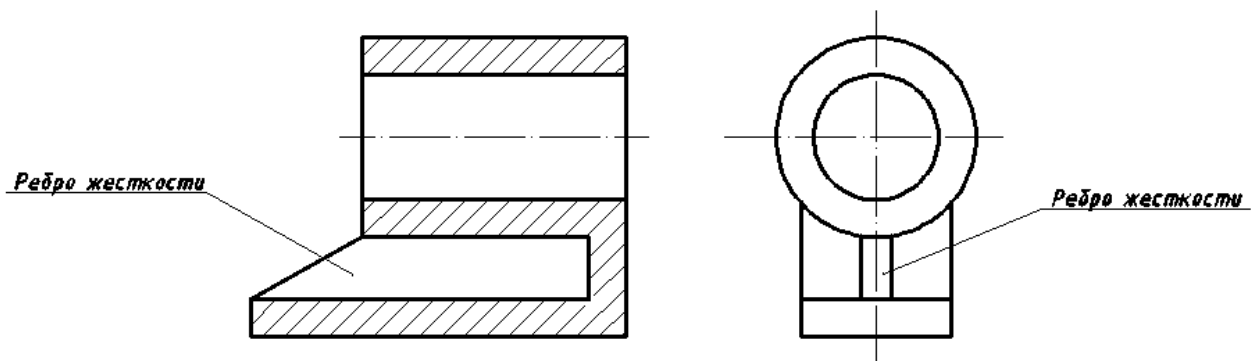


Рис. 21. Изображение тонкой стенки (ребра жесткости) в продольном разрезе

3. На видах и разрезах допускается упрощенно изображать проекции линий пересечения поверхностей, если не требуется их точного построения. Например, вместо лекальных кривых проводят дуги окружности и прямые линии (рис. 22).

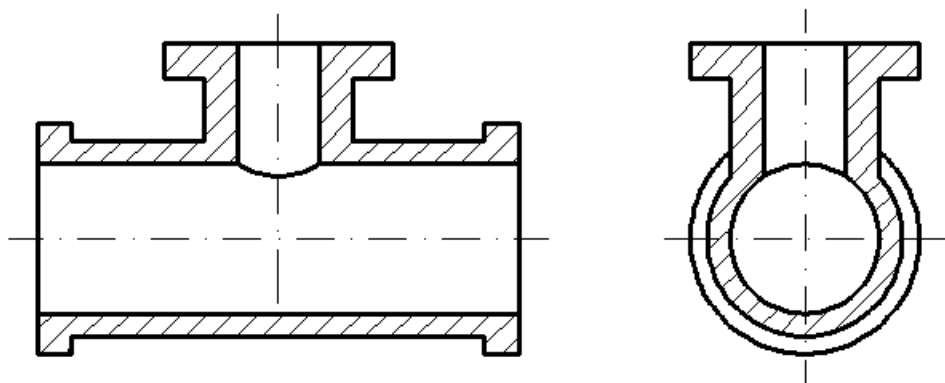


Рис. 22. Упрощенное изображение проекций линий пересечения поверхностей

4.3. Сечения

Сечением называется изображение фигуры, полученной при мысленном рассечении детали плоскостью. В отличие от разреза на сечении показывается только то, что находится в секущей плоскости.

Сечения разделяют на:

1. Вынесенные – сечения, расположенные вне изображения. Вынесенные сечения являются предпочтительными. Контур вынесенных сечений изображают сплошными основными линиями.

2. Наложённые – сечения, совмещённые с соответствующим видом предмета. Контур наложенных сечений изображают сплошными тонкими линиями.

Обозначение сечений

При симметричной фигуре сечения, вынесенное сечение можно располагать так, чтобы ось симметрии была продолжением проекции секущей плоскости (рис. 23). В этом случае положение секущей плоскости указывают штрих-пунктирной линией без обозначения буквами.

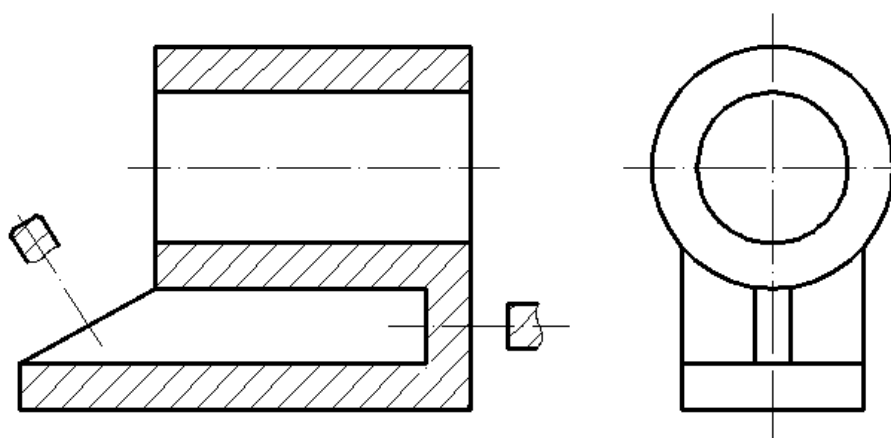


Рис. 23. Сечения

Во всех остальных случаях для линии сечения применяют разомкнутую линию с указанием стрелками направление взгляда и обозначают буквами (рис. 24).

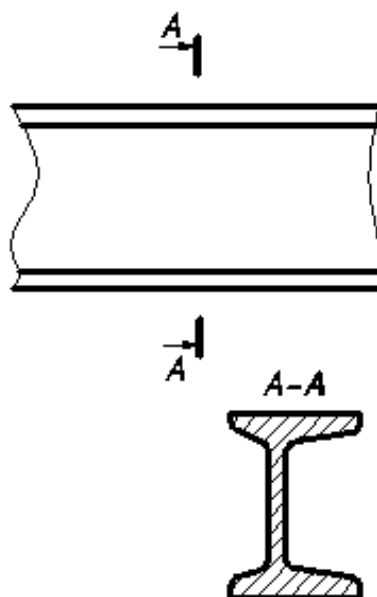


Рис. 24. Обозначение вынесенных сечений

Для наложенных несимметричных сечений линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают, а симметричные сечения не обозначают стрелками и буквами (рис. 25).

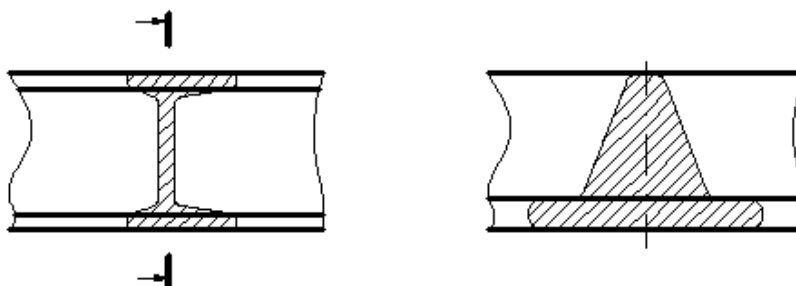


Рис. 25. Наложённые сечения

4.4. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах

Графические обозначения материалов в сечениях зависят от вида материалов и устанавливаются ГОСТ 2.304-68.

На чертежах разрезы и сечения заштриховывают. Металлы и твердые сплавы в разрезах и сечениях обозначают тонкой штриховой линией. Наклонные параллельные линии штриховки должны проводиться под углом 45° к линии контура изображения или к его оси (рис. 26), или к линиям рамки чертежа, с одинаковым шагом и направлением для всех разрезов и сечений данной детали (шаг штриховки – расстояние между параллельными линиями штриховки; направление штриховки студент выбирает сам).

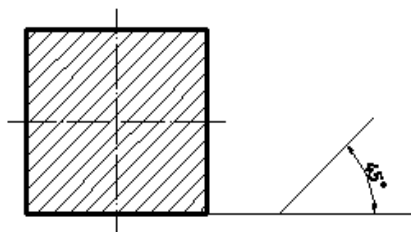


Рис. 26. Нанесение штриховки на сечениях и разрезах для металлов и их сплавов

Если линии штриховки, приведенные к линиям рамки чертежа под углом 45° , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° следует брать угол 30° или 60° (рис. 27).

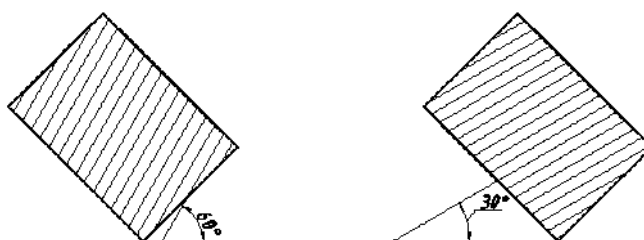


Рис. 27. Нанесение штриховки

5. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Нанесение размеров на чертежах устанавливает ГОСТ 2.307-68. В методическом пособии рассматриваются лишь основные правила нанесения размеров.

Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. На чертеже проставляются действительные размеры детали, независимо от ее масштаба изображения.

Линейные размеры на чертежах указываются в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения.

Размер на чертеже указывают только один раз.

Для размерных чисел применять простые дроби не допускается, за исключением размеров в дюймах.

Размерные числа наносят над размерной линией возможно ближе к ее середине.

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на $1 \dots 5$ мм.

Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура – не менее 10 мм.

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

Если вид или разрез симметричного предмета вычерчен только до оси симметрии или с обрывом, то размерная линия должна быть проведена несколько дальше оси или линии обрыва (рис. 28).

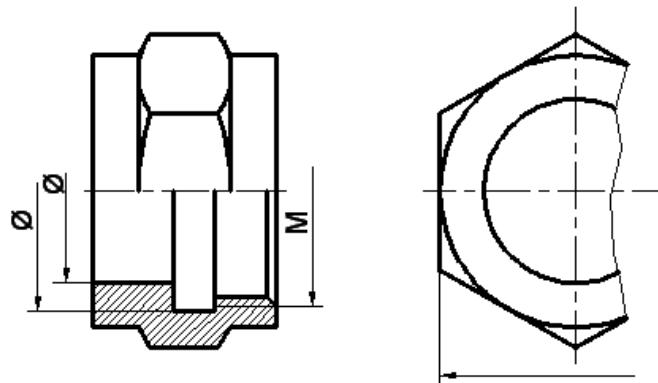


Рис. 28. Нанесение размерных линий с обрывом

Размерные линии допускается проводить с обрывом в следующих случаях:

- а) при указании размера диаметра окружности, независимо от того, изображена окружность полностью или частично, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (рис. 29);
- б) при нанесении размеров от базы, не изображенной на данном чертеже (рис. 30).

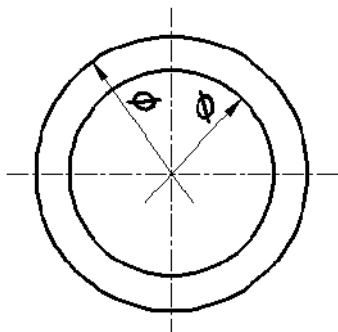


Рис. 29. Нанесение размеров диаметра окружности

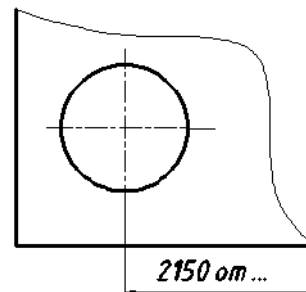


Рис. 30. Нанесение размеров от базы, не указанной на чертеже

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (рис. 31).

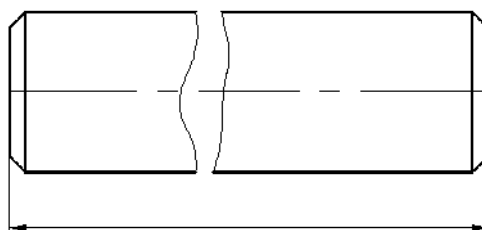


Рис. 31. Простановка размера при изображении изделия с разрывом

Величины элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 32.

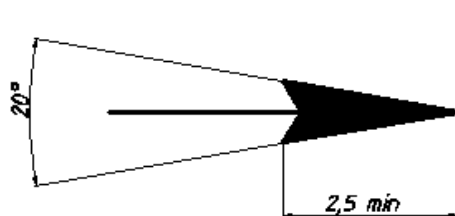


Рис. 32. Форма размерной стрелки

Если длина размерной линии недостаточна для размещения на ней стрелок, то размерную линию продолжают за выносные линии и стрелки наносят, как показано на рис. 33.

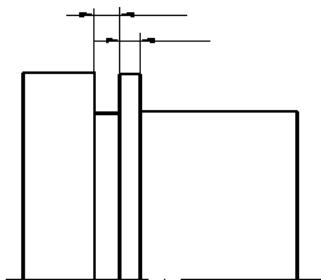


Рис. 33. Изображение положения размерных стрелок на размерной линии при обозначении небольших размеров

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям, или четко наносимыми точками (рис. 34).

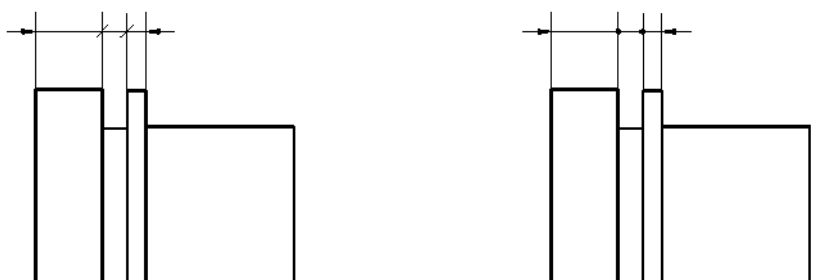


Рис. 34. Примеры замены размерных стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой

При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий рекомендуется размерные числа над ними располагать в шахматном порядке (рис. 35).

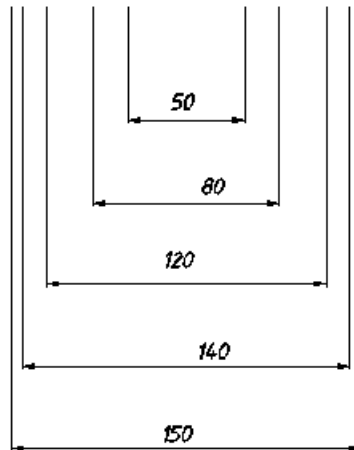


Рис. 35. Нанесение размерных чисел на параллельных размерных линиях

Размерные числа не допускается разделять или пересекать линиями чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых и центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают (рис. 36).

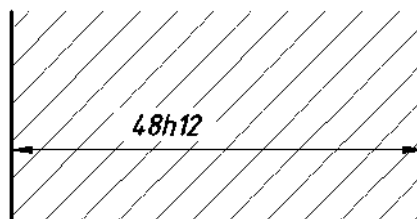


Рис. 36. Обозначение размера в поле штриховки

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т. п.) рекомендуется наносить на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 37).

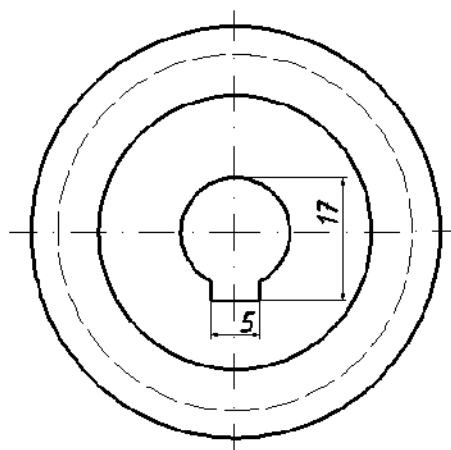


Рис. 37. Группировка размеров, относящихся к одному элементу

коэффициент искажения коэффициент равный 1. Изображение детали получится увеличенным в 1,22 раза, что не уменьшает ее наглядности.

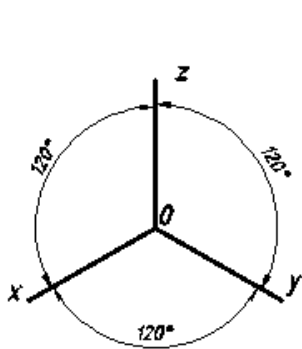


Рис. 39. Положение аксонометрических осей в прямоугольной изометрии

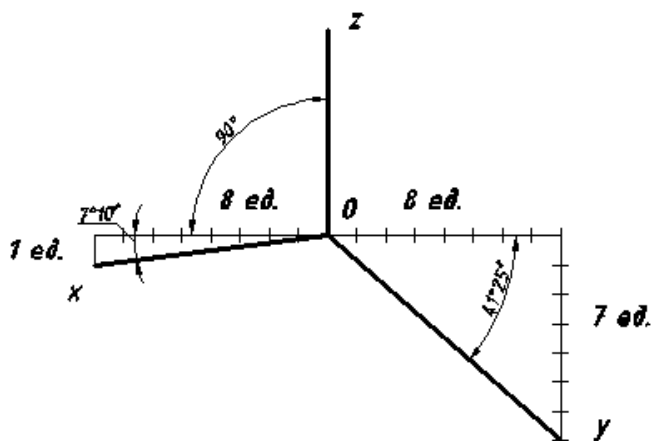


Рис. 40. Положение аксонометрических осей в прямоугольной диметрии

Пример изометрической проекции детали приведен на рис. 41.

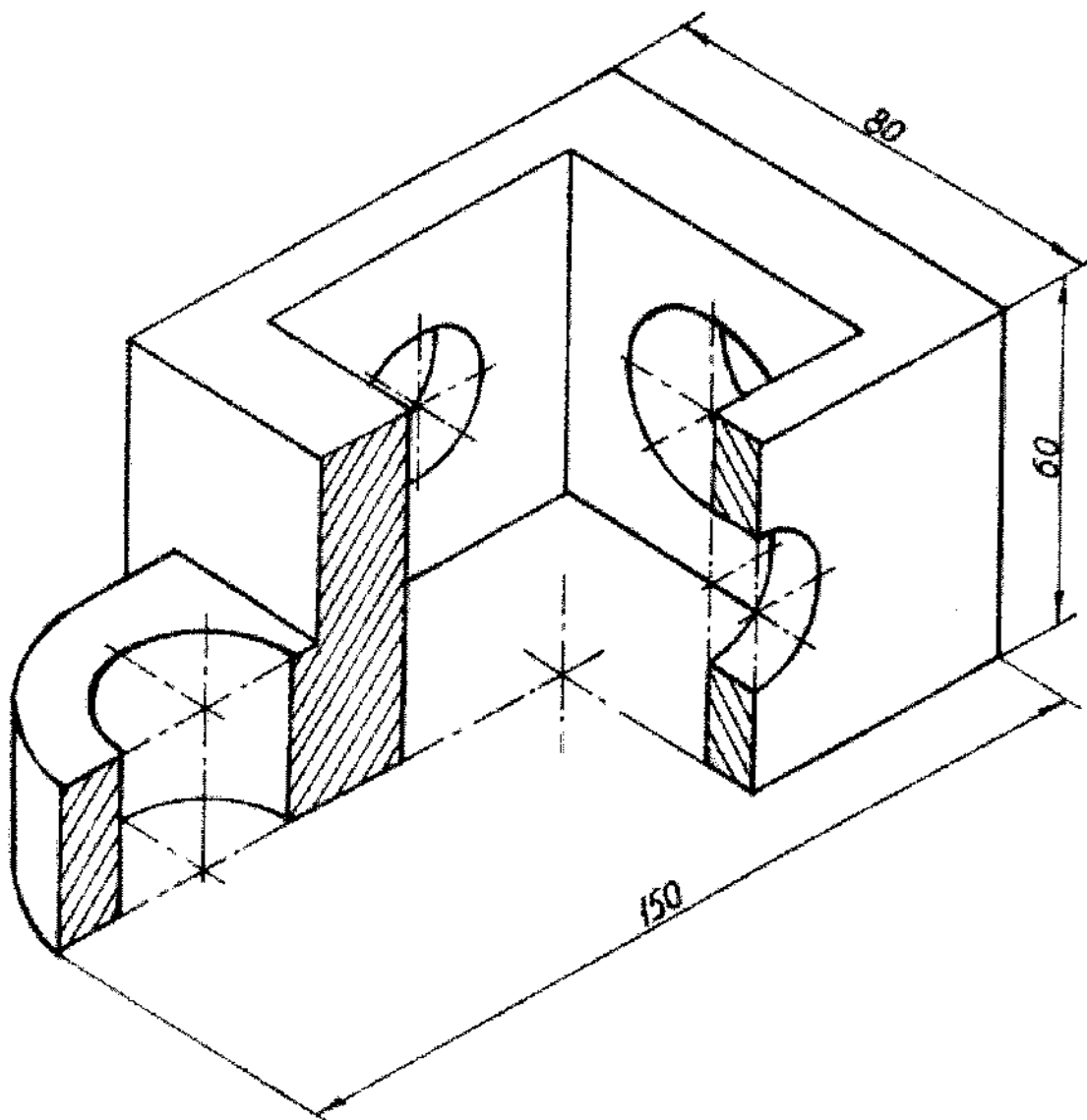


Рис. 41. Изображение детали в прямоугольной изометрии

Диметрическая проекция

Положение аксонометрических осей приведено на рис. 40. Теоретические коэффициенты искажения по осям x и z равен 0,94, а по оси y равен 0,47. Диметрическую проекцию выполняют без искажения по осям x и z , приняв за практический коэффициент искажения коэффициент равный 1, а по оси y - 0,5. Изображение детали получится увеличенным в 1,06 раза.

Пример диметрической проекции детали приведен на рис. 42.

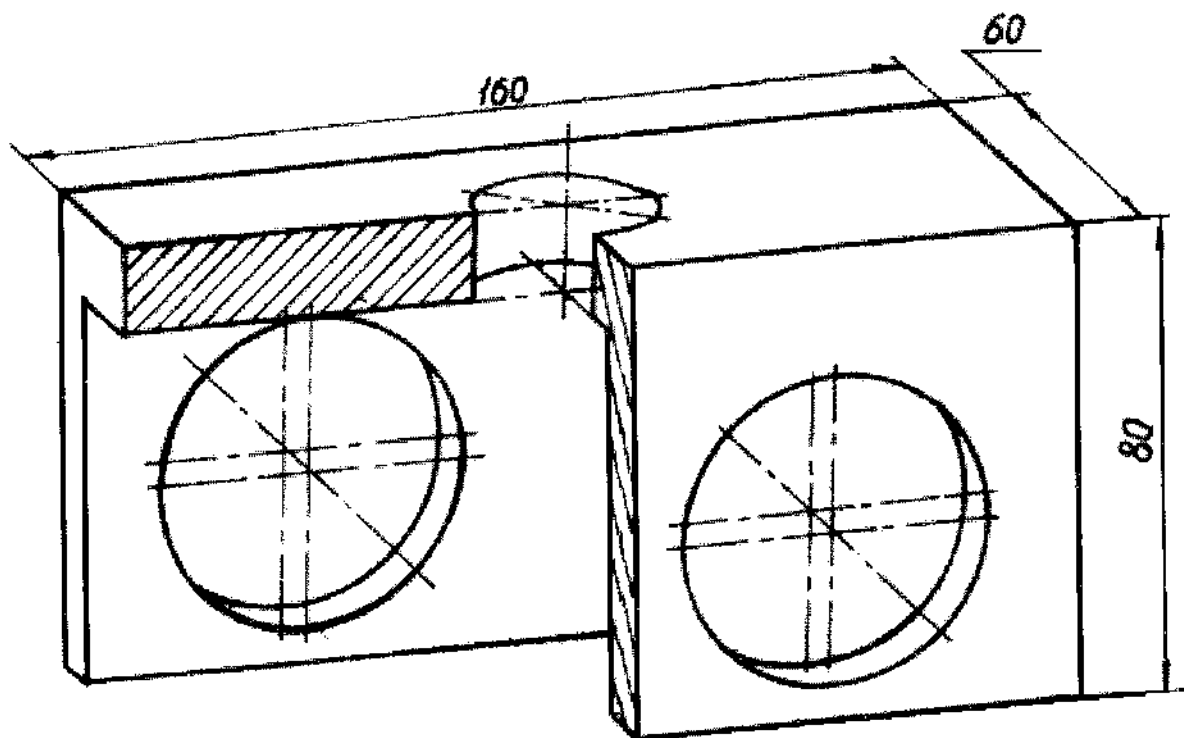


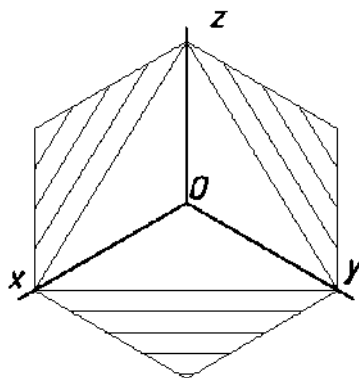
Рис. 42. Изображение детали в прямоугольной диметрической проекции

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в эллипсы. В машиностроительном черчении построение эллипса заменяют построением четырехцентровых овалов (построение приведено в методических указаниях И. Б. Белоносова «Геометрическое черчение», часть 1).

Разрезы в аксонометрии выполняют секущими плоскостями, параллельными координатным плоскостям. Удаляется та часть детали, которая позволяет видеть фигуры сечения.

Линии штриховки в аксонометрических проекциях наносятся параллельно одной из диагоналей аксонометрических проекций квадрантов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, как показано на рис. 43.

a



б

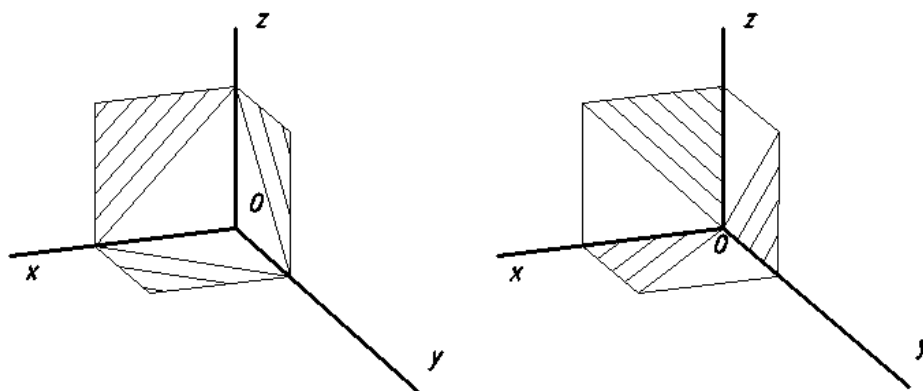


Рис. 43. Нанесение линий штриховки:

a – в прямоугольной изометрии; *б* – в прямоугольной диметрии

При нанесении размеров выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии – параллельно измеряемому отрезку.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии: учеб. пособие. М.: Высшая школа. 2007. -272 с.

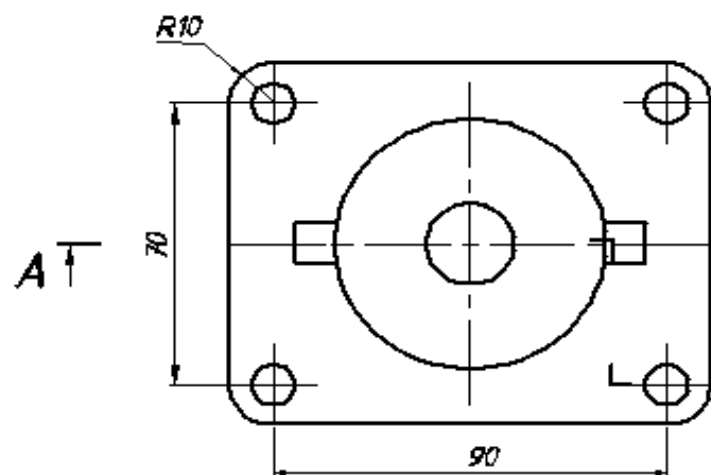
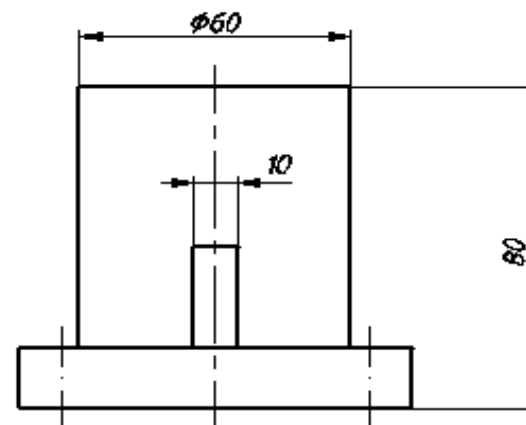
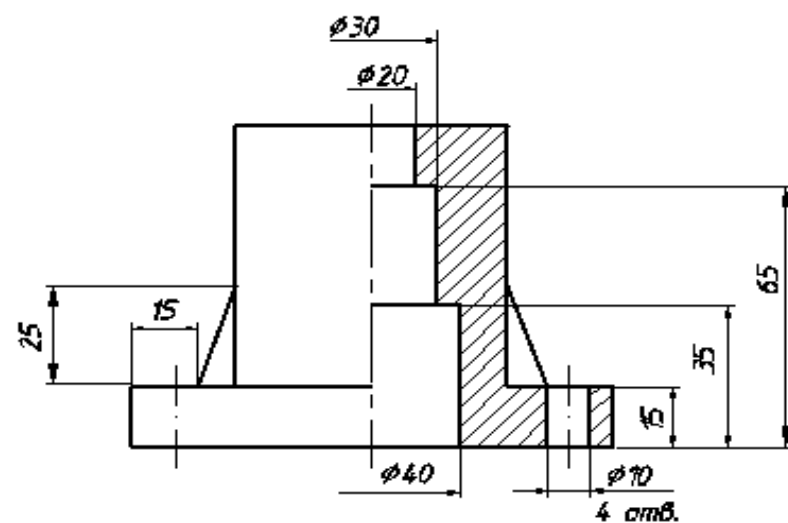
Фазлулин Э. М. Инженерная графика: учебник для студ. высш. учеб. заведений /Э. М. Фазлулин, В. А. Халдинов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 400 с.

Шангина Е. И., Шангин Г. А. Инженерная графика: учебное пособие/ Е. И. Шангина, Г. А. Шангин. – Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. - 252 с.

Белоносова И. Б. Геометрическое черчение. Методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика» для студентов 1 курса всех специальностей. Часть I. 3-е издание, исправленное и дополненное. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012. - 29 с.

23.03.01 050001 021

A-A



A

				23.03.01 050001 021		
Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Опора		
Специал.	Специал.	Специал.	Специал.			
Контр.	Контр.	Контр.	Контр.	Лист 1 Листов 4		
Рис.	Рис.	Рис.	Рис.			
Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	УТВ ТП-17		
Зачек.	Зачек.	Зачек.	Зачек.	Кодифик. проекта		



Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Т. Е. Савина

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ
РАБОТЫ «СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА
СРЕДСТВАМИ AUTOCAD»**

по дисциплинам:

«Инженерная и компьютерная графика»,
«Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика»

Екатеринбург – 2022

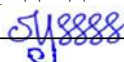
Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
горно-технологического
факультета

«__»_____ 2017 г.

Председатель комиссии

 Колчина Н.В.

Т. Е. Савина

*Методическое пособие
по выполнению практической работы
«Создание проекционного чертежа средствами
AutoCAD»
по дисциплинам:
«Инженерная и компьютерная графика»,
«Начертательная геометрия. Инженерная и
компьютерная графика»*

Ш20

Рецензент: *Е. И. Шангина*, д-р пед. н., к.т.н., профессор кафедры ИГр УГГУ.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры инженерной графики 07.09.2017 г. (протокол № 1) и рекомендованы для издания в УГГУ

Савина Т. Е.

Ш20 Методическое пособие по выполнению практической работы «СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD» курсу «Компьютерная графика» для студентов всех специальностей /Т. Е. Савина. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 31 с.

В методическом пособии изложена последовательность и порядок построения проекционного чертежа в системе AutoCAD. Варианты индивидуальных заданий приведены в приложении. Дан пример выполнения графической работы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	3
1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ.....	4
2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ.....	6
3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ 2D ЧЕРТЕЖА.....	8
4. ПРИЛОЖЕНИЕ.....	19
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	32

СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD

Цель задания:

-закрепление навыков работы с командами построения и редактирования системы AutoCAD в процессе выполнения чертежа, оформленного в соответствии с требованиями стандартов Единой Системы Конструкторской Документации (ЕСКД).

Задание содержит 12 вариантов, приведённых в приложении.

По двум заданным изображениям детали построить проекционный чертеж в трех проекциях, на месте соответствующих видов выполнить необходимые разрезы (ГОСТ 2.305-68). Выполнить компоновку чертежа на формате А3 (ГОСТ 2.301-68), с основной надписью формы 1 (ГОСТ 2.104-68).

1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

При выполнении задания необходимо опираться на ГОСТ 2.305-68, 2.307-68, знать интерфейс, основные понятия и принципы работы в системе AutoCAD.

Используя проекционную связь между данными в варианте изображениями, выявить геометрические формы элементов детали, с четким разграничением внутренних и наружных поверхностей. В задании внутренний контур показан штриховыми линиями, для его выявления необходимо использовать разрезы и сечения. Разрезы располагать на месте соответствующих видов. При наличии плоскости симметрии, совмещать половину вида с половиной разреза на одном изображении. После выполнения разрезов штриховые линии на видах не показывают.

Изображения на чертеже располагать равномерно, расстояния между ними выбирать с учетом простановки размеров в соответствии с ГОСТ 2.307-68. При простановке размеров необходимо помнить:

1.Размеры указывают истинные, независимо от масштаба, в котором выполнен чертеж.

2.Линейные размеры проставляют в миллиметрах, без указания размерности, угловые – с единицами измерения (градусы, минуты, секунды).

3.В машиностроительном черчении не допускается замкнутая размерная цепочка.

4.Минимальное расстояние между размерной линией и линией контура – 10 мм, между последующими размерными линиями – 7 мм. Чтобы размерные линии не пересекались сначала (ближе к контуру) ставят меньшие размеры.

5.Если изображения состоят из половины вида и половины разреза, то размерные линии обрывают за осью симметрии, при этом размерное число ставят полным и ближе к середине.

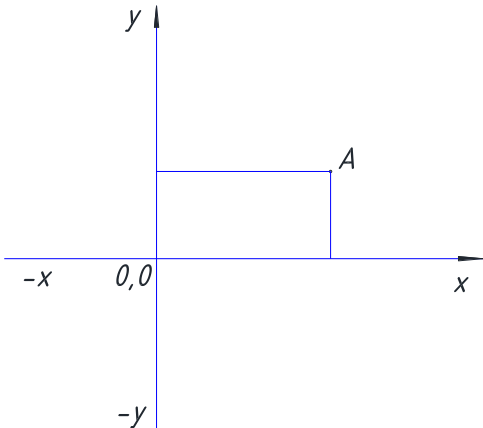
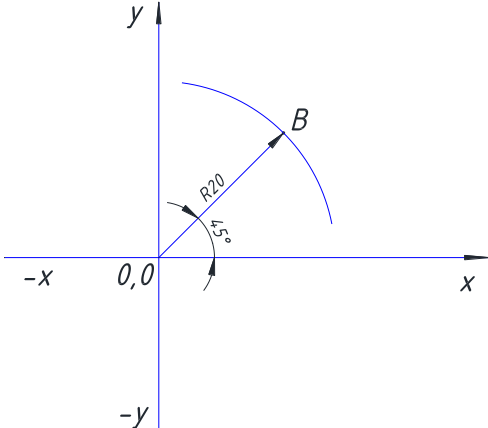
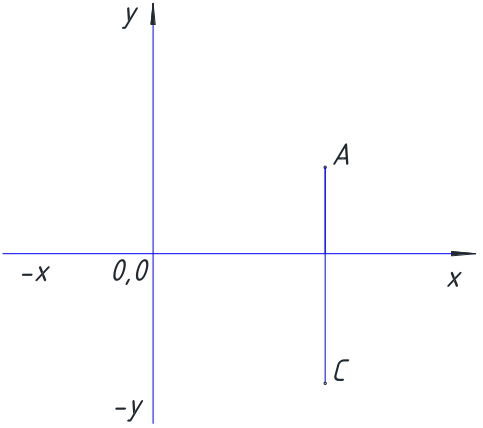
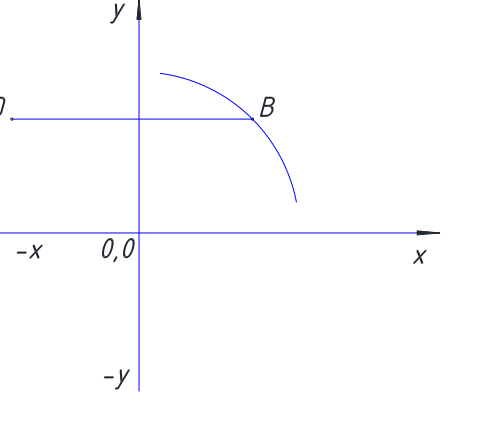
6. Размеры, относящиеся к наружным и внутренним поверхностям, группируют отдельно: наружные – со стороны вида, внутренние – со стороны разреза.

7.Размеры относящиеся к одному и тому же элементу (отверстию, пазу и т.п.), располагают в одном месте того изображения, где наиболее полно читается его форма.

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

- Все изображения строятся в пространстве модели, в масштабе 1:1.
- Фрагменты чертежа: осевые и центровые линии, вспомогательные построения, чистовая обводка, размерные линии и т.д. принято размещать на разных слоях. Послойная грамотная организация чертежа позволяет сократить время по его разработке.
- Точность геометрических построений обеспечивается способами задания точки:

1. Координатный (ввод с командной строки)

Прямоугольные координаты	Полярные координаты
Абсолютные (отсчет от начала системы координат)	
 x, y т.А: 20,10	 $R < \varphi$ т.В: 20<45
Если в строке состояния включен режим ДИН (динамический ввод), то перед абсолютными координатами необходимо указывать символ #	
Относительные (отсчет от последней введенной точки, первую точку задать НЕЛЬЗЯ)	
 @x,y т.С: @0,-25	 @R< φ т.Д: @30<180

2. Применение режимов рисования таких, как **СЕТКА** и **ШАГ**, **ОРТО** или **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ**, **ОБЪЕКТНЫЕ ПРИВЯЗКИ**.

Соответствующие кнопки находятся на строке состояния.

Кнопка  режима **СЕТКА (F7)** позволяет включать или выключать отображаемую на экране сетку из линий с настраиваемым шагом. Эта видимая сетка может не совпадать с невидимой сеткой, используемой в режиме **ШАГ**.

Кнопка  режима **ШАГ (F9)** дает возможность включать или выключать шаговую привязку к точкам невидимой сетки с определенным настраиваемым шагом (перемещение курсора тогда осуществляется не непрерывно, а только по узлам этой сетки) или полярную привязку (в этом случае, при включении **ПОЛЯРНОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ**, движение курсора вблизи заданных углов осуществляется с заданными направлением и шагом).

Кнопка  **ОРТО (F8)** включает и выключает режим ортогональности (курсор перемещается вертикально и горизонтально).

Кнопка  режима **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ (F10)** является расширением режима **ОРТО** на углы с некоторым настраиваемым шагом.

Кнопка  режима **ПРИВЯЗКА (F3)** позволяет включить или выключить постоянное действие объектных привязок (привязок к характерным точкам существующего объекта).

3. Быстрый метод «**Направление + расстояние**». Направление фиксируется с помощью одного из режимов **ОРТО** или **ПОЛЯРНОЕ ОТСЛЕЖИВАНИЕ**, а расстояние задается с клавиатуры без символа @.

Любое изображение создается с помощью базового набора графических примитивов. К наиболее часто используемым примитивам относятся **ОТРЕЗОК (LINE)**, **ОКРУЖНОСТЬ (CIRCLE)**, **ДУГА (ARC)**, **ПОЛИЛИНИЯ (POLYLINE)** и т.д.

При выполнении задания важную роль играют команды редактирования:

- Для четкой разметки элементов изображения целесообразно использовать команду **ПОДОБИЕ (OFFSET)** позволяющую создавать параллельные отрезки и полилинии, концентрические дуги и окружности, подобные существующим и отстоящие от исходных на заданное расстояние.
- При наличии симметрии достаточно построить половину изображения и отобразить с помощью команды **ЗЕРКАЛО (MIRROR)** относительно заданной оси, которая определяется двумя точками.

- Повторяющиеся объекты размножить командами **КОПИРОВАТЬ (COPY)** или **МАССИВ (ARRAY)**.
- Для построения фасок и сопряжений применить команду **ФАСКА (CHAMFER)** и **СОПРЯЖЕНИЕ (FILLET)**.
- Для удаления части объекта использовать команду **ОБРЕЗАТЬ (TRIM)**, которая удаляет объект с помощью пересекающих его других объектов (режущих кромок) или команда **РАЗОРВАТЬ (BREAK)**, позволяющий удалить части примитива в 2х указанных точках.
- После завершения всех построений необходимо выполнить компоновку изображений внутри выбранного формата. Для этого применяется команда **ПЕРЕНЕСТИ (MOVE)** и при необходимости **МАСШТАБ (SCALE)**.

Завершающий этап – простановка размеров и выполнения текстовых надписей. Предварительно необходимо настроить текстовый и размерный стили в соответствии с ЕСКД.

3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ 2D ЧЕРТЕЖА

Порядок построения чертежа рассмотрим на примере варианта 13

1. Запустить AutoCAD. Создать новый файл-чертеж на основе шаблона **Acadiso.dwt** (папка *Template*) с именем соответствующим названию детали. Файл сохранить в предварительно созданной папке, названной по фамилии студента в папке *Мои документы*. Например: *Основание.dwg/Иванов_ЭЭТ/Мои документы*
2. Настройки и рабочая среда чертежа
Выбранный шаблон позволит сэкономить время на настройку единиц измерения и лимитов (границ) чертежа. Шаблон **Acadiso.dwt** уже имеет необходимые настройки: метрические единицы и границы 420x297мм.
3. Настроить интервал видимой сетки -10 мм, интервал шаговой привязки - 5мм. Диалоговое окно **Режимы рисования** (рис 1) можно вызвать, щелкнув правой кнопкой мыши на одной из кнопок соответствующих режимов, например, **ШАГ**. После настройки параметров шага и сетки перейти на вкладку **Объектная привязка** и выбрать следующие привязки: кон. точка; точка пересечения ; центр; касательная.

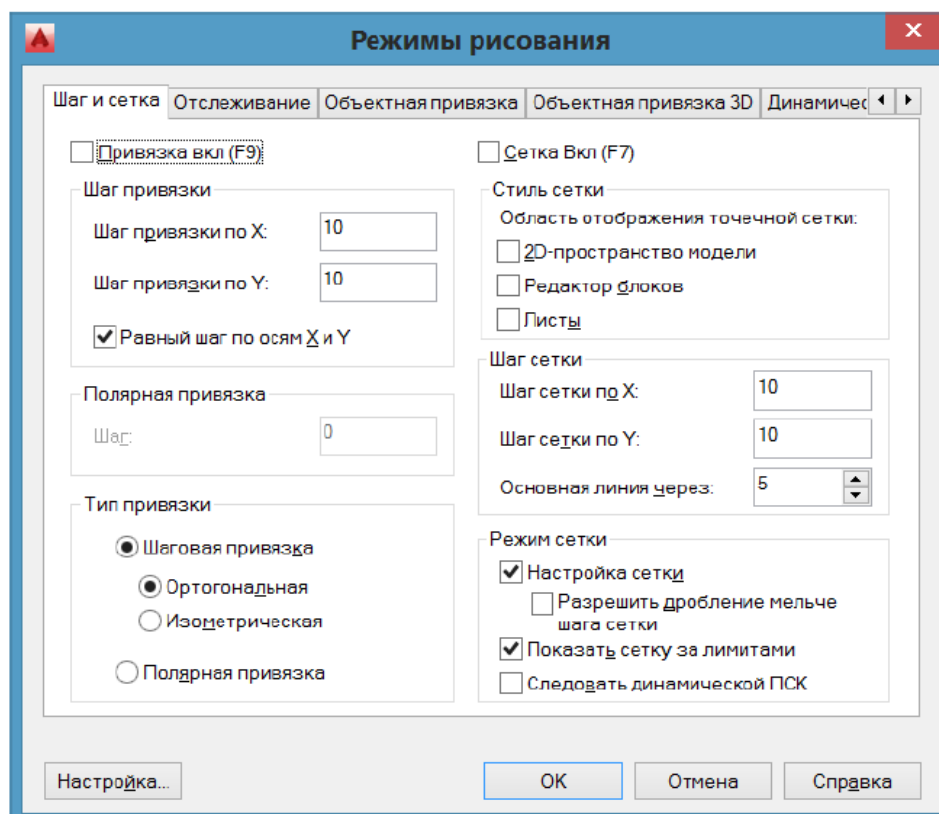


Рис.1

4. Создать слой. Открыть диалоговое окно Диспетчер свойств слоев, рис.2 (Лента: вкладка

Главная → панель Слои → , выбрать команду СОЗДАТЬ СЛОЙ 

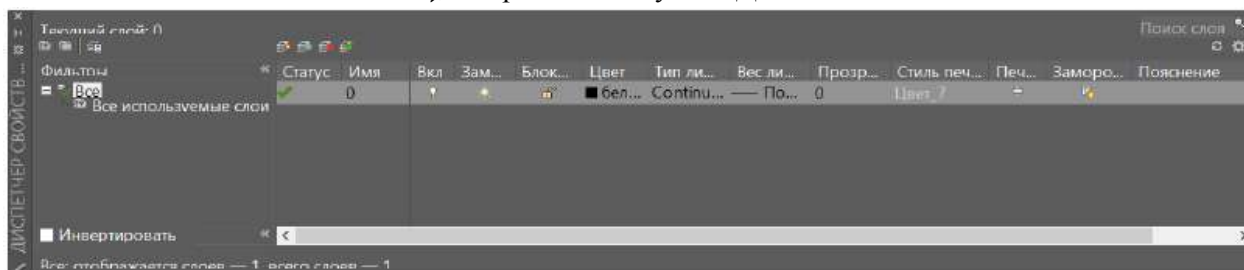


Рис.2

Название	Цвет	Тип линии	Вес (толщина) линии, мм
Слой <i>Оси</i>	красный	штрихпунктирная	0.15
Слой <i>Черновик</i>	зеленый	сплошная	0.15
Слой <i>Контур</i>	белый или черный (контрастный по отношению к фону в окне чертежа)	сплошная	0.5
Слой <i>Штриховка</i>	синий	сплошная	0.15
Слой <i>Размеры</i>	синий	сплошная	0.15
Слой <i>Рамка</i>	белый или черный	сплошная	0.15

*Обратите внимание на свойства объекта (примитива): цвет, тип и толщина линий должны быть настроены «по слою» (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Свойства**). Толщина линий отображается при включенном режиме **отображение/скрытие веса линий** 

5. Сделать текущим слой «Оси».

Проведем осевые и центровые линия вида сверху с которого удобнее начать построение .

Команда **ОТРЕЗОК**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**): построить горизонтальную линию от т.1 (50;100) длиной 220 мм (т.2). Вертикальную линию от т.3 (85,50) длиной 108мм (т.4), рис.3.

Проведем с помощью команды **ПОДОБИЕ**  (**Лента:** вкладка **Главная** → панель **Редактирование**) вторую вертикальную линию на расстояние 110 мм справа от первой, рис.3.

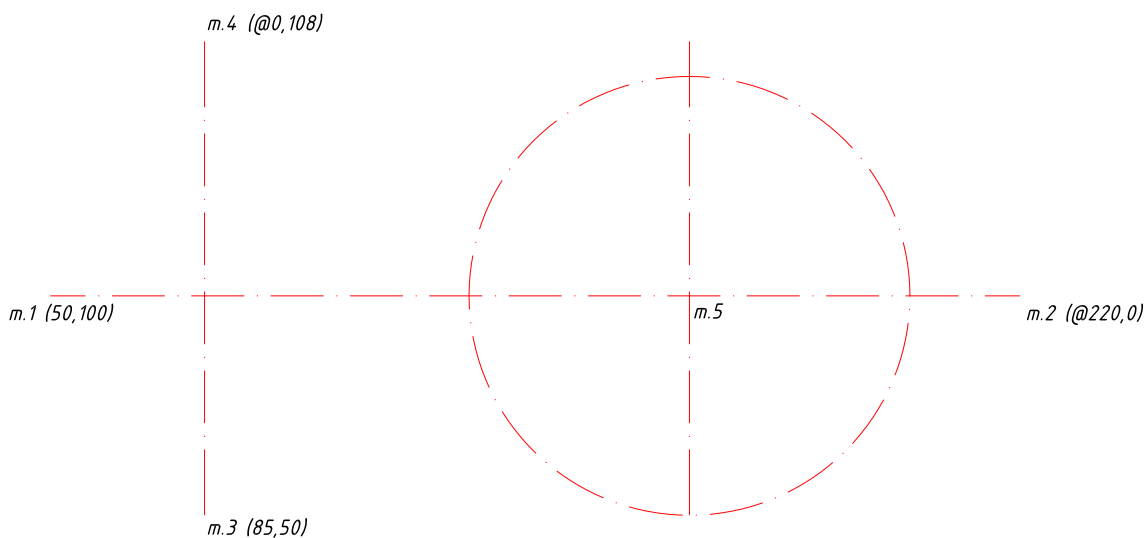


Рис. 3

Построить окружность (команда **ОКРУЖНОСТЬ**  - **Лента:** вкладка **Главная** → панель **Рисование**) с центром в т.5 ,которая выбрана с помощью объектной привязки пересечение, и R 50.

6. Текущий слой «Контур»

Построить 4 окружности, см рис.4:

- окружность O_1 , R70
- окружность O_2 , R10
- окружность O_3 , R16
- окружность O_3 , R32

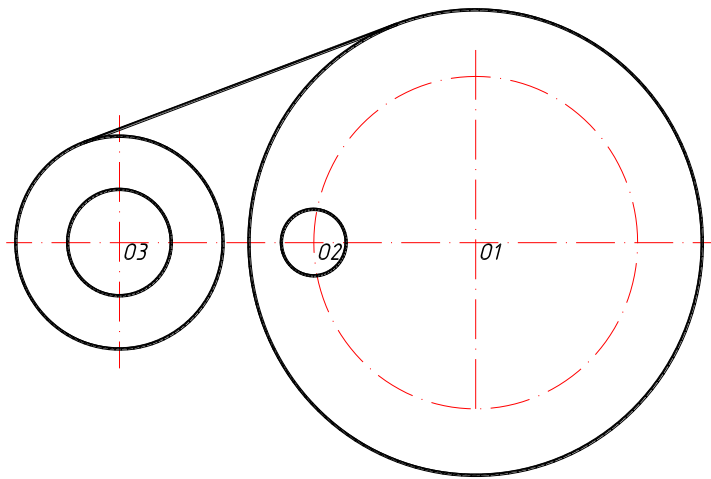


Рис. 4

Провести внешнюю касательную к окружности (O_3 , R32) и окружности (O_1 , R70):

Команда **ОТРЕЗОК**:

от точки : указать т-ку на окружности задающую первую касательную (объект. привязка «кас» включена)

След. точка: указать точку на другой окружности, задающий вторую касательную рис.4.

Зеркально отобразить построенный отрезок. Команда **ЗЕРКАЛО**  (Лента: вкладка **Главная** → панель **Редактирование**):

Выбрать отрезок, подтвердить выбор (клавиша «Enter»).

Указать с помощью объектной привязки пересечение т. O_1 и O_3 . Исходный объект не удалять.

Удалить часть окружности (O_3 , R32) между касательными. Команда **ОБРЕЗАТЬ**  (Лента: вкладка **Главная** → панель **Редактирование**): сначала указать «режущие кромки» - все касательные, подтвердить выбор нажатием клавиши «Enter». В ответ на следующий запрос необходимо выбрать ту часть окружности, которую надо удалить. Результат см. на рис. 5.

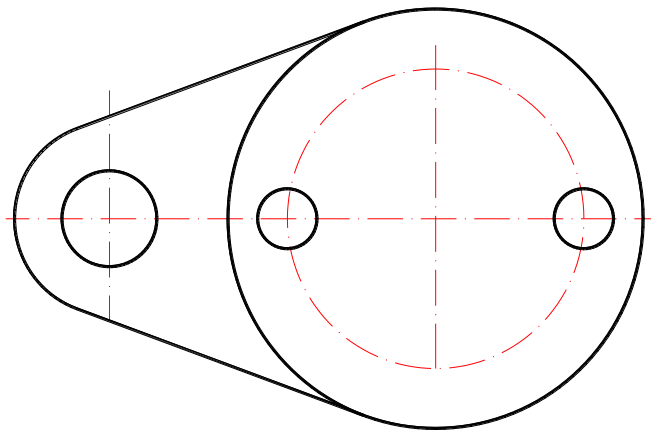


Рис. 5.

Скопировать окружность $R=10$. Команда **КОПИРОВАТЬ**  (Лента: вкладка Главная → панель Редактирование): позволяет выбрать выбранные объекты параллельно вектору переноса, который задается начальной и конечной точкой.

7. Текущий слой «Черновик», на котором нужно выполнить вспомогательные построения для отверстия со шпоночным пазом и ребра жесткости. Построить окружность с центром O_1 и $R=30$. Наметить ширину и глубину шпоночного паза.

Команда **ПОДОБИЕ**: величина смещения 8 мм, выбрать вертикальную центровую линию, указать произвольную точку сначала справа, затем слева от этой линии.

Команда **ПОДОБИЕ**: величина смещения 36 мм, выбрать горизонтальную штрихпунктирную линию, указать точку ниже исходной линии, (рис 6).

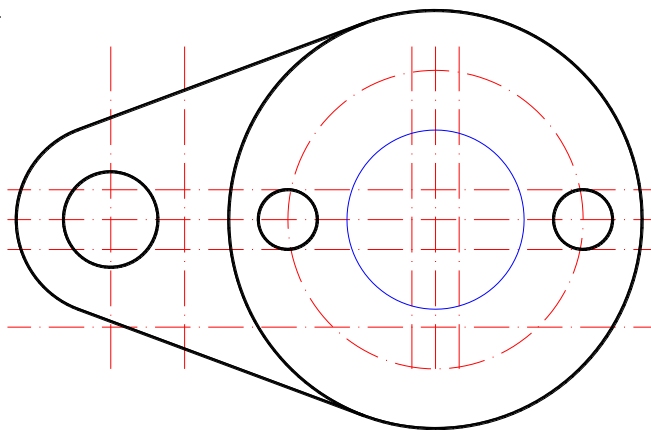


Рис. 6

Толщину и длину ребра жесткости так же наметить с помощью команды **ПОДОБИЕ** в соответствии с размерами элемента, заданными на исходном чертеже (см. задание).

Все полученные, в результате выполнения этой команды, линии находятся на слое «оси», так же как и исходный объект.

Чтобы перенести эти линии на слой «Черновик», необходимо выбрать линии и изменить слой на ленте меню или в окне свойства.

8. Текущий слой «Контур»

Произвести чистовую обводку контуров отверстия со шпоночным пазом. Используя команду

ПОЛИЛИНИЯ  (Лента: вкладка **Главная** → панель **Рисование**): построить линейные и дуговые сегменты, точки задать с помощью объектной привязки **пересечение**. Обводку дуги удобнее выполнить против часовой стрелки. Контур ребра жесткости так же выполнить командой **ПОЛИЛИНИЯ**, рис. 7.

9. На месте главного вида необходимо построить фронтальный разрез.

Текущий слой «черновик».

Наметить длину с помощью линий проекционной связи. Построить вертикальные линии: от точки – указать первую точку с помощью объектной привязки **пересечение** на виде сверху; вторая точка – указать курсором при включенном режиме **Орто**, либо задать через относительные координаты (длина 210 мм), рис. 8.

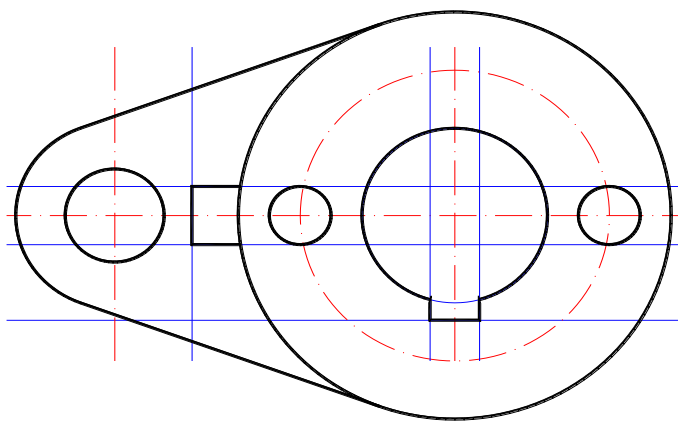


Рис.7

Разметку по высоте удобно выполнить с помощью команды **ПОДОБИЕ**. Выбрать горизонтальную осевую линию и построить подобную ей на расстоянии 130мм кверху от исходной. Построить еще две параллельные линии на расстоянии соответственно 30 и 50 мм кверху от предыдущей. Все три построенные линии перенести на слой «Черновик», рис.8.

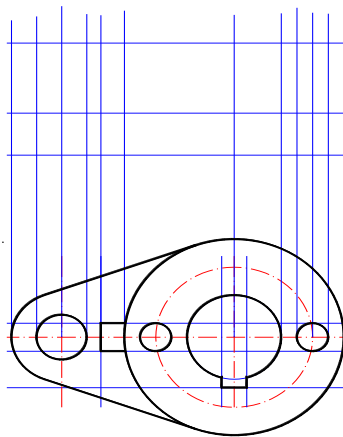


Рис.8

10. Текущий слой «Контур».

Командой **ПОЛИЛИНИЯ** выполнить:

-обводку внешнего контура, указав точки с помощью объектной привязки **пересечение**;

-ребра жесткости;

-обвести очерковые образующие отверстий в основании и цилиндрической части. Для построения отверстий в цилиндрической части рекомендуется использовать команду **ЗЕРКАЛО**, рис.9.

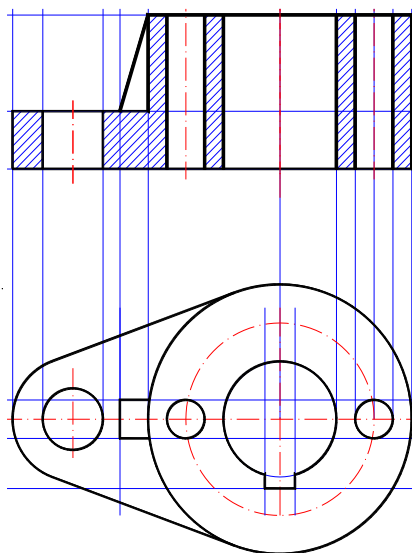


Рис.9

11. Текущий слой «Штриховка».

Команда **ШТРИХОВКА**  (Лента: вкладка **Главная** → панель **Рисование**): выбрать образец ANSI и указать по одной точке внутри каждой из замкнутых областей, подлежащих штриховке, рис. 10.

12. Текущий слой «Оси».

Командой **ОТРЕЗОК** провести осевые линии поверх линий проекционной связи, выходя за контур на 3-5 мм, рис. 10.

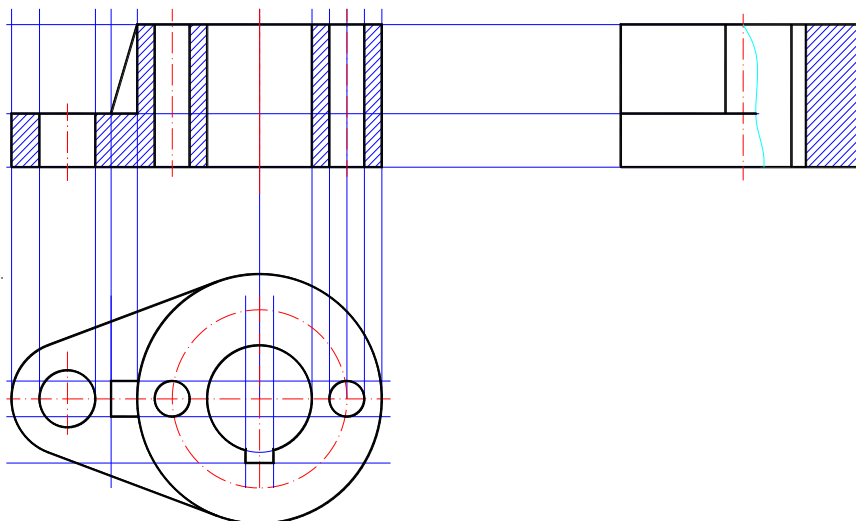


Рис. 10.

13. Строим вид слева, используя местный разрез для выявления шпоночного паза. Текущий слой «Черновик».

Наметить высоту элементов с помощью линий проекционной связи.

Команда **ОТРЕЗОК**: провести три горизонтальные линии (рис. 10), длиной примерно 250мм.

Для разбивке по ширине применить команду **ПОДОБИЕ**.

Дальнейшие построения выполнить самостоятельно по вышеописанной схеме (см. построение фронтального разреза).

Разграничить вид и разрез сплошной волнистой линией. Так как это линия сплошная тонкая

выполнить ее можно на слое «Штриховка» командой **СПЛАЙН**  (Лента: вкладка Главная → панель Рисование).

14. Оформить 2D чертеж возможно как в пространстве листа, так и в пространстве модели. В целях облегчения усвоения материала выберем второй вариант.

Для оформления чертежа необходима рамка формата А3 с основной надписью формы1. Если готовая рамка с основной надписью есть, то вставить ее в текущий файл можно через буфер обмена или как внешний блок.

Чтобы вычертить рамку надо сделать текущим слой «Рамка». Толщина линий на этом слое равна 0.2 мм, толщину основных линий зададим командой **ПОЛИЛИНИЯ**.

С помощью команды **ПРЯМОУГОЛЬНИК**  (Лента: вкладка Главная → панель Рисование) наметим границы формата (первый угол:0, 0; второй угол:420, 297)

Команда **ПОЛИЛИНИЯ**. Задать координаты первой точки рамки: 20,5; затем перейти на опцию **ширина** и задать начальную ширину:0.6; конечную ширину: 0.6. После указания ширины нужно указать координаты 2-й точки: @395,0;

координаты 3-й точки: @0,287;

координаты 4-й точки: @-395,0

и перейти на опцию **замкни**.

Основная надпись содержит линии различной толщины. Сначала вычертить границы рамки тонкими линиями.

Команда **ОТРЕЗОК**. Начертить последовательно вертикальный и горизонтальный отрезки
от точки: 215,50
до точки:@0,55
до точки:@185,0

Размножить построенные линии командой **ПОДОБИЕ**, удалить лишние фрагменты командой **ОБРЕЗАТЬ** и выполнить обводку основных толстых линий командой **ПОЛИЛИНИЯ** (рис. 11)

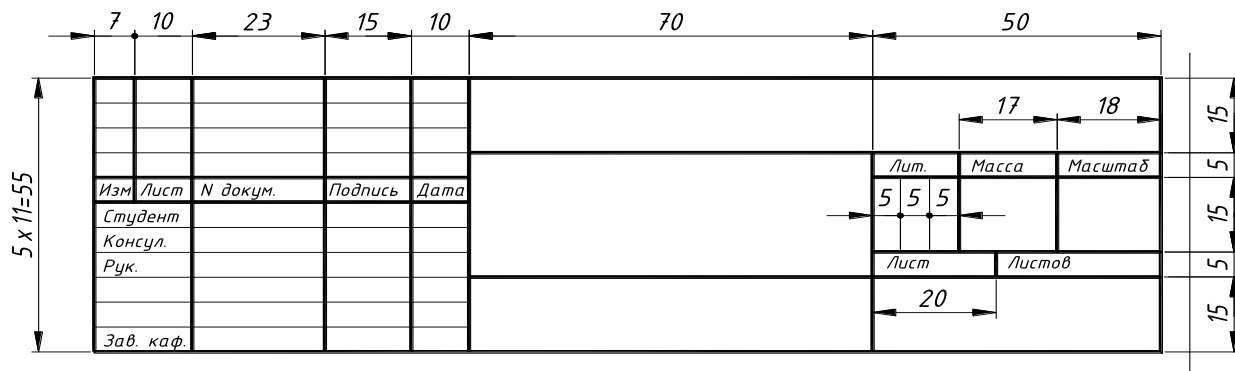


Рис.11.

Перед заполнением основной надписи необходимо настроить стиль текста. Диалоговое окно «Стиль текста» можно открыть через **Ленту**: вкладка **Главная** → панель **Аннотации** → . Это окно позволяет редактировать текущий или создать новый текстовый стиль, который определяется выбором шрифта *isocpcur*, наиболее соответствующего ЕСКД, высотой букв (в окне высоту задать о), углом наклона 15 градусов от вертикали.

Надписи выполнять командой **ТЕКСТ** (**Лента**: вкладка **Главная** → панель **Аннотации** ▼ → ) высотой 2,5; 7; 5мм, высоту удобнее менять непосредственно в команде **ТЕКСТ**.

Компоновка чертежа. Изображения должны отстоять друг от друга, а также от рамки чертежа примерно на одинаковое расстояние по вертикали и горизонтали. Расстояния должны быть достаточными для простановки размеров и обозначений. Передвинуть изображения, при необходимости, позволяет команда **ПЕРЕМЕСТИТЬ**, уменьшить или увеличить команда

МАСШТАБ. В нашем случае воспользуемся командой **МАСШТАБ**  (**Лента**: вкладка **Главная** → панель **Редактирование**) и уменьшим изображения в 2 раза. После выбора объектов, указать базовую точку (точка, не меняющая своего положения, после масштабирования)

Простановка размеров. Размеры представляют собой сложные примитивы, состоящие из размерных чисел (текстовая составляющая), выносных и размерных линий. По умолчанию AutoCAD создает ассоциативные размеры, то есть зависимые от объектов, к которым они привязаны. Это означает, что при редактировании основного объекта будут автоматически изменяться и связанные с ним размеры.

Перед простановкой размеров рекомендуется настроить размерный стиль соответствующий требованиям ЕСКД через диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей» (**Лента**: вкладка **Главная** → панель **Аннотации** ▼ → ). В окне отображается список размерных стилей

текущего чертежа, текущий стиль выделен. Стиль определяет внешний вид размеров. Кнопка **Редактировать**, вызывает диалоговое окно **Изменение размерного стиля**, в котором производится изменение параметров стиля.

Вкладка **Текст** этого окна позволяет выбрать стиль и высоту текста (3,5 мм), ориентацию текста – согласно ИЗО.

Вкладка **Основные единицы** позволяет задать единицы измерения, точность и масштаб размерных чисел. В нашем примере масштаб равен 2!

После настройки размерного стиля переходим непосредственно к простановке размеров.

Текущий слой «Размеры»

Проставим сначала высоты детали на главном виде. Команда **РЗМЛИНЕЙНЫЙ** (Лента:

вкладка **Главная** → панель **Аннотации** → ):

Начало первой выносной линии или <выбор объекта>: с помощью объектной привязки указать правую нижнюю точку на главном виде

Начало второй выносной линии: указать верхнюю правую точку

Положение размерной линии или [МТекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый]: требуется щелчком мыши указать точку на расстоянии не менее 10мм от крайней правой вертикальной контурной линии главного вида

Размерный текст <80>

По указанным на объекте точкам, система сама определяет какой тип размера (вертикальный, горизонтальный) необходимо проставить. Опции **МТекст** (многострочный текст) и **Текст** позволяют редактировать размерный текст. Можно полностью изменить текст или сохранить выведенное значение с помощью угловых скобок < > и добавить, когда необходимо, текст до или после скобок. Так для указания знака диаметра перед размерным числом указывают символы %%c, а для простановки угла в градусах - %%d.

Проставить все оставшиеся линейные размеры самостоятельно, рис.11.

Нанести радиальный размер – команда **РЗМРАДИУС** (Лента: вкладка **Главная** → панель

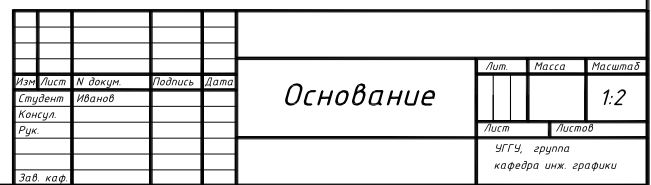
Аннотации → ):

Выберите дугу или круг: указать курсором дугу на виде сверху

Размерный текст <32>

Положение размерной линии или [МТекст/Текст/Угол]: указать точку местоположения размерной линии (она определяет внутри или снаружи будет расположен размер)

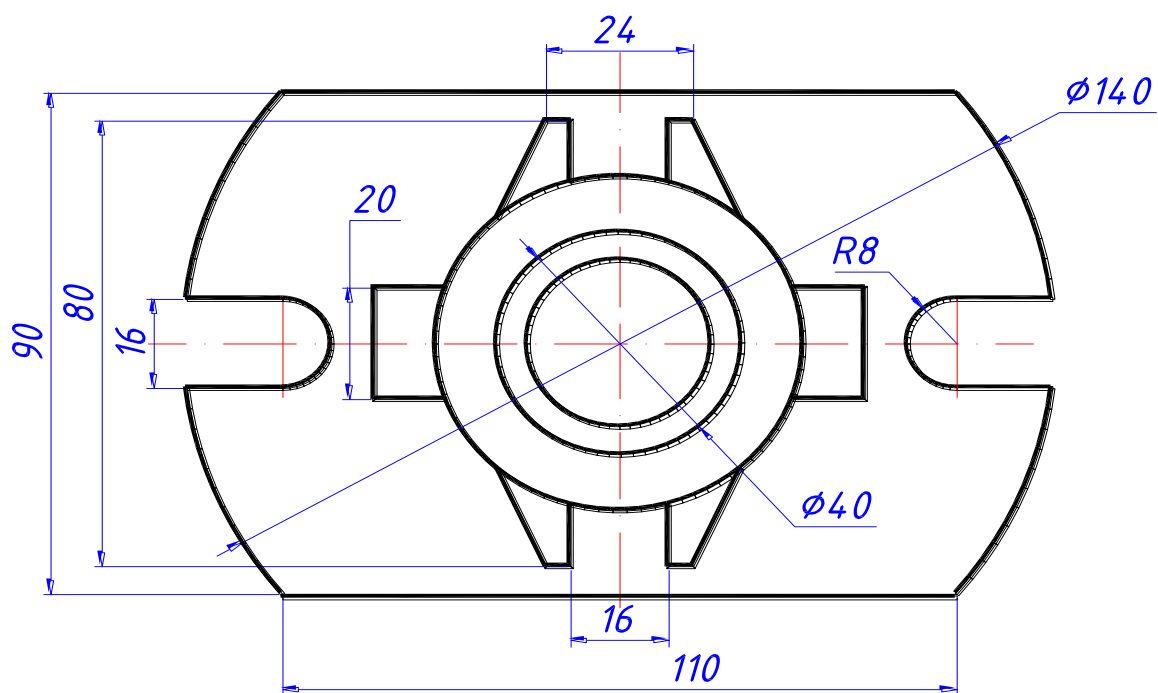
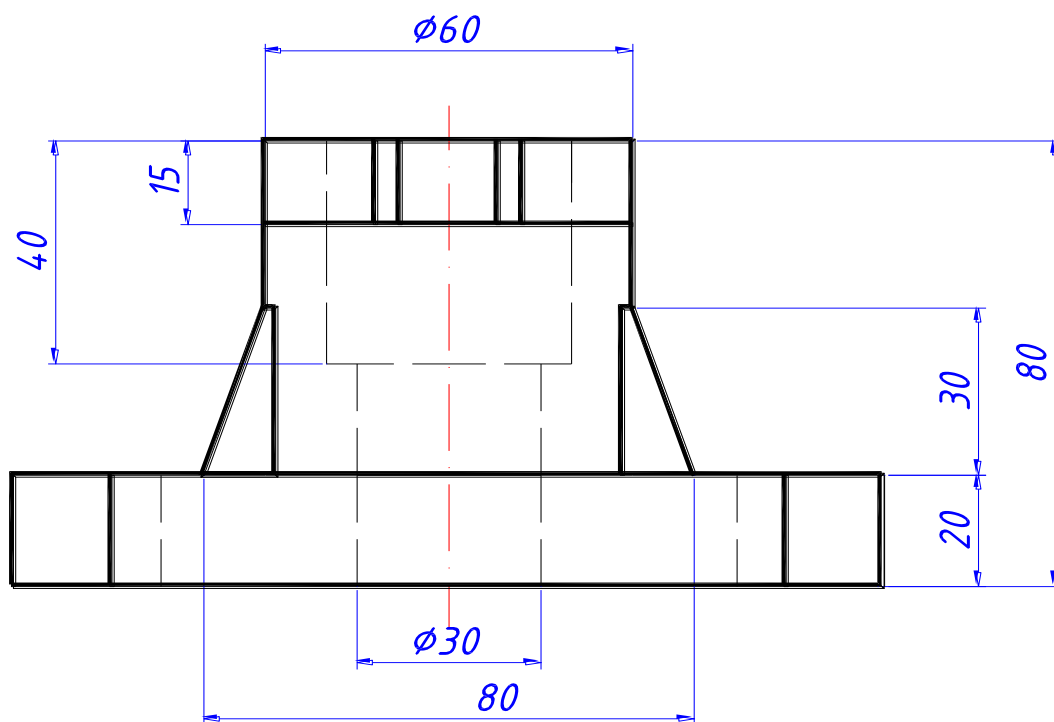
Обозначение фронтального разреза выполнить на слое «Размеры», используя команды **ПОЛИЛИНИЯ**, **ЗЕРКАЛО**, **ТЕКСТ**, самостоятельно, рис.12.



18

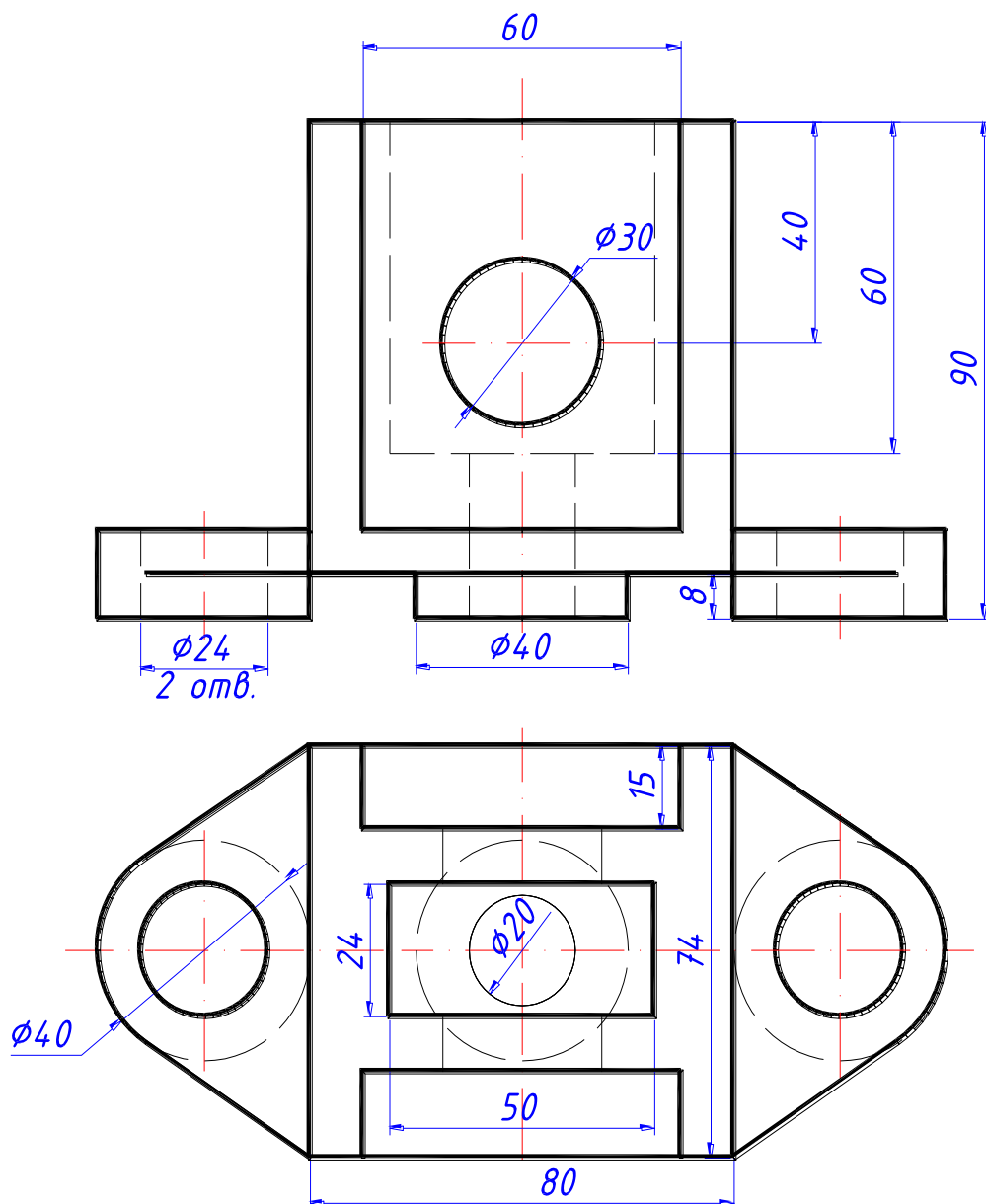
4. ПРИЛОЖЕНИЕ

Вариант 1



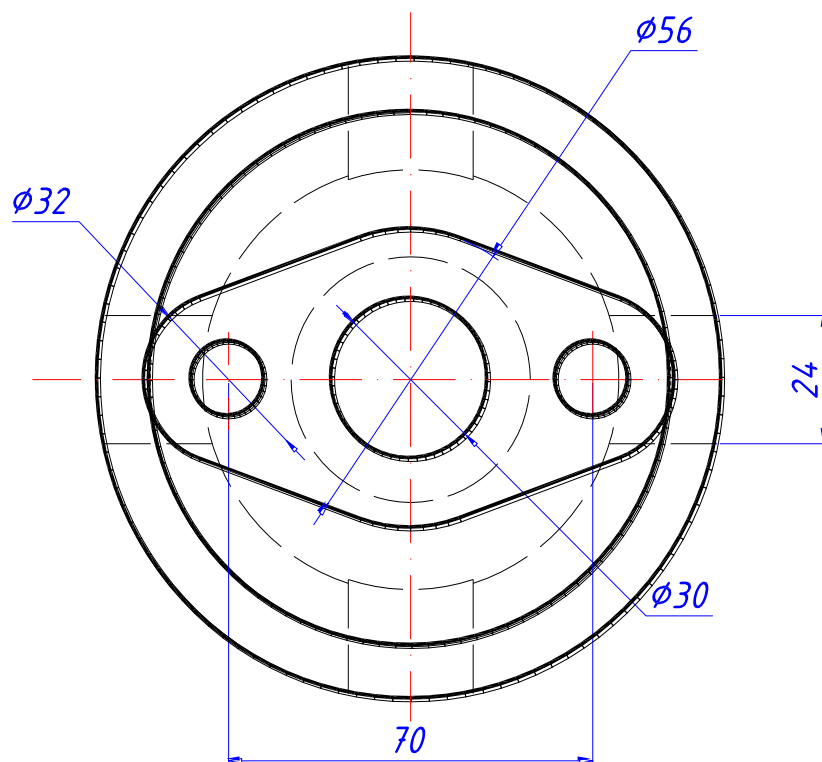
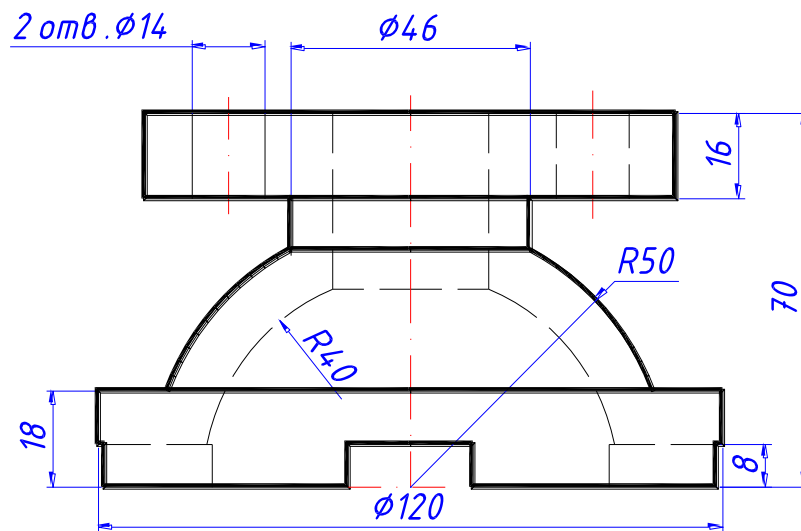
Корпус

Вариант 2



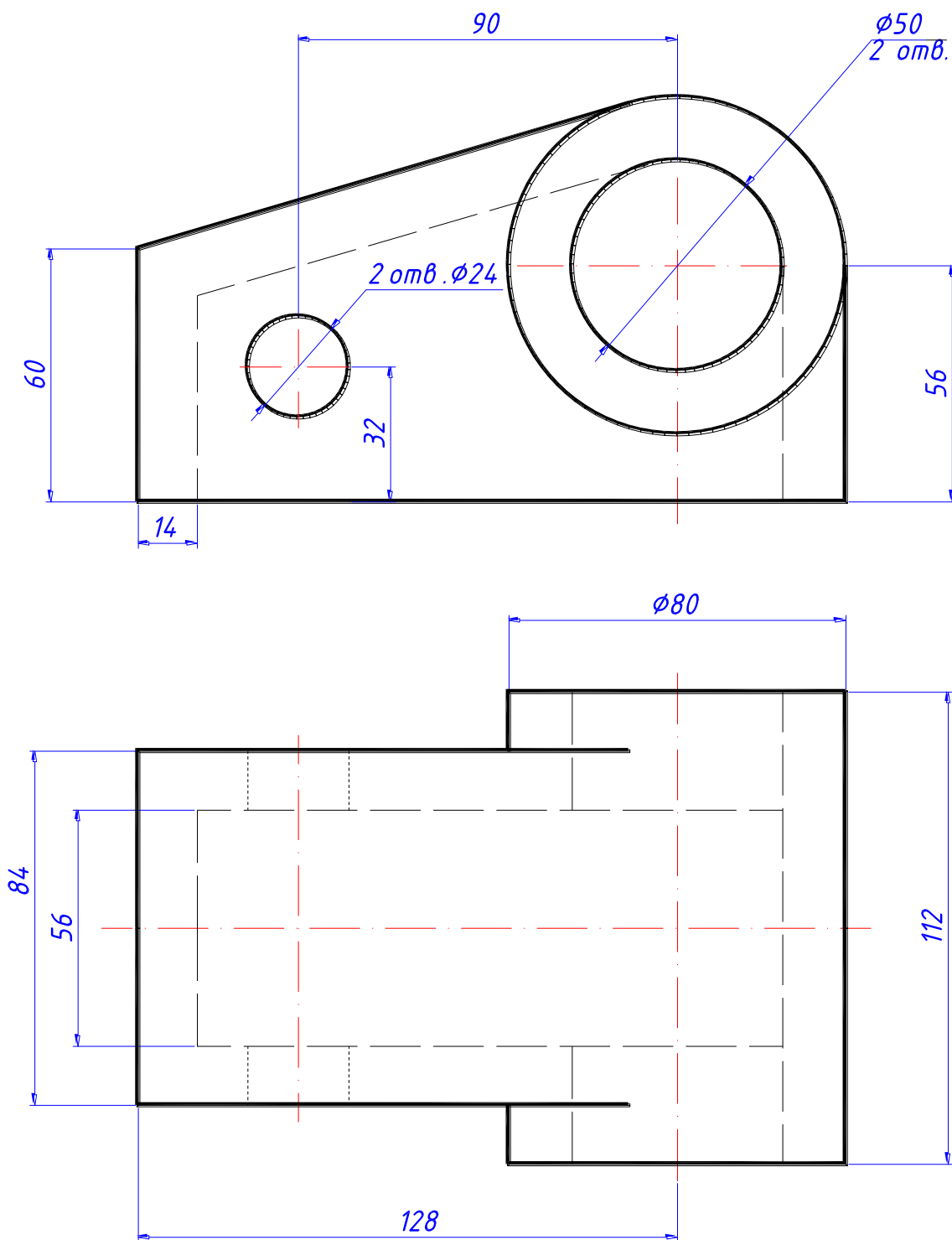
Основание

Вариант 3



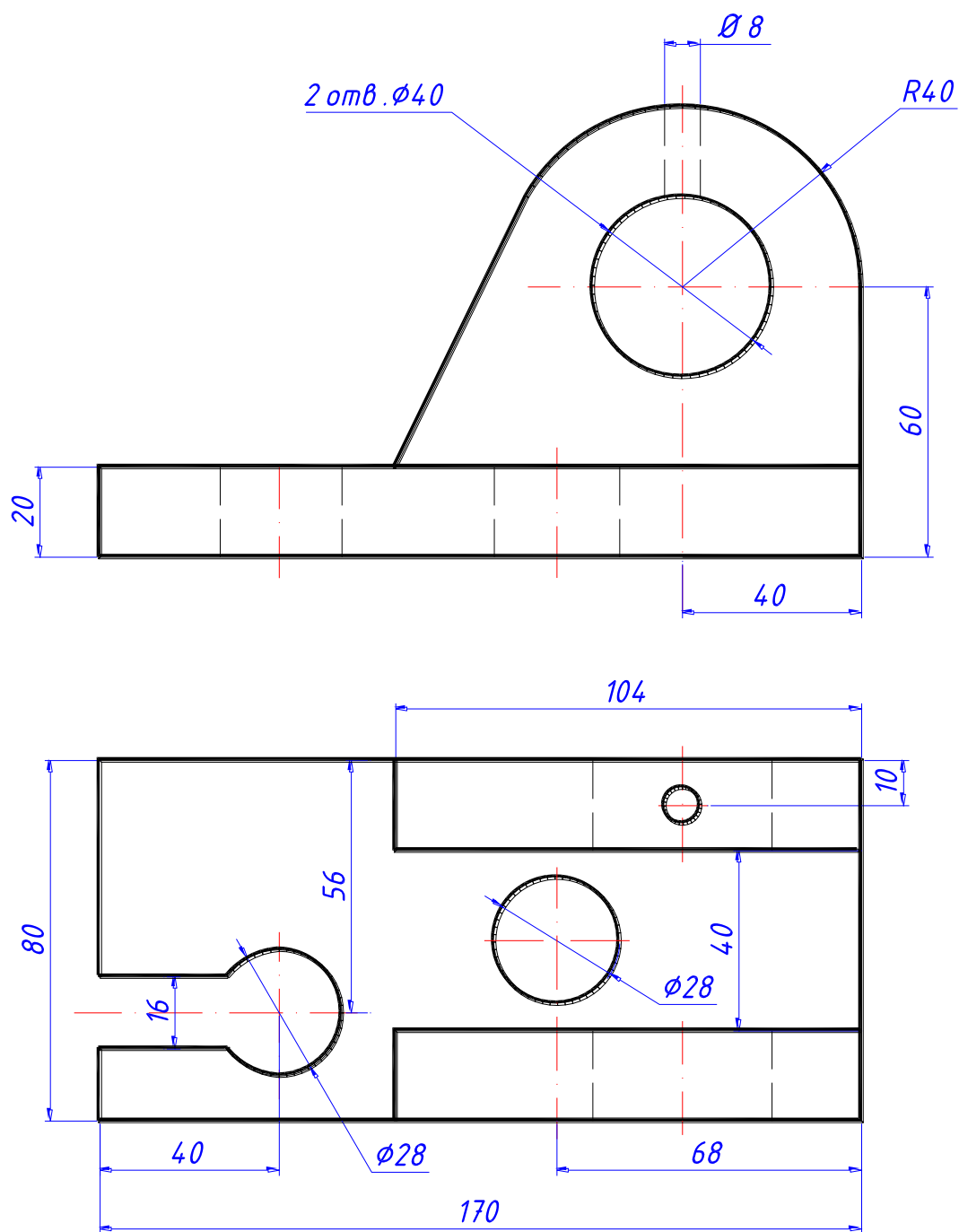
Крышка

Вариант 4



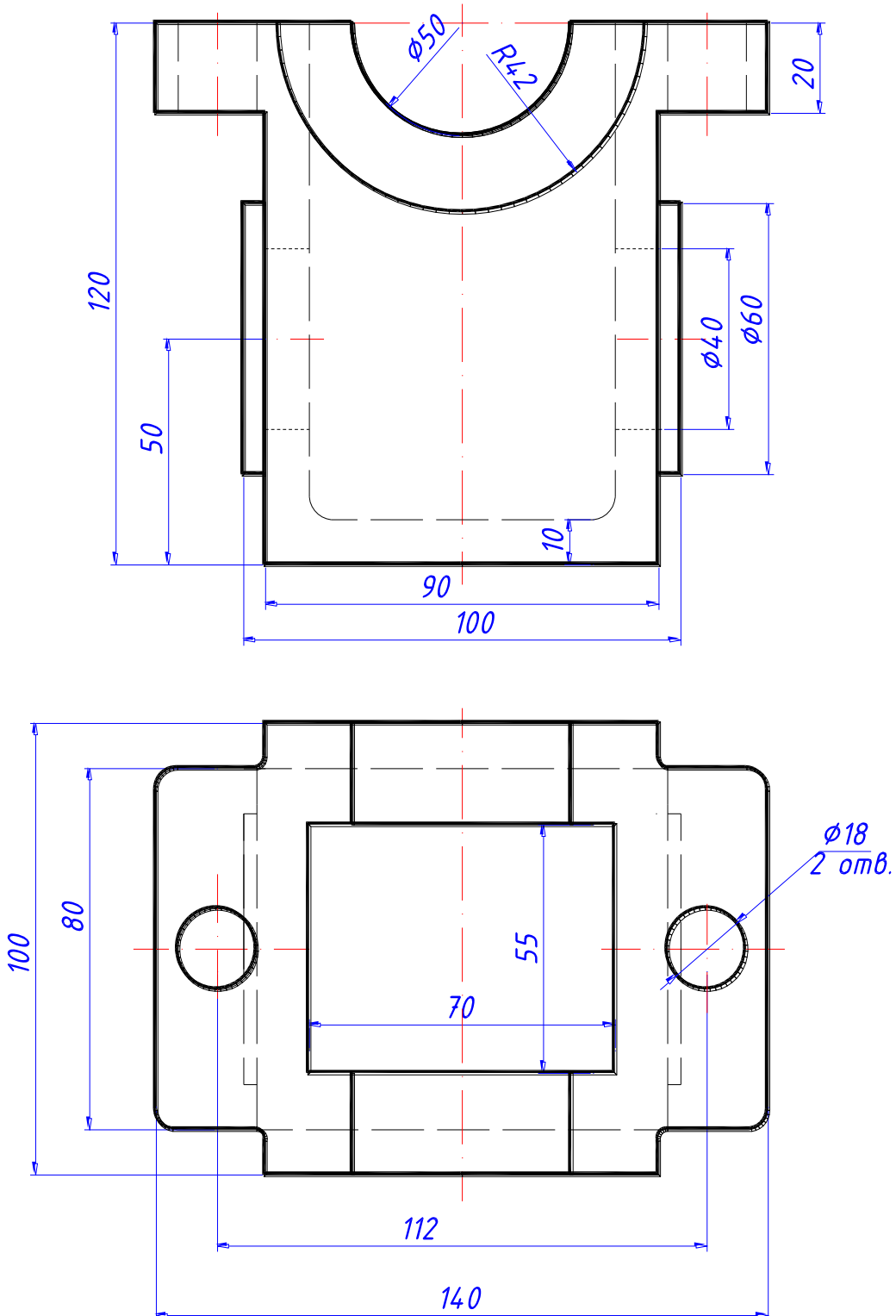
Кожух

Вариант 5



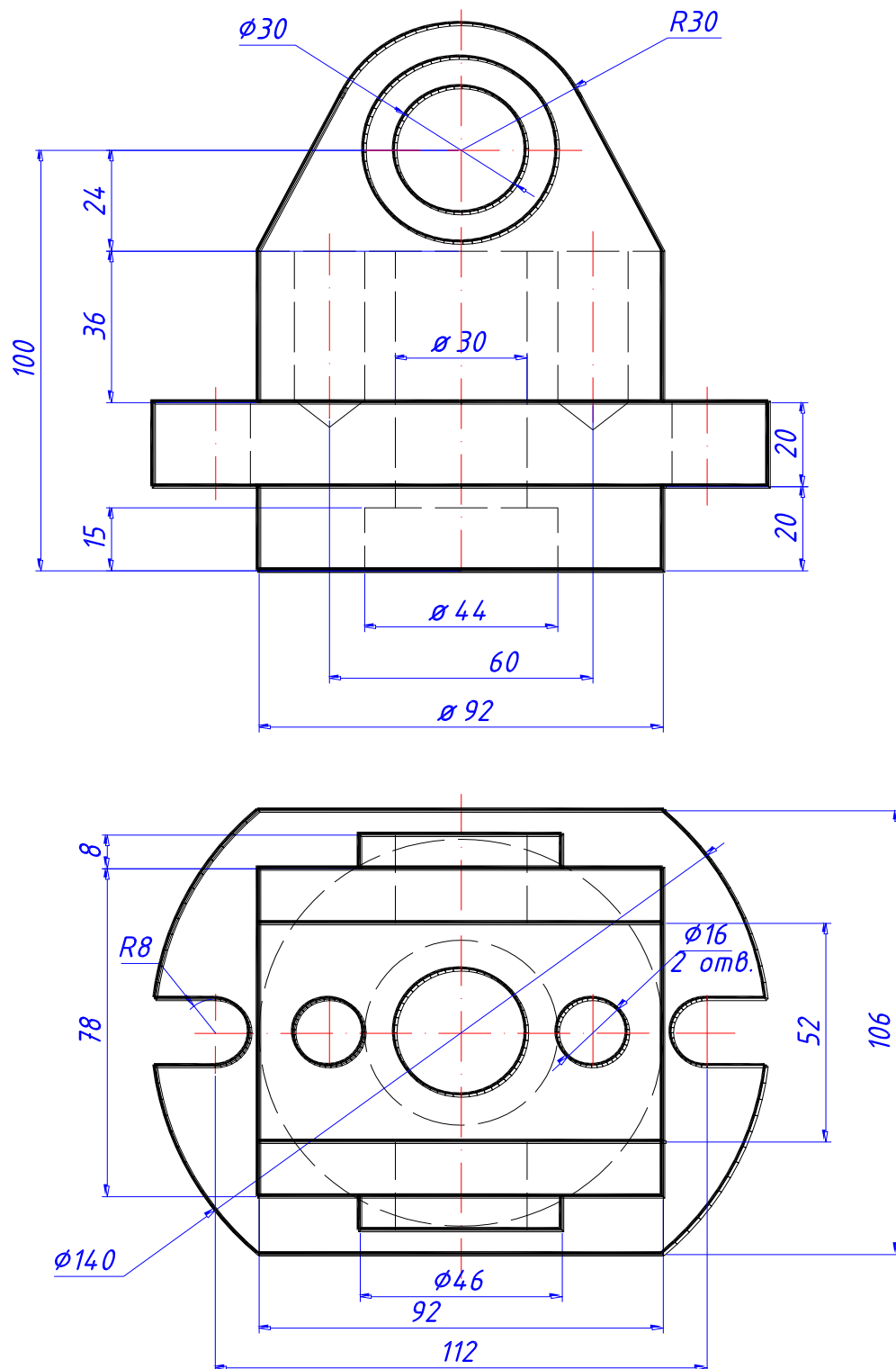
Проушина

Вариант 6



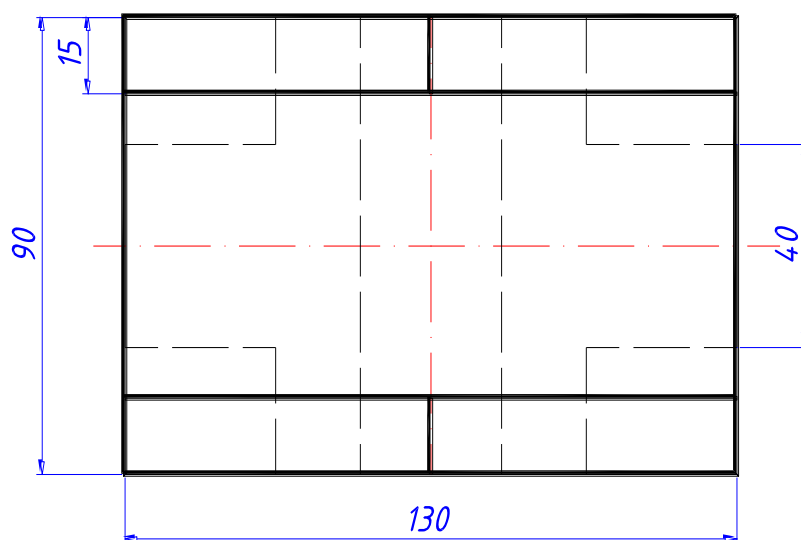
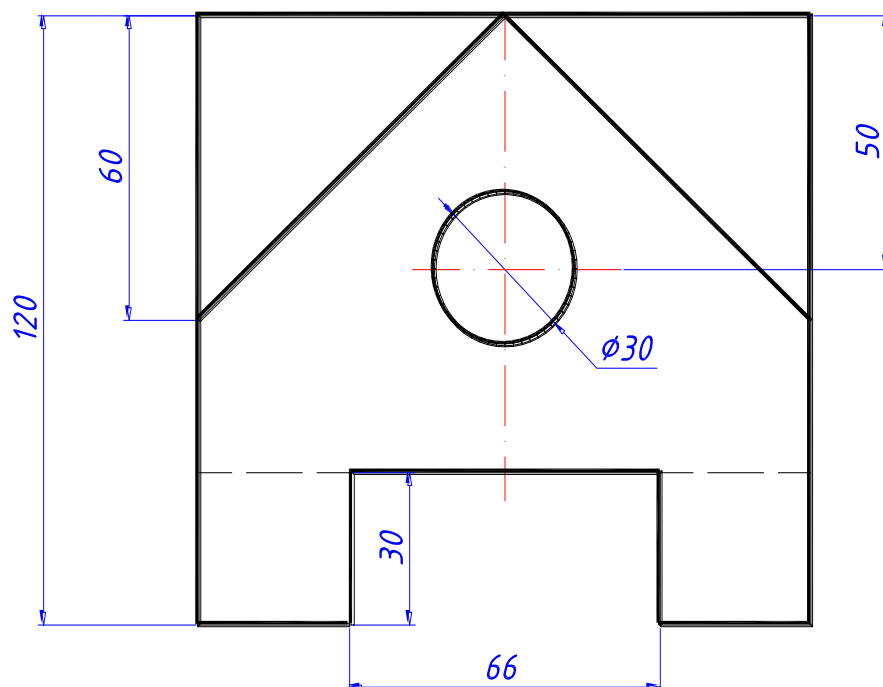
Корпус

Вариант 7



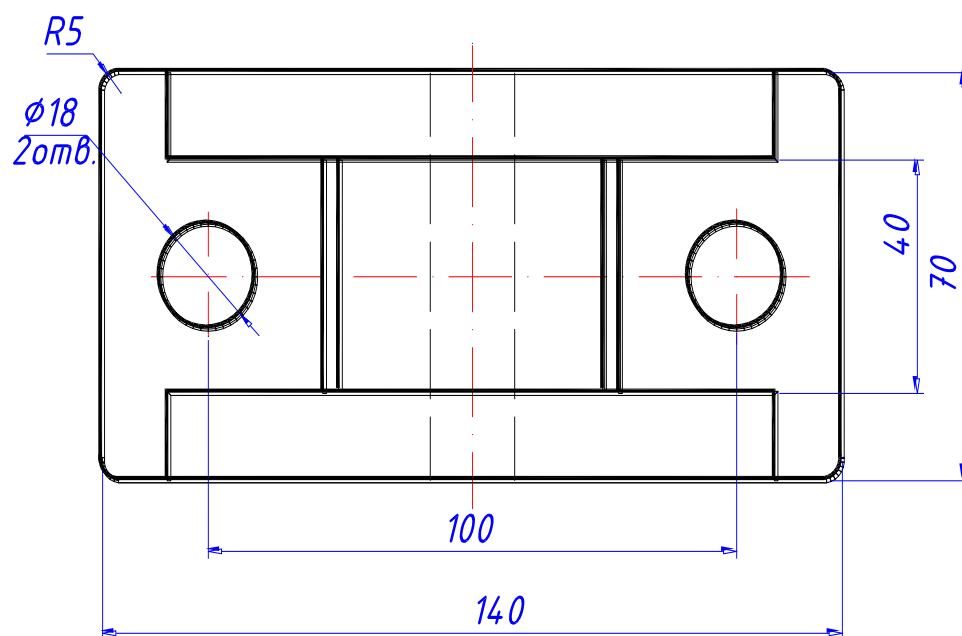
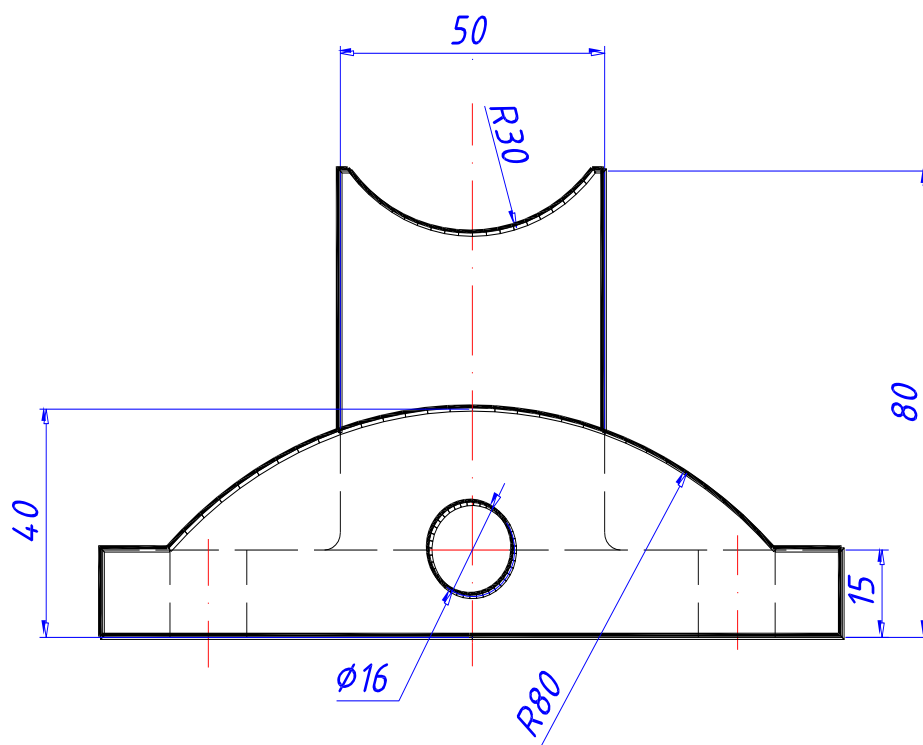
Проушина

Вариант 8



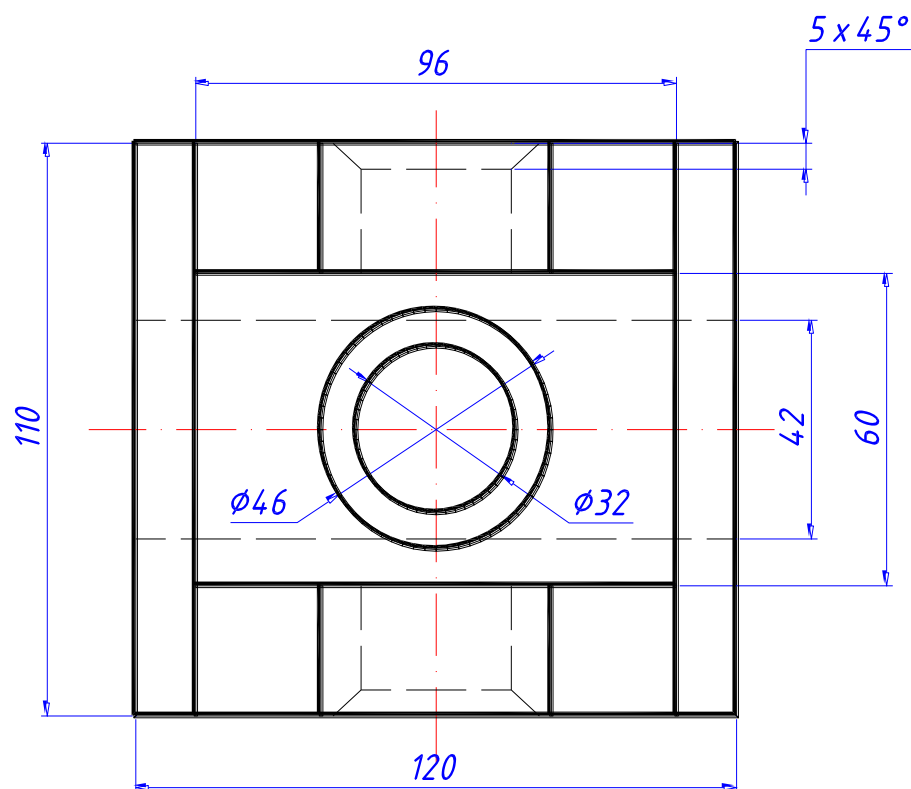
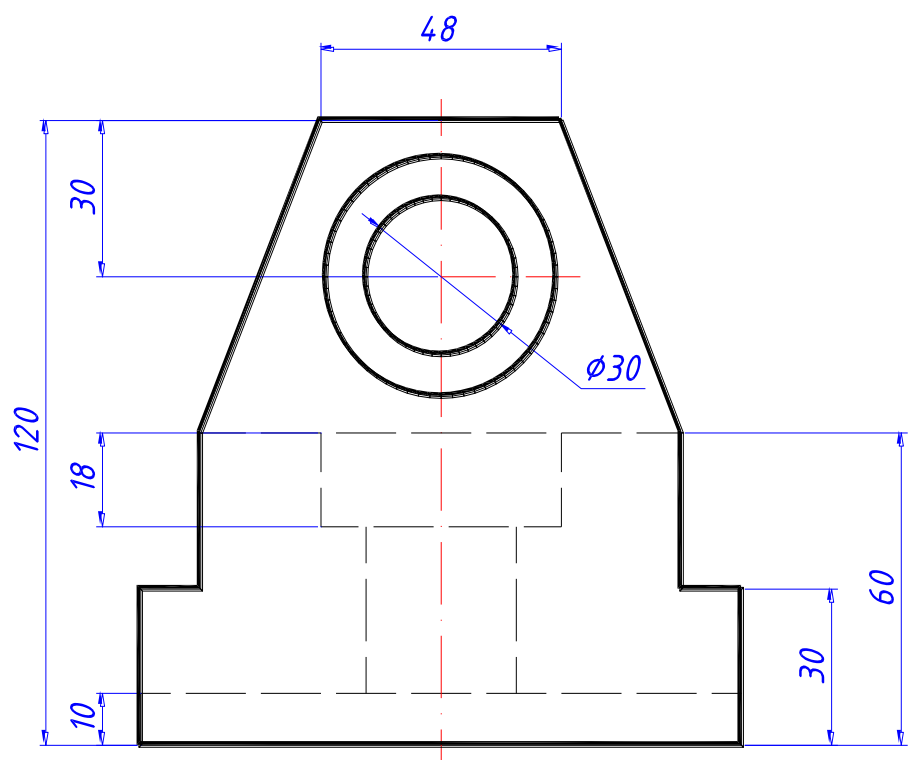
Колодка

Вариант 9

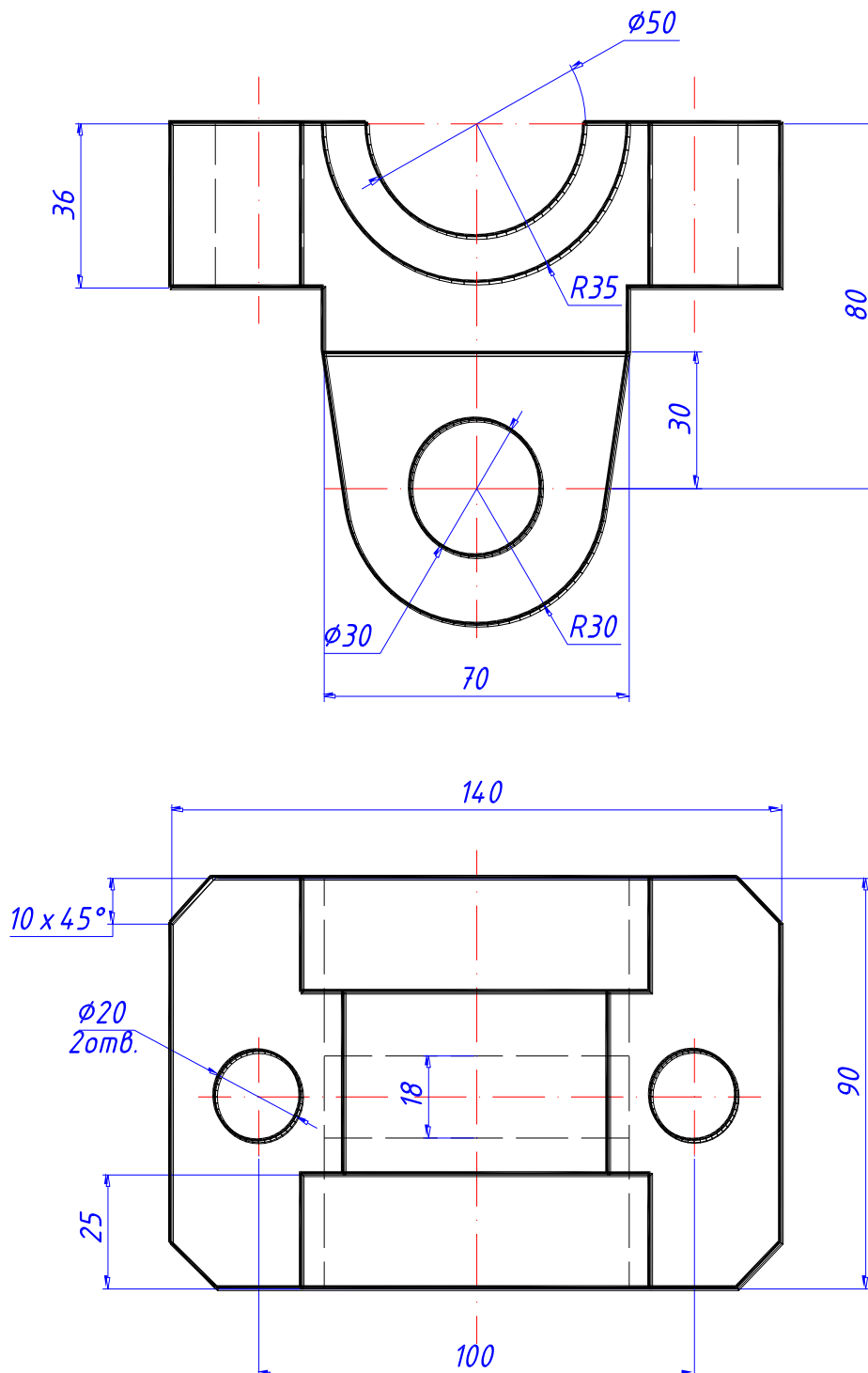


Опора

Вариант 10

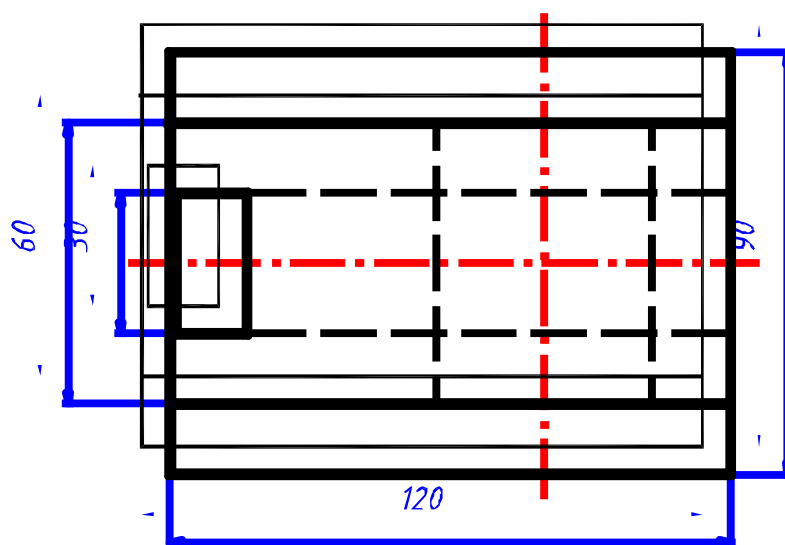
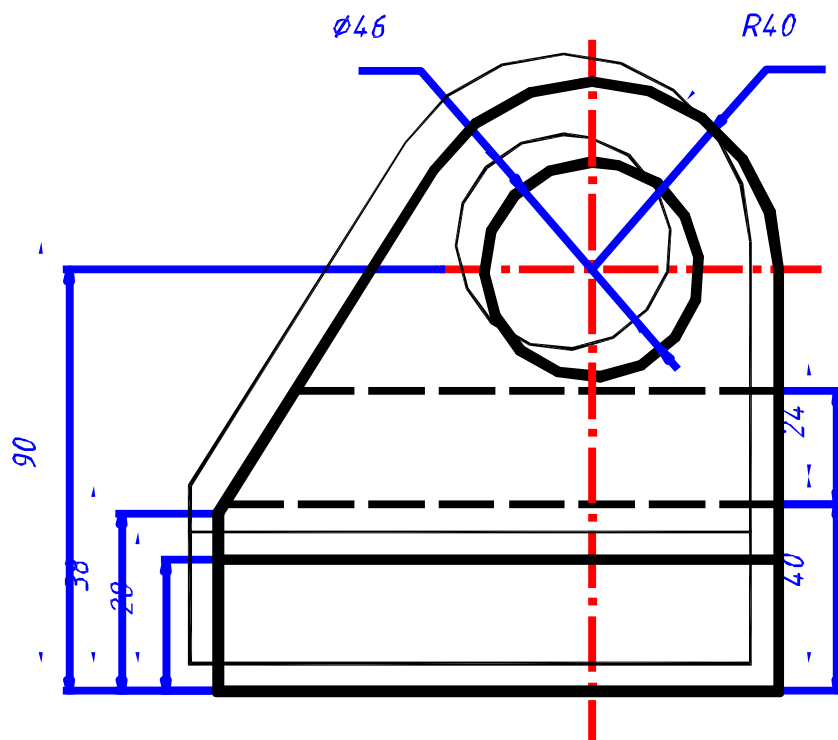


Вариант 11



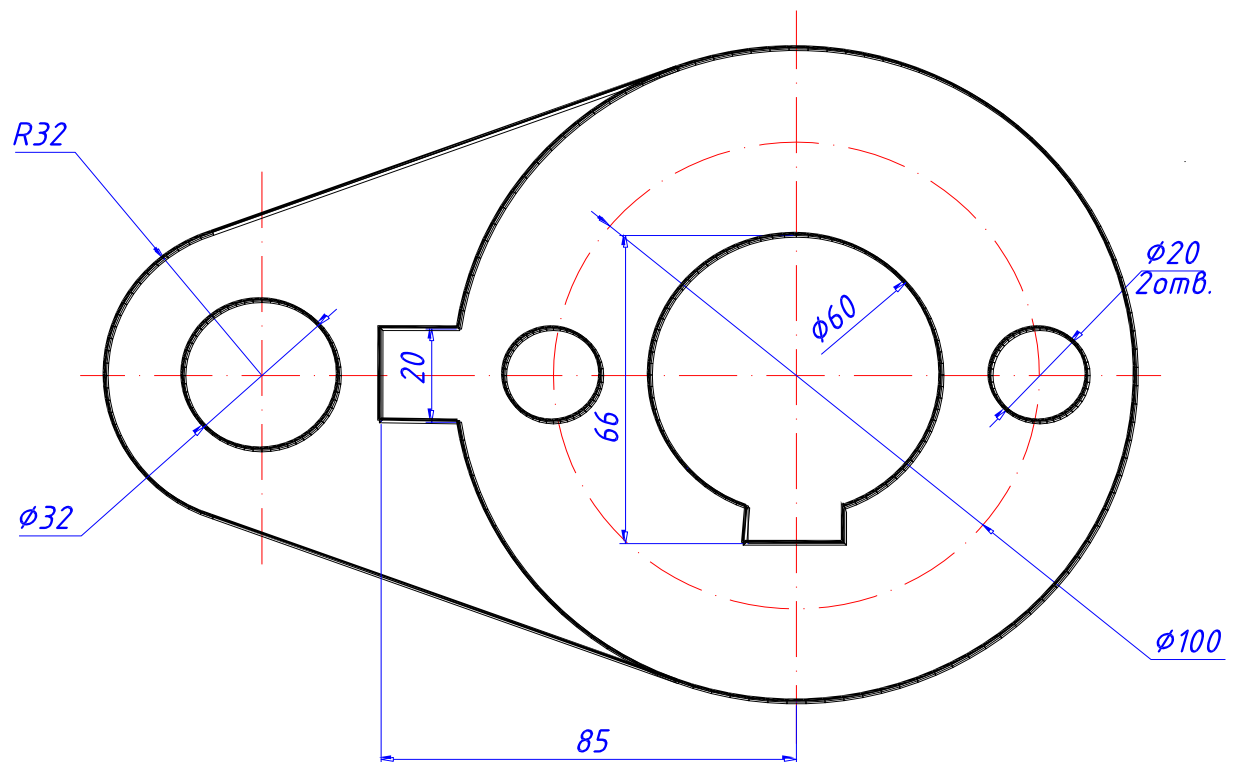
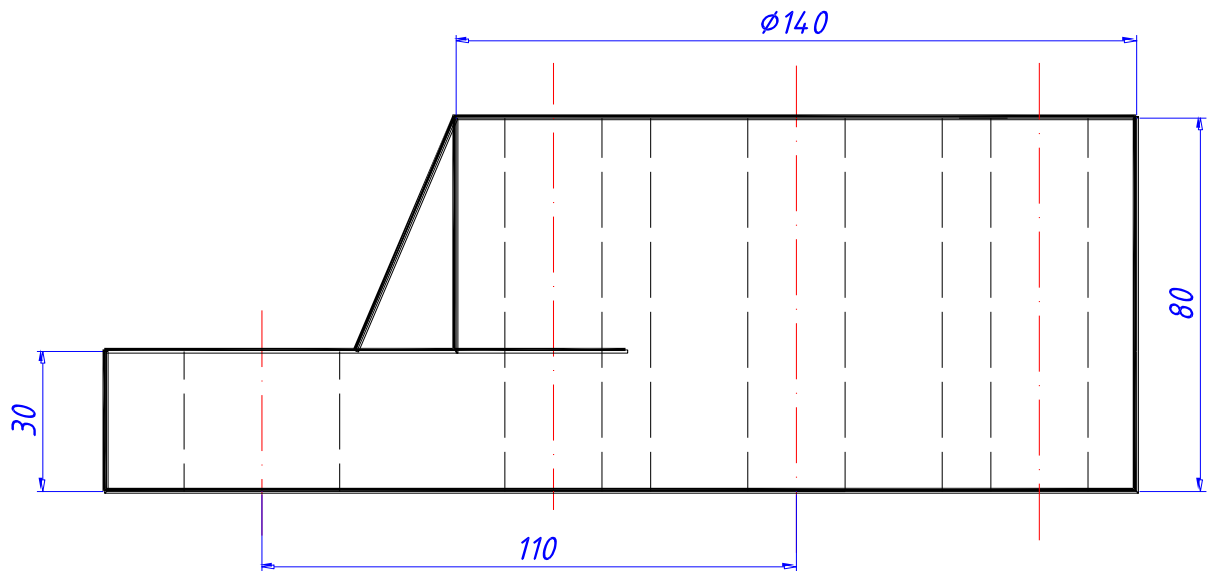
Серьга

Вариант 12



Вилка

Вариант 13



Основание

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полещук Н. Самоучитель AutoCAD 2016. – Санкт-Петербург: Издательство БХВ-Петербург, 2016. – 464с.
2. Шангина Е.И. Компьютерная графика. Учебное пособие. – Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2006. – 188с.
3. Хейфец А. Л. Инженерная компьютерная графика. Учебно-справочное пособие.— М.: ДИАЛОГ -МИФИ , 2002, 428 с.

Савина Татьяна Евгеньевна

Методическое пособие
по выполнению практической
работы «Создание проекционного чертежа средствами AutoCAD» по
дисциплинам:
«Инженерная и компьютерная графика»,
«Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика».

Редактор

Подписано в печать _____. 2017 г.

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8. Печать на ризографе.
Гарнитура Times New Roman .Печ. л. _____. Уч.- изд. 0,83. Тираж 150 экз.
Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинала – макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВПО

«Уральский государственный

горный университет»

А. П. Фролов

ЭПЮР № 3

***Учебно-методическое пособие
по выполнению графической работы
для студентов всех специальностей***

3 – е издание, переработанное

ЕКАТЕРИНБУРГ

2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ.....	6
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	6
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ СПОСОБОМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПЛОСКОСТЕЙ.....	8
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ВЗАИМНОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ СПОСОБОМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СФЕР	13
ПЕРЕСЕЧЕНИЕ КРИВОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОВЕРХНОСТЬЮ МНОГОГРАННИКА.....	18
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	20

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое учебно–методическое пособие предназначено для оказания помощи студентам при выполнении графической работы «Эпюр №3» по курсу «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Геометрическое моделирование»

При выполнении данной работы студент должен научиться методике определения взаимного пересечения кривых поверхностей. Эти знания горному инженеру могут пригодиться при решении конкретных технических задач. Известно, что в условиях горно-обогатительных предприятий одним из наиболее распространенных видов транспорта является трубопроводный транспорт. Большинство конструкций, предназначенных для транспортировки и хранения жидких и пульпообразных продуктов обогащения, выполняется из листового материала путем его изгибания и соединения краев пайкой, сваркой и т. п. Корпуса многих машин и аппаратов, применяемых при обогащении полезных ископаемых, также изготавливаются этими способами. Поверхности трубопроводов для транспортировки жидкостей и пульп, как известно, представляют собой цилиндры. Различные емкости и корпуса обогатительного оборудования ограничены цилиндрическими, коническими, сферическими, а также гранными поверхностями.

При проектировании подземных горных выработок может возникнуть необходимость построения линий перехода поверхностей этих выработок, которые, как известно, представляют собой сочетания поверхностей вращения и гранных поверхностей.

В данной работе рассмотрены основные способы построения линий взаимного пересечения различных поверхностей, в частности, приведена методика применения вспомогательных плоскостей и вспомогательных сфер.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Задание «Эпюр №3» предназначено для закрепления знаний студентов по теме «Взаимное пересечение поверхностей» и состоит из двух чертежей.

На первом чертеже необходимо определить линии взаимного пересечения поверхностей. В качестве исходных данных первого чертежа предложена композиция из поверхностей вращения и поверхностей многогранников. Для определения линии взаимного пересечения поверхностей (в первой задаче) рекомендуется применять способ вспомогательных секущих плоскостей. Чертеж необходимо выполнить в трех проекциях. Невидимый контур наносится штриховой линией.

Второй чертеж состоит из двух проекций заданных поверхностей. В качестве исходных данных дана композиция из двух или трех поверхностей вращения. Для решения задачи по определению взаимного пересечения поверхностей рекомендуется способ вспомогательных сфер. Невидимый контур наносится штриховой линией.

Оба чертежа рекомендуется выполнять в масштабе 1:1 на одном формате А 2. Пример выполнения задания приведен на рис. 6.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Для определения линии взаимного пересечения поверхностей обычно применяют метод поверхностей-посредников. В качестве посредников могут быть использованы вспомогательные секущие плоскости и вспомогательные секущие сферы. Вспомогательные секущие плоскости могут быть использованы в том случае, если можно подобрать такое множество плоскостей, каждая из которых пересекает заданные поверхности по простым (с точки зрения построения) линиям. Таких линий, как известно, всего две – прямая и окружность.

Если даны две пересекающиеся поверхности α и β , и необходимо определить на чертеже линию их пересечения, то для этого достаточно построить проекции ряда точек, принадлежащих обоим заданным поверхностям. Соединив одноименные проекции полученных точек определим искомую линию пересечения на чертеже. Таким образом, задача сводится к определению множества точек, общих для заданных поверхностей.

Методику определения таких точек можно свести к следующим действиям:

- 1) задаем вспомогательную секущую плоскость γ , исходя из условия изложенного выше;
- 2) определяем линии пересечения a и b вспомогательной плоскости γ и с заданными поверхностями α и β ;
- 3) определяем точку (точки) пересечения K и M полученных линий a и b ;

Задав множество подобных плоскостей, определим ряд точек, принадлежащих обоим заданным поверхностям.

Более подробно и конкретно применение данной методики будет показано в следующем разделе.

Способ вспомогательных секущих сфер применяется в том случае, если в пространстве имеется множество сфер, каждая из которых пересекает заданные поверхности по окружностям. В частности, этот способ может быть применен для определения линии пересечения поверхностей вращения с пересекающимися осями вращения. При этом центр вспомогательных сфер должен находиться в точке пересечения осей вращения поверхностей, а сферы - расположены концентрически.

Эксцентрические сферы применяются в том случае, если оси поверхностей вращения не пересекаются, а также для определения линий взаимного пересечения циклических поверхностей. Положение центра для каждой вспомогательной сферы определяется в каждом конкретном случае и индивидуально.

Если даны две поверхности α и β , то общая методика определения точек, принадлежащих линиям пересечения этих поверхностей, состоит из следующих действий:

1. Задаем вспомогательную секущую сферу ϕ , пересекающую обе поверхности α и β .
2. Определяем окружности m и l , по которым сфера ϕ пересекает поверхности α и β .
3. Определяем точки пересечения E и F окружностей m и l .

Задав множество подобных вспомогательных сфер, определим ряд точек, принадлежащих обоим заданным поверхностям.

Более подробно данная методика будет рассмотрена в последующих разделах.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ СПОСОБОМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПЛОСКОСТЕЙ

Методика реализации способа плоскостей была рассмотрена в предыдущем разделе. Основной проблемой при решении конкретной задачи является проблема выбора пространственного положения плоскостей-посредников. Совершенно очевидно, что для поверхностей с параллельными осями вращения следует выбирать вспомогательные плоскости, расположенные перпендикулярно осям вращения.

Характерный пример такого положения показан на рис. 1. В данном случае оси вращения поверхностей расположены вертикально, следовательно, если пересечь обе поверхности горизонтальной плоскостью, то в их сечении получатся окружности. Решение следует начинать с определения характерных точек. Совершенно очевидно, что точки 1, 2 и 3 являются характерными точками с экстремальными координатами z . Точки 2 и 3 лежат на окружностях оснований поверхностей и имеют минимальную координату z . Точка 1 имеет максимальную координату z и ее фронтальная проекция определяется пересечением очерков фронтальных проекций заданных поверхностей. Для определения промежуточных точек линии пересечения зададим вспомогательную плоскость α . Фронтальный след этой плоскости α_v в данном случае параллелен оси X . Плоскость α пересекает поверхность сферы по окружности радиуса R и поверхность конуса по окружности радиуса r . Эти окружности отображаются на горизонтальную плоскость проекций без искажения.

Таким образом, построив горизонтальные проекции этих окружностей, определим горизонтальные проекции точек 6 и 7, принадлежащих обоим заданным поверхностям. Фронтальные проекции этих точек определим с помощью линий связи из условия их принадлежности следу α_v . Задав множество подобных плоскостей, определим ряд точек, принадлежащих обоим заданным поверхностям. Соединив одноименные проекции точек между собой, построим проекции искомой линии пересечения.

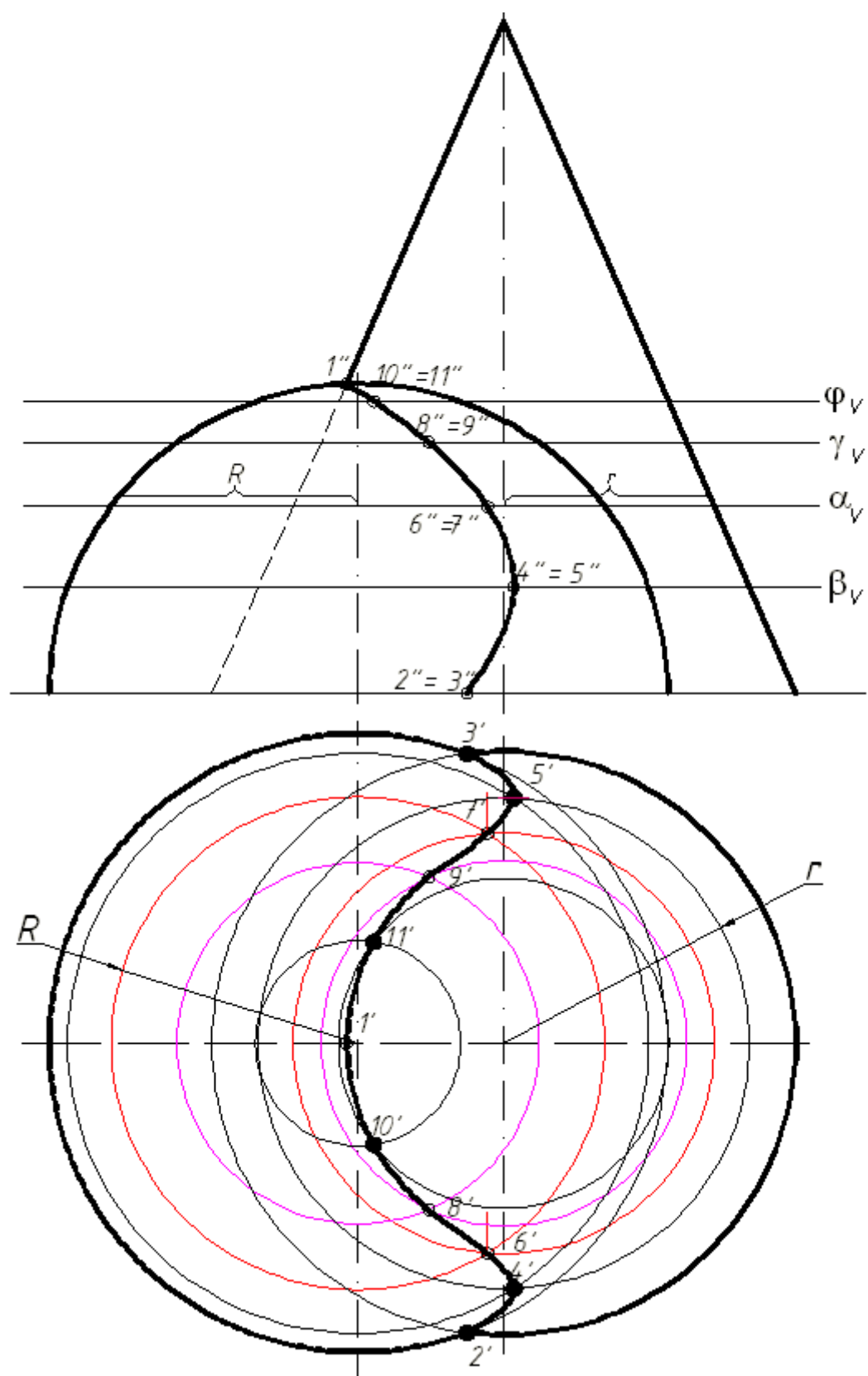


Рис. 1. Определение линии пересечения поверхностей вращения способом вспомогательных плоскостей

Совершенно очевидно, что горизонтальная проекция линии пересечения видима полностью, так как эта линия находится выше экватора сферы, горизонтальная проекция которого совпадает с очерком.

Что касается фронтальной проекции, то можно утверждать, что видимая часть проекции совпадает с невидимой частью, поскольку линия пересечения поверхностей симметрична относительно плоскости симметрии композиции из заданных поверхностей.

На рис. 2 показан еще один пример решения задачи по определению линии пересечения поверхностей вращения. Необходимо определить линии пересечения поверхности сферы и поверхности цилиндра вращения.

Общая методика решения этой задачи аналогична методике решения предыдущей задачи и сводится к заданию множества вспомогательных плоскостей.

В данном случае более рационально воспользоваться фронтальными вспомогательными плоскостями. Следует обратить внимание на то обстоятельство, что цилиндр занимает горизонтально-проецирующее положение и, следовательно, горизонтальная проекция искомой линии пересечения совпадает с очерком горизонтальной проекции цилиндра.

Для построения фронтальной проекции воспользуемся фронтальными вспомогательными плоскостями. Совершенно очевидно, что точки 4 и 10 являются точками с экстремальными координатами y , следовательно, вспомогательные секущие плоскости будут располагаться между этими двумя точками. Для определения фронтальных проекций этих точек зададим фронтальные плоскости γ и ρ . Эти плоскости пересекут поверхность сферы по двум окружностям радиусами R_1 и R_2 соответственно. Построив фронтальные проекции этих окружностей, определим фронтальные проекции точек 4 и 10 с помощью соответствующих линий связи. Важным моментом при решении подобных задач является методика определения точек с экстремальными координатами z .

В данном случае эти точки 5 и 11 лежат в плоскости симметрии, общей для обеих поверхностей. Совершенно очевидно, что эта плоскость P является горизонтально-проецирующей, которая определена осями вращения заданных поверхностей. В плоскости P лежат точки 5 и 11, горизонтальные проекции которых лежат в пересечении P_H и очерка горизонтальной проекции цилиндра.

Для определения фронтальной проекции этих точек зададим две фронтальные плоскости λ и ε , которые пересекут поверхность сферы по окружностям радиусов R_3 и R_4 соответственно. На фронтальных проекциях

этих окружностей строим точки $5''$ и $11''$. С помощью плоскостей λ и ε определим также точки 3 и 9. Их фронтальные проекции $3''$ и $9''$ лежат соответственно на окружностях радиусов R_3 и R_4 . Точки 1 и 7 имеют экстремальные координаты X и определяются с помощью плоскости β . Задав множество фронтальных вспомогательных плоскостей, определим ряд точек, принадлежащих обеим заданным плоскостям. Соединив фронтальные проекции этих точек между собой, построим фронтальную проекцию линии пересечения заданных поверхностей. Для определения видимости фронтальной проекции полученной линии необходимо определить границу видимости. Совершенно очевидно, что эта граница определяется двумя точками, а именно – 1 и 7, поскольку фронтальные проекции этих точек лежат на очерковых линиях фронтальной проекции цилиндра. Таким образом, проекции $1''$, $2''$, $3''$, $4''$, $5''$, $6''$, $7''$ невидимы. Что касается видимости горизонтальной проекции линии пересечения, то совершенно очевидно, что она вся видна, так как границей видимости является экватор сферы.

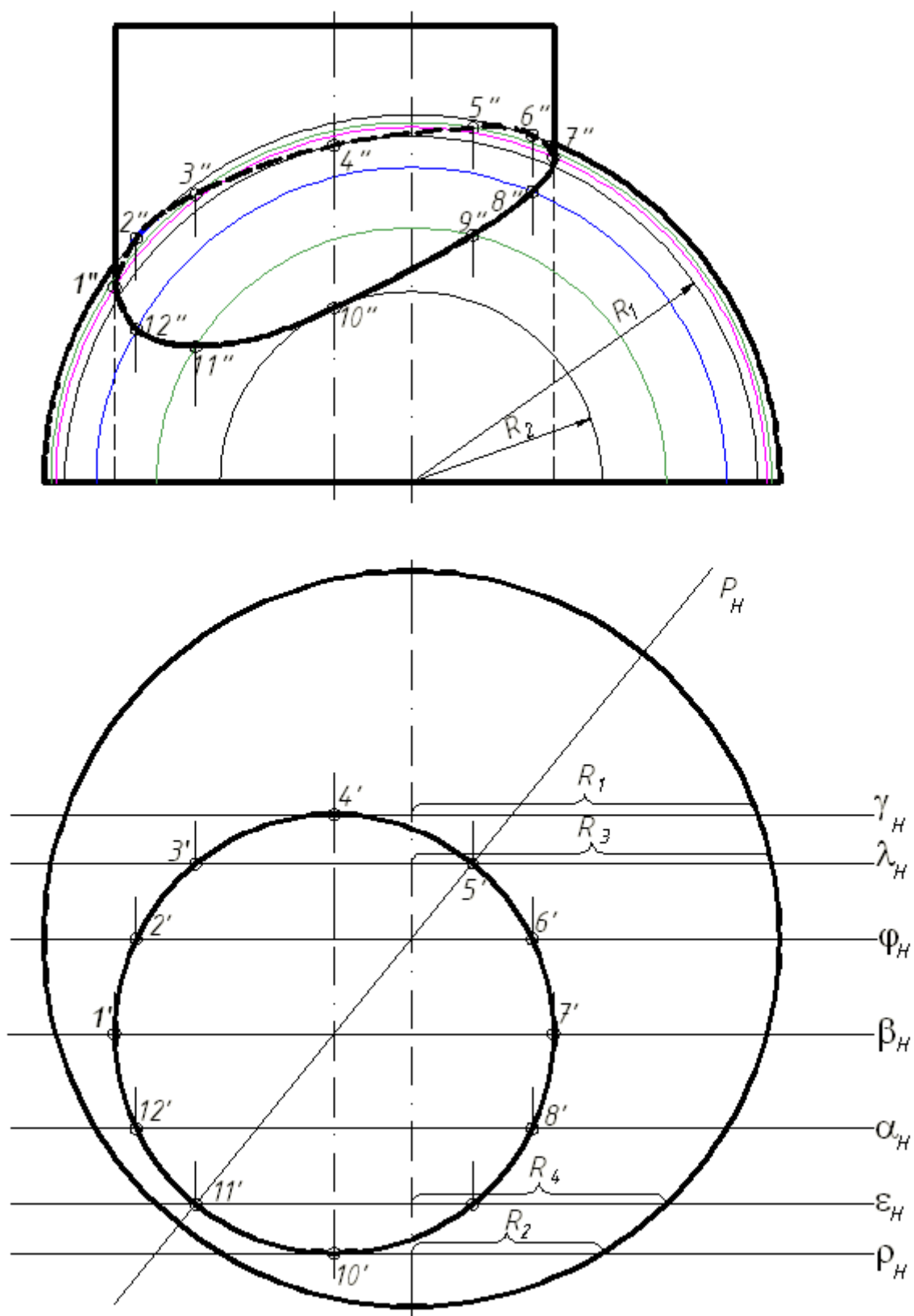


Рис. 2. Определение линии пересечения поверхностей вращения способом вспомогательных плоскостей

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ВЗАИМНОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ СПОСОБОМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СФЕР

Общая методика реализации способа вспомогательных сфер была рассмотрена в предыдущем разделе. При решении конкретной задачи этим способом необходимо определить пространственное положение центра каждой сферы. Каждая сфера должна быть расположена таким образом, чтобы она пересекала обе заданные поверхности по окружностям. Существуют две модификации способа вспомогательных сфер. В том случае, если оси вращения заданных поверхностей пересекаются между собой, для решения задачи следует применить концентрические сферы, т. е. сферы с единым центром. При этом центр сфер находится в точке пересечения осей вращения поверхностей. Известно, что если соосные поверхности вращения пересекаются, то линия их пересечения представляет собой окружность. Таким образом, если центр сферы находится в пересечении осей вращения поверхностей, то эта сфера будет соосна с обеими поверхностями и будет пересекать обе поверхности по окружностям. Если эти окружности пересекаются между собой, то точки их пересечения будут принадлежать обеим заданным поверхностям. Основной проблемой в этом случае является подбор таких вспомогательных сфер, которые пересекали бы обе поверхности, кроме того, непременным условием решения задачи является наличие общих точек полученных линий пересечения. На рис. 3. приведен конкретный пример применения концентрических сфер для решения задачи по определению линии пересечения поверхностей вращения с пересекающимися осями. Совершенно очевидно, что центр вспомогательных сфер находится в точке O , которая является точкой пересечения осей вращения поверхностей. Решение задачи следует начинать с определения диапазона изменения радиуса вспомогательных секущих сфер. Сфера максимального радиуса, как правило, проходит через точку пересечения очерковых образующих, в данном случае эта сфера проходит через точку 1 (рис. 3). Очерк фронтальной проекции сферы, таким образом, определяется проекцией $1''$. Сфера минимального радиуса обычно касательна к одной заданной поверхности и пересекает другую. В данном случае сфера минимального радиуса $R_{\min}$ касается поверхности конуса по окружности радиуса r_1 и пересекает поверхность цилиндра по окружности, фронтальная проекция которой представляет собой отрезок $A''B''$. Эта окружность, пересекаясь с окружностью радиуса r_1 , дает две точки.

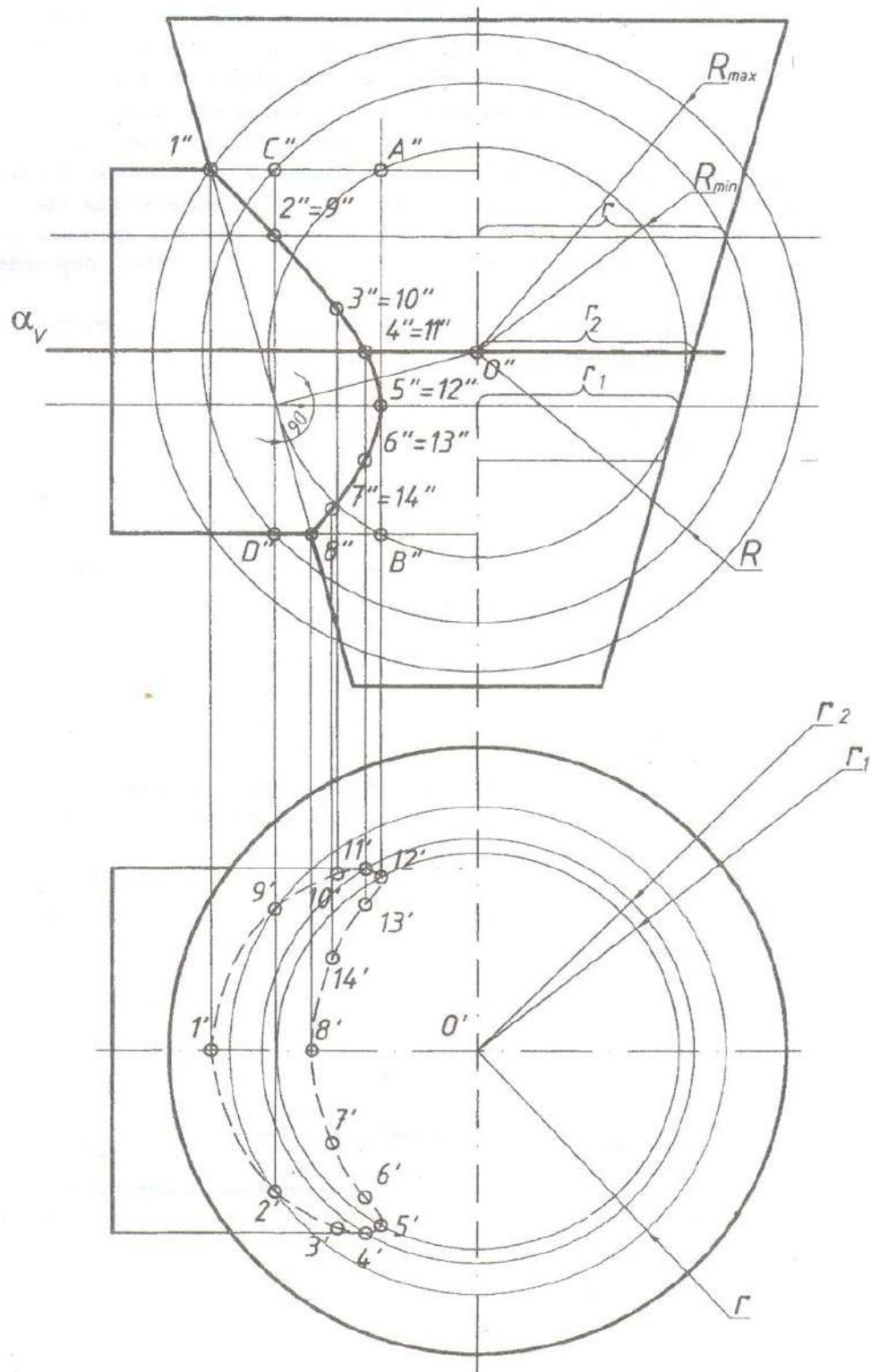


Рис. 3. Определение линии пересечения поверхностей вращения способом вспомогательных плоскостей

Фронтальные проекции этих точек на чертеже обозначены $5''$ и $12''$. Эти точки являются характерными, так как носят экстремальный характер. В данном случае они имеют минимальную координату x . Горизонтальные проекции $5'$ и $12'$ лежат на окружности радиуса r_1 и определены с помощью линии связи.

Определим остальные характерные точки. Фронтальные проекции точек 1 и 8 определены в пересечении очерков фронтальных проекций заданных поверхностей. Эти точки являются характерными, поскольку имеют экстремальные координаты z . Горизонтальные проекции этих точек лежат на оси, симметрии горизонтальной проекции данной композиции. Для определения точек, имеющих экстремальные координаты y , удобно воспользоваться горизонтальной плоскостью α , проходящей через ось заданного цилиндра.

Эта плоскость пересекает поверхность конуса по окружности радиуса r_2 . Горизонтальная проекция этой окружности, пересекаясь с очерковыми линиями горизонтальной проекции цилиндра, дает горизонтальные проекции точек 4 и 11. Фронтальные проекции этих точек принадлежат α_v и построены с помощью линий связи. Для определения промежуточных точек зададим сферу радиуса R из условия $R_{\max} > R > R_{\min}$. Эта сфера пересечет поверхность конуса по окружности радиуса r . Фронтальная проекция окружности пересечения этой сферы с цилиндром обозначена $C''D''$. Фронтальная проекция окружности радиуса r , пересекаясь с $C''D''$, определит $2''$ и $9''$. Горизонтальные проекции точек 2 и 9 определены по их принадлежности окружностям радиуса r . Точки 6 и 13 определены аналогично.

Определим видимость проекций линии пересечения. Совершенно очевидно, что линия взаимного пересечения заданных поверхностей симметрична относительно плоскости симметрии общей для обеих заданных поверхностей. Следовательно, видимая часть фронтальной проекции линии пересечения совпадает с её невидимой частью. Таким образом, фронтальная проекция линии выполняется сплошной основной. Что касается горизонтальной проекции линии пересечения, то можно утверждать, что вся она будет невидима, так как она находится ниже верхнего основания цилиндра.

На рис. 4 приведен пример определения линии пересечения с помощью эксцентрических сфер. Как и во всех предыдущих примерах, решение задачи следует начинать с определения характерных точек. В данном случае фронтальные проекции $1''$, $2''$ этих точек могут быть легко определены в пересечении очерков фронтальных проекций заданных поверхностей. Горизонтальные проекции этих точек ($1'$, $2'$) лежат на осевой линии очерков горизонтальных проекций поверхностей.

Основной проблемой реализации способа эксцентрических сфер является методика определения центра сферы. В данном случае поверхность тора может быть представлена как множество окружностей, каждая из которых лежит в плоскости, проходящей через ось вращения поверхности. Совершенно очевидно, что окружности, необходимые для решения данной задачи, лежат в плоскостях, расположенных между плоскостями α и ω , проходящими через характерные точки $1''$ и $2''$.

Зададим в этом диапазоне вспомогательную секущую плоскость β , которая пересечет поверхность тора по окружности, проходящей через точки A и B . Центр этой окружности - точка C .

Представим себе, что через точку C проходит ось воображаемого цилиндра вращения, которая параллельна фронтальной плоскости проекций. Эта ось, пересекаясь с осью конуса, даст точку O_1 . Из полученной точки O_1 задаем вспомогательную сферу радиуса R_1 , которая проходит через окружность с центром C . В этом случае очерк фронтальной проекции сферы пройдет через A'' и B'' . Заданная сфера пересечет поверхность конуса по окружности радиуса r_1 .

Эта окружность, пересекаясь с окружностью, лежащей на поверхности тора и имеющей в качестве центра точку C , даст две точки – 3 и 4. Фронтальные проекции этих точек лежат на $A''B''$. Горизонтальные проекции лежат на окружности радиуса r_1 с центром O_1' . Точки 5 и 6 определены с помощью вспомогательной плоскости γ и вспомогательной сферы радиуса R_2 с центром O_2' . Определим видимость проекций линии пересечения. Совершенно очевидно, что горизонтальная проекция этой линии видима, поскольку сама линия пересечения лежит на верхней половине тора. Что касается фронтальной проекции, то её видимая часть совпадает с невидимой частью, поэтому фронтальная проекция линии пересечения выполнена сплошной основной.

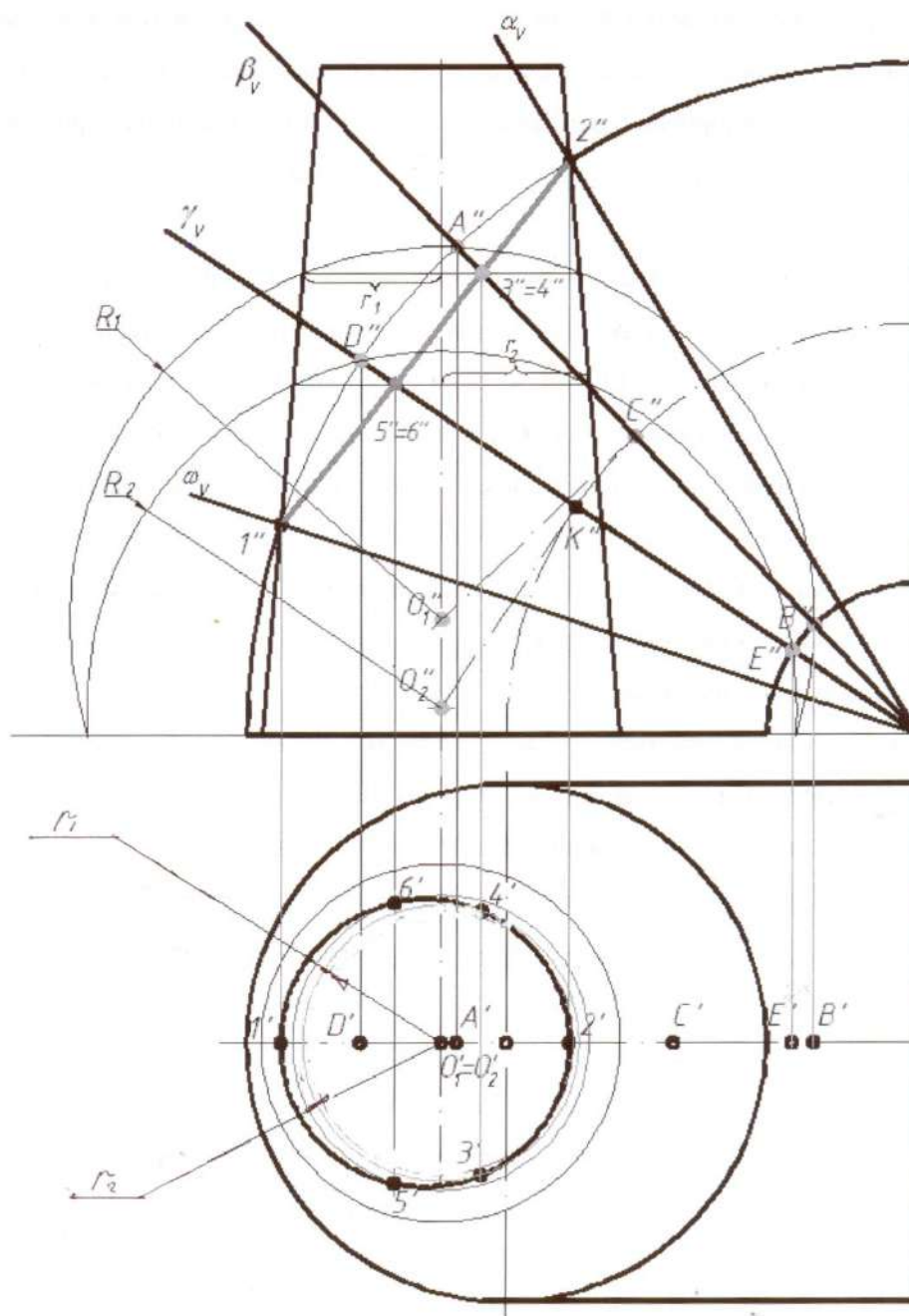


Рис. 4. Определение линии пересечения с помощью способа эксцентрических сфер

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ КРИВОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОВЕРХНОСТЬЮ МНОГОГРАННИКА

Решение задачи на определение пересечения кривой поверхности с гранной поверхностью в общем случае сводится к определению точек пересечения прямой с кривой поверхностью и линии пересечения плоскости с кривой поверхностью. Основным методом решения таких задач является метод вспомогательных секущих плоскостей. Методика реализации этого метода приведена в разделе «Основные понятия и определения». На рис. 5 показано построение проекций линии пересечения конуса вращения с поверхностью призмы. В результате сечения поверхности конуса призмой образуется ломаная кривая линия. Призматическая поверхность образована четырьмя фронтально-проецирующими плоскостями, фронтальные следы которых обозначены на чертеже P_V , T_V , S_V и Q_V . Вполне очевидно, что фронтальная проекция линии пересечения заданных плоскостей представляет собой прямоугольник, поскольку плоскости P_V , T_V , S_V и Q_V занимают фронтально-проецирующее положение. Построим горизонтальную проекцию линии пересечения. Для этого зададим вспомогательную секущую плоскость α , которая проходит через ребро призматической поверхности. Заданная плоскость пересечет поверхность конуса по окружности радиуса R_1 . На этой окружности лежат точки 1, 11, 5 и 15. Для построения горизонтальных проекций этих точек, построим окружность радиуса R_1 с центром S' . Для определения $1'$, $11'$, $5'$ и $15'$ проведем вертикальные линии проекционной связи до пересечения с соответствующей окружностью радиуса R_1 . Для построения проекций остальных точек зададим множество горизонтальных плоскостей, параллельных плоскости α . Последовательно соединив одноименные проекции определенных точек, получим проекции искомой линии пересечения.

Обратим внимание на то обстоятельство, что данная задача может быть решена также с помощью секущих плоскостей, проходящих через вершину конуса. В этом случае коническая поверхность будет пересекаться по прямым, проходящим через вершину конуса.

Общий алгоритм решения подобных задач такой же, как при решении задачи на построение линии пересечения поверхностей вращения.

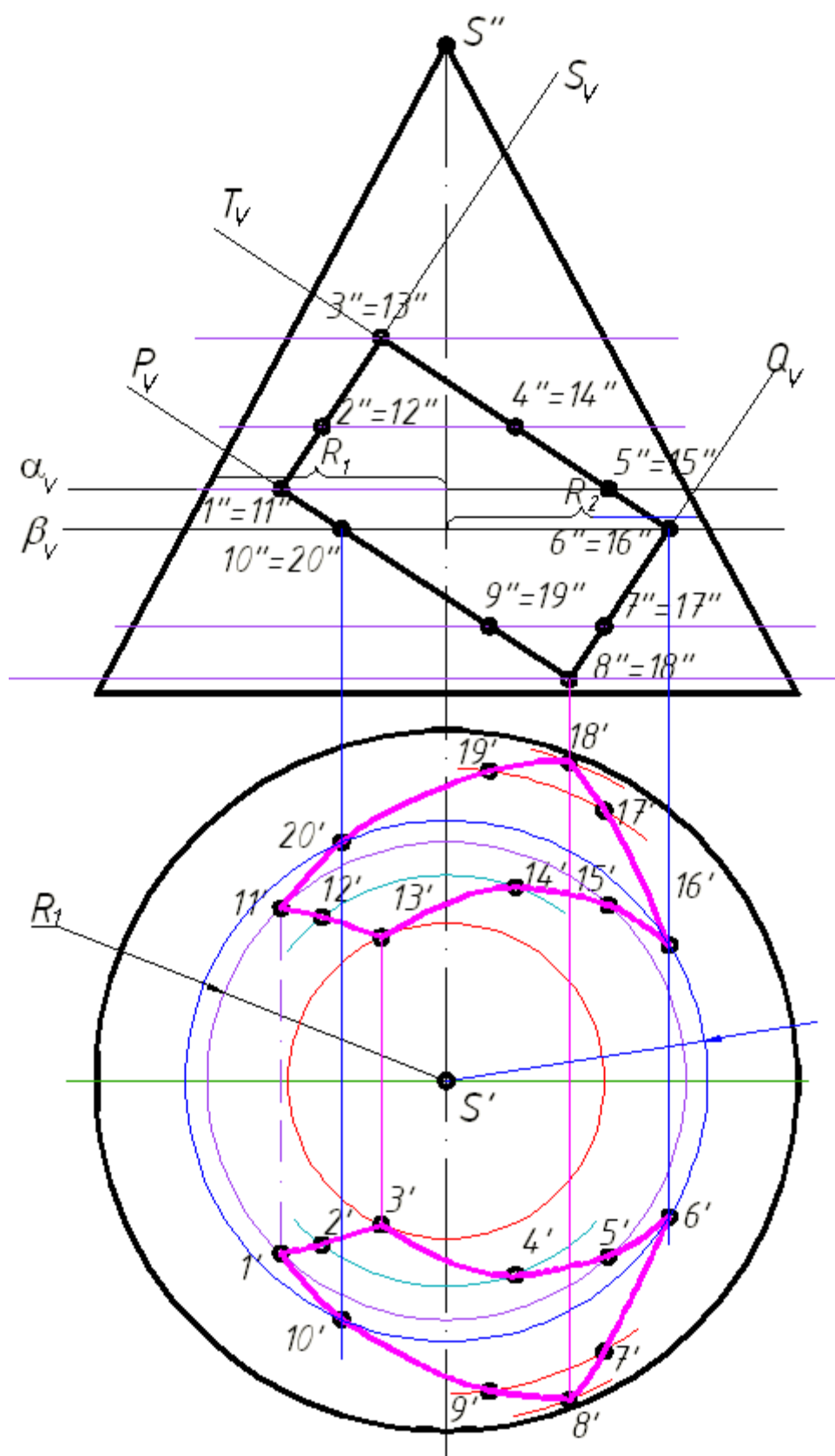


Рис. 5. Построение линии пересечения кривой и гранной поверхности

Основная надпись

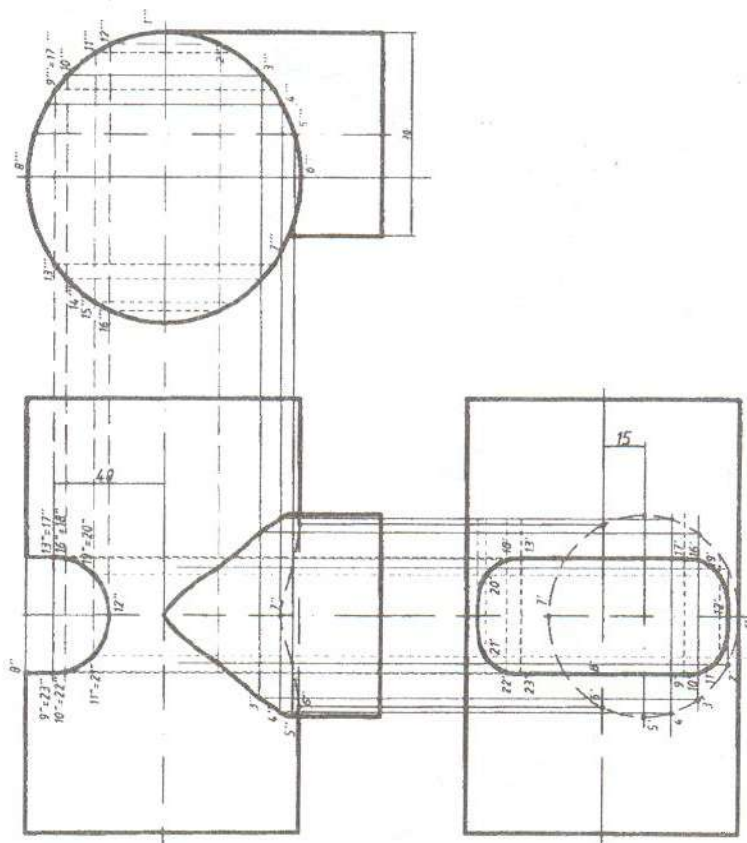
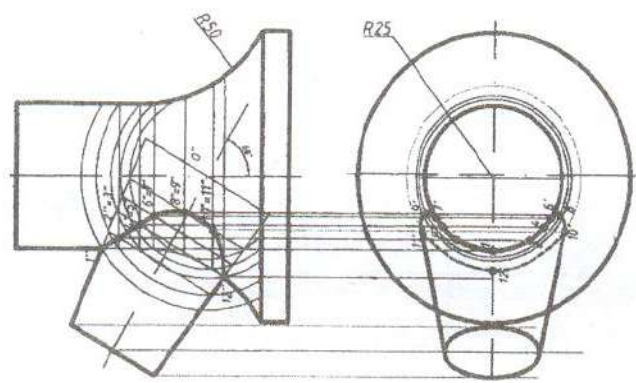


Рис. 6. Пример выполнения задания

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии: учебное пособие для втузов – М.: Наука, 2007. –271 с.

Фролов С. А. Начертательная геометрия: учебник. – 3 изд. перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2008. -281 с.

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»**

В. Н. Бабич, А. П. Фролов, Н. Б. Сиразутдинова

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ,
ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА
ЭПЮР № 2**

**Методические указания
по выполнению индивидуальной графической работы
«Эпюр № 2» по дисциплине «Начертательная геометрия,
инженерная и компьютерная графика»
для студентов всех направлений**

**ЕКАТЕРИНБУРГ
2020**

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ	6
2. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ	6
3. ПОСТРОЕНИЕ ИСХОДНОГО ЧЕРТЕЖА	6
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭПЮРА №2	8
4. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ СЕЧЕНИЯ ПИРАМИДЫ ПЛОСКОСТЬЮ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ СЕЧЕНИЯ.....	12
5. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТИ ПИРАМИДЫ	14
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	16

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для оказания помощи студентам при выполнении самостоятельной графической работы «Эпюр № 2» по дисциплине «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика».

Работа содержит 50 вариантов индивидуальных заданий, а также методические указания по решению эпюра.

При выполнении данного эпюра студент закрепляет знания, полученные на лекциях и практических занятиях по теме «Преобразование проекций». В частности, основной задачей эпюра является определение сечения поверхности многогранника плоскостью общего положения. Эта задача решается с помощью способа замены плоскостей проекций.

Кроме того, при решении эпюра применяется способ плоскопараллельного перемещения. Этим способом определяется натуральная величина сечения. Важным элементом эпюра является задача на построение развертки поверхности многогранника. В данной разработке рекомендовано решать эту задачу путем определения натуральных величин ребер многогранника методом прямоугольного треугольника, однако, в зависимости от конкретных исходных данных возможно применение других методов.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Работа выполняется в масштабе 1:1 на формате *A2* в карандаше. В случае необходимости, развертку поверхности многогранника допускается выполнять в масштабе 1:2, сопровождая ее соответствующей надписью. Проекция сечения поверхности многогранника плоскостью на всех проекциях заштриховать (направление штриховки и шаг штриховки одинаковый).

Оформление работы выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД; основная надпись по форме 1.

2. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Дана пирамида $SABCD$. Основание пирамиды $ABCD$ представляет собой ромб, сторона которого равна a ; диагональ ромба параллельная плоскость V равна d ; диагонали ромба пересекаются в точке O . Основание пирамиды принадлежит фронтально-проецирующей плоскости, которая наклонена к плоскости H под углом φ ; P_x – точка схода следов плоскости P определяется координатой X_p . Исходные данные по заданию приведены в таблице.

Необходимо построить три проекции сечения поверхности пирамиды плоскостью α ; определить натуральную величину сечения; построить развертку поверхности пирамиды с нанесением линии сечения.

Секущая плоскость α задается точками O , M , N . Координаты точки O даны в таблице с исходными данными, координаты точки M (170, 100, 100) и точки N (190, 50, 50).

3. ПОСТРОЕНИЕ ИСХОДНОГО ЧЕРТЕЖА

Для построения исходного чертежа (рис. 3.1) необходимо выбрать начало координат. Для того чтобы изображения располагались равномерно, рекомендуется выбрать начало координат O в центре листа. Зная координату X_p и угол

ф, строим следы плоскости P . Поскольку точка O принадлежит плоскости P , ее фронтальная проекция должна лежать на P_V , на удалении, равном Z_O от оси X . Горизонтальную проекцию точки O построим, проводя вертикальную линию связи и отложив по ней Y_O .

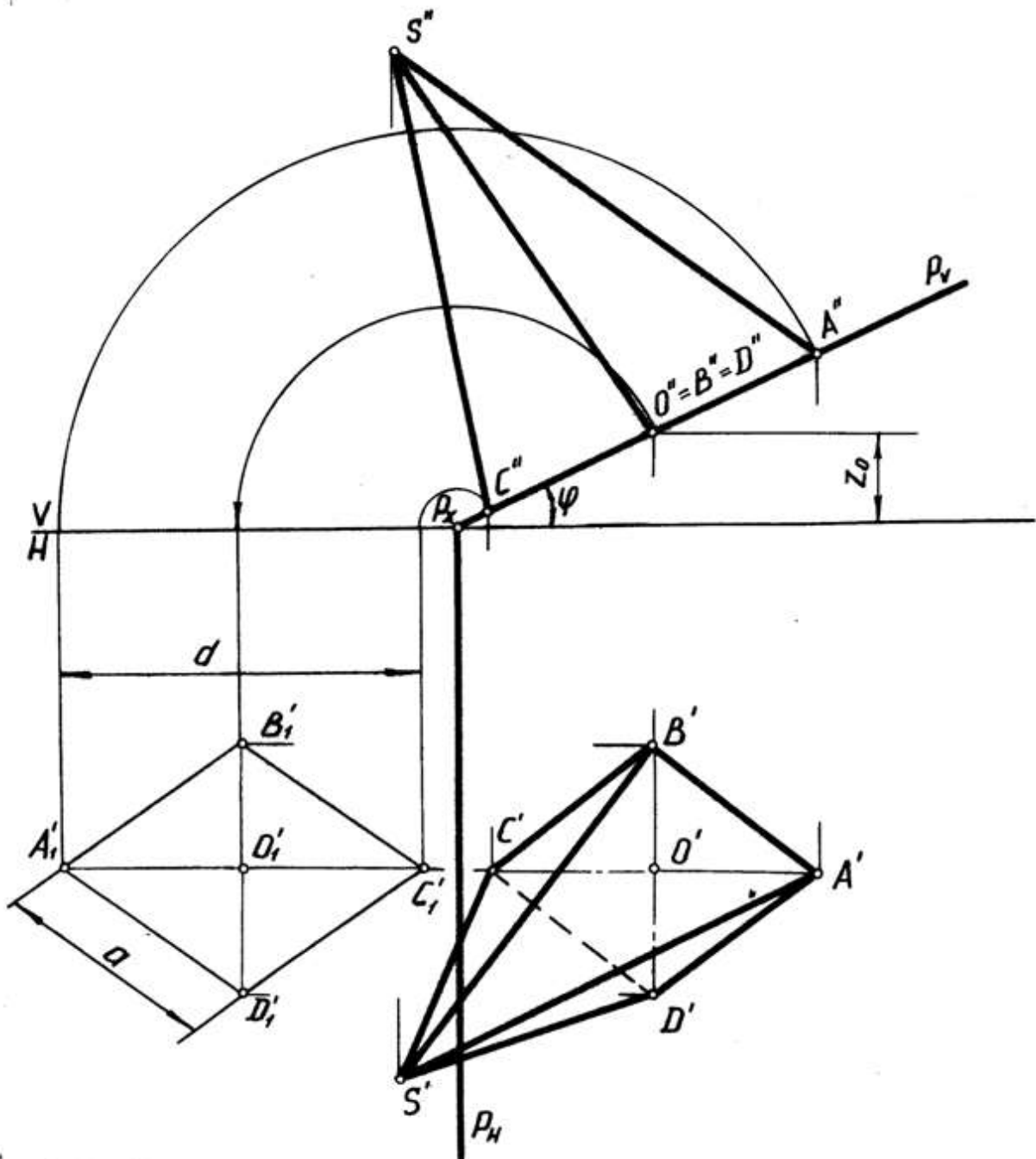


Рис. 3.1. Исходный чертеж

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭПЮРА №2

Таблица

Номер вар.	x_p	φ°	y_0	z_0	a	d	x_s	y_s	z_s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	150	30	40	25	50	80	155	150	120
2	150	30	45	25	50	80	155	150	120
3	150	30	50	25	50	80	155	150	120
4	150	30	55	25	50	80	155	130	120
5	150	30	60	25	50	80	155	150	120
6	150	30	65	25	50	80	155	150	120
7	150	30	70	25	50	80	155	150	120
8	150	30	75	25	50	80	155	140	120
9	150	30	80	25	50	80	155	150	120
10	150	30	85	25	50	80	155	150	120
11	150	30	90	25	50	80	155	150	120
12	150	30	95	25	50	80	155	150	120
13	150	30	100	25	50	80	155	150	120
14	160	30	100	25	50	80	155	150	120
15	160	30	95	25	50	80	155	150	120
16	160	30	90	25	50	80	155	150	120
17	160	30	85	25	50	80	155	150	120
18	160	30	80	25	50	80	155	150	120
19	160	30	75	25	50	80	155	150	120
20	160	30	70	25	50	80	155	150	120
21	160	30	65	25	50	80	155	150	120
22	160	30	60	25	50	80	155	150	120
23	160	30	55	25	50	80	155	150	120

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24	160	30	50	25	50	80	155	150	120
25	160	30	45	25	50	80	155	150	120
26	160	30	40	30	50	80	155	150	120
27	150	30	40	30	50	90	145	150	120
28	150	30	45	30	50	90	145	150	120
29	150	30	50	30	50	90	145	150	120
30	150	30	55	30	50	90	145	150	120
31	150	30	60	30	50	90	145	150	120
32	150	30	65	30	50	90	145	150	120
33	150	30	70	30	50	90	145	150	120
34	150	30	75	30	50	90	145	150	120
35	150	30	80	30	50	90	145	150	120
36	150	30	85	30	50	90	145	150	120
37	150	30	90	30	50	90	145	150	120
38	150	30	95	30	50	90	145	150	120
39	150	30	100	30	50	90	145	150	120
40	160	30	100	30	50	90	145	150	120
41	160	30	95	30	50	90	145	150	120
42	160	30	90	30	50	90	145	150	120
43	160	30	85	30	50	90	145	150	120
44	160	30	80	30	50	90	145	150	120
45	160	30	75	30	50	90	145	150	120
46	160	30	70	30	50	90	145	150	120
47	160	30	65	30	50	90	145	150	120
48	160	30	60	30	50	90	145	150	120
49	160	30	55	30	50	90	145	150	120
50	160	30	50	30	50	90	145	150	120

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
51	150	30	40	25	50	50	80	150	120
52	150	30	45	25	50	50	80	150	120
53	150	30	50	25	50	50	80	150	120
54	150	30	55	25	50	50	80	130	120
55	150	30	60	25	50	50	80	150	120
56	150	30	65	25	50	50	80	150	120
57	150	30	70	25	50	50	80	150	120
58	150	30	75	25	50	50	80	140	120
59	150	30	80	25	50	50	80	150	120
60	150	30	85	25	50	50	80	150	120
61	150	30	90	25	50	50	80	150	120
62	150	30	95	25	50	50	80	150	120
63	150	30	100	25	50	50	80	150	120
64	160	30	100	25	50	50	80	150	120
65	160	30	95	25	50	50	80	150	120
66	160	30	90	25	50	50	80	150	120
67	160	30	85	25	50	50	80	150	120
68	160	30	80	25	50	50	80	150	120
69	160	30	75	25	50	50	80	150	120
70	160	30	70	25	50	50	80	150	120
71	160	30	65	25	50	50	80	150	120
72	160	30	60	25	50	50	80	150	120
73	160	30	55	25	50	50	80	150	120

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
74	160	30	50	25	50	80	155	150	120
75	160	30	45	25	50	80	155	150	120
76	160	30	40	30	50	80	155	150	120
77	150	30	40	30	50	90	145	150	120
78	150	30	45	30	50	90	145	150	120
79	150	30	50	30	50	90	145	150	120
80	150	30	55	30	50	90	145	150	120
81	150	30	60	30	50	90	145	150	120
82	150	30	65	30	50	90	145	150	120
83	150	30	70	30	50	90	145	150	120
84	150	30	75	30	50	90	145	150	120
85	150	30	80	30	50	90	145	150	120
86	150	30	85	30	50	90	145	150	120
87	150	30	90	30	50	90	145	150	120
88	150	30	95	30	50	90	145	150	120
89	150	30	100	30	50	90	145	150	120
90	160	30	100	30	50	90	145	150	120
91	160	30	95	30	50	90	145	150	120
92	160	30	90	30	50	90	145	150	120
93	160	30	85	30	50	90	145	150	120
94	160	30	80	30	50	90	145	150	120
995	160	30	75	30	50	90	145	150	120
96	160	30	70	30	50	90	145	150	120
97	160	30	65	30	50	90	145	150	120
98	160	30	60	30	50	90	145	150	120
99	160	30	55	30	50	90	145	150	120
100	160	30	50	30	50	90	145	150	120

Для построения проекций основания пирамиды воспользуемся способом совмещения (см. рис. 3.1). Поскольку плоскость P занимает фронтально-проецирующее положение, то при ее совмещении с плоскостью H фронтальный след P_V совместится с осью X , и поэтому O_1'' (новая фронтальная проекция точки O) будет лежать на оси X . O_1' - новая горизонтальная проекция точки O построена в пересечении вертикальной линии связи траектории перемещения O' , которая перпендикулярна P_H . Таким образом, плоскость P совмещена с плоскостью H , и, следовательно, новая горизонтальная проекция основания пирамиды будет равна его натуральной величине. Зная величину стороны a и одной диагонали основания d , строим его новую горизонтальную проекцию $A_1'B_1'C_1'D_1'$. Выполнив обратные преобразования, т. е. повернув плоскость P в исходное положение, построим фронтальную и горизонтальную проекции основания $ABCD$. Проекцию вершины пирамиды S строим по известным координатам (таблица). Таким образом, построен исходный чертеж задания.

4. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ СЕЧЕНИЯ ПИРАМИДЫ ПЛОСКОСТЬЮ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ СЕЧЕНИЯ

Секущая плоскость α на рис. 4.1 задана прямой ℓ и точкой K .

Для определения сечения, в данном случае, удобно воспользоваться заменой плоскостей проекций. Замена должна производиться таким образом, чтобы плоскость α стала проецирующей по отношению к новой плоскости проекций V_1 . Для этого необходимо задать горизонталь плоскости α . В данном случае горизонталь представляет собой отрезок KM . Фронтальная проекция $K''M''$ горизонтали параллельна оси X . Горизонтальная проекция $K'M'$ строится с помощью линий связи.

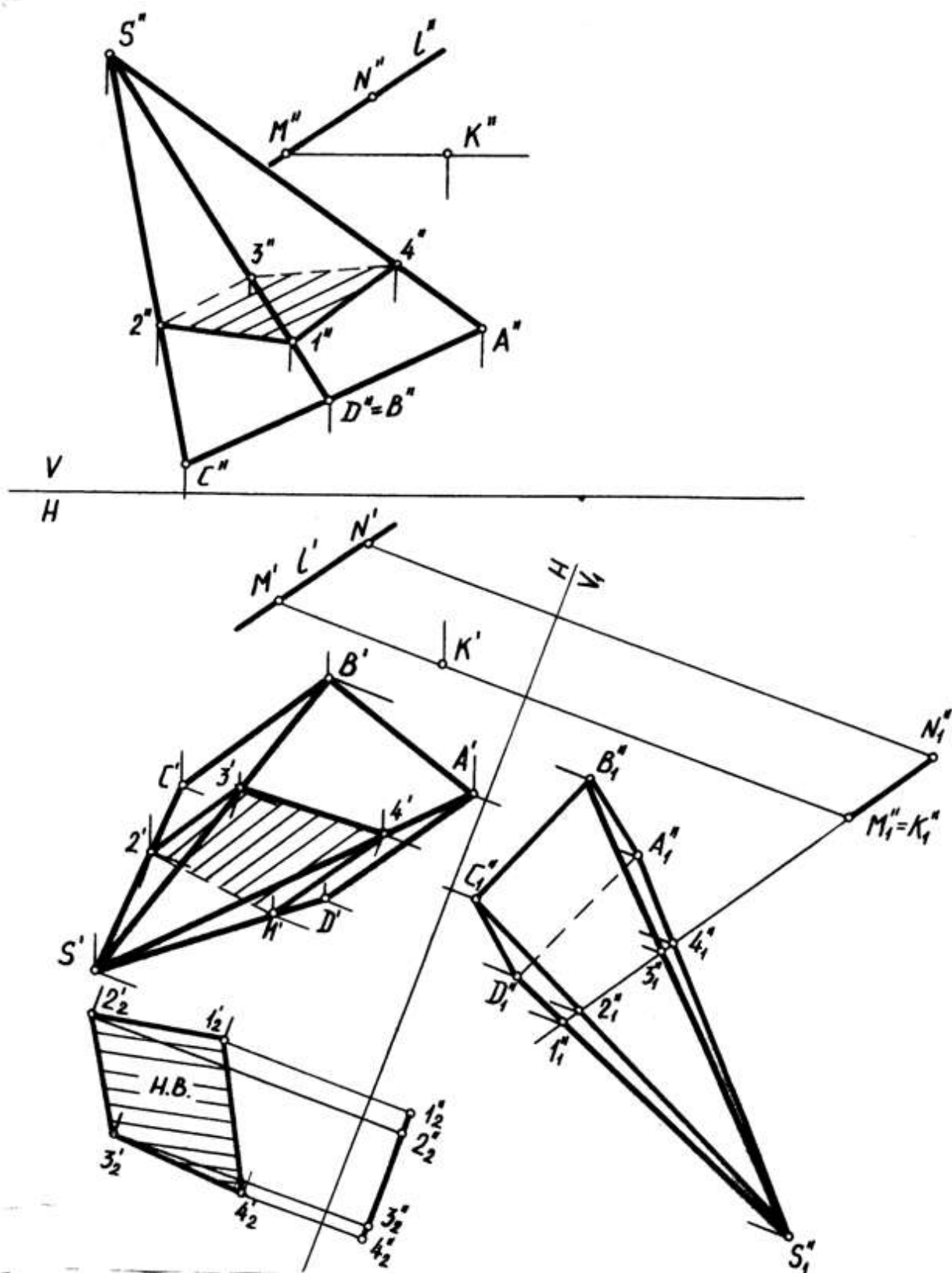


Рис. 4.1. Построение проекций сечения пирамиды плоскостью

Новую ось выбираем перпендикулярно $K'M'$. Проведя линии связи и отложив на них координаты Z точек K и M , получим новую проекцию горизонтали на плоскость V_1 , которая представляет собой точку $M_1''=K_1''$. Для построения новой проекции плоскости α зададим произвольно точку N , принадлежащую плоскости α . Отложив координату Z на соответствующей линии связи, получим N_1'' . Соединив N_1'' и $M_1''=K_1''$, получим новую проекцию плоскости α , которая является также новым следом плоскости и обозначается α_{v1} .

Для построения проекции пирамиды на плоскость V_1 проведем линии связи из горизонтальных проекций ее вершин перпендикулярно оси α_1 и отложим координаты Z вершин пирамиды, на них определяем A_1'' , B_1'' , C_1'' , D_1'' и S_1'' . Новая проекция α_{v1} , пересекая проекции ребер пирамиды, даст проекции точек сечения $1_1''$, $2_1''$, $3_1''$ и $4_1''$. Горизонтальные и фронтальные проекции этих точек построим с помощью линий связи.

Для определения натуральной величины сечения пирамиды плоскостью α выполним еще одно преобразование чертежа. В данном случае применим метод плоскопараллельного перемещения: проекцию сечения $1_1''2_1''3_1''4_1''$ перемещаем таким образом, чтобы она стала параллельной оси X_1 ; получена новая проекция $1_2''2_2''3_2''4_2''$; проведя линии связи из точек этой проекции и траектории перемещения горизонтальных проекций точек сечения, получим проекцию $1_2'2_2'3_2'4_2'$, которая равна натуральной величине сечения пирамиды плоскостью α .

5. ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТИ ПИРАМИДЫ

Для построения развертки поверхности пирамиды необходимо определить натуральные величины всех ребер пирамиды. Натуральные величины ребер основания пирамиды известны и равны величине a (см. рис. 3.1). Для определения натуральных величин остальных ребер применим способ прямоугольного треугольника (см. рис. 5.1). Определим натуральную величину ребра SA . Для этого построим прямоугольный треугольник, одним катетом которого яв-

ляется $S''A''$, а вторым катетом - разность координат Y точек A и S (ΔY). Гипотенуза полученного треугольника равна н. в. ребра AS . Определив н. в. ребра BS аналогично и зная, что $|AD|=a$, строим натуральную величину грани развертки пирамиды $S_0A_0D_0$. Натуральные величины остальных боковых ребер определим также с помощью способа прямоугольного треугольника. К первой грани развертки $S_0A_0D_0$ последовательно пристраиваем остальные боковые грани и основание. Для построения линии сечения на развертке необходимо определить натуральные величины отрезков боковых ребер $A4$, $B3$, $C2$, $D1$. Эти величины удобно в данном случае определить, основываясь на теореме о пропорциональном делении отрезка. Действительно,

$$\frac{S''A''}{4''A''} = \frac{S''A_1''}{4_1''A_1''}, \quad 4_1''A'' = |A4|.$$

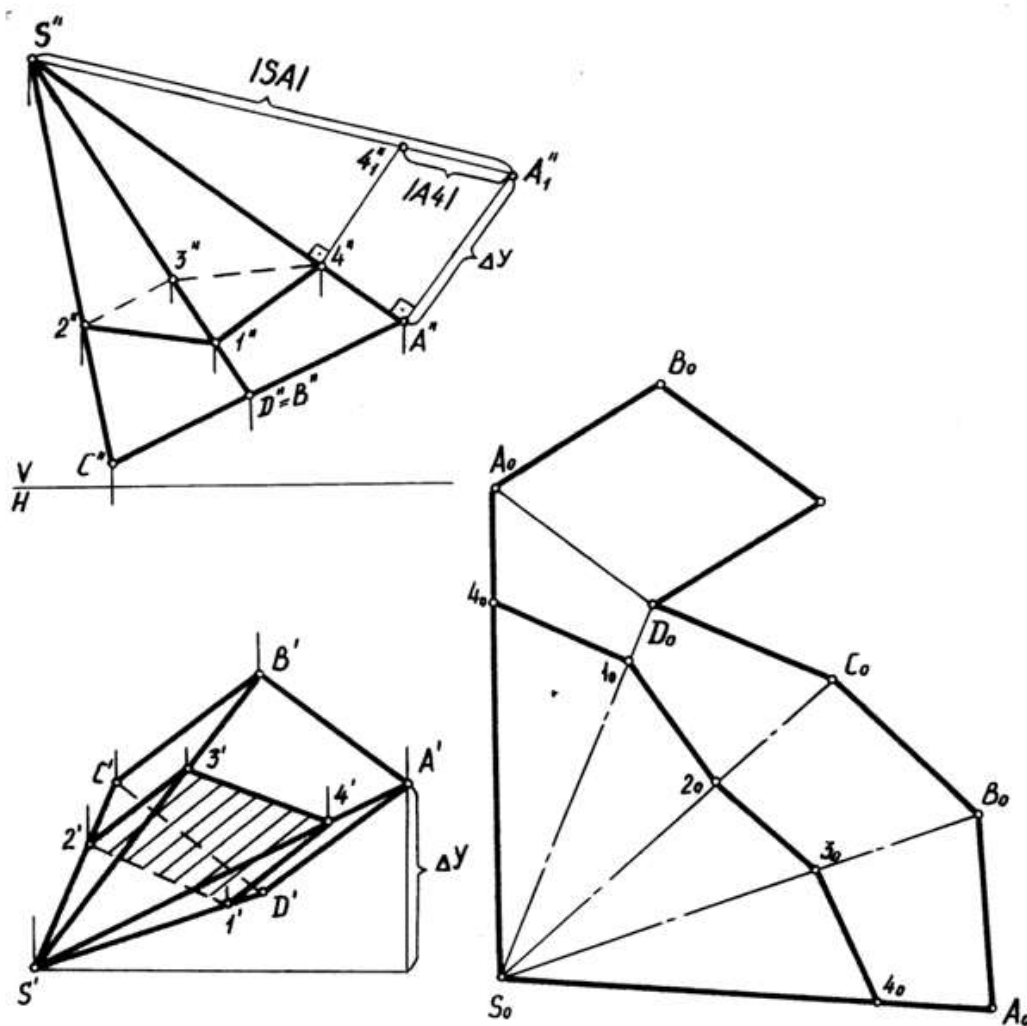


Рис. 5.1. Построение развертки поверхности пирамиды

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии: учебное пособие для втузов – М.: Наука, 2007. 271 с.

Фролов С. А. Начертательная геометрия: учебник. С. А. Фролов. – 3 изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА – М, 2008. 281с.

Дополнительная литература:

Дровосеков А. И. Методические указания по выполнению домашней графической работы «Эпюр № 2» для студентов горных и горно-механических специальностей. – Свердловск: Издание СГИ, 1985. 39 с.



**Министерство образования
Российской Федерации**

**УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ**

В. Н. Бабич, Е. И. Шангина

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ
ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ «БЛОК-ДИАГРАММА»
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ.
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»
ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ 553200 –
«ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»**

ЕКАТЕРИНБУРГ

2022

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
инженерно-экономического
факультета
"8" сентября 2003 г.
Председатель комиссии
 **проф. Г.С.Карпов**

Методическое пособие
по выполнению индивидуальной
графической работы «Блок-диаграмма» по дисциплине
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»
для студентов направления 553200 –
«Геология и разведка полезных ископаемых»

2-е издание, стереотипное

Методическое пособие по выполнению индивидуальной графической работы «Блок-диаграмма» по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика» для студентов направления 553200 – «Геология и разведка полезных ископаемых». /В. Н. Бабич, Е. И. Шангина. - 2-е изд. стереотипное. - Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. – 15 с.

В работе рассмотрены теоретические вопросы по курсу «Проекции с числовыми отметками». Предложена методика решения задач по темам «Топографические поверхности», «Нахождение общих элементов плоскости и топографической поверхности», «Сечение топографической поверхности плоскостью», «АксонOMETрические проекции».

Методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры инженерной графики 26.09.2001 года (протокол №6) и рекомендовано для издания в УГГГА.

Рецензент – Ю. И. Самохвалов, доцент УГГГА

© Шангина Е. И., 2001

© Шангина Е. И., 2003

© Уральская государственная
горно-геологическая
академия, 2001

© Уральская государственная
горно-геологическая
академия, 2003

ВВЕДЕНИЕ

Эпюр выполняется на формате А1 (594× 841) в масштабе 1:1000 и включает в себя решение следующих задач:

- построение линии выхода пласта на поверхность;
- построение прямого разреза (вкрест простираения);
- построение вертикальных профилей АВ, ВС, СД, ДА, определяемых сторонами заданного плана;
- построение линии среза пласта по горизонту 92,5;
- построение блок-диаграммы (ячеечной), ограниченного вертикальными профилями АВ, ВС, CD, DA и плоскостью нулевого уровня в аксонометрии с линией выхода пласта на поверхность.

Исходные параметры всех вариантов сведены в таблицу №1 и задаются следующим образом:

1. Месторождение ограничено двумя параллельными плоскостями - плоскостью кровли пласта (верхняя плоскость) и плоскостью подошвы (нижняя плоскость). Плоскость кровли пласта задаётся точкой $F(x,y,z)$, азимутом падения α , интервалом I (масштабом падения плоскости), параметры которых представлены в табл. 1.

2. Горизонтальная мощность H_r пласта нужна для построения плоскости, называемой подошвой, которая также задана в табл. 1.

3. Построение блок-диаграммы осуществляется в стандартной аксонометрической проекции, указанной ее номером. В конце таблицы для каждой стандартной аксонометрической проекции этот номер присвоен. Пример выполнения графической работы представлен на рис. 7.

Построение линии выхода пласта на поверхность

Для нахождения линии пересечения плоскости с топографической поверхностью необходимо найти ряд общих точек, которые одновременно принадлежат плоскости и заданной поверхности. На плане топографическая поверхность задается изогипсами - плоскими линиями, параллельными горизонтальной плоскости проекций, каждая из которых имеет свою высотную отметку. Надо построить горизонтالي плоскости кровли, имеющие такие же высотные отметки, что и изогипсы на плане.

Плоскость кровли задана точкой F , азимутом падения α и интервалом I (см. табл.1). Построив плоскость кровли на плане (задав ее масштабом заложения), находим линию пересечения плоскости кровли с топографической поверхностью. Точки, принадлежащие линии пересечения, получаются в ре –

зультате пересечения соответствующих изогипс и горизонталей плоскости кровли, т. е. имеющих одинаковые высотные отметки, если таковые имеются в пределах плана (рис. 1).

Найденные общие точки соединяют плавной кривой, которая будет являться линией пересечения плоскости и топографической поверхности.

Полученная линия кровли пласта обводится красным цветом.

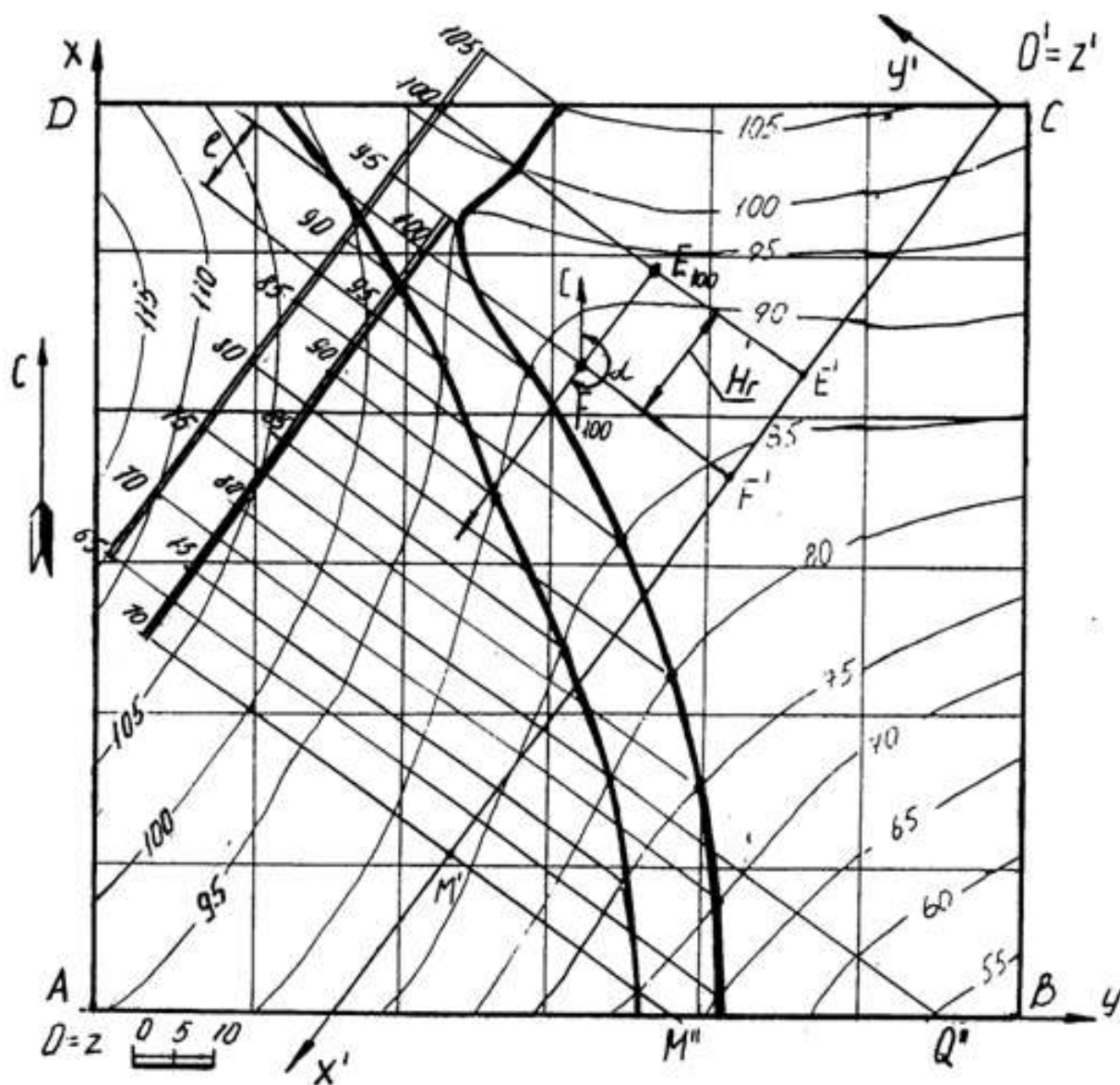


Рис 1

Пересечение плоскости подошвы пласта и топографической поверхности

Плоскость кровли пласта и плоскость подошвы пласта - две параллельные плоскости. Следовательно, на чертеже горизонтали этих плоскостей будут соответственно параллельны, масштабы заложения равны, направления падения их совпадают.

Горизонтальная мощность пласта определяется расстоянием между плоскостями кровли и подошвы пласта, измеряемое в горизонтальном направлении и в нашем случае равно H_r (см. табл.1). Следовательно, отложив от точки **F** расстояние, равное H_r по направлению восстания плоскости пласта (т. к. плоскость подошвы ниже плоскости кровли), получим точку **E** с такой же высотной отметкой, как и у точки **F** (рис.1). Направление и масштаб заложения подошвы пласта будут такими же, как и у кровли пласта. Плоскость подошвы пласта определяется точкой **E**, азимутом падения α и интервалом **I**.

Строят те горизонтали подошвы пласта, высотные отметки которых совпадают с высотными отметками изогипс. Находят общие точки, которые соединяют плавной кривой линией. Полученная линия подошвы пласта обводится синим цветом.

Полное построение линии выхода пласта на поверхность показано на рис.1.

Построение прямого разреза (вкрест простирания)

На плане выбирают вертикальную плоскость, перпендикулярную к горизонталям пласта (в удобном месте, как показано на рис. 1). Полученный разрез называется прямым или вкрест простирания.

Разрез ограничивается нулевой плоскостью, топографической поверхностью и прямыми пересечения плоскости прямого разреза с ближайшими вертикальными плоскостями, ограниченными прямоугольником ABCD.

Для построения прямого разреза вводят декартову систему координат $x'O'y'$ на плане, где ось $O'x'$ совпадает с плоскостью разреза, ось $O'y'$ перпендикулярна к оси $O'x'$ (по часовой стрелке), ось z' проецируется в точку (рис. 1).

Вертикальный прямой разрез будет определяться осью $O'x'$ и осью $O'z'$, где координата z' будет равна числовой отметке соответствующей изогипсы (рис. 2). Таким образом, получают построение вертикального прямого (вкрест простирания) разреза, на котором строят следы пласта.

Для построения следов пласта на разрезе вкрест простирания поступают так. По горизонтали переносят точку **F** на след плоскости вертикального

разреза – ось $O'x'$ и любую из горизонталей (например, 70) – точки F' и M' (рис. 1). На профиле (рис. 2) через полученные точки F' и M' проводят перпендикуляры, на которых откладывают высотные отметки кровли пласта. Затем проводят прямую линию – след кровли пласта.

Подошва пласта отстоит от кровли пласта на расстоянии, равном горизонтальной мощности пласта и строится параллельно плоскости кровли (рис. 2 – профиль ограничен нижней плоскостью с отметкой 40).

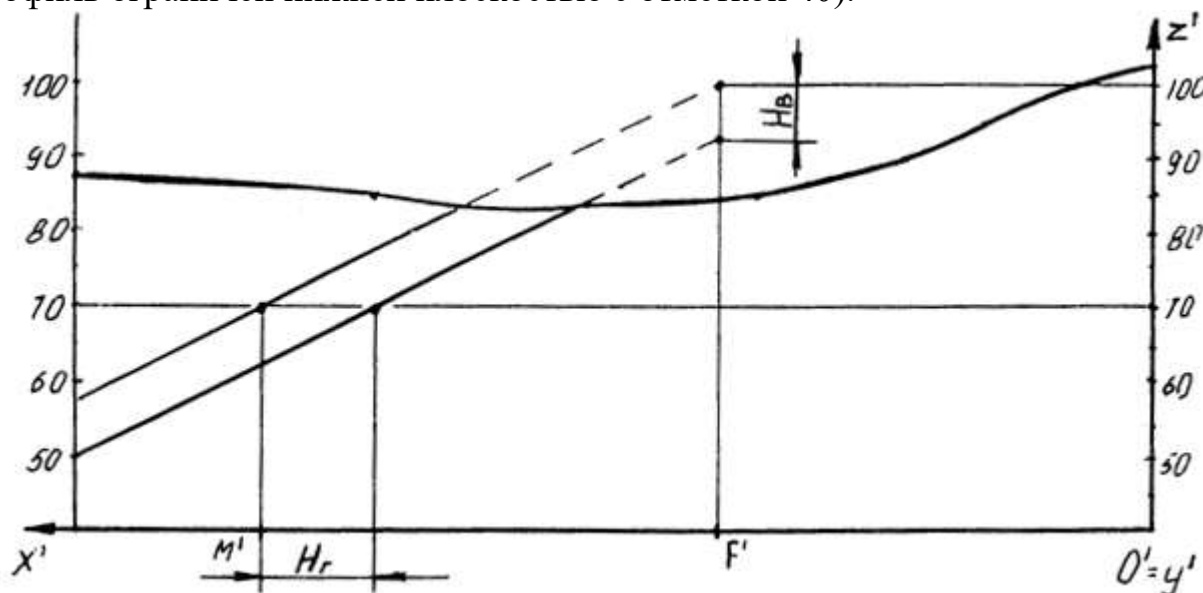


Рис. 2

Построение вертикальных профилей АВ, ВС, CD, DA выполняется аналогично. Пример построения вертикального профиля АВ показан на рис. 3. Для построения подошвы от прямой следа плоскости кровли пласта откладывают вертикальную мощность H_b , взятую с разреза вкрест простиранья и проводят прямую, параллельную следу плоскости кровли.

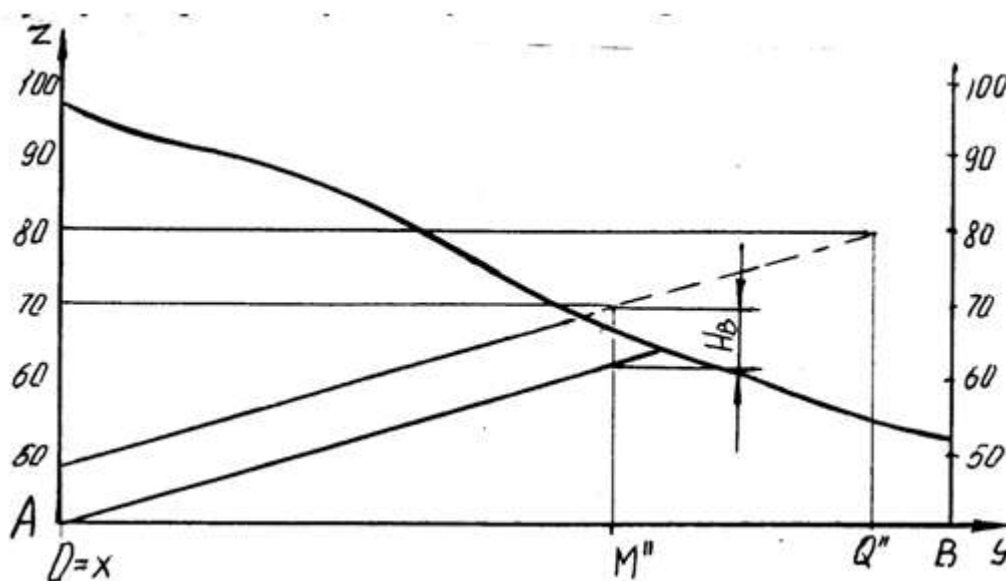


Рис. 3

Нахождение высотной отметки точки, не лежащей на изогипсе

Для построения высотной отметки точки a (рис. 4), не лежащей на изогипсе, поступают следующим образом:

- через точку A проводят кратчайшую прямую $I II$ между изогипсами 50 и 60;
- из точки пересечения с изогипсой 60 проводят прямую под произвольным углом, на которой откладывают отрезок, равный разности высотных отметок (т. е. 10) в заданном масштабе – точка II' ;
- соединяют полученную точку II' с точкой II , имеющей отметку 50 и с помощью подобных треугольников переносят точку A на прямую $I II'$, которую называют «высотной шкалой».

Таким образом точка A имеет высотную отметку 57.

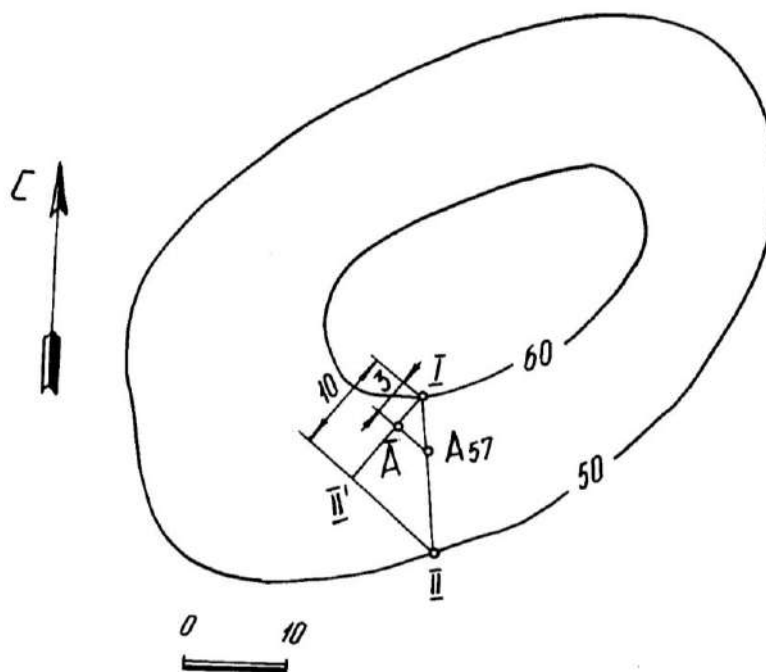
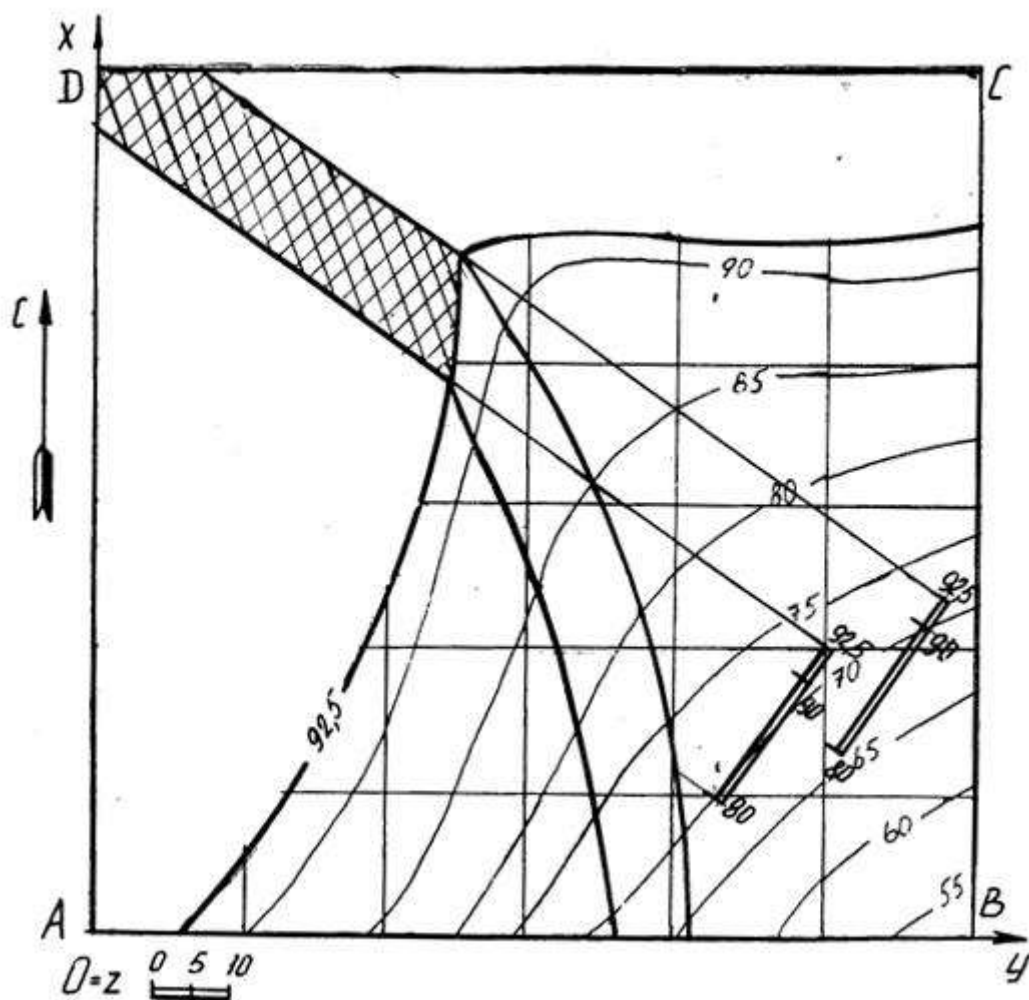


Рис. 4

Построение плана среза по горизонту 92,5

Для построения плана среза воспользуемся умением находить высотные отметки точек, не лежащих на изогипсах, который был рассмотрен ранее.

Количество точек, необходимых для построения изогипсы 92,5, определяется самостоятельно в зависимости от конфигурации рядом лежащих изогипс. План среза по горизонту 92,5 показан на рис. 5.



Построение блок диаграммы части месторождения, ограниченного вертикальными профилями АВ, ВС, CD, DA и плоскостью нулевого уровня в аксонометрии с линией выхода пласта на поверхность

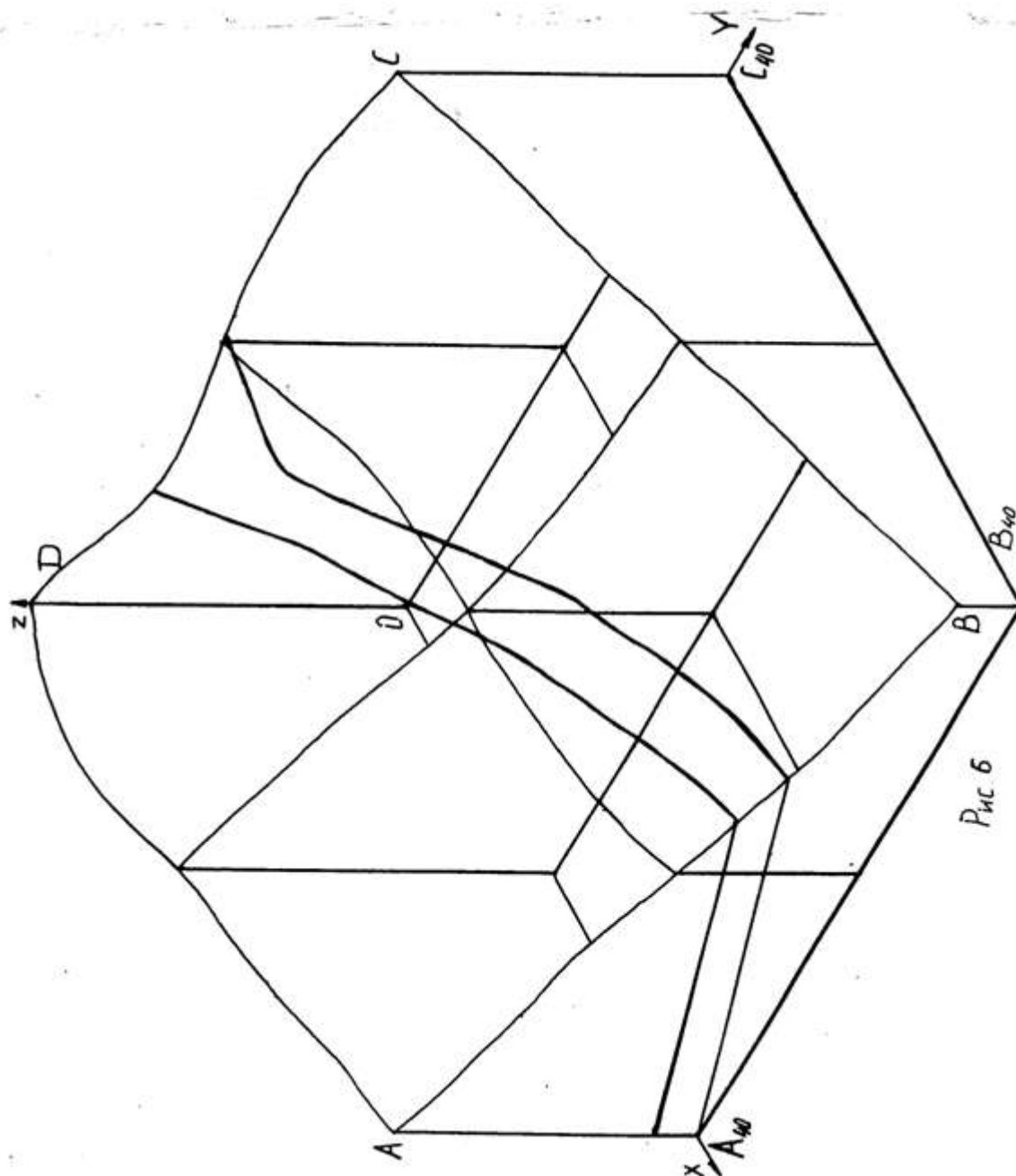
Блок диаграммой будем называть аксонометрическую проекцию части земной коры, ограниченную четырьмя вертикальными плоскостями, горизонтальной плоскостью (например, с отметкой ноль) и топографической поверхностью. Блок диаграмма строится ячеечная, т. е. заданный план разбивается на квадраты, размеры которых 250×250. Затем построения осуществляются по следующему алгоритму.

Алгоритм построения:

- на план наносим декартову систему координат, у которой ось X совпадает с AD, ось Y совпадает с DC, ось Z совпадает с точкой D;
- строим декартову систему координат в указанной аксонометрической проекции (прямоугольная изометрия, прямоугольная диметрия, косоугольная фронтальная диметрия, косоугольная горизонтальная изометрия - военная пер-

спектива, косоугольная фронтальная изометрия – кавальерная проекция) согласно ГОСТ 2.317 – 69;

- построение осуществляется по координатам тех точек, которые имеют точные высотные отметки, с учетом коэффициентов искажения по координатным осям. Пример построения показан на рис. 6.



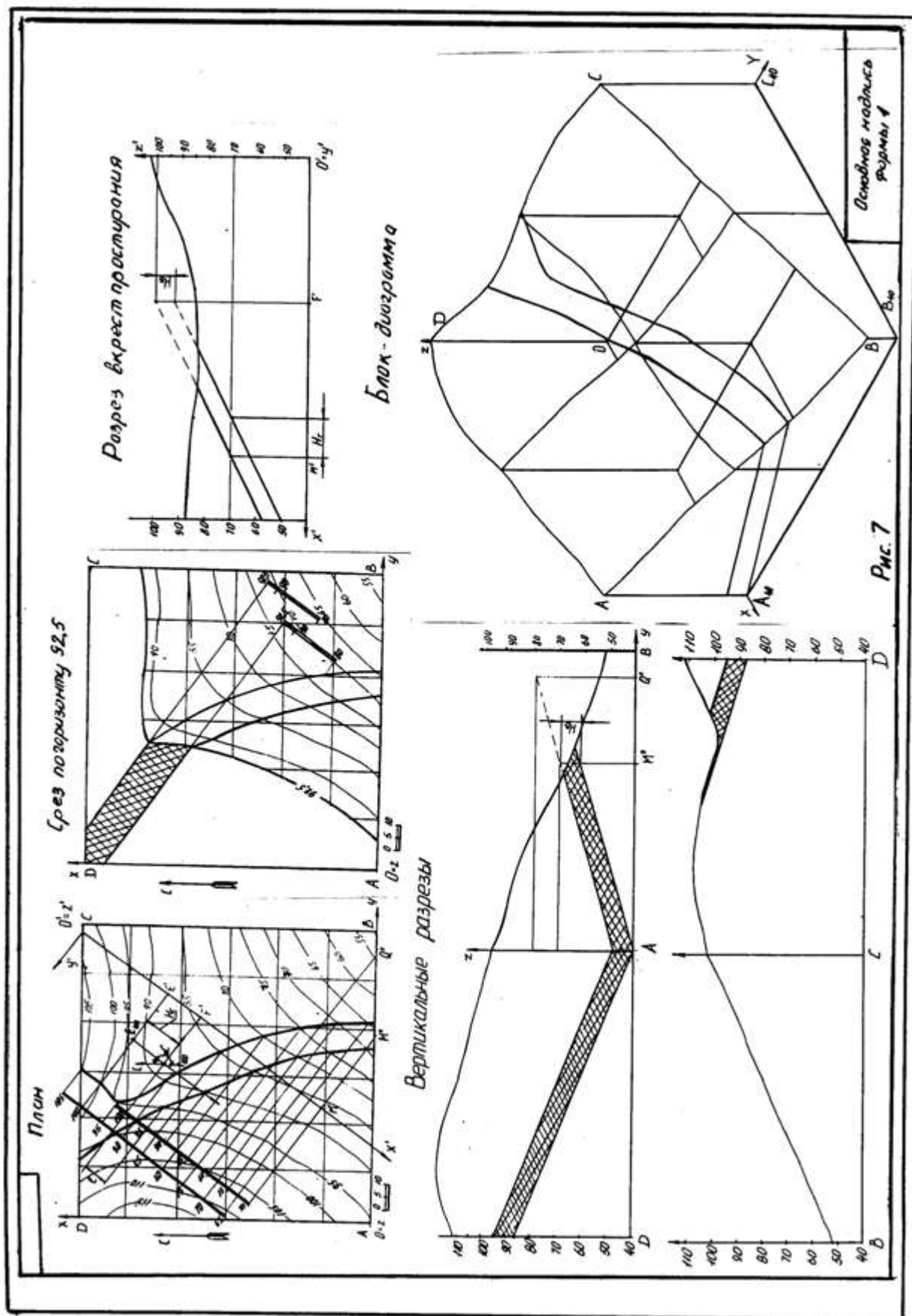


Таблица 1

Номер варианта	Точка F			Азимут падения α°	Интервал плоскости кровли I, мм	Горизон- тальная мощность Н _г , мм	Вид аксономет- рии
	x	y	z				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	46	10	120	210	20	180	1
2	20	85	110	170	20	75	2
3	67	40	100	210	20	30	3
4	78	25	120	190	20	50	4
5	98	110	105	80	20	30	5
6	40	135	105	30	20	15	1
7	60	60	85	225	20	45	2
8	38	105	100	135	14	17	3
9	46	10	120	210	20	155	4
10	20	85	110	170	20	95	5
11	67	40	100	210	20	100	1
12	78	25	120	190	20	85	2
13	98	100	105	80	20	15	3
14	40	135	105	30	20	45	4
15	60	60	85	225	20	65	5
16	38	105	100	135	14	31	1
17	55	40	95	190	20	70	2
18	46	10	120	210	20	135	3
19	20	85	110	170	20	110	4
20	67	40	100	210	20	125	5
21	78	25	120	190	20	105	1
22	135	20	120	260	20	135	2
23	20	110	115	30	20	30	3
24	98	35	80	225	20	45	4
25	38	105	100	135	14	60	5
26	46	10	120	210	20	115	1
27	115	135	130	170	20	20	2
28	27	42	100	210	20	75	3
29	115	135	130	170	20	50	4
30	97	95	115	210	20	70	5
31	135	20	120	260	20	145	1
32	58	177	80	135	14	31	2
33	27	42	100	210	20	95	3
34	115	135	130	170	20	65	4
35	97	95	115	210	20	95	5

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
36	58	177	80	135	14	42	1
37	27	42	100	210	20	115	2
38	98	35	80	225	20	25	3
39	58	177	80	135	14	68	4
40	27	42	100	210	20	140	5

1 - прямоугольная изометрия (изометрия)

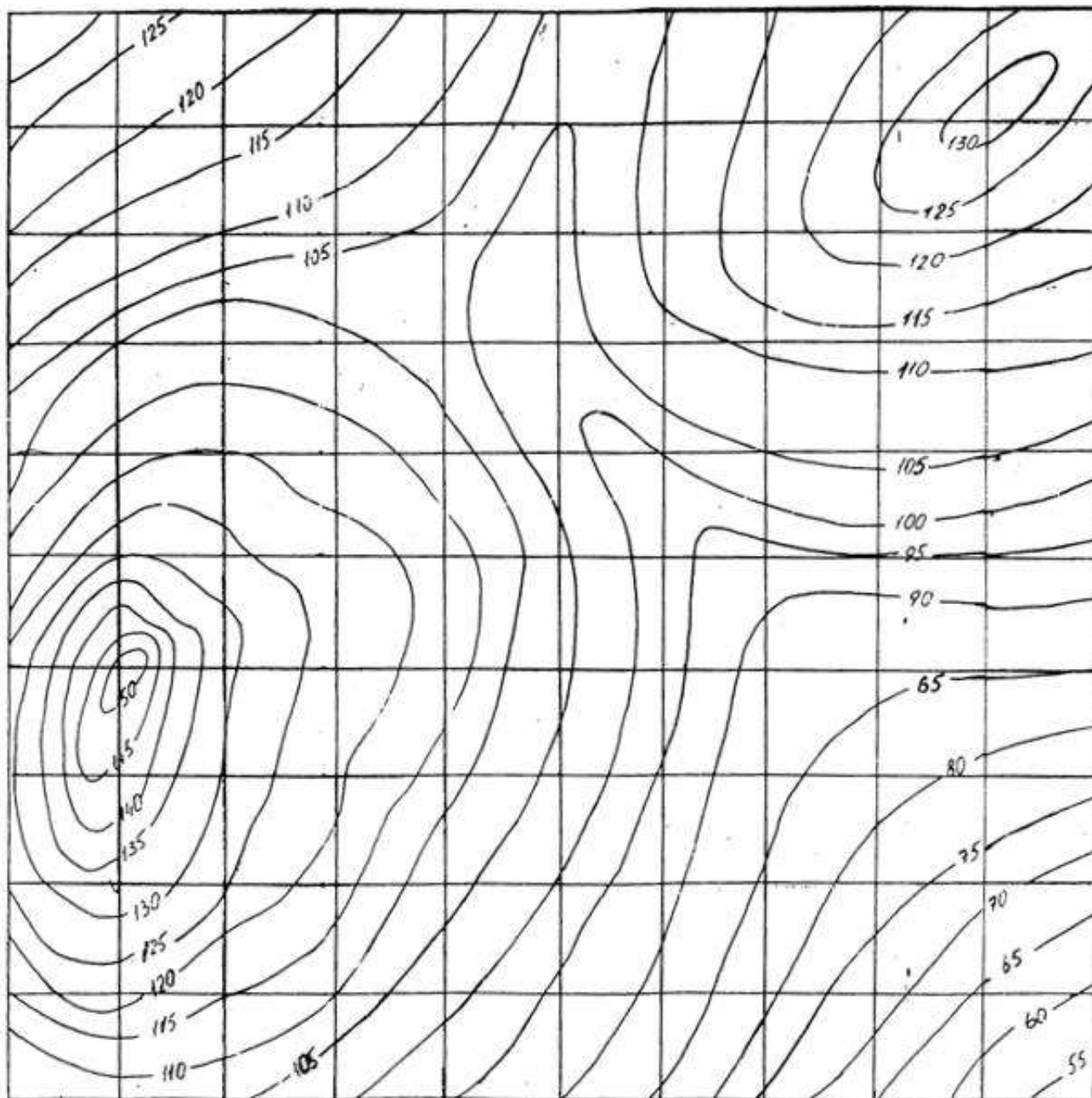
2 - прямоугольная диметрия (диметрия)

3 – косоугольная фронтальная диметрия (кабинетная проекция)

4 - косоугольная фронтальная изометрия (кавалерная проекция)

5 - косоугольная горизонтальная изометрия (военная перспектива)

ПЛАН ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ



СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич В. Н., Шангина Е. И. Начертательная геометрия в проекциях с числовыми отметками: Учебное пособие.- Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1999. – 152 с.
2. Горная графическая документация. – Издание стандартов, 1983. – 200 с.
3. Ломоносов Г. Г. Инженерная графика. – М.: Недра, 1984. – 287 с.
4. Русскевич Н. Л. Начертательная геометрия. – Киев: «Вища школа», 1978. – 312 с.
5. Тарасов Б. Ф. Методы изображения в транспортном строительстве. – Ленинград: Стройиздат, 1987. – 248 с.

Бабич Владимир Николаевич
Шангина Елена Игоревна

Методическое пособие
по выполнению индивидуальной графической
работы «Блок-диаграмма» по дисциплине
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»
для студентов направления 553200 –
«Геология и разведка полезных ископаемых»

2-е издание, стереотипное

Корректурa кафедры инженерной графики

Подписано в печать 17.10.2003 г.

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8

Печ. л. 0,9 Уч. - изд. 0,83. Тираж 100 экз. Заказ №128

Лаборатория педагогики

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Уральская государственная горно-геологическая академия

Лаборатория множительной техники

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»



Е. И. Шангина

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

*Утверждено Редакционно-издательским советом
университета в качестве учебного пособия*

Екатеринбург – 2022

УДК 514.18

Ш 20

Шангина Е. И.

Ш 20 Компьютерная графика: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 189 с.: ил.

ISBN 5-8019-0098-5

В пособии рассматривается графический интерфейс системы AutoCAD, описываются средства создания двух- и трёхмерных объектов. Приводятся методики и рассматриваются конкретные примеры создания чертежей, позволяющие студентам, начинающим изучение компьютерной графики, легко адаптироваться к среде системы AutoCAD. Пособие содержит описание базовых команд, необходимых для создания твёрдотельных моделей и выполнения чертежей в ортогональных и аксонометрических проекциях.

Отличие этого пособия от существующих в том, что даются основные понятия теории множеств и размерности для корректного задания на чертеже (экране компьютера) различных геометрических многообразий (точка, прямая, плоскость, кривые линии и т. д.).

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 170100-«Горные машины и оборудование», а также может быть использовано студентами технических специальностей всех форм обучения, изучающих курс «Компьютерная графика».

Рецензенты:

В. Н. Бабич – канд. техн. наук, профессор кафедры «Теория искусства, архитектуры и дизайна» Уральской государственной архитектурно-художественной академии.

Д. В. Куреннов – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Прикладная геометрия и автоматизация проектирования» Уральского государственного технического университета (УПИ).

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета

ISBN 5-8019-0098-5

© Уральский государственный
горный университет, 2006
© Шангина Е. И., 2006

ПРЕДИСЛОВИЕ

Количество прикладных программных систем, функционирующих на персональных компьютерах и решающих различные задачи в различных отраслях промышленности, на сегодняшний день достаточно велико. Направленность и решаемые ими задачи различны. Одна из наиболее важных составляющих использования компьютерной графики – знание законов построения геометрической модели проектируемого объекта, теоретической основой которых является начертательная геометрия.

Известно, что современная начертательная геометрия занимается теорией методов моделирования пространств и многообразий различной размерности (возможно с дополнительной структурой) точками плоскости (экран компьютера тоже плоское поле). Другими словами, начертательная геометрия занимается изучением взаимно однозначных и взаимно непрерывных отображений. При построении какого-либо многообразия, независимо от геометрического определителя, размерность этого многообразия не изменяется. Таким образом, одним из инвариантов является размерность.

Приведём пример построения окружности в системе *AutoCAD*. Известно, что окружность задаётся тремя параметрами. Поэтому, вызывая команду **CIRCLE** (КРУГ) – формирование окружности – построение может производиться путём задания: 1) центра и радиуса или 2) трёх точек (3P), или 3) двух точек, которые определяют диаметр (2P); 4) двух касательных и радиуса (Ttr); 5) трёх касательных (Tan Tan Ta). В некоторых случаях окружность удобнее задавать одним из перечисленных способов, но число параметров, определяющих данную окружность, остаётся неизменным, то есть равным трём. Таким образом, применяя теорию размерности, можно находить различные решения при построении новых моделей в среде компьютерных программ.

Кроме этого, в современных программах для создания графических объектов нередко используются команды меню «Редактор» («Зеркало», «Поворот», «Сдвиг», «Копия» и др.), которые позволяют ускорять и упрощать процесс создания чертежа, при этом возрастает точность геометрических построений.

Теоретической основой построения чертежей с использованием этих команд является симметрия. С точки зрения теории симметрии команда «Зеркало» представляет собой осевую симметрию; команда «Поворот» – поворотную симметрию; «Сдвиг» – параллельный перенос; «Копия» – движение, сохраняющее тождественное преобразование. Однако чаще всего студенты не владеют теорией симметрии и поэтому строят чертёж привычными методами, при которых используются традиционные чертёжные инструменты.

Примером может служить метод построения геометрической фигуры, показанной на рис.1.

Построение геометрической фигуры (рис. 1, а), как ни странно, осуществляется последовательным заданием семейства точек или ломаной линии. Однако такая методика является

неверной, так как снижается точность изображения и усложняются построения. Указанные недостатки могут быть устранены весьма простым способом – построением скользящей симметрии параллелограмма (рис.1, б), представляющей композицию (произведение) осевой симметрии с осью a и параллельного переноса p .

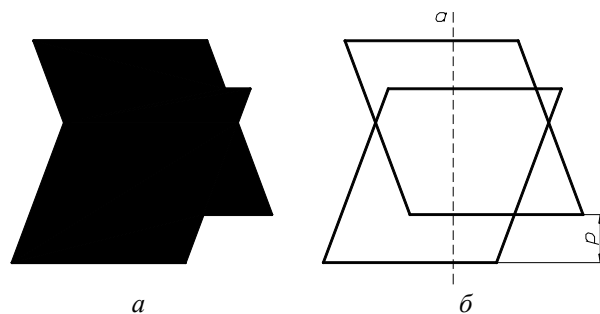


Рис. 1.

Итак, построение геометрических фигур на основе их инвариантных характеристик – это основной принцип, кото-

рый позволяет значительно упростить освоение компьютерной графики.

Использование графических компьютерных программ, безусловно, позволило поднять на новый уровень графические методы решения различных технических задач, за счёт резкого повышения точности построений. Но при этом не следует забывать о теории формирования геометрических моделей, в основе которой лежат классические методы начертательной геометрии.

Глава 1

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МНОЖЕСТВА И СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

1. МНОЖЕСТВА

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ

Понятие множества является одним из основных неопределяемых понятий математики. Вводя понятие «**множество**», обычно поясняют его смысл на примерах: библиотека – множество книг; алфавит – множество букв; лес – множество деревьев и т. д. В геометрии прямую, плоскость, пространство, прежде всего, понимают как множество точек.

Объекты, из которых состоит множество, называются его элементами. Множества имеют определённые характеристические свойства. Например, если имеем множество целых чисел, то буква не является элементом этого множества. Множество, элементы которого можно подсчитать, называется конечным множеством, в противном случае – бесконечным. Например, множество страниц книги конечно, так как его можно подсчитать; время – бесконечное множество. Если все элементы множества M являются частью множества N , то M называется подмножеством N . Например, прямая, лежащая в плоскости, является подмножеством множества точек плоскости. Другой пример: студенты одной группы являются подмножеством студентов всего института.

Рассмотрим основные теоретико-множественные понятия: 1) принадлежность ($\in$); 2) включение ($\subset$); 3) пересечение ($\cap$); 4) объединение ($\cup$); 5) разность ($\setminus$); 6) пустое множество ($\emptyset$):

1. Если m есть элемент множества M , записывают $m \in M$; если m не принадлежит M , то пишут $m \notin M$. Множество, которое не содержит ни одного элемента, называется пустым множеством и обозначается $\emptyset$. Точка является нульмерным множеством (это аксиома и определению не подлежит).
2. Если любой элемент множества M принадлежит множеству N , то M называют **подмножеством** множества N . Символическая запись: $M \subset N$ («множество M содержится в N »). При этом N называют надмножеством (объемлющим множеством) множества M .
3. Множество, состоящее из общих элементов нескольких множеств $A, B, C, \dots$, называется пересечением этих множеств и обозначается $A \cap B \cap C, \dots$.
4. Объединение (или сумма) множеств M и N ($M \cup N$) – это множество, элементами которого являются все элементы множества M и множества N .
5. Разностью множеств M и N называется множество, состоящее из элементов, принадлежащих M , но не принадлежащих N ($M \setminus N$). Если $N \subset M$, то разность $M \setminus N$ называют дополнением множества N в множестве M и обозначают $\overline{N}$; при этом $N \cup \overline{N} = M$.

Рассмотрим три множества точек, координаты которых удовлетворяют следующим уравнению и неравенствам (рис. 1):

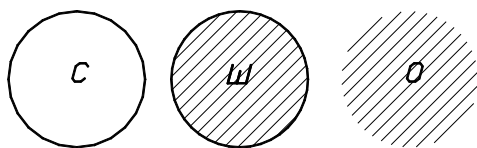


Рис. 1.

Сфера: $x^2 + y^2 + z^2 = 1 - C$.

Шар: $x^2 + y^2 + z^2 \leq 1 - Ш$.

Открытый шар: $x^2 + y^2 + z^2 < 1 - O$.

В этом случае справедливы следующие теоретико-множественные тождества:

$$C \cap Ш = C, Ш \cap O = O, C \cap O = \emptyset;$$

$$C \cup Ш = C \cup O = Ш \cup O = Ш;$$

$$\begin{aligned} \Pi \setminus C = O, \Pi \setminus O = C, O \setminus C = O, C \setminus O = C; \\ C \setminus \Pi = O \setminus \Pi = \emptyset; \underline{C} = O, \underline{O} = C, \underline{\Pi} = \emptyset. \end{aligned}$$

При определении пересечения трех и большего числа множеств пользуются следующими свойствами пересечения:

$M \cap N = N \cap M$ – коммутативность (то есть переместительный закон, выражающий независимость получаемого множества при пересечении множеств M и N от их перестановки);

$(L \cap M) \cap N = L \cap (M \cap N)$ – ассоциативность (то есть сочетательный закон, выражающий независимость получаемого множества от замены некоторых множеств их пересечением);

$M \cap M = M$ – идемпотентность (то есть результатом пересечения множества M самого с собой является множество M).

Операции пересечения, объединения, разности позволяют исходя из данных множеств строить новые множества. Другим же распространенным приемом конструирования множеств является то, что некоторые подмножества данного множества объявляются элементами нового множества. Рассмотрим несколько примеров.

ПРИМЕР 1. Множество прямых на плоскости называют плоским полем прямых. Элементами этого множества являются все прямые данной плоскости. *Пучок прямых* – множество прямых, проходящих по плоскости через данную точку (если эта точка несобственная (бесконечно удаленная), имеем пучок параллельных прямых).

ПРИМЕР 2. Множество прямых пространства называют линейчатым пространством. Примерами подмножеств линейчатого пространства могут служить следующие множества. *Связка прямых* – множество прямых пространства, проходящих через заданную точку (если эта точка несобственная, имеем связку параллельных прямых). *Специальный линейчатый комплекс* – семейство прямых, пересекающих данную прямую. *Гиперболическая линейная конгруэнция* – множество прямых, пересекающих две скрещивающиеся прямые (называемые ее осями или директрисами). Множество прямых, пересекающих три скрещивающиеся прямые, называется *регулюсом*, или *линейчатой поверхностью*.

ПРИМЕР 3. *Пучок плоскостей* – множество плоскостей, проходящих через заданную прямую (если прямая несобственная, имеют пучок параллельных плоскостей). *Связка плоскостей* – множество плоскостей, проходящих через заданную точку.

ОТНОШЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ

Пусть между элементами множества M определено некоторое отношение $\sim$, то есть для любых двух элементов $a \in M$ и $b \in M$ известно $a \sim b$ (читается « a эквивалентно b »). Это отношение должно удовлетворять следующим требованиям:

- 1) $a \sim a$ – рефлексивность;
- 2) если $a \sim b$, то $b \sim a$ – симметричность;
- 3) если $a \sim b$ и $b \sim c$, то $a \sim c$ – транзитивность.

Знак $\sim$ называется *отношением эквивалентности*.

ПРИМЕР 1. В линейчатом пространстве параллельность прямых $a, b, c, \dots$ является отношением эквивалентности, так как 1) $a \parallel a$, 2) если $a \parallel b$, то $b \parallel a$, 3) если $a \parallel b$ и $b \parallel c$, то $a \parallel c$.

ПРИМЕР 2. Отношение перпендикулярности на множестве прямых плоскости симметрично ($a \perp b$ и $b \perp a$), но не рефлексивно и не транзитивно и поэтому отношением эквивалентности не является.

В связи с заданием на множестве M отношения эквивалентности оно разбивается на непересекающиеся подмножества, называемые *классами эквивалентности*: в один класс входят эквивалентные между собой элементы. Пересечение любых двух классов пусто, а объединение всех классов эквивалентности есть M (M – это «слоеный пирог», а классы – это слои). Множество, элементами которого являются классы эквивалентности (слои), называется

ся **фактор-множеством** множества M по отношению к эквивалентности $\sim$. Фактор-множество в примере 1 – это множество связок параллельных прямых.

Два множества называются **эквивалентными**, если между их элементами можно установить взаимно однозначное соответствие. Под взаимно однозначным соответствием будем понимать такое соответствие, при котором любому элементу одного множества ставится в соответствие единственный элемент другого множества, и, наоборот, любым различным (не совпадающим) элементам одного множества соответствуют различные элементы другого множества, задействованы все элементы обоих множеств.

Об эквивалентных множествах говорят, что они имеют одинаковую мощность. Эквивалентные конечные множества состоят из одного и того же числа элементов. Если бы это было не так, то при установлении взаимно однозначного соответствия каким-то элементам не было бы соответствующих. В случае конечных множеств понятие мощности совпадает с понятием числа элементов.

1.2. ОТОБРАЖЕНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Одним из фундаментальных понятий современной математики является понятие **функции**. Как известно, переменная y называется функцией переменной x , если каждому значению x , взятому из области её определения, отвечает одно или несколько значений y . Это записывают так: $y = f(x)$. Большое значение имеют однозначные функции, когда каждому значению x соответствует единственное значение y (и наоборот).

Геометрическим аналогом понятия однозначной функции является **отображение**. Тогда под x и y понимают какие-либо геометрические образы: точки, прямые, плоскости, окружности.... Для конкретности в дальнейшем под x и y будем понимать точки.

Если даны два множества $X(x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, x_n)$, $Y(y_1, y_2, y_3, \dots, y_i, y_n)$ и указано правило, по которому каждому элементу x_i множества X ставится в соответствие определённый элемент y_i множества Y , то говорят, что задано отображение f множества X в множество Y , и пишут: $f: X \rightarrow Y$ (рис. 2). При этом элемент y_i называется образом элемента x_i , а x_i – прообразом элемента y_i . Символическая запись $y = f(x)$ читается: «в отображении f элементу x соответствует элемент y » или «отображение f переводит x в y ».

Множество X называют **областью определения (областью отправления)**, а Y – **областью значений (областью прибытия)** отображения f .

Пусть область определения X состоит из множества точек $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, x_n$, а область значений Y – из множества точек $y_1, y_2, y_3, \dots, y_i, y_n$ (см. рис. 2). Следовательно, при отображении любой точке x_i в области X соответствует единственный образ y_i в области Y , но точка y_i может иметь несколько прообразов $x_i, x'_i, x''_i, \dots$. Следовательно, обратное соответствие $x = f^{-1}(y)$ является в этом случае неоднозначным.

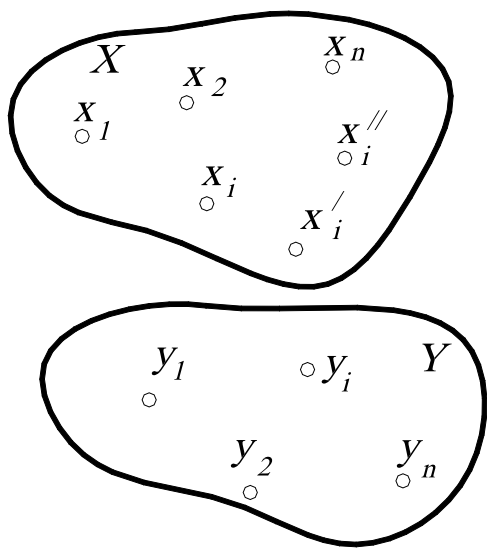


Рис. 2.

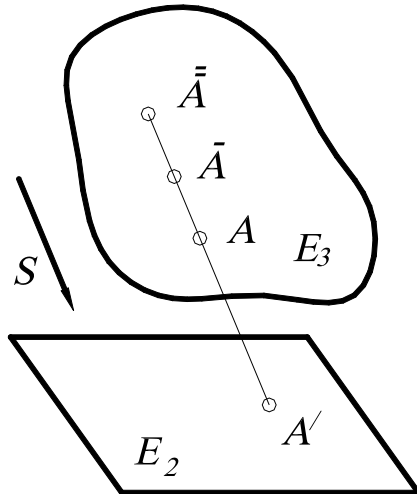


Рис. 3.

Таким образом, об отображении можно говорить, если заданы два множества и некоторое правило или закон, по которому элементы множеств образуют пары, причем эти множества по этому закону, вообще говоря, не равноправны.

Наглядной иллюстрацией сказанного является отображение точек трёхмерного пространства E^3 на плоскость (двумерное пространство) E^2 путём параллельного проецирования (рис. 3): каждая точка A трёхмерного пространства E^3 в данном направлении S проецируется в единственную точку A' плоскости E^2 . Однако в точку A' проецируется не только точка A , но и все точки $\bar{A}, \bar{A}, \dots$.

Рассмотрим пример. Пусть Z – множество зрителей в фойе театра перед спектаклем, а K – множество кресел. Как узнать, что зрителей и кресел поровну? Конечно, можно подсчитать, но мы получим избыточную информацию, нас не интересует их количество. Однако если во время спектакля все места заняты, причем никто из зрителей не стоит в проходах и на каждом месте сидит только один театрал, то это означает, что эти множества равны, в противном случае – наоборот.

Рассмотрим другой пример. Пусть в классе находится множество учеников и множество стульев. Предположим, что после звонка на урок каждый ученик занял свое место, то есть свой стул. В этом случае можно сказать, что задано отображение множества учеников на множество стульев. При этом если на каждом стуле сидит только один ученик, никто не стоит в проходах и все места заняты (например, имеем в классе 30 учеников и 30 стульев), то есть каждому ученику соответствует один единственный стул, и, наоборот, каждому стулу соответствует единственный ученик. Такое отображение называют **взаимно однозначным** (иногда говорят: «взаимно однозначное соответствие»).

Отображение называется **взаимно однозначным**, если каждому элементу $y_i \in Y$ соответствует единственный прообраз $x_i \in X$ (и наоборот), то есть прямое соответствие $y = f(x)$ и обратное соответствие $x = f^{-1}(y)$ являются однозначными. Такое отображение называется **биективным**, или **биекцией**.

Взаимно однозначное соответствие между элементами множеств (или между множествами) может быть установлено различными способами. На рис. 4 такое соответствие между точками двух отрезков (или между отрезками) AB и CD установлено прямыми, проходящими через точку S . При этом точке $X \in AB$ соответствует точка $Y \in CD$, что символически записывается так: $X \leftrightarrow Y$. Между этими отрезками можно установить соответствие так: $X \leftrightarrow Y$, если $\frac{CY}{AX} = \frac{CD}{AB}$, где CY , CD , AB , AX – длины отрезков.

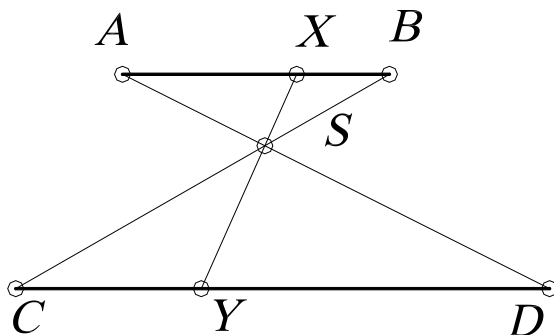


Рис. 4.

Второе соответствие отличается от первого не только формой задания, но и парами соответствующих точек. Это можно заметить хотя бы по концам отрезка. В первом соот-

ветствии $A \leftrightarrow D, B \leftrightarrow C$, во втором – $A \leftrightarrow C, B \leftrightarrow D$. Этими двумя примерами не исчерпывается множество взаимно однозначных соответствий, которые могут быть установлены для точек данных отрезков.

Кроме этого, встречаются многозначные соответствия. Например, легковой машине соответствует 4 колеса, и наоборот. Такое отображение называется одно-четырёхзначное ($1 \leftrightarrow 4$). Одно-двузначное отображение можно рассмотреть на примере действительных чисел, то есть каждому действительному числу соответствует пара рационального и иррационального чисел, и наоборот: $1 \leftrightarrow 2$.

Примером обратимого соответствия является отображение двух плоскостей друг на друга при параллельном проецировании (рис. 5). Если в обратимом отображении область прибытия и область отправления – одно и то же множество M , то такое отображение называется отображением множества на себя, или преобразованием множества M .

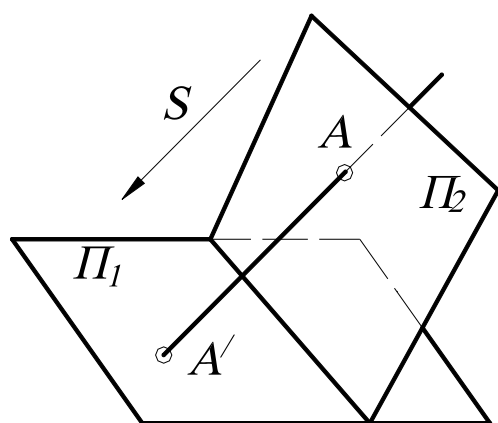


Рис. 5.

Отображение называется **преобразованием**, если множества X и Y совмещены, то есть не только элементу x_i соответствует определённый элемент y_i , но и элементу y_i соответствует тот же элемент x_i . В этом случае говорят, что множество X отображается на себя $\{X=Y\}$. Другими словами, если отображение является обратимым, то оно называется преобразованием. Например, центральная симметрия точек пространства относительно некоторой точки O есть преобразование пространства.

Говоря о геометрическом **преобразовании**, обычно подразумевают, что M – множество точек плоскости или пространства. Если какое-то свой-

ство фигуры F сохраняется в преобразовании f , то есть фигура $F' = f(F)$ обладает тем же свойством, то это свойство называется **инвариантом** преобразования.

Итак, **преобразование** – это взаимно однозначное отображение между всеми точками плоскости (или пространства), то есть правило, при котором каждой точке P соответствует единственная точка P' , и, наоборот, каждой точке P' соответствует единственная точка P . Другими словами, правило, таким образом составляющее пары точек, что каждая точка P плоскости (или пространства) ровно в одной паре стоит на первом месте и ровно в одной паре – на втором.

Может случиться, что обе точки пары окажутся одинаковыми. То есть что точка P' совпадает с точкой P . В этом случае точка P называется неподвижной (двойной) точкой преобразования.

Результат последовательного выполнения нескольких преобразований называется их **произведением**, или **композицией преобразований**. Другими словами, преобразование, переводящее прообразы первого в образы второго при условии, что образы первого отождествлены с прообразами второго. Иначе говоря, если $f(k) = m$ и $g(m) = n$, то произведение $h = gf$ переводит k в n , то есть $h(k) = n$ (преобразование, выполняемое первым, пишут *справа!*). Например, если f и g – повороты вокруг центра O на углы α и β , то $h = gf$ – поворот с той же осью на угол $\alpha + \beta$ (рис. 6, а). Если f – перенос на вектор AB , а g – симметрия с центром O , то $h = fg$ – симметрия с центром A , где $2AO = AB$ (такое преобразование показано на рис. 6, б). Здесь в первом примере произведение $h = gf = fg$, то есть не зависит от порядка сомножителей, то есть в этом случае говорят, что f и g **перестановочны** или **коммутируют**. Однако во втором примере произведение зависит от порядка сомножителей, то есть не коммутирует: $fg \neq gf$ (сравните два рисунка – 6, а и 6, в или 6, а и 6, б).

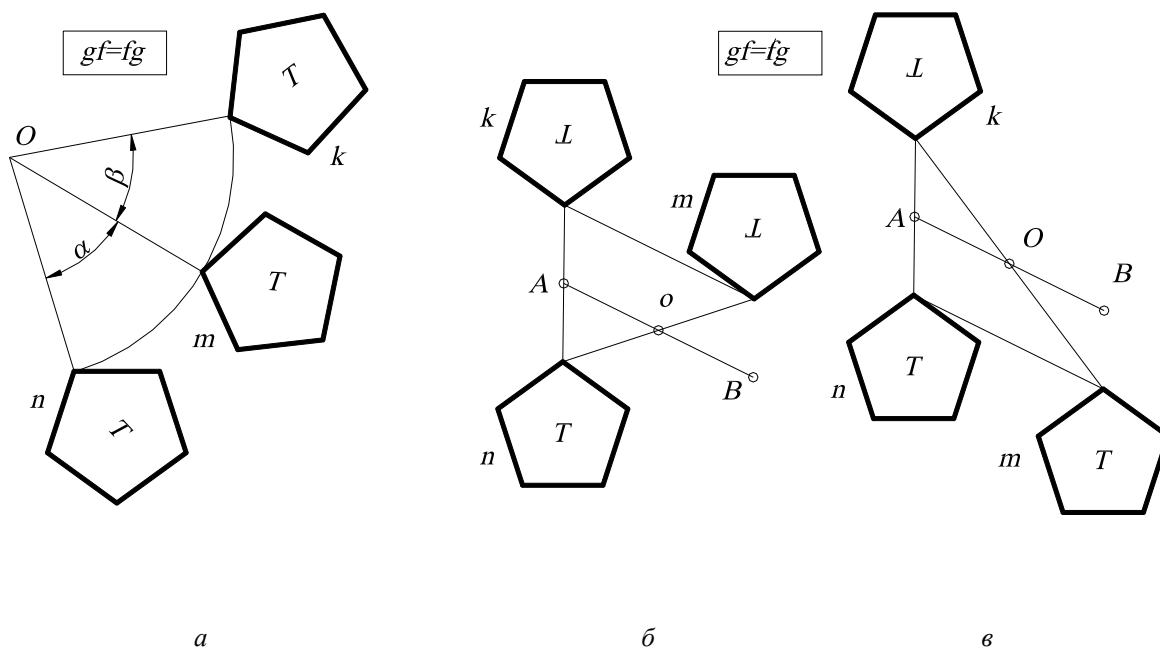


Рис. 6.

Аналогично иногда результат двух операций зависит от порядка их выполнения, а иногда – и нет. Например, операции надевания левого и правого ботинков L и P перестановочны: $LP=PL$, а операции надевания ботинка B и носка H – не коммутируют $BH \neq HB$.

1.3. ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЙ ПОДХОД К ЗАДАЧАМ НА ПОСТРОЕНИЕ

Любую задачу на построение можно сформулировать в общем виде так: «Построить объекты $a_1, a_2, \dots$, являющиеся элементами множества M и удовлетворяющие условиям $1, 2, \dots$ ». Число объектов и условий зависит от конкретного содержания задачи.

Элементы множества M , удовлетворяющие условию 1 , образуют некоторое подмножество $M_1 \subset M$, условие 2 выделяет из M подмножество M_2 и т. д. Искомые объекты получаются как результат пересечения подмножеств $M_1, M_2, \dots$, т. е. $\{a_1, a_2, \dots\} = M_1 \cap M_2 \cap \dots$.

Задача 1. Построить на плоскости точки a_1, a_2 , удаленные от данной точки O_1 на расстояние r_1 и от точки O_2 на расстояние r_2 (рис. 7).

Подмножество M_1 , выделяемое из плоскости M (здесь плоскость – это множество M) согласно первому условию, – это окружность с центром O_1 и радиусом R_1 . Аналогично, M_2 – это окружность с центром O_2 и радиусом R_2 . Тогда получают искомые точки: $\{a_1, a_2\} = M_1 \cap M_2$.

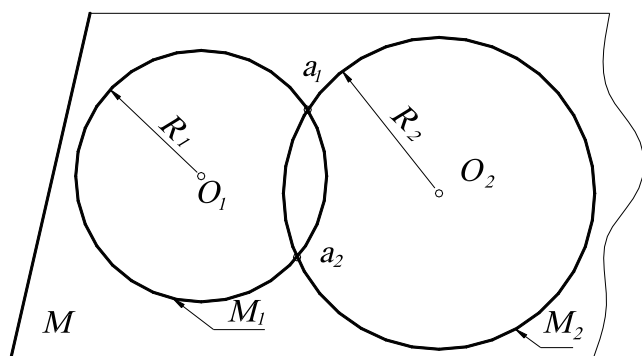


Рис. 7.

Задача 2. Найти на плоскости точку a , удаленную на расстояние r от точки O и равноудаленную от точек A и B .

Подмножество M_1 , выделяемое первым условием из плоскости M , – окружность с центром O и радиусом r . Подмножество M_2 , удовлетворяющее второму условию, – перпендикуляр, восстановленный к середине отрезка AB . Искомая точка a есть пересечение окружности с перпен-

дикуляром, то есть $a = M_1 \cap M_2$. В данном случае может получиться две, одна или ни одной точки (мнимые) пересечения $M_1 \cap M_2 = \emptyset$ (рис. 8, а, б, в).

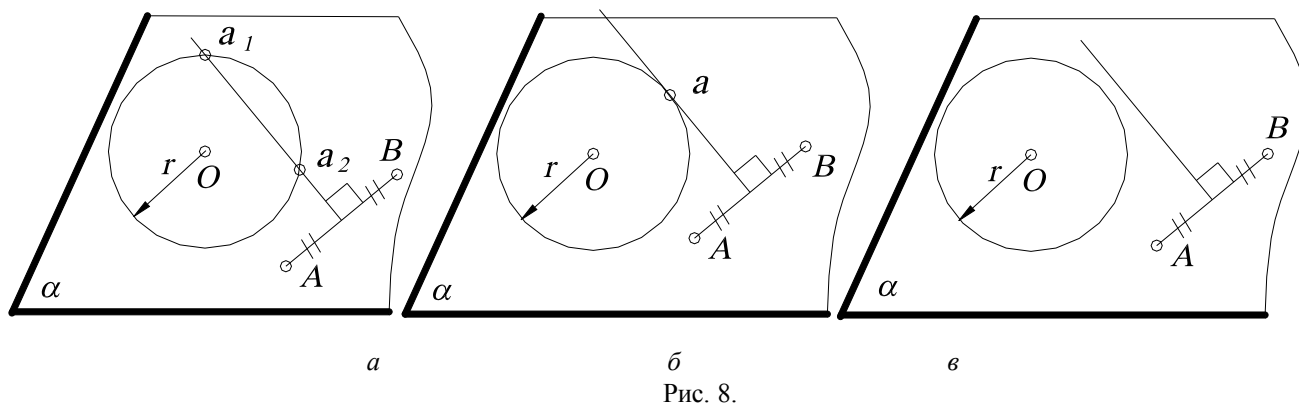


Рис. 8.

Такой метод называется **расчленением условий**, то есть элементы из M , удовлетворяющие первому условию, образуют некоторое подмножество; взятое отдельно второе условие выделяет из множества M другое подмножество и т. д. Искомые объекты получаются как результат пересечения этих подмножеств.

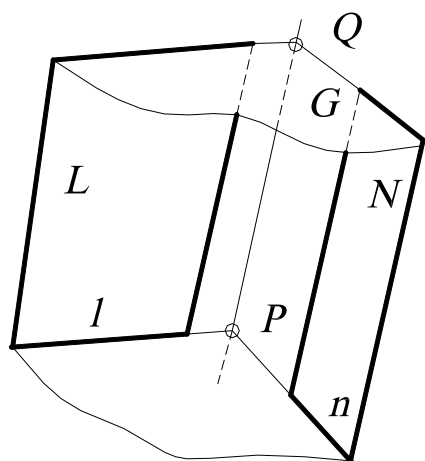


Рис. 9.

Задача 3. Найти прямую пересечения двух плоскостей L и N (рассматривают L и N как подмножества пространства, элементом которых является точка). Задают вспомогательную плоскость-посредник M и находят пересечение этих подмножеств $L \cap N \cap M$ (рис. 9). Пользуясь свойством идемпотентности, преобразуют: $L \cap N \cap M = L \cap N \cap (M \cap M)$, и далее, пользуясь свойствами коммутативности и ассоциативности, преобразуют: $L \cap N \cap (M \cap M) = (L \cap M) \cap (M \cap N)$. Другими словами, введя плоскость-посредник, находят вначале пересечение посредника с заданными плоскостями (прямые l, n), а затем пересечение этих пересечений (точка P).

Взяв другую вспомогательную плоскость G и повторив те же самые операции, находят вторую точку Q . Соединив точки P и Q , получают искомую прямую m . Этот прием применяют в начертательной геометрии при построении точек линии пересечения поверхностей, введя предварительно поверхность-посредник.

1.4. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОСТРАНСТВА И ИХ РАЗМЕРНОСТЬ

Термин «пространство» часто встречается в геометрии. Существуют аффинное пространство, евклидово, проективное, топологическое, эллиптическое и другие. Любое пространство представляет собой множество, удовлетворяющее определенной системе аксиом.

В данном курсе будем рассматривать евклидово пространство, то есть множество точек, удовлетворяющее аксиомам евклидовой геометрии, которая изучалась в средней школе. Необходимо отметить, что евклидово пространство не одно. Множества точек различной мощности будут давать отличающиеся друг от друга евклидовы пространства. Точка, прямая, плоскость, физическое пространство – это примеры евклидовых пространств различной мощности.

Интуитивно мы понимаем, что на плоскости точек больше, чем на прямой, так как прямая может быть совмещена с некоторой прямой на плоскости. На поверхности точек меньше, чем в пространстве, то есть поверхность - подмножество пространства, поэтому поверхность содержит «меньше» точек, чем пространство.

Таким образом, среди бесконечных множеств существует своя иерархия. Можно сказать, что если множество M можно взаимно однозначно и взаимно непрерывно отобразить на множество N , то M и N имеют одинаковую размерность. Если же такого отображения не существует, но существует взаимно однозначное и взаимно непрерывное отображение множества M на подмножество $N_I \in N$, то M имеет размерность меньше, чем N .

При моделировании необходимо иметь возможность оценить мощность бесконечного множества. Для этого вводится понятие параметра. **Параметром называется величина, входящая в некоторую совокупность величин, задание которых определяет элемент множества.** При этом параметры должны быть независимыми, то есть значения, которые принимает один из параметров, не влияют на значения других, при любом изменении параметров им должен соответствовать уже другой элемент множества. Иными словами, между элементами множества и совокупностями (наборами) параметров установлено взаимно однозначное соответствие.

Число параметров p , которое необходимо задать, чтобы определить элемент множества, называется **параметрическим числом** этого множества, а само множество – **p -параметрическим**. Параметрическое число может быть взято в качестве количественной характеристики бесконечных множеств. В качестве параметров для евклидовых пространств могут быть взяты координаты точки в декартовой системе координат (декартовы координаты).

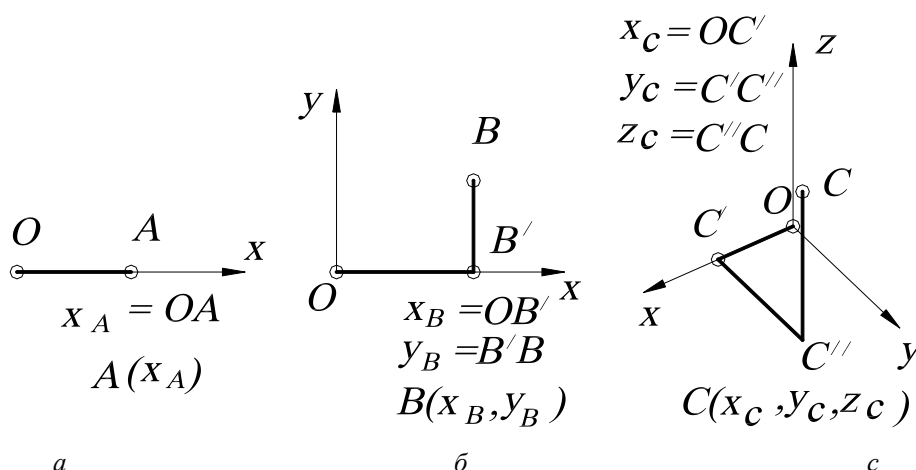


Рис. 10

На прямой для того, чтобы определить (задать) точку, необходима одна координата (говорят, что точка на прямой имеет одну степень свободы) (рис. 10, а), на плоскости – две координаты (то есть точка имеет две степени свободы) (рис. 10, б), в пространстве – три, и точка имеет три степени свободы (рис. 10, в). Нетрудно заметить, что координаты являются независимыми, то есть при изменении координаты, например x , изменяется положение точки на плоскости.

Число параметров (координат), которое необходимо задать, чтобы определить точку в пространстве, называется **размерностью** пространства. Таким образом, **размерность** – это параметрическое число множества, которое является пространством. В связи с этим будем считать, что точка – «нульмерное» пространство (аксиома). Линия (прямая) – одномерное евклидово пространство, которое обычно обозначается E_1 , или одномерное множество точек – ∞^1 . Поверхность (плоскость) – двумерное евклидово пространство, обозначается E_2 , или

двумерное множество точек - ∞^2 , а трехмерное евклидово пространство имеет размерность, равную 3, – трехмерное множество точек - ∞^3 , обозначается E_3 . Употребляется также запись $\dim M=n$, означающая «размерность множества M равна n » (*dimension* (англ.) – размерность).

Итак, множество имеет размерность n , если его элементам можно взаимно однозначно поставить n -ки («*энки*») чисел $a_1, a_2, a_3 \dots, a_n$, то есть n -я декартова степень множества. Эти числа называют параметрами конкретного множества.

1.5. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВА

возьмем точку, не принадлежащую прямой n (или пространство E_1), и установим взаимно однозначное соответствие между прямыми пучка и точками прямой. Объединение точек всех этих прямых (вместе с их несобственными точками) будет определять двумерное пространство E_2 (рис. 11, а). Если не учитывать несобственные точки, то пришлось бы «выбросить» из E_2 прямую, параллельную прямой n .

$$E_2: \underbrace{\infty^1 \cdot \infty^1 = \infty^{1+1} = \infty^2}_a; \quad E_3: \underbrace{\infty^1 \cdot \infty^2 = \infty^{1+2} = \infty^3}_b; \quad E_4: \underbrace{\infty^1 \cdot \infty^3 = \infty^{1+3} = \infty^4}_c$$

ТРЕХМЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО. Для геометрического построения пространства E_3 возьмем точку, не принадлежащую пространству E_2 (то есть плоскости) и также установим взаимно однозначное соответствие между прямыми связки и точками 2-пространства (рис.11, б). Объединение точек всех этих прямых (вместе с их несобственными точками) есть трехмерное пространство E_3 . Пространство E_2 (как и в первом случае пространство E_1) является проективным пространством, то есть пространством, дополненное несобственными элементами. В противном случае из связки нам пришлось бы «выбросить» пучок прямых, параллельных E_2 , а из E_3 – плоскость этого пучка.

ЧЕТЫРЁХМЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО. Начнем с аналогичного построения четырехмерного пространства E_4 . Возьмем точку, не принадлежащую трехмерному евклидову пространству E_3 , дополненному несобственными элементами, и установим взаимно однозначное соответствие между прямыми гиперсвязки и точками 3-пространства (рис.11, в). Объединение точек всех этих прямых будет определять пространство E_4 . Аналогично строится многомерное пространство.

Таким образом, мы пришли к идее многомерного пространства. Понятие многомерного пространства или многомерного множества довольно абстрактное, но и в евклидовом пространстве на каждом шагу встречаются такие множества. Например, прямая – одномерное множество точек (самое простое множество), множество сфер и множество прямых трёхмерного пространства – четырехмерны, множество конусов вращения – шестимерно; цилиндров вращения – пятимерно; множество сфер, касающихся данной плоскости, – трёхпараметрическое множество.

Рассмотрим подробнее примеры и приемы подсчета параметров.

1.6. ПРИЁМЫ ПОДСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ

1. Эталон n -мерного множества. За эталон n -мерного множества принимают множество R_n , элементом которого служит n -ка вещественных чисел $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$, то есть n -я декартова степень множества вещественных чисел.

2. Взаимно однозначное и взаимно непрерывное отображение данного множества на эталон. Например, устанавливая взаимно однозначное соответствие между прямыми связки и точками плоскости или устанавливая взаимно однозначное соответствие между пучком плоскостей и точками прямой.

Два важных замечания

Замечание 1. Для бесконечных множеств имеют место два факта, кажущиеся на первый взгляд парадоксальными, поскольку они не имеют места для конечных множеств.

Некоторые собственные подмножества бесконечного множества можно взаимно однозначно отобразить на это множество.

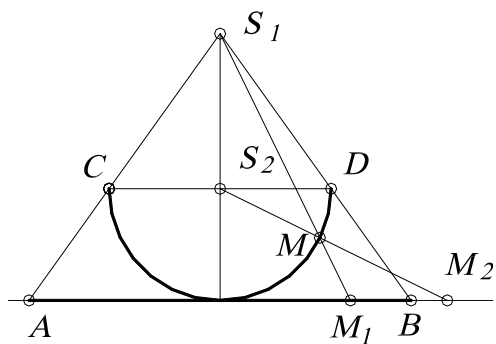


Рис. 12.

Для примера рассмотрим отображение открытого отрезка AB (открытый отрезок – «отрезок без концов», координаты которого удовлетворяют неравенству $x_A < x_i < x_B$) на прямую, которая совпадает с прямой AB (рис.12). Полуокружность CD касается в точке середины отрезка AB . Вначале отображают точки отрезка AB на эту полуокружность из точки S_1 , то есть точке M_1 соответствует точка M .

Затем точки полуокружности (см. точку M) отображают на прямую (точке M соответствует точка M_2) из центра S_2 . Ясно, что при этом каждой точке прямой соответствует одна и только одна точка прямой, причём ни одна точка на прямой не пропущена. Это отображение является взаимно однозначным, то есть отрезку прямой соответствует вся прямая.

Полученное соответствие можно установить и по-другому, с помощью кривой тангенсоиды, графика функции $y = \operatorname{tg} x$. Отображают вначале (с помощью пучка параллельных прямых) открытый отрезок $(-\pi/2, \pi/2)$ на тангенсоиду, причём каждой точке открытого отрезка соответствует единственная точка тангенсоиды, а затем точки тангенсоиды на ось y (рис. 13).

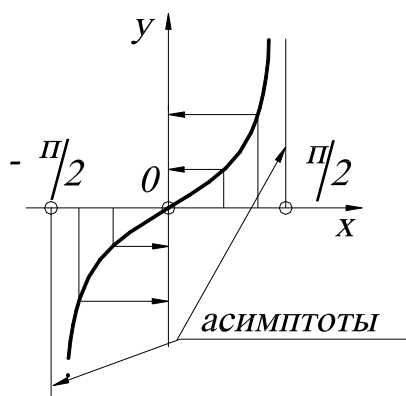


Рис. 13.

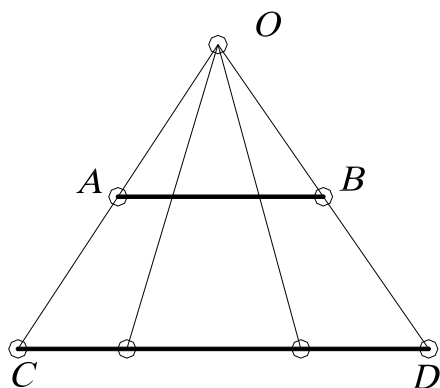


Рис. 14.

Замечание 2. *Размерность суммы (объединения) нескольких бесконечных множеств принимают равной максимальной из размерностей слагаемых.*

Другими словами, размерность множества не увеличится, если к нему добавить множество меньшей или равной размерности. Например, если объединить множество точек прямой и множество точек плоскости (то есть вложить прямую в эту плоскость), то размерность множества точек на плоскости не увеличится.

Рассмотрим еще примеры сравнения бесконечных множеств. Ответ на вопрос: где больше точек, на отрезке длиной 1 мм или на отрезке 1 м вряд ли бы вызвал тень сомнения – ясно, что отрезок 1 мм в 1000 раз короче метра. Однако можно установить взаимно однозначное соответствие и проверить это. Как это сделать, лучше всего видно на рис. 14.

Отобразим отрезок AB на отрезок CD из точки O пучком прямых. Каждой точке отрезка AB соответствует единственная точка отрезка CD . Трудно примириться с мыслью, что дорога в миллион световых лет имеет столько же точек, сколько радиус атомного ядра!

3. Степени свободы подпространств. Если две точки пространства E_m принадлежат E_n , то E_m называется подпространством E_n . Например, $m=1$, $n=2$ – прямая принадлежит плоскости, тогда прямая является

подпространством плоскости, очевидно, что $m < n$. В многомерной геометрии наиболее распространена следующая терминология: E_n – объемлющее n -мерное пространство, E_m – m -мерная плоскость или m -плоскость, если размерность подпространства меньше объемлющего пространства на единицу, то такое многообразие называется $(n-1)$ -плоскостью, или *гиперплоскостью*.

Из аксиом принадлежности следует, что прямая (1-плоскость) определяется двумя точками, 2-плоскость – тремя неколлинейнными точками, 3-плоскость – четырьмя некомпланарными точками, ..., n -плоскость – $(n+1)$ -точками. При этом каждая плоскость (где $m < n$) определяется заданием $(m+1)$ -точек, и эти точки не должны содержаться в $(m-1)$ -пространстве.

Рассмотрим множество m -плоскостей E_n (где n – размерность пространства), элементом этого множества является m -плоскость. Начнем с простого примера – прямой, находящейся в двумерном пространстве.

ДВУМЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО. Точка (0-плоскость) в двумерном пространстве определяется двумя координатами, то есть параметрическое число равно двум – ∞^2 .

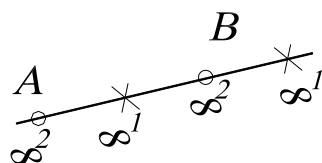


Рис. 15.

Прямая (1-плоскость) однозначно задается двумя независимыми точками A и B (то есть $m+1=1+1=2$), каждая из которых в двумерном пространстве имеет по две степени свободы. Поэтому на задание каждой из них затрачиваем по два параметра, а на пары (или $m+1$ -точек) точек – следующее число параметров: $n(m+1)=2(1+2)=4$ (рис.15). Другими словами, го-

воят, что система из $(m+1)$ - точки составляет $n(m+1)$ -параметрическое множество.

Но прямая AB определяется не только парой точек A и B , но и любой другой своей парой, принадлежащей прямой AB . Каждая из этих двух точек ($m+1$ -точек), находясь на прямой (в общем случае в m -плоскости), имеет по одной степени свободы (в общем случае – m степеней свободы), а вместе – $m(m+1)=1(1+1)=2$ степеней свободы.

Следовательно, число условий, требуемых для определения прямой (m -плоскости), принадлежащей 2-пространству (n -плоскости):

$$\frac{\infty^2 \cdot \infty^2}{\infty^1 \cdot \infty^1} = \frac{\infty^{2+2}}{\infty^{1+1}} = \infty^{4-2} = \infty^2;$$

в общем случае
$$\frac{\infty^{n(m+1)}}{\infty^{m(m+1)}} = \infty^{(n-m)(m+1)}.$$

Таким образом, число P степеней свободы (параметрическое число) m -плоскости в n -пространстве:

$$P=(n-m)(m+1). \quad (1)$$

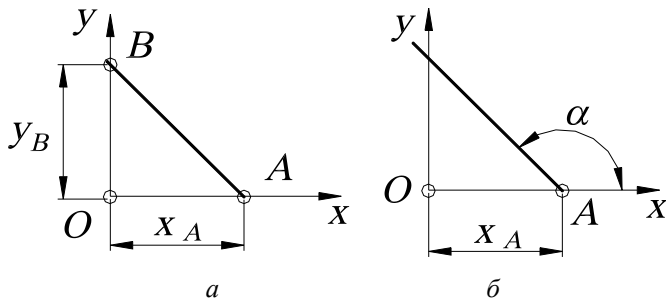


Рис. 16.

Геометрический смысл параметров может быть различным. Например, для двухпараметрического множества прямых на плоскости это могут быть x_A, y_B (рис. 16, а) или x_A, α (рис. 16, б).

ТРЕХМЕРНОЕ ПРОСТРАНСТВО.

Точка (0 -плоскость) в трехмерном пространстве имеет три степени свободы – ∞^3 . Прямая однозначно задается двумя независимыми точками

(рис. 17, а), каждая из которых в 3-пространстве имеет по три степени свободы, а значит, пар точек $\infty^3 \cdot \infty^3 = \infty^6$. Но эта прямая определяется не только этой парой точек, но и любой другой своей парой, имеющей на этой прямой по одной степени свободы, то есть $\infty^1 \cdot \infty^1 = \infty^2$. Следовательно, число степеней свободы прямой в 3-пространстве $\infty^6 : \infty^2 = \infty^4$, что соответствует формуле $P=(n-m)(m+1)=(3-1)(1+1)=4$.

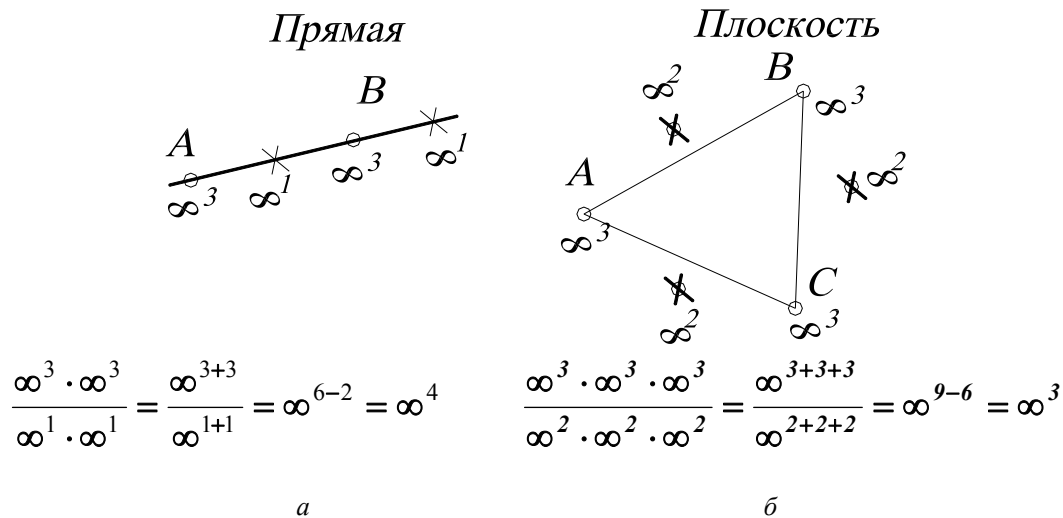


Рис. 17.

Плоскость однозначно задается тремя точками, каждая из которых имеет по три степени свободы, а значит, троек точек: $\infty^3 \cdot \infty^3 \cdot \infty^3 = \infty^9$ (рис.17, б). Но плоскость определяется не только этой тройкой, но и любой другой своей тройкой точек, имеющих в этой плоскости по две степени свободы, то есть $\infty^2 \cdot \infty^2 \cdot \infty^2 = \infty^6$. Тогда параметрическое число плоскости, находящейся в 3-пространстве, будет составлять трехпараметрическое множество, то есть $\infty^9 : \infty^6 = \infty^{9-6} = \infty^3$, что соответствует формуле $P=(3-2)(2+1)=3$.

			1							
			2		2					
		3		4		3				
	4		6		6	4				
5		8		9		8	5			
6		10		12		12		10		6
.....										

Рис. 18.

Вообще это число $(n-m)(m+1)$ стоит на месте $(k+1)$ меньше в n -й строке «подвешенной за угол» таблице умножения, такая таблица называется «Треугольник Паскаля» (рис. 18).

Примеры различных геометрических многообразий

1. Сфер в пространстве E_3 - ∞^4 , так как сфере соответствует четыре числа – три координаты ее центра и одно – длина её радиуса.

2. Цилиндр вращения в пространстве E_3

определяется пятью параметрами ∞^5 - четыре параметра на ось и один на радиус.

3. Треугольников в пространстве E_3 - ∞^9 , поскольку треугольник однозначно определен, если заданы три его вершины тройкой координат $3 \cdot 3=9$. Аналогично, тетраэдров в 3-пространстве - ∞^{12} .

4. Сфер в трёхмерном пространстве, проходящих через данную точку, - ∞^3 , то есть центров, лежащих на прямой, составляет - ∞^1 , а таких прямых – связка ∞^2 .

5. Сфер, касающихся плоскости - ∞^3 .

6. Окружностей на плоскости - ∞^3 .

7. Множество касательных плоскостей к поверхности - ∞^2 (за исключением развертывающихся ∞^1).

8. Окружностей в 3-пространстве - ∞^4 .

4. Связывание параметров. Если на элементы n -мерного многообразия M (например, M -связка прямых) наложено определенное условие (например, прямые связки M должны пересекать произвольную прямую), причем элементы из M , которые удовлетворяют этому условию, образуют n_1 -мерное подмножество $M_1 \subset M$ (пучок прямых, определяемых центром связки и произвольной прямой, не проходящей через центр), то это условие (требование, ограничение) равносильно фиксированию $n-n_1$ параметров, то есть приданию этим параметрам определенных числовых значений. Это означает, что, фиксируя $n-n_1$ параметров, мы выделяем из M подмножество той же размерности n_1 . В этом случае говорят не о фиксации, а о связывании параметров, употребляя выражения: «**условие связывает $n-n_1$ параметров**», «**ограничение поглощает $n-n_1$ параметров**», «**требование накладывает на параметры $n-n_1$ связей (понижает размерность многообразия на $n-n_1$)**».

Аналитически такое задание эквивалентно тому, что n -ки параметров, соответствующие элементам из M , удовлетворяют $n-n_1$ уравнениям. Аналогично, фиксируя две (три) координаты или связывая координаты двумя (тремя) параметрами (уравнениями), мы выделяем из трехмерного пространства его одномерное (нульмерное) подмножество.

Пусть m -плоскость (m -плоскость определяется $(m+1)$ фиксированной точкой) проходит через пространство r , которое задается $(r+1)$ фиксированной точкой. Тогда для полного

определения необходимо доздать еще $(m+1)-(r+1)=m-r$ точек. Поэтому **число P степеней свободы m -плоскости, принадлежащей n -мерному пространству и проходящей через r -плоскость:**

$$P=(n-m)(m-r). \quad (2)$$

ПРИМЕР 1. Множество прямых ($m=1$) плоскости ($n=2$), проходящих через точку ($r=0$), составляет пучок, то есть однопараметрическое множество: $P=(n-m)(m-r)=(2-1)(1-0)=1$.

ПРИМЕР 2. Множество прямых ($m=1$) пространства ($n=3$), проходящих через точку ($r=0$), составляет связку: $P=(3-1)(1-0)=2$.

ПРИМЕР 3. Множество плоскостей ($m=2$) трехмерного пространства ($n=3$), проходящих через точку ($r=0$), составляет связку: $P=(3-2)(2-0)=2$.

ПРИМЕР 4. Множество прямых пространства ($n=3$), пересекающих прямую, рассчитывается следующим образом. Вначале считают, сколько прямых проходит через точку, – связка $P_1=2$ (см. пример 3), затем считают, сколько связок ($m=2$) в трехмерном пространстве на прямой $P_1=(3-2)(2-1)=1$. Следовательно, прямые, пересекающие заданную прямую, составляют комплекс $P=P_1+P_2=1+2=3$.

В пространстве E_n m -пространство имеет $(n-m)(m+1)$ степеней свободы, но если оно проходит через r -пространство, то оно имеет $(n-m)(m-r)$ степеней свободы. Следовательно, число условий, необходимых для того, чтобы m -пространство в E_n проходило через данное r -пространство (где $n>m>r$):

$$D=(n-m)(m+1)-(n-m)(m-r)=(n-m)(r+1). \quad (3)$$

ПРИМЕР 5. В трехмерном пространстве ($n=3$) число условий, необходимых для прохождения прямой линии ($m=1$) через данную точку ($r=0$): $D=(n-m)(r+1)=(3-1)(0+1)=2$. Другими словами, множество прямых трехмерного пространства четырехпараметрично ($P_1=(3-1)(1+1)=4$), а в связке (множество прямых, проходящих через точку) – двухпараметрично ($P_2=(3-1)(1-0)=2$). Поэтому число условий D , которые требуется наложить на прямые, чтобы они принадлежали данной связке, равно разности P_1-P_2 , то есть $D=4-2=2$.

Если r -пространство не фиксировано и имеет степени свободы в q -пространстве, равное $(r+1)(q-r)$, следовательно, число условий, которое необходимо наложить, чтобы m -пространство и q -пространство в пространстве E_n пересекались по r -пространству:

$$(n-m)(r+1)-(r+1)(q-r)=(r+1)(n-m-q+r), \quad (4)$$

где $m+q \leq n+r$, если $m+q > n+r$, то они пересекаются по пространству размерности $m+q-n$, что больше, чем r .

ПРИМЕР 6. Применение формулы (4) покажем на примере определения количества направляющих линейчатой поверхности (в качестве направляющих для простоты возьмем прямые). Требование пересечения образующей линии ($m=1$) с одной направляющей прямой ($q=1$) в точке ($r=0$) равносильно числу условий, накладываемых на образующую и вычисляемых так: $D=(3-1-1+0)(0+1)=1$. Поэтому для выделения из четырехпараметрического множества прямых трёхмерного пространства линейчатой поверхности (однопараметрического множества прямых) необходимо задать три направляющие ($n-n_1=4-1=3$).

ПРИМЕР 7. Коническая поверхность определяется вершиной одной направляющей. Как было показано (пример 6), пересечение образующей с направляющей линией в точке равносильно наложению на образующую одного условия. Прохождение образующей через вершину равносильно наложению двух условий и подсчитывается по формуле (3): $(3-1)(0+1)=2$. В сумме эти требования накладывают на прямую три условия и выделяют из четырехпараметрического множества прямых пространства коническую поверхность.

5. Размерность пересечения. Пусть M – n -мерное множество, M_1 и M_2 – его подмножества размерности m_1 , m_2 , выделенные условиями, связывающими соответственно $(n-m_1)$ и $(n-m_2)$ параметров.

Оба эти условия вместе связывают: $(n-m_1)+(n-m_2)=2n-m_1-m_2$ параметров. Поэтому размерность пересечения множеств M_1 и M_2 , элементы которых удовлетворяют обоим условиям: $n-(2n-m_1-m_2)=m_1+m_2-n$.

$$n \cap = m_1 + m_2 - n, \quad (5)$$

то есть *размерность пространства пересечения равна сумме размерностей пересекающихся пространств без размерности операционного пространства*.

Если пересекаются i пространств, то применяется следующая формула:

$$n_{\cap} = m_1 + m_2 + \dots + m_i - n(i-1);$$

$$n_{\cap} = \sum_{i=1}^n m_i - n(i-1), \quad (6)$$

то есть *размерность пространства пересечения равна сумме размерностей пересекающихся пространств без размерности пространства пересечения, взятой $i-1$ раз, где i – число пересекающихся пространств*.

Условия применения при использовании этой формулы:

1. Если оказалось, что размерность меньше нуля, это означает, что заданные множества не пересекаются.

2. Следует иметь в виду, что формула справедлива лишь для подмножеств M_1 и M_2 общего положения. Например, если M_1 и M_2 – прямые, а n – трехмерное пространство, то $n_1=n_2=1$, $n=3$, а $r=-1$, то есть M_1 и M_2 не пересекаются, хотя в частном случае две прямые могут иметь общую точку и даже совпадать (если прямые принадлежат одной плоскости).

3. В случае $r=0$ (нульмерным называется множество, состоящее из конечного числа элементов), поэтому, получив такой результат, не следует думать, что множество пересечений состоит из одного элемента; это возможно, но возможно также, что оно состоит из двух, трех и любого конечного числа элементов.

6. Расслоение множества на классы эквивалентности.

Итак, для множества M , имеющего размерность n : каждому элементу a , принадлежащему M ($a \in M$), соответствует n -ка параметров $(a_1, a_2, \dots, a_n)$. Зафиксируем какой-либо параметр, например $a_n=0$. Тогда подмножество $M_1 \subset M$ (для элементов, где $a_n=0$). Следовательно, размерность множества M_1 равна $(n-1)$, то есть элемент из множества M_1 определяется набором $(n-1)$ параметров, «чисел».

Поскольку имеется бесчисленное однопараметрическое множество способов, которыми можно зафиксировать параметр a_n , то, следовательно, множество M расщепляется на однопараметрическое множество $(n-1)$ -мерных подмножеств, каждое из которых соответствует одному из этих однопараметрических значений параметра a_n , причем никакие два из этих подмножеств не пересекаются, и объединение всех этих подмножеств есть множество M .

Такие подмножества называются *классами эквивалентности*, означающими, что элементам a и b , принадлежащим множеству M , отнесены n -ки чисел $(a_1, a_2, \dots, a_n)$, $(b_1, b_2, \dots, b_n)$, в которых $a_n=b_n$. Для фиксированной координаты u_1 в вышеприведенном примере такими классами эквивалентности являются непересекающиеся 2-поверхности.

Если фиксируются два параметра, то из множества M выделяется $(n-2)$ -мерное подмножество. Выполняя перебор всех двухпараметрических способов фиксации этих двух параметров, мы получаем двухпараметрическое семейство прямых, параллельных оси y .

В общем случае, фиксируя ∞^n раз m каких-то параметров, мы расслаиваем n -мерное множество M на ∞^m классов по ∞^{n-m} элементов в каждом.

Таким образом, если множество M разбить на ∞^m взаимно непересекающихся и заполняющих все множества M_1 подмножеств по ∞^n элементов в каждом, то M содержит:

$$\infty^m \cdot \infty^n = \infty^{m+n}. \quad (7)$$

ПРИМЕР. Множество плоскостей пространства расслаивается на ∞^2 пучков параллельных плоскостей по ∞^1 плоскостей в пучке, то есть содержит $\infty^1 \cdot \infty^2 = \infty^{1+2} = \infty^3$.

7. Использование уравнений. Далее рассмотрим, как осуществляется подсчет параметрического числа поверхности, если последняя задана в аналитической форме. Для простоты начнем исследование с 2-поверхностей пространства E_3 .

Рассматривая уравнение типа $Ax + By + Cz + D = 0$, можно подсчитать размерность многообразия, а именно множество плоскостей пространства. Если мы придадим коэффициентам A, B, C, D определенные числовые значения A_0, B_0, C_0, D_0 , то мы получим некоторую определенную плоскость $\alpha \in M$. Таким образом, имеется соответствие: «четверка чисел» $(A_0, B_0, C_0, D_0) \rightarrow$ плоскость пространства α_0 , которое однозначно лишь в одном направлении.

Действительно, плоскости α_0 отвечает любая из четверок коэффициентов kA, kB, kC, kD , где k – любое число, не равное нулю. То есть уравнения:

$$\begin{aligned} A_0x + B_0y + C_0z + D_0 &= 0; \\ kA_0x + kB_0y + kC_0z + kD_0 &= 0 \end{aligned}$$

задают одну и ту же плоскость. Итак, одной четверке чисел соответствует одна плоскость, но одной плоскости соответствует однопараметрическое множество четверок чисел (столько же, сколько чисел k), соответственно пропорциональных четверок. Отношение «быть соответственно пропорциональным» является отношением эквивалентности на множестве четверок чисел. Поэтому четырехпараметрическое множество четверок чисел расслаивается на трехпараметрическое многообразие классов по однопараметрическому семейству пропорциональных четверок в каждом.

Таким образом, соответствие «класс пропорциональных четверок чисел – плоскость пространства» однозначно уже в обе стороны, и поэтому плоскостей в множестве M столько же, сколько таких классов, то есть ∞^3 – трехпараметрическое множество.

Если координаты x, y, z связаны двумя уравнениями, то этим выделяется одномерное подмножество трехмерного множества точек пространства – линия (в общем случае пространственная).

8. Размерность кривых, поверхностей. Параметрическое число P плоской алгебраической кривой m -го порядка:

$$P = \frac{m(m+3)}{2}. \quad (8)$$

ПРИМЕР 1. Параметрическое число кривой второго порядка $m=2$ (например, коники): $P = \frac{2(2+3)}{2} = 5$, то есть, чтобы на плоскости выделить конику, нужно задать пять параметров.

В общем случае параметрическое число алгебраической поверхности m -го порядка:

$$P = \frac{1}{n!} \left[\prod_{i=1}^n (m+i) \right] - 1, \quad (9)$$

где n – размерность объемлющего пространства; m – порядок поверхности.

ПРИМЕР 2. Поверхность второго порядка $m=2$ в трехмерном пространстве $n=3$ имеет следующее параметрическое число:

$$P = \frac{(2+1)(2+2)(2+3)}{1 \cdot 2 \cdot 3} - 1 = \frac{3 \cdot 4 \cdot 5}{2 \cdot 3} - 1 = 9.$$

В приведенных выше примерах каждый коэффициент эквивалентен заданию одного условия. Поэтому говорят, что кривая второго порядка, будучи пятипараметрической, однозначно определяется заданием пяти точек, а поверхность второго порядка – заданием девяти точек.

1.7. ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

При решении любой задачи важнейшим значением является задание необходимого и достаточного числа условий (параметров), которое необходимо при корректной постановке задачи. Если задача поставлена корректно, то у нее конечное число решений. Мы будем рассматривать только геометрические задачи, хотя в общем случае эту методику можно использовать при решении любых задач (экономических, технологических, экологических и т. д.).

На интуитивном уровне мы иногда понимаем, что задача составлена некорректно, то есть условий для выделения конечного числа решений недостаточно. Иногда встречаются такие задачи, где условий слишком много, то есть если убрать одно условие, то задача будет иметь конечное число решений. О таких задачах говорят, что условие поставлено слишком «жестко». Разрешить эти сомнения позволяет подсчет параметров. Рассмотрим конкретные задачи начертательной геометрии, начиная с самых простых.

ПРИМЕР 1. В плоскости xOy построить окружность, касающуюся оси x и имеющую центр на прямой a (рис. 19).

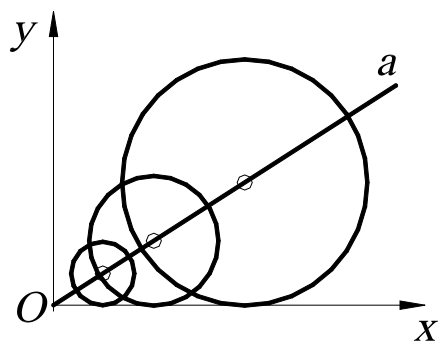


Рис. 19.

Условие задачи «неоднозначно», так как таких окружностей будет столько, сколько точек на прямой, то есть ∞^1 . Действительно, параметрическое число окружности в пространстве E_2 равно трем (два параметра тратится на центр и один на радиус), а в задаче – только два условия (условие касания и принадлежность центра прямой). Поэтому необходимо задать еще одно условие, чтобы выделить конечное число решений, например, фиксированную точку на прямой – центр окружности или радиус окружности.

ПРИМЕР 2. Через точку B провести прямую, параллельную плоскостям α и β и пересекающую горизонтальную плоскость H в точке A (рис. 20).

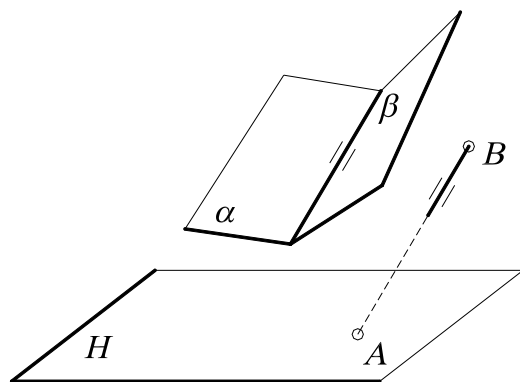


Рис. 20.

Условие задачи поставлено некорректно, «перезадано», так как параметрическое число прямой в пространстве E_3 равно четырем, а в задаче связывается пять условий (условие прохождения через точку связывает два параметра – $2+2$, так как две точки – A и B ; условие параллельности линии пересечения двух плоскостей – один). Действительно, если одну из точек переместить, то задача не будет иметь решения.

ПРИМЕР 3.

1. Через точку A провести прямую, пересекающую две скрещивающиеся прямые a и b .

Известно, что прямых в 3 -пространстве четырехпараметрическое множество. Поэтому для того, чтобы построить эту прямую, необходимо «связать» четыре параметра. Условие прохождения прямых через фиксированную точку связывает у последней два параметра. В самом деле, возьмем произвольную (фиксированную) точку и установим взаимно однозначное соответствие (биекцию) между прямыми связки и точками плоскости (каждой точке плоскости соответствует единственная прямая связки, и наоборот). Точек на плоскости ∞^2 , поэтому и множество прямых связки составляет дву-

параметрическое множество - ∞^2 (или по формуле $P=(n-m)(m-r)=(3-1)(1-0)=2$). Очевидно, что связали два параметра $D=4-2=2$, что соответствует формуле $D=(n-m)(r+1)=(3-1)(0+1)=2$.

В случае прохождения прямых через две скрещивающиеся прямые (в данной задаче две прямые) связывает еще два параметра, так как в пучке прямых, пересекающих прямую b , – ∞^1 , но и на прямой a точек также ∞^1 . Поэтому мы выделяем двупараметрическое множество прямых: $\infty^1 \cdot \infty^1 = \infty^{1+1} = \infty^2$, то есть конгруэнцию. Таким образом, связали все четыре параметра: $D=4-2-2=0$. Задача поставлена корректно.

2. Если условие задачи изменить на следующее: построить прямую, проходящую через точку A и пересекающую три скрещивающиеся прямые.

В данной задаче число условий (как говорят) перезадано для выделения конечного числа решений. Условие прохождения через прямую связывает один параметр, так как в связке прямых ∞^2 , а точек на прямой ∞^1 , поэтому мы выделяем трехпараметрическое множество прямых $\infty^2 \cdot \infty^1 = \infty^3$, то есть линейный комплекс. Комплекс определяется заданием всех прямых, проходящих через фиксированную прямую.

Прямых в 3-пространстве, как известно, ∞^4 , то есть связали один параметр $D=4-3=1$. Условие прохождения всех прямых через две фиксированные прямые, как было сказано выше, «связывает» два параметра. Таким образом, условие прохождения прямых через три скрещивающиеся «связывает» три параметра. Следовательно, $D=4-3=1$, то есть выделили однопараметрическое множество прямых, которое называется *линейчатой поверхностью*, или *регулюс*. Поэтому условие задачи поставлено некорректно, так как нет конечного числа решений. Однако на примере этой задачи показано, как выделяется линейчатая поверхность.

2. СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Координатами (от лат. *co* – приставка, означающая совместность, и *ordinatus* – упорядоченный, определённый) называют величины, заданием которых определяется положение точки на прямой, плоскости, поверхности или в пространстве.

2.1. ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ДЕКАРТОВЫ КООРДИНАТЫ

Для одномерного случая хорошей иллюстрацией координат является термометр. Некоторой точке ставится в соответствие число 0 , задаётся единица измерения, определяющая точки $1, 2, 3...$ - положительные значения координат, которые располагаются на равных расстояниях друг от друга и с одной стороны от точки 0 . Отрицательные целые числа $-1, -2, -3...$ определяются симметрично с противоположной стороны от положительных чисел, а дробные вставляются между ними. Произвольной точке A ставится в соответствие одно из этих чисел.

В двумерном случае положение точки на плоскости может быть определено её расстоянием до двух фиксированных перпендикулярных прямых – *осей*. Эти понятия встречаются уже у Архимеда Сиракузского (его знаменитая фраза «дайте мне точку опоры, и я переверну весь мир» говорит об этом) и Аполлония Пергского, живших более двух тысяч лет назад, и даже у древних египтян.

Впервые идея о прямоугольных координатах (рис. 21, а) была систематизирована французами Пьером Ферма (1601 – 1665) и Рене Декартом (1596 – 1650). Однако в их формулировках расстояния могли быть только положительными. Значительную роль в математике сыграла важная идея, которая принадлежала сэру Исааку Ньютону (1642 – 1727), о том,

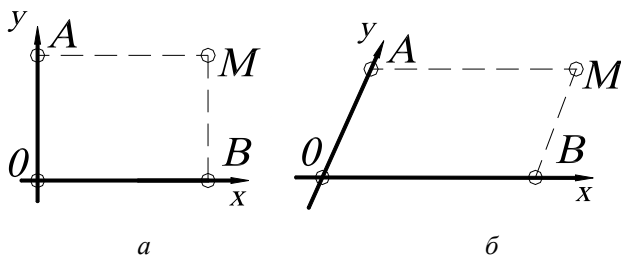


Рис. 21.

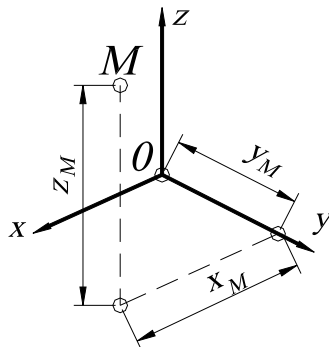


Рис. 22.

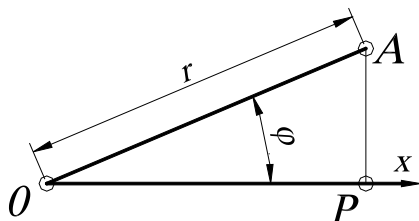


Рис. 23.

что эти расстояния можно считать и отрицательными, Г. В. Лейбниц (1646 – 1716) первым назвал эти расстояния «координатами».

Для некоторых целей можно использовать неперпендикулярные оси, расстояния от точки O представляют собой параллелограмм (рис.21, б). Отрезки $AM = OB = x$ – абсцисса; $BM = OA = y$ – ордината точки M от двух осей координат Ox и Oy . Ось x выражается уравнением $y = 0$, так как

каждая точка оси x удовлетворяет этому уравнению. По аналогии для оси y : $x = 0$.

Систему координат в пространстве определяют три взаимно перпендикулярные плоскости, которые в своём пересечении дают три взаимно перпендикулярные оси x , y , z (z_M – аппликата) (рис. 22). Точка O во всех случаях называется началом координат.

2.2. ПОЛЯРНЫЕ КООРДИНАТЫ ТОЧКИ НА ПЛОСКОСТИ

Полярные координаты на плоскости есть расстояние

$OA = r$ от фиксированной точки O (полюса) и угол $POA = \varphi$ между прямой OA и полярной осью OP , где r – радиус-вектор, φ – полярный угол (рис. 23).

Ось OP можно отождествить с осью x прямоугольных декартовых координат. Тогда точка A имеет две координаты $(r; \varphi)$. Иногда можно использовать и отрицательные значения r , считая, что точка $(r; \varphi)$ совпадает с точкой $(-r; \varphi + 180^\circ)$.

Если даны декартовы координаты, то можно перейти к полярным координатам, используя тригонометрические функции, а именно: координаты точек

$$x = r \cos \varphi, y = r \sin \varphi.$$

Полярные координаты особенно удобны для описания тех движений и преобразований подобия (центральная симметрия, симметрия относительно прямой, гомотетия и т. д.), которые имеют неподвижную точку. Начало координат в этом случае выбирают именно в этой точке. В пространстве аналогом полярных координат служат цилиндрические и сферические координаты.

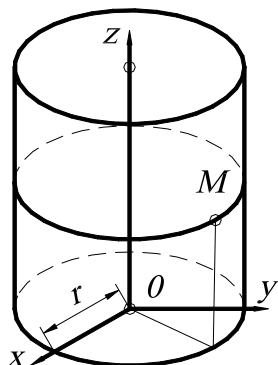


Рис. 24.

2.3. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ

Цилиндрические координаты точки M есть числа r , φ , z (рис. 24), связанные с декартовыми координатами x , y , z следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} x &= r \cos \varphi; \\ y &= r \sin \varphi; \\ z &= z. \end{aligned}$$

2.4. СФЕРИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ

Сферические координаты точки M есть три числа r, φ, θ , связанные с декартовыми координатами следующими уравнениями:

$$x = r \cos \varphi \cos \theta;$$

$$y = r \sin \varphi \cos \theta;$$

$$z = r \sin \theta,$$

где r – радиус-вектор, равный OM (рис. 25);

φ – угол между положительным направлением оси Ox и горизонтальной проекцией радиус-вектора OM на плоскость xOy , взятый против часовой стрелки;

θ – угол между радиус-вектором OM и горизонтальной проекцией его на плоскость xOy ;

Угол $90^\circ - \theta = \sigma$ называется зенитным углом. Сферические координаты применяются для определения географических координат на земной поверхности.

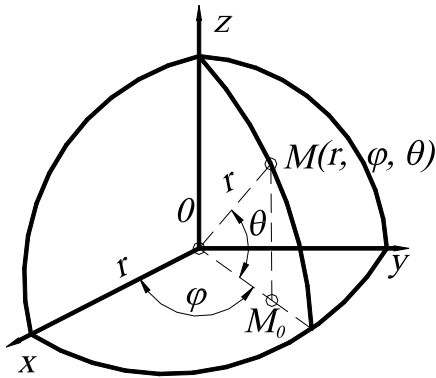


Рис. 25.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что такое независимые параметры?
2. Привести примеры одно-, двух-, трёх-, четырёхпараметрических многообразий.
3. Проверьте правильность следующих утверждений: 1) прямую в пространстве можно задать: а) точкой и параллельной ей прямой; б) точкой и парой пересекающихся прямых; 2) плоскость: а) тройкой точек; б) точкой и прямой; в) парой пересекающихся прямых; 3) сферу: а) центром и точкой; б) центром и касательной плоскостью; в) четвёркой некомпланарных точек; г) диаметром; 4) цилиндром вращения: а) осью и образующей; б) тройкой некомпланарных образующих.
4. Проверить корректность постановки следующей задачи. В пространстве даны плоскость ω и точки O_1 и O_2 . Построить в плоскости ω точки A_1 и A_2 на расстоянии r_1 от O_1 и на расстоянии r_2 от O_2 .
5. Определить размерность пересечения геометрических многообразий в различных пространствах: пересечение двух прямых в плоскости (пространстве), пересечение двух плоскостей в трёх- и четырёхмерном пространствах.

Глава 2 КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

1. ЗАПУСК СИСТЕМЫ *AutoCAD*

Запуск *AutoCAD* осуществляется так же, как и любого другого приложения в **Windows**: при помощи ярлыка, размещённого на рабочем столе, или посредством меню (на панели задач щёлкнуть на кнопке **Start** (Пуск), выбрать пункт **Programs** (Программы) и затем из выпавшего меню – **AutoCAD 2005**).

После запуска *AutoCAD*, в зависимости от его настройки выводится диалоговое окно **Startup** (Начало работы) (рис. 26) или рабочее окно *AutoCAD* (рис. 27).



Рис. 26

В диалоговом окне **Startup** (Начало работы) предоставляют пользователю 4 кнопки:

1.  **Open a Drawing** (Открытие чертежа) для открытия ранее созданного чертежа.

2.  **Start from Scratch** (Без шаблона), то есть начать чертёж без предварительной настройки. При этом пользователю предлагается установить только единицы измерения – британские (футы и дюймы) или метрические.

3.  **Use a Template** (Использовать шаблон).

При этом *AutoCAD* выводит список имеющихся шаблонов. Кроме этого пользователь может создать свои шаблоны с нужными ему настройками, например основную надпись и рамку формата.

4.  **Use a Wizard** (Вызов Мастера) для выполнения предварительной настройки. Мастер позволяет последовательно выполнить полную установку параметров рабочей среды *AutoCAD*: установить единицы измерения длины (**Units**); единицы измерения углов (**Angle**); задать начало отсчёта угла (**Angle Measure**); положительное направление отсчёта угла (**Angle Direction**); определить границы области рисунка (**Area**).

Диалоговое окно **Startup** (Начало работы) вызывается при каждой загрузке сеанса *AutoCAD* только один раз. В дальнейшем для создания рисунков в запущенном сеансе *AutoCAD* вызывается диалоговое окно **Create New Drawing** (Создание нового рисунка). Если после загрузки *AutoCAD* сразу открывается рабочее окно, то вышеописанные настройки можно выполнить при помощи команд **UNITS** и **LIMITS** (пункт меню **Format**). Для открытия диалогового окна при запуске *AutoCAD* необходимо предварительно настроить, войдя в меню **Format** (Формат), выбрать вкладку **System** (Система) и в раскрывающемся списке **Startup** назначить пункт **Show traditional startup dialog**, что соответствует выбору традиционного диалогового окна.

2. ВИД РАБОЧЕГО ОКНА *AutoCAD*

Рабочее окно системы *AutoCAD* содержит типичные для программ, работающих в Windows, элементы (панели инструментов, строка меню, линейки прокрутки). Кроме этого в рабочем окне располагаются две основные области *AutoCAD* – зона чертежа и командная строка, в которых происходит основной диалог пользователя с системой (см. рис. 27).

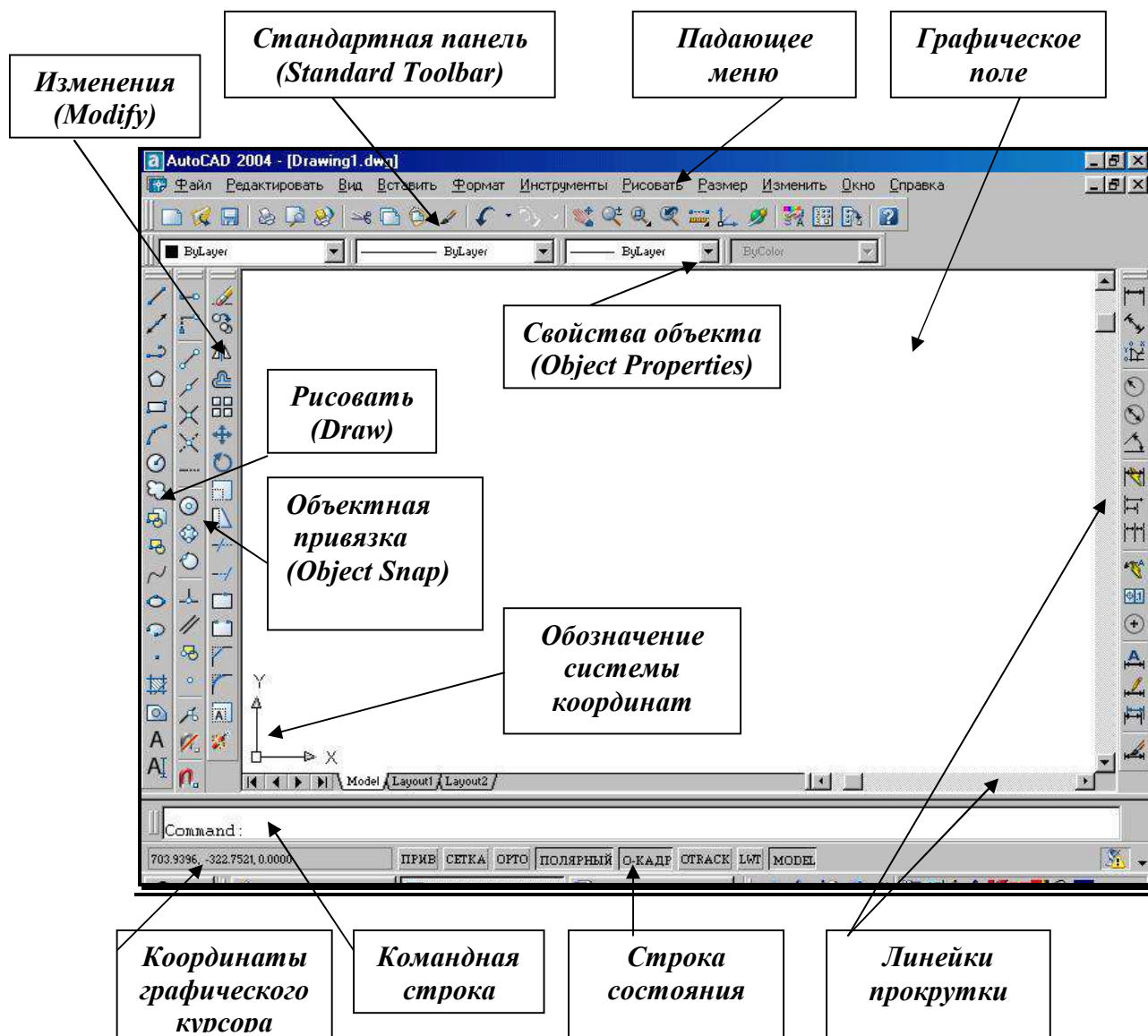


Рис. 27.

3. ПАДАЮЩЕЕ МЕНЮ

Падающее меню (рис. 28) содержит названия меню, в которых по функциональному признаку сгруппированы часто используемые команды *AutoCAD*. Команды в меню могут располагаться на нескольких уровнях (отличительный признак – «стрелка-треугольник» в конце строки с именем команды). Если за именем команды идёт многоточие, то это означает, что параметры команды определяются в диалоговом окне.

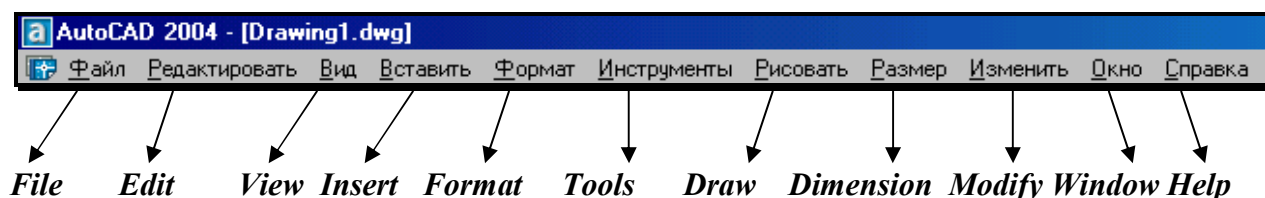


Рис. 28.

Строка падающих меню содержит следующие пункты:

- **File** (Файл) – меню работы с файлами: открытие, сохранение, печать, экспорт файлов в другие форматы и т. д.;
- **Edit** (Правка) – меню редактирования частей графического поля Рабочего стола Windows;
- **View** (Вид) – команды управления изображением на экране монитора, установки точки зрения, удаления невидимых линий, закраски, тонирования, позволяет устанавливать необходимые панели инструментов;
- **Insert** (Вставка) – осуществляет вставку блоков, внешних объектов, объектов других приложений;
- **Format** (Формат) – обеспечивает работу со слоями, цветом, типами линий, управление стилем текста, размеров, видом маркера точки, стилем мультилинии; установку единиц измерения, границ чертежа;
- **Tools** (Сервис) – содержит средства управления системой, экраном пользователя, включает установку параметров черчения и привязок с помощью диалоговых окон; обеспечивает работу с пользовательской системой координат;
- **Draw** (Рисование) – содержит команды рисования;
- **Dimension** (Размеры) – включает команды простановки размеров и управления параметрами размеров;
- **Modify** (Редактирование) – включает команды редактирования элементов чертежа;
- **Window** (Окно) – содержит средства управления окнами при работе в многооконном режиме;
- **Help** (Справка) – содержит средства справочной системы *AutoCAD*.

4. СТРОКА СОСТОЯНИЯ

Строка состояния (рис. 29) находится в нижней части экрана, под командной строкой и содержит следующие кнопки.

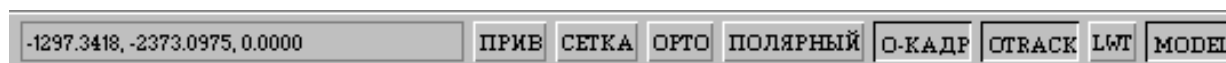


Рис. 29.

- **SNAP** (ПРИВ) – Шаговая привязка (*Snap Mode*) – включение и выключение дискретного перемещения курсора с заданным шагом (F9);
- **GRID** (СЕТКА) – Отображение сетки (*Grid Display*) – включение и выключение сетки (F7);
- **ORTHO** (ОРТО) – Режим «ОРТО» (*Ortho Mode*) – включение и выключение ортогонального режима, параллельного осям *x* и *y* (F8);
- **POLAR** (ПОЛЯРНЫЙ) – Полярное отслеживание (*Polar Tracking*) – включение и выключение режима полярного отслеживания (F10);

- **OSNAP** (О-КАДР) – Объектная привязка (*Object Snap*) - включение и выключение режимов объектной привязки (**F3**);
- **OTRACK** (ОТС – ПРИВ) – Отслеживание при объектной привязке (*Object Snap Tracking*) - включение и выключение режима отслеживания при объектной привязке (**F11**);
- **LWT** (BEC) – Отображение линий в соответствии с весами (*Show/Hide Lineweight*) – включение и выключение режима отображения линий в соответствии с их толщиной;
- **MODEL/PAPER** (МОДЕЛЬ/ЛИСТ) – Пространство модели или пространство листа (*Model or Paper space*) – переключение из пространства модели в пространство листа.

5. ВВОД КОМАНД

Вводить команды в *AutoCAD* можно с клавиатуры, из разнообразных меню или с панелей инструментов. Для ввода команды с клавиатуры необходимо напечатать имя команды в командной строке и нажать клавишу ENTER или SPACE. Ввод команд из меню представляется более удобным и наглядным. Чтобы ввести команду, необходимо выбрать нужную команду из списка меню или панели инструментов и нажать левую кнопку мыши. Для повторения последней команды достаточно нажать клавишу ENTER или SPACE. Выполнение команды можно прервать на любой стадии диалога, нажав клавишу ESC.

6. ПАНЕЛИ ИНСТРУМЕНТОВ

Панели инструментов являются частью интерфейса *AutoCAD*. Они состоят из кнопок (пиктограмм), предназначенных для быстрого ввода наиболее часто используемых команд. При загрузке *AutoCAD* по умолчанию выводятся четыре панели: 1) *Standard Toolbar* (Стандартная панель инструментов); 2) *Object Properties* (Свойства объектов); 3) *Draw* (Рисовать); 4) *Modify* (Изменить).

Остальные панели инструментов можно вывести на экран через меню *View* (Вид)→*Toolbars* (Панели). Удобно выбирать требующуюся панель инструментов нажатием правой кнопки мыши, находящейся на любой пиктограмме панелей инструментов. Далее рассматриваются наиболее часто используемые панели инструментов.

7. СТАНДАРТНАЯ ПАНЕЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ

(*Standard Toolbar*)



– *New* (Новый) – создание нового чертежа;



– *Open* (Открыть) – загрузка существующего файла;



– *Save* (Сохранить) – сохранение текущего файла;



– *Print Preview* (Предварительный просмотр) – предварительный просмотр чертежа перед выводом на печать;



– **Plot** (Печать) – вывод чертежа на плоттер или принтер;



– **Find and Replace** (Поиск и замена) – поиск, замена, выбор и показ крупным планом текста на рисунке;



– **Cut to Clipboard** (Вырезать) – копирование объектов в буфер обмена с удалением их из рисунка.



– **Copy to Clipboard** (Копировать) – копирование выбранных элементов чертежа в буфер Windows;



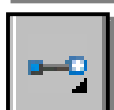
– **Paste from Clipboard** (Вставить) – вставка данных из буфера Windows;



– **Undo** (Отменить) – отмена действия последней команды;



– **Redo** (Повторить) – восстановление только что отменённого действия;



– Подменю **Object Snap** (Объектная привязка) – раскрывающийся набор инструментов для выбора объектной привязки;



– Подменю **UCS** (ПСК) – раскрывающийся набор инструментов для определения новой пользовательской системы координат;



– Подменю **Zoom** (Зумирование) – раскрывающийся набор инструментов для задания различных способов увеличения и уменьшения видимого размера объектов на текущем видовом экране;



– **Zoom Previous** (Показать Предыдущий) – возврат к показу предыдущего вида;



– **Pan Realtime** (Панорамирование в реальном времени) – перемещение изображения на текущем видовом экране в режиме реального времени;



– **Zoom Realtime** (Зумирование в реальном времени) – увеличение или уменьшение видимого размера объекта на текущем видовом экране;



– Подменю **Inquiry** (Сведения) – раскрывающийся список инструментов:

- - **Distance** (Расстояние) – определение расстояния и угла между точками;
- - **Locate Point** (Координаты) – определение координат указанной точки;
- - **Area** (Площадь) – вычисление площади и периметра объекта;
- - **Mass Properties** (Масса) – вычисление массоинерционных характеристик;
- - **List** (Список) – вывод информации о примитиве;



- **Display Viewports Dialog** (Диалоговое окно видовых экранов) – вызов диалогового окна **Viewports** (Видовые экраны);



- **Named Views** (Именованные виды) – вызов диалогового окна для работы с видами и выбора аксонометрических проекций;



- **3D Orbit** (3М Орбита) – интерактивный просмотр объектов в трёхмерном пространстве; позволяет, изменяя направление взгляда на модель, рассмотреть её с любой точки зрения;



- **Properties** (Свойства) – вызов окна для управления свойствами выбранных объектов.

8. ПАНЕЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ *Object Properties* (*Свойства объекта*)

Панель инструментов **Object Properties** (рис.30) облегчает работу со слоями и типами линий и размещается сверху от рабочей зоны чертежа.

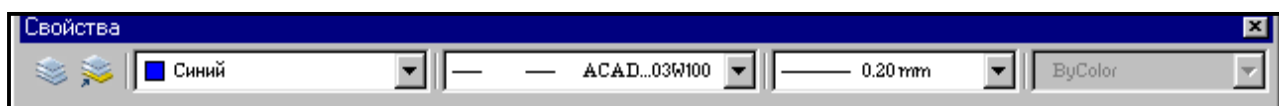


Рис. 30.

Построенные объекты всегда размещаются на определённом слое. Слой – это средство для группировки данных, подобное наложению друг на друга прозрачных калек с фрагментами чертежа («слоёный пирог»). Слои могут быть использованы по умолчанию, а также заданы и именованы пользователем (имя слоя может содержать до 255 символов). Слой может отображаться на экране монитора отдельно или в комбинации с другими слоями, он может быть включён, выключен или заблокирован для редактирования. С каждым слоем связаны определённый цвет, тип и вес (толщина) линии, стиль печати.



- **Layers** (Слои) – вызов диалогового окна установки параметров слоёв **Layer Properties Manager** (Диспетчер Свойств Слоя), также может загружаться из падающего меню **Format** (Формат)→**Layer...**(Слой).



- **Make Object's Layers Current** (Сделать слой объекта текущим) – установка текущего слоя в соответствии со слоем выбранного объекта.

При создании нового рисунка автоматически создаётся слой с именем **0**. Слой **0** не может быть удалён или переименован. С помощью кнопки **New** (Новый) диалогового окна **Layer Properties Manager** (Диспетчер Свойств Слоя) создается новый слой (рис. 31), в котором можно задать другой цвет объекта, тип линии и вес (толщину) линии. После щелчка мышью по этой кнопке в списке слоёв появляется новый слой с временным именем.

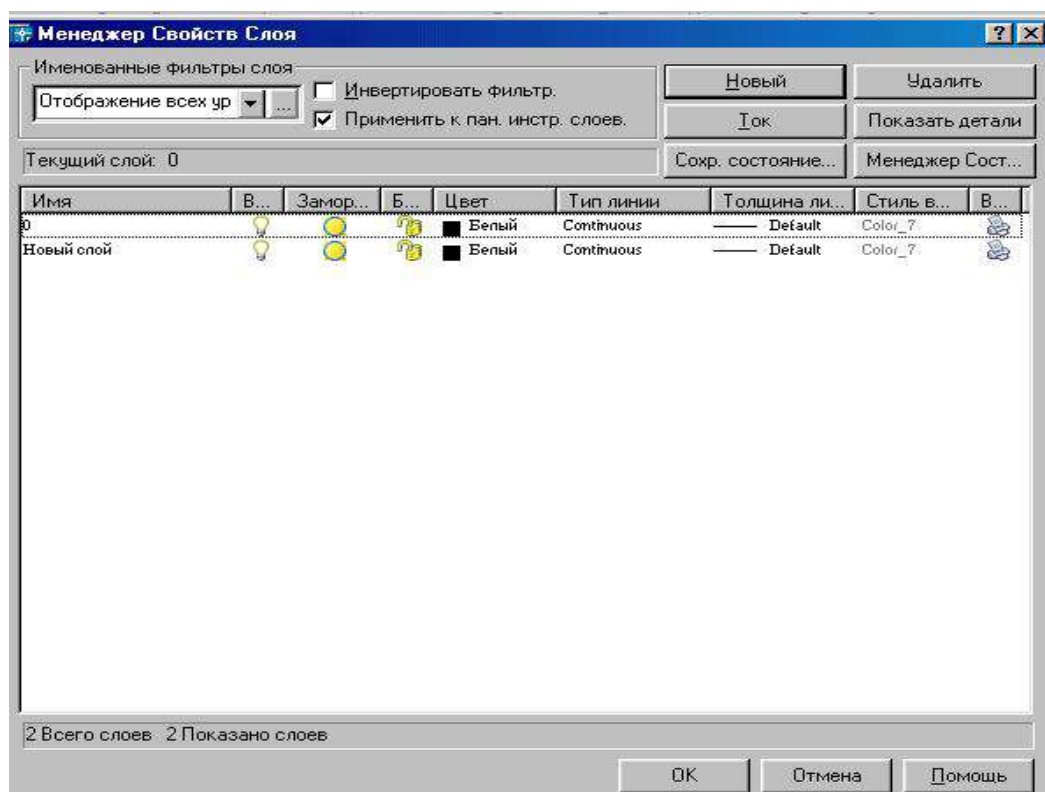


Рис. 31.

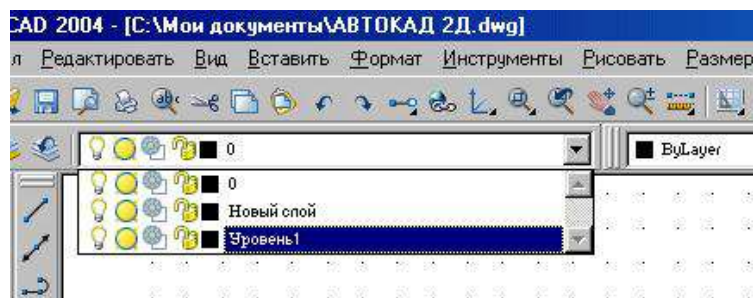


Рис. 32.

Все новые слои именуются в порядке их создания. Чтобы присвоить слою другое имя, необходимо набрать его с клавиатуры в поле временного имени и нажать Enter. Для переименования имеющегося слоя необходимо войти в поле имени слоя двойным щелчком мыши. Для того, чтобы сделать слой текущим, необходимо либо установить курсор мыши на нужный слой и щелкнуть мышью по кнопке **Current** (Текущий), либо выбрать его из раскрывающегося списка управления слоями в строке свойств объектов (рис. 32).

Управление видимостью слоя.

AutoCAD не отображает на экране объекты, расположенные на невидимых слоях, и не выводит их на плоттер. Если при работе с деталями рисунка на одном или на нескольких слоях рисунок слишком загромождён, допускается отключить или заморозить неиспользуемые слои.

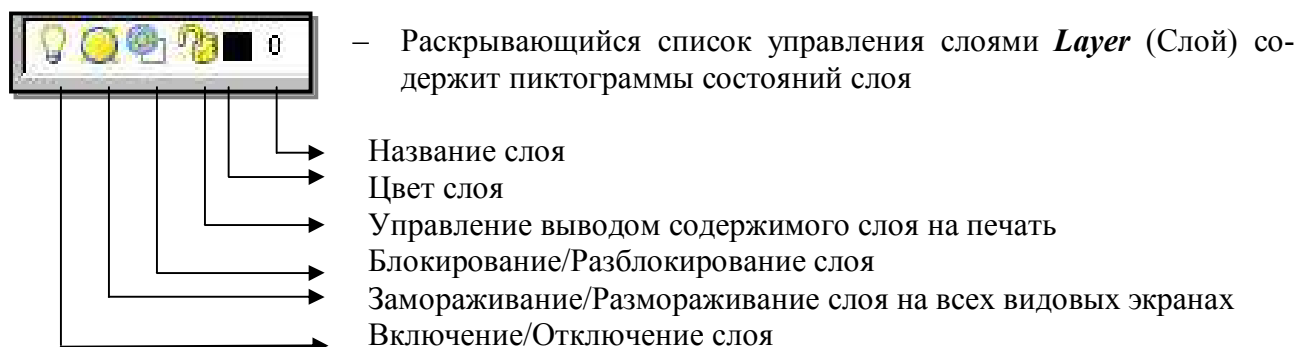
Для запрещения вывода на печать объектов определённых слоёв, например слоёв для вспомогательных линий, можно оставить эти слои видимыми, но отключить их вывод на печать.

Выбор способа отключения видимости слоёв зависит от характера использования слоёв и от сложности рисунка. Замораживание слоёв лучше осуществлять в тех случаях, когда видимость слоя можно отключить на длительное время. В тех случаях, когда требуется частое изменение видимости слоёв, лучше использовать отключение слоёв, а не

замораживание. На печать могут выводиться только объекты включенных и размороженных слоёв. Видимый слой печатается, если не отключен его вывод на печать.

Редактировать объекты на заблокированных слоях нельзя. Однако они остаются видимыми, если слой включен и разморожен. Можно установить заблокированный слой текущим и создавать на нем объекты.

Для управления слоями используются следующие пиктограммы, которые активизируются при помощи щелчка мышью на соответствующей пиктограмме.



Выполнить упражнение № 1.

	Создать слой ШТРИХОВЫЕ ЛИНИИ	№ 1
	LAYER (Слои) Падающее меню FORMAT (Формат) → LAYER (Слои) В диалоговом окне <i>Layer Properties Manager</i> (Менеджер свойств слоя) выбрать кнопку New (Новый) и в появившемся поле нового слоя ввести имя ШТРИХОВЫЕ ЛИНИИ. В области <i>Line type</i> (Тип линии) выбрать (щелчком мыши) Continuous. В диалоговом окне <i>Select Line type</i> (Выбор типа линии) выбрать кнопку Load... (Загрузить). В диалоговом окне <i>Load or Line type</i> (Загрузка или Перезагрузка типов линий) выбрать <i>Hidden 2</i> В диалоговом окне <i>Layer Properties Manager</i> (Менеджер свойств слоя) установить <i>Hidden 2</i>. В области <i>Lineweight</i> (Толщина линии) выбрать (щелчком мыши) <i>Default</i>. В диалоговом окне <i>Lineweight</i> выбрать 0,35. В области <i>Color</i> (Цвет линии) выбрать (щелчком мыши) <i>White</i> (Белый). В диалоговом окне <i>Select Color</i> (Выбор цвета) выбрать <i>Blue</i> (Синий)	

9. ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИМИТИВЫ

Примитив – это заранее определённый основной геометрический элемент, при помощи которого строятся более сложные модели. Система **AutoCAD** использует обширный набор

примитивов: точки, отрезки, круги, дуги, полилинии (непрерывная последовательность отрезков и дуг), мультилинии (ломаная линия, сегменты которой состоят из нескольких параллельных отрезков), сплайны (гладкая кривая, проходящая через заданный набор точек), тексты, блоки (именованный объект, сформированный из нескольких примитивов), эллипсы, многоугольники, фигуры (часть плоскости, ограниченная тремя или четырьмя отрезками) и т. д. Общими свойствами, которыми обладают все примитивы, являются принадлежность к слою, цвет и тип линии. Многие примитивы обладают также толщиной. Отдельные примитивы (текст, блок) имеют специальные свойства (угол наклона, точка вставки и др.).

10. ВВОД КООРДИНАТ ТОЧКИ

Ввод координат в **AutoCAD** осуществляется двумя способами:

1. Непосредственно с клавиатуры, путём задания численных значений в командной строке.
2. При помощи графического курсора, который перемещается по экрану мышью или клавишами управления курсором. Ввод координаты осуществляется щелчком левой кнопки мыши.

При этом в строке состояния, расположенной в нижней части Рабочего стола, происходит отображение текущих значений координат. Для удобства ввода координат можно использовать следующие режимы, которые устанавливаются в строке состояния:

- **ORTHO** (Орто) – режим, когда изменение происходит только по осям x или y .
- **SNAP** (Шаговая привязка) – привязка к узлам невидимой сетки, определённой с некоторым шагом по x и y .

КООРДИНАТЫ ТОЧКИ В ДВУМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В двумерном пространстве точка определяется в плоскости xOy , которая называется плоскостью построений. Точка может быть задана *абсолютными* и *относительными координатами*. Ввод значений *абсолютных координат* в системе **AutoCAD** может осуществляться в следующих форматах:

- *Прямоугольные (декартовы) координаты: ...point: x,y.*

В случае использования такого формата необходимо на запрос системы о местоположении точки ввести с клавиатуры численное значение координаты x , затем через запятую – значение координаты y , а также направление (+ или -).

- *Полярные координаты: ...point: $\rho<\phi$,*

где ρ - длина вектора (расстояние), соединяющего точку с началом координат,

ϕ - угол наклона этого вектора относительно предыдущей точки ($<$ - специальный символ, знак «меньше»). За положительное направление изменения угла принято вращение против часовой стрелки от положительного направления оси x .

Относительные координаты не ссылаются на точку начала системы отсчёта. *Относительные координаты* – это смещение по осям x и y от предыдущей введённой точки.

- *Прямоугольные координаты: ...point: @ $\Delta x,\Delta y$.*

Для ввода относительных прямоугольных координат точек необходимо сначала ввести специальный символ @, который вводится нажатием комбинации клавиш **SHIFT+2**, а затем приращение по оси абсцисс x , запятую и приращение по оси ординат y .

- *Полярные координаты: ...point: @ $\rho<\phi$.*

В системе **AutoCAD** допускается использовать *прямую запись расстояния*, что особенно удобно для быстрого ввода длины линии. Для ввода координат точки, отстоящей на заданное расстояние и в заданном направлении, необходимо вначале переместить графический курсор в желаемом направлении, а затем напечатать в командной строке требуемое расстояние: **point: 85**.

(Рисовать)

Панель инструментов **Draw** (рис. 33) содержит кнопки для вызова команд вычерчивания, наиболее часто используемых графических примитивов.



Рис. 33.

Панель инструментов **Draw** (Рисовать), показанная на рис. 33, содержит кнопки (пиктограммы) для вызова команд вычерчивания наиболее часто используемых графических примитивов. Для ввода команды достаточно щелкнуть мышью по этой кнопке. Панель инструментов разделена на следующие группы:

- команды для вычерчивания отрезков прямых линий различного типа и специальных линий;
- команды для вычерчивания линий, содержащих прямолинейные и дуговые сегменты, а также прямоугольников и правильных многоугольников;
- команды для вычерчивания рациональных В-сплайнов, окружностей, эллипсов и их дуг;
- команды создания блоков и точек;
- команды нанесения штриховок и создание замкнутых контуров и областей;
- команды нанесения текстов.

12. ПОСТРОЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ

Графические примитивы создаются командами рисования, которые вызываются из падающего меню **Draw** (Рисовать) или панели инструментов **Draw** (Рисовать). Необходимо отметить, что одни и те же элементы чертежа могут быть получены с помощью различных команд.

При построении чертежей требуется их редактирование. *Прежде чем редактировать объекты чертежа, необходимо выбрать, то есть указать системе набор примитивов, с которыми предполагается дальнейшая работа. Выбранные примитивы изображаются на экране монитора пунктирными линиями, что служит визуальным подтверждением их выбора.*

Здесь разрешены следующие способы выбора объектов: указание объекта «прицелом» графического курсора; выбор с помощью предполагаемой рамки (для этого графический курсор устанавливают над частью чертежа, нажимают левую кнопку мыши и «растягивают» рамку по диагонали, указывая вторым щелчком мыши размер рамки). Если диагональ рамки определяется слева направо, то выбираются объекты, полностью разместившиеся в окне выбора. Если же диагональ рамки определяется справа налево, то выбираются объекты не только полностью разместившиеся в окне рамки, но и пересекающие рамку.

Иногда невозможно выбрать объекты без случайного указания другого близлежащего объекта. В этом случае нужно указать примитив «прицелом» курсора и щелкнуть левой кнопкой мыши при нажатой клавише *Shift*. Для удаления объектов необходимо выбрать объект и нажать клавишу *Delete*.

12.1. ТОЧКА



Команда **Point** (Точка) – формирование точки, вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Point** (Точка) или щелчком мыши по пиктограмме **Point** (Точка) панели инструментов **Draw** (Рисовать). Точка определяется указанием её координат или указанием курсора.



Рис. 34.

Форма точки задается с помощью системной переменной PDMODE, а её размер – с помощью переменной PDSIZE. Значения этих переменных пользователь устанавливает в диалоговом окне **Point Style** (Стиль точки), которое вызывается из падающего меню **Format** (Формат) → **Point Style** (Стиль точки) (рис. 34). В этом диалоговом окне показано 16 образцов значков. Для выбора любого из них нужно щелкнуть мышью на любом из них.

Размер маркера точки может определяться в процентах от размера экрана монитора или в абсолютных единицах. Чтобы настроить размер точки, необходимо выбрать один из переключателей и вписать с клавиатуры нужное значение размера точки.

12.2. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ

Линии в **AutoCAD** являются базовым примитивом и могут быть различных видов: одиночные отрезки, ломаные (с сопряжениями дугами и без них), пучки параллельных линий (мультилинии), сплайны, а также эскизные линии.

12.2.1. ОТРЕЗОК



Команда **Line** (Отрезок) – формирование отрезка – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Line** (Отрезок) или щелчком мыши по пиктограмме **Line** (Отрезок) панели инструментов **Draw** (Рисовать).

Отрезки могут быть одиночными или объединёнными в ломаную линию. *При этом каждый отрезок ломаной линии является отдельным примитивом*; если же необходимо, чтобы набор линейных сегментов был единым объектом (областью), лучше применять полилинии.

При построении непрерывной ломаной линии конец предыдущего звена ломаной является началом следующего. Завершение построения ломаной линии осуществляется после нажатия клавиши **Enter** (условное обозначение – ↵). Если же ломаная линия является замкнутой, то в командной строке нужно с клавиатуры набрать слово **Close** (Заккрыть) или начальную букву этого слова **C**.

Выполнить упражнения № 2, 3, 4 (см. «Ввод координат точки»).

Построить многоугольник, задавая точки в абсолютных координатах № 2



Line

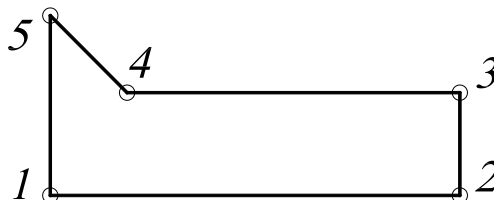
Падающее меню **Draw → Line**

Line Specify first point: 20, 20 точка 1↵
 Specify next point or [Undo]: 100, 20 точка 2↵
 Specify next point or [Undo]: 100, 40 точка 3↵
 Specify next point or [Close/ Undo]: 35, 40 точка 4↵
 Specify next point or [Close/ Undo]: 20, 55 точка 5↵
 Specify next point or [Close/ Undo]: Close замкнуть ↵



Undo

Отмена
последнего
действия



**Построить многоугольник,
задавая точки в относительных координатах № 3**

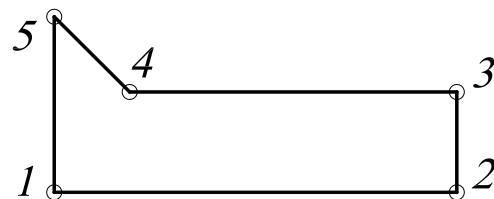


Line

Падающее меню **Draw → Line**

Line Specify first point: 20, 20 точка 1↵
 Specify next point or [Undo]: @ 80, 0 точка 2↵
 Specify next point or [Undo]: @ 0, 20 точка 3↵
 Specify next point or [Close/ Undo]: @ -65, 0 точка 4↵
 Specify next point or [Close/ Undo]: @ -15, 15 точка 5↵
 Specify next point or [Close/ Undo]: C замкнуть

@ -
комбинация
клавиш
Shift + 2



**Построить многоугольник,
задавая точки в полярных координатах**

№ 4

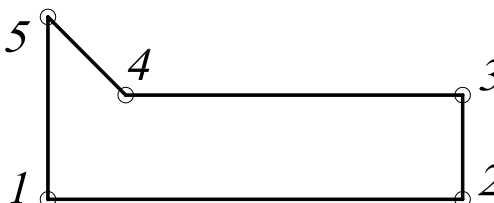


Line

Падающее меню **Draw → Line**

Line Specify first point: 20, 20 точка 1↵
 Specify next point or [Undo]: @ 80 < 0 точка 2↵
 Specify next point or [Undo]: @ 20 < 90 точка 3↵
 Specify next point or [Close/ Undo]: @ 65 < 180 точка 4↵
 Specify next point or [Close/ Undo]: @ 21 < 135 точка 5↵
 Specify next point or [Close/ Undo]: C замкнуть

@ -
комбинация
клавиш
Shift + 2



12.2.2. ПРЯМАЯ И ЛУЧ

В *AutoCAD* допускается построение линий, не имеющих конца в одном или в обоих направлениях. Такие линии называются соответственно *лучами* или *прямыми*. Их можно использовать в качестве вспомогательных линий при построении объектов, и удобнее строить их в отдельных слоях.



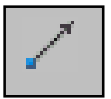
Команда **XLine** (Прямая) – формирование прямой – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Construction line** (Конструкционная прямая) или щелчком мыши по пиктограмме **Construction line** (Конструкционная прямая) панели инструментов **Draw** (Рисовать). Команда **XLine** (Прямая) применяется в двумерном и трехмерном черчении.

Опции команды **XLine** (Конструкционная прямая):

- **Hor** (Гор) – для построения горизонтальной вспомогательной линии нужно с клавиатуры набрать **h \Enter**, а затем задать точку любым из способов, через которую должна пройти эта линия;
- **Ver** (Вер) – для построения вертикальной вспомогательной линии нужно с клавиатуры набрать **v \Enter**, а затем задать точку любым из способов, через которую должна пройти эта линия;
- **Ang** (Угол) – для построения наклонной вспомогательной прямой линии нужно ввести с клавиатуры **a \Enter**. Далее AutoCAD выведет дополнительные запросы:
Enter angle of xline (0) or [Reference] \ Задайте угол наклона или...
Specify through point \ Задайте точку, через которую пройдет линия:

После ответа на эти запросы система строит вспомогательную линию через указанную точку под заданным углом. Задавая следующие точки, можно строить пучок линий, параллельных первой построенной линии. Если в ответ на запрос - **Specify through point \ Задайте точку, через которую пройдет линия:...** - нажать клавишу **Enter**, то это действие приведет к завершению работы с командой.

- **Bisect** (Бисект) – эта опция позволяет построить биссектрису угла по его вершине и двум точкам, расположенным на сторонах угла;
- **Offset** (Смещение) – по смещению от заданной линии (следует задать величину смещения, выбрать базовую линию и указать, с какой стороны должна проходить прямая).



Команда **Ray** (Луч) – построение луча – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Ray** (Луч) или щелчком мыши по пиктограмме **Ray** (Луч) панели инструментов **Draw** (Рисовать).

Эта команда применяется при выполнении вспомогательных построений, которые используются как база при вычерчивании контурных линий. В отличие от прямых, бесконечных с обеих сторон, луч не имеет конца только в одном направлении, что позволяет снизить загроможденность рисунка.

Выполнить упражнение № 5.

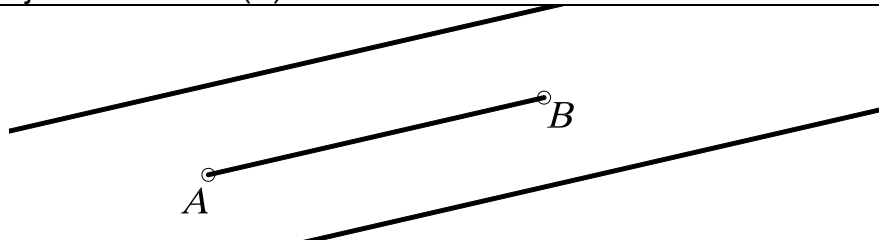
**Построить вспомогательную прямую,
с величиной смещения 20 от заданного отрезка AB**

№ 5

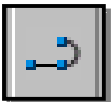


XLine Падающее меню **Draw** → **XLine**

XLine Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: offset задать опцию - смещение
Specify offset distance or [Through] < Through>: 20 задать расстояние 20 или <по умолчанию>
Select a line object: выбрать линейный объект, указав курсором и щелкнув мышью
Specify side to offset: задать сторону смещения, щелкнув выше отрезка AB
Select a line object: выбрать линейный объект, указав курсором и щелкнув мышью
Specify side to offset: задать сторону смещения, щелкнув ниже отрезка AB
Select a line object: Enter (↵)



12.2.3. ПОЛИЛИНИЯ



Команда **PLine** (ПЛиния) – построение полилинии – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Polyline** (Полилиния) или щелчком мыши по пиктограмме **Polyline** (Полилиния) панели инструментов **Draw** (Рисовать).

Команда **PLine** (ПЛиния) служит для вычерчивания линии заданной толщины, состоящей из непрерывной последовательности отрезков прямых линий и дуг окружностей, и обрабатывается системой как графический примитив. Разрешено многократное переключение между режимом вычерчивания отрезков прямых и режимом вычерчивания дуг окружностей. Каждый режим имеет собственный набор параметров, который повторяется после вычерчивания каждого сегмента. По умолчанию эта команда использует режим вычерчивания отрезков прямых линий. При вычерчивании дуги окружности на экране монитора последовательно визуализируются её промежуточные положения.

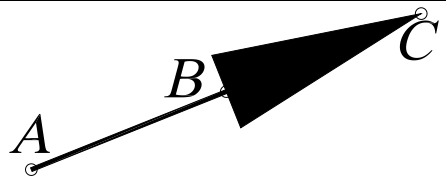
После вызова команды система выдает запрос о местоположении начальной точки. После ввода координат (с клавиатуры или с помощью графического курсора) появляется сообщение о текущей толщине линии **Current line-width is 0.0000** (Текущая ширина линии равна 0.0000). Затем появляется список параметров команды:

- **Arc** (Дуга) – переход в режим дуг;
- **Close** (Замкнуть) – замыкает полилинию отрезком;
- **Halfwidth** (Полуширина) – позволяет задать полуширину, то есть расстояние от осевой линии широкого сегмента до края;
- **Length** (Длина) – длина сегмента, созданного как продолжение предыдущего в том же направлении;
- **Undo** (Отменить) – отменяет последний созданный сегмент;
- **Width** (Ширина) – позволяет задать ширину последующего сегмента.

Опции команды **PLine** (ПЛиния) в режиме дуг:

- **Angle** (Угол) – ввести центральный угол. По умолчанию дуга вычерчивается против часовой стрелки. Если требуется построить дугу по часовой стрелке, необходимо задать отрицательное значение угла;
- **CEnter** (Центр) – указать центр дуги;
- **Close** (Замкнуть) – замкнуть дугой;
- **Direction** (Направление) – задать направление касательной;
- **Halfwidth** (Полуширина) – определить полуширину полилинии;
- **Line** (Линейный) – переход в режим отрезков;
- **Radius** (Радиус) – ввести радиус дуги;
- **Second pt** (Вторая) – вторая точка дуги по трём точкам. Если дуга не является сегментом полилинии, то она начинается в конечной точке предыдущего сегмента и по умолчанию проводится по касательной к нему;
- **Undo** (Отменить) – отменить последнюю точку;
- **Width** (Ширина) – определить ширину полилинии.

Выполнить упражнения № 6, 7, 8, 9.

<i>Построить полилинию с переменной толщиной</i>		<i>№ 6</i>
 PLine	Падающее меню Draw → Polyline	
	Specify start point: 90,50	начальная точка А
	Current line-width is 0.0000	(ширина полилинии по умолчанию)
	Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: w	ширина полилинии
	Specify starting width <0.0000>: 1	стартовая ширина
	Specify ending width <1.0000>: 1	конечная ширина
	Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 140, 70	точка В
	Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: w	ширина полилинии
	Specify starting width <1.0000>: 20	стартовая ширина
	Specify ending width <20.0000>: 0	конечная ширина
	Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 190, 90	точка С
	Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: Enter	
		

Многократное применение параметра **Undo** приводит к последовательному уничтожению сегментов полилинии и соответствующему переключению режимов работы команды.



PLine

Падающее меню **Draw** → **Polyline**

Specify start point: 90,50
Current line-width is 0.0000

начальная точка А
(ширина полилинии по умолчанию)

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: w

ширина полилинии

Specify starting width <0.0000>: 0

стартовая ширина

Specify ending width <0.0000>: 15

конечная ширина

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: Arc

режим дуг

Specify endpoint of arc or

[Angle/CEnter/CLose/.../Second pt/Undo/Width]: Ang

задать углом

Specify included angle: 70

величина угла

Specify endpoint of arc or [Center/Radius]: Cen

задать центр

Specify center point of arc: 100, 80

точка В

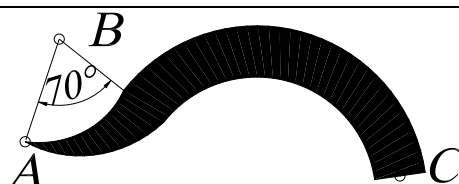
Specify endpoint of arc or

[Angle/CEnter/CLose/.../Second pt/Undo/Width]: 200,40

точка С

Specify endpoint of arc or

[Angle/CEnter/CLose/.../Second pt/Undo/Width]: Enter



PLine

Падающее меню **Draw** → **Polyline**

Specify start point: 90,50
Current line-width is 0.0000

начальная точка А
(ширина полилинии по умолчанию)

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: w

ширина полилинии

Specify starting width <0.0000>: 2

стартовая ширина

Specify ending width <0.0000>: 2

конечная ширина

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: Arc

режим дуг

Specify endpoint of arc or

[Angle/CEnter/CLose/.../Second pt/Undo/Width]: CE

задать центром

Specify center point of arc: 120, 50

точка В

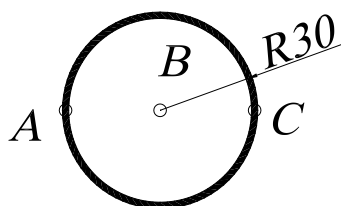
Specify endpoint of arc or [Angle/Length]: @150, 0

точка С

Specify endpoint of arc or

[Angle/CEnter/CLose/.../Second pt/Undo/Width]: CL

замкнуть

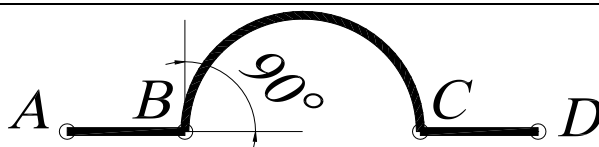




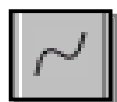
PLine

Падающее меню **Draw** → **Polyline**

Specify start point: 90,50 начальная точка А
 Current line-width is 0.0000 (ширина полилинии по умолчанию)
 Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: w ширина полилинии
 Specify starting width <0.0000>: 2 стартовая ширина
 Specify ending width <0.0000>: 2 конечная ширина
 Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 120 ,50 точка В
 Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: Arc режим дуг
 Specify endpoint of arc or
 [Angle/CEnter/CLose/Direction/.../Second pt/Undo/Width]: Dir задать направлением
 Specify the tangent direction for the start point of arc: 90 направление от точки А
 Specify endpoint of the arc: 180, 50 точка С
 Specify endpoint of arc or
 [Angle/CEnter/CLose/.../Line/Radius/Second pt/Undo/Width]: Line режим линий
 Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 210 ,50 точка D
 Specify endpoint of arc or
 [Angle/CEnter/CLose/.../Second pt/Undo/Width]: Enter



12.2.4. СПЛАЙН



Команда **Spline** (Сплайн) – построение сплайна – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Spline** (Сплайн) или щелчком мыши по пиктограмме **Spline** (Сплайн) панели инструментов **Draw** (Рисовать).

Система **AutoCAD** вычерчивает неоднородные рациональные В-сплайны (NURBS-кривые). Сплайны могут быть как двумерными, так и трёхмерными объектами, которые строятся на основе некоторого множества точек.

Выполнить упражнение № 10.

Построить сплайн

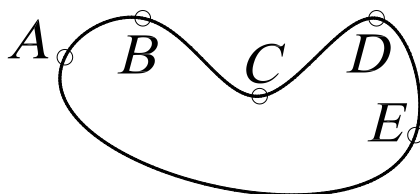
№ 10



Spline

Падающее меню **Draw** → **Spline**

Specify first point or [Object]: 90,50 начальная точка А
 Specify start point: 110,60 точка В
 Specify next point or [Close/Fit tolerance]<start tangent>: 140,40 точка С
 Specify next point or [Close/Fit tolerance]<start tangent>: 170,60 точка D
 Specify next point or [Close/Fit tolerance]<start tangent>: 180,30 точка E
 Specify next point or [Close/Fit tolerance]<start tangent>: Close замкнуть
 Specify tangent: Enter



Замечания:

1. Выбор параметра **Object** в первом основном запросе системы позволяет преобразовать существующие сглаженные сплайном полилинии в правильный сплайн. После ввода этого параметра следует указать существующую полилинию, сглаженную сплайном.
2. Сплайн обрабатывается системой как единый объект.
3. Толщина линии не задается и соответствует толщине, установленной для текущего слоя.
4. Параметр **Close** можно использовать, если предварительно вычерчено не менее двух сегментов.
5. Параметр **Fit tolerance** используется, если необходимо задать, насколько близко к введенным точкам должен проходить сплайн. Величина допуска сглаживания выражается в единицах измерения текущего чертежа. По умолчанию принято значение допуска 0, при котором сплайн проходит точно по данным точкам.
6. Параметр **<start tangent>** (определить касательную к сплайну) задается по умолчанию (скобки вида **< >** определяют параметр по умолчанию). Для выбора принятого по умолчанию направления касательной следует нажать клавишу **Enter** или, перемещая точку с помощью курсора, определяющую направление касательной, задать форму кривой.

12.3. ПОСТРОЕНИЕ МНОГОУГОЛЬНИКОВ

12.3.1. МНОГОУГОЛЬНИК

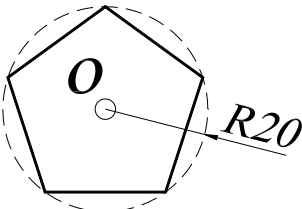


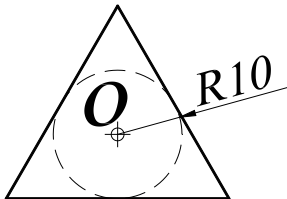
– Команда **Polygon** (Многоугольник) – построение правильного многоугольника с числом сторон от 3 до 1024 – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Polygon** (Многоугольник) или щелчком мыши по пиктограмме **Polygon** (Многоугольник) панели инструментов **Draw** (Рисовать).

- **Edge** (Сторона) – задание длины одной стороны;
- **Inscribed in circle** (Вписанный в окружность) – определяет способ построения многоугольника
- **Circumscribed about circle** (Описанный вокруг окружности) – определяет способ построения многоугольника как описанного вокруг некоторой окружности (как вписанного в некоторую окружность);

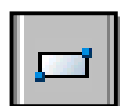
Выполнить упражнения № 11, 12, 13.

Построить многоугольник по известной стороне		№ 11
	Polygon	Падающее меню Draw → Polygon
	Enter number of side <4>: 4	количество сторон
	Specify center of polygon or [Edge]: E	задать стороной
	Specify first endpoint of edge: 90, 50	точка А
	Specify second endpoint of edge: 90, 100	точка В

<i>Построить многоугольник, вписанный в окружность</i>		<i>№ 12</i>
	Polygon	Падающее меню Draw → Polygon
		Enter number of side <4>: 5 количество сторон
		Specify center of polygon or [Edge]: 100,100 центр окружности O
	Enter an option [Inscribed in circle/ Circumscribed about circle] <I>: i	вписанный многоугольник в окружность
		Specify radius of circle: 20 радиус окружности
		

<i>Построить многоугольник, описанный вокруг окружности</i>		<i>№ 13</i>
	Polygon	Падающее меню Draw → Polygon
		Enter number of side <4>: 3 количество сторон
		Specify center of polygon or [Edge]: 100,100 центр окружности O
	Enter an option [Inscribed in circle/ Circumscribed about circle] <I>: c	описанный многоугольник вокруг окружности
		Specify radius of circle: 10 радиус окружности
		

12.3.2. ПРЯМОУГОЛЬНИК



Команда **Rectangle** (Прямоугольник) – построение прямоугольника – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Rectangle** (Прямоугольник) или щелчком мыши по пиктограмме **Rectangle** (Прямоугольник) панели инструментов **Draw** (Рисовать). Прямоугольник строится по двум любым диагональным точкам.

Выполнить упражнение № 14.

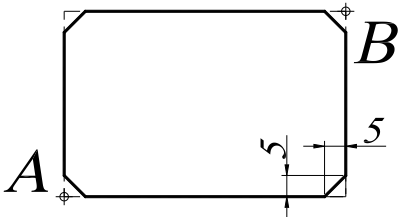
<i>Построить прямоугольник</i>		<i>№ 14</i>
	Rectangle	Падающее меню Draw → Rectangle
	Specify first corner point or	
	[Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: указать точку A (или точку C)	
		Specify other corner point: указать точку B (или точку D)
		

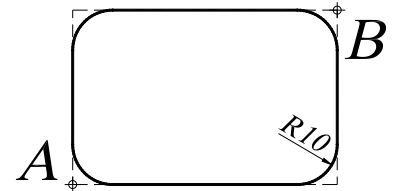
Опции команды **Rectangle** (Прямоугольник):

- **Chamfer** (Фаска) используется, если необходимо вычертить прямоугольник с заранее определёнными фасками;
- **Fillet** (Сопряжение) используется, если необходимо вычертить прямоугольник с заранее определённым радиусом сопряжения углов;
- **Width** (Толщина) используется, если необходимо вычертить прямоугольник с заранее определённой толщиной линии.

Во всех случаях система предлагает параметры по умолчанию, которые проставлены в скобках <...>.

Выполнить упражнения № 15, 16.

Построить прямоугольник с фасками		№ 15
	Rectangle Падающее меню Draw → Rectangle Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: c задать фаски Specify first chamfer distance for rectangles <0.0000>: 5 первый размер фаски Specify second chamfer distance for rectangles <0.0000>: 5 второй размер фаски Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: указать точку A Specify other corner point: указать точку B	
		

Построить прямоугольник с сопряжением углов		№ 16
	Rectangle Падающее меню Draw → Rectangle Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: f задать радиус сопряжения Specify fillet radius for rectangles <0.0000>: 5 размер радиуса сопряжения Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: указать точку A Specify other corner point: указать точку B	
		

Замечания:

1. Команда **Rectangle** (Прямоугольник) формирует полилинию, поэтому прямоугольник можно рассматривать как единый объект.
2. Параметр **Width** используется, если необходимо вычертить прямоугольник с заранее определённой толщиной линии. Если задать значение толщины, равное нулю, то линия вычерчивается с толщиной, установленной для текущего слоя.
3. Использование параметров **Elevation**, **Thickness**, **Width** позволяет создать трёхмерный объект (параллелепипед с прямоугольником в основании).

12.4. ПОСТРОЕНИЕ ОКРУЖНОСТЕЙ, ЭЛЛИПСОВ И ИХ ДУГ

12.4.1. ОКРУЖНОСТЬ



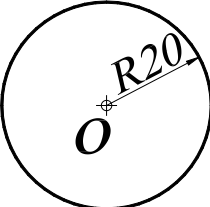
– Команда **Circle** (Круг) – построение окружности – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Circle** (Круг) или щелчком мыши по пиктограмме **Circle** (Круг) панели инструментов **Draw** (Рисовать). Окружности можно строить различными способами. По умолчанию построение выполняется путём задания центра и радиуса.

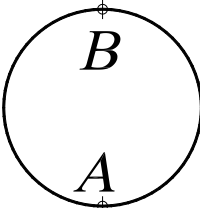
Опции команды **Circle** (Круг):

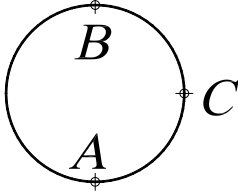
- **3P** (3Т) – по трём точкам, не принадлежащим одной прямой;
- **2P** (2Т) – по двум точкам, лежащим на диаметре;
- **Ttr** (ККР) – по двум касательным и радиусу;
- **Tan Tan Tan** (Кас Кас Кас) – окружность, касающаяся трёх объектов. В этом случае система автоматически включает режим объектной привязки **Tangent** (см. панель инструментов «Объектная привязка»).

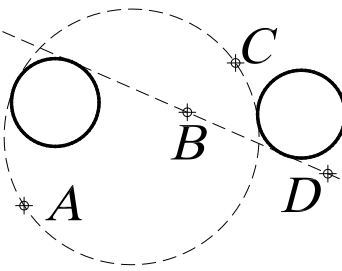
При построении окружности, касательной к двум примитивам, необходимо указать графическим курсором на экране монитора приблизительную точку касания на заданных примитивах. Данный способ построения окружности предполагает её вычерчивание как касательной к двум отрезкам прямых, касательной к двум окружностям, касательной к отрезку и окружности.

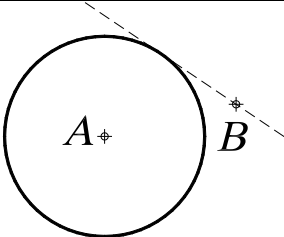
Выполнить упражнения № 17 - 26 (для выполнения упражнений постройте примитивы, показанные штриховой линией).

Построить окружность по центру и радиусу		№ 17
	Circle	Падающее меню Draw → Circle
	Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 100,100 центр O	
	Specify radius of circle or [Diameter]: 20 радиус окружности	
		

Построить окружность по двум точкам диаметра		№ 18
	Circle	Падающее меню Draw → Circle
	Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 2P	
	Specify first end point of circle's diameter: 100,50	точка A
	Specify second end point of circle's diameter: 100,90	точка B
		

<i>Построить окружность по трём точкам</i>		<i>№ 19</i>
	Circle	Падающее меню Draw → Circle
	Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 3P	
	Specify first end point of circle's diameter: 100,50	точка А
	Specify second end point of circle's diameter: 100,90	точка В
	Specify third end point of circle's diameter: 120,70	точка С
		

<i>Построить окружность, касательную двум примитивам</i>		<i>№ 20</i>
	Circle	Падающее меню Draw → Circle
	Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: TTR	
	Specify point on object for first tangent of circle: указать на окружность А (или С)	
	Specify point on object for second tangent of circle: указать на линию В (или D)	
	Specify radius of circle: 10	радиус окружности
		

<i>Построить окружность, касательную к прямой</i>		<i>№ 21</i>
	Circle	Падающее меню Draw → Circle
	Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:	указать центр окружности А
	Specify radius of circle or [Diameter]:_ tan to	щелкнуть мышью по пик-
	тограмме панели объектной привязки Tangent и 	указать на точку В
		

Построить окружность, касательную двум окружностям

№ 22



Circle

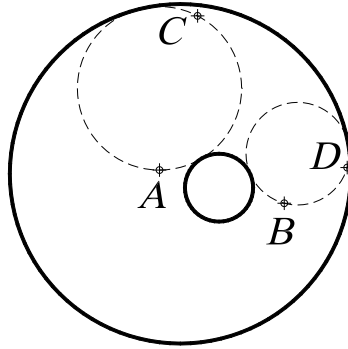
Падающее меню **Draw** → **Circle**

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: TTR

Specify point on object for first tangent of circle: указать на окружность A (или C)

Specify point on object for second tangent of circle: указать на линию B (или D)

Specify radius of circle: 10 радиус окружности



Построить окружность по двум точкам диаметра, лежащим на концах отрезка

№ 23



Circle

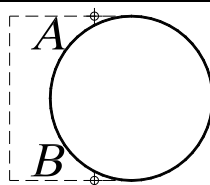
Падающее меню **Draw** → **Circle**

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 2P

Specify first end point of circle's diameter: щелкнуть мышью по пиктограмме панели объектной привязки ENDpoint и указать графическим курсором на точку A



Specify second end point of circle's diameter: щелкнуть мышью по пиктограмме панели объектной привязки ENDpoint и указать графическим курсором на точку B



Построить концентрическую окружность

№ 24



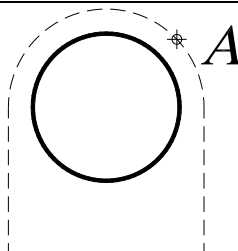
Circle

Падающее меню **Draw** → **Circle**

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: щелкнуть мышью по пиктограмме панели объектной привязки CENTER и указать графическим курсором на точку A



Specify radius of circle or [Diameter]: 15 радиус окружности





Circle

Падающее меню **Draw** → **Circle**

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 3P

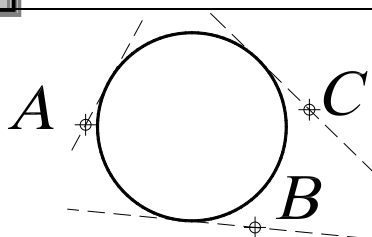
Specify first point on circle: _ tan to щелкнуть мышью по пиктограмме панели объектной привязки Tangent и указать графическим курсором на точку A



Specify second point on circle: _ tan to щелкнуть мышью по пиктограмме панели объектной привязки Tangent и указать графическим курсором на точку B



Specify third point on circle: _ tan to щелкнуть мышью по пиктограмме панели объектной привязки Tangent и указать графическим курсором на точку C



Circle

Падающее меню **Draw** → **Circle**

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 3P

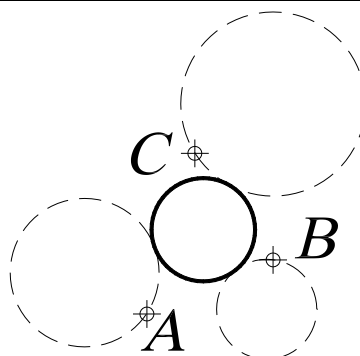
Specify first point on circle: _ tan to щелкнуть мышью по пиктограмме панели объектной привязки Tangent и указать графическим курсором на точку A



Specify second point on circle: _ tan to щелкнуть мышью по пиктограмме панели объектной привязки Tangent и указать графическим курсором на точку B



Specify third point on circle: _ tan to щелкнуть мышью по пиктограмме панели объектной привязки Tangent и указать графическим курсором на точку C



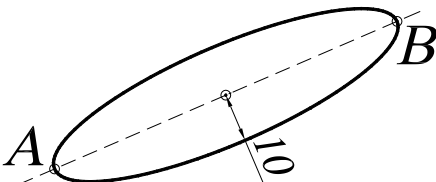
12.4.2. ЭЛЛИПС

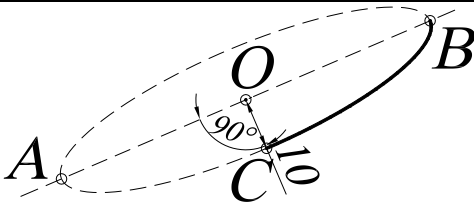


– Команда **Ellipse** (Эллипс) – построение эллипса – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Ellipse** (Эллипс) или щелчком мыши по пиктограмме **Ellipse** (Эллипс) панели инструментов **Draw** (Рисовать). Эллипсы можно строить различными способами. По умолчанию строится путём указания начала и конца первой оси эллипса, а также половины второй оси.

- **Center** (Центр) – построение эллипса по точке его центра и двум конечным точкам его осей;
- **Arc** (Дуга) – режим построения эллиптических дуг. По умолчанию эллиптические дуги, как и эллипсы, строятся путём указания конечных точек первой оси и половины длины второй. После этого задаются начальный и конечный углы. За начало отсчёта углов эллиптической дуги принимается большая ось эллипса. Если начальный и конечный углы совпадают, строится полный эллипс. Вместо задания конечного угла можно указать центральный угол дуги, измеренный от начальной точки.

Выполнить упражнения №27, 28

Построить эллипс по двум осям		№ 27
	Ellipse Падающее меню Draw → Ellipse Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: 130, 170 точка А Specify other endpoint of axis: 200, 200 точка В Specify distance to other axis [Rotation]: 10 длина половины оси	
		

Построить эллиптическую дугу		№ 28
	Ellipse Падающее меню Draw → Ellipse Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: A режим построения дуг Specify axis endpoint of elliptical arc or [Center]: 130, 170 точка А Specify other endpoint of axis: 200, 200 точка В Specify distance to other axis or [Rotation]: 10 длина половины оси Specify start angle or [Parameter]: 90 угол АОС Specify end angle or [Parameter/ Included angle]: 180 угол АОВ	
		



Для построения эллиптической дуги можно использовать команду - **Elliptical arc** (Эллиптическая дуга), которая вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Elliptical arc** (Эллиптическая дуга) или щелчком мыши по пиктограмме **Elliptical arc** (Эллиптическая дуга) панели инструментов **Draw** (Рисовать).

12.4.3. ДУГА ОКРУЖНОСТИ



- Команда **Arc** (Дуга) – построение дуги окружности – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Arc** (Дуга) или щелчком мыши по пиктограмме **Arc** (Дуга) панели инструментов **Draw** (Рисовать). Дуги строятся различными способами, однако по умолчанию построение производится по трём точкам – начальной, промежуточной и конечной.

Опции команды *Arc* (Дуга):

- **Center** (Центр) – точка центра дуги;
- **End** (Конец) – конечная точка дуги;
- **Angle** (Угол) – величина угла;
- **Chord Length** (Длина хорды) – длина хорды;
- **Direction** (Направление) – направление касательной;
- **Radius** (Радиус) – радиус дуги.

Существует несколько способов построения дуги окружности по следующим трём параметрам:

- 1) **3 Point** (3 точки) – по трём точкам, не принадлежащим одной прямой;
- 2) **St, C, End** (Н, Ц, К) – по стартовой точке, центру и конечной точке дуги (положительным считается направление против часовой стрелки);
- 3) **St, C, Ang** (Н, Ц, Угол) – по стартовой точке, центру и углу;
- 4) **St, C, Len** (Н, Ц, Длин) – по стартовой точке, центру и длине хорды. Дуга строится против часовой стрелки от начальной точки, причем по умолчанию строится меньшая из двух возможных дуг (та, что меньше 180°). Если же вводится отрицательное значение длины хорды, будет построена большая дуга;
- 5) **St, E, Ang** (Н, К, Угол) – по стартовой точке, конечной точке и углу;
- 6) **St, E, Dir** (Н, К, Напр) – по стартовой точке, конечной точке и направлению – углу наклона касательной из начальной точки;
- 7) **St, E, Rad** (Н, К, Рад) – по стартовой точке, конечной точке и радиусу. Меньшая дуга строится против часовой стрелки;
- 8) **Ce, S, End** (Ц, Н, К) – построение дуги по центру, стартовой и конечной точке;
- 9) **Ce, S, Ang** (Ц, Н, Угол) – построение дуги по центру, стартовой точке и углу;
- 10) **Ce, S, Len** (Ц, Н, Длин) – построение дуги по центру, стартовой точке и длине хорды;
- 11) **ArcCont** (ПродДуг) – построение дуги как продолжение отрезка или дуги.

Выполнить упражнения № 29 – 33.



Построить дугу по трём точкам

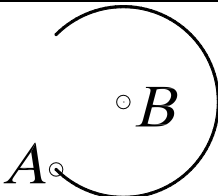
№ 29

Arc

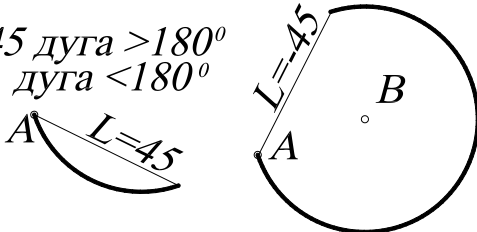
Падающее меню **Draw** → **Arc (3 point)**

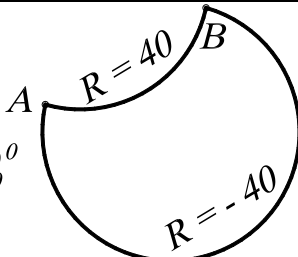
Specify start point of arc or [Center]:	100, 250	точка A
Specify second point of arc or [Center/End]:	130, 260	точка B
Specify start point of arc:	120, 280	точка C

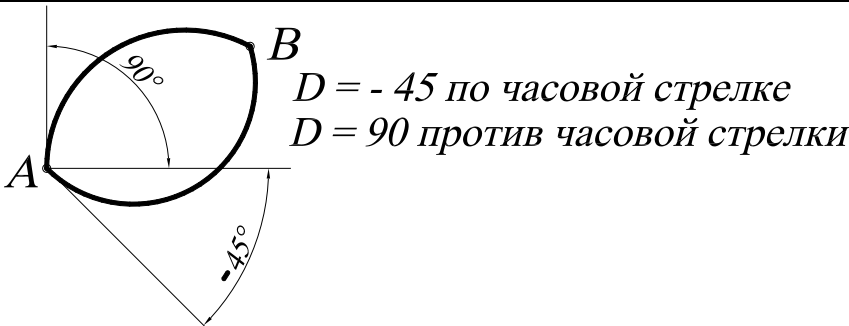


<i>Построить дугу по начальной точке, центру и величине угла</i>		<i>№ 30</i>
	Arc	Падающее меню Draw → Arc (St,C,Ang)
	Specify start point of arc or [Center]:	100, 250 точка А
	Specify second point of arc or [Center/End]:	c
	Specify center point of arc:	110, 260 точка В
	Specify end point of arc or [Angle/ chord Length]:	a
	Specify included angle:	270 угол
		

AutoCAD всегда проводит дугу от начальной точки в направлении против часовой стрелки. Две дуги, построенные одним и тем же способом, могут совершенно отличаться друг от друга. В следующих упражнениях показаны различия в построении одних и тех же дуг, но с противоположным значением длины хорды, размера радиуса. Необходимо помнить, что положительным считается направление против часовой стрелки.

<i>Построить дугу по начальной точке, центру и длине хорды</i>		<i>№ 31</i>
	Arc	Падающее меню Draw → Arc (St,C,Len)
	Specify start point of arc or [Center]:	100, 250 точка А
	Specify second point of arc or [Center/End]:	c
	Specify center point of arc:	130, 260 точка В
	Specify end point of arc or [Angle/ chord Length]:	a
	Specify end point of arc or [Angle/chord Length]:	- 45 длина хорды
$L = -45 \text{ дуга } > 180^\circ$ $L = 45 \text{ дуга } < 180^\circ$ 		

<i>Построить дугу по двум точкам и радиусу</i>		<i>№ 32</i>
	Arc	Падающее меню Draw → Arc (St,E,Rad)
	Specify start point of arc or [Center]:	100, 250 точка А
	Specify second point of arc or [Center/End]:	e
	Specify end point of arc:	150,280 конечная точка В
	Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]:	r
	Specify radius of arc:	-40
$R = -40 \text{ дуга } > 180^\circ$ $R = 40 \text{ дуга } < 180^\circ$ 		

<i>Построить дугу по двум точкам и касательной</i>		<i>№ 33</i>
	Arc	Падающее меню Draw → Arc (St,E,Dir)
	Specify start point of arc or [Center]: 80,420	точка A
	Specify second point of arc or [Center/End]: e	
	Specify end point of arc: 130,450	точка B
	Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]: d	
	Specify tangent direction for the start point of arc: -45	направление
		

13. ТЕКСТОВЫЕ СТИЛИ

При нанесении надписи в **AutoCAD** используется некоторый текстовый стиль, который задает высоту, угол поворота, ориентацию и др. В одном рисунке можно создавать и использовать несколько текстовых стилей.

Все текстовые стили, кроме STANDART, пользователь создает по своему желанию. Создание текста и команды его регенерации производятся в диалоговом окне **Text Style** (Текстовые стили) (рис. 35), вызываемом из падающего меню **Format** (Формат) → **Text Style** (Текстовые стили).

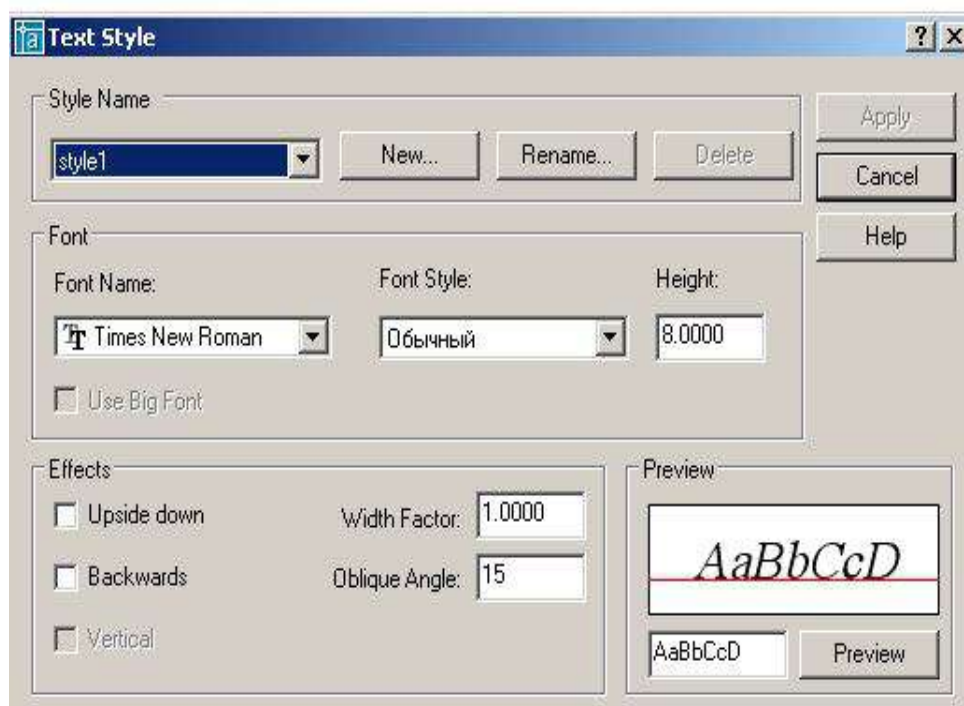


Рис. 35.

Для создания нового стиля необходимо щелкнуть мышью по кнопке **New** (Новый), при этом открывается диалоговое окно **New Text Style** (Новый текстовый стиль), в котором задается имя создаваемого стиля. Новому стилю присваиваются значения параметров, заданные первоначально в окне **Text Style** (Текстовые стили), которые, как правило, нуждаются в изменении.

В области **Font** (Шрифт) в раскрывающемся списке поля **Font Name:** (Имя шрифта:) следует выбрать подходящий шрифт, например Times New Roman. Сделанные изменения для нового шрифта иллюстрируются в поле **Preview** (Образец).

Высота текста задается в поле **Height:** (Высота:) и определяет размер знаков используемого шрифта. Если в процессе описания стиля текста задана фиксированная высота текста, при создании однострочных надписей запрос **Height:** (Высота:) не выводится. При необходимости нанесения надписей разной высоты с использованием одного и того же текстового стиля следует при его создании указать высоту, равную 0.

Угол наклона текста задается в поле **Oblique Angle** (Угол наклона). Угол наклона текста задается от вертикальной линии по часовой стрелке.

13.1. ОДНОСТРОЧНЫЙ ТЕКСТ

Надписи на чертежах могут представлять собой сложные спецификации, элементы основной надписи, заголовки и т. п. Небольшие надписи, не требующие внутреннего форматирования, создаются в виде однострочных текстов при помощи команды **TEXT** (ТЕКСТ). Однострочные тексты удобно применять для заголовков.



– Команда **TEXT** (Текст) – формирование текста – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **TEXT** (Текст) → **Single Line Text** (Однострочный) или щелчком мыши по пиктограмме **TEXT** (Текст) одноименной панели инструментов.

Однострочный текст формируется по следующим опциям команды:

- **Style** (Стиль) – установление нового текстового стиля, путем выбора его из имеющихся стилей;
- **Justify** (Выравнивание) – выравнивание текстовой строки с использованием ключей выравнивания:

1. **Align, Fit** – формируют вписанный текст между двумя введенными точками:



– **Align** – высота и ширина каждого символа вычисляется автоматически;



– **Fit – AutoCAD** запрашивает высоту шрифта и автоматически подбирает ширину символа;

2. **Center, Middle** – центрирует текст относительно введенной точки:



– **Center** – центрирование текста по горизонтали;

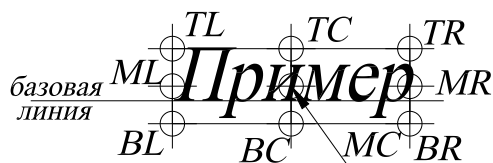


– **Middle** – центрирование текста по горизонтали и по вертикали;

3. **Right** – выравнивание текста по правому краю:



4. Выравнивание текста относительно указанной точки, обозначаемой следующими символами – *TL*, *TC*, *TR*, *ML*, *MC*, *MR*, *BL*, *BC*, *BR*, аббревиатуры слов:
T – *Top* (верхний), *M* – *Middle* (средний), *B* – *Bottom* (нижний), *L* – *Left* (левый), *C* – *Center* (центр), *R* – *Right* (правый).



Выполнить упражнения № 34 – 40.

Сформировать однострочный текст		№ 34
	TEXT Падающее меню Draw → Text → Single Line Text Current text style: "Standard" Text height: 8.0000 Specify start point of text or [Justify/Style]: 100,500 начальная точка 1 Specify height <8.0000>: 20 высота текста Specify rotation angle of text <0>: 0 угол поворота строки Enter text: пример формируемая надпись Enter text: выполнения формируемая надпись Enter text: <ENTER>	
пример выполнения		

Для продолжения многострочных текстов команду **Text** повторяют обычным, принятым в системе способом, а затем на первый запрос отвечают нажатием клавиши ENTER. Тогда новая строка текста разместится под последней строкой вычерченного перед этим текста и будет иметь тот же текстовый стиль, высоту и угол поворота (см. упражнение 34).

Сформировать однострочный вписанный текст		№ 35
	TEXT Падающее меню Draw → Text → Single Line Text Current text style: "style2" Text height: 15.0000 Specify start point of text or [Justify/Style]: Jus выровненный Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: Align вписанный Specify first endpoint of text baseline: 150,490 точка 1 Specify second endpoint of text baseline: 240,490 точка 2 Enter text: пример формируемая надпись Enter text: вписанного текста формируемая надпись Enter text: <ENTER>	
пример вписанного текста		

**TEXT**Падающее меню **Draw** → **Text** → **Single Line Text**

Current text style: "style2" Text height: 15.0000

Specify start point of text or [Justify/Style]: Jus

выровненный

Enter an option

[Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: Center по центру

Specify center point of text: 60,530

точка 1

Specify height <15.0000>: 10

высота символа

Specify rotation angle of text <0>: 0

угол поворота строки

Enter text: **текст**

формируемая надпись

Enter text: **по центру**

формируемая надпись

Enter text: <ENTER>

ТЕКСТ
↓
по центру

Первоначальное представление строки текста на экране дисплея не зависит от выбора параметра. Текст модифицируется в соответствии с указанным параметром в момент окончания работы команды.

**TEXT**Падающее меню **Draw** → **Text** → **Single Line Text**

Current text style: "style2" Text height: 10.0000

Specify start point of text or [Justify/Style]: Jus

выровненный

Enter an option

[Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: Fit

по ширине

Specify first endpoint of text baseline: 10,610

точка 1

Specify second endpoint of text baseline: 70,610

точка 2

Specify height <10.0000>: 10

высота символа

Enter text: **Текст,**

формируемая надпись

Enter text: **выровненный по ширине**

формируемая надпись

Enter text: <ENTER>

1. **Текст,** 2
↓
выровненный по ширине

**TEXT**Падающее меню **Draw** → **Text** → **Single Line Text**

Current text style: "style2" Text height: 10.0000

Specify start point of text or [Justify/Style]: Jus

выровненный

Enter an option

[Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: Middle

по средней точке

Specify middle point of text: 170,620

точка 1

Specify height <10.0000>: 10

высота символа

Specify rotation angle of text <0>: 0

угол поворота

Enter text: **Надпись,**

формируемая надпись

Enter text: **выровненная по средней точке**

формируемая надпись

Enter text: <ENTER>

*Надпись,
выровненная по средней точке*

**TEXT**Падающее меню **Draw** → **Text** → **Single Line Text**

Current text style: "style2" Text height: 10.0000

Specify start point of text or [Justify/Style]: Jus

выровненный

Enter an option

[Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]: Right

вправо

Specify right endpoint of text baseline: 240,680

точка 1

Specify height <10.0000>: 10

высота символа

Specify rotation angle of text <0>: 0

угол поворота строки

Enter text: **Текст,**

формируемая надпись

Enter text: **выровненный вправо**

формируемая надпись

Enter text: <ENTER>

*Текст,¹
выровненный вправо*

Падающее меню **Format** → **Text Style**В диалоговом окне **Text Style** выбрать кнопку New (Новый)

В поле Style Name: указать новое любое имя стиля

В раскрывающемся списке названий шрифтов **Font Name:** выбрать arial

В поле Oblique Angle: (Угол наклона:) указать 10 градусов

В поле Height: (Высота:) указать 0

Используя команду

**TEXT**

написать свое имя, фамилию

*решение
новых вопросов*

Использование специальных символов в однострочном тексте осуществляется с помощью управляющих кодов, которые вводятся в командную строку непосредственно перед вводом текста:

- %%o – включает или выключает режим надчеркивания символов;
- %%u – включает или выключает режим подчеркивания символов;
- %%d – размещает в соответствующей позиции строки текста символ «градус» (°);
- %%p – размещает в соответствующей позиции строки текста символ «плюс-минус» (±);
- %%c – размещает в соответствующей позиции строки текста символ «диаметр окружности» (Ø).

13.2. МНОГОСТРОЧНЫЙ ТЕКСТ

Многострочный текст используется для нанесения многострочных текстов на чертежах.

 – Команда **MTEXT** (МТЕКСТ) – формирование многострочного текста – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Text** (Текст) → **Multiline Text** (Многострочный текст) или щелчком мыши по пиктограмме **Multiline Text** (Многострочный текст) панели инструментов **Draw** (Рисовать).

В ответ на команду система выдает в первой строке сообщение, а затем запрос: Current text style: "Standard" Text height: 8 (Текущий текстовый стиль).

Specify first corner: (Задайте первый угол:). Задать координаты первой точки рамки текстового окна (с помощью клавиатуры или графическим курсором).

Specify opposite corner or [Height/Justify/Line spacing/Rotation/Style/Width]: (Задайте противоположный угол или...)

- **Height** используется, если необходимо изменить высоту символов многострочного текста;
- **Justify** используется, если необходимо изменить способ выравнивания многострочного текста;
- **Line spacing** используется, если необходимо изменить расстояния между строками в текстовом окне;
- **Rotation** используется, если необходимо изменить угол поворота рамки текстового окна;
- **Style** используется, если необходимо изменить текстовый стиль;
- **Width** используется, если необходимо задать ширину рамки текстового окна.

После указания размеров абзаца загружается диалоговое окно **Text Formatting** (Форматирование текста) (рис. 36), которое содержит средства форматирования символов текста:

- Font – раскрывающийся список выбора шрифтов;
- Font Height – раскрывающийся список ввода высоты шрифта;
- Bold – кнопка установки полужирного начертания символов;
- Italic – кнопка начертания символа курсивом;
- Underline – кнопка установки начертания символа с подчеркиванием;
- Undo – кнопка отмены;
- Stack/Unstack – кнопка установки начертания дробей в одну или две строки;
- Text Color – раскрывающийся список выбора цвета символа.

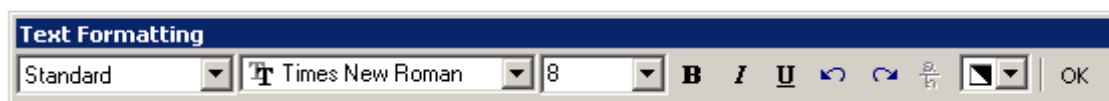


Рис. 36.

14. БЛОК

Пакет *AutoCAD* предоставляет пользователю различные способы работы с данными в чертежах. В том случае, когда часто встречается одна и та же группа объектов (крепежные изделия, подшипники, уплотнения и т. п.), целесообразно использовать блоки. *Блоки* – это именованные объекты, состоящие из любого количества примитивов системы *AutoCAD*. Блоки можно вставлять в рисунок с масштабированием и поворотом, расчленять на составляющие объекты и редактировать. Блок может включать в себя другие блоки. При создании блока задается базовая точка и выбираются объекты, входящие в блок.

Возможны два типа блоков: *локальные* и *автономные*. Локальные блоки входят в состав того чертежа, в котором они были созданы, и не могут быть перенесены в другой чертеж. Автономные блоки хранятся в виде отдельного файла чертежа и могут быть использованы в других чертежах.

С каждым блоком можно связать *атрибуты*, то есть текстовую информацию для хранения вместе с блоком, которую допускается редактировать в процессе вставки блока. Распространенный пример использования атрибутов – заполнение основной надписи чертежа.

14.1. СОЗДАНИЕ БЛОКОВ



– Команда **Block** (Блок) – создание локального блока из объектов текущего чертежа - вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Block** (Блок) → **Make** (Создать) или щелчком мыши по пиктограмме **Make Block** (Создать блок) панели инструментов **Draw** (Рисовать). Команда раскрывает диалоговое окно **Block Definition** (Описание блока), представленное на рис. 37.

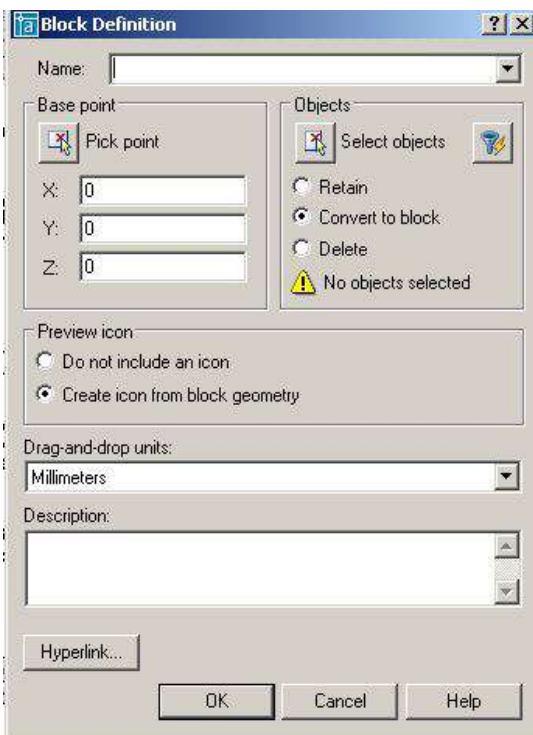


Рис. 37.

При создании блока в диалоговом окне **Block Definition** (Описание блока) следует:

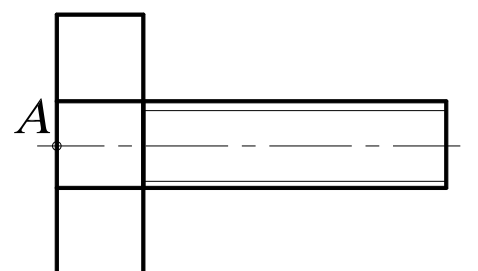
- в поле **Name:** (Имя:) ввести имя создаваемого блока;
- в области **Objects** (Объекты) нажать кнопку **Select objects** (Выбрать объекты) и выбрать объекты на экране монитора, подлежащие включению в блок. При этом диалоговое окно временно закрывается. Затем следует нажать клавишу **Enter** после окончания выбора объектов и диалоговое окно снова откроется;
- в области **Base point** (Базовая точка) задать координаты базовой точки вставки или нажать на кнопку **Pick point** (Указать) для выбора базовой точки. После щелчка по этой кнопке диалоговое окно временно закрывается, и пользователь имеет возможность указать базовую точку на изображении блока;
- в поле **Description** (Пояснение) ввести текстовые пояснения для облегчения идентификации и поиска блока в дальнейшем;
- кнопка **Hyperlink** позволяет включить в описание создаваемого объекта гиперсвязь.



Рис. 38.

Для создания автономных блоков применяется команда **WBLOCK** (ПБЛОК), которая вызывается через командную строку: **WBLOCK (W)**. В ответ на команду система открывает диалоговое окно **Write Block** (Запись блока на диск), показанное на рис. 38, в котором следует указать блок или объект, записываемый в отдельный файл. Описание блока сохраняется в отдельном чертеже.

Выполнить упражнение № 41 (для выполнения упражнения создайте чертёж, показанный в данном упражнении).

Создать локальный блок		№ 41
	Block Падающее меню Draw → Block → Make В диалоговом окне Block Definition в поле Name: ввести произвольное имя создаваемого блока, например, BOLT. Щелкнуть мышью по кнопке Pick point. Specify insertion base point: указать точку A Щелкнуть мышью по кнопке Select objects Select objects: выбрать весь объект рамкой. Select objects: <ENTER> Щелкнуть мышью по кнопке OK.	
		

14.2. ВСТАВКА БЛОКА



– Команда **Insert** (Вставить) – служит для вставки ранее созданного блока или чертежа из файла в текущий чертёж. Вызывается из падающего меню **Insert** (Вставить) → **Block** (Блок) или щелчком мыши по пиктограмме **Insert** (Вставить) панели инструментов **Draw** (Рисовать). В ответ на команду система открывает диалоговое окно **Insert** (Вставить), представленное на рис. 39.

Раскрывающийся список **Name:** (Имя:) позволяет выбрать для вставки в текущий чертёж существующий локальный блок. Чтобы вставить в текущий чертёж автономный блок,

нужно нажать кнопку **Browse**, а затем выбрать необходимый файл. Информационное поле **Path** содержит путь к отобранному файлу автономного блока. Флажок **Explode** (Взорвать) разрешает системе при вставке блока расчленить его на исходные данные.

Диалоговое окно **Insert** (Вставить) содержит три основные панели.

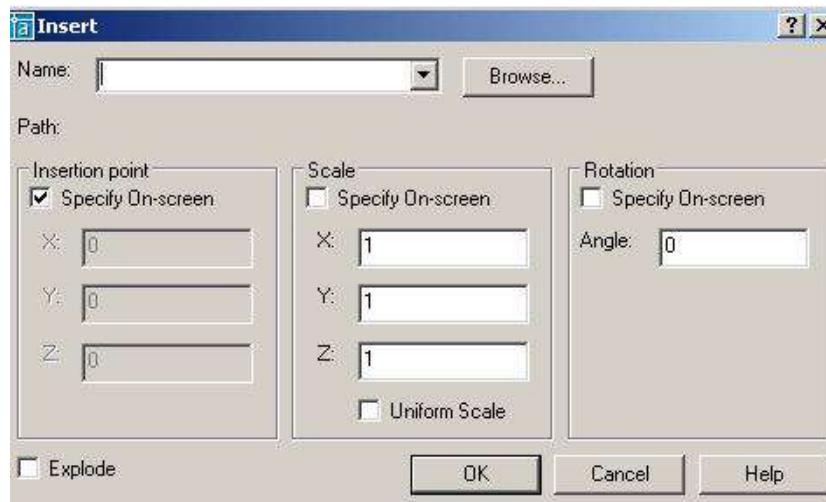


Рис. 39.

1. Панель **Insertion point** позволяет выбрать способ задания координат точки вставки блока (точки, с которой будет совмещена базовая точка, созданная при формировании блока): указание на чертеже или ввод числовых значений координат. Поля ввода **X**, **Y**, **Z** позволяют задать числовые значения координат точки вставки блока в текущей системе координат.

Флажок **Specify On-screen** разрешает указать нужную точку на чертеже. После щелчка по кнопке **OK**

диалоговое окно временно закрывается и пользователь имеет возможность указать точку вставки блока на чертеже.

2. Панель **Scale** (Масштаб) позволяет выбрать способ задания коэффициентов масштабирования при вставке блока: указание на чертеже или ввод числовых значений координат. Поля ввода **X**, **Y**, **Z** позволяют задать числовые значения масштабирования при вставке блока по осям координат.

Флажок **Specify On-screen** разрешает задать значения коэффициентов масштабирования на чертеже.

Флажок **Uniform Scale** устанавливает по осям координат одинаковые значения коэффициентов масштабирования.

3. Панель **Rotation** позволяет выбрать способ задания при вставке блока угла поворота относительно номинального его положения: указание на чертеже или ввод числового значения. Панель содержит кнопку-переключатель и поле ввода числового значения угла поворота. Поле ввода **Angle** позволяют задать числовые значения угла поворота при вставке блока. Флажок **Specify On-screen** разрешает задать числовые значения угла поворота на чертеже. После щелчка по кнопке **OK** диалоговое окно временно закрывается и дальнейший диалог осуществляется в командной строке. Выполнить упражнение № 42.



– Команда **Explode** (Взорвать) – расчленяет блок, размер, штриховку на отдельные составляющие объекты. Вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) или щелчком мыши по пиктограмме **Explode** (Взорвать) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

При вставке блока в чертёж **AutoCAD** обрабатывает его как графический примитив, то есть единый объект, который нельзя изменять. Для обеспечения работы с отдельными составляющими блока его необходимо разбить или «взорвать». Это можно сделать и в момент вставки блока в чертёж, установив в диалоговом окне **Insert** (Вставить) флажок **Explode** (Взорвать).

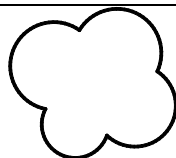
Команда **Explode** (Взорвать) используется для расчленения объектов, созданных командой **Region** (Область) (см. далее в разделе «Создание замкнутых объектов»).

**Region**Падающее меню **Draw** → **Region**

Select objects: Specify opposite corner: 4 found выбрать графическим курсором все четыре дуги с помощью предполагаемой рамки, растягивая по диагонали.
Select objects: <ENTER>

Щелкните мышью на контур – создан единый объект

Разбейте данный объект на составляющие его четыре дуги с помощью команды *Explode*.

**16. ШТРИХОВКА**

– Команда **Hatch** (Штриховка) – выполнение штриховки замкнутой области – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Hatch** (Штриховка) или щелчком мыши по пиктограмме **Hatch** (Штриховка) панели инструментов **Draw** (Рисовать).

Команда **Hatch** (Штриховка) позволяет штриховать область, ограниченную замкнутой линией, как путём указания любой точки внутри контура, так и путём выбора объектов. Эта команда автоматически определяет контур и игнорирует любые целые примитивы и их составляющие, которые не являются частью контура. Текущим значением по умолчанию (в угловых скобках) может быть или имя одного из образцов штриховки, или по желанию пользователя (User). В первом случае в ответ на запрос системы необходимо указать имя одного из образцов, а во втором случае пользователь сообщает системе о намерении создать свой несложный топ штриховки, для чего отвечает символом *U*.

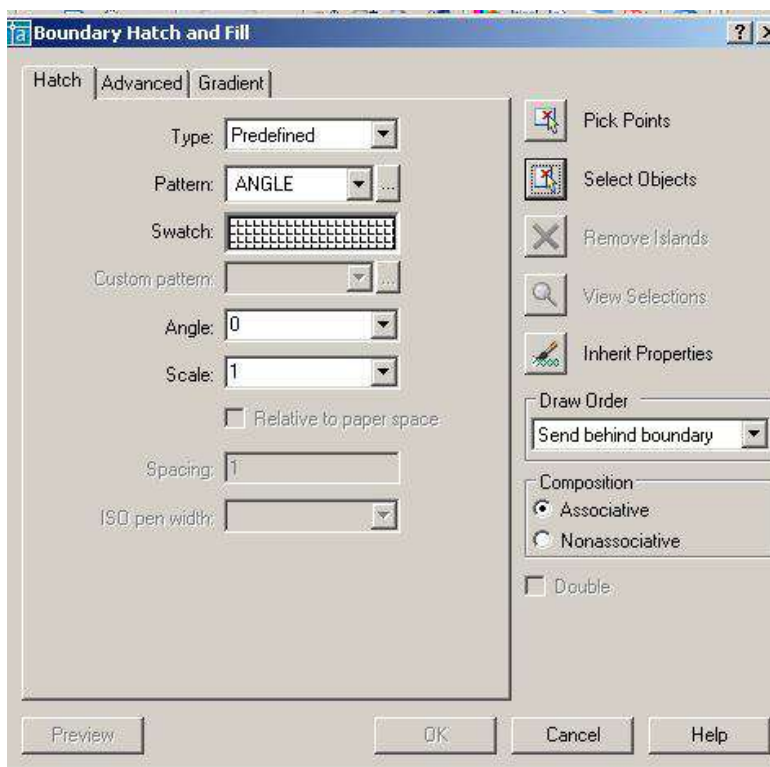


Рис. 40.

Обращение к команде **Hatch** (Штриховка) загружается диалоговое окно **Boundary Hatch and Fill** (Штриховка по контуру и заполнение), представленное на рис. 40.

1. Вкладка **Hatch** (Штриховка) позволяет выбирать образцы штриховки, которые имеются в области **Pattern:** (Образец:). Можно пользоваться как раскрываемым списком, так и диалоговым окном **Hatch Pattern Palette** (Палитра образцов штриховки), содержащим пиктограммы с графическими образцами различных штриховок (рис. 41). Для выбора образца штриховки достаточно указать его изображение.

Для использования стандартных образцов штриховок необходимо в области **Type:** (Тип:) в раскрываемом списке выбрать

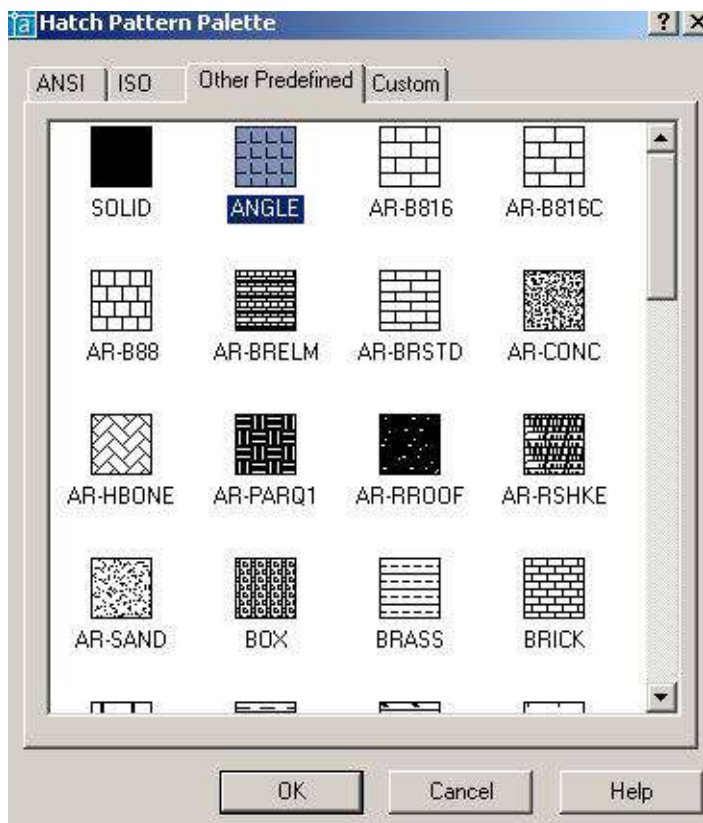


Рис. 41.

При определении нескольких контуров штриховки необходимо выбрать несколько внутренних точек, после чего нажать клавишу Enter. Если **AutoCAD** определяет, что контур не замкнут или что точка находится вне контура, на экране появляется сообщение об ошибке в диалоговом окне **Boundary Definition Error** (Ошибка определения контура).

Для выбора объектов в качестве контура штриховки любым из стандартных способов выбора необходимо указать кнопку **Select objects** (Выбор объектов).

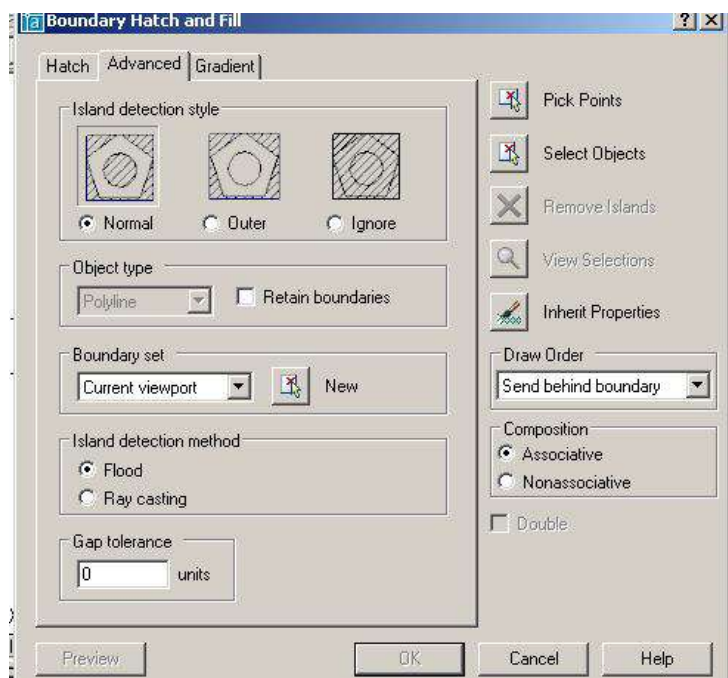


Рис. 42.

Predefined (Стандартный). Текстовые поля **Scale:** (Масштаб:) и **Angle:** (Угол:) позволяют задать масштабный коэффициент и угол наклона для выбранного образца штриховки.

Чтобы создать свой образец штриховки, надо в области **Type:** (Тип:) в раскрывающемся списке выбрать **User defined** (Пользовательский). При использовании типа штриховки **Custom** (По типу линии) следует задать угол наклона в поле **Angle:** (Угол:), расстояние между линиями штриховки в поле **Spacing:** (Интервал:), если необходимо включить флажок **Double** (Крест-накрест) для вычерчивания дополнительных линий под углом 90^0 к основным линиям штриховки.

Для автоматического определения контура штриховки необходимо указать кнопку **Pick Points** (Указание точек). Это возможно в том случае, если на чертеже создана замкнутая область.

2. Вкладка **Advanced** (рис. 42) обеспечивает настройку параметров штриховки и содержит четыре панели.

Панель **Island Direction Style** содержит три кнопки выбора.

- **Normal** – устанавливает стиль штриховки, при котором режим штриховки изменяется при пересечении внутренних границ (используется по умолчанию).
- **Outer** – устанавливает стиль штриховки, при котором выполняется штриховка только внешней замкнутой области.
- **Ignore** – устанавливает стиль штриховки, при котором выполняется штриховка всей области внутри контура (внутренние границы игнорируются).

Панель **Object Type** содержит раскрывающийся список, который позволяет указать, в каком виде сохранять границу штриховки: как полилинию или как область. Кроме того, в этом поле размещена кнопка-переключатель **Retain Boundaries** – разрешает режим сохранения границ штриховки.

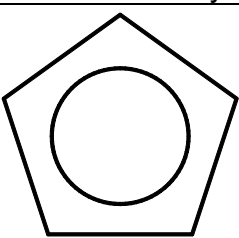
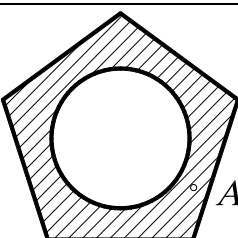
Панель **Boundary Set** – содержит раскрывающийся список, который определяет набор объектов для штрихуемой области.

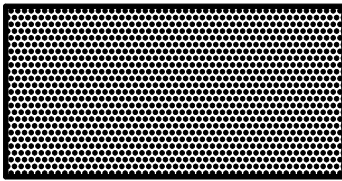
Панель **Island Direction Method** – управляет методом поиска границ внутри выделенной области и содержит две кнопки выбора.

- **Float** – включать изолированные участки как граничные объекты.
- **Ray Casting** – исключать изолированные участки.

3. Вкладка **Gradient** позволяет заполнять замкнутые области градиентной заливкой. При этом можно выбирать угол заливки, количество цветов, центрировать.

Выполнить упражнения № 45, 46. Для выполнения упражнений сначала создайте замкнутую область, показанную слева в этих упражнениях.

Выполнить штриховку замкнутой области		№ 45
	Hatch Падающее меню Draw → Hatch В диалоговом окне Boundary Hatch and Fill в поле Pattern: выбрать кнопку . В диалоговом окне Hatch Pattern Palette выбрать закладку ANSI. В закладке ANSI выбрать шаблон ANSI31. В диалоговом окне Boundary Hatch в поле Scale: указать масштаб 1 В диалоговом окне Boundary Hatch в поле Angle: указать угол 0. Выбрать  Pick Points, указать точку A внутри контура, <ENTER>. В диалоговом окне Boundary Hatch and Fill нажать кнопку OK.	
		

Выполнить штриховку замкнутой области		№ 46
	Hatch Падающее меню Draw → Hatch В диалоговом окне Boundary Hatch and Fill в поле Pattern: выбрать кнопку . В диалоговом окне Hatch Pattern Palette выбрать закладку Other Predefined. В закладке Other Predefined выбрать шаблон DOTS. В диалоговом окне Boundary Hatch в поле Scale: указать масштаб 1 В диалоговом окне Boundary Hatch в поле Angle: указать угол 0. Выбрать  Select Objects, указать точку A на контуре, <ENTER>. В диалоговом окне Boundary Hatch and Fill нажать кнопку OK.	
		

17. ПАНЕЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ *Object Snap* (Объектная привязка)

Объектная привязка (*Osnap*), панель которой показана на рис. 43, позволяет строить новые точки на чертеже, привязываясь к характерным точкам существующих объектов или относительно них, без необходимости знания её координат, а также для построения вспомогательных линий.



Рис. 43.

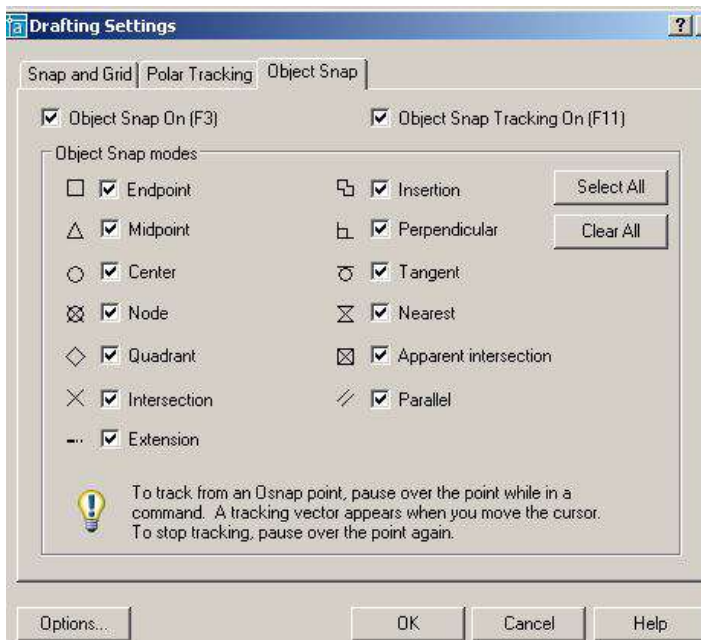


Рис. 44.

Перед применением этого способа необходимо настроить и включить режим *Osnap*. Настройка осуществляется в диалоговом окне режимов черчения *Drafting Settings* (Настройки эскиза) выпадающего меню *Tools* (Инструменты), которое также может быть вызвано на экран командой *OSNAP* или нажатием правой кнопки мыши при указании на индикатор режима в строке состояния (рис. 44). В системе предусмотрена возможность временного отключения постоянного режима *Osnap*, для чего достаточно щелкнуть на индикаторе *Osnap* в строке состояния.

Для одноразового использования какого-либо инструмента из набора объектных привязок в процессе выполнения команды используют контекстное меню, которое вызывают, удерживая клавишу

SHIFT и нажимая правую кнопку мыши при нахождении графического курсора в рабочей зоне окна *AutoCAD*.

Инструменты режима объектной привязки перечислены ниже:



- **Temporary Tracking Point** (Точка отслеживания) – привязка к временной линии, проведённой через выбранную точку параллельно одной из осей координат;



- **Snap From** (Смещение) – привязка к точке, находящейся на заданном расстоянии от указанной точки (сначала выбирают любую точку, а затем вводят с клавиатуры расстояние или координаты точки, к которой нужна привязка);



- **Snap to Endpoint** (Привязка к конечной точке) – привязка к конечной точке линии, дуги, границы области, трёхмерного тела;



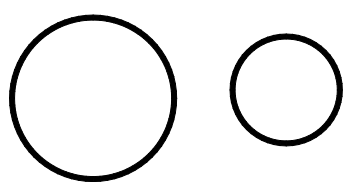
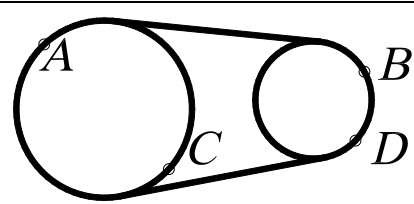
- **Snap to Midpoint** (Привязка к средней точке) – привязка к средним точкам объектов (отрезков, дуг и т. п.);

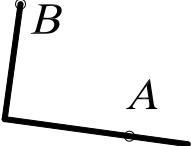


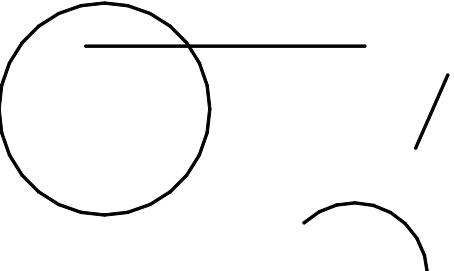
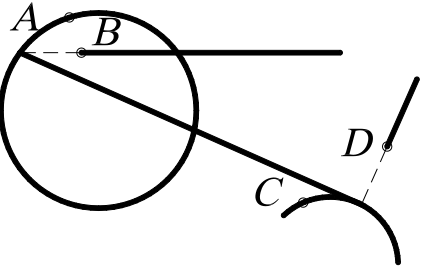
- **Snap to Intersection** (Привязка к пересечению) – привязка к точке пересечения двух объектов;

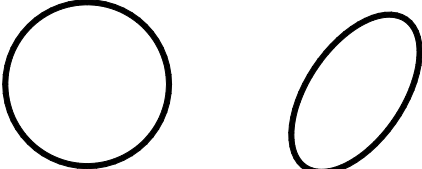
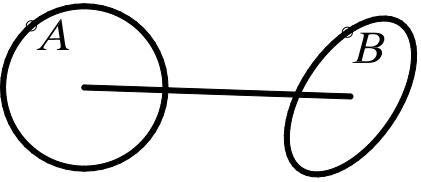
-  – **Snap to Apparent Intersection** (Привязка к предполагаемому пересечению) – привязка к воображаемой или предполагаемой точке пересечения линий или границ областей;
-  – **Snap to Extension** (Привязка к продолжению) – привязка к точке, лежащей на продолжении линии или дуги;
-  – **Snap to Center** (Привязка к центру) – привязка к центру окружности, дуги или эллипса (необходимо указывать на линию дуги или окружности или эллипса, а не на их центр);
-  – **Snap to Quadrant** (Привязка к квадранту) – привязка к ближайшему квадранту (точке, расположенной под углом 0^0 , 90^0 , 180^0 или 270^0 от центра) дуги, окружности или эллипса;
-  – **Snap to Tangent** (Привязка к касательной) – привязка к точке на дуге, окружности, эллипсе или сплайне, которая при соединении с последней точкой образует касательную к выбранному объекту;
-  – **Snap to Perpendicular** (Привязка к перпендикуляру) – привязка к точке на линии, окружности, эллипсе, сплайне или дуге, которая при соединении с последней точкой образует нормаль к выбранному объекту;
-  – **Snap to Parallel** (Привязка к параллели) – привязка объектов к точке на линии, которая при соединении с последней точкой образует линию, параллельную выбранному отрезку;
-  – **Snap to Insert** (Привязка к точке вставки) – привязка к точке вставки блока, формы, текста;
-  – **Snap to Node** (Привязка к узлу) – привязка к точке, сформированной командой **Point** (Точка);
-  – **Snap to Nearest** (Привязка к ближайшей) – привязка к произвольной точке примитива (на линии, дуге, окружности и др.), являющейся ближайшей к позиции перекрестия графического курсора;
-  – **None** (Ничего) – этот режим отменяет на одну команду все текущие режимы объектных привязок;
-  – **Object Snap Sitting** (Установка объектных привязок) – установка режима объектной привязки.

Выполнить упражнения № 47, 48, 49, 50 (вначале задайте исходные примитивы, показанные в левой части упражнения).

Построить касательные к окружностям				№ 47
	Line	Падающее меню Draw → Line		
Specify first point:	объектная привязка tangent		указать A (или C)	
Specify next point or [Undo]:	объектная привязка tangent		указать B (или D)	
Specify next point or [Undo]: <ENTER>.				
				

Восстановить перпендикуляр к концу отрезка		№ 48
	Line	Падающее меню Draw → Line
Specify first point: объектная привязка perpendicular  указать A		
Specify next point or [Undo]: указать B		
Specify next point or [Undo]: <ENTER>.		
		

Привязка к точке предполагаемого пересечения примитивов		№ 49
	Line	Падающее меню Draw → Line
Specify first point: об. привязка Apparent Intersection  указать A, B		
Specify next point or [Undo]: об. привязка Apparent Intersection  указать C, D		
Specify next point or [Undo]: <ENTER>.		
		

Привязка к центру окружности и эллипсу		№ 50
	Line	Падающее меню Draw → Line
Specify first point: об. привязка  Center указать A		
Specify next point or [Undo]: об. привязка  Center указать B		
Specify next point or [Undo]: <ENTER>.		
		

18. ПАНЕЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ *Modify* (Изменить или редактировать)

Ни один чертёж не удастся выполнить без корректировки. Вносить изменения в чертёж приходится по различным причинам. Некоторые процедуры редактирования являются частью процесса построения чертежа, например, копирование объекта вместо его повторного вычерчивания. Другие операции приводят к изменению большого количества объектов, на-

пример перенос целого фрагмента чертежа, если необходимо освободить место в графическом поле для новых объектов. Часто возникает потребность в удалении каких-то фрагментов, переносе повороте или изменении масштаба. Каждой из этих операций в наборе команд *AutoCAD* соответствует отдельная команда или набор команд, которые вызываются с помощью панели инструментов *Modify* (рис. 45) или с помощью падающего меню *Modify* (Редактировать).

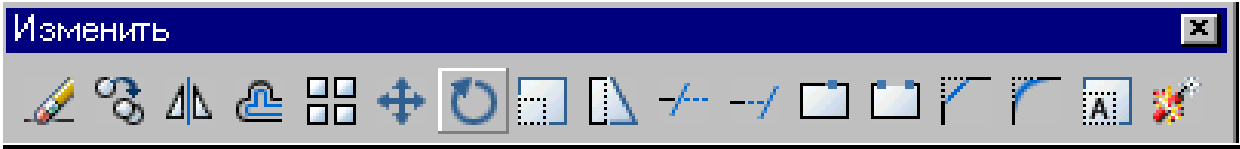


Рис. 45.

Для выполнения команд редактирования необходимо вначале выбрать эти объекты. Выбранная группа объектов называется *набором*, который состоит из одного или нескольких объектов. Набор объектов можно создавать как до, так и после вызова команды редактирования. Как только вызвана одна из команд редактирования, *AutoCAD* предлагает выбрать объекты. В командной строке появляется запрос *Select objects:* (Выберите объекты:). При этом перекрестье курсора заменяется прицелом выбора. Выбирать объекты можно с помощью предполагаемой рамки, с помощью курсора и др. Далее рассматриваются команды и примеры выполнения редактирования объектов. В примерах сначала создайте примитивы, показанные на рисунках слева, а затем редактируйте эти объекты.

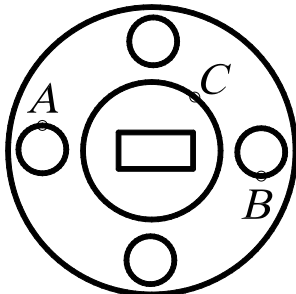
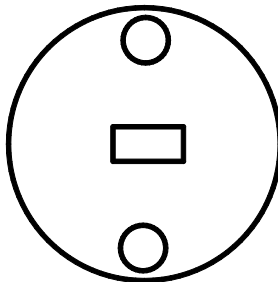
18.1. УДАЛЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ



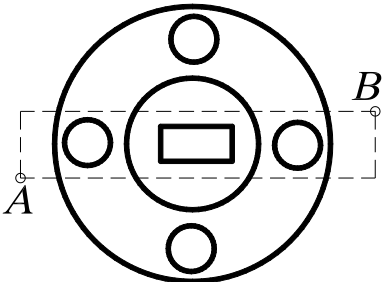
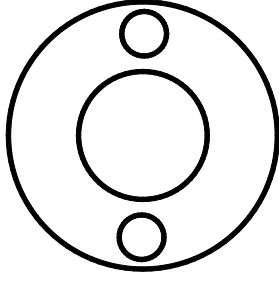
– Команда *Erase* (Стереть) – удаляет графический примитив и вызывается из падающего меню *Modify* (Редактирование) → *Erase* (Стереть) или щелчком мыши по пиктограмме *Erase* (Стереть) панели инструментов *Modify* (Редактирование).

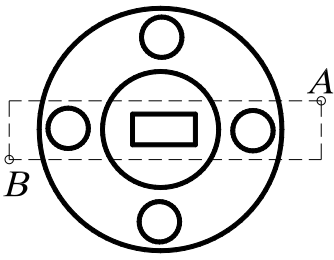
Для восстановления удаленных объектов последней командой *Erase* (Стереть) используется команда *OOPS* (Ой), название которой переводится на русский язык как «ой» и может пригодиться чересчур «активным» пользователям.

Выполнить упражнения № 51-53 (вначале задайте исходные примитивы, показанные в левой части упражнения).

Удалить набор примитивов, используя точечный выбор		№ 51
	Erase	Падающее меню Modify → Erase
	Select objects: указать курсором объект A	
	Select objects: указать курсором объект B	
	Select objects: указать курсором объект C	
	Select objects: <ENTER>	
OOPS - восстановить последний удаленный объект C.		
		

Выбор геометрических объектов может производиться с помощью рамки. Если указать первый угол рамки, а затем второй угол в направлении слева направо, то выбираются объекты, которые полностью попали в рамку. Если же указать первый угол рамки, а затем второй угол в направлении справа налево, то секущая рамка выбирает все объекты, которые находятся внутри или пересекают контур рамки.

<i>Удалить набор примитивов, выбирая их рамкой</i>		<i>№ 52</i>
	Erase Падающее меню Modify → Erase Select objects: указать точку A Select objects: указать точку B Select objects: <ENTER>	
		

<i>Удалить набор примитивов, выбирая их рамкой</i>		<i>№ 53</i>
	Erase Падающее меню Modify → Erase Select objects: указать точку A Select objects: указать точку B Select objects: <ENTER>	
		

18.2. КОПИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ



– Команда **Copy** (Копировать) – копирует выбранные объекты и вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Copy** (Копировать) или щелчком мыши по пиктограмме **Copy** (Копировать) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

Команда позволяет создавать множество копий одного или нескольких объектов. При её применении последний запрос требует указания точки смещения (или расстояния) относительно базовой точки. После получения нужного числа копий в ответ на запрос нажать клавишу Enter.

Выполнить упражнение № 54.

**Сору**Падающее меню **Modify** → **Сору**

Select objects: указать A

Select objects: ENTER

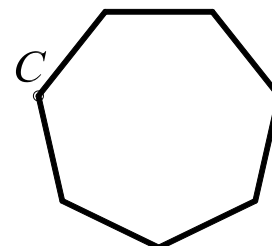
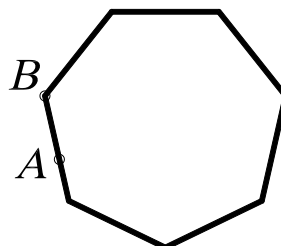
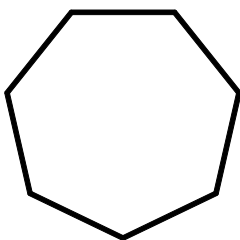
Specify base point or displacement: указать базовую точку B с использованием любой объектной привязки

Specify second point of displacement or

<use first point as displacement>: указать новое положение объекта – точку C

(или задавая расстояние BC с указанием направления курсора)

Specify second point of displacement: <ENTER>

**18.3. ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ**

– Команда **Mirror** (Зеркало) – зеркально отображает выбранный объект или набор объектов, вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Mirror** (Зеркало) или щелчком мыши по пиктограмме **Mirror** (Зеркало) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

Замечания:

1. Ось симметрии (отрезок, положение которого определяется первой и второй точками) может проходить под любым углом к горизонтальной линии.
2. Ось симметрии может быть предполагаемым отрезком, то есть не обязательно его вычерчивать.
3. При выполнении команды **Mirror** (Зеркало) рекомендуется в строке состояния установить режим **Orto**, так как в большинстве случаев оси симметрии ортогональны.
4. При зеркальном отображении участков чертежа, содержащего текст, последний становится трудночитаемым. Чтобы устранить данный недостаток, необходимо предварительно установить значение системной переменной MIRRTEXT равным нулю (то есть в командной строке написать слово MIRRTEXT и затем в следующей строке на запрос Enter new value for MIRRTEXT <0>: установить значение 0).
5. При выполнении команды **Mirror** (Зеркало) можно исходные объекты (оригиналы) сохранять или удалять. При этом на запрос команды Delete source objects? [Yes/No] <N>: указать Yes.

Выполнить упражнение № 55.

**Mirror**Падающее меню **Modify** → **Mirror**

Select objects: выбрать объекты, показанные на рисунке толстыми линиями

Select objects: ENTER

Specify first point of mirror line: указать точку A,

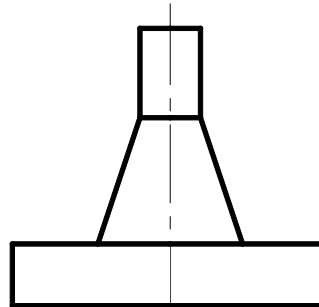
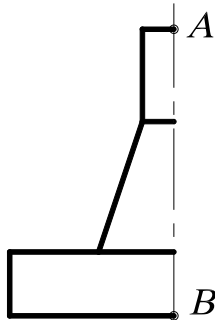
используя любой удобный режим об. привязки

Specify second point of mirror line: указать точку B,

используя любой удобный режим об. привязки

Delete source objects? [Yes/No] <N>: <ENTER>

Если на последний запрос команды ответить Y, то исходный объект не сохранится.

**18.4. ПОСТРОЕНИЕ ПОДОБНЫХ ПРИМИТИВОВ**

– Команда **Offset** (Подобие) – строит примитив, подобный другому графическому примитиву (строит эквидистантные линии); вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Offset** (Подобие) или щелчком мыши по пиктограмме **Offset** (Подобие) панели инструментов **Modify** (Редактирование). Новый, подобный примитив проходит через заданную точку на чертеже или на заданном расстоянии от исходного.

Первый запрос системы в ответ на команду Specify offset distance or [Through] <Through>: (Задайте величину постоянного смещения каждого объекта или...<значение по умолчанию>)

Если выбрать режим **Through**, то подобный объект будет построен проходящим через заданную впоследствии точку на чертеже.

Если выбрать режим **Offset**, то системе необходимо указать величину смещения (ввести числовое значение с помощью клавиатуры) и позицию относительно примитива-оригинала. Подобный элемент будет построен на заданном смещении от оригинала и в нужную сторону от него. По умолчанию система всегда предлагает тот режим использования данной команды, который был применен в предыдущий раз.

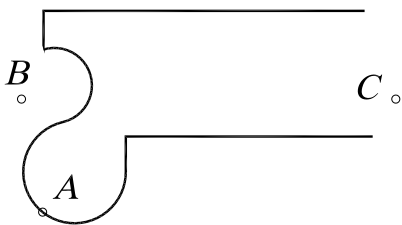
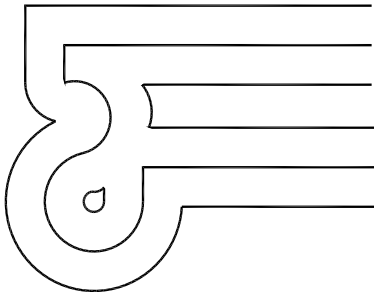
Замечания:

1. Для использования с командой **Offset** (Подобие) можно выбирать дуги, окружности, эллипсы, отрезки, лучи, прямые полилинии, сплайны, при этом указанные примитивы трансформируются следующим образом:

- дуга – новая дуга имеет центральный угол и точку центра исходной дуги, однако длина дуги изменяется;
- окружность, эллипс – новые объекты имеют центр исходных объектов, однако их радиусы изменяются;
- отрезки, лучи, прямые – новые объекты являются дубликатами исходных;
- полилинии – конечные точки новой полилинии размещаются вдоль нормали, направленной к соответствующим точкам исходной полилинии, в результате чего изменяются длины линейных и дуговых сегментов новой полилинии;

- сплайн – конечные точки нового сплайна размещаются вдоль нормали, направленной к соответствующим конечным точкам исходного сплайна, в результате чего изменяются длина и форма нового сплайна.
2. Для создания подобных объектов можно одновременно выбирать только один объект, причем разрешен только явный выбор.
 3. Нельзя трансформировать объекты, находящиеся в плоскости, не параллельной текущей ПСК.

Выполнить упражнение № 56.

Построить эквидистанту полилинии		№ 56
	Offset Падающее меню Modify → Offset Specify offset distance or [Through] <Through>: 10 величина смещения Select object to offset or <exit>: указать объект A Specify point on side to offset: указать точку B (сторону смещения) Select object to offset or <exit>: указать объект A Specify point on side to offset: указать точку C (сторону смещения) Select object to offset or <exit>: <ENTER>	
		

18.5. РАЗМНОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ МАССИВОМ



Команда **Array** (Массив) – тиражирует изображение графического примитива или их группы в заданной прямоугольной или круговой структуре, вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Array** (Массив) или щелчком мыши по пиктограмме **Array** (Массив) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

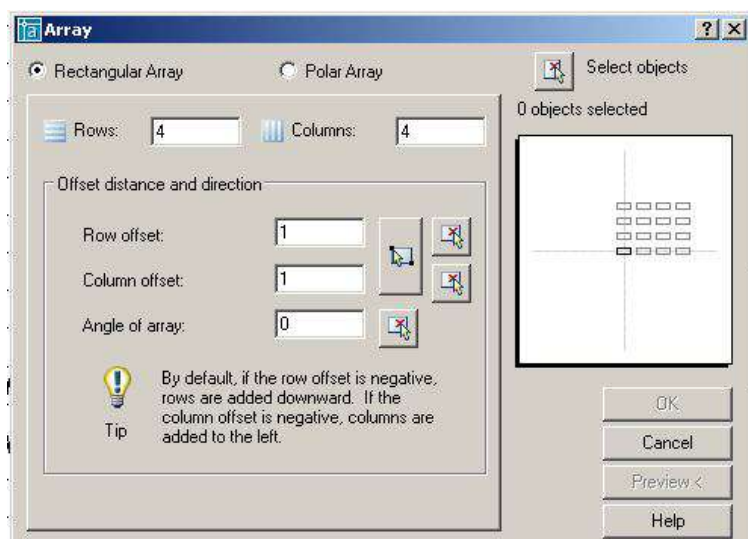


Рис. 46.

В ответ на команду система открывает диалоговое окно **Array** (рис. 46). Окно содержит две кнопки выбора, информационное поле, панель и кнопку.

- Кнопка выбора **Rectangular Array** устанавливает копирование выбранных объектов в виде прямоугольного массива.
 - Кнопка выбора **Polar Array** устанавливает копирование выбранных объектов в виде кругового массива.
 - Кнопка **Select Object** позволяет перейти в режим указания объектов, массив из которых необходимо создать.
- Информационное поле отображает вид создаваемого массива.

Панель служит для ввода параметров массива. В зависимости от выбора пользователя **Rectangular Array** или **Polar Array** состав компонентов панели изменяется. В режиме создания массива панель ввода параметров содержит следующие компоненты.

- Поле ввода **Rows** служит для задания числа строк прямоугольного массива. Поле снабжено контекстным меню.
- Поле ввода **Columns** служит для задания числа столбцов прямоугольного массива. Поле снабжено контекстным меню.
- Поле ввода **Rows offset** служит для задания расстояния между строками массива. Поле снабжено контекстным меню.
- Поле ввода **Column offset** служит для задания расстояния между столбцами массива. Поле снабжено контекстным меню.
- Поле ввода **Angle of array** служит для задания угла наклона осей, вдоль которых строится массив. Поле снабжено контекстным меню.
- Кнопка **Pick Both Offset** позволяет задать расстояния между строками и столбцами массива, указав на графическом поле две произвольные точки. При этом расстояние между строками равно разности координат указанных точек вдоль оси x , а расстояние между столбцами – разности координат указанных точек вдоль оси y .
- Кнопка **Pick Row Offset** позволяет задать расстояния между строками массива, указав на графическом поле две произвольные точки.
- Кнопка **Pick Column Offset** позволяет задать расстояния между столбцами массива, указав на графическом поле две произвольные точки.
- Кнопка **Pick Angle of Array** позволяет задать угол наклона осей массива, расстояния между строками массива, указав на графическом поле две произвольные точки.

В режиме создания полярного массива панель ввода параметров содержит следующие компоненты (рис. 47).

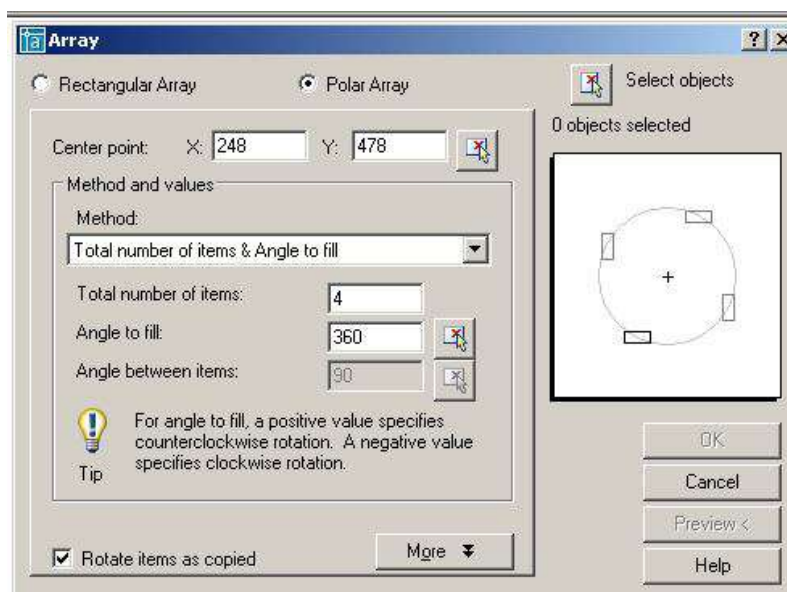


Рис. 47.

- Поля **Center X:**, **Y:** служат для задания координат центра массива. Поля снабжены контекстным меню.
- Кнопка **Center Pick Point** позволяет задать центр массива, указав на графическом поле произвольную точку (можно использовать объектную привязку).

- Раскрывающийся список **Method** позволяет выбрать режим создания полярного массива:
 - Total number of items & Angle to fill** – создание массива с определённым числом элементов, равномерно распределённых в пределах заданного угла;
 - Total number of items & Angle between items** - создание массива с определённым числом элементов и заданным угловым шагом;
 - Angle to fill & Angle between items** – создание массива элементов, расположенных в пределах определённого угла с заданным угловым шагом.
- Поле ввода **Total number of items** служит для задания общего числа элементов массива. Поле снабжено контекстным меню.
- Поле ввода **Angle to fill** служит для задания угла, в пределах которого размещаются элементы массива. Поле снабжено контекстным меню.
- Поле ввода **Angle between items** служит для задания углового шага между элементами массива. Поле снабжено контекстным меню.
- Флажок **Rotate items as copied** разрешает режим, при котором объекты создаваемого массива поворачиваются на соответствующий угол.
- Кнопка **More** открывает дополнительную панель **Object base point**, позволяющую задать положение базовой точки объекта (точки, расстояние до которой от центра массива остается постоянным).

Панель **Object base point** содержит следующие компоненты.

- Флажок **Set to object's default** разрешает использовать режим определения базовой точки, принятой для данного объекта по умолчанию:
 - точка центра для окружностей и эллипсов;
 - первый угол для многоугольников и прямоугольников;
 - начальная точка для линий, полилиний, сплайнов и лучей;
 - точка вставки для блоков и текста;
 - средняя точка для конструкционных линий.
- Поля ввода **Base point X**, **Y**: служат для задания координат базовой точки объекта, которая отличается от принятой по умолчанию.
- Кнопка **Pick Base Point** позволяет задать базовую точку объекта, указав на графическом поле произвольную точку.

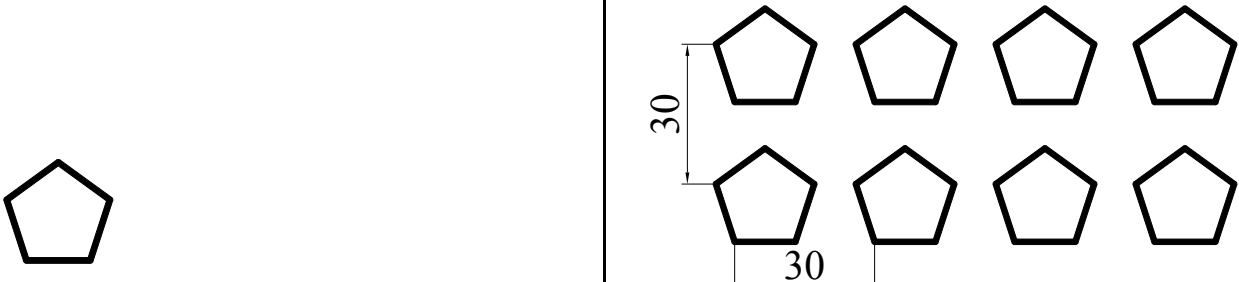
После задания всех необходимых параметров и выбора кнопки **OK** система производит построение массива элементов и завершает работу с командой. Кнопка **Preview** позволяет предварительный просмотр построенного массива, изображение которого можно редактировать или согласиться с тем, которое построено, нажав кнопку **OK**.

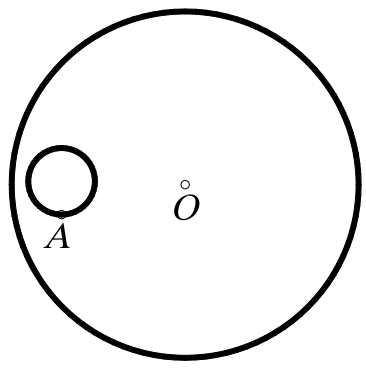
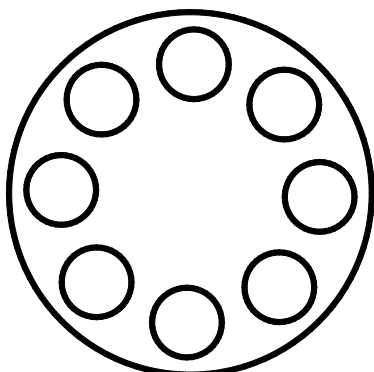
Замечания:

1. Команда позволяет выбрать объекты как после ее задания, так и до ее задания.
2. Каждый элемент массива можно редактировать независимо от других элементов.
3. Прямоугольные массивы выравниваются по осям **X** и **Y** текущей системы координат.

Для многих пользователей системы **AutoCAD** привычнее и удобнее работа с командной строкой. В этом случае команда **Array** (Массив) вводится с префиксом **-ARRAY** или **(-AR)**.

Выполнить упражнение № 57, 58 (вначале постройте исходный элемент, показанный в левой части упражнений).

<i>Размножить объект прямоугольным массивом</i>		<i>№ 57</i>
В командной строке с клавиатуры набрать –ARRAY или -AR Select objects: выбрать объект (пятиугольник) Select objects: Enter Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>: Enter выбрать прямоугольный массив Enter the number of rows (---) <1>: 2 количество строк Enter the number of columns () <1> 4 количество столбцов Enter the distance between rows or specify unit cell (---): 30 расстояние между строками Specify the distance between columns (): 30 расстояние между столбцами		
		

<i>Размножить объект круговым массивом</i>		<i>№ 58</i>
В командной строке с клавиатуры набрать –ARRAY (-AR) Select objects: выбрать объект A Select objects: Enter Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>: Р круговой режим Specify center point of array or [Base]: указать центр окружности O Enter the number of items in the array: 8 количество элементов Specify the angle to fill (+ccw, -cw) <360>: 360 или Enter угол заполнения элементами массива Rotate arrayed objects? [Yes/No] <Y>: <ENTER>		
		

Параметры ввода массива в диалоговое окно для упражнения № 57 показаны на рис. 48, а для упражнения № 58 – на рис. 49.

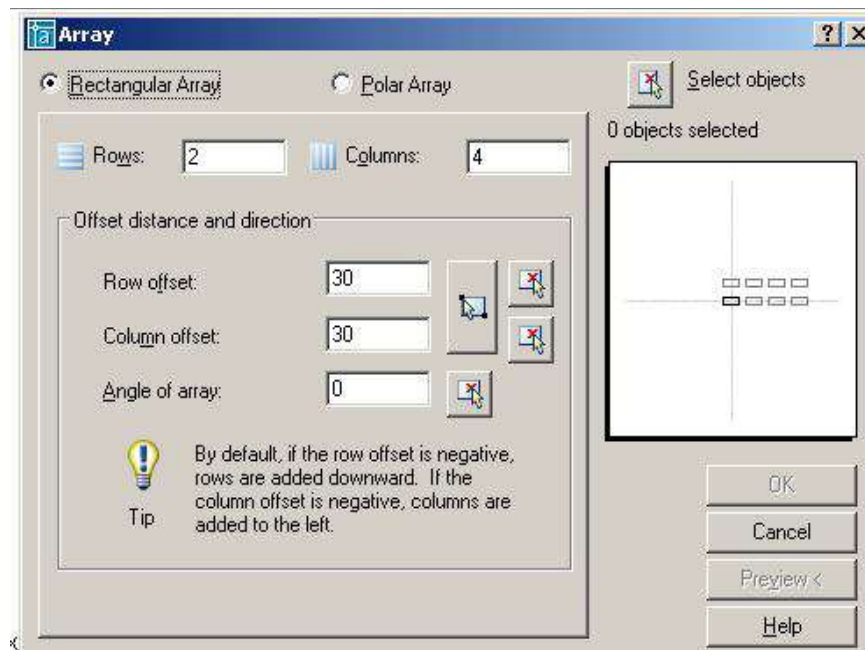


Рис. 48.

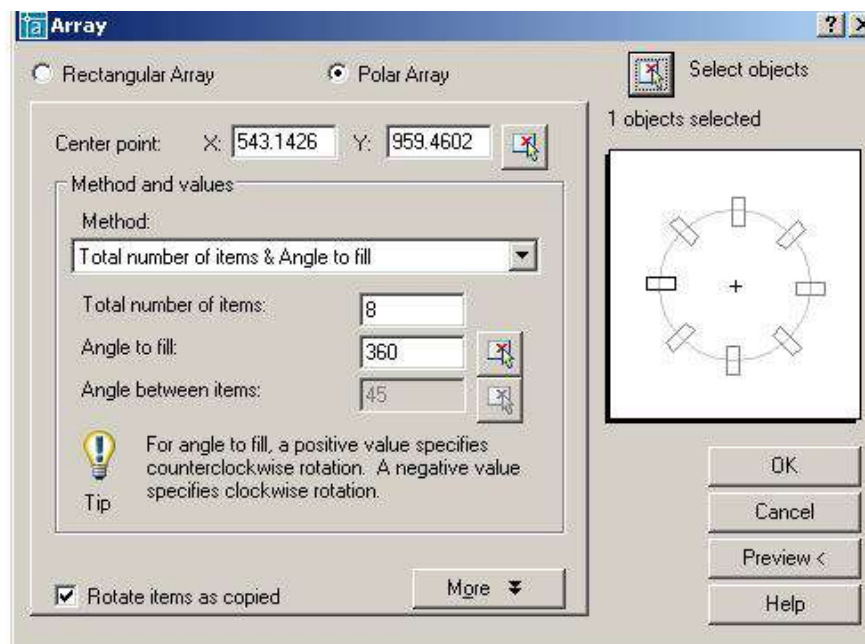


Рис. 49.

18.6. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ОБЪЕКТОВ



- Команда **Move** (Перемещение) – перемещает выбранные объекты, вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Move** (Перемещение) или щелчком мыши по пиктограмме **Move** (Перемещение) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

Выполнить упражнение № 59.



Move

Падающее меню **Modify** → **Move**

Select objects: указать A

Specify opposite corner: указать B

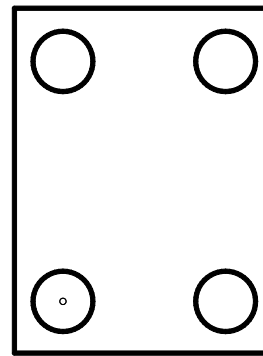
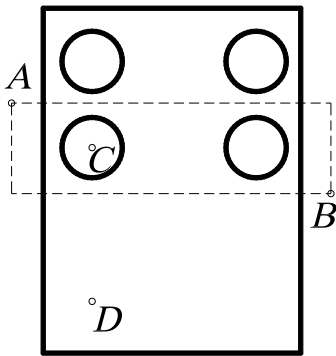
Select objects: Enter

Specify base point or displacement: указать окружность в точке C с объектной привязкой Center



Specify second point of displacement or

<use first point as displacement>: указать точку D с объектной привязкой Node



18.7. ПОВОРОТ ОБЪЕКТОВ



- Команда **Rotate** (Повернуть) – поворачивает выбранные объекты вокруг указанной точки на заданный угол; вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование)

→ **Rotate** (Повернуть) или щелчком мыши по пиктограмме **Rotate** (Повернуть) панели инструментов **Modify** (Редактирование). По умолчанию отсчет значений углов ведется от положительного направления оси *x*. Против часовой стрелки – положительное значение угла, по часовой стрелке – отрицательное.

Опция команды **Reference** (Опорный угол) используется, если необходимо повернуть объект относительно существующего угла. Для автоматического определения угла нужно указать на примитиве две точки с помощью объектной привязки.

Выполнить упражнения № 60, 61.

Повернуть объект

№ 60



Rotate

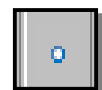
Падающее меню **Modify** → **Rotate**

Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0

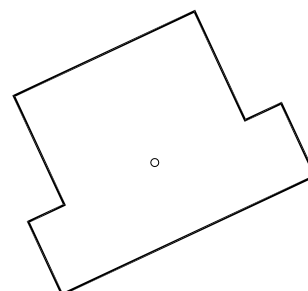
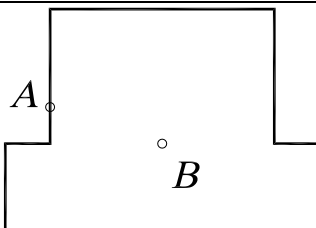
Select objects: указать объект A

Select objects: Enter

Specify base point: указать центр поворота – базовую точку B с объектной привязкой Node



Specify rotation angle or [Reference]: 25 угол поворота





Rotate

Падающее меню **Modify** → **Rotate**

Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0

Select objects: указать объект A

Select objects: Enter

Specify base point: указать центр поворота точку B с
объектной привязкой Intersection

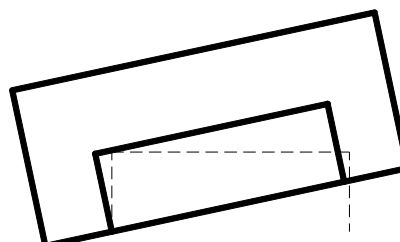
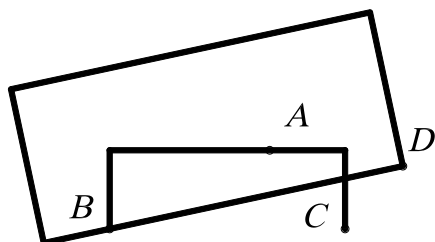


Specify rotation angle or [Reference]: R режим ссылки

Specify the reference angle <0>: указать точку B с объектной привязкой

Specify second point: указать точку C с объектной привязкой

Specify the new angle: указать точку D с объектной привязкой.



18.8. МАСШТАБИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ



– Команда **Scale** (Масштаб) – пропорционально изменяет размеры объекта относительно заданной точки, умножая их на заданный коэффициент масштаба, вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Scale** (Масштаб) или щелчком мыши по пиктограмме **Scale** (Масштаб) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

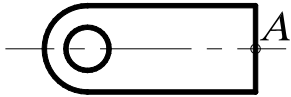
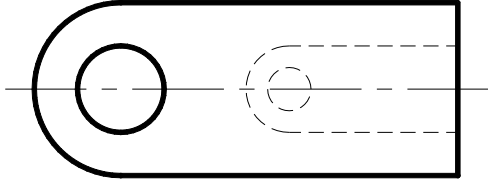
При масштабировании объектов масштабные коэффициенты по осям *x* и *y* одинаковы. Таким образом, можно делать объект больше или меньше, но нельзя изменять соотношение его размеров по этим осям. Масштабирование выполняется путем указания базовой точки и новой длины объекта, из которой выводится масштабный коэффициент для текущих единиц, или путем явного ввода коэффициента. Кроме того, коэффициент может определяться путем указания текущей длины и новой длины объекта.

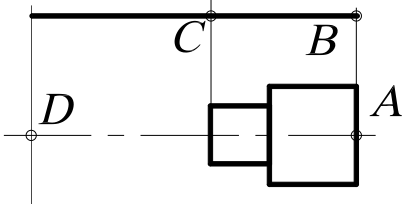
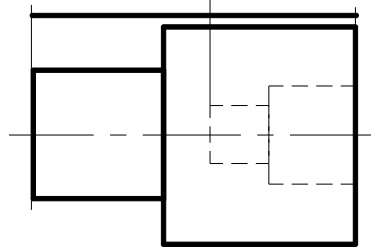
Опция **Reference** (Опорный отрезок) используется для определения коэффициента масштабирования с применением существующих объектов.

Одна из наиболее эффективных возможностей использования **Reference** (Опорный отрезок) – изменение масштаба всего рисунка. Если окажется, что выбранные единицы рисунка не соответствуют заданным требованиям, то для выбора всех объектов на рисунке (например, рамкой) можно сначала воспользоваться командой **Scale** (Масштаб), затем использовать опцию **Reference** (Опорный отрезок), указать два конца объекта, требуемая длина которого известна, и ввести эту длину. В результате масштаб всех объектов на рисунке пропорционально изменится соответствующим образом. Для автоматического определения исходной длины нужно указать на объекте с помощью объектной привязки две точки.

При использовании команды **Scale** (Масштаб) базовая точка не меняет своего положения при изменении размеров объекта.

Выполнить упражнения № 62, 63.

<i>Масштабировать объект</i>		<i>№ 62</i>
 Scale Падающее меню Modify → Scale		
Select objects: выбрать заданный объект Select objects: Enter Specify base point: указать базовую точку A Specify scale factor or [Reference]: 2 коэффициент		
 		

<i>Масштабировать объект со ссылкой на заданную длину</i>		<i>№ 63</i>
 Scale Падающее меню Modify → Scale		
Select objects: выбрать заданный объект любым способом Select objects: Enter Specify base point: указать базовую точку A Specify scale factor or [Reference]: R ссылка Specify reference length <1>: указать точку B Specify second point: указать точку C Specify new length: указать точку D		
 		

18.9. РАСТЯГИВАНИЕ ОБЪЕКТОВ



– Команда **Stretch** (Растянуть) – обеспечивает растягивание или сжатие объекта, не разрывая его, за счёт перемещения отдельных его частей, вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Stretch** (Растянуть) или щелчком мыши по пиктограмме **Stretch** (Растянуть) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

После запуска команды необходимо выбрать объекты. Выбор объектов осуществляется текущей рамкой, которая получается при движении курсора справа налево. При выполнении команды все объекты, которые попали внутрь текущей рамки, переносятся на одно и то же расстояние, а те, которые не попали, остаются на месте.

Под действие команды **Stretch** (Растянуть) попадают следующие типы объектов: отрезки, полилинии, дуги, лучи, сплайны, эллиптические дуги, размеры. Объекты – круг, текст, блок – растягивать нельзя.

Выполнить упражнение № 64.



Stretch

Падающее меню **Modify** → **Stretch**

Select objects to stretch by crossing-window or crossing-polygon...

Select objects: выбрать объекты секущей рамкой

(растягивая её справа налево), указать точку A

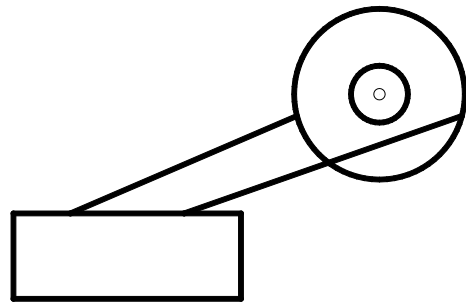
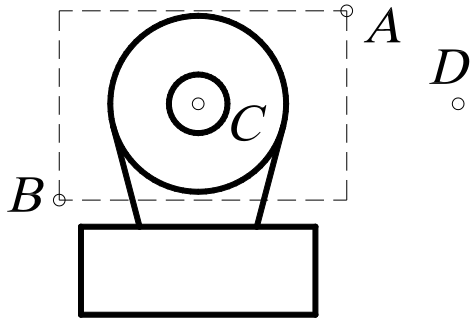
Specify opposite corner: указать точку B

Select objects: Enter

Specify base point or displacement: указать точку C (применяя об. привязку к центру)

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: указать точку D

D



18.10. ПОДРЕЗАНИЕ ОБЪЕКТОВ



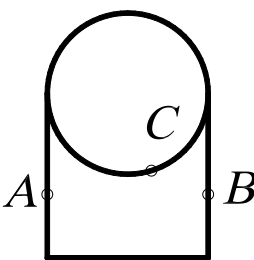
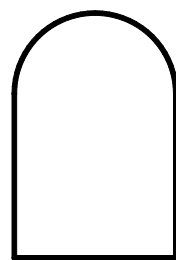
— Команда **Trim** (Обрезать) – удаляет часть графического объекта, обрезаая его по заданной режущей кромке, вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Trim** (Обрезать) или щелчком мыши по пиктограмме **Trim** (Обрезать) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

Прежде чем удалить лишние фрагменты – подрезать объект, необходимо определить *режущую кромку*. Режущей кромкой могут служить отрезки, дуги, окружности, двумерные полилинии, эллипсы, сплайны, прямые, лучи. Можно выбирать несколько режущих кромок и подрезать несколько объектов одновременно. В пространстве листа режущими кромками могут быть границы видовых экранов. После определения объектов, которые будут использованы в качестве режущих кромок, выбираются объекты для подрезания. При этом перечисляются следующие опции команды.

- **Select object to trim** (Выберите объекты для подрезания). Эта опция предлагается по умолчанию. Нужно выбрать любым известным способом те объекты, которые нужно откорректировать, при этом каждый объект должен быть указан с того конца, который нужно удалить.
- **Project** (Проекция). Эта опция определяет режим отсечения объектов по пересечению проекции объектов с границей в трехмерном пространстве:
 - **None** (Никакой) – режущая кромка не проектируется, она должна явно (физически) пересекать корректируемый объект;
 - **UCS** (ПСК) – кромка проектируется на координатную плоскость **XY** текущей пользовательской системы координат. Фактически при этом в качестве режущей кромки используется плоскость, нормальная к плоскости **XY** текущей ПСК;
 - **View** (Вид) – режущая кромка и подрезаемый объект проектируются на плоскость экрана в текущем виде.
- **Edge** (Кромка) определяет режим поиска пересечения:
 - **Extend** (Удлинить) – выполняет удлинение режущей кромки до воображаемого пересечения с корректируемым объектом;

- **No Extend** (Не удлинять) – отсечение объектов по границе, с которой они имеют пересечение.

Выполнить упражнение № 65.

Отсечь часть окружности		№ 65
 Trim Current settings: Projection=UCS, Edge=None Select cutting edges ... Select objects: указать режущую кромку, выбрав объекты A и B Select objects: Enter Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]: указать объект C Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]: <ENTER> Падающее меню Modify → Trim		
 		

18.11. УДЛИНЕНИЕ ОБЪЕКТОВ



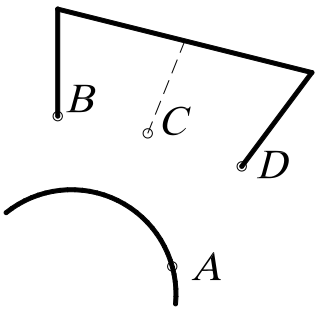
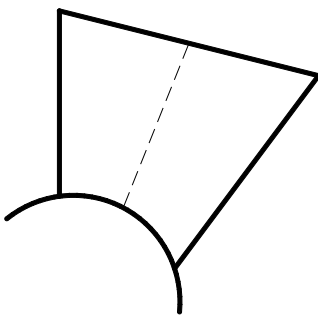
– Команда **Extend** (Удлинить) – удлиняет объекты до пересечения с указанной линией, вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Extend** (Удлинить) или щелчком мыши по пиктограмме **Extend** (Удлинить) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

Методика выполнения удлинения объектов мало отличается от подрезания. Разница только в том, что вместо режущей кромки задается *границная кромка*. Удлинять командой **Extend** (Удлинить) можно отрезки, незамкнутые полилинии, дуги, лучи, эллиптические дуги. Граничными кромками могут служить отрезки, дуги, двумерные полилинии. Удлиняемые объекты выбираются, если указать на ту часть, которая должна удлиняться. Объекты нельзя выбирать рамкой.

В процессе выполнения команды **Extend** (Удлинить) используются те же приглашения, что и для **Trim** (Обрезать). Первое приглашение **Select boundary edges** касается выбора объектов, которые будут использованы в качестве граничной кромки. Для задания способа интерпретации граничных кромок предлагается использовать такие же опции, как и при выполнении подрезания.

- **Project** (Проекция). Эта опция позволяет определить, каким образом **AutoCAD** будет проектировать граничную кромку при выполнении операции на трехмерной модели:
 - **None** (Никакой) – граничная кромка не проектируется, она должна явно (физически) пересекать продолжение корректируемого объекта;
 - **UCS** (ПСК) – кромка проектируется на координатную плоскость **XY** текущей пользовательской системы координат. Фактически при этом в качестве режущей кромки используется плоскость, нормальная к плоскости **XY** текущей ПСК;
 - **View** (Вид) – граничная кромка и удлиняемый объект проектируются на плоскость экрана в текущем виде.
- **Edge** (Кромка) определяет режим поиска пересечения:
 - **Extend** (Удлинить) – выполняет удлинение объекта до воображаемой продолженной границы;
 - **No Extend** (Не удлинять) – удлинение объектов до границы без её удлинения.

Выполнить упражнение № 66.

Удлинить отрезки до границы дуги		№ 66
 Extend Падающее меню Modify → Extend Current settings: Projection=UCS, Edge=None Select boundary edges ... Select objects: указать граничную кромку, выбрав объект A Select objects: Enter Select object to extend or shift-select to trim or [Project/Edge/Undo]: указать точку B Select object to extend or shift-select to trim or [Project/Edge/Undo]: указать точку C Select object to extend or shift-select to trim or [Project/Edge/Undo]: указать точку D Select object to extend or shift-select to trim or [Project/Edge/Undo]: <ENTER>		
 		

Если задано несколько граничных кромок, то объект удлиняется до тех пор, пока не достигнет первой граничной кромки. Этот объект можно выбрать вновь, чтобы удлинить его до следующей граничной кромки.

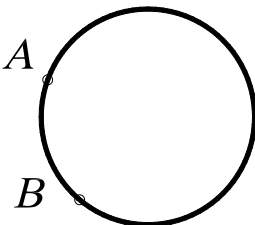
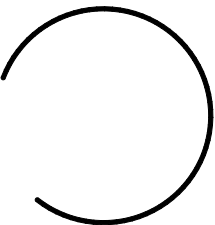
18.12. РАЗБИЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ЧАСТИ



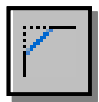
– Команда **Break** (Разорвать) – осуществляет разрыв отрезка, полилинии, дуги, окружности, эллипса, сплайна, прямой. Вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Break** (Разорвать) или щелчком мыши по пиктограмме **Break** (Разорвать) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

Для разбиения объекта на части можно выбрать объект в первой точке разрыва, а затем указать вторую точку разрыва.

Выполнить упражнение № 67.

Расчленив и удалить часть окружности		№ 67
 Break Падающее меню Modify → Break Select object: указать точку разрыва A Specify second break point or [First point]: указать точку разрыва B		
 		

18.13. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ФАСОК



– Команда **Chamfer** (Фаска) – снимает фаску с угла, образованного полилинией, лучами или пересечением двух отрезков. Вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Chamfer** (Фаска) или щелчком мыши по пиктограмме **Chamfer** (Фаска) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

Эта команда может использоваться и для редактирования трехмерных тел. Если создается фаска, она определяется либо двумя катетами, либо одним катетом и углом фаски по отношению к одной из кромок.

Процесс создания фаски состоит из двух шагов. Сначала задаются параметры фаски. Это могут быть либо два катета, либо один катет и угол фаски. После ввода значений **AutoCAD** завершит команду **Chamfer** (Фаска). После этого нужно снова запустить эту команду и выбрать два отрезка, представляющие кромки, между которыми создается фаска. **AutoCAD** создаст фаску, используя полученную на предыдущем этапе информацию.

Выполнить упражнения № 68.

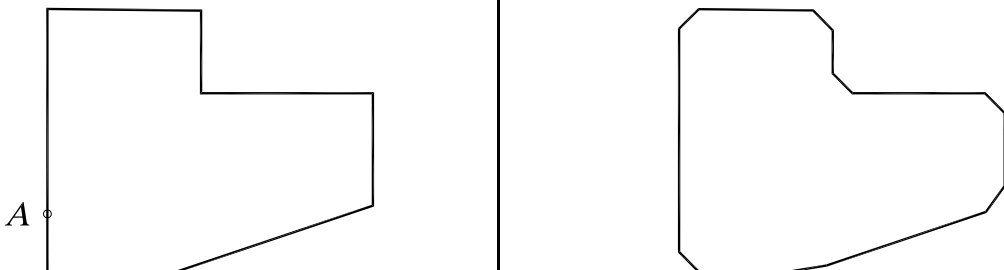
Построить фаски объекта		№ 68
 Chamfer (TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000 Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/mUltiple]: D режим задания	Падающее меню Modify → Chamfer фаски по двум катетам Specify first chamfer distance <0.0000>: 7 длина одного катета Specify second chamfer distance <7.0000>: Enter <по умолчанию> длина второго катета Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/mUltiple]: указать отрезок A Select second line: указать отрезок B Аналогично построить фаску с другой стороны.	

Ниже описаны опции команды **Chamfer** (Фаска).

- **Select first line** (Выберите первую кромку). Указать первую из двух кромок. В плоских чертежах ею является линия, а в трехмерных моделях – ребро тела. После этого последует приглашение выбрать вторую кромку.
- **Polyline** (Полилиния). При выборе этой опции, которая доступна только в том случае, если выбранным объектом является полилиния, на всех углах между последовательными сегментами будет вычерчена линия фаски. Построенные вдоль полилинии фаски становятся её новыми сегментами, даже если их длина равна нулю. Пример нанесения фасок на полилинию будет представлен ниже.
- **Distance** (Катет). Эта опция используется для формирования фаски по значениям длин двух катетов. В этом случае задается сначала длина одного катета, а затем другого.
- **Angle** (Угол). Позволяет задать длину одного катета и угла скоса между фаской и линией кромки.

- **Trim** (Обрезать). Позволяет задать режим обработки двух объектов, то есть разрешает обрезать ненужные линии или нет, до снятия фаски. Если нужно обрезать, то первая линия отсекает на величину первого расстояния, вторая – на величину второго. Если расстояние равно 0, то происходит подгонка в одну точку. По умолчанию соединяемые фаской объекты обрезаются.
- **Method** (Метод) – позволяет выбрать один из методов задания размеров фасок: либо двумя расстояниями, либо расстоянием и углом.

Выполнить упражнения № 69.

Вычертить фаски на углах сегментов полилинии		№ 69
	Chamfer Падающее меню Modify → Chamfer (TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 5.0000, Dist2 = 5.0000 Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/mUltiple]: Р режим поли- линии Select 2D polyline: указать на полилинию в любой точке (например, в точке А) 7 lines were chamfered	
		

18.14. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ УГЛОВ



– Команда **Fillet** (Сопряжение) – скругляет или сопрягает объекты дугой заданного радиуса. Вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Fillet** (Сопряжение) или щелчком мыши по пиктограмме **Fillet** (Сопряжение) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

С помощью этой команды можно сопрягать объекты следующих типов: линия, полилиния, луч, конструкционная линия, которые на чертеже имеют вид прямых, причем сопрягаемые линии, которых могут быть и параллельными. Допускается сопрягать и криволинейные объекты типов дуга, окружность и эллипс.

Процесс сопряжения состоит из двух этапов. Сначала определяется радиус сопрягающей дуги. В качестве такового используется радиус последнего выполненного сопряжения. Если необходимо переназначить величину радиуса, выбирают опцию **Radius** и вводят новое значение. Затем выбирают два сопрягаемых отрезка. **AutoCAD** выполнит сопряжение отрезков в соответствии с имеющейся информацией.

Команда имеет четыре основанные опции.

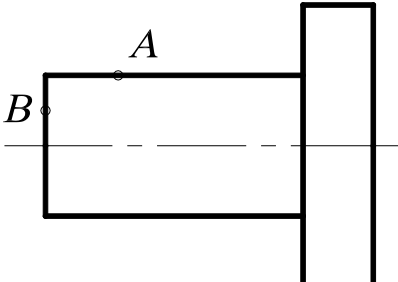
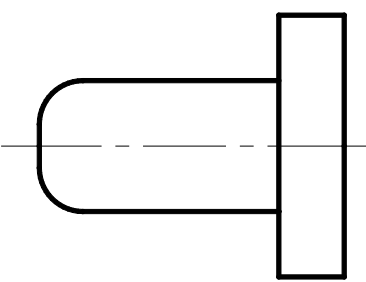
- **Select first object** (выберите первый объект). Эта опция позволяет указать первый объект сопряжения, если выполняется редактирование плоских объектов, либо трёхмерное ребро, если выполняется плавное сопряжение на трёхмерной модели. После выбора первого объекта сопряжения выбирается второе. При работе с трехмерными моделями можно выбрать несколько ребер, которые будут сглажены поверхностью одного радиуса. В этом случае имеется еще три опции:
 - **Select an edge** (Выберите ребро). Эта опция позволяет выбрать дополнительно ребра трехмерной модели до тех пор, пока не будет нажата клавиша **Enter**.

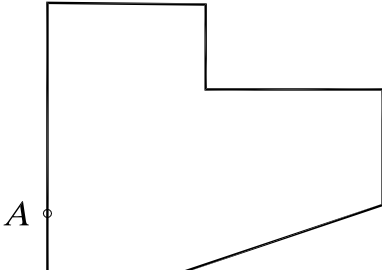
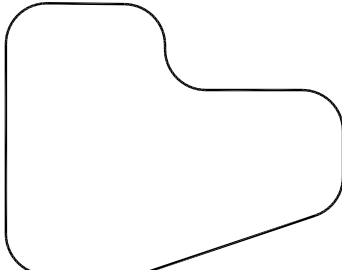
- **Chain** (Цепочка). Эта опция позволяет указать непрерывную последовательность ребер на одной грани, которые будут одинаково сглажены.

- **Radius** (Радиус) – задание радиуса.

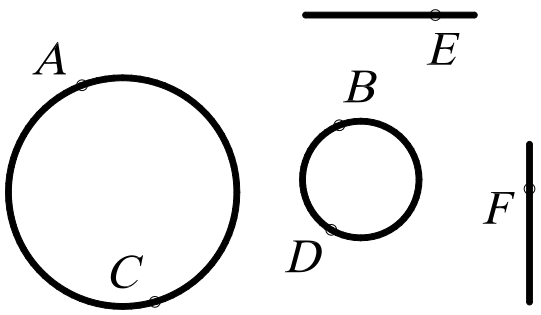
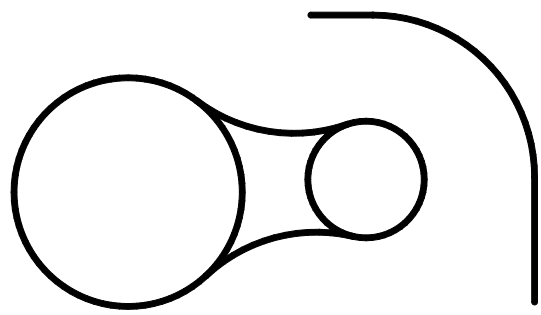
- **Polyline** (Полилиния). При выборе этой опции, которая доступна только в том случае, если выбранным объектом является полилиния, все углы между последовательными сегментами будут сопряжены дугами одного радиуса.
- **Radius** (Радиус). Эта опция позволяет задать значение радиуса. Изменение радиуса действует только на выполняемые после этого сопряжения, оставляя неизменными существующие.
- **Trim** (Обрезать). Позволяет задать режим обработки двух объектов, то есть разрешает обрезать ненужные линии или нет, до выполнения сопряжения. По умолчанию сопрягаемые объекты обрезаются.

Выполнить упражнения № 70 - 72.

Построить сопряжение отрезков		№ 70
	Fillet Падающее меню Modify → Fillet Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.0000 Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: R задать значение радиуса Specify fillet radius <0.0000>: 10 радиус скругления Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: указать на отрезок в точке A Select second object: указать на отрезок в точке B Аналогично построить второе сопряжение.	
 		

Построить сопряжения на углах сегментов полилинии		№ 71
	Fillet Падающее меню Modify → Fillet Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.0000 Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: R задать значение радиуса Specify fillet radius <0.0000>: 10 радиус скругления Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: P режим полилинии Select 2D polyline: указать на полилинию в любой точке (например, в точке A) 7 lines were filleted	
 		

Замечание. Если два отрезка параллельны, то между их концами вычерчивается полу-круг, при этом радиус сопряжения автоматически устанавливается равным половине расстояния между отрезками.

Построить сопряжения заданных объектов		№ 72
	Fillet Падающее меню Modify → Fillet Current settings: Mode = TRIM, Radius = 10.0000 Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: R задать значение радиуса Specify fillet radius <10.0000>: 30 радиус скругления Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: указать точку A (или C) Select second object: указать точку B (или D) FILLET Current settings: Mode = TRIM, Radius = 30.0000 Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: указать точку E Select second object: указать точку F.	
		

Замечание. Если радиус сопряжения задан нулевым, то система просто соединяет два непараллельных отрезка.

19. РЕДАКТИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ МАРКЕРОВ GRIPS («РУЧКИ»)

При выделении объекта на поле чертежа на нем появляются маркеры **Grips** (Ручки) – характерные точки объекта (маленькие синие квадраты), обычно определяемые с помощью режима объектной привязки. Использование ручек позволяет минимизировать обращения к меню. Редактирование при включенном режиме ручек выполняется с помощью графического курсора.

Средство редактирования объектов **Grips** объединяет наиболее часто используемые команды редактирования: **Stretch** (Растянуть), **Move** (Перемещение), **Rotate** (Повернуть), **Scale** (Масштаб), **Mirror** (Зеркало). По умолчанию вначале активизируется команда **Stretch** (Растянуть).

Первое действие при работе со средством редактирования **Grips**.

Выбирают объекты, воспользовавшись средствами выбора объектов до ввода команды: предполагаемой рамкой или явным указанием объектов. Система отметит маркеры **Grips** выбранных объектов маленькими синими квадратами. Если какой-либо объект выбран ошибочно, нажимают клавишу **Shift** и дважды щелкают на этом объекте мышью, чтобы отменить выбор и маркеры. Если весь набор выбран неудачно, нажимают дважды клавишу **Esc**.

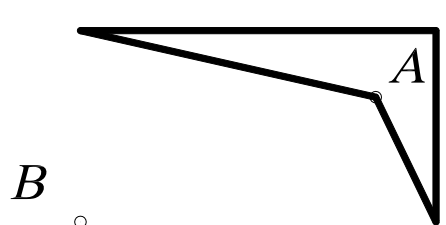
Второе действие при работе со средством редактирования **Grips**.

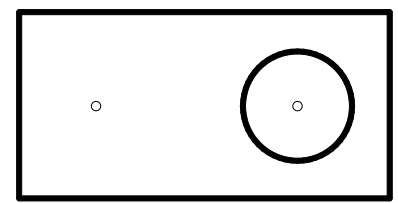
Активизируют режим редактирования, явно указав графическим курсором один из маркеров **Grips**. Система отметит активный маркер **Grips** маленьким красным квадратом. Чтобы вернуть этот маркер в первоначальное состояние, щелкают на нем мышью. Если не-

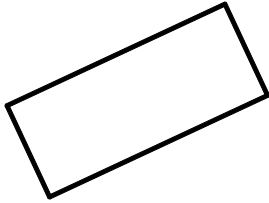
обходимо активизировать несколько маркеров **Grips**, то в ходе их набора нажимают и удерживают клавишу **Shift**. После отпущения клавиши **Shift** следует выбрать из набора активных маркеров **Grips** один, который будет рассматриваться системой как базовый. Если какой-либо маркер **Grips** из набора выбран ошибочно, то для его отмены нужно щелкнуть на нем мышью, удерживая нажатой клавишу **Shift**. Точка, соответствующая выбранному маркеру **Grips**, рассматривается системой в качестве базовой. После выбора маркера по умолчанию запускается команда **Stretch** (Растянуть).

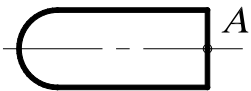
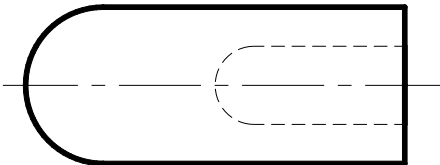
Для выбора остальных команд режима можно воспользоваться контекстным меню, вызываемым при нажатии правой кнопки мыши, последовательным нажатием клавиши **Enter** или непосредственным вводом с клавиатуры в командную строку начальной буквы команды.

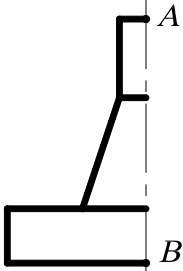
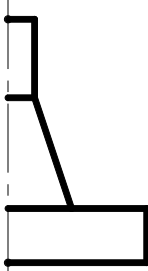
Выполнить упражнения № 73 – 77 (вначале постройте исходный элемент, показанный в левой части упражнения).

Растянуть объект с помощью Grips (Ручки)		№ 73
Command: указать на контур объекта в произвольной точке. Из появившихся ручек выбрать ту, за которую следует тянуть (точку A) ** STRETCH ** Specify stretch point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: указать новое положение редактируемой вершины – точку B (при необходимости задать её координатами). Для удаления ручек с графического поля дважды нажать клавишу Esc.		
		

Переместить объект с помощью Grips (Ручки)		№ 74
Command: указать на контур объекта в произвольной точке. Из появившихся ручек выбрать базовую, например точку A ** STRETCH ** Specify stretch point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: Мо или Enter режим перемещения ** MOVE ** Specify move point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: указать новое положение центра окружности – точку B (при необходимости задать её координатами). Для удаления ручек с графического поля дважды нажать клавишу Esc.		
		

<i>Повернуть объект с помощью Grips (Ручки)</i>		<i>№ 75</i>
Command: указать на контур объекта в произвольной точке. Из появившихся ручек выбрать базовую (центр поворота), например точку A ** STRETCH ** Specify stretch point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: Ro режим поворота ** ROTATE ** Specify rotation angle or [Base point/Copy/Undo/Reference/eXit]: 25 угол Для удаления ручек с графического поля дважды нажать клавишу Esc.		
		

<i>Масштабировать объект с помощью Grips (Ручки)</i>		<i>№ 76</i>
Command: выбрать объект Из появившихся ручек выбрать базовую, например точку A ** STRETCH ** Specify stretch point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: Sc режим масштабирования ** SCALE ** Specify scale factor or [Base point/Copy/Undo/Reference/eXit]: 2 коэффициент Для удаления ручек с графического поля дважды нажать клавишу Esc.		
		

<i>Зеркально отобразить объект с помощью Grips (Ручки)</i>		<i>№ 77</i>
Command: выбрать объект Из появившихся ручек выбрать базовую, например точку A ** STRETCH ** Specify stretch point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: Mi режим симметрии ** MIRROR ** Specify second point or [Base point/Copy/Undo/eXit]: указать точку B Для удаления ручек с графического поля дважды нажать клавишу Esc.		
		

20. ДИСПЕТЧЕР СВОЙСТВ ОБЪЕКТОВ



Диспетчер свойств объектов *Object Property Manager* – это единый инструмент, управляющий всеми объектами рисунка. В диалоговом окне *Property* (Свойства), представленном на рис. 150, возможен просмотр и изменение практически всех свойств рисунка. Диалоговое окно загружается командой **PROPERTIES** (Окно свойств) либо из падающего меню *Modify* (Редактировать)→ *Properties* (Свойства), либо щелчком мыши по пиктограмме *Properties* (Свойства) стандартной панели инструментов.



Рис. 150.

Диспетчер свойств объектов *Object Property Manager* позволяет выбирать объекты по их типу, предоставляя возможность редактировать свойства для каждого объекта. Если выбран один объект, отображается диалоговое окно со всеми доступными свойствами, характеризующими этот объект (слой, цвет, толщина линии, тип линии, высота текста и т. п.). При выборе нескольких объектов отображается окно с параметрами, которые характеризуют общие свойства этих объектов. Если не выбран ни один объект, диалоговое окно отображает общие характеристики чертежа.

Предусмотрены следующие способы изменения значений параметров:

- ввести новое значение параметра с помощью клавиатуры;
- явно указать новые координаты точки на экране монитора;
- выбрать новое значение параметра из раскрывающегося списка;
- выбрать новое значение параметра в диалоговом окне.

Диалоговое окно загружается командой **PROPERTIES** (Окно свойств), содержит две вкладки: раскрывающийся список выбранных объектов и три кнопки.

- Раскрывающийся список, расположенный в верхней части окна, содержит перечень выбранных объектов.
- Кнопка *Toggle value of PICKADD Sysvar* разрешает (на кнопке символ +) или запрещает (на кнопке символ 1) добавлять объекты в набор для редактирования.
- Кнопка *Select Object* позволяет явно указать объекты, свойства которых необходимо редактировать.
- Кнопка *Quick Select* открывает диалоговое окно с тем же именем, с помощью которого можно быстро выбрать объекты для редактирования.

При редактировании свойств объектов происходит их динамическое обновление.

21. ПАНЕЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ *Dimension* (Измерение)

В *AutoCAD* используются размеры, которые можно разделить на три основные группы – линейные, радиальные и угловые. Линейные размеры делятся на горизонтальные, вертикальные, параллельные, повернутые, координатные, базовые и размерные цепи. Изображение размера: все линии, стрелки, дуги и элементы текста, составляющие размер, будут рас-

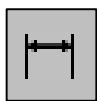
смагиваться как один размерный примитив. Команды простановки размеров находятся в падающем меню **Dimension** (Размеры) или на одноименной панели инструментов (рис. 151).



Рис. 151.

21.1. ЛИНЕЙНЫЕ РАЗМЕРЫ

AutoCAD позволяет проставлять линейные размеры, отличающиеся углом, под которым проводится размерная линия.



– Команда **Dimliner** (Размер линейный) – позволяет создавать горизонтальный, вертикальный или повернутый размеры. Вызывается из падающего меню **Dimension** (Размеры) → **Linear** (Линейный) или щелчком мыши по пиктограмме **Linear Dimension** (Линейный размер) панели инструментов **Dimension** (Размеры). Используется для определения размеров отрезков прямых линий и прямолинейных сегментов полилиний или блоков; команду можно применить для нанесения линейного размера окружности или дуги.

Для выбора точек начала выносных линий рекомендуется пользоваться режимами объектной привязки.

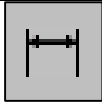
Опции команды **Dimliner** (Размер линейный):

- **Mtext** (Многострочный текст) – позволяет редактировать размерный текст с помощью редактора многострочного текста. Можно полностью изменить текст или сохранить измеренное значение с помощью угловых скобок < > и добавить, если необходимо, текст до и после скобок. Для определения диаметра окружности к размерному числу присоединяется символьная последовательность %%c, а для простановки угла в градусах - %%d.
- **Text** (Текст) – позволяет редактировать размерный текст с помощью редактора однострочного текста.
- **Angle** (Угол) – позволяет задать угол поворота размерного текста.
- **Horizontal** (Горизонтальный) – задает горизонтальную ориентацию размера, отмеряет расстояние между двумя точками по оси *x*.
- **Vertical** (Вертикальный) – задает вертикальную ориентацию размера, отмеряет расстояние между двумя точками по оси *y*.
- **Rotated** (Повернутый) – осуществляет поворот размерной и выносных линий, отмеряет расстояние между двумя точками вдоль заданного направления в текущей ПСК (пользовательской системы координат).

Выполнить упражнения № 78 - 80.

Проставить вертикальный размер

№ 78



Dimliner

Падающее меню **Dimension → Liner**

Specify first extension line origin or <select object>: указать точку A

Specify second extension line origin: указать точку B

Specify dimension line location or

[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: указать точку C

Dimension text = 30



**Проставить горизонтальный размер
с изменением размерного текста**

№ 79



Dimliner

Падающее меню **Dimension → Liner**

Specify first extension line origin or <select object>: указать точку A

Specify second extension line origin: указать точку B

Specify dimension line location or

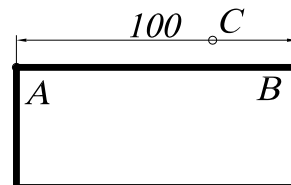
[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: T режим однострочного текста

Enter dimension text <70>: 100 ввести новый размерный текст

Specify dimension line location or

[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: указать точку C

Dimension text = 70



Проставить повернутый размер

№ 80



Dimliner

Падающее меню **Dimension → Liner**

Specify first extension line origin or <select object>: указать точку A

Specify second extension line origin: указать точку B

Specify dimension line location or

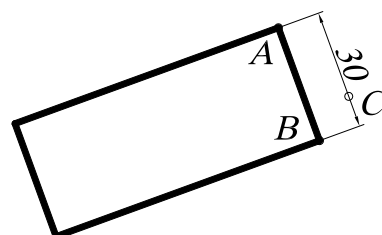
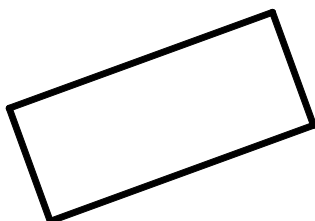
[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: R режим повернутого размера

Specify angle of dimension line <0>: 20 угол поворота

Specify dimension line location or

[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: указать точку C

Dimension text = 30



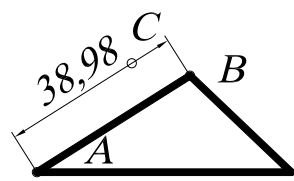
21.2. ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ



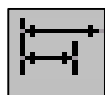
— Команда **Dimaligned** (Размер параллельный) — позволяет вычерчивать линейный размер, размерная линия которого параллельна отрезку, проведенному через начальные точки выносных линий. Создается подобно горизонтальным, вертикальным и повернутым размерам. Вызывается из падающего меню **Dimension** (Размеры) → **Aligned** (Параллельный) или щелчком мыши по пиктограмме **Aligned Dimension** (Параллельный размер) панели инструментов **Dimension** (Размеры).

При автоматическом размещении выносных линий для окружности началом первой выносной линии будет точка, указанная при выборе окружности. После задания объекта пользователю предоставляется возможность выбора опций команды **Mtext**, **Text**, **Angle**, позволяющих редактировать размерный текст.

Выполнить упражнение № 81.

Проставить параллельный размер		№ 81
	Dimaligned Падающее меню Dimension → Aligned Specify first extension line origin or <select object>: указать точку A Specify second extension line origin: указать точку B Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: указать точку C Dimension text = 38.98	
		

21.3. БАЗОВЫЕ РАЗМЕРЫ

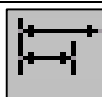


— Команда **Dimbaseline** (Размер базовый) позволяет вычерчивать несколько размерных линий от одной выносной линии, которая принимается за базовую. Вызывается из падающего меню **Dimension** (Размеры) → **Baseline** (Базовый) или щелчком мыши по пиктограмме **Baseline Dimension** (Базовый размер) панели инструментов **Dimension** (Размеры).

Замечания:

1. Команда **Dimbaseline** (Размер базовый) может применяться только после выполнения хотя бы одной из команд **Dimliner** (Размер линейный), **Dimordinate** (Размер координатный) или **Dimangular** (Размер угловой).
2. Базовой выносной линией является первая выносная линия предшествующей команды **Dimbaseline** (Размер базовый).
3. Каждая новая размерная линия автоматически смещается относительно предыдущей на величину, задаваемую системной переменной DIMDLI (в командной строке с клавиатуры вводят DIMDLI и новую величину этой переменной: Enter new value for DIMDLI <6.0000>: 10). Длина базовой выносной линии при этом также увеличивается.

Выполнить упражнение № 82. Перед построением базового размера должен быть нанесен хотя бы один линейный, координатный или угловой размер.



Dimbaseline

Падающее меню **Dimension** → **Baseline**

Select base dimension: указать точку A

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: указать точку B

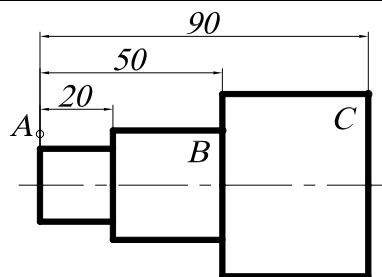
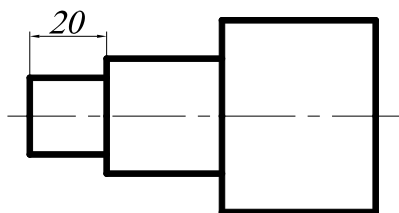
B

Dimension text = 50

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: указать точку C

Dimension text = 90

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: Enter



21.4. РАЗМЕРНАЯ ЦЕПЬ



– Команда **Dimcontinue** (Размерная цепь) позволяет вычерчивать цепочки размеров, используя вторую выносную линию предыдущего размера как первую выносную линию текущего размера. Вызывается из падающего меню **Dimension** (Размеры)

→ **Continue** (Цепь) или щелчком мыши по пиктограмме **Continue Dimension** (Размерная цепь) панели инструментов **Dimension** (Размеры).

Выполнить упражнение № 83. Перед построением размерной цепи должен быть нанесен хотя бы один линейный, координатный или угловой размер.



Dimcontinue

Падающее меню **Dimension** → **Continue**

Select continued dimension: указать точку A

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: указать точку B

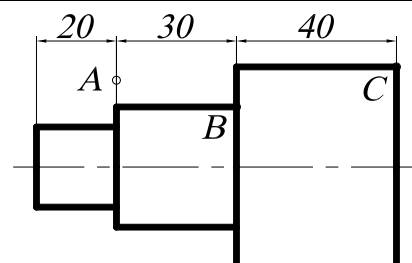
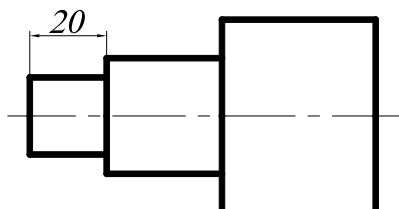
Dimension text = 30

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: указать точку C

Dimension text = 40

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: Enter

Select continued dimension: Enter



21.5. РАДИАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ



- Команда **Dimdiameter** (Размер диаметра) позволяет вычерчивать размерные линии для обозначения размера диаметров дуг или окружностей. Вызывается из падающего меню **Dimension** (Размеры) → **Diameter** (Диаметр) или щелчком мыши по пиктограмме **Diameter** (Диаметр) панели инструментов **Dimension** (Размеры).

При выполнении этой команды выносные линии не проводятся. Если размерный текст не изменялся, то по умолчанию размерному числу предшествует знак диаметра окружности. Нельзя изменить направление отрезка, который продолжает размерную линию диаметра за пределами окружности.

Выполнить упражнение № 84.

Проставить размер диаметра		№ 84
	Dimdiameter	Падающее меню Dimension → Diameter
	Select arc or circle: указать точку A Dimension text = 40 Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: указать точку B	

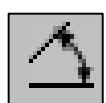


- Команда **Dimradius** (Размер радиуса) позволяет вычерчивать размерные линии для обозначения размера радиуса дуг или окружностей. Вызывается из падающего меню **Dimension** (Размеры) → **Radius** (Радиус) или щелчком мыши по пиктограмме **Radius** (Радиус) панели инструментов **Dimension** (Размеры). При простановке радиуса текст по умолчанию начинается с символа **R**.

Выполнить упражнение № 85.

Проставить размер радиуса		№ 85
	Dimradius	Падающее меню Dimension → Radius
	Select arc or circle: указать точку A Dimension text = 20 Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: указать точку B	

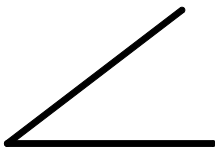
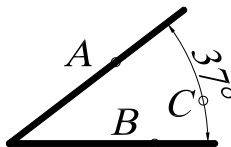
21.6. УГЛОВЫЕ РАЗМЕРЫ



- Команда **Dimangular** (Размер угловой) позволяет вычерчивать размерную линию (дугу окружности) для обозначения угла между двумя непараллельными линиями, набором из трёх точек, дуги или окружности. Вызывается из падающего меню **Dimension** (Размеры) → **Angular** (Угловой) или щелчком мыши по пиктограмме **Angular Dimension** (Угловой размер) панели инструментов **Dimension** (Размеры).

Если на первый запрос команды нажать клавишу **Enter**, то угловой размер строится по трем точкам. При простановке углового размера текст по умолчанию завершается знаком «°».

Выполнить упражнение № 86.

<i>Проставить угловой размер</i>		<i>№ 86</i>
	Dimangular	Падающее меню Dimension → Angular
	Select arc, circle, line, or <specify vertex>: указать точку A Select second line: указать точку B Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]: указать точку C Dimension text = 37	
		

Опции команды позволяют изменять размерный текст и угол наклона размерного текста. Если угол образован двумя непараллельными прямыми, размерная дуга стягивает угол между ними. Если размерная линия указана вне пределов линий, угол между которыми обозначается, то автоматически вычерчиваются выносные линии.

21.7. КООРДИНАТНЫЕ РАЗМЕРЫ



- Команда **Dimordinate** (Размер координатный) позволяет вычерчивать размер, показывающий расстояние от начала координат до объекта вдоль оси **x** или **y**. Вызывается из падающего меню **Dimension** (Размеры) → **Ordinate** (Координатный) или щелчком мыши по пиктограмме **Ordinate Dimension** (Координатный размер) панели инструментов **Dimension** (Размеры).

Координатный размер состоит из значения координаты **x** или **y** и выноски. Координатный размер по **x** – это расстояние от начала координат до объекта вдоль оси **x**, а координатный размер по **y** – это расстояние вдоль оси **y**. Если указана точка, **AutoCAD** автоматически определяет, по какой оси проставлять координатный размер. Текст координатного размера располагается вдоль выноски, независимо от ориентации текста, заданной текущим размерным стилем. Опции команды позволяют изменять размерный текст и угол наклона размерного текста.

21.8. ВЫНОСКИ И ПОЯСНИТЕЛЬНЫЕ НАДПИСИ НА ЧЕРТЕЖЕ



- Команда **QLeader** (Быстрая Выноска) обеспечивает вычерчивание линии-выноски и вызывается из падающего меню **Dimension** (Размеры) → **Leader** (Выноска) или щелчком мыши по пиктограмме **Quick Leader** (Быстрая выноска) панели инструментов **Dimension** (Размеры).

Если на первый запрос команды нажать клавишу **Enter**, то система открывает диалоговое окно **Leader Settings** для настройки параметров линии-выноски (рис. 152). Это диалоговое окно содержит три вкладки. Вкладка **Annotation** позволяет управлять содержанием аннотации, добавляемой к линии выноски: это может быть многострочный текст, допуск формы и расположения поверхностей, блок или ничего.

Вкладка **Leader & Arrow** позволяет управлять внешним видом линии выноски и формой стрелки указателя линии выноски. Кнопка выбора **Straight** устанавливает линию выноски в виде ломаной линии с прямолинейными сегментами, а кнопка **Spline** – в виде гладкой кривой (сплайна).

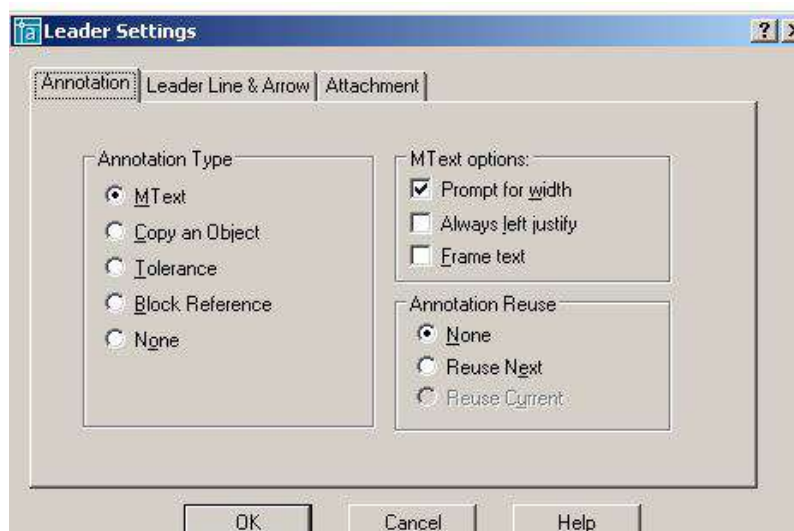


Рис.152.

Вкладка **Attachment** позволяет управлять положением полки линии выноски относительно поясняющей надписи. По умолчанию предлагается компоновка, когда полка линии выноски располагается в середине нижней строки многострочного текста. Предлагаемые способы выравнивания многострочного текста:

- **Top of Top Line** – по верху верхней строки;
- **Middle of Top Line** – по середине верхней строки;
- **Middle of Multilane Text** – по середине текста;
- **Middle of Bottom Line** – по середине нижней строки;
- **Bottom of Bottom Line** – по низу нижней строки;
- Флажок **Underline Bottom Line** отменяет все способы расположения надписи и разрешает ее подчеркивание полкой линии выноски.

Выполнить упражнение № 87.

Проставить размеры детали прямоугольного сечения на полке линии-выноски		№ 87
	Qleader Падающее меню Dimension → Leader Specify first leader point, or [Settings] <Settings>: указать точку A Specify next point: указать точку B Specify next point: указать точку C Specify text width <6>: Enter Enter first line of annotation text <Mtext>: 200x400 Enter next line of annotation text: Enter	

21.9. БЫСТРОЕ НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ



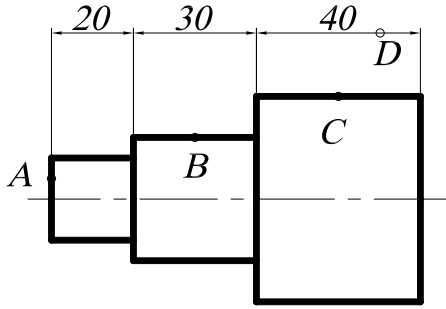
– Команда **QDim** (Быстрый Размер) используется для одновременного быстрого нанесения группы размеров и вызывается из падающего меню **Dimension** (Разме-

ры) → **Quick Dimension** (Быстрый размер) или щелчком мыши по пиктограмме **Quick Dimension** (Быстрый размер) панели инструментов **Dimension** (Размеры).

Команда **QDim** (БРазмер) запрашивает лишь контуры, на которые необходимо проставить размеры с указанием опции типа проставляемых размеров:

- **Continuous (C)** – используется, если необходимо для выбранных объектов нанести группу размеров в виде размерной цепочки;
- **Staggered (S)** – используется, если необходимо для выбранных объектов нанести группу параллельных или концентрических размеров;
- **Baseline (B)** - используется, если необходимо для выбранных объектов нанести группу размеров от одной базы;
- **Ordinate (O)** - используется, если необходимо для выбранных объектов нанести группу координатных размеров;
- **Radius (R)** - используется, если необходимо для выбранных объектов (дуг или окружностей) нанести размер радиуса;
- **Diameter (D)** – используется, если необходимо для выбранных объектов (дуг или окружностей) нанести размер диаметра;
- **DatumPoint (P)** – используется, если необходимо изменить базовую точку при нанесении группы базовых или координатных размеров;
- **Edit (E)** – используется, если необходимо редактировать набор характерных точек в выбранной группе объектов; разрешено удалять (**remove**) или добавлять (**Add**) точки в набор.

Выполнить упражнение № 88.

Быстрое нанесение размеров		№ 88
 Qdim Падающее меню Dimension → Quick Dimension Associative dimension priority = Endpoint Select geometry to dimension: указать точку A Select geometry to dimension: указать точку B Select geometry to dimension: указать точку C Select geometry to dimension: Enter Specify dimension line position, or [Continuous/Staggered/Baseline/Ordinate/Radius/Diameter/datumPoint/Edit/seTtings] <Continuous>: указать точку D		

21.10. НАНЕСЕНИЕ МЕТОК ЦЕНТРА ОКРУЖНОСТИ ИЛИ ДУГИ



– Команда **Dimcenter** (Центральная метка) используется для нанесения меток центра выбранной дуги или окружности и вызывается из падающего меню **Dimension** (Размеры) → **Dimension center** (Центральная метка) или щелчком мыши по пиктограмме **Dimension center** (Центральная метка) панели инструментов **Dimension** (Размеры).

В ответ на запрос команды указать графическим курсором объект, для которого необходимо нанести метку.

21.11. РЕДАКТИРОВАНИЕ РАЗМЕРНЫХ СТИЛЕЙ



— Команда **Dimstyle** (Размерный стиль) обеспечивает работу с размерными стилями с помощью диалогового окна **Dimension Style Manager** (Диспетчер размерных стилей), представленного на рис. 153. Вызывается из падающего меню **Dimension** (Размеры) → **Style...** (Стиль...) или щелчком мыши по пиктограмме **Dimension Style** (Размерный стиль) панели инструментов **Dimension** (Размеры).

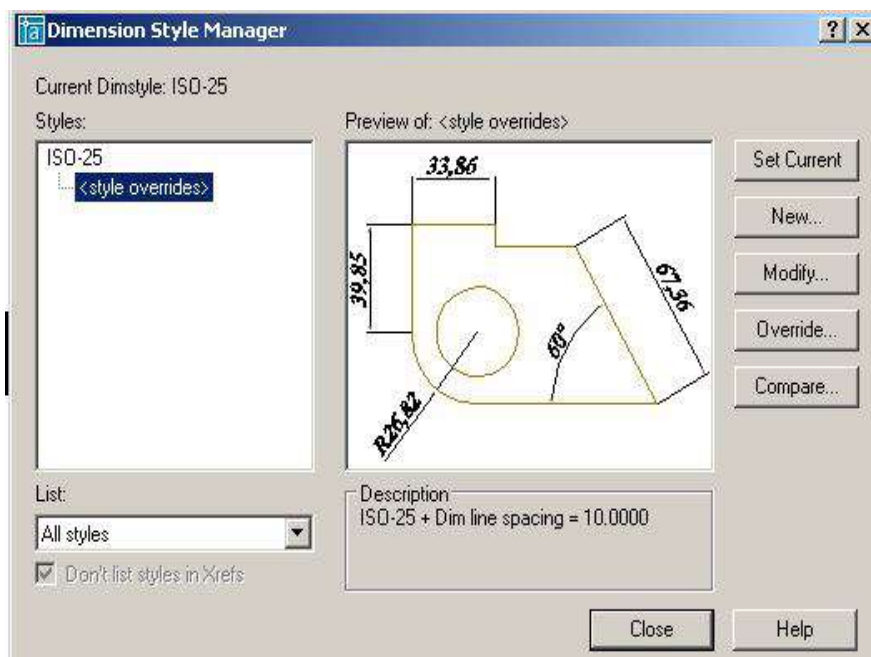


Рис. 153.

Изменение размерного блока происходит при редактировании (модифицировании) текущего размерного стиля или при замене текущего размерного стиля на новый размерный стиль.

Чтобы модифицировать текущий размерный стиль, необходимо:

- открыть диалоговое окно **Dimension Style Manager** (Диспетчер размерных стилей);
- щелкнуть в открывшемся диалоговом окне на кнопке **Modify** (Редактировать);
- заменить значения размерных переменных на новые, используя соответствующие вкладки диалогового окна **Modify Dimension Style** (Редактирование размерного стиля), представленного на рис. 154;
- щелкнуть на кнопке **OK**;
- закрыть диалоговое окно **Dimension Style Manager**.

После закрытия диалогового окна **AutoCAD** автоматически обновит на чертеже размерные блоки, использующие текущий стиль, в соответствии с новыми значениями размерных переменных.

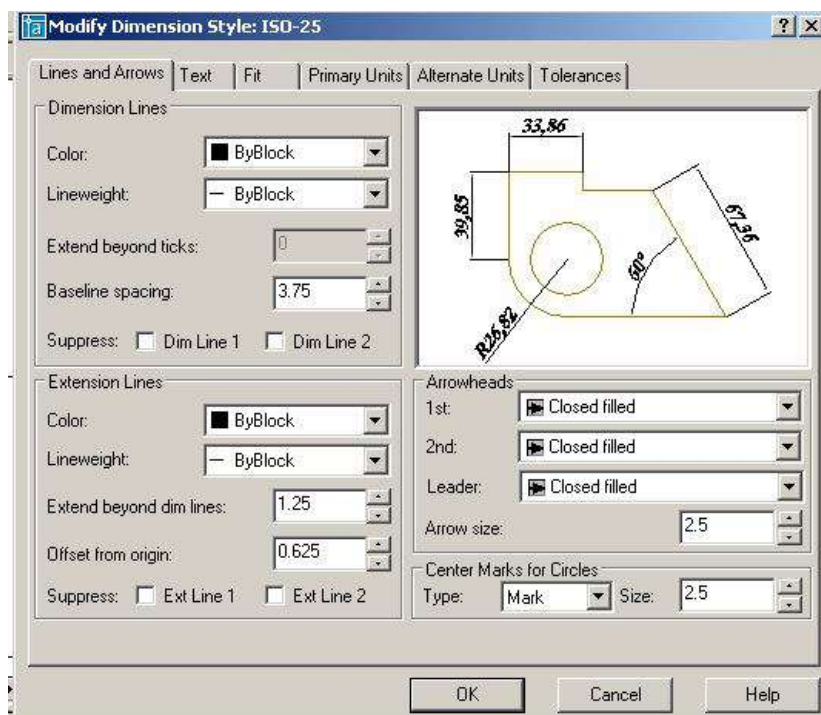


Рис. 154.

Диалоговое окно *Modify Dimension Style* (Редактирование размерного стиля) содержит следующие вкладки.

1. *Lines and Arrows* (Линии и стрелки) – настройка параметров размерных, выносных, осевых линий и стрелок, содержит четыре поля настроек:

- Настройка размерных линий *Dimension Lines* – *Color* (цвет линий), *Lineweight* (толщина линий), *Extend beyond ticks* (величина выступа размерной линии за выносные линии (в случае, когда вместо стрелок используются засечки), *Base spacing* (расстояние между размерными линиями при простановке размеров от одной базы), *Suppress* (подавление первой (*Dim Line 1*) или второй (*Dim Line 2*) частей размерной линии).
- Настройка выносных линий *Extension Lines* – *Color* (цвет линий), *Lineweight* (толщина линий), *Extend beyond dim lines* (величина выступа выносных линий за размерную линию), *Offset from origin* (отступ начала выносной линии от объекта), *Suppress* (подавление первой (*Ext Line 1*) или второй (*Ext Line 2*) выносной линии).
- Настройка размерных стрелок *Arrowheads* – *1 st* (вид первой стрелки), *2 nd* (вид второй стрелки), *Leader* (вид стрелки для линии-выноски), *Arrowsize* (размер стрелки).
- Настройка маркеров для центра окружности или дуги *Center Marks for Circles* – *Type* (тип маркера), *Size* (размер).

2. *Text* (Текст) – настройка размещения и формата размерных надписей содержит три поля настроек:

- Настройка внешнего вида текста *Text Appearance* – *Text style* (стиль текста), *Text color* (цвет текста), *Text height* (высота текста), *Fraction height scale* (определение масштаба чисел дробной части относительно размера основного текста при отображении простых дробей), *Draw frame around text* (отрисовка рамки вокруг размерного текста).
- Расположение размерного текста относительно размерной линии *Text Placement* – *Vertical* (расположение текста при вертикальной ориентации размерной линии: *Centered* – центрирует текст относительно размерной линии, разрывая его; *Above* – размещает текст над размерной линией; *Outside* – размещает текст под размерной линией; *JIS* – располагает текст в соответствии с Японским индустриальным стандартом). *Horizontal* (расположение текста при горизонтальной ориентации размерной линии: *Centered* – центрирует текст относительно размерной линии; *1st Extension Line* – размещает текст около первой выносной линии; *2nd Extension Line* – размещает текст около второй выносной линии; *Over 1st Extension Line* – размещает текст над первой выносной линией; *Over 2nd Extension Line* – размещает текст над второй выносной линией). *Offset from dim line* – расстояние между текстом и размерной линией).
- Ориентация текста *Text Alingment* – *Horizontal* (располагается вертикально), *Alingment with dimension line* (текст располагается параллельно размерной линии), *ISO Standart* (текст располагается параллельно размерной линии, когда он находится между выносными линиями, и горизонтально, когда он находится вне выносных линий).

3. *Fit* (Выравнивание) – настройка характера размещения стрелок и размерных надписей в стесненных местах чертежа. При нанесении размеров достаточно часто встречаются ситуации, когда не удастся разместить размерный текст на обычном месте, поэтому в стиле должно быть определено поведение системы в подобных ситуациях.

- Расположение текста и стрелок при недостатке места для размещения их внутри выносных линий *Fit Option* (Вписывать) – *Either the text or the arrows, whichever fits best* (автоматически определяется, что лучше разместить внутри выносных линий – текст или стрелки), *Arrows* (внутри располагаются стрелки), *Text* (внутри располагается текст), *Both text and arrows* (внутри располагаются как текст, так и стрелки), *Always keep text between ext lines* (всегда размещает текст между выносными линиями), *Sup-*

press arrows if they don't fit inside the extension lines (подавляет стрелки, если они не вписываются внутрь выносных линий).

- Расположение текста, когда он не может разместиться в месте, предусмотренном по умолчанию ***Text Placement*** (Размещение текста) – ***Beside the dimension line*** (около выносной линии), ***Over the dimension line, with a leader*** (на выноске, выше размерной линии), ***Over the dimension line, without a leader*** (выше размерной линии, без выноски).
- Масштаб для размерных элементов (***Scale for Dimension Features***) – ***Use overall scale off*** (использовать общий масштабный коэффициент для всех размерных элементов), ***Scale dimensions to layout (paperspace)*** (в пространстве листа масштабировать элементы в соответствии с масштабом чертежа в текущем видовом экране).
- Дополнительная настройка ***Fine Tuning*** – ***Place text manually when dimensioning*** (при простановке размеров местоположение текста определяется вручную), ***Always draw dim line between ext lines*** (всегда чертить размерную линию между выносными линиями, даже когда стрелки располагаются снаружи от выносных линий).

4. Вкладка ***Primary Units*** (Основные единицы) – настройка формата основных единиц для размеров, соответствующих линейным и угловым величинам.

- Линейные размеры (***Linear Dimensions***) – ***Unit format*** (единицы измерения), ***Precision*** (точность размерного стиля), ***Fraction format*** (формат дробной части при использовании дробей), ***Decimal separator*** (формат разделителя целой и десятичной части числа), ***Round off*** (округление размерных чисел (1 – округление до целых), ***Prefix*** (префикс, который будет отображаться перед размерным текстом), ***Suffix*** (суффикс, который будет отображаться после размерного текста).
- Масштабы (***Measurement Scale***) – ***Scale factor*** (масштаб значения размерного числа), ***Apply to layout dimensions only*** (масштаб учитывать только в пространстве листа).
- Подавление нуля (***Zero Suppression***) – ***Leading*** (подавление нуля перед запятой), ***Trailing*** (подавление последних нулей в десятичной части).

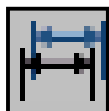
Настройка единиц угловых размеров ***Angular Dimensions*** (в правой части диалогового окна) производится аналогично.

5. Вкладка ***Alternate Units*** (Альтернативные единицы) – параметры настройки в этой вкладке используются в том случае, если будет включен режим простановки размеров альтернативных единиц, то есть если используют метрическую систему и британскую на одном чертеже.

6. Вкладка ***Tolerances*** (Допуски) – настройка параметров формата представления допусков на чертеже.

Для замены текущего размерного стиля на новый размерный стиль необходимо:

- открыть диалоговое окно ***Dimension Style Manager***;
- выбрать нужный стиль в списке ***Styles***;
- сделать новый стиль текущим, щелкнув на кнопке ***Set Current***;
- закрыть диалоговое окно ***Dimension Style Manager***.



После закрытия диалогового окна все существующие на чертеже размерные блоки не изменятся, а новые будут вычерчиваться в соответствии с новым размерным стилем. Если необходимо заменить стиль существующих размерных блоков на установленный размерный стиль, следует воспользоваться командой выпадающего меню ***Dimension*** (Размеры) → ***Update*** (Обновить) или щелчком мыши по пиктограмме ***Dimension Update*** (Обновить размер) панели инструментов ***Dimension*** (Размеры). Затем ввести в командную строку ***all*** и нажать клавишу ***Enter*** или воспользоваться текущей рамкой выбора и с её помощью выбрать все объекты размеров на чертеже. Когда все объекты размеров на экране выделены, нажать клавишу ***Enter***. Тем самым выполнение команды завершится.

22. ЗУМИРОВАНИЕ

В *AutoCAD* изменение масштаба выполняется всевозможными модификациями команды **ZOOM** (Покажи) из панели инструментов **Zoom** (рис. 155).



Рис. 155.

Выполнение этой команды производит тот же эффект, что и настройка объектива с переменным фокусным расстоянием, который используется в теле- и кинокамерах. При зуммировании размеры рисунка остаются прежними, изменяется лишь размер его части, видимой в графической области. Команды **Zoom** могут вызываться из падающего меню **View** (Вид) → **ZOOM** (Покажи) стандартной панели инструментов. Ниже приводится описание каждой команды.



- **Zoom Realtime** (Зумирование в реальном времени) – увеличение или уменьшение видимого размера объекта на текущем видовом экране;



- **Zoom Previous** (Показать Предыдущий) – возврат к показу предыдущего вида;



- **Zoom Window** (Показать Рамка –указание области отображения с использованием рамки. Для этого следует задать два противоположных угла прямоугольной рамки.;



- **Zoom Dynamic** – динамическое задание области отображения. Отображает видимую часть чертежа в рамке, представляющего текущий вид. При нажатии клавиши **Enter** изображение, заключенное в видовом экране, выводится на видовой экран.



- **Zoom Scale** (Показать масштаб) – задание масштабного коэффициента. Используется, если изображение требуется уменьшить или увеличить на точно заданную величину. При этом необходимо задать коэффициент экранного увеличения.



- **Zoom Center** (Показать центр) – задание области изображения путем ввода точки центра и высоты в единицах рисунка;



- **Zoom Object** (Показать объект) – задание области отображения путем выбора объекта или группы объектов;



- **Zoom In** (Увеличить) – увеличение изображения;



- **Zoom Out** (Уменьшить) – уменьшение изображения;



- **Zoom All** (Показать все) – отображение всей области чертежа или области внутри границ, если заданы границы. Позволяет увидеть на экране весь чертёж;



- **Zoom Extents** (Показать границы) – отображение области, которая содержит все примитивы чертежа.

23. ПАНОРАМИРОВАНИЕ



- **Pan Realtime** (Панорамирование в реальном времени) – перемещение изображения на текущем видовом экране в режиме реального времени. При перемещении курсора по видовому экрану происходит динамическое перемещение изображения. Для активизации команды можно щелкнуть мышью по кнопке **Pan Realtime** (Панорамирование в реальном времени) стандартной панели инструментов либо выбрать команду из падающего меню **View** (Вид) → **Pan** (Панорамировать) → **Real Time** (В реальном времени).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Создать шаблон чертежа формата А4 и А3 с основной надписью (рис. 156).

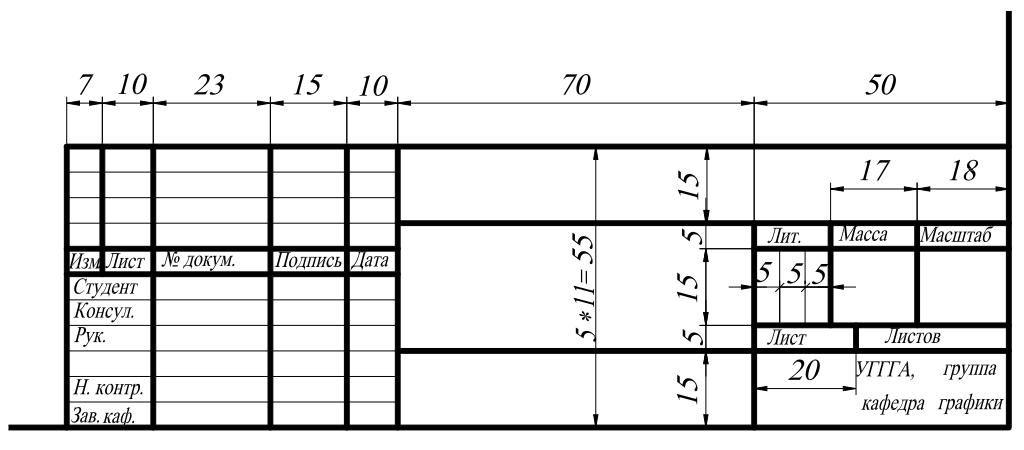


Рис. 156.

2. Выполнить чертёж детали (прил. 1) на формате А3 в масштабе 1:1.
3. По двум заданным изображениям детали (прил. 2) построить проекционный чертёж в трех проекциях. Формат А3, масштаб 1:1. Применить необходимые разрезы и сечения (в соответствии с ГОСТ 2.305 – 68). Нанести размеры. Заполнить основную надпись.
4. По двум заданным изображениям детали (прил. 3) построить проекционный чертёж в трех проекциях. Формат А3, масштаб 1:1. Применить необходимые разрезы и сечения (в соответствии с ГОСТ 2.305 – 68). Нанести размеры. Заполнить основную надпись.
5. По двум заданным изображениям детали (прил. 4) построить проекционный чертёж в трех проекциях. Формат А3, масштаб 1:1. Применить необходимые разрезы и сечения (в соответствии с ГОСТ 2.305 – 68). Нанести размеры. Заполнить основную надпись.

Глава 3 ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Система **AutoCAD** включает в себя достаточно широкий спектр средств трёхмерного моделирования. Они позволяют работать как с простейшими примитивами, так и со сложными поверхностями и твердыми телами. Основные типы пространственных моделей, используемых в **AutoCAD**, можно условно разделить на три группы:

- каркасные;
- модели поверхностей;
- твердотельные.

Каркасная модель – это совокупность отрезков и кривых, определяющих ребра фигуры. В каркасном моделировании используются трехмерные отрезки, сплайны и полилинии, которые позволяют в общих чертах определить конфигурацию изделия – построить его каркас. Построение каркасных моделей в **AutoCAD** рассматривается как этап вспомогательных построений для трёхмерного проектирования более высокого уровня.

Поверхностная модель – это совокупность поверхностей, ограничивающих и определяющих трехмерный объект в пространстве. Моделирование поверхностей применяется для детальной отработки внешнего облика изделия. Создаваемые при этом объекты характеризуются лишь конфигурацией своей поверхности и поэтому не пригодны для решения таких задач, как определение инерционно-массовых характеристик изделия или получение изображений для оформления чертежей. Область применения данного вида моделирования – дизайн, решение задач компоновки сложных изделий и др. В данном случае можно создавать линейчатые поверхности, поверхности Кунса, поверхности Безье.

Твердотельное моделирование является основным видом трехмерного проектирования изделий машиностроения. Создаваемые твердотельные модели воспринимаются системой как некие единые объекты, имеющие определенный объем. Твердотельное моделирование позволяет решать не только компоновочные задачи, но и определять инерционно-массовые характеристики, а также получать с пространственного объекта необходимые виды, разрезы и сечения для оформления рабочей документации.

В данном пособии рассматривается построение каркасных моделей и твердотельных. Кроме создания вышеперечисленных трехмерных моделей рассматриваются средства их редактирования, средства просмотра объемного изображения и визуализации.

2. ЗАДАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ КООРДИНАТ

Задание координат точек при работе в трехмерном пространстве может производиться с помощью клавиатуры или с помощью графического курсора. При этом необходимо дополнительно указывать координату, определяющую положение точки вдоль оси **Z**. Точка может быть задана:

- *абсолютными координатами (прямоугольные, цилиндрические, сферические);*
- *относительными координатами (прямоугольные, цилиндрические, сферические).*

Цилиндрические и сферические координаты подобны полярным координатам в двумерном пространстве.

1. Ввод значений абсолютных координат в системе **AutoCAD** может осуществляться в следующих форматах:

- *Прямоугольные (декартовы) координаты: ...point: x, y, z.*

В случае использования такого формата необходимо на запрос системы о местоположении точки ввести с клавиатуры численное значение координаты x , затем через запятую – значение координат y и z , а также направление (+ или -).

- *Цилиндрические координаты: ...point: $\rho < \varphi, z$.*

Эти координаты измеряются от точки начала текущей системы координат. При использовании данных координат на запрос о местоположении точки следует ввести длину вектора (расстояние от начала координат до точки), специальный символ $<$ (знак «меньше»), угол поворота в плоскости XY , а затем через запятую – координату точки по оси Z . За положительное направление отсчета угла поворота вектора в плоскости XY принято вращение против часовой стрелки от положительного направления оси X .

- *Сферические координаты: ...point: $\rho < \varphi < \psi$.*

Эти координаты измеряются от точки начала текущей системы координат. При использовании данных координат на запрос о местоположении точки следует ввести длину вектора (расстояние от начала координат до точки), а далее через специальные символы $<$ (знак «меньше»), угол поворота в плоскости XY , а затем угол наклона вектора относительно плоскости XY .

2. Относительные координаты не ссылаются на точку начала системы отсчёта. Относительные координаты – это смещение по осям X , Y и Z от предыдущей введённой точки.

- *Прямоугольные координаты: ...point: @ $\Delta x, \Delta y$.*

Для ввода относительных прямоугольных координат точек необходимо сначала ввести специальный символ $@$, который вводится нажатием комбинации клавиш **SHIFT+2**, а затем приращение по оси абсцисс x , запятую, приращение по оси ординат y и приращение по оси z .

- *Цилиндрические координаты: ...point: @ $\rho < \varphi, \Delta z$.*
- *Сферические координаты: ...point: @ $\rho < \varphi < \psi$.*

Особенностью задания координат точек с помощью графического курсора при работе в трёхмерном пространстве является то, что по умолчанию все указываемые точки воспринимаются системой как лежащие в плоскости XY текущей системы координат. Поэтому при указании точек подобным образом следует использовать объектную привязку или соответствующим образом изменять систему координат.

Некоторые типы объектов, например окружности и плоские полилинии, могут создаваться только в плоскостях, параллельных плоскости XY текущей системы координат. При этом положение плоскости, в которой расположен такой объект, вдоль оси Z определяется положением первой указанной точки. Так, например, если при создании плоской полилинии в ответ на первый запрос была указана точка с координатой Z , равной 20, то и все остальные точки полилинии будут иметь ту же координату вдоль оси Z независимо от способа ввода координат и использования режима объектной привязки.

3. ЗАДАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

При создании двумерных объектов пользователь, как правило, работает в одной плоскости проекций – XY , и ему зачастую бывает достаточно использовать одну, устанавливаемую по умолчанию, пользовательскую систему координат. Построение трехмерных объектов требует работы и с другими плоскостями проекций. Если учесть, что курсор в **AutoCAD** может перемещаться только в плоскости XY и ей параллельной, то становится понятно, что создание трехмерных моделей при использовании только одной системы координат является трудоемким.

В **AutoCAD** существуют две основные системы координат – мировая система координат **World Coordinate System WCS** (МСК) и пользовательская система координат **User Coordinate System UCS** (ПСК). Ось X мировой системы координат направлена горизонтально, ось Y – вертикально, а ось Z – проходит перпендикулярно плоскости XY . Основное отличие миро-

вой системы координат **WCS** (МСК) от пользовательской системы координат **UCS** (ПСК) заключается в том, что мировая система координат может быть только одна, и она неподвижна. В **AutoCAD** можно определять и использовать неограниченное количество пользовательских систем координат **UCS** (ПСК).

Вызвать команду **UCS** (ПСК) или варианты её исполнения можно из командной строки или из падающего меню **Tools** (Сервис). Наиболее удобным представляется вызов команды **UCS** (ПСК) из стандартной или плавающей панели инструментов (рис. 157).



Рис. 157.



- Команда **UCS** (ПСК) – определение новой пользовательской системы координат. Вызов команды **USK** (ПСК);



- **Display UCS Dialog** (Диалоговое окно ПСК) – управление имеющимися пользовательскими системами координат из диалогового окна **UCS** (рис. 158).

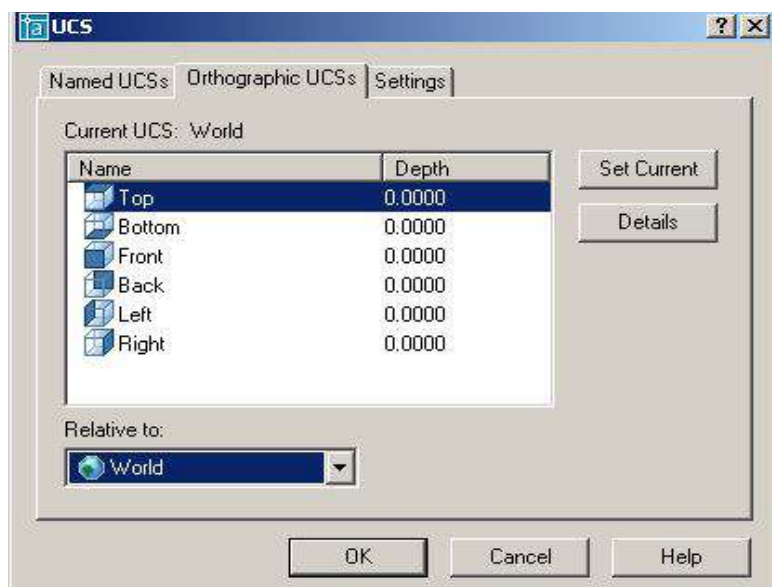


Рис. 158.



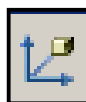
- **UCS Previous** (Предыдущая ПСК) – восстановление предыдущей ПСК. При этом сохраняется десять последних определенных ПСК.



- **Word UCS** (МСК) – переход в мировую систему координат;



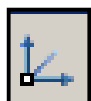
- **Object UCS** (ПСК объект) – выравнивание системы координат по существующему объекту, то есть совмещение плоскости **XY** новой системы координат с плоскостью существующего двумерного объекта;



- **Face UCS** (ПСК на грани) – создание новой ПСК путем указания грани;



- **View UCS** (ПСК вид) – создание новой ПСК параллельно текущему виду поворотом вокруг начальной точки ПСК, иначе говоря, параллельно экрану;



- **Origin UCS** (ПСК Начало) – создание новой ПСК заданием нового начала координат;



- **ZAxis Vector UCS** (ПСК Zось) – создание новой ПСК заданием нового начала координат и точки, определяющей положительное направление оси **Z**;



- **3Point UCS** (ПСК 3 точки) – создание новой ПСК по 3 точкам, последовательно определяющим новое начало координат и направление осей **X** и **Y**;



- **XAxis Rotate UCS** (ПСК повернуть вокруг оси **X**) – создание новой ПСК поворотом текущей ПСК вокруг оси **X**;



- **YAxis Rotate UCS** (ПСК повернуть вокруг оси **Y**) – создание новой ПСК поворотом текущей ПСК вокруг оси **Y**;



- **ZAxis Rotate UCS** (ПСК повернуть вокруг оси **Z**) – создание новой ПСК поворотом текущей ПСК вокруг оси **Z**;



- **Apply UCS** (Применить ПСК) – применение текущей ПСК к выбранному видовому экрану.

При создании пользовательской системы координат направление её координатных осей

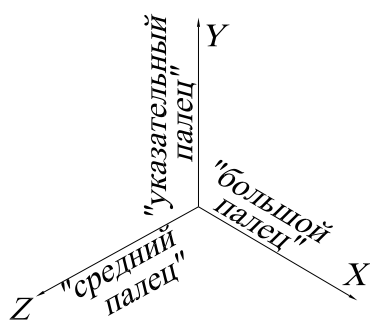


Рис. 159.

удобно определять по правилу правой руки: большой палец показывает направление положительных значений по оси **X**, указательный – по оси **Y**, средний по оси **Z** (рис. 159). Для определения положительного направления угла поворота следует большой палец правой руки направить в положительном направлении координатной оси, вокруг которой осуществляется вращение. Тогда согнутые пальцы покажут положительное направление угла поворота системы координат (рис. 160).

Изменение текущей ПСК не влияет на изображение чертежа на экране, если не включена системная переменная **UCSFOLLOW**. Если **UCSFOLLOW** имеет значение 1, то при определении новой ПСК на экране изображается вид в плане новой ПСК.

Выполнить упражнения № 89, 90.

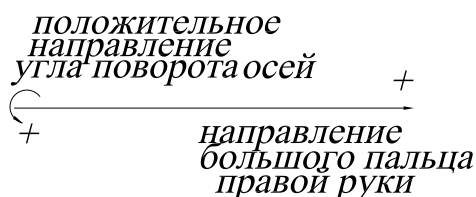
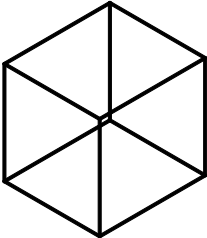
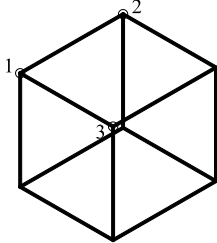
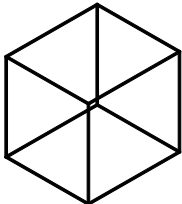
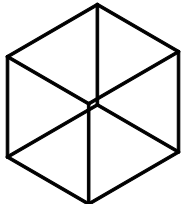


Рис. 160.

Задать пользовательскую систему координат тремя точками		№ 89
 3Point UCS Падающее меню Tools → New UCS → 3 Point Current ucs name: *WORLD* Enter an option [New/Move/Orthographic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World] <World>: _3 режим задания ПСК по трём точкам Specify new origin point <0,0,0>: указать центр ПСК – точку 1 Specify point on positive portion of X-axis <0,0>: указать точку 2 (направление оси 0X) Specify point on positive-Y portion of the UCS XY plane <0,0>: указать точку 3 (направление оси 0Y)		
		

Задать пользовательскую систему координат тремя точками		№ 90
 View UCS Падающее меню Tools → New UCS → View Current ucs name: *WORLD* Enter an option [New/Move/Orthographic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World] <World>: _v режим, параллельный плоскости текущего вида (в этом режиме можно выполнять любые надписи, как и в двумерном моделировании).		
		

4. ПРОСТРАНСТВО МОДЕЛИ И ПРОСТРАНСТВО ЛИСТА

На нижней полке рамки графической зоны находятся корешки вкладок **Model** (Модель) и **Layout** (Компоновка). Последних может быть несколько, причем каждой очередной присваивается возрастающий номер. На вкладке **Model** (Модель) выполняется вся творческая часть работы конструктора. На вкладках **Layout** (Компоновка) компоуется представление разработанной модели на виртуальном листе чертежа в виде плоского рисунка, причем одна модель может быть представлена несколькими компоновками на разных вкладках. Переключаясь со вкладки **Model** (Модель) на вкладку **Layout** (Компоновка), пользователь фактически переходит из трехмерного пространства модели в двухмерное пространство листа, на котором представлена эта модель.

После перехода на очередную вкладку **Layout** (Компоновка) можно приступать к компоновке чертежа из элементов модели, созданных в пространстве модели. Компоновка выполняется активизацией команд контекстного меню, которое активизируется щелчком правой кнопки мыши на корешке вкладки **Layout** (Компоновка).

Переключаться между пространствами модели и листа можно также с помощью кнопки **MODEL/PAPER** (МОДЕЛЬ/ЛИСТ) в строке состояния.

5. ВИДОВЫЕ ЭКРАНЫ

Видовой экран (**Viewport**) – это участок графического экрана, на котором отображается часть пространства модели чертежа. Существует два типа видовых экранов – неперекрывающиеся и перекрывающиеся. Неперекрывающиеся видовые экраны располагаются на экране монитора подобно кафельным плиткам на стене. Они полностью заполняют графическую зону и не могут накладываться друг на друга. На плоттер неперекрывающиеся видовые экраны могут выводиться только по одному. Перекрывающиеся видовые экраны могут располагаться на экране и перемещаться по нему произвольным образом. Эти экраны могут накладываться друг на друга и печататься одновременно.

5.1. СОЗДАНИЕ НЕПЕРЕКРЫВАЮЩИХСЯ ВИДОВЫХ ЭКРАНОВ

Графическую область в пространстве модели можно разбить на несколько неперекрывающихся видовых экранов. В процессе рисования все изменения, производимые на одном видовом экране, отражаются на остальных. Переключиться с одного видового экрана на другой можно в любой момент, даже в ходе выполнения команды. Границы активного видового экрана выделяются более толстой линией. Активизировать видовые экраны по очереди можно, нажав комбинацию клавиш <Ctrl+R> или щелкнув мышью на поле видового экрана.

Для создания видовых экранов используется команда **VPORTS** (ВЭКРАН), вызывающая диалоговое окно **Viewports** (Видовые экраны), показанное на рис. 161. С помощью этой команды графический экран разделяется на несколько неперекрывающихся видовых экранов, каждый из которых может содержать собственный вид чертежа.

 - Команда **VPORTS** (ВЭКРАН) вызывается из падающего меню **View** (Вид) → **Viewports** (Видовые экраны) → **New Viewports...**(Новые Видовые экраны...) или щелчком мыши по пиктограмме **Display Viewports Dialog** (Диалоговое окно видовых экранов) в стандартной или плавающей панели инструментов **Viewports** (Видовые экраны).

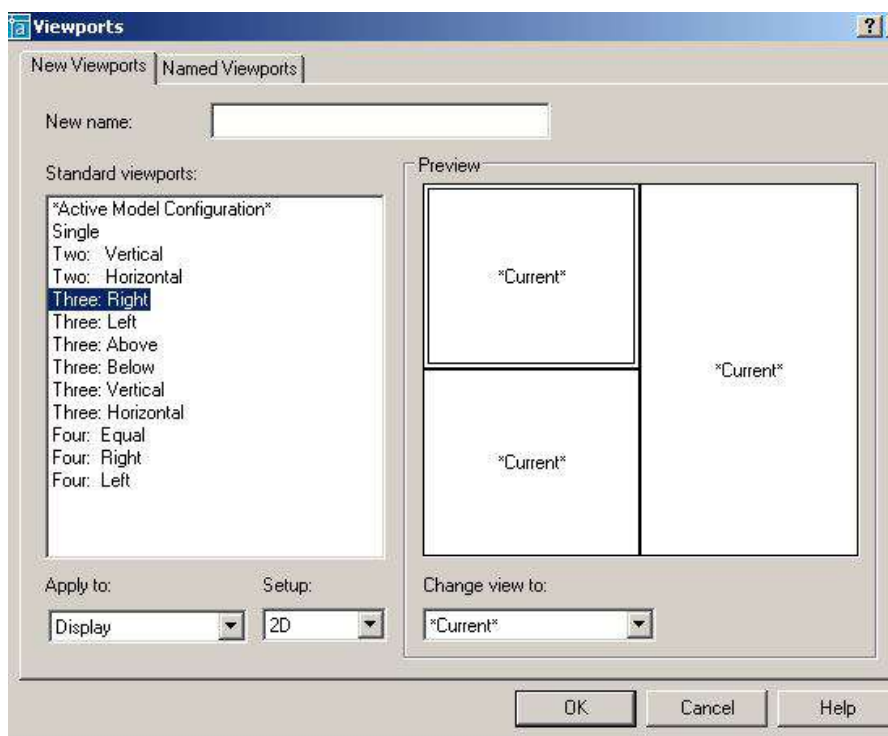
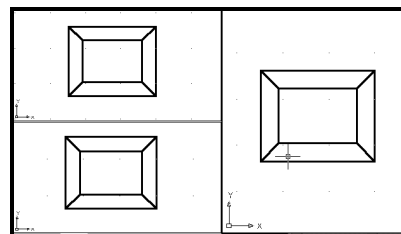
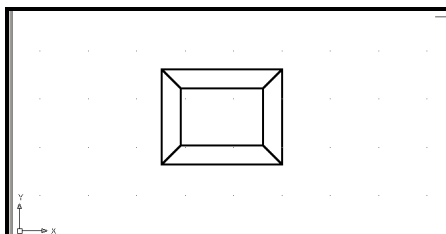


Рис. 161.

VPORTS Падающее меню **View** → **Viewports** → **New Viewports...**

Enter an option [Save/Restore/Delete/Join/Single/?/2/3/4] <3>: _3
 Enter a configuration option [Horizontal/Vertical/Above/Below/Left/Right] <Right>: Enter
 Regenerating model.



6. УСТАНОВКА ВИДОВ НА ГРАФИЧЕСКОМ ПОЛЕ

При построении трехмерной модели приходится работать более чем с одним видом объекта. Возможно, что изображение объекта будет достаточно информативным на одном виде и нечитаемым – на другом. В любом случае при работе с трехмерными объектами следует установить несколько видовых экранов, например, один – с видом в плане, другой – с видом слева, а третий – с аксонометрическим видом.

Установка направления взгляда производится в начале работы с моделью или в процессе создания модели. **AutoCAD** позволяет взглянуть на модель из любой точки пространства, даже изнутри изображаемого объекта. Установку нового вида в пространстве модели можно произвести с помощью команд:

1. **VPOINT** (Точка зрения) – позволяет вводить из командной строки точку зрения или угол поворота вида.
2. **DDVPPOINT** (Диалоговое окно точки зрения) – отображает диалоговое окно **Viewpoint Presets** (Задание точки зрения).
3. **PLAN** (План) – отображает вид в плане пользовательской или мировой системы координат.
4. **DVIEW** (Динамический вид) – определяет параллельную проекцию или перспективные виды.
5. **3DORBIT** (3-Орбита) – интерактивное отображение видов.

6.1. УСТАНОВКА НАПРАВЛЕНИЯ ВЗГЛЯДА

Команда **VPOINT** (Точка зрения) позволяет задать направление взгляда при определении вида и вызывается из падающего меню **View** (Вид) → **3D View** (3М Виды) → **VPOINT** (Точка зрения) или вводом в командную строку слова **VPOINT** с клавиатуры.

В ответ на команду система сообщает справочную информацию:

Current view direction: VIEWDIR=1.0000,-1.0000,1.0000

Specify a view point or [Rotate] <display compass and tripod>:

Возможные ответы:

- задать направление взгляда при определении вида, указав на графическом экране произвольную точку;
- нажать клавишу **Enter**. На экране появляются компас и тройка осей, представляющие проекцию глобуса на плоскости. Центральная точка компаса совпадает с Северным

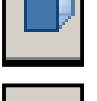
полюсом (0, 0, 1), внутренняя окружность – с экватором (п, п, 0), а внешняя – с Южным полюсом (0, 0, -1). Угол направления взгляда определяется указанием точки внутри компаса, а угол между направлением взгляда и плоскостью XY – ее расстоянием от центра компаса. В соответствии с точкой зрения на компасе изменяется ориентация тройки осей. Передвигая с помощью мыши перекрестие внутри окружностей и контролируя получившийся вид по тройке осей системы координат, можно получить требуемый вид.

- **Rotate** (Поворот) используется, если необходимо задать направление взгляда при определении вида путем указания.

Удобно также использовать плавающую панель инструментов **View** (Вид), содержащую ряд кнопок с типовыми видами объекта (рис. 162).



Рис. 162.

	— Named View (Именованные виды) – создание и сохранение видов;
	— Top View (Вид сверху) – установка точки зрения сверху (план, горизонтальная проекция);
	— Bottom View (Вид снизу) – установка точки зрения снизу;
	— Left View (Вид слева) – установка точки зрения слева (профильная проекция);
	— Right View (Вид справа) – установка точки зрения справа;
	— Front View (Вид спереди) – установка точки зрения спереди (фронтальная проекция);
	— Back View (Вид сзади) – установка точки зрения сзади;
	— SW Isometric View (ЮЗ изометрия) – установка юго-западного изометрического вида;
	— SE Isometric View (ЮВ изометрия) – установка юго-восточного изометрического вида;
	— NE Isometric View (СВ изометрия) – установка северо-восточного изометрического вида;



— *NW Isometric View* (СЗ изометрия) – установка северо-западного изометрического вида;



— *Camera* (Камера) – включение и установка положения камеры и цели.

Выполнить упражнение № 92.

Установить направление взгляда в трёх видовых окнах		№ 92
Падающее меню View → 3D Views В верхнем левом видовом окне установить Front (Вид спереди), вначале активизируйте это окно щелчком мыши на поле окна В нижнем левом видовом окне установить Top (Вид сверху), это окно активным. В правом окне установите SW Isometric (Юго-западный изометрический вид),		
		сделав

6.2. ЗАДАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВЗГЛЯДА С ПОМОЩЬЮ ДИАЛОГОВОГО ОКНА

Команда **DDVPOINT** (Диалоговое окно точки зрения) позволяет задать направление взгляда при определении вида и вызывается из падающего меню **View** (Вид) → **3D View** (3М Вид) → **DDVPOINT** (Диалоговое окно точки зрения) или вводом в командную строку слова **DDVPOINT** с клавиатуры.

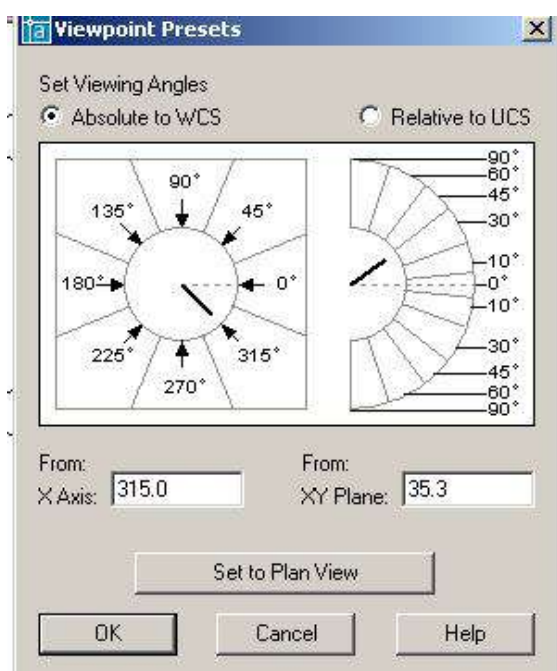


Рис. 163.

В ответ на команду система открывает диалоговое окно **Viewpoint Presets** (Задание точки зрения), представленное на рис. 163. Окно содержит следующие элементы управления: две кнопки выбора, графическое поле, два поля ввода и кнопку **Set to Plan View**.

- Кнопка выбора **Absolute to WCS** устанавливает режим указания направления взгляда относительно мировой системы координат.
- Кнопка выбора **Relative to UCS** устанавливает режим указания направления взгляда относительно текущей системы координат.
- Графическое поле позволяет задать направление взгляда при помощи графического курсора.
- Поле ввода **X axis** позволяет задать числовое значение угла в плоскости **XY** между направлением взгляда и осью **X**.

- Поле ввода ***XY Plane*** позволяет задать числовое значение угла между направлением взгляда и плоскостью ***XY***.
- Кнопка ***Set to Plan View*** задает направление взгляда, перпендикулярное плоскости ***XY*** текущей системы координат.

Команда ***DVIEW*** (Динамический вид). Установить направление взгляда можно с помощью команды ***DVIEW*** (Динамический вид), предназначенной для получения динамических трехмерных и перспективных видов. Эта команда используется также для зуммирования, панорамирования и вращения видов. Кроме того, с её помощью можно удалять с экрана объекты, расположенные перед секущей плоскостью или позади нее, а также скрытые линии – при динамическом просмотре объектов. Команда действует по принципу камеры, направленной в сторону цели. Линия между камерой и целью – это линия взгляда или направление взгляда. Имеется возможность при моделировании изменять фокусное расстояние «объектива» камеры от широкоугольного до телеобъектива. После выполнения команды чертеж полностью регенерируется.

6.3. УСТАНОВКА ПЛАНА ИЗОБРАЖЕНИЯ

PLAN (План) – позволяет получить ортогональную проекцию объектов на плоскость ***XY*** текущей, мировой или пользовательской систем координат. Пользоваться этой командой в пространстве листа недопустимо.

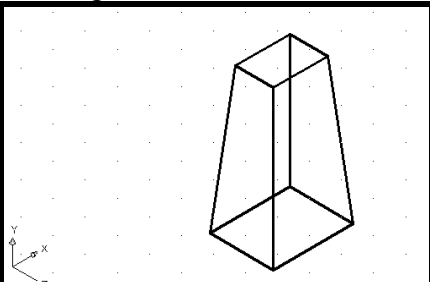
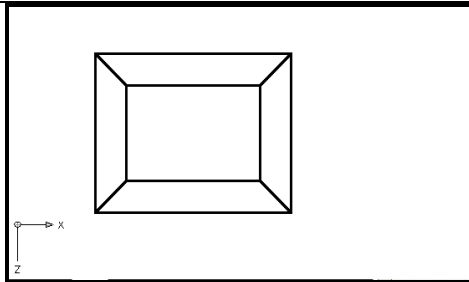
Команда ***PLAN*** (План) → ***Plan View*** (Вид в плане) соответственно пункты ***Current UCS*** (Текущая ПСК), ***World UCS*** (МСК) или ***Names UCS*** (По имени).

Опции команды:

- ***Current UCS*** (Текущая ПСК) – создает изображение текущей ПСК в плане на текущем видовом экране. Используется по умолчанию;
- ***UCS*** (ПСК) – переключает в план предварительно сохраненной ПСК и регенерирует изображение. ***AutoCAD*** запрашивает имя требуемой ПСК;
- ***World*** (Мир) – создает изображение в плане мировой системы координат.

Команда ***PLAN*** (План) изменяет направление взгляда и отключает перспективу, но не меняет текущей ПСК. Все координаты, вводимые или отображаемые после запуска этой команды, берутся относительно текущей ПСК.

Выполнить упражнения № 93.

Установить вид в плане		№ 93
<i>Plan</i> Падающее меню <i>View</i> → <i>3D Views</i> → <i>Plan View</i> → <i>World UCS</i> Enter an option [Current ucs/Ucs/World] <Current>: _w Regenerating model.		
		

6.4. УСТАНОВКА ОРТОГОНАЛЬНЫХ И АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ВИДОВ



Для установки ортогональных и аксонометрических видов служит закладка **Orthographic & Isometric Views** (Ортогональные и изометрические виды) диалогового окна **View** (Вид), показанного на рис. 164. Это диалоговое окно вызывается вводом в командную строку слова **VIEW** с клавиатуры или из падающего меню **View** (Вид) → **3D View...** (3М Виде...). Кроме этого, можно щелкнуть на пиктограмме **Named Views** (Именованные виды) плавающей панели инструментов **View** (Вид), представленной на рис. 162.

Ортогональный вид, помещаемый на видовой экран, базируется по умолчанию на мировой системе координат. Однако пользователь может установить в качестве базовой любую из имеющихся в диалоговом окне именованных пользовательских систем координат (ПСК). После выбора одной из ПСК необходимо сделать эту систему текущей, то есть нажать кнопку **Set Current**, в подтверждении, что выбранная ПСК является текущей, рядом с её названием появляется маркер. Нажатием кнопки **OK AutoCAD** выводит на экран выбранную пользовательскую систему координат.

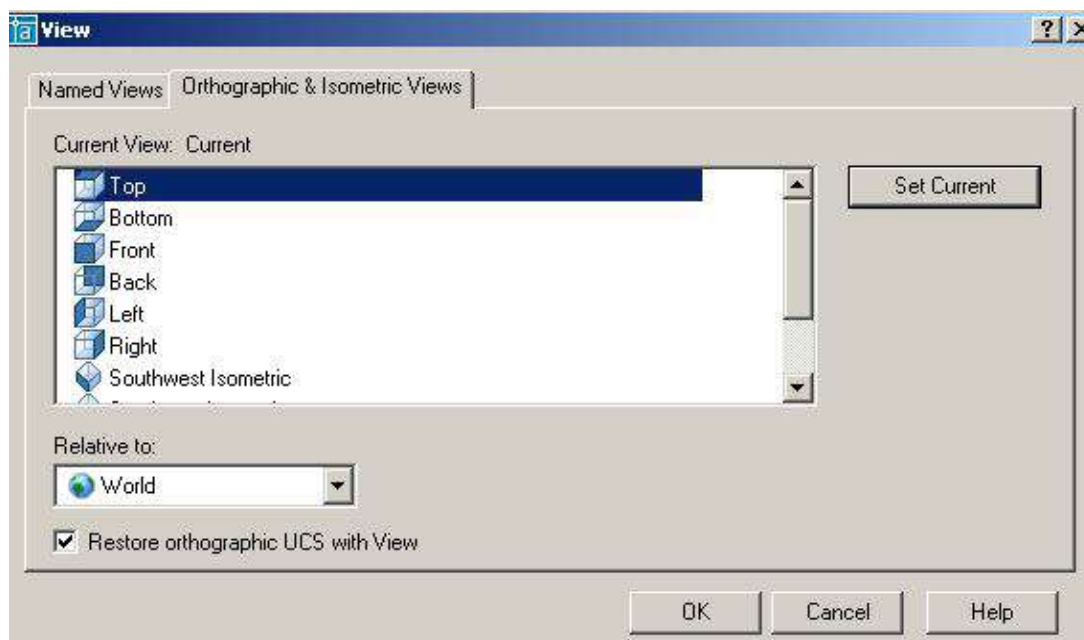


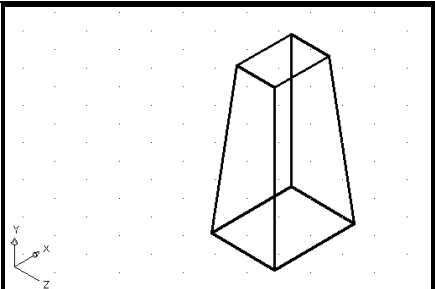
Рис. 164.

6.5. ИНТЕРАКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТОЧКОЙ ВЗГЛЯДА



Команда **3DORBIT** (3-орбита) позволяет задать направление взгляда при определении вида и параметры отображения. Вид модели в это время управляется с помощью устройства указания, то есть изменение направления взгляда при определении вида производится путем перемещения мыши при нажатой левой кнопке. С орбиты могут рассматриваться как вся модель, так и её отдельные части. Команда вызывается из падающего меню **View** (Вид) → **3D Orbit** (3М Орбита) или щелчком мыши по пиктограмме **3D Orbit** (3М Орбита) стандартной панели инструментов, или щелчком мыши по пиктограмме **3D Orbit** (3М Орбита) плавающей панели инструментов **3D Orbit**, или вводом в командную строку слова **3DORBIT** с клавиатуры. Для завершения работы с командой необходимо нажать клавишу **Enter**.

Выполнить упражнение № 94.

Установить точку зрения		№ 94
	3D Orbit Падающее меню View → 3D Orbit Удерживая нажатой левую кнопку мыши, установить желаемую точку зрения Для выхода из команды нажать Enter.	
		

6.6. ДИНАМИЧЕСКОЕ ВРАЩЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ

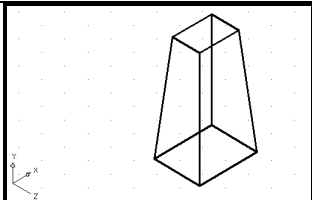


Команда **3DCORBIT** (ЗМД Орбита) позволяет просматривать вращающееся изображение объектов в режиме реального времени. Команда вызывается вводом в командную строку слова **3DCORBIT** с клавиатуры или щелчком мыши по пиктограмме **3D Continuous Orbit** (ЗМД Орбита) плавающей панели инструментов

3D Orbit. Для завершения работы с командой необходимо нажать клавишу **Enter**.

Вращение изображения объектов задается путем перемещения курсора по графическому полю экрана при нажатой левой кнопке мыши. При этом направление вращения определяется направлением перемещения курсора, а скорость вращения – скоростью перемещения курсора. Вращение изображения начинается после того, как будет отпущена левая кнопка мыши.

Выполнить упражнение № 95.

Установить точку зрения		№ 95
	3DC Orbit Удерживая нажатой левую кнопку мыши, задать вращательный момент детали и отпустить кнопку. Для фиксации точки зрения сделать щелчок мышью. Для выхода из команды нажать Enter.	
		

7. МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРКАСОВ

Элементарными трехмерными объектами системы **AutoCAD**, предназначенными, прежде всего для каркасного моделирования, являются отрезки, сплайны и полилинии. Первые два типа объектов создаются при помощи тех же команд **LINE** и **SPLINE**, которые используются при плоском черчении. Особенностью при их использовании в трёхмерном пространстве является то, что при задании координат точек следует указывать и координату по оси **Z** (при плоском черчении эта координата опускается). При указании точек графическим курсором следует пользоваться объектной привязкой, так как в противном случае система воспринимает указанные точки как лежащие на плоскости **XY** текущей системы координат. Трёх-

мерные полилинии создаются при помощи специальной команды **3DPOLY**. Эта команда позволяет создавать полилинию, состоящую только из прямолинейных сегментов, поэтому для создания сглаженных линий используют команду **REDIT** (Редактирование трехмерных полилиний).

7.1. ТРЕХМЕРНАЯ ПОЛИЛИНИЯ

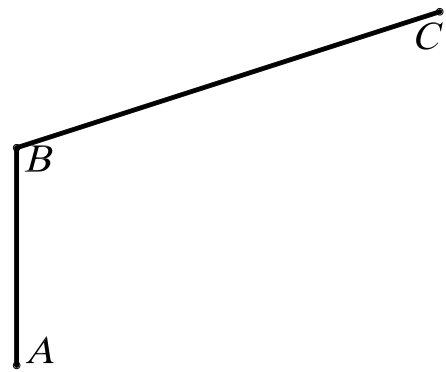


Команда **3DPOLY** (3М ПЛиния) – построение трехмерной полилинии – вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **3Dpoly** (3М ПЛиния), щелчком мыши по пиктограмме **3Dpoly** (3М ПЛиния) панели инструментов **Draw** (Рисовать) или вводом в командную строку слова **3DPOLY** с клавиатуры

Опции команды:

- **Undo** (Отмена) – используется для отмены создания последнего отрезка;
- **Close** (Замкнуть) – используется для замыкания построенной полилинии и завершения работы с командой.

Выполнить упражнение № 96.

<i>Построить трехмерную полилинию</i>		<i>№ 96</i>
	3D Polyline Падающее меню Draw → 3D Polyline Specify start point of polyline: 100,100,0 Specify endpoint of line or [Undo]: @0,0,80 Specify endpoint of line or [Undo]: @90,90,50 Specify endpoint of line or [Close/Undo]:	
		

7.2. СРЕДСТВА РЕДАКТИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ПОЛИЛИНИИ



- **PEDIT** (Изменить полилинию) позволяет редактировать трехмерные полилинии и вызывается из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **Object** (Объект) → **Polyline** (Полилиния), щелчком мыши по пиктограмме **Pedit** (Изменить полилинию) панели инструментов **Modify II** (Редактировать II) или вводом в командную строку слова **PEDIT** с клавиатуры.

Опции команды:

- **Multiple** (Много) – используется, если необходимо одинаковым образом отредактировать несколько полилиний; в этом случае система потребует указать эти полилинии;

- ***Close*** (Замкнуть) – используется, если необходимо замкнуть полилинию, при этом система добавляет сегмент, соединяющий начальную и конечную точки полилинии; если выбранная полилиния замкнута, то в списке параметров вариант ***Close*** заменяется вариантом ***Open***;
- ***Open*** (Разомкнуть) – используется, если необходимо разомкнуть полилинию, при этом система удаляет сегмент, соединяющий конечную и начальную точки;
- ***Edit vertex*** (Редактировать вершину) – используется для редактирования вершин полилинии. Дальнейшая работа в режиме редактирования вершин производится так же, как и в случае редактирования плоской полилинии;
- ***Spline curve*** (Сгладить) – используется для преобразования полилинии в гладкую с использованием аппарата В-сплайнов, при этом данная кривая в общем случае не приходит через вершины исходной полилинии;
- ***Decurve*** (Отменить сглаживание) – используется для отмены преобразования полилинии в гладкую кривую;
- ***Undo*** (Отменить) – используется для отмены последнего изменения.

Выполните упражнение 97
Сгладить трехмерную полилинию
№ 97

PEDIT Падающее меню **Modify** → **Object** → **Polyline**

Enter an option [Close/Edit vertex/Spline curve/Decurve/Undo]: s режим сглаживания полилинии

Enter an option [Close/Edit vertex/Spline curve/Decurve/Undo]: Enter

До сглаживания

После сглаживания

Команды построения твердотельных объектов (примитивов) запускаются из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) или из плавающей панели инструментов **Solids** (Тела), представленной на рис. 165.

Рис. 165.

При создании твердотельных примитивов используется три основных способа:

1. Стандартные библиотечные тела: **Box** (Ящик), **Wedge** (Клин), **Cone** (Конус), **Cylinder** (Цилиндр), **Sphere** (Шар), **Torus** (Тор). Задание количества изолиний при создании стандартных (библиотечных) тел вращения выполняется системной переменной **ISOLINES** (по умолчанию количество изолиний равно четырем). Для увеличения количества в командную строку вводится слово **ISOLINES** с клавиатуры, а затем нужное количество.

2. Тела пользователя (примитивы заданной формы) создаются путем выдавливания, осуществляемого командой **Extrude** (Выдавить), или вращения – командой **Revolve** (Вращать) – двумерного объекта (плоского контура) **Region**.

3. Тела, созданные комбинированием нескольких тел, с использованием команд **Union** (Объединение), **Subtract** (Вычитание), **Intersect** (Пересечение), которые запускаются из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **Solids Edition** (Правка тел) или из плавающей панели инструментов **Solids Edition** (Правка тел).

9. СТАНДАРТНЫЕ ТЕЛА

9.1. ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕД



– Команда **Box** (Ящик) – формирование твердотельного параллелепипеда (ящика, куба) с ребрами, параллельными осям текущей системы координат, то есть основание параллелепипеда всегда параллельно плоскости **XY** текущей ПСК. Команда **Box** (Ящик) вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) → **Box** (Ящик) или щелчком мыши по пиктограмме **Box** (Ящик) панели инструментов **Solids** (Тела).

Опции команды:

- **Center** (Центр) – определяет параллелепипед с помощью указания его центральной точки;
- **Cube** (Куб) – создает куб, то есть параллелепипед, у которого все ребра равны;
- **Length** (Длина) – создает параллелепипед с заданными длиной (по оси X), шириной (по оси Y) и высотой (по оси Z) текущей системы координат.

Выполнить упражнение № 98.

Построить параллелепипед		№ 98
	Box	Падающее меню Draw → Solids → Box
	Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>: 100,100	указать первый угол А основания параллелепипеда
	Specify corner or [Cube/Length]: 120,160	указать второй угол В основания параллелепипеда
	Specify height: 90	высота параллелепипеда

9.2. КЛИН



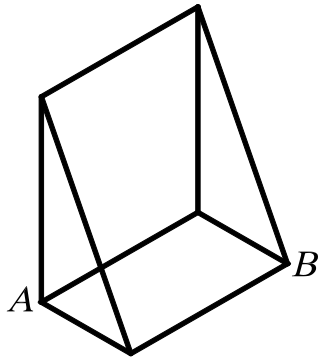
– Команда **Wedge** (Клин) – построение прямой призмы («клина») с основанием в виде прямоугольного треугольника, параллельным плоскости **XY** текущей системы координат. Команда **Wedge** (Клин) вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) → **Wedge** (Клин) или щелчком мыши по пиктограмме **Wedge** (Клин) панели инструментов **Solids** (Тела).

Основание клина всегда параллельно плоскости **XY** текущей системы координат, при этом наклонная грань располагается напротив первого указанного угла основания. Высота клина может быть как положительной, так и отрицательной.

Опции команды:

- **CEnter** (Центр клина) – точка пересечения диагоналей наклонной грани клина;
- **Cube** (Куб) – используется для построения призмы, вписанной в куб;
- **Length** (Длина) – используется для задания длин сторон нижней грани клина.

Выполнить упражнение № 99.

Построить клин (призму)		№ 99
	Wedge	Падающее меню Draw → Solids → Wedge
	Specify first corner of wedge or [Center] <0,0,0>: 150,130 указать точку А	
	Specify corner or [Cube/Length]: 190,200 указать точку В	
Specify height: 80		ВЫСОТА.
		

9.3. СФЕРА



– Команда **Sphere** (Сфера) – построение твердотельного шара (сферы), вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) → **Sphere** (Сфера) или щелчком мыши по пиктограмме **Sphere** (Сфера) панели инструментов **Solids** (Тела).

Сфера задается центром и радиусом (или диаметром), то есть при необходимости задания сферы центром и диаметром в командную строку ввести **D** (**Diameter**). Ось вращения шара параллельна оси **Z** текущей системы координат.

Выполнить упражнение № 100. Перед построением сферы, для улучшения наглядности изображения, увеличить число изолиний. Для этого в командную строку вводится слово **ISOLINES** с клавиатуры, а затем нужное количество: Enter new value for ISOLINES <4>: 20.

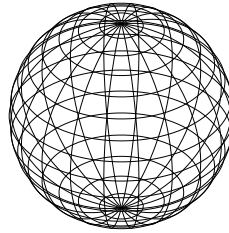


Sphere Падающее меню **Draw** → **Solids** → **Sphere**

Current wire frame density: ISOLINES=20

Specify center of sphere <0,0,0>: 100,100,70 указать центр сферы

Specify radius of sphere or [Diameter]: 50 величина радиуса



9.4. КОНУС



– Команда **Cone** (Конус) – построение твердотельного конуса, вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) → **Cone** (Конус) или щелчком мыши по пиктограмме **Cone** (Конус) панели инструментов **Solids** (Тела).

Опции команды:

- **Elliptical** (Эллиптический) – используется для построения эллиптического конуса;
- **Axis endpoint** (Конечная точка оси) – создает эллиптическое основание конуса, для чего нужно указать точками длину одной оси и половину другой оси, как при построении эллипса. Выбор этой опции осуществляется автоматически при указании координат точки;
- **Center** (Центр) – позволяет задать эллиптическое основание конуса, для чего следует указать координаты его центральной точки и значение радиуса по каждой из осей эллипса;
- **Apex** (Вершина) – определяет высоту и ориентацию конуса, для этого нужно любым известным способом задать положение вершины конуса;
- **Height** (Высота) – устанавливает только высоту конуса, но не ориентацию. Ориентация определяется знаком, стоящим перед значением высоты: при знаке «+» высота откладывается в сторону положительного значения оси **Z**, при знаке «-» - в сторону отрицательного значения оси **Z**, то есть строится нижняя или верхняя полупола конуса;
- **Center point** (Центральная точка) – создает круговое основание;
- **Radius** (Радиус) – позволяет задать круговое основание конуса, для чего нужно ввести центр и радиус основания;
- **Diameter** (Диаметр) – используется, если необходимо задать диаметр основания конуса.

Выполнить упражнения № 101, 102.

Перед построением конуса, для улучшения наглядности изображения, увеличить число изолиний. Для этого в командную строку вводится слово **ISOLINES** с клавиатуры, а затем нужное количество: Enter new value for ISOLINES <4>: 20.

Построить круговой конус

№ 101



Cone Падающее меню **Draw** → **Solids** → **Cone**

Current wire frame density: ISOLINES=20

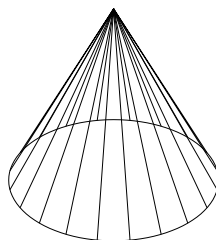
Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>: 100,100 центр основания

Specify radius for base of cone or [Diameter]: 45

радиус основания

Specify height of cone or [Apex]: 90

высота



Построить эллиптический конус

№ 102



Cone Падающее меню **Draw** → **Solids** → **Cone**

Current wire frame density: ISOLINES=20

Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>: E

режим эллиптического конуса

го конуса

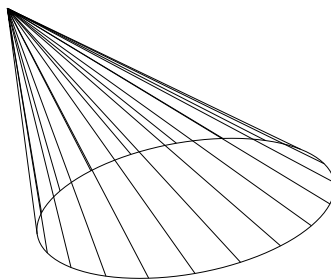
Specify axis endpoint of ellipse for base of cone or [Center]: 100,100 указать первую точку первой оси эллипса (основания).

Specify second axis endpoint of ellipse for base of cone: 190,200 указать вторую точку первой оси эллипса (основания).

Specify length of other axis for base of cone: 30 указать длину половины второй оси эллипса (основания).

Specify height of cone or [Apex]: A режим для задания вершины конуса

Specify apex point: 110,100,90 координаты вершины конуса



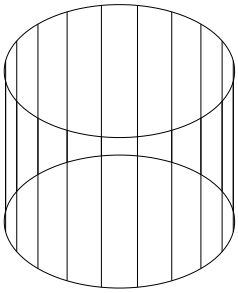
9.5. ЦИЛИНДР



– Команда **Cylinder** (Цилиндр) – построение твердотельного цилиндра, вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) → **Cylinder** (Цилиндр) или щелчком мыши по пиктограмме **Cylinder** (Цилиндр) панели инструментов **Solids** (Тела).

Опции команды **Cylinder** (Цилиндр) аналогичны опциям команды **Cone** (Конус). Ось цилиндра параллельна оси **Z** текущей системы координат. В данной команде опция **Apex** (Вершина) называется **Center of other end** (центр другого основания).

Выполнить упражнение № 103.

Построить цилиндр		№ 103
	Cylinder Падающее меню Draw → Solids → Cylinder Current wire frame density: ISOLINES=20 Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: 100,100 центр осно- вания Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: 50 радиус основания Specify height of cylinder or [Center of other end]: 80 высота	
		

9.6. TOP

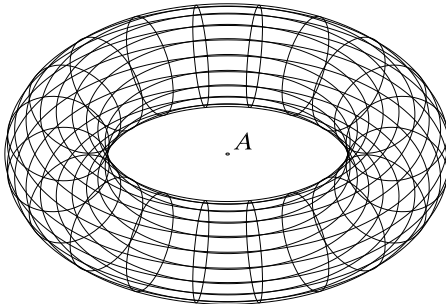


– Команда **Torus** (Тор) – построение твердотельного тора, вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) → **Torus** (Тор) или щелчком мыши по пиктограмме **Torus** (Тор) панели инструментов **Solids** (Тела).

Тор (круговое кольцо) или открытый тор образуется при вращении окружности вокруг оси, лежащей в ее плоскости, но не проходящей через ее центр. У открытого тора различают внутреннюю часть – глобоид и внешнюю. Если окружность пересекает ось тора, то дуга окружности описывает поверхность, напоминающую форму мяча для регби, которая называется закрытым тором. У закрытого тора различают: тор-«яблоко» и тор-«веретено».

Для построения тора необходимо ввести значения двух радиусов: радиуса образующей окружности-трубы (**Tube**) и радиуса, определяющего расстояние от центра тора до центра образующей окружности-трубы (**Tube**).

Выполнить упражнения № 104 - 106.

Построить открытый тор		№ 104
	Torus Падающее меню Draw → Solids → Torus Current wire frame density: ISOLINES=20 Specify center of torus <0,0,0>: 100,100,60 указать центр тора – точка А Specify radius of torus or [Diameter]: 100 указать радиус тора Specify radius of tube or [Diameter]: 30 указать радиус образующей окружности-трубы	
		



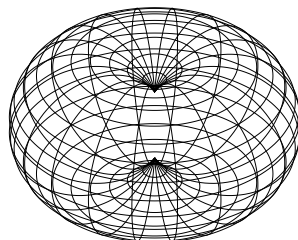
Torus Падающее меню **Draw** → **Solids** → **Torus**

Current wire frame density: ISOLINES=20

Specify center of torus <0,0,0>: 100,100,60 указать центр тора

Specify radius of torus or [Diameter]: 60 указать радиус тора

Specify radius of tube or [Diameter]: 70 указать радиус образующей окружности-трубы



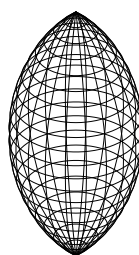
Torus Падающее меню **Draw** → **Solids** → **Torus**

Current wire frame density: ISOLINES=20

Specify center of torus <0,0,0>: 100,100,60 указать центр тора

Specify radius of torus or [Diameter]: -60 указать радиус тора

Specify radius of tube or [Diameter]: 90 указать радиус образующей окружности-трубы



Радиус тора можно задавать отрицательным значением, но тогда значение радиуса образующей окружности должно быть положительным и превосходить абсолютное значение радиуса тора, то есть в этом случае получается закрытый тор. Данное условие необходимо соблюдать, чтобы не получить в итоге пустое тело (тело без объема).

10. ТЕЛА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

10.1. ВЫДАВЛЕННОЕ ТЕЛО



– Команда **Extrude** (Выдавить) – позволяет создавать твердотельные объекты путем «выдавливания» плоского контура (добавляя высоту). Вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) → **Extrude** (Выдавить) или щелчком мыши по пиктограмме **Extrude** (Выдавить) панели инструментов **Solids** (Тела).

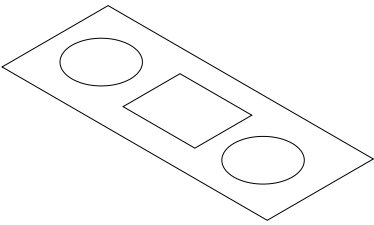
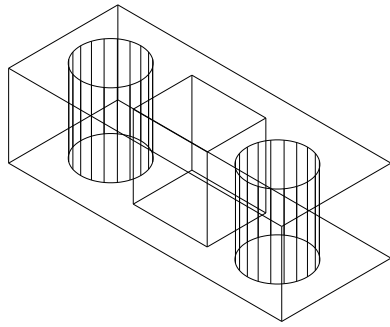
Опция команды:

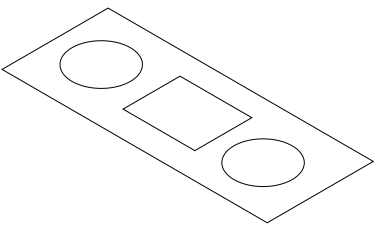
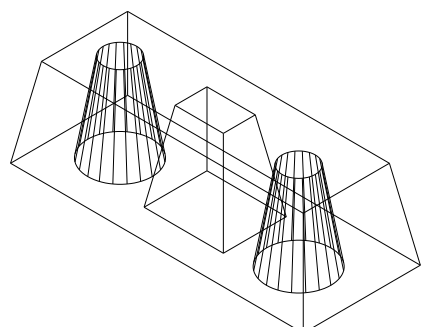
- **Path** (Траектория) – используется для «выдавливания» объекта вдоль направляющей траектории.
- **Taper angle** (Угол конусности) – используется для задания угла конусности создаваемого тела, то есть угла между направлением выдавливания и образующими боковых поверхностей тела.

Исходными объектами для «выдавливания» могут являться плоские грани (примитивы **3D Faces**), замкнутые полилинии, многоугольники, окружности, эллипсы, замкнутые сплайны, кольца и области (**Region**). «Выдавливание» объекта происходит перпендикулярно плос-

кости *XU* текущей системы координат. Объектами-направляющими, вдоль которых может производиться «выдавливание», могут служить отрезки, окружности, дуги окружностей, эллипсы, дуги эллипсов, полилинии или сплайны. При «выдавливании» контура вдоль направляющей угол его наклона относительно направляющей остается постоянным. При создании твердых тел исходные контуры удаляются.

Выполнить упражнения № 107 – 110. Перед выполнением упражнений создайте плоские контуры типа *Region* или *Pline*, *3D Polyline*.

<i>Построить выдавленное тело</i> № 107	
	Extrude Падающее меню Draw → Solids → Extrude Current wire frame density: ISOLINES=20 Select objects: Specify opposite corner: выбрать все объекты рамкой Select objects: Enter Specify height of extrusion or [Path]: 60 высота Specify angle of taper for extrusion <0>: Enter угол конусности равен нулю.
	

<i>Построить выдавленное тело, имеющее угол конусности</i> № 108	
	Extrude Падающее меню Draw → Solids → Extrude Current wire frame density: ISOLINES=20 Select objects: Specify opposite corner: выбрать все объекты рамкой Select objects: Enter Specify height of extrusion or [Path]: 60 высота Specify angle of taper for extrusion <0>: 10 угол конусности.
	

Значение угла конусности «выдавливаемого» тела должно лежать в пределах от -90^0 до $+90^0$, причем это значение не должно задавать создание самопересекающегося тела.

**Построить выдавленное тело
вдоль траектории полилинии**

№ 109



Extrude Падающее меню **Draw** → **Solids** → **Extrude**

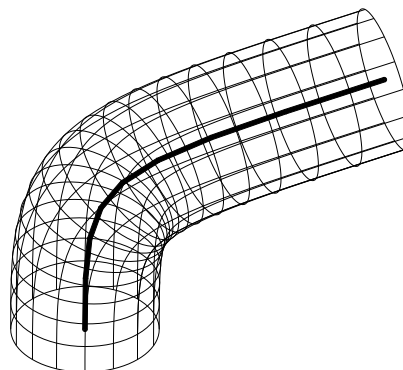
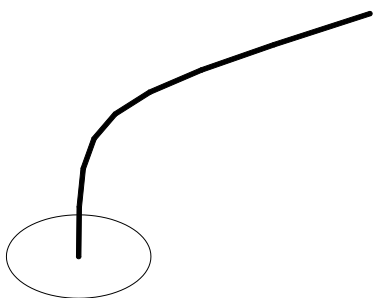
Current wire frame density: ISOLINES=20

Select objects: указать на окружность

Select objects: Enter

Specify height of extrusion or [Path]: P выдавить по траектории

Select extrusion path or [Taper angle]: указать на полилинию



**Построить выдавленное тело, имеющее угол конусности,
вдоль траектории полилинии**

№ 110



Extrude Падающее меню **Draw** → **Solids** → **Extrude**

Current wire frame density: ISOLINES=20

Select objects: указать на окружность

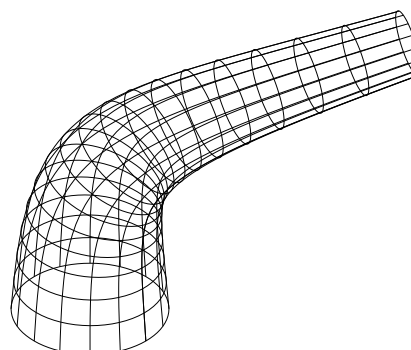
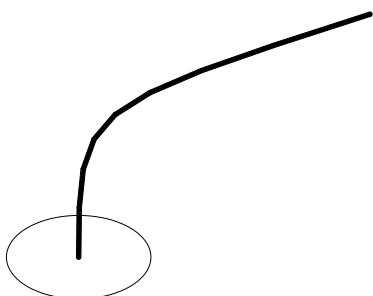
Select objects: Enter

Specify height of extrusion or [Path]: P выдавить по траектории

Select extrusion path or [Taper angle]: T задать угол конусности

Specify angle of taper for extrusion <0>: 5 значение угла конусности

Select extrusion path: указать на полилинию.



10.2. ТЕЛО ВРАЩЕНИЯ



– Команда **Revolve** (Вращать) – позволяет создавать твердотельные объекты путем вращения плоского контура. Вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) → **Revolve** (Вращать) или щелчком мыши по пиктограмме **Revolve** (Вращать) панели инструментов **Solids** (Тела).

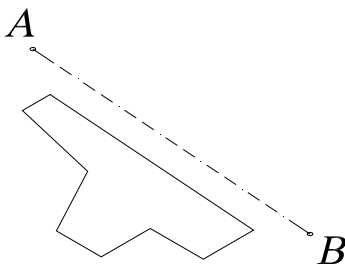
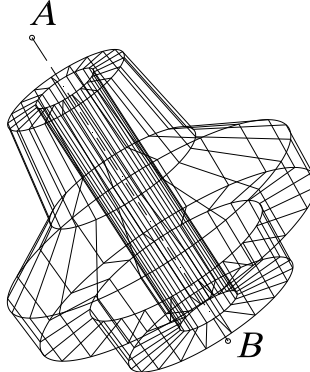
Исходными объектами для вращения могут служить замкнутые полилинии, многоугольники, окружности, эллипсы, замкнутые сплайны, кольца и области (**Region**). Объектами, задающими направление оси вращения, могут служить отрезки и плоские полилинии. В

последнем случае за ось вращения принимается линия, проходящая через начальную и конечную точки полилинии. При создании твердых тел вращения исходные контуры удаляются.

Опции команды:

- **Object** (Объект) – используется для задания оси, определяемой некоторым объектом, то есть необходимо указать объект, который определяет ось вращения;
- **X (axis)** (X ось) – используется для задания оси вращения, совпадающей с осью X текущей системы координат;
- **Y (axis)** (Y ось) – используется для задания оси вращения, совпадающей с осью Y текущей системы координат.

Выполнить упражнение № 111.

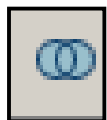
<i>Построить тело вращения</i>		<i>№ 111</i>
 Revolve Падающее меню Draw → Solids → Revolve Current wire frame density: ISOLINES=20 Select objects: указать плоский контур Select objects: Enter Specify start point for axis of revolution or define axis by [Object/X (axis)/Y (axis)]: указать точку A на оси вращения Specify endpoint of axis: указать точку B на оси вращения Specify angle of revolution <360>: Enter угол поворота контура на 360°. Установить точку зрения командой 3D Orbit.		
		

11. ТЕЛА, СОЗДАННЫЕ КОМБИНИРОВАНИЕМ НЕСКОЛЬКИХ ТЕЛ

Для создания тел из базовых твердотельных примитивов в **AutoCAD** имеются команды, осуществляющие операции теории множеств:

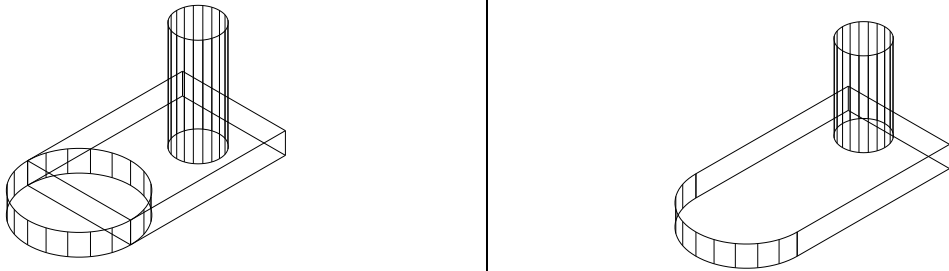
1. **Union** (Объединение) – создает сложный твердотельный объект путем объединения нескольких объектов;
2. **Subtract** (Вычитание) – позволяет создать новую область или твердотельный объект путем исключения (вычитания) аналогичных объектов. Например, эту команду можно использовать для получения сквозных цилиндрических отверстий в деталях путем вычитания цилиндров;
3. **Intersect** (Пересечение) – позволяет создать новый твердотельный объект, который является общей частью всех указанных объектов.

11.1. ОБЪЕДИНЕНИЕ ОБЪЕКТОВ



– Команда **Union** (Объединение) вызывается из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **Solids Edition** (Правка тел) → **Union** (Объединение) или щелчком мыши по пиктограмме **Union** (Объединение) плавающей панели инструментов **Solids Edition** (Правка тел).

Выполнить упражнение № 112.

Построить тело путем объединения заданных тел		№ 112
	Union	Падающее меню Modify → Solids Editing → Union
	Select objects: указать точку на одном цилиндре	
	Select objects: указать точку на втором цилиндре	
	Select objects: указать точку на параллелепипеде	
	Select objects: Enter	
		

Если указанные пользователем твердотельные объекты не пересекаются и не касаются друг друга, то система выполнит формальное объединение этих тел. При этом вновь созданный объект будет восприниматься системой как единое целое, хотя в физическом смысле такой объект будет являться набором отдельных невзаимосвязанных тел.

11.2. ВЫЧИТАНИЕ ОБЪЕКТОВ



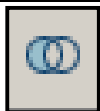
– Команда **Subtract** (Вычитание) вызывается из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **Solids Edition** (Правка тел) → **Subtract** (Вычитание) или щелчком мыши по пиктограмме **Subtract** (Вычитание) плавающей панели инструментов **Solids Edition** (Правка тел).

Вычитаемые объекты после выполнения команды удаляются. Если исходное и вычитаемое тела не пересекаются, то в результате выполнения команды **Subtract** (Вычитание) будет просто удалено вычитаемое тело. Необходимо помнить, что после завершения указания исходных объектов, из которых необходимо исключить другие объекты, нужно нажать клавишу **Enter**.

Выполнить упражнение № 113.

**Построить тело путем вычитания
заданных тел**

№ 113



Subtract Падающее меню **Modify → Solids Editing → Subtract**

Select solids and regions to subtract from ..

Select objects: указать точку на параллелепипеде

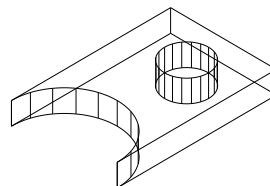
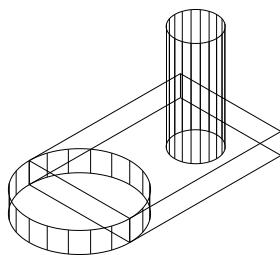
Select objects: Enter

Select solids and regions to subtract ..

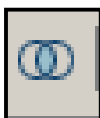
Select objects: указать один цилиндр

Select objects: указать второй цилиндр

Select objects: Enter



11.3. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ОБЪЕКТОВ



– Команда **Intersect** (Пересечение) вызывается из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **Solids Edition** (Правка тел) → **Intersect** (Пересечение) или щелчком мыши по пиктограмме **Intersect** (Пересечение) плавающей панели инструментов **Solids Edition** (Правка тел).

Выполнить упражнение № 114.

**Построить тело путем пересечения
заданных тел**

№ 114



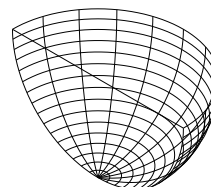
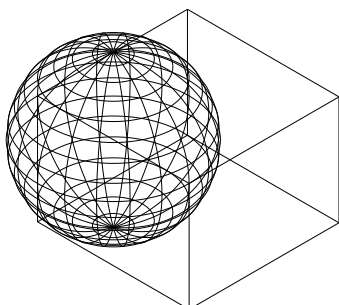
Intersect

Падающее меню **Modify → Solids Editing → Intersect**

Select objects: выбрать сферу, указав на её любую точку

Select objects: выбрать параллелепипед, указав на любую его точку

Select objects: Enter



Все исходные тела, на основе которых создается новый объект, удаляются. Если исходные тела не пересекаются, то в результате выполнения команды **Intersect** (Пересечение) эти тела будут просто удалены.

12. ОБЩИЕ СРЕДСТВА РЕДАКТИРОВАНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Для редактирования любых трехмерных объектов могут применяться такие универсальные команды, как **Properties** (Свойства), **Copy** (Копировать), **Erase** (Удалить), **Explode** (Взорвать), **Move** (Переместить), **OOPS** (Восстанавливает уничтоженные командой **Erase** объекты), **Redo** (Отменяет действие одной предыдущей команды: **Undo** или **U**), **Scale** (Масштабировать), **Undo** (Отменяет действие нескольких команд), а также средство редактирования **Grips** («Ручки»). Работа со всеми этими средствами ведется так же, как и при плоском черчении. Кроме того, существуют команды редактирования только в трехмерном пространстве, например, команды поворота, создания массива объектов, зеркальное отображение, снятие фаски, скругления, которые имеют ряд особенностей в трехмерном моделировании. Ниже рассматриваются эти команды.

12.1. ПОВОРОТ ВОКРУГ ОСИ

В двумерном пространстве команда **Rotate** (Повернуть) производит поворот объекта вокруг указанной точки, при этом направление поворота определяется текущей пользовательской системой координат.

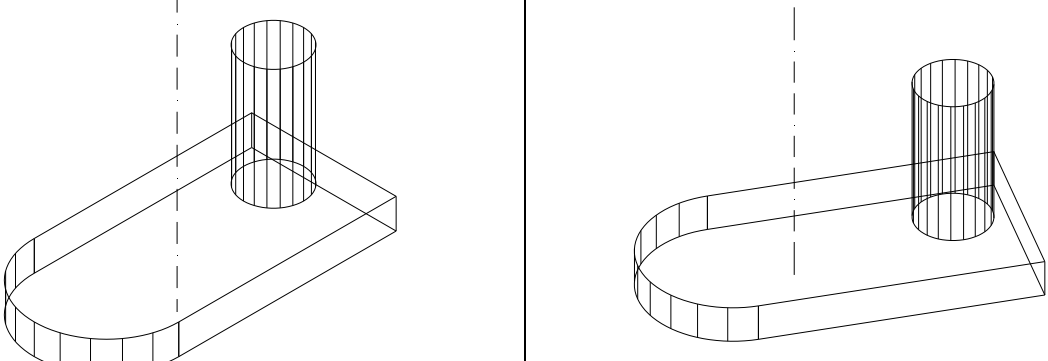
При использовании этой команды применительно к трехмерным объектам производится их поворот относительно оси, проходящей через заданную точку и перпендикулярной плоскости **XY** текущей системы координат. Ось поворота может определяться следующими способами: указанием двух точек, объекта, одной из осей координат (**X**, **Y**, **Z**), текущего направления взгляда.

Команда **Rotate3D** (Повернуть-3М) поворачивает объекты относительно произвольно направленной оси. Вызывается из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **3D Operation** (3М операции) → **Rotate3D** (Повернуть-3М) или вводом в командную строку слова **Rotate3D** с клавиатуры.

Опции команды:

- **Object** (Объект) – поворот вокруг выбранного объекта. Такими объектами могут быть отрезок, окружность, дуга или сегмент двумерной полилинии;
- **Last** (Последняя) – поворот вокруг оси, использовавшейся в предыдущей команде поворота;
- **View** (Вид) – поворот вокруг оси, выровненной вдоль направления вида текущего видового экрана и проходящей через заданную точку, то есть ось перпендикулярна плоскости экрана;
- **Xaxis** (X ось), **Yaxis** (Y ось), **Zaxis** (Z ось) – поворот вокруг оси, выровненной вдоль направления соответственно осей **X**, **Y**, **Z** и проходящей через заданную точку;
- **2point** (2 точки) – поворот вокруг оси, проходящей через две заданные точки;
- **Reference** (Относительно) – используется для задания относительного угла поворота.

Для определения положительного направления вращения следует ориентировать большой палец правой руки в положительном направлении оси и согнуть остальные пальцы. Положительное направление вращения будет совпадать с направлением, указываемым согнутыми пальцами. Если ось задается двумя точками, то вторая точка указывает положительное направление оси.

<i>Повернуть тело вокруг оси</i>		<i>№ 115</i>
Rotate3D Падающее меню Modify → 3D Operation → Rotate3D Current positive angle: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0 Select objects: выбрать объект, который нужно повернуть Select objects: Enter Specify first point on axis or define axis by [Object/Last/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/2points]: указать верхнюю точку на оси (начало оси) Specify second point on axis: указать нижнюю точку на оси (направление «+» оси) Specify rotation angle or [Reference]: 30 угол положительный, так как положительное направление оси вниз, а положительный угол определяется по правилу правой руки.		
		

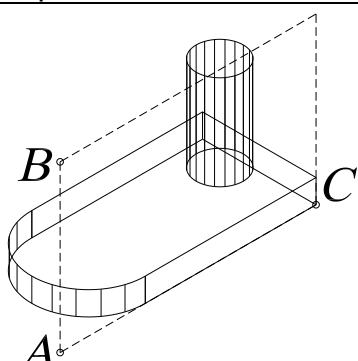
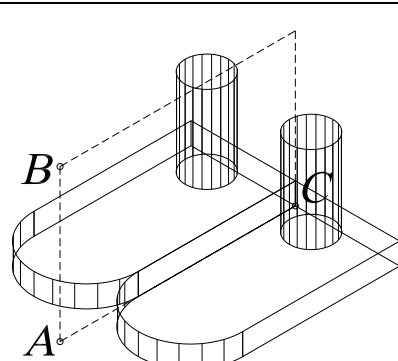
12.2. ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ПЛОСКОСТИ (ПЛОСКОСТНАЯ СИММЕТРИЯ)

Команда **Mirror3D** (Повернуть-3М) позволяет создать зеркальную копию объектов относительно произвольно расположенной плоскости. Вызывается из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **3D Operation** (3М операции) → **Mirror3D** (Повернуть-3М) или вводом в командную строку слова **Mirror3D** с клавиатуры.

Опции команды:

- **Object** (Объект) – отображение относительно выбранного плоского объекта. Такими объектами могут быть отрезок, окружность, дуга или сегмент двумерной полилинии;
- **Last** (Последняя) – отображение относительно плоскости, использовавшейся в предыдущей команде поворота;
- **Zaxis** (Z ось) – отображение относительно плоскости, заданной двумя точками, первая из которых лежит на плоскости, а вторая определяет вектор нормали к этой плоскости;
- **View** (Вид) – отображение относительно плоскости, выровненной с плоскостью видового экрана, то есть параллельной плоскости экрана;
- **XY** (XY), **YZ** (YZ), **ZX** (ZX) – отображение относительно плоскости, параллельной плоскости соответственно **XY**, **YZ** или **ZX** текущей системы координат и проходящей через заданную точку;
- **3point** (3 точки) – отображение относительно плоскости, проходящей через три заданные точки.

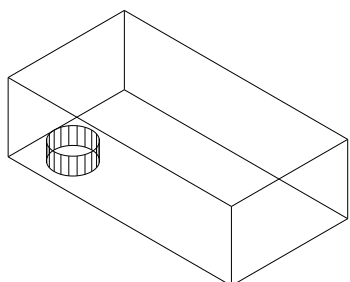
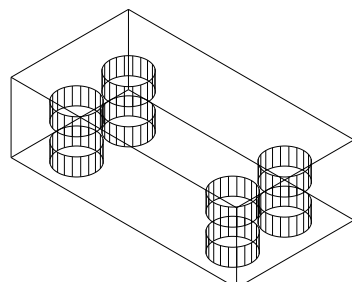
Выполнить упражнение № 116.

Построить плоскостную симметрию объекта		№ 116
Mirror3D	Падающее меню Modify → 3D Operation → Mirror3D	
Select objects: выбрать объект		
Select objects: Enter		
Specify first point of mirror plane (3 points) or [Object/Last/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: указать точку A		
Specify second point on mirror plane: указать точку B		
Specify third point on mirror plane: указать точку C		
Delete source objects? [Yes/No] <N>: не удалять исходный объект, если нужно удалить, то выбрать <Y>.		
		
		

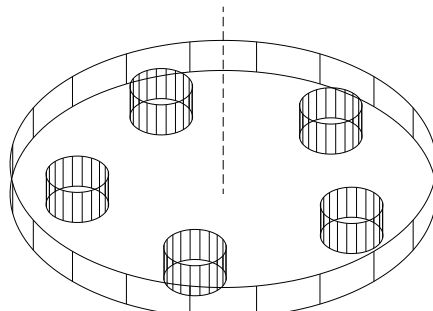
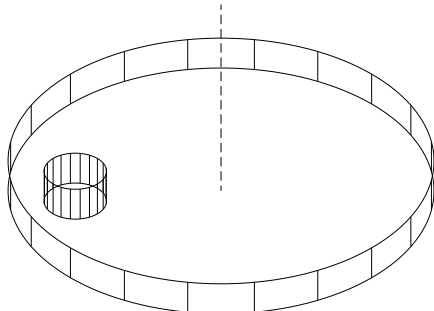
12.3. РАЗМНОЖЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫМ МАССИВОМ

Команда **3DArray** (3М Массив) создает в пространстве копии объектов в виде прямоугольного или полярного массива. Вызывается из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **3D Operation** (3М операции) → **3DArray** (3М Массив) или вводом в командную строку слова **3DArray** с клавиатуры.

Выполнить упражнения № 117, 118.

Создать прямоугольный массив		№ 117
3DArray	Падающее меню Modify → 3D Operation → 3DArray	
Select objects: указать объект для массива – цилиндрическое отверстие		
Select objects: Enter		
Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>: прямоугольный массив		
Enter the number of rows (---) <1>: 2 ввести число рядов (вдоль оси Y)		
Enter the number of columns () <1>: 2 ввести число столбцов (вдоль оси X)		
Enter the number of levels (...) <1>: 2 ввести число уровней (вдоль оси Z)		
Specify the distance between rows (---): 30 расстояние между рядами		
Specify the distance between columns (): 90 расстояние между столбцами		
Specify the distance between levels (...): 20 расстояние между уровнями		
 		

Команда **3DArray** (3М Массив) отличается от аналогичной команды, применяемой в двухмерном моделировании, тем, что при создании прямоугольного массива объектов, кроме количества столбцов и строк, запрашивается количество уровней (задается вдоль оси **Z** от плоскости **XY**), а при создании кругового (полярного) массива вместо центра вращения используется ось вращения, начальная и конечная точки которой задаются в ответ на запросы команды.

Создать полярный массив		№ 118
3DArray	Падающее меню Modify → 3D Operation → 3DArray	
Select objects:	указать объект для массива – цилиндрическое отверстие	
Select objects:	Enter	
Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>:	P полярный массив	
Enter the number of items in the array: 5	число элементов массива	
Specify the angle to fill (+=ccw, -=cw) <360>:	задать угол для построения	
Rotate arrayed objects? [Yes/No] <Y>:	поворачивать элементы массива вокруг оси	
Specify center point of array:	указать первую точку, лежащую на оси массива	
Specify second point on axis of rotation:	указать вторую точку, лежащую на оси массива	
		

12.4. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ФАСОК ТРЕХМЕРНЫХ ТЕЛ

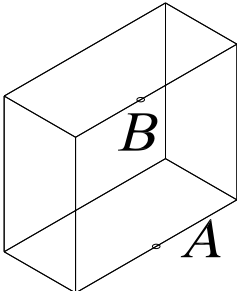
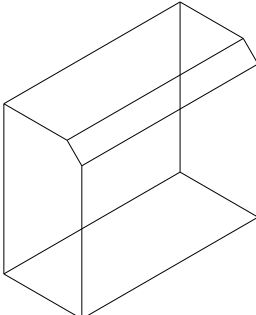


— Команда **Chamfer** (Фаска) позволяет создавать фаску (скошенную часть кромки) на пересечениях граней твердого тела, как и в двумерном пространстве. Вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Chamfer** (Фаска) или щелчком мыши по пиктограмме **Chamfer** (Фаска) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

Опции команды:

- **OK (current)** (Да (текущая)) – используется для задания в качестве базовой текущей гран тела (при выборе, подсвеченной на графическом экране);
- **Next** (Следующая) – используется для выбора в качестве текущей соседней грани тела;
- **Loop** (Петля) – используется для задания создания фасок по всем ребрам базовой грани;
- **Edge** (Ребро) – используется для возврата в режим указания отдельных ребер.

При создании фасок между гранями твердых тел опции, предлагаемые системой в первом запросе, не используются (они применяются в двумерном моделировании).

№ 119 Снять фаску с ребра параллелепипеда	
 Chamfer Падающее меню Modify → Chamfer (NOTRIM mode) Current chamfer Dist1 = 10.0000, Dist2 = 10.0000 Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/mUltiple]: указать точку A Base surface selection... для выбора базовой поверхности Enter surface selection option [Next/OK (current)] <OK>: Enter Specify base surface chamfer distance <10.0000>: 5 размер фаски на базовой поверхности Specify other surface chamfer distance <10.0000>: 5 размер фаски на другой поверхности Select an edge or [Loop]: указать верхнюю границу ребра – точку B Select an edge or [Loop]: Enter	
	

132

12.5. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ ГРАНЕЙ



— Команда **Fillet** (Сопряжение) – скругляет или сопрягает объекты дугой заданного радиуса. Вызывается из падающего меню **Modify** (Редактирование) → **Fillet** (Сопряжение) или щелчком мыши по пиктограмме **Fillet** (Сопряжение) панели инструментов **Modify** (Редактирование).

Опции команды *Fillet* (Сопряжение):

- **Chain** (Цепь) – используется для задания скруглений ребер, образующих цепочку;
- **Edge** (Ребро) – используется для возврата в режим указания отдельных ребер;
- **Radius** (Радиус) – используется для задания нового радиуса скругления.

Выполнить упражнения № 121, 122.

Построить сопряжения граней трехмерного тела

No 121



Fillet

Падающее меню **Modify** → **Fillet**

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 0.0000

Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: указать верхнее скругляемое ребро – точка A

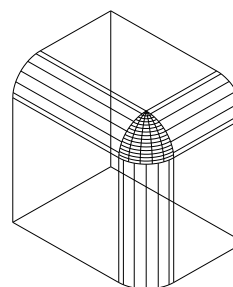
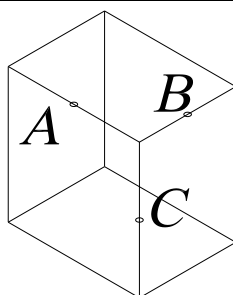
Enter fillet radius: 10 радиус скругления

Select an edge or [Chain/Radius]: указать скругляемое ребро – точка В

Select an edge or [Chain/Radius]: указать скругляемое ребро – точка С

Select an edge or [Chain/Radius]: Enter

3 edge(s) selected for fillet.



Построить сопряжение грани трехмерного тела

No 122



Fillet

Падающее меню **Modify** → **Fillet**

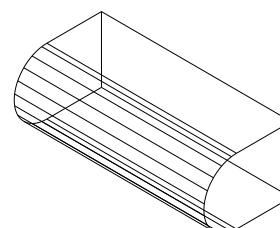
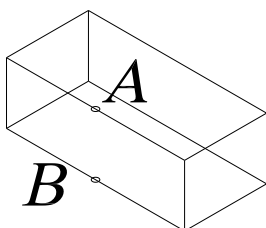
Current settings: Mode = TRIM, Radius = 10.0000

Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]: указать верхнее ребро (точка

Enter fillet radius <10.0000>: 10 радиус скругления

Select an edge or [Chain/Radius]: указать верхнее ребро (точка В)

Select an edge or [Chain/Radius]: Enter



При создании скруглений ребер твердых тел опции, предлагаемые системой в первом запросе, не используются (они применяются в двумерном моделировании).

12.6. ПОСТРОЕНИЕ СЕЧЕНИЙ



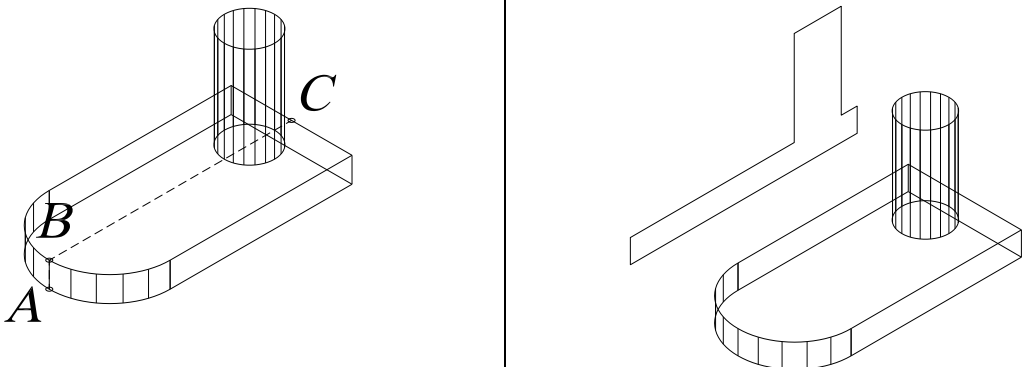
– Команда **Section** (Сечение) – позволяет построить сечения (в виде замкнутых областей) твердотельных объектов. Вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) → **Section** (Сечение) или щелчком мыши по пиктограмме **Section** (Сечение) панели инструментов **Solids** (Тела).

Опции команды:

- **Object** (Объект) – используется для задания секущей плоскости, совпавшей с плоскостью объекта. Такими объектами могут быть отрезок, окружность, дуга или сегмент двумерной полилинии;
- **Zaxis** (Z ось) – используется для задания секущей плоскости, заданной двумя точками, первая из которых лежит на плоскости, а вторая определяет вектор нормали к этой плоскости;
- **View** (Вид) – используется для задания секущей плоскости, выровненной с плоскостью видового экрана, то есть параллельной плоскости экрана;
- **XY** (XY), **YZ** (YZ), **ZX** (ZX) – используется для задания секущей плоскости, параллельной плоскости соответственно **XY**, **YZ** или **ZX** текущей системы координат и проходящей через заданную точку;
- **3point** (3 точки) – сечение относительно плоскости, проходящей через три заданные точки.

В результате выполнения команды создаются объекты типа **Region**. При применении к этим объектам команды **Explode** они разбиваются на отдельные линии, дуги или окружности.

Выполнить упражнение № 123.

Построить сечение трехмерного тела		№ 123
 Section Падающее меню Draw → Solids → Section Select objects: указать объект Select objects: Enter Specify first point on Section plane by [Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: указать точку A Specify second point on plane: указать точку B Specify third point on plane: указать точку C Переместить полученное сечение.		

12.7. ПОСТРОЕНИЕ РАЗРЕЗОВ



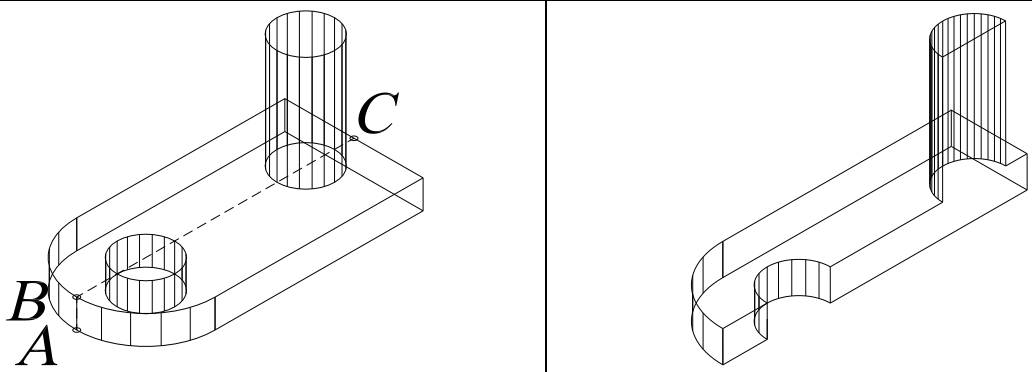
– Команда **Slice** (Разрез) – позволяет разрезать набор тел плоскостью и при необходимости удалить отсеченные части объектов. Вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) → **Slice** (Разрез) или щелчком мыши по пиктограмме

Slice (Разрез) панели инструментов **Solids** (Тела).

Опции команды:

- **Object** (Объект) – используется для задания секущей плоскости, совпавшей с плоскостью объекта. Такими объектами могут быть отрезок, окружность, дуга или сегмент двумерной полилинии;
- **Zaxis** (Z ось) – используется для задания секущей плоскости, заданной двумя точками, первая из которых лежит на плоскости, а вторая определяет вектор нормали к этой плоскости;
- **View** (Вид) – используется для задания секущей плоскости, выровненной с плоскостью видового экрана, то есть параллельной плоскости экрана;
- **XY** (XY), **YZ** (YZ), **ZX** (ZX) – используется для задания секущей плоскости, параллельной плоскости соответственно **XY**, **YZ** или **ZX** текущей системы координат и проходящей через заданную точку;
- **3point** (3 точки) – разрез относительно плоскости, проходящей через три заданные точки;
- **keep Both sides** (сохранить Обе стороны) – оставляет обе части разрезанного тела.

Выполнить упражнение № 124.

<i>Построить разрез трехмерного тела</i>		<i>№ 124</i>
 Slice Падающее меню Draw → Solids → Slice Select objects: указать объект Select objects: Enter Specify first point on slicing plane by [Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: указать точку A Specify second point on plane: указать точку B Specify third point on plane: указать точку C Specify a point on desired side of the plane or [keep Both sides]: указать курсором точку той части тела, которую надо оставить.		

13. РЕДАКТИРОВАНИЕ ГРАНЕЙ, РЕБЕР, ТЕЛ

Команда **Solidedit** (Редактирование твердотельных объектов) используется для выполнения следующих возможных действий: выдавливание, перенос, поворот, смещение, изменение формы тела путем наклона, удаление, копирование, изменение цвета. Команды вызываются из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **Solids Editing** (Редактирование тел) или щелчком мыши по пиктограммам плавающей панели инструментов **Solids Editing** (Редактирование тел).

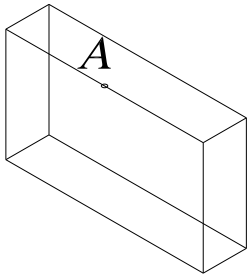
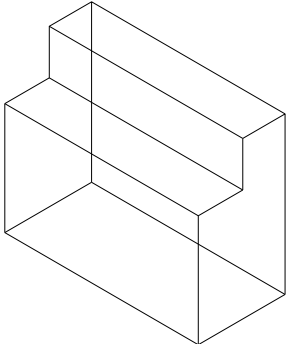
При вызове команды на первый запрос необходимо ввести опцию редактирования тел:

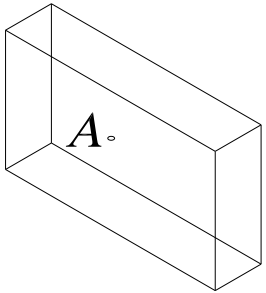
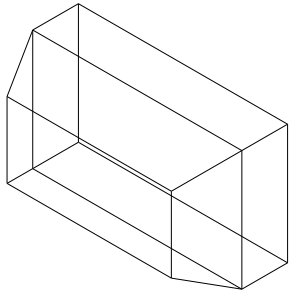
- **Face** (Грань) – используется для перехода в режим редактирования граней твердого тела;
- **Edge** (Ребро) – используется для перехода в режим редактирования ребер твердого тела;
- **Body** (Тело) – используется для редактирования общих свойств тела;
- **Undo** (Отменить) – используется для отмены последнего результата редактирования;
- **eXit** (Выход) – используется для завершения работы с командой.

13.1. РЕЖИМ РЕДАКТИРОВАНИЯ ГРАНЕЙ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА

На первый запрос команды **Solids Editing** (Редактирование тел) в режиме редактирования **Face** (Грань), которая вызывается из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **Solids Editing** (Редактирование тел) или щелчком мыши по пиктограммам плавающей панели инструментов **Solids Editing** (Редактирование тел), необходимо выбрать одну из следующих опций данной команды:

- **Extrude** (Выдавить) – используется для изменения формы тела путем «выдавливания» одной из граней;
- **Move** (Переместить) – используется для изменения формы тела путем переноса его граней;
- **Rotate** (Поворот) – используется для изменения формы тела путем поворота его граней;
- **Offset** (Сместить) – используется для изменения формы тела путем эквидистантного смещения его граней на определенное расстояние;
- **Taper** (Сузить) – используется для изменения формы тела путем наклона его граней;
- **Delete** (Удалить) – используется для изменения формы тела путем удаления его отдельных граней;
- **Copy** (Копировать) – используется для создания поверхности, повторяющей конфигурацию граней тела;
- **coLor** (или **L**) (Цвет) – используется для изменения цвета граней тела;
- **Undo** (Отменить) – используется для отмены последней операции редактирования граней;
- **eXit** (или **X**) (Выход) – используется для возврата к первому запросу системы при вызове команды **Solidedit** (Редактирование твердотельных объектов).

<i>Выдавить грань трехмерного тела</i>		<i>№ 125</i>
	Solidedit П. м. Modify → Solids Editing → Extrude faces Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face режим граней Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: _extrude Select faces or [Undo/Remove]: указать точку A (R используется для исключения грани из набора выбранных граней) Select faces or [Undo/Remove/ALL]: Enter Specify height of extrusion or [Path]: 20 высота выдавливания Specify angle of taper for extrusion <0>: угол Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: Enter Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: Esc	
		

<i>Выдавить грань трехмерного тела</i>		<i>№ 126</i>
	Solidedit П. м. Modify → Solids Editing → Extrude faces Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face режим граней Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: _extrude Select faces or [Undo/Remove]: указать точку A на передней грани параллелепипеда Select faces or [Undo/Remove/ALL]: Enter Specify height of extrusion or [Path]: 20 высота выдавливания Specify angle of taper for extrusion <0>: 25 угол Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: Esc	
		



Solidedit

П. м.

Modify → Solids Editing → Move faces

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face грань

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: _move

Select faces or [Undo/Remove]: указать боковую грань (точка A)

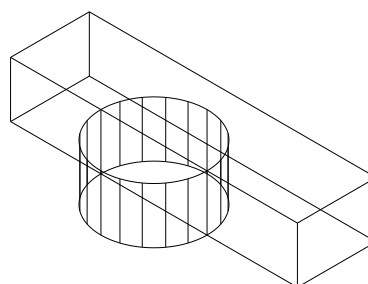
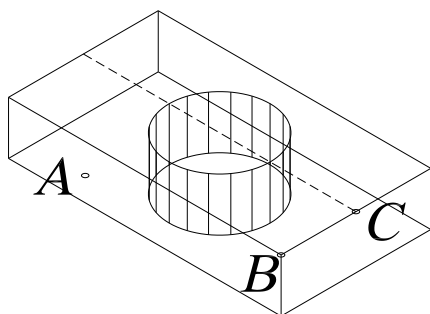
Select faces or [Undo/Remove/ALL]: Enter

Specify a base point or displacement: указать точку B

Specify a second point of displacement: указать точку C

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: Esc



Solidedit

П. м.

Modify → Solids Editing → Rotate faces

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: _rotate

Select faces or [Undo/Remove]: указать боковую грань (точка A)

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: Enter

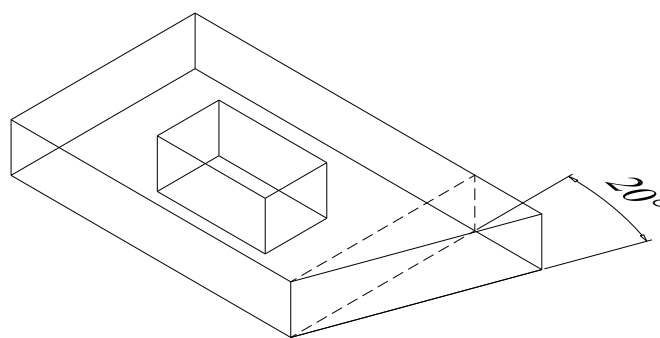
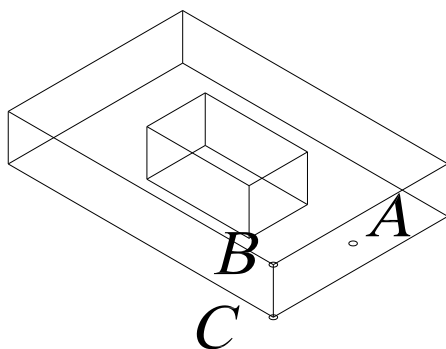
Specify an axis point or [Axis by object/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis] <2points>: точка B

Specify the second point on the rotation axis: точка C на оси поворота

Specify a rotation angle or [Reference]: 20 угол поворота

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: Esc



**Solidedit**

П. м.

Modify → Solids Editing → Offset faces

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: _offset

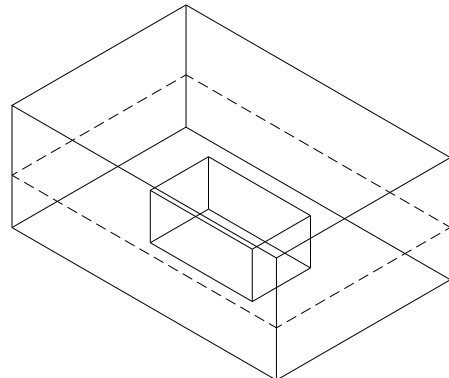
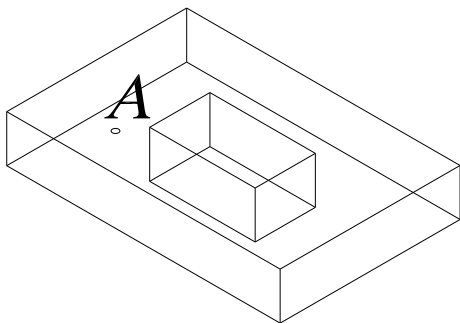
Select faces or [Undo/Remove]: указать верхнюю грань (точка A)

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: Enter

Specify the offset distance: 20 величина смещения

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: Esc

**Solidedit**

П. м.

Modify → Solids Editing → Taper faces

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: _taper

Select faces or [Undo/Remove]: указать точку A

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: Enter

Specify the base point:

указать базовую точку B

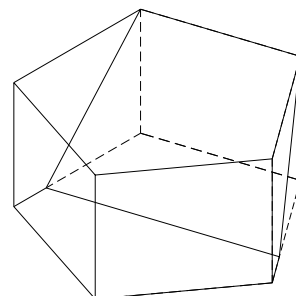
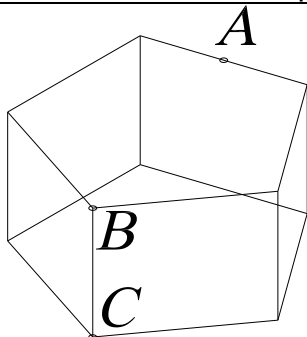
Specify another point along the axis of tapering:

указать точку C на оси

Specify the taper angle: 40 угол наклона грани

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: Esc





Solidedit

П. м.

Modify → Solids Editing → Copy faces

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: _copy

Select faces or [Undo/Remove]: указать боковую грань (точка A)

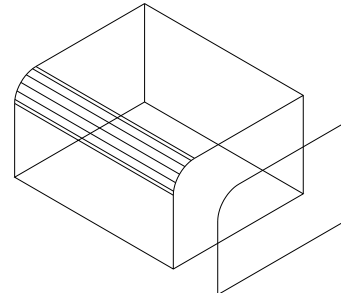
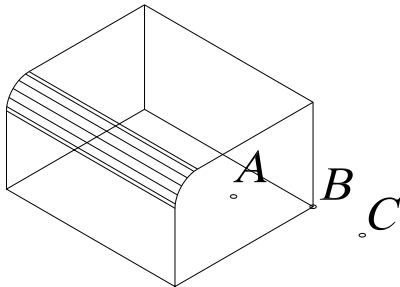
Select faces or [Undo/Remove/ALL]: Enter

Specify a base point or displacement: указать базовую точку B

Specify a second point of displacement: указать точку C

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: Esc



Solidedit

П. м.

Modify → Solids Editing → CoLor faces

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _face

Enter a face editing option

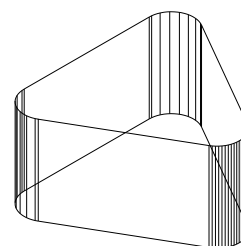
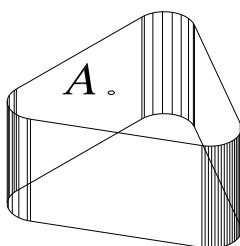
[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: _color

Select faces or [Undo/Remove]: указать верхнюю грань (точка A)

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: Enter

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>: Esc



13.2. РЕЖИМ РЕДАКТИРОВАНИЯ РЕБЕР ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА

На первый запрос команды **Solids Editing** (Редактирование тел) в режиме редактирования **Edge** (Ребро), которая вызывается из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **Solids Editing** (Редактирование тел) или щелчком мыши по пиктограммам плавающей панели инструментов **Solids Editing** (Редактирование тел), необходимо выбрать одну из следующих опций данной команды:



- **Copy** (Копировать) – используется для создания объектов, повторяющих конфигурацию ребер тела (дальнейшие действия аналогичны выполнению команды **Copy** в двумерном пространстве);



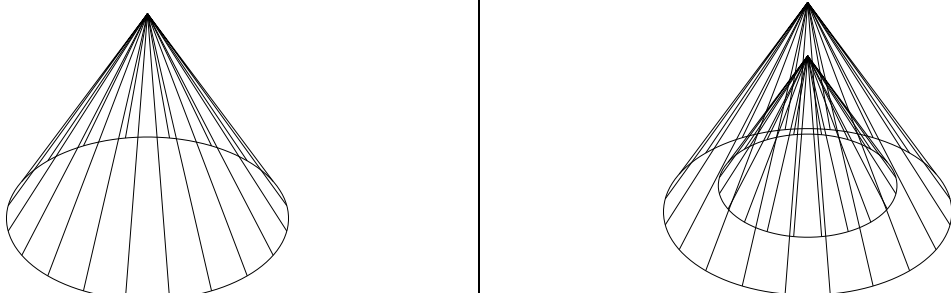
- **coLor** (или **L**) (Цвет) – используется для изменения цвета ребер тела;
- **Undo** (Отменить) – используется для отмены последней операции редактирования ребер;

- **eXit** (или **X**) (Выход) – используется для возврата к первому запросу системы при вызове команды **Solids Editing** (Редактирование тел).

13.3. РЕЖИМ РЕДАКТИРОВАНИЯ ОБЩИХ СВОЙСТВ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА

На первый запрос команды **Solids Editing** (Редактирование тел) в режиме редактирования **Body** (Тело), которая вызывается из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **Solids Editing** (Редактирование тел) или щелчком мыши по пиктограммам плавающей панели инструментов **Solids Editing** (Редактирование тел), необходимо выбрать одну из следующих опций данной команды:

- **Imprint** (Вписать 0 – используется для построения линий пересечения тела с другими объектами (Yes (Да) – используется, если после построения линии пересечения объект, которому эта линия соответствует, должен быть удален; No (Нет) – используется, если удалять объект не надо);
- **seParate solids** (или **P**) (Разделить) – используется для разделения на самостоятельные тела объектов, которые воспринимаются системой как единые тела, но физически ими не являются (например, тела, полученные в результате действия команды **Subtract** (Вычитание) или **Union** (Объединение);
- **Shell** (Оболочка) – используется для формирования твердотельной оболочки на основе указанного тела, то есть создает эквидистантные поверхности;
- **cLean** (или **L**) (Очистить) – используется для удаления с поверхности тела, указанного пользователем, всех линий пересечения этого тела с другими объектами;
- **Check** (Проверить) – используется для перевода твердотельного объекта, указанного пользователем, в формат **ACIS**, имеющий более широкие возможности по вычислению формы тел сложной конфигурации;
- **Undo** (Отменить) – используется для отмены последней операции редактирования свойств тела;
- **eXit** (или **X**) (Выход) – используется для возврата к первому запросу системы при вызове команды **Solids Editing** (Редактирование тел).

Создать оболочку трехмерного тела		№ 133
	Solidedit	П. м. Modify → Solids Editing → Shall
	Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1	
	Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: _body	
	Enter a body editing option	
	[Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/eXit] <eXit>: _shell	
	Select a 3D solid: указать тело (указать на теле произвольную точку)	
	Remove faces or [Undo/Add/ALL]: Enter	
	Enter the shell offset distance: 10 толщина оболочки	
	Enter a body editing option	
	[Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/eXit] <eXit>: Esc	
		

14. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ

Рассмотрим построение на примере создания трехмерной модели детали, чертеж которой представлен на рис. 166. Ниже описана лишь одна из возможных последовательностей моделирования данного изделия.

1. Создать новый рисунок с помощью команды **NEW** (НОВЫЙ), вызываемой из падающего меню **File** (Файл) → **New...** (Новый...), или щелчком по пиктограмме **New** (Новый) стандартной панели инструментов.

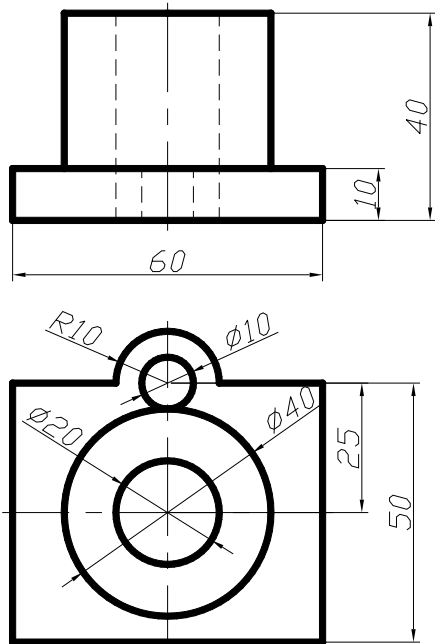


Рис. 166.

2. Для вызова мастера подготовки в диалоговом окне **Create New Drawing** (Создание нового рисунка) выбрать пиктограмму **Use a Wizard** (Вызов мастера). Далее в списке **Select a Wizard:** (Выберите Мастера:) выбрать **Quick Setup** (Быстрая подготовка).
3. В диалоговом окне **Quick Setup** (Быстрая подготовка) при определении области черчения **Area** (Площадь) установить размеры чертежа 210x297 (формат A4).
4. Щелчком мыши на кнопке **GRID** (Сетка) в строке состояния (или клавишей **F7**) включить отображение сетки на графическом экране.
5. Отобразить всю область чертежа на экране командой **Zoom** (Показать), вызываемой из падающего меню **View** (Вид) → **Zoom** (Показать) → **All** (Все), или щелчком по пиктограмме **Zoom All** (Показать все) стандартной панели инструментов.
6. Сохранить рисунок с помощью команды

- QSAVE (БСОХРАНИТЬ), вызываемой из падающего меню **File** (Файл) → **Save** (Сохранить) или щелчком мыши по пиктограмме **Save** (Сохранить) стандартной панели инструментов.
7. Установить значение системной переменной **ISOLINES**, равное 10, что соответствует количеству образующих линий, отображаемых на кривых поверхностях.
 8. Создать три видовых экрана с помощью команды **VPORTS** (ВЭКРАН), которая вызывается из падающего меню **View** (Вид) → **Viewports** (Видовые экраны) → **New Viewports...** (Новые Видовые экраны...) или щелчком мыши по пиктограмме **Display Viewports Dialog** (Диалоговое окно видовых экранов) в стандартной или плавающей панели инструментов **Viewports** (Видовые экраны), см. упражнение № 90.
 9. Установить направление взгляда в трех видовых экранах, см. упражнение 91. Команда **DDVPOINT** (Диалоговое окно точки зрения) позволяет задать направление взгляда при определении вида и вызывается из падающего меню **View** (Вид) → **3D View** (3М Вид) → **DDVPOINT** (Диалоговое окно точки зрения) или вводом в командную строку слова **DDVPOINT** с клавиатуры.
 10. С помощью команд **Pline** (Полилиния) и **Circle** (Окружность) создать горизонтальную проекцию детали.
 11. Используя команду **Extrude** (Выдавить), которая вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) → **Extrude** (Выдавить) или щелчком мыши по пиктограмме **Extrude** (Выдавить) панели инструментов **Solids** (Тела), «выдавить» полученную горизонтальную проекцию на соответствующие величины.
 12. Выполнить логические преобразования. Объединить параллелепипед и внешний большой цилиндр с помощью команды **Union** (Объединение), которая вызывается из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **Solids Edition** (Правка тел) → **Union** (Объединение) или щелчком мыши по пиктограмме **Union** (Объединение) плавающей панели инструментов **Solids Edition** (Правка тел). Затем из полученного тела вычесть внутренний большой и маленький цилиндры с помощью команды **Subtract** (Вычитание). Команда **Subtract** (Вычитание) вызывается из падающего меню **Modify** (Редактировать) → **Solids Edition** (Правка тел) → **Subtract** (Вычитание) или щелчком мыши по пиктограмме **Subtract** (Вычитание) плавающей панели инструментов **Solids Edition** (Правка тел).
 13. Подавить невидимые линии командой **HIDE** (СКРЫТЬ), вызываемой из падающего меню **View** (Вид) → **Hide** (Скрыть линии) или щелчком мыши по пиктограмме **Hide** (Скрыть линии) плавающей панели инструментов **Render** (Тонировать).
 14. Перейти из пространства модели в пространство листа щелчком мыши по закладке **Layout 1** (Лист 1).
 15. В диалоговом окне **Page Setup** (Параметры листа) → **Layout** (Лист), задать параметры листа (210x297) и устройства печати.
 16. Удалить имеющийся вид на листе, щелкнув на границе видового экрана и нажав клавишу **Delete** (Удалить).
 17. Вставить в рисунок рамку формата А4 (при условии, что эта заготовка (блок) уже существует). Вставка осуществляется командой **INSERT** (ВСТАВИТЬ), вызываемой из падающего меню **Insert** (Вставка) → **Block...** (Блок...) или по пиктограмме **Insert Block** (Вставить блок) панели инструментов **Draw** (Рисование).

Для получения блока, которым можно воспользоваться при создании любых чертежей в **AutoCAD**, применяется команда **WBLOCK** (ПБЛОК). Она загружает окно **White Block** (Запись блока на диск), показанное на рис. 167, в котором следует указать блок или объект, записываемый в отдельный файл. Описание блока сохраняется в отдельном рисунке.

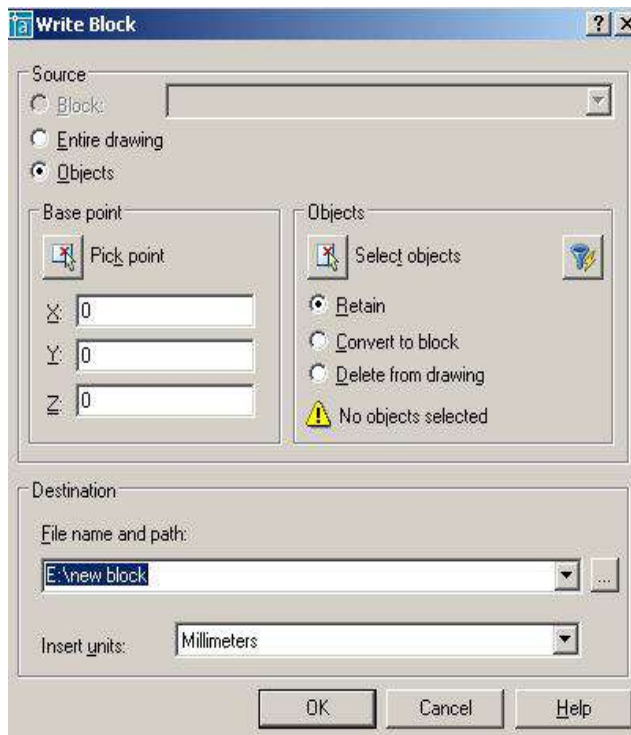


Рис. 167.

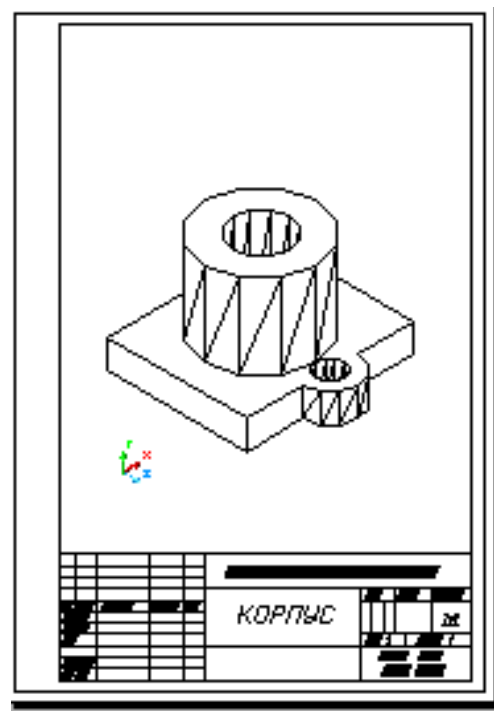


Рис. 168.

18. Создать на листе видовой экран с помощью команды **VPORTS** (ВЭКРАН), которая вызывается из падающего меню **View** (Вид) → **Viewports** (Видовые экраны) → **Single** (1 Вид), а затем указать мышью на графическом экране первый угол видового экрана и второй угол видового экрана.
19. Установить изометрический вид, для чего нужно «войти» в пространство модели (щелкнув два раза клавишей внутри полученной рамки). Затем отредактировать вид, используя команду **DDVPOINT** (Диалоговое окно точки зрения), которая вызывается из падающего меню **View** (Вид) → **3D View** (3D Вид) → **DDVPOINT** (Диалоговое окно точки зрения) или вводом в командную строку слова **DDVPOINT** с клавиатуры.
20. Удалить рамку видового экрана, для этого необходимо выделить рамку, щелкнув клавишей на ней, и «заморозить» слой **VPORTS** (этот слой автоматически создается при работе с видовыми окнами).
21. В пространстве листа заполнить основную надпись. Для выхода в пространство листа нужно щелкнуть два раза клавишей за пределами видового окна. Чертеж, полученный в результате работы, приведен на рис. 168.

15. ПЕРЕКРЫВАЮЩИЕСЯ ВИДОВЫЕ ЭКРАНЫ. СОЗДАНИЕ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ



Команда **SOLVIEW** (Настройка вида) автоматизирует процесс создания перекрывающихся видовых экранов и ортогональных проекций – проекций на взаимно перпендикулярные плоскости. Команда вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) → **Setup** (Настройка) → **View** (Вид) или щелчком мыши по пиктограмме **Setup view** (Настройка вида) панели инструментов **Solids** (Тела).

Опции команды:

- **UCS** (ПСК – пользовательская система координат) – создает вид, параллельный плоскости **XY** пользовательской системы координат, которую требуется указать в последующем запросе.

- **Ortho** (Ортогональный) – создает вид, перпендикулярный существующему виду, то есть создает ортогональные проекции;
- **Auxiliary** (Вспомогательный) – создает дополнительный наклонный вид относительно существующего вида, то есть получаемый на плоскости, непараллельный основным плоскостям проекций;
- **Section** (Сечение) – служит для формирования разрезов.

Для каждого создаваемого командой **SOLVIEW** (Настройка вида) видового экрана автоматически создается несколько новых слоев. Эти слои имеют имя, совпадающее с именем видового экрана, к которому добавляются расширения, состоящие из трех букв:

- **DIM** – слой для размеров;
- **HAT** – слой штриховки (только при построении разрезов);
- **HID** – слой невидимых линий;
- **VIS** – слой видимых линий.

Эти слои можно использовать только для работы с видами, созданными системой **AutoCAD**. Помимо указанных слоев команда **SOLVIEW** (Настройка вида) создает слой **VPORTS**, на котором размещается общая информация о всех видовых экранах, созданных командой, например, рамки, ограничивающие видовые экраны (если этот слой заморозить, то рамки станут невидимыми).

Замечания:

- Задачи моделирования, такие, как создание и редактирование геометрических объектов, обычно выполняются на вкладке графического поля экрана **Model** (Модель). Задачи оформления чертежа, такие, как создание и размещение проекций, проведение осей симметрии, нанесение условных обозначений, выполняются на вкладке графического поля экрана **Layout** (Лист). Размеры обычно проставляются на вкладке **Model** (Модель).
- На вкладке **Layout** (Лист) можно работать как в пространстве модели, так и в пространстве листа. Для того чтобы сделать текущим пространство модели, необходимо поместить курсор мыши в нужный видовой экран и дважды щелкнуть левой клавишей. Для перехода в пространство листа надо переместить указатель за границы видовых экранов и дважды щелкнуть левой клавишей мыши. Можно также переключаться из пространства модели в пространство листа при помощи кнопки в строке состояния.



После созданных плавающих видовых экранов выполняется команда **SOLDRAW** (Настройка рисования), которая формирует плоские изображения видов и разрезов в плавающих видовых экранах. При этом строятся видимые и невидимые линии, создающие очерки и ребра тела, а в разрезах выполняется штриховка по установленному шаблону. Команда вызывается из падающего меню **Draw** (Рисование) → **Solids** (Тела) → **Setup** (Подготовка) → **Drawing** (Построение) или через командную строку. В ответ на последовательность запросов **Select object:** следует указать рамки всех видовых экранов.

ПРИМЕР. Построить твердотельную модель и создать на основании построенной твердотельной модели детали (рис. 166) следующие проекции: фронтальный вид, горизонтальный и профильный разрез.

Создается твердотельная модель (описание построения см. в предыдущем параграфе). Затем используют следующий алгоритм.

1. Установить пользовательскую систему координат (ПСК) параллельно главному виду детали. Для этого необходимо воспользоваться командой **UCS** (ПСК), вызвав её из падающего меню **Tools** (Сервис) → **New UCS** (Новая ПСК) → **3 Point** (3 Точки) или из стандартной панели инструментов **UCS** (ПСК).

2. Перейти из пространства модели в пространство листа щелчком мыши по закладке **Layout 1** (Лист 1).
3. В диалоговом окне **Page Setup** (Параметры листа) → **Layout** (Лист), задать параметры листа (210x297) и устройства печати.
4. Удалить имеющийся вид на листе, щелкнув на границе видового экрана и нажав клавишу **Delete** (Удалить).
5. Вставить в рисунок рамку формата A4 (при условии, что эта заготовка (блок) уже существует). Вставка осуществляется командой **INSERT** (ВСТАВИТЬ), вызываемой из падающего меню **Insert** (Вставка) → **Block...** (Блок...) или по пиктограмме **Insert Block** (Вставить блок) панели инструментов **Draw** (Рисование).
6. Создать на чертеже видовые экраны со следующими видами: видом спереди, видом сверху и профильным разрезом, используя команду **SOLVIEW** (Настройка вида), которая вызывается из падающего меню **Draw** (Рисовать) → **Solids** (Тела) → **Setup** (Настройка) → **View** (Вид) или щелчком мыши по пиктограмме **Setup view** (Настройка вида) панели инструментов **Solids** (Тела).

1) Получение главного вида – фронтальной проекции детали:

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: U

Enter an option [Named/World/?/Current] <Current>: Enter

Enter view scale <1>: указать масштаб

Specify view center: указать центр вида, подбирая последовательными щелчками наиболее удачное его расположение

Specify view center <specify viewport>: Enter

Specify first corner of viewport: указать первый угол видового экрана

Specify opposite corner of viewport: указать второй угол видового экрана

Enter view name: Front – ввести имя формируемого вида

2) Получение вида сверху – горизонтальной проекции детали:

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: O ортогональный режим

Specify side of viewport to project: указать верхнюю границу видового экрана главного вида

Specify view center: указать центр вида, подбирая последовательными щелчками наиболее удачное его расположение

Specify view center <specify viewport>: Enter

Specify first corner of viewport: указать первый угол видового экрана

Specify opposite corner of viewport: указать второй угол видового экрана

Enter view name: Top – ввести имя формируемого вида

3) Получение профильного разреза:

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: S – сечение

Specify first point of cutting plane: _cen – указать на горизонтальной проекции первую точку режущей плоскости при помощи объектной привязки – центр окружности

Specify second point of cutting plane: @0,0,60 – указать на главном виде вторую точку режущей плоскости при помощи относительных координат

Specify side to view from: указать на виде сверху сторону, которая остается на изображении.

Enter view scale <1>: Enter

Specify view center: указать центр вида

Specify view center <specify viewport>: Enter

Specify first corner of viewport: указать первый угол видового экрана

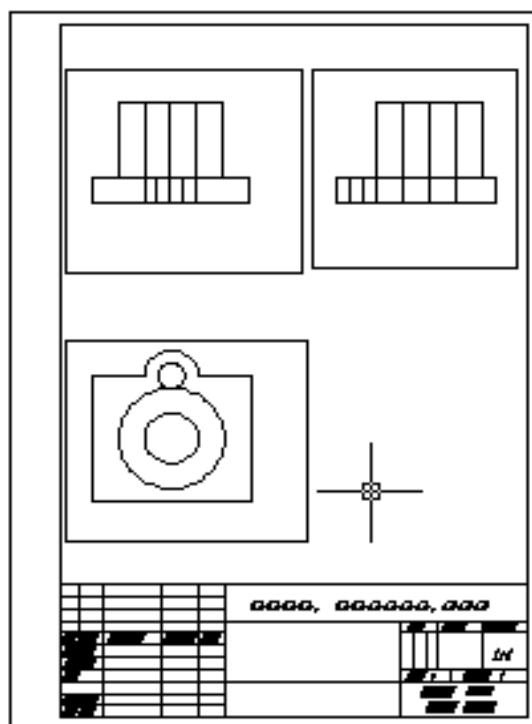
Specify opposite corner of viewport: указать второй угол видового экрана

Enter view name: Section – ввести имя формируемого вида

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: Enter – завершить работу.

Выполняют команду **SOLDRAW** (Настройка рисования) для формирования в каждом видовом экране плоских изображений. При этом на разрез наносится штриховка (по образцу **Angle**); все невидимые линии в каждом видовом экране помещаются на слои с суффиксом **HID** (<имя>-**HID**), а видимые – на слои с суффиксом **VIS**. Вызывается из падающего меню **Draw** (Рисование) → **Solids** (Тела) → **Setup** (Подготовка) → **Drawing** (Построение) или через командную строку.

1. Меняют шаблон штриховки. Для этого переходят в пространство модели, выделяют видовой экран «разрез», затем щелчком левой клавиши мыши выделяют штриховку и вызывают контекстное меню щелчком правой клавиши мыши. В контекстном меню выбирают команду **HATCHEDIT** (Редактирование штриховки) и в раскрывшемся диалоговом окне выбирают шаблон штриховки **ANSI31**.
2. Удаляют невидимые линии на всех проекциях, кроме вида спереди. Для этого «замораживают» соответствующие слои.
3. В пространстве листа наносят оси симметрии.
4. Удаляют рамки видовых экранов, для чего «замораживают» слой **VPORTS**.
5. На слоях **VIS** устанавливают толщину 0,3 мм.
6. В пространстве модели «размораживают» и устанавливают текущим слой видового экрана, содержащего вид спереди, с суффиксом DIM, и проставляют необходимые размеры.
7. В пространстве листа заполняют основную надпись. Чертеж, полученный в результате работы, приведен на рис. 170.



Technical drawing of a mechanical part, likely a pump body (КОРПУС). The drawing includes three views: a front view (top left) showing a cylindrical body with a diameter of 80 mm and a height of 40 mm, with a base diameter of 60 mm; a side view (top right) showing a cross-section with a central bore of 50 mm and a base of 60 mm; and a top view (bottom left) showing a circular cross-section with a central hole of 50 mm and a total diameter of 80 mm. A cross-section symbol is located between the side and top views. The drawing is labeled 'КОРПУС' (Body) and includes a table with dimensions and a note 'ИЗМ. 1' (Revision 1).

Рис. 170

В процессе создания трёхмерной модели какого-либо изделия пользователь имеет дело с *каркасным* представлением модели. Все грани моделируемого объекта прозрачны, а потому на экране отображаются как видимые, так и невидимые ребра и изолинии криволинейных поверхностей. Программа **AutoCAD** предоставляет в распоряжение пользователя разнообразные средства, позволяющие получить изображение трёхмерного объекта, близкое к ре-

альному. По степени сложности выполняемого преобразования и соответственно по качеству результата получаемые с помощью этих средств представления объекта на экране можно разделить на три группы:

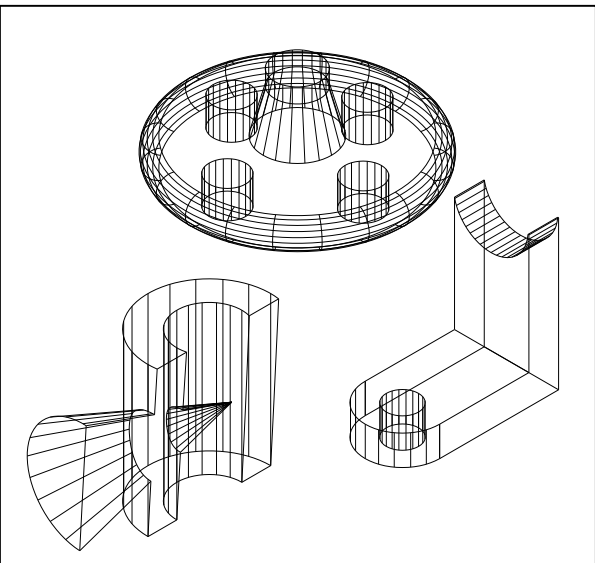
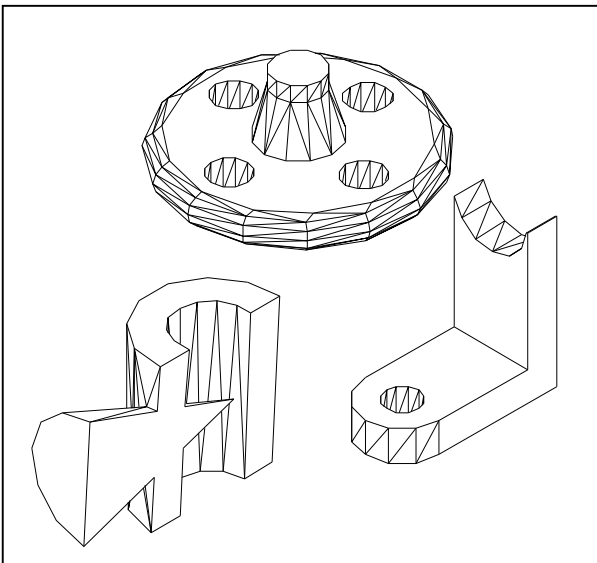
- изображения со *скрытием невидимых линий и поверхностей (HIDE)*;
- раскрашенные изображения с *нанесением теней (SHADE)*;
- тонированные изображения с учетом характеристик материала, из которого «создан» объект, характеристик источников освещения и их расположения (*RENDER*).

16.1. УДАЛЕНИЕ НЕВИДИМЫХ ЛИНИЙ



Сложные трёхмерные объекты часто оказываются перегруженными множеством линий, что затрудняет чтение и просмотр результатов выполнения какой-либо команды. Команда **HIDE** (СКРЫТЬ) позволяет подавить скрытые (невидимые с данной точки зрения) линии. Команда **HIDE** (СКРЫТЬ) вызывается из падающего меню **View** (Вид) ⇒ **Hide** (Скрыть) или щелчком мыши по пиктограмме **Hide** (Скрыть) плавающей панели инструментов **RENDER** (ТОНИРОВАТЬ).

Выполнить упражнение № 134.

<i>Удалить невидимые линии</i>		<i>№ 134</i>
	HIDE Падающее меню VIEW → HIDE	 

16.2. РАСКРАШИВАНИЕ ТРЁХМЕРНОЙ МОДЕЛИ

Раскрашивание – это упрощённая версия тонирования в **AutoCAD**. Раскрашивание используется, когда необходимо быстро получить наглядное представление модели, особенно включающей пространственные объекты с поверхностями. При этом предусматривается наличие одного источника света, который автоматически размещается позади камеры. Для выполнения раскрашивания выберите в меню **View** (Вид) ⇒ **Shade** (Раскрашивание) или введите в командную строку команду **SHADEMODE**. Ниже перечислены опции этой команды.

- **2D wireframe** (2М каркас). Отображение объектов в привычной каркасной модели без всякого раскрашивания;
- **3D wireframe** (3М каркас). Отображение объектов в виде каркасной модели, но вместе с трёхмерной пиктограммой ПСК;
- **Hidden** (Скрыть). Эквивалентна выполнению команды **HIDE**;
- **Flat Shaded** (Без тени). Формирование «плоской» без полутонов заливки областей, ограниченных контурами граней. При этом не учитывается ориентация граней, а соответственно и изменение вследствие этого их освещённости;
- **Gouraud shaded** (Гуро). Формирование сглаженного полутонового перехода между поразному ориентированными гранями. В результате создаётся реалистичное представление объекта, подчёркивающее его криволинейную пространственную форму;
- **Flat Shaded, Edges On** (Без тени с кромками). Комбинация плоской заливки с каркасным представлением рёбер. Именно этот вариант рекомендуется устанавливать при выполнении редактирования раскрашенных объектов;
- **Gouraud shaded, Edges On** (Гуро с кромками). Комбинация раскрашивания по методу Гуро с выводом каркасного представления рёбер. Этот вариант также рекомендуется устанавливать при выполнении редактирования раскрашенных объектов.

16.3. ТОНИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТРЁХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Панель инструментов RENDER (Тонировать) (рис.171).



Рис. 171.

Плавность тонированных тел с криволинейными поверхностями регулирует системная переменная **FACETRES**. Она связана с точностью аппроксимации, заданной в команде **VIEWRES** (НАСТРВИД). Если значение системной переменной **FACETRES** равно 1, степень аппроксимации криволинейных поверхностей тел равна степени аппроксимации окружностей, дуг и эллипсов. Если этой переменной присвоить значение 2, точность аппроксимации для тел будет вдвое выше, чем для окружностей, дуг и эллипсов и т. д. Значение **FACETRES** по умолчанию равно 0.5. Диапазон допустимых значений – от 0.01 до 10. Для изменения значения **FACETRES** в командной строке прописывается слово **FACETRES** / прописывается числовое значение от 0.01 до 10.



Диалоговое окно **RENDER** (Тонировать) загружается командой **RENDER** (Тонировать), которая вызывается из падающего меню Падающее меню **View** (Вид) ⇒ **Render...** (Тонировать...) ⇒ **Render** (Тонировать) или щелчком мыши по пиктограмме **Render** (Тонировать) одноимённой панели инструментов.

Вывод тонированного изображения определяется в области **Destination** (Место назначения), для чего нужно выбрать одно из трёх значений раскрывающегося списка:

- **Viewport** (Видовой экран) – вывод изображения в видовой экран;
- **Render Window** (Окно) – отдельное окно **Render**;
- **File** (Файл) – в файл.

Программа **AutoCAD** предоставляет в распоряжение пользователя три вида тонирования:

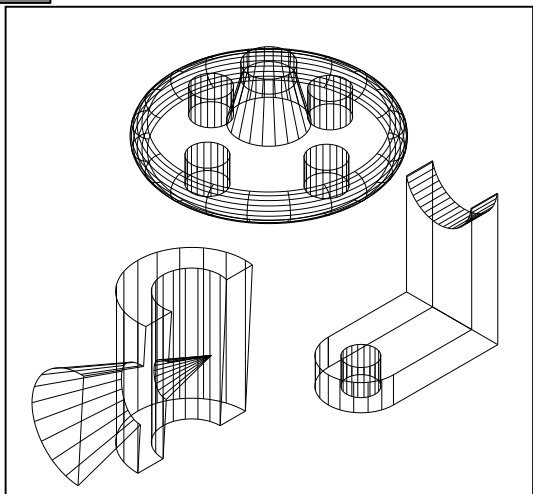
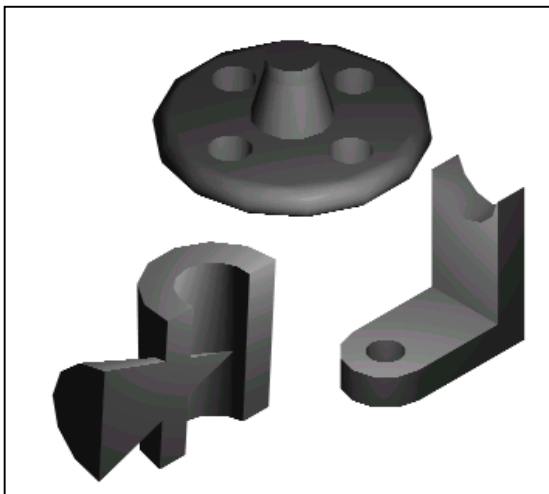
- **Render** (Упрощенное) - тонирование без добавления источников света, присвоения материалов и определения сцен. Данный режим предоставляет наименьшие возможности на-

стройки и моделирования различных эффектов визуализации, но позволяет быстрее всего получить результаты;

- **Photo Real** (Фотореалистичное) – более реалистичное тонирование с возможностью отображения растровых и прозрачных материалов, а также моделировать различные эффекты при отображении теней;
- **Photo Raytrace** (Трассировка луча) – ещё более реалистичное тонирование, основанное на алгоритме обратной трассировки световых лучей для регенерации отражения, преломления и точного определения освещённости.

Загрузка системы тонирования происходит автоматически при первом запуске команды тонирования: **RENDER** (Тонировать), **SCENE** (СЦЕНА), **LIGHT** (СВЕТ), **RMAT** (МАТЕРИАЛ), **MATLIB** (Библиотека Материалов), **BACKGROUND** (ФОН) и др.

Выполнить упражнение № 135.

<i>Тонировать объекты</i>		<i>№ 135</i>
	RENDER Падающее меню VIEW → RENDER → RENDER В диалоговом окне Render нажать кнопку Render	 

16.4. ВКЛЮЧЕНИЕ ФОНА В ИЗОБРАЖЕНИЕ СЦЕНЫ

В **AutoCAD** имеется несколько функций для добавления фона в создаваемую сцену. В качестве фона можно выбрать изображение неба, добавить элементы ландшафта и др., вызываемой командой **BACKGROUND** (ФОН).

Команда **BACKGROUND** (ФОН) загружается из падающего меню **View** (Вид) ⇒ **Render...** (Тонировать...) ⇒ **Background** (Фон) или щелчком мыши по пиктограмме **Render** (Тонировать) одноимённой панели инструментов. Существуют четыре типа фона, которые выбираются соответствующими переключениями:

- **Solid** (Сплошной) – сплошной одноцветный фон, выбранный из палитры цветов;
- **Gradient** (Переход). Фон содержит до трёх цветов, плавно переходящих друг в друга;
- **Image** (Изображение) – фон в виде растровой картинке. Эту картинку можно изменять по размеру и положению, а также можно размножить по прямоугольной сетке, заполняя весь фон;
- **Merge** (Слияние). Позволяет использовать в качестве фона текущее изображение на экране **AutoCAD**. Это имеет смысл в том случае, когда тонирование выполняется только по отношению к части экрана. В результате формируется совмещённое изображение тонированного объекта и нетонированного фона.

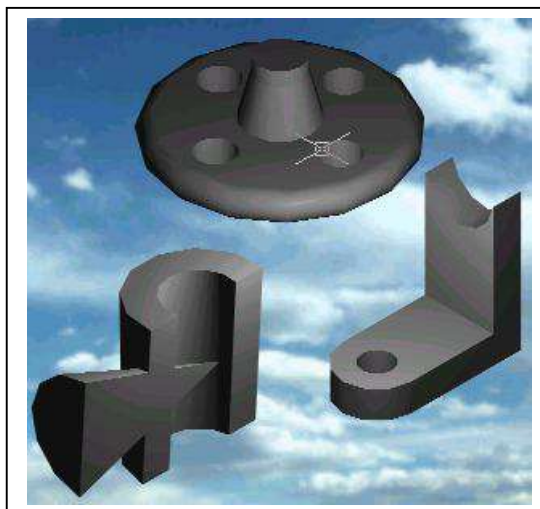
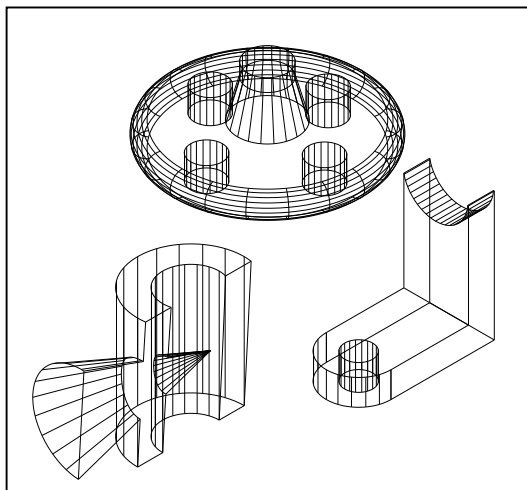
**BACKGROUND**

Падающее меню **VIEW** → **RENDER** → **BACKGROUND**

В диалоговом окне BACKGROUND установить режим Image.

В области Image в поле Name ввести имя файла sky.tga или найти другой файл, нажав кнопку Find File (Найти файл)

В диалоговом окне Render нажать кнопку Render

**16.5. НАСТРОЙКА ОСВЕЩЕНИЯ**

При настройке процесса тонирования по умолчанию **AutoCAD** использует один источник света позади камеры. Однако это редко бывает достаточно. В **AutoCAD** имеется четыре вида источника света: рассеянный свет (**Ambient light**) и направленные источники света трёх типов:

- **Point light** (Точечный источник) – это аналог обычной электрической лампочки. Свет проходит из определённой точки в пространстве модели и распространяется по всем направлениям. Точечный свет рассеивается, то есть его интенсивность уменьшается по мере удаления от источника;
- **Distance light** (Удалённый источник) – соответствует солнечному освещению. Источник расположен очень далеко, поэтому световой поток предполагается параллельным, и не учитывается спад интенсивности;
- **Spotlight** (Прожектор) – отличается от точечного источника света тем, что создаёт направленный световой поток. Поэтому для прожектора указывается не только его расположение, но и положение целевой точки – два набора координат вместо одного. Кроме того, прожектор имеет более яркий центр вместо одного.



Формирование новых и модификация уже созданных источников света осуществляются командой **LIGHT** (СВЕТ), вызываемой из падающего меню **View** (Вид)⇒**Render** (Тонировать)⇒**Light** (Свет) или щелчком мыши по пиктограмме **Render** (Тонировать) одноимённой панели инструментов. При этом загружается диалоговое окно **Lights** (Источники света) (рис. 172).

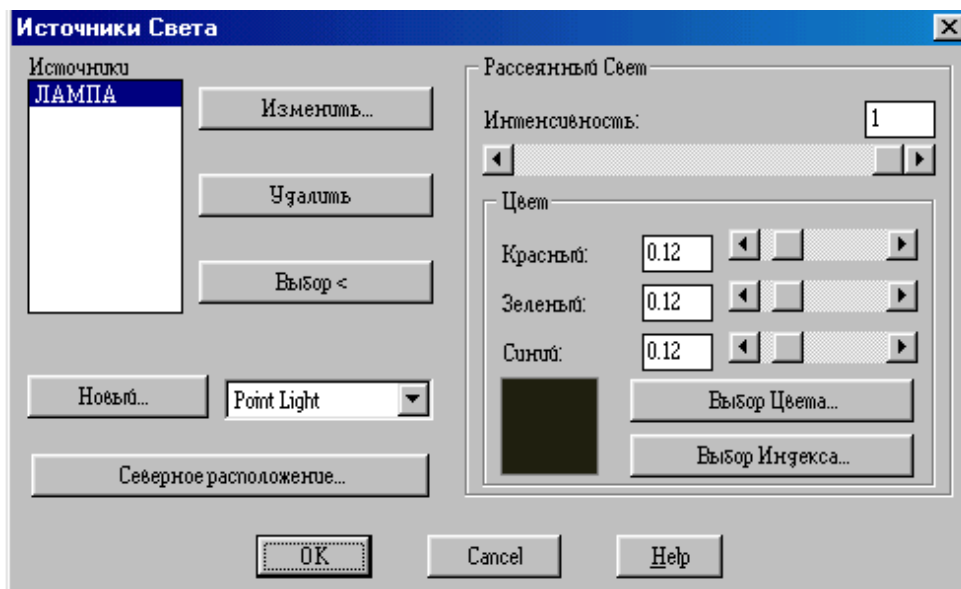


Рис. 172.

Выполнить упражнение № 137.

Создание точечного источника света

№ 137



LIGHT

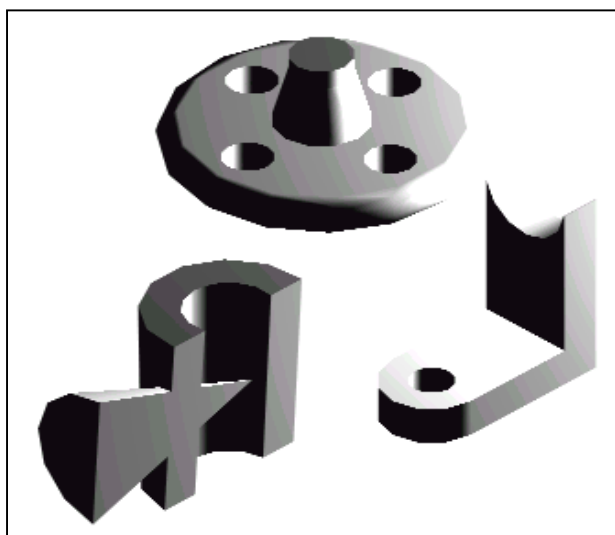
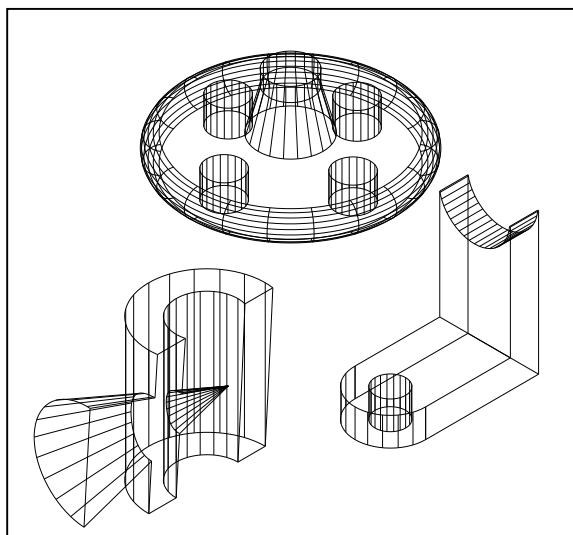
Падающее меню **VIEW → RENDER → LIGHT**

В диалоговом окне Lights (Источники света) выбрать Point Light и нажать кнопку New (Новый).

В поле Name диалогового окна New Point Light ввести имя источника света (можно создать несколько источников) и нажать кнопку Показать/Изменить, OK (на экране появятся точечные объекты, показывающие нахождение созданных источников света).

Курсором мыши можно изменить местонахождение источников света, OK

В диалоговом окне Render нажать кнопку Render



16.6. ТЕНИ

Свет от источников позволяет создавать тень только в режимах визуализации **Photo Real** (Фотореалистичное) и **Photo Raytrace** (Трассировка луча) и отключается при тонировании флажком-выключателем **Shadows** (С тенями). В режиме **Render** (Упрощенное) свет проходит сквозь поверхности, не создавая теней.

Тени бывают трёх типов: объёмные, карты теней и тени трассировки луча. Настройка типа тени осуществляется в диалоговом окне источника света любого типа, например, в диалоговом окне **New Point Light** (Новый точечный источник света). Для этого необходимо в области **Shadows:** (Тени:) установить флажок **Shadows On** (Включить) и щелкнуть по кнопке **Shadows Options...** (Параметры теней...). В раскрывшемся окне **Shadows Options...** (Параметры теней...) включенный флажок **Shadows Volumes/Raytrace** (Объёмные тени/Тени трассировки луча) устанавливает тени для режима **Photo Real** (Фотореалистичное) и режима **Photo Raytrace** (Трассировка луча).

16.7. РАБОТА С МАТЕРИАЛАМИ

В **AutoCAD** под материалами понимаются оптические свойства отдельного объекта модели – цвет, шероховатость, текстура поверхности, способность к поглощению и отражению света.



Команда **RMAT** (Материал) вызывается из падающего меню **View** (Вид)⇒**Render** (Тонировать)⇒**Materials...** (Материал...) или щелчком мыши по пиктограмме **Render** (Тонировать) одноимённой панели инструментов. При этом загружается диалоговое окно **Materials** (Материалы) (рис. 173).

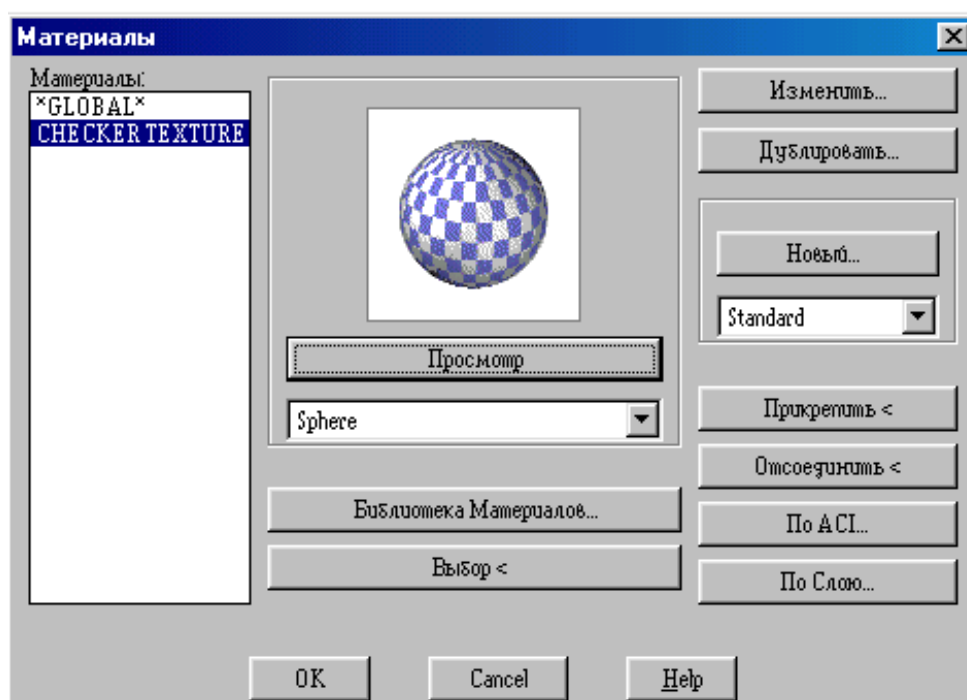


Рис. 173.



RMAT Падающее меню **VIEW → RENDER → MATERIALS**

В диалоговом окне MATERIALS (Материалы) выбрать кнопку Materials Library (Библиотека материалов).

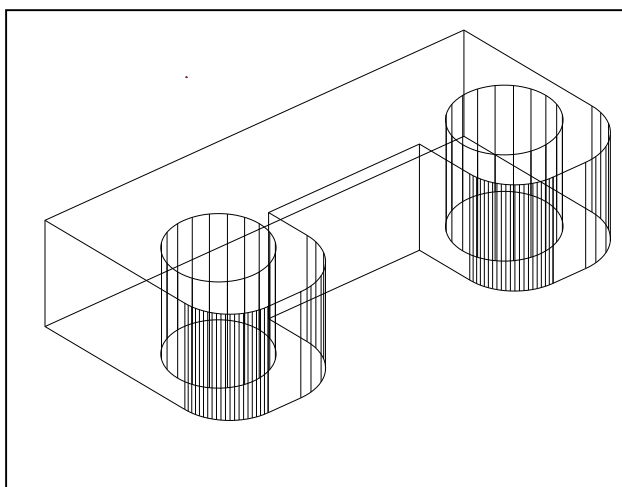
В диалоговом окне Materials Library (Библиотека материалов) в области Current Library (Текущая библиотека) подобрать материал: CHECER TEXTURE, просматривая его в окне Preview.

Импортировать материал в область Current Drawing (Текущий рисунок), нажав кнопку <-Import.

В диалоговом окне MATERIALS выбрать кнопку Attach< (Присвоить).

Выбрать объект.

В диалоговом окне Render нажать кнопку Render



ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Построить твердотельную модель заданной детали (прил. 5).
2. Построить твердотельную модель заданной детали, согласно своему варианту (прил. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компьютерная графика – дисциплина, обучающая методам изображения предметов и общим правилам черчения с применением компьютерных технологий.

Скорость, точность и легкость, с которыми создаются модели проектируемых изделий, широкие возможности их преобразования и редактирования, различные способы получения плоских изображений этих изделий (видов, разрезов, сечений), ассоциативно связанных с моделями, - все это обеспечивает огромную экономию времени по сравнению с «ручным» черчением. Но при этом не следует забывать о законах формирования геометрических моделей, теория которых излагается в начертательной геометрии.

Многообразие систем информационных технологий требует от специалиста умения применять свои знания при решении конкретной задачи, компонентами которых являются: умение осознать, формулировать и творчески решать задачи; умение ориентироваться в многообразии программных продуктов, существующих на сегодняшний день; чётко представлять возможности и характеристики того или иного пакета прикладных программ; умение выбрать наиболее оптимальный путь из предложенных для решения конкретной задачи; умение быстро перестраиваться при смене программного обеспечения.

Как показывает анализ действий специалистов на предприятиях различного профиля, можно быть прекрасным программистом, владеющим средствами вычислительной техники и совершенно не представляющим, как формируется модель изделия. И наоборот, можно быть специалистом в своей предметной области и не учитывать специфических особенностей использования вычислительной техники и программных средств.

Однако геометрическая теория моделирования позволяет объединить знания для раскрытия возможностей применения определённых алгоритмов и взаимодействия их с различными пакетами прикладных программ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ЕСКД. ГОСТ 2.305-68. Изображения – виды, разрезы сечения. М.: Гос. ком. стандартов СССР, 1984.

ЕСКД. ГОСТ 2.305-68. Нанесение размеров и предельных отклонений на чертежах. М.: Гос. ком. стандартов СССР, 1984.

Романычева Э. Т., Соколова Т. Ю. Компьютерная технология инженерной графики в среде AutoCAD 2000: Учебное пособие. М.: ДМК Пресс, 2001. 656 с.

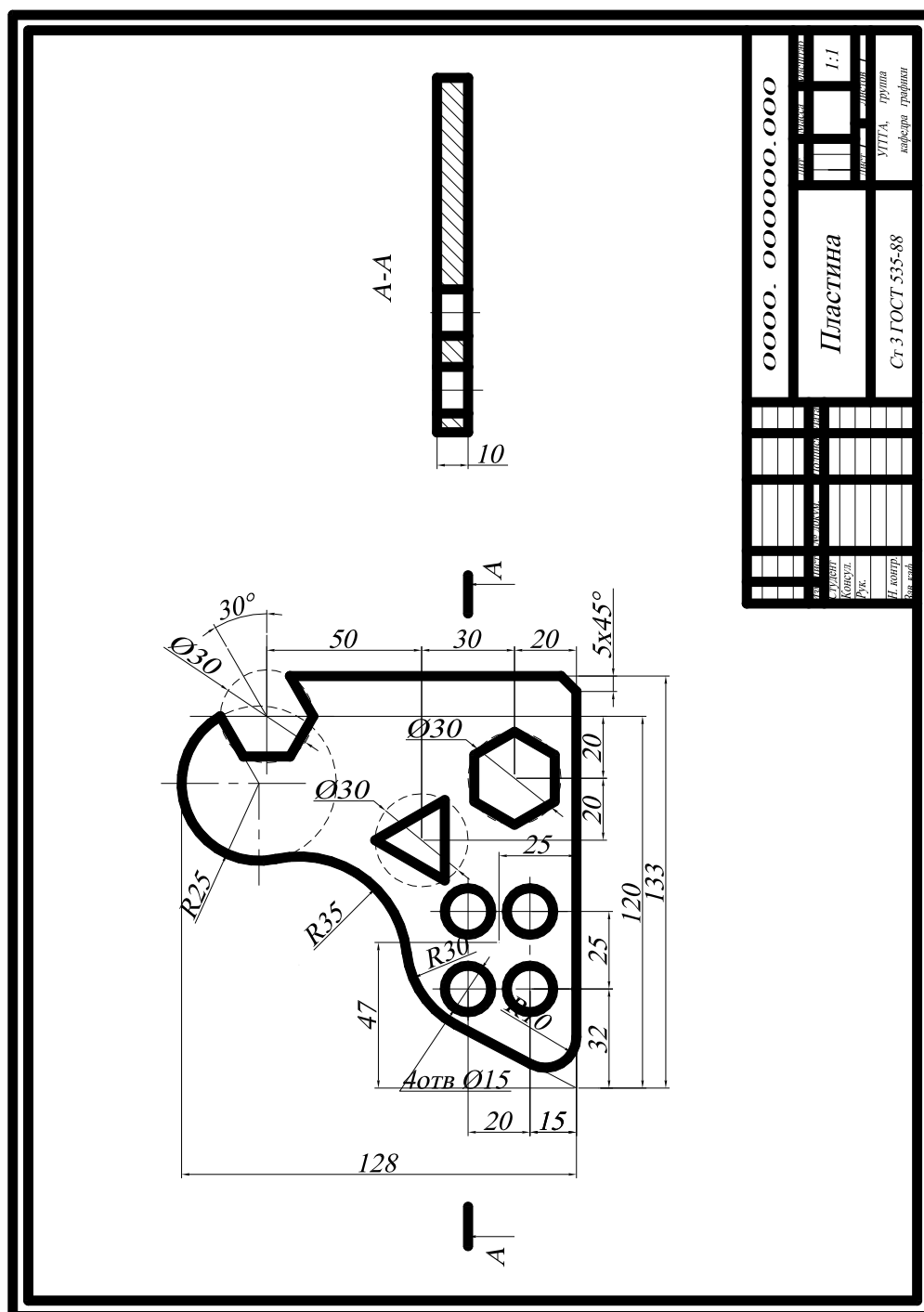
Шангина Е.И. Инженерная графика. Теория и приложения: Учебно-методическое пособие (допущено УМО РФ в области горного дела). – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. – 256 с., ил.

Федоренков А. П., Басов К. А., Кимаев А. М. AutoCAD 2000: Практический курс. М.: Издательство «ДЕСС», 2000. 528 с., ил.

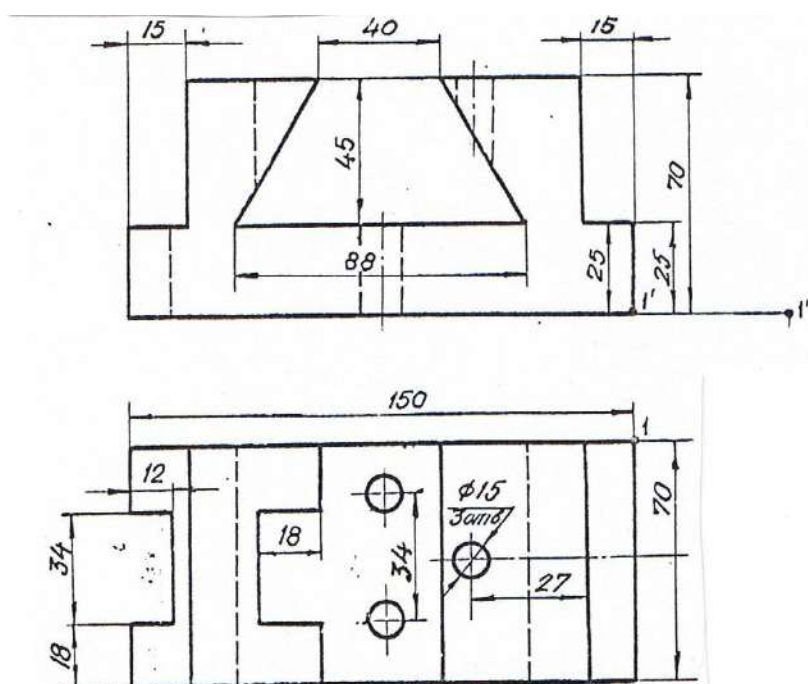
ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

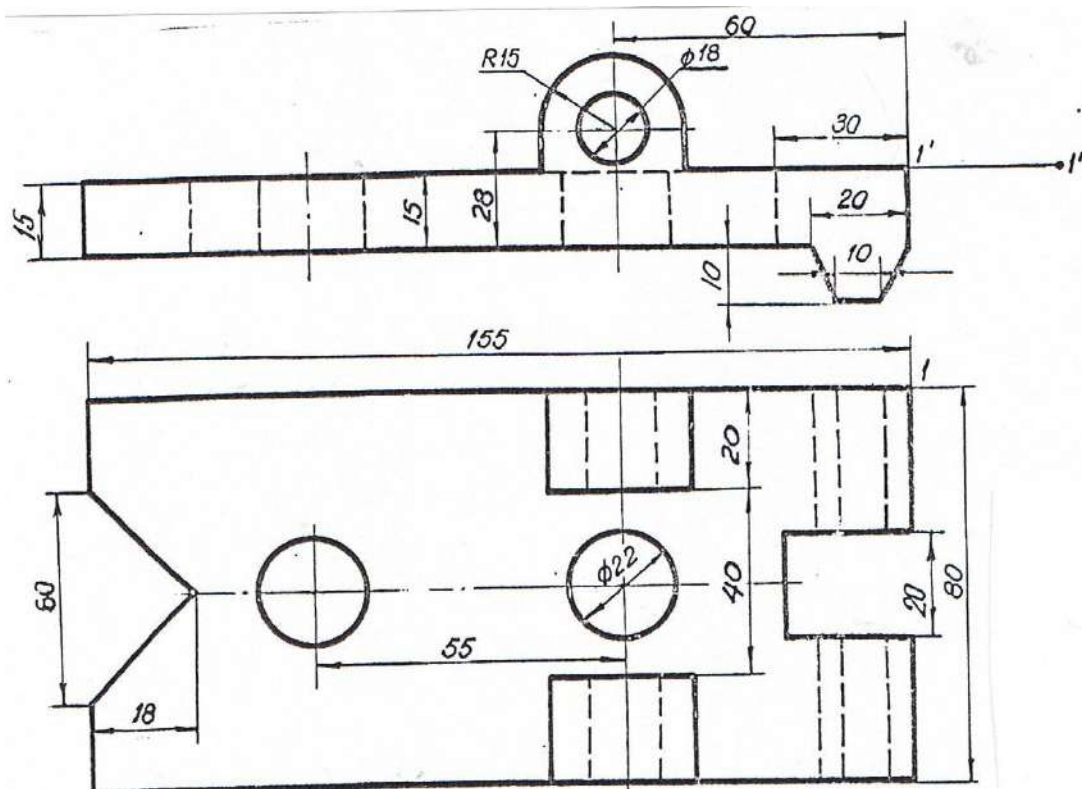
ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ



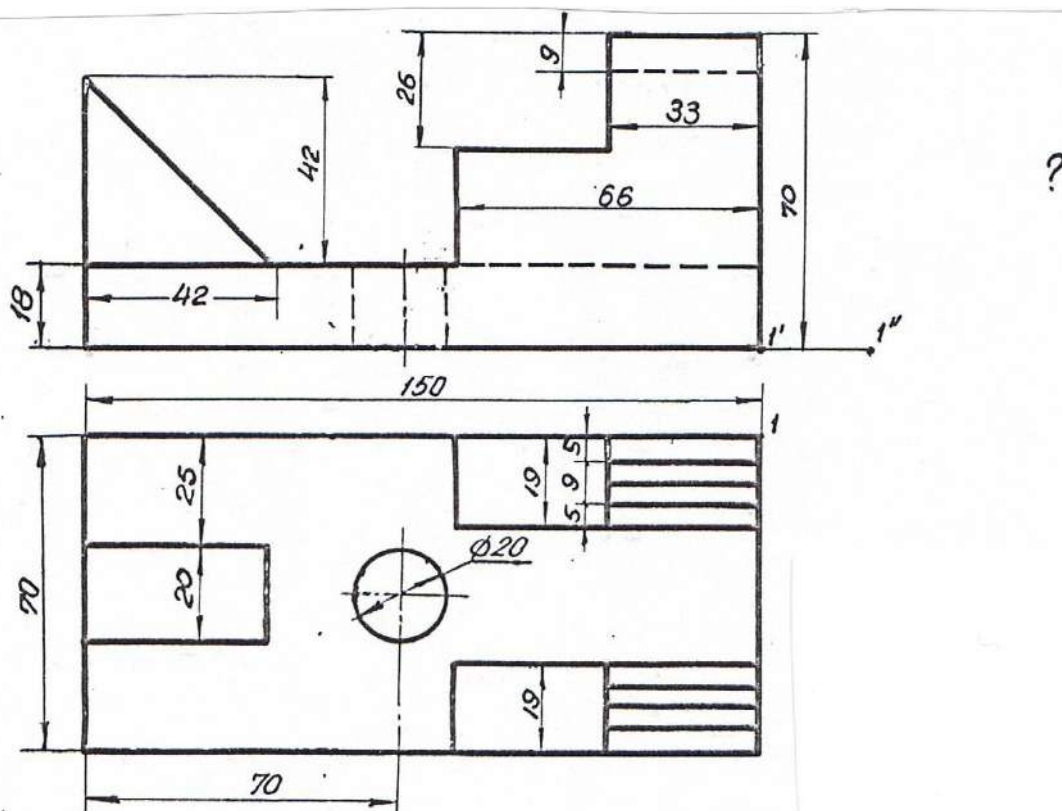
ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ № 1



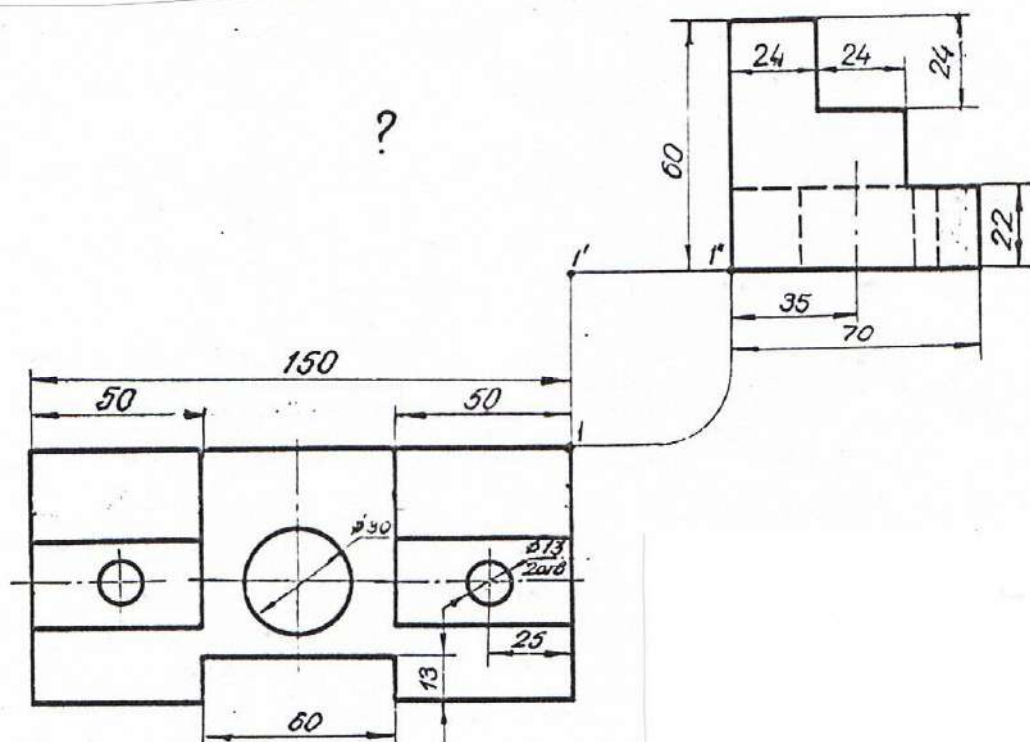
Вариант 1. Вычертить призму в масштабе 1:1 и достроить вид слева.
Сделать фронтальный разрез и половину профильного разреза.



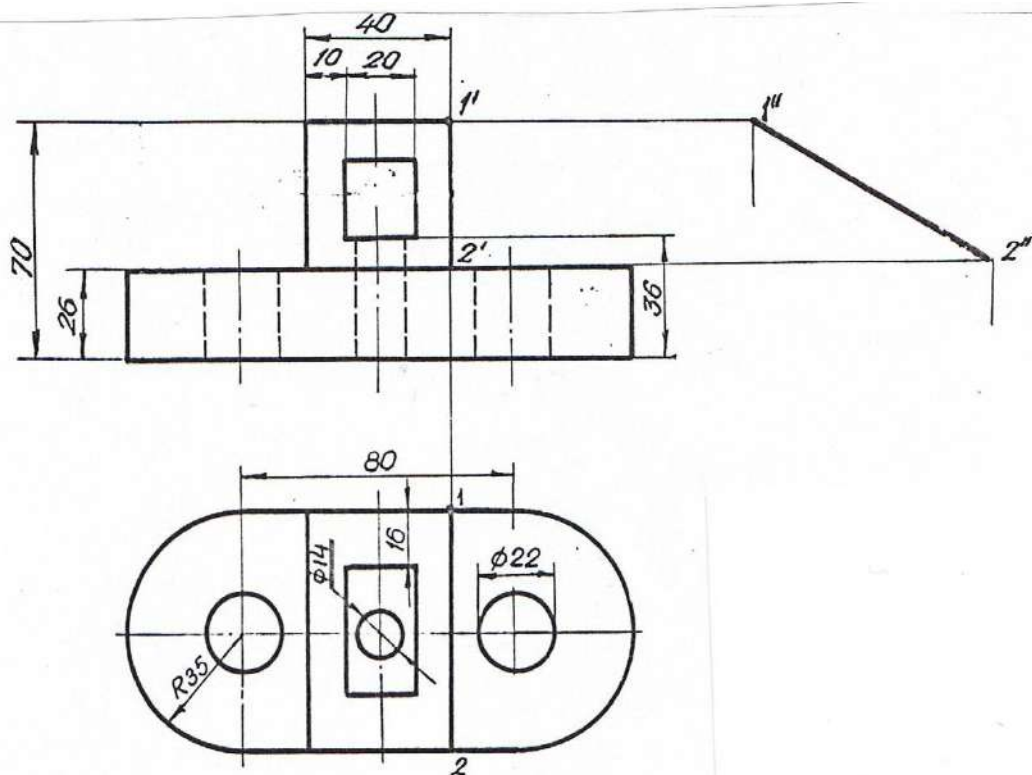
Вариант 2. Вычертить накладку в масштабе 1:1 и достроить вид слева.
Выполнить фронтальный и профильный разрезы.



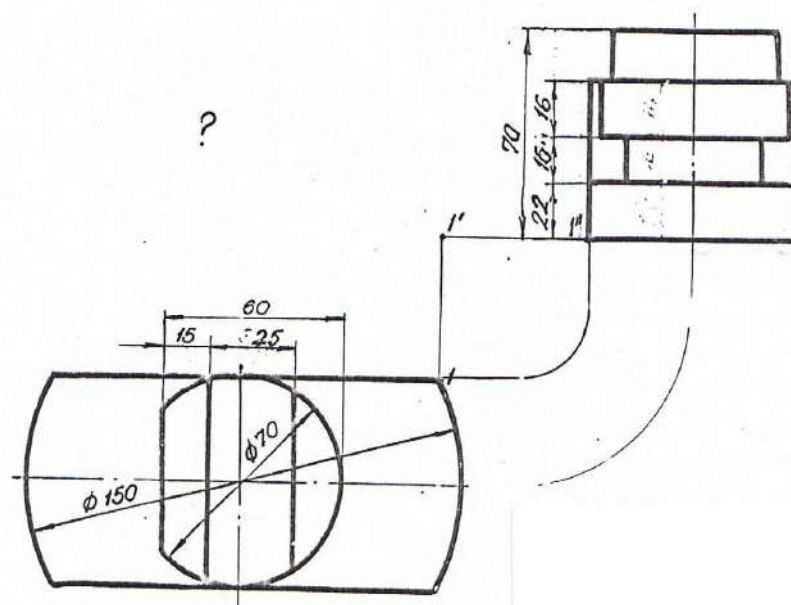
Вариант 3. Вычертить ограничитель в масштабе 1:1 и достроить вид слева.
Выполнить половину профильного разреза



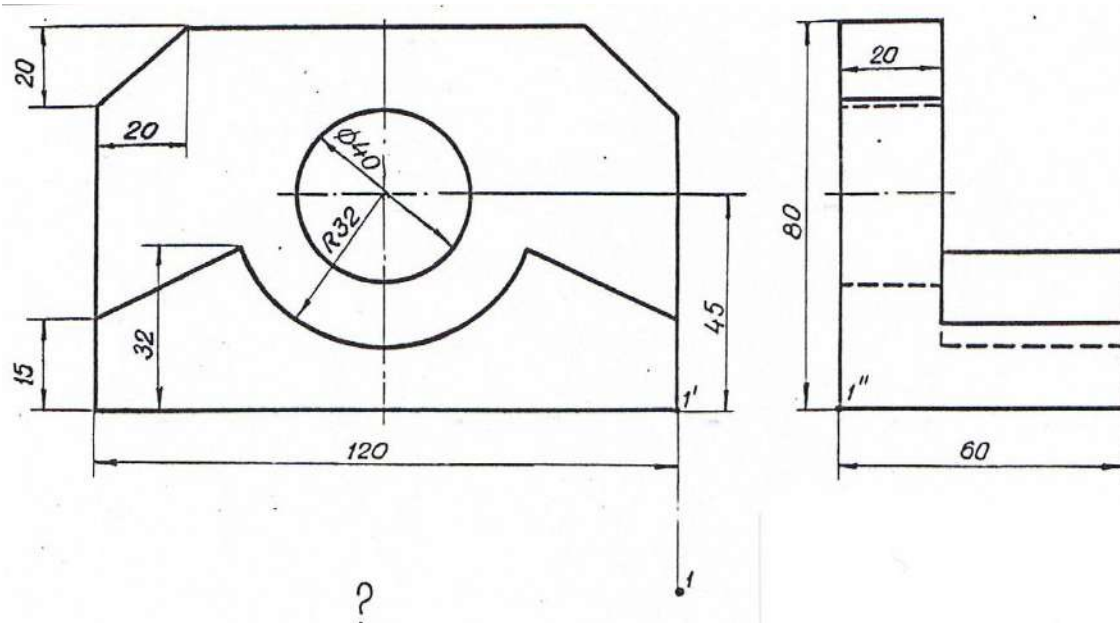
Вариант 4. Вычертить подкладку в масштабе 1:1 и достроить вид спереди.
Сделать фронтальный и профильный разрезы.



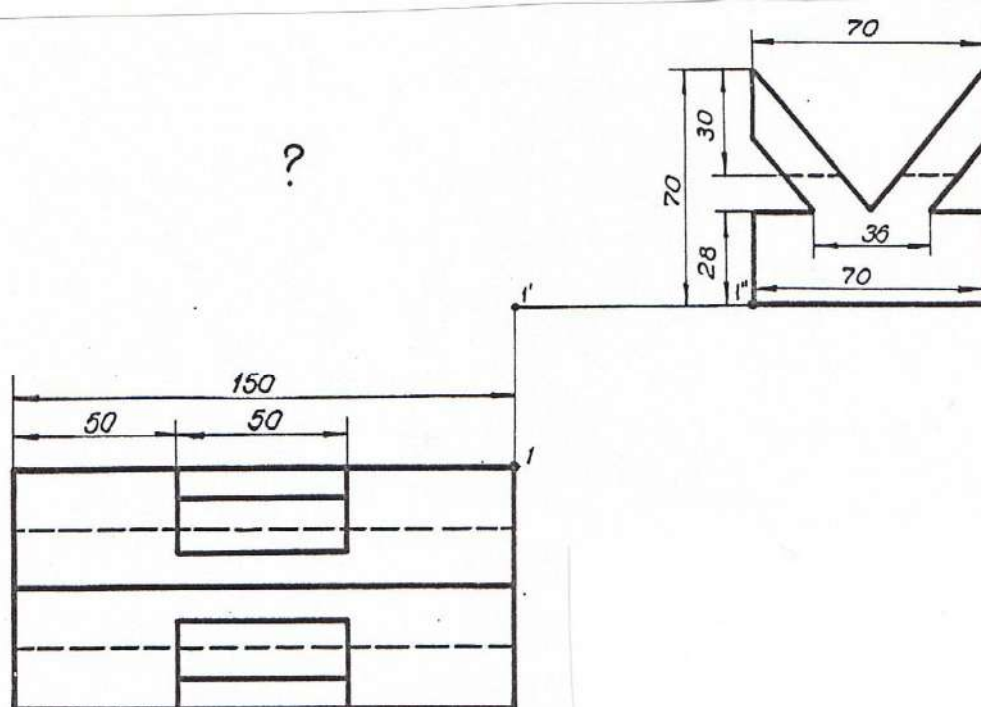
Вариант 5. Вычертить упор в масштабе 1:1 и достроить вид слева.
Выполнить фронтальный и профильный разрезы.



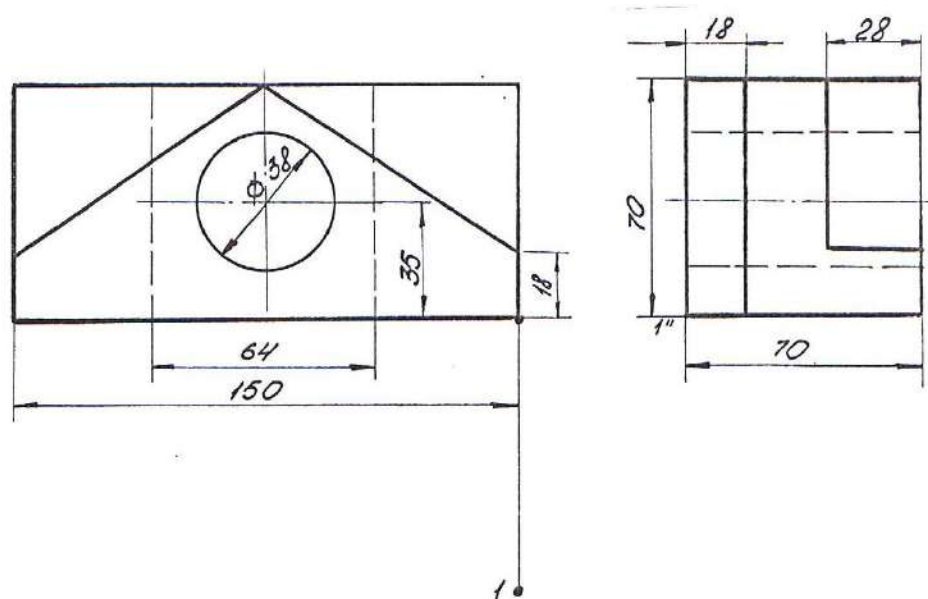
Вариант 6. Вычертить подставку в масштабе 1:1 и достроить вид спереди.



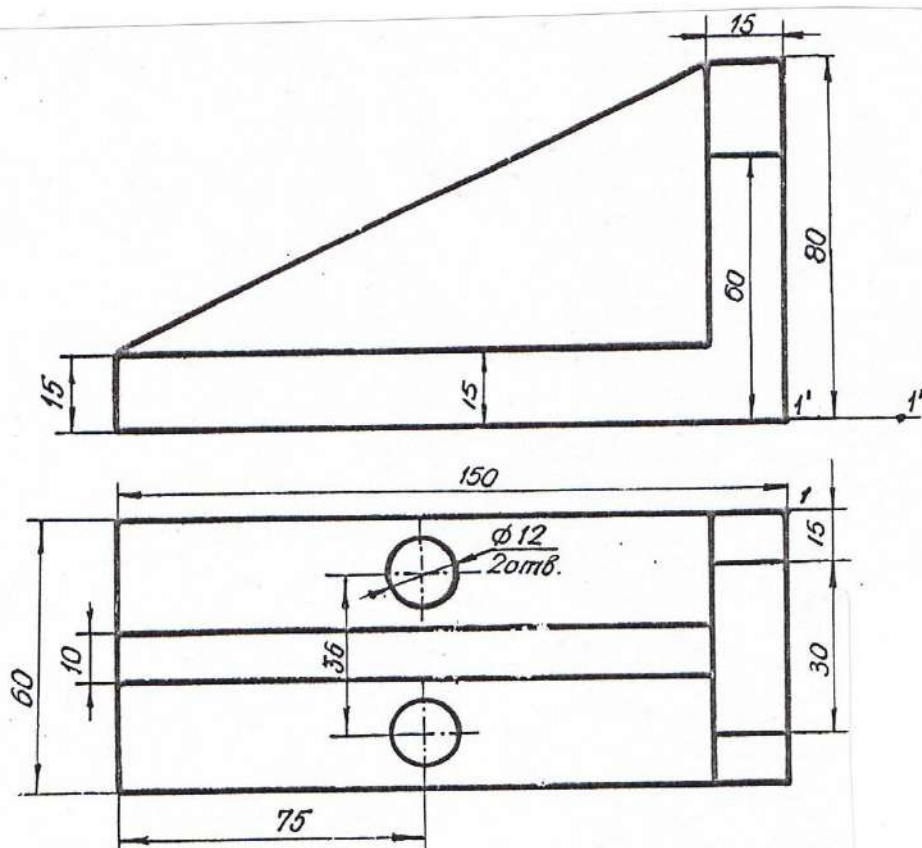
Вариант 7. Вычертить кулачок в масштабе 1:1 и достроить вид сверху.



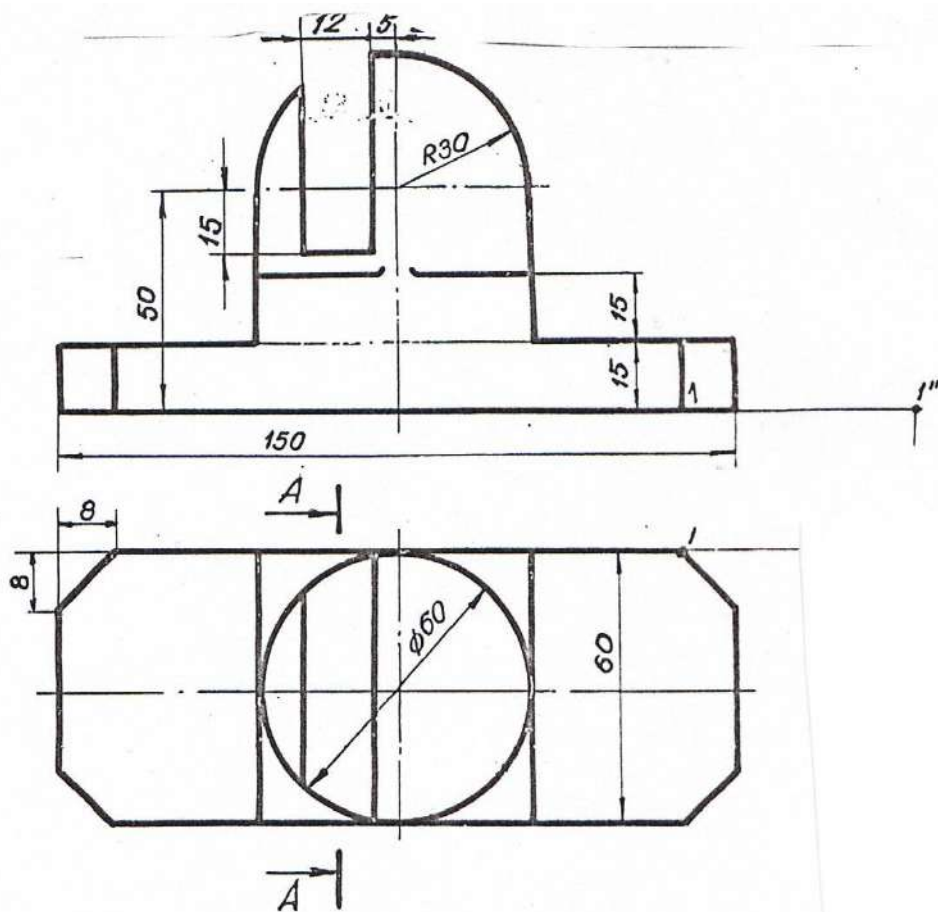
Вариант 8. Вычертить призму в масштабе 1:1 и достроить главный вид.



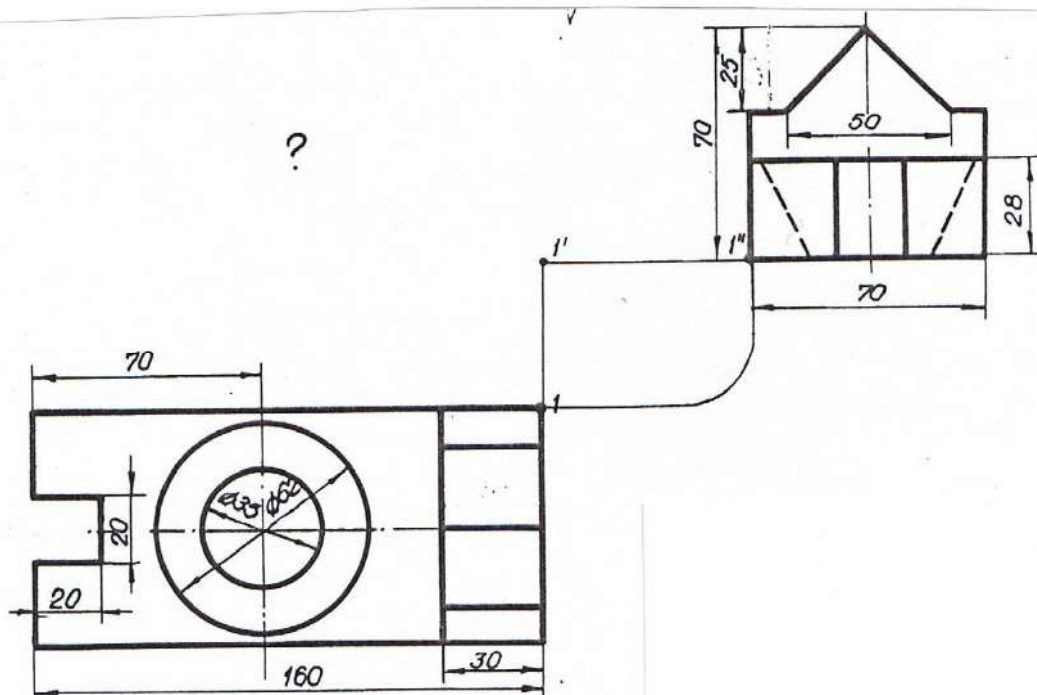
Вариант 9. Вычертить вкладыш в масштабе 1:1 и достроить вид сверху.
Выполнить горизонтальный разрез.



Вариант 10. Вычертить угольник в масштабе 1:1 и достроить вид слева.
Сделать профильный разрез.

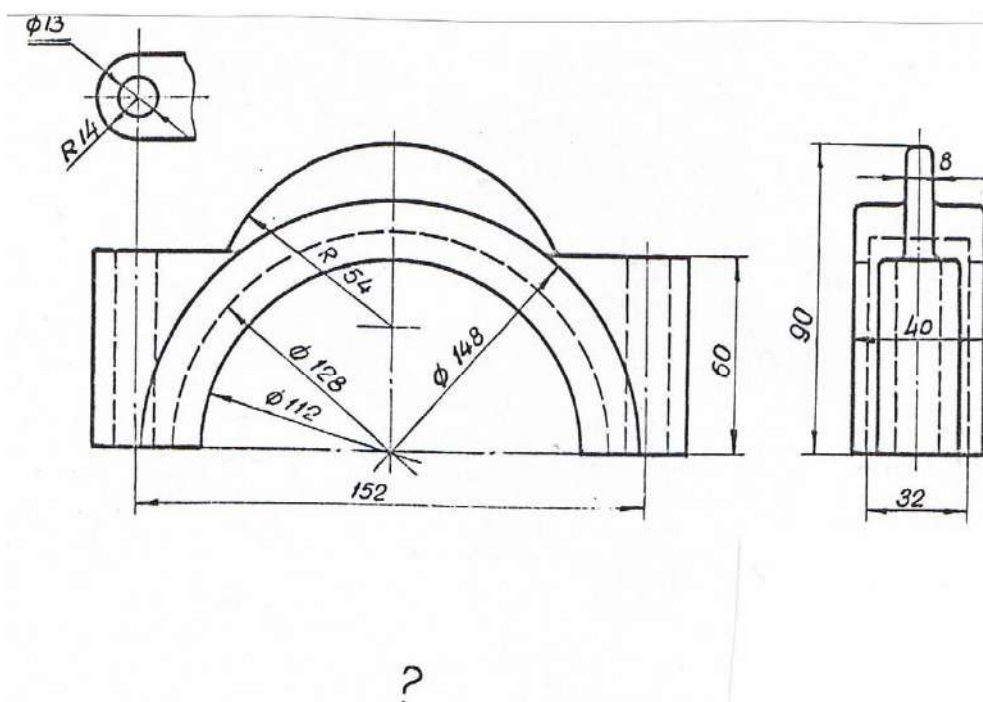


Вариант 11. Вычертить подставку в масштабе 1:1 и достроить вид слева.
Выполнить половину разреза А-А.

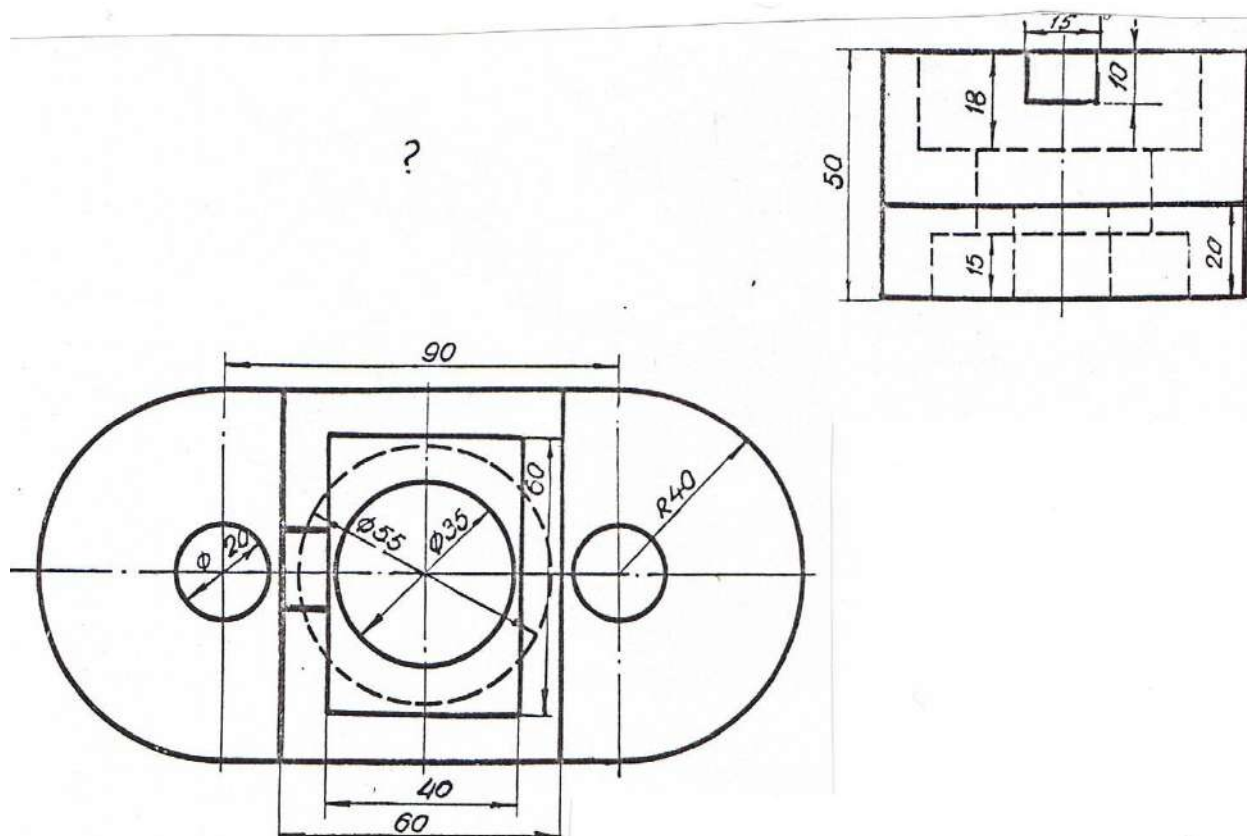


Вариант 12. Вычертить упор в масштабе 1:1 и достроить вид спереди.
Сделать половину профильного разреза.

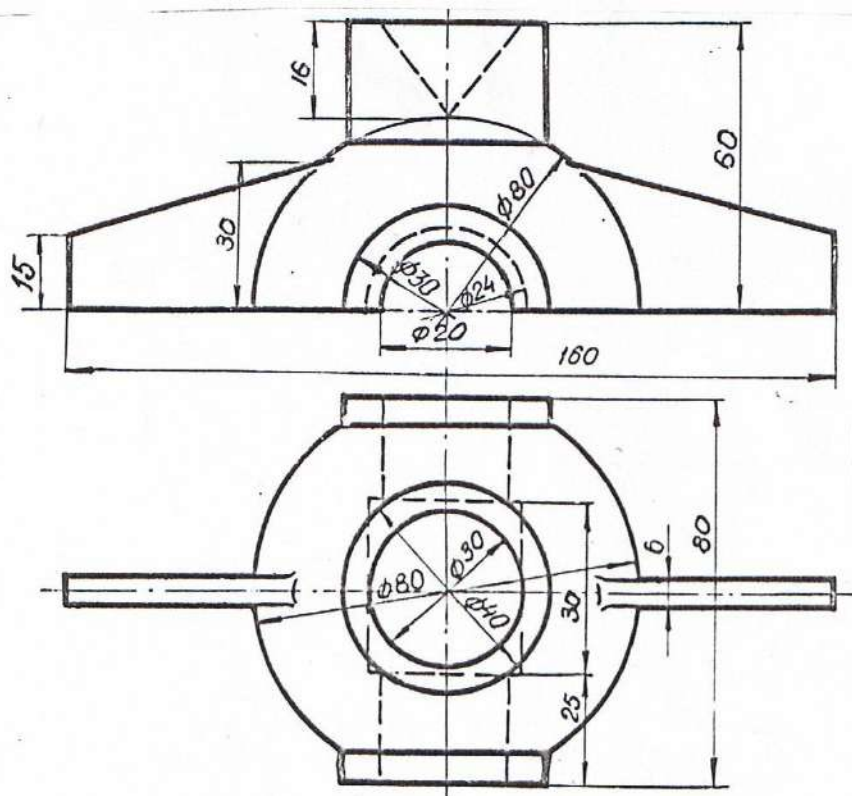
ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ № 2



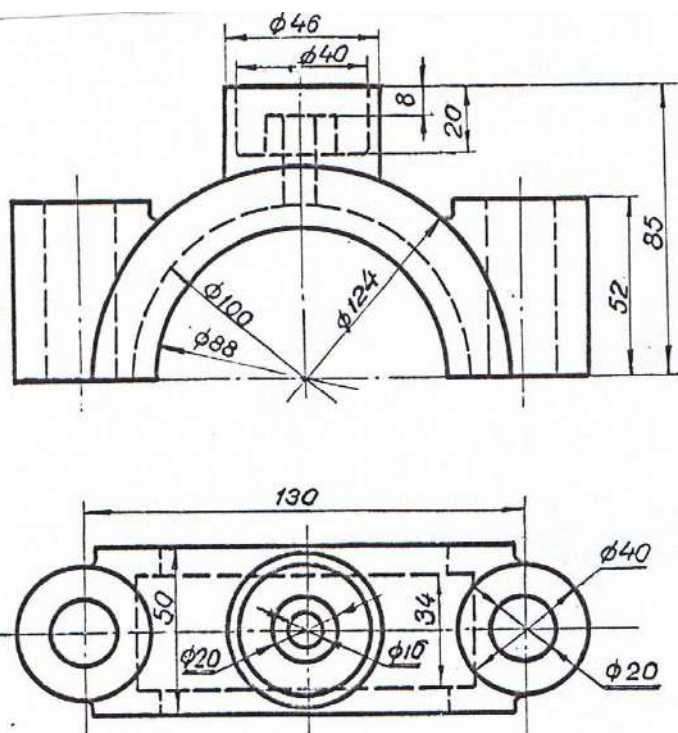
Вариант 1. Вычертить корпус бугеля в масштабе 1:1, достроить вид сверху, сделать половину фронтального и половину профильного разрезов.



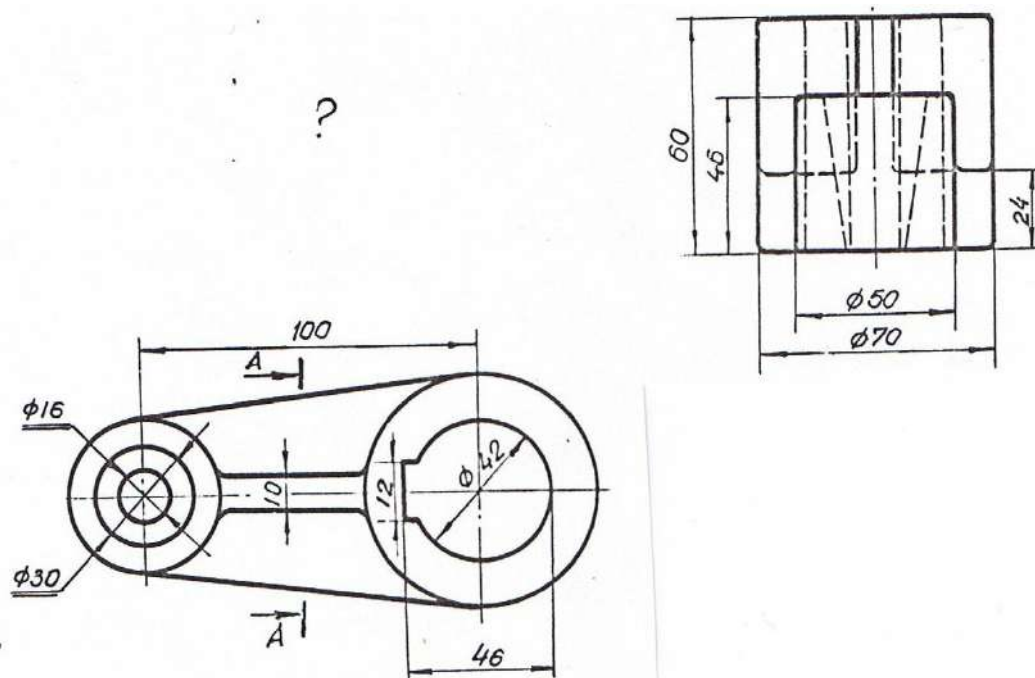
Вариант 2. Вычертить плиту в масштабе 1:1 и достроить вид спереди. Сделать фронтальный и половину профильного разрезов.



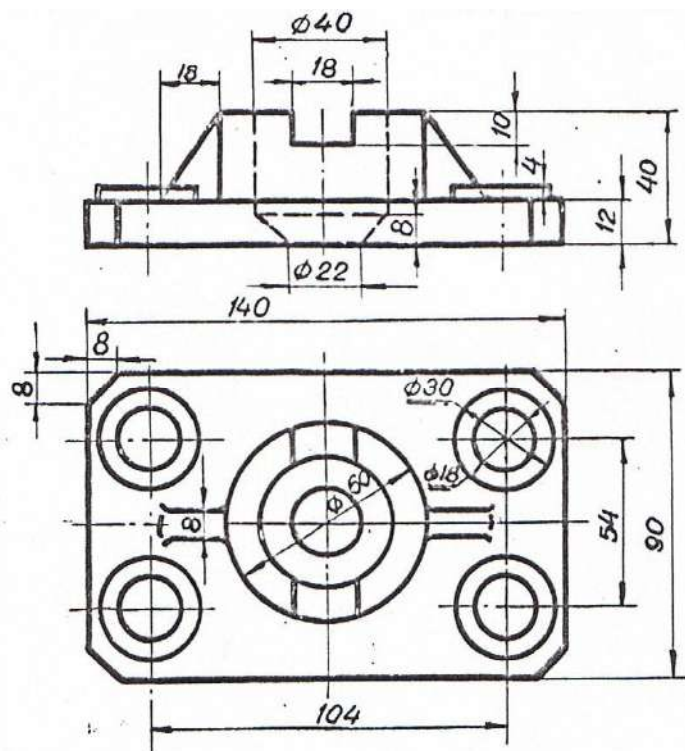
Вариант 3. Вычертить крышку в масштабе 1:1, достроить вид слева.
Сделать половину фронтального и половину профильного разрезов.



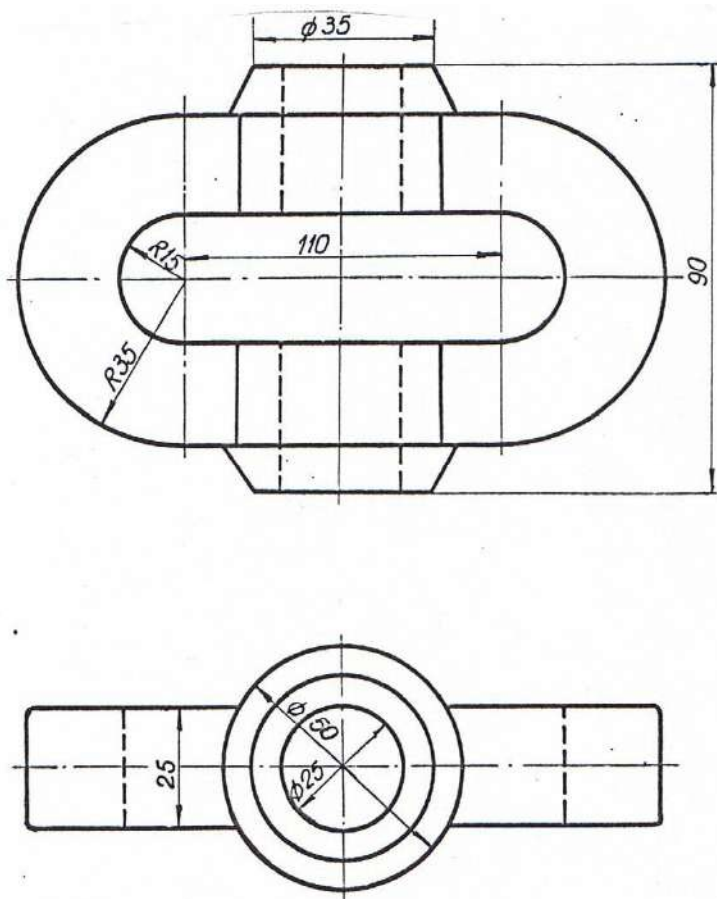
Вариант 4. Вычертить крышку подшипника в масштабе 1:1 и достроить вид слева.
Сделать половину фронтального и половину профильного разрезов.



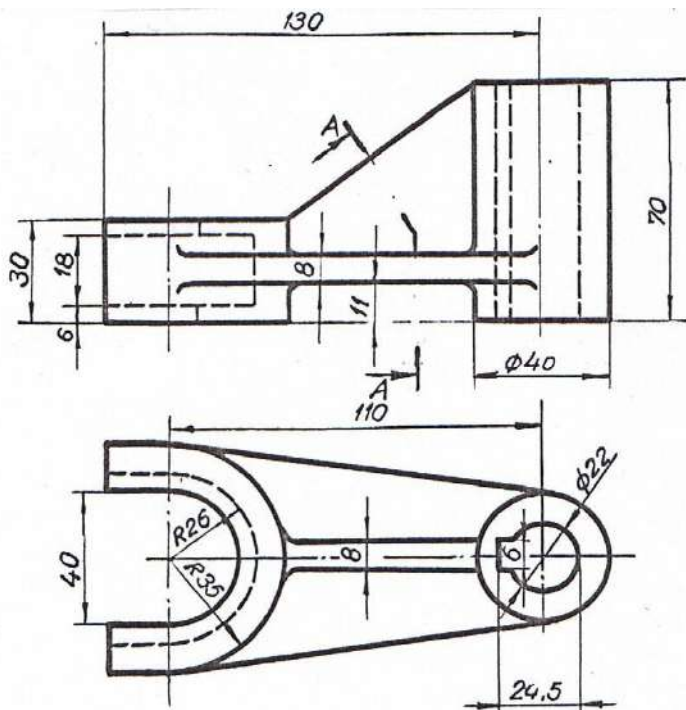
Вариант 5. Вычертить шатун в масштабе 1:1 и достроить вид спереди.
Сделать фронтальный разрез и сечение А-А.



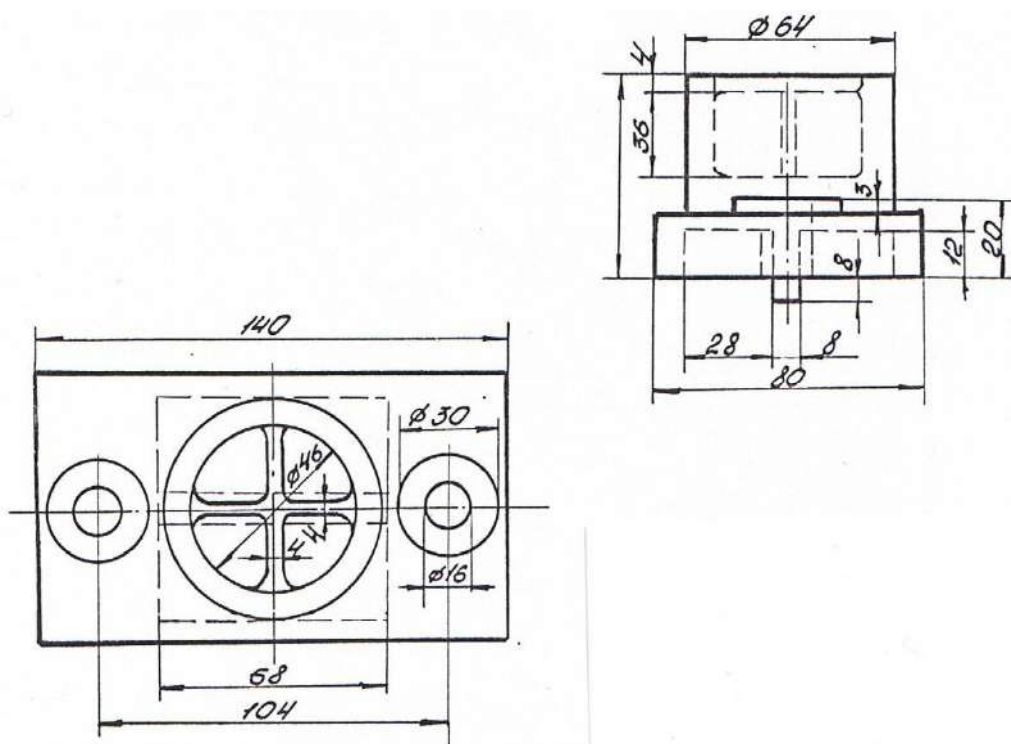
Вариант 6. Вычертить плиту в масштабе 1:1 и достроить вид слева.
Сделать ступенчатый фронтальный разрез и половину профильного разреза.



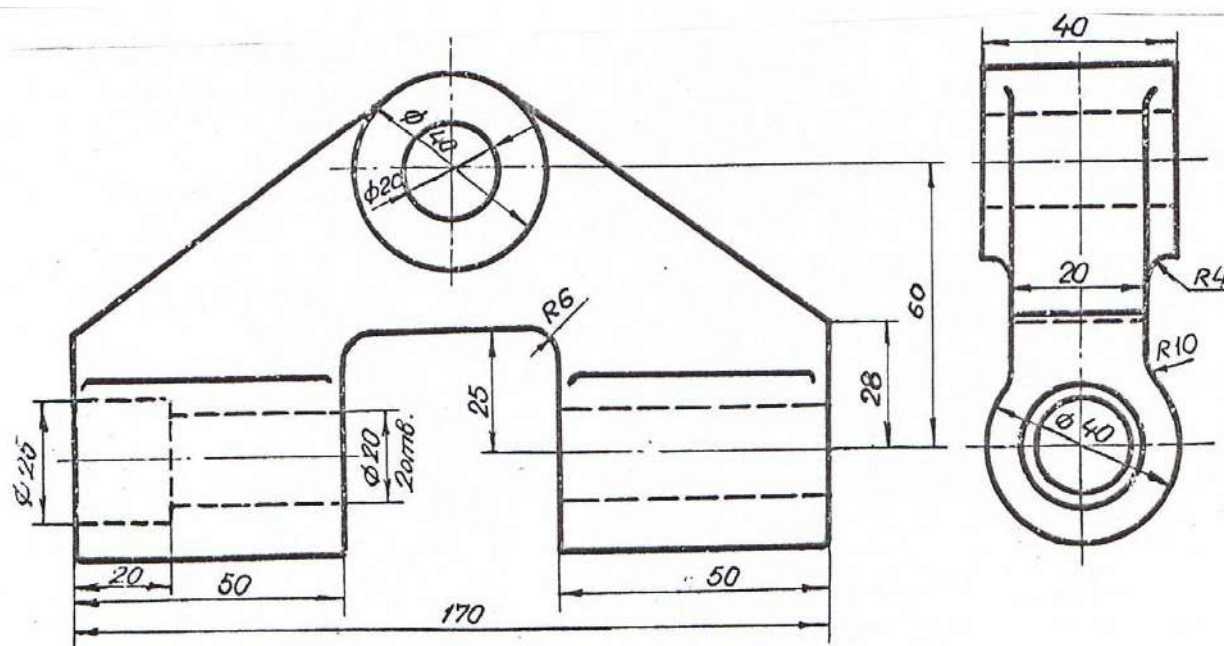
Вариант 7. Вычертить петлю в масштабе 1:1 и достроить вид слева.
Сделать половину профильного и половину горизонтального разрезов.



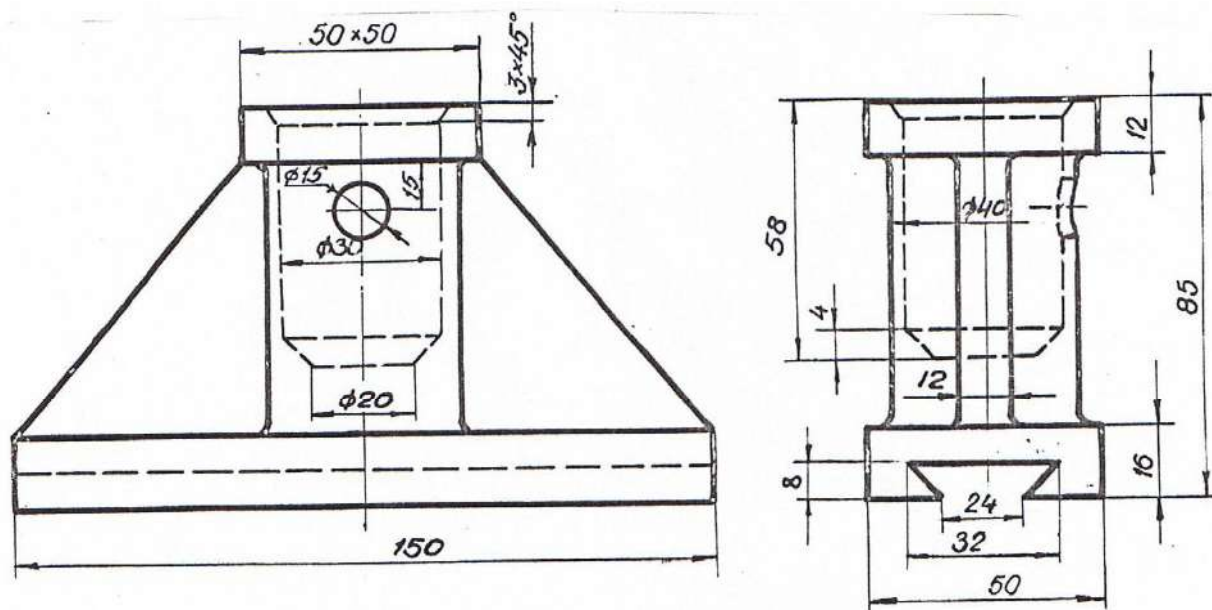
Вариант 8. Вычертить вилку в масштабе 1:1 и достроить вид слева.
Сделать фронтальный разрез и сечение А-А.



Вариант 9. Вычертить подпятник в масштабе 1:1 и достроить вид спереди.
Сделать половину фронтального и половину профильного разрезов.

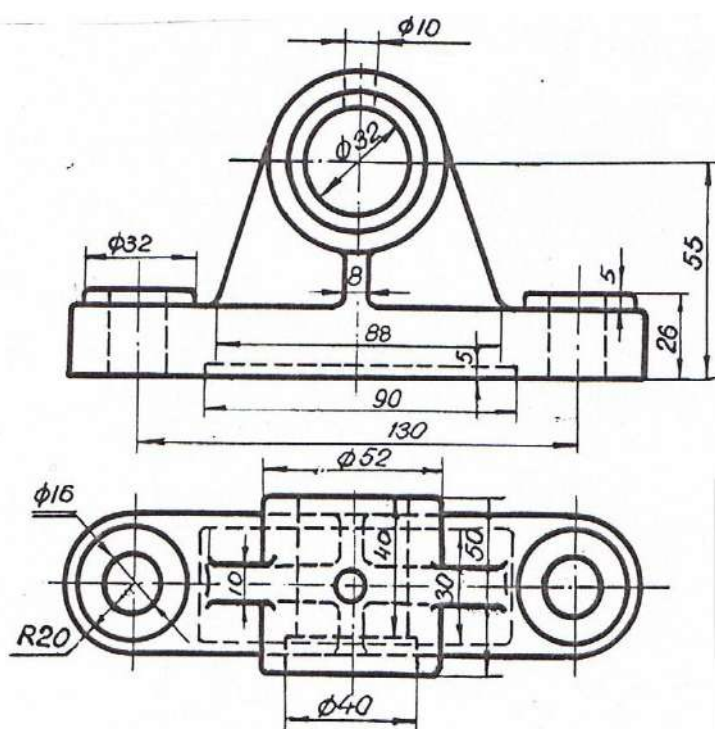


Вариант 10. Вычертить шарнир в масштабе 1:1 и достроить вид сверху.
Сделать профильный разрез и местный разрез на виде спереди.



?

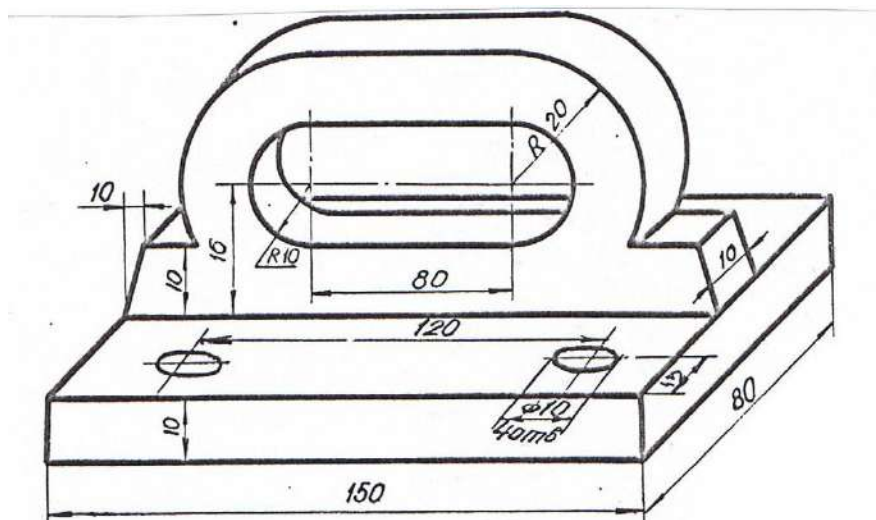
Вариант 11. Вычертить подставку в масштабе 1:1 и достроить вид сверху.
Сделать половину фронтального разреза и местный профильный.



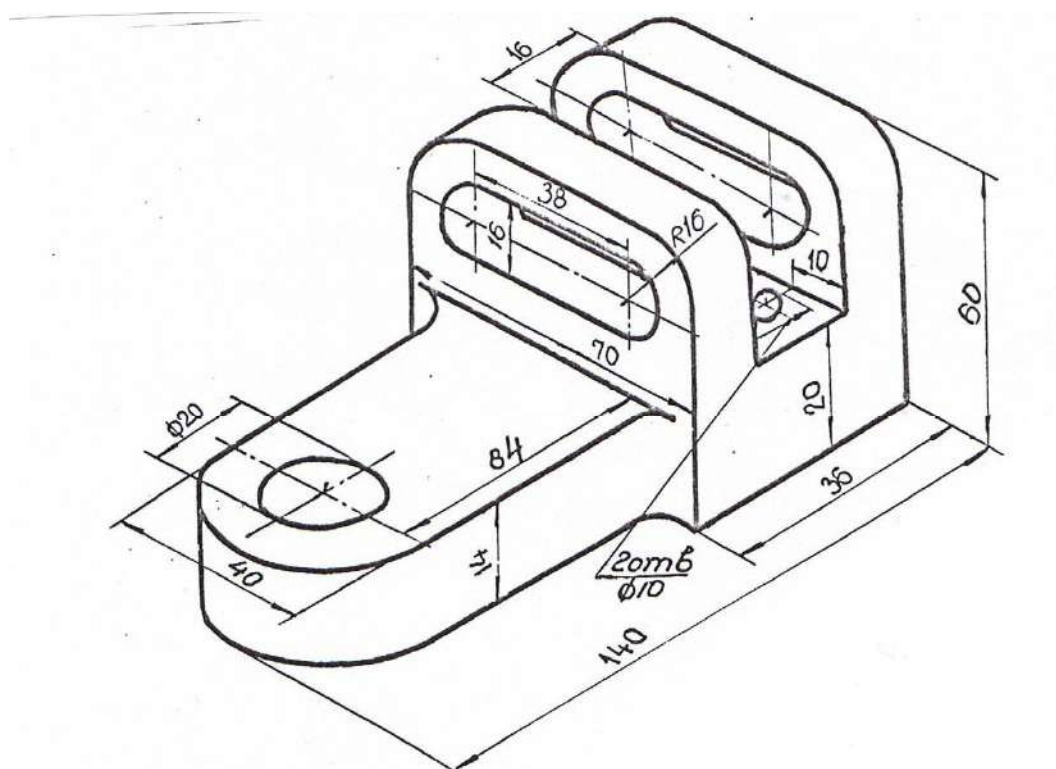
?

Вариант 12. Вычертить подшипник в масштабе 1:1 и достроить вид слева.
Сделать профильный разрез и местный разрез на виде спереди.

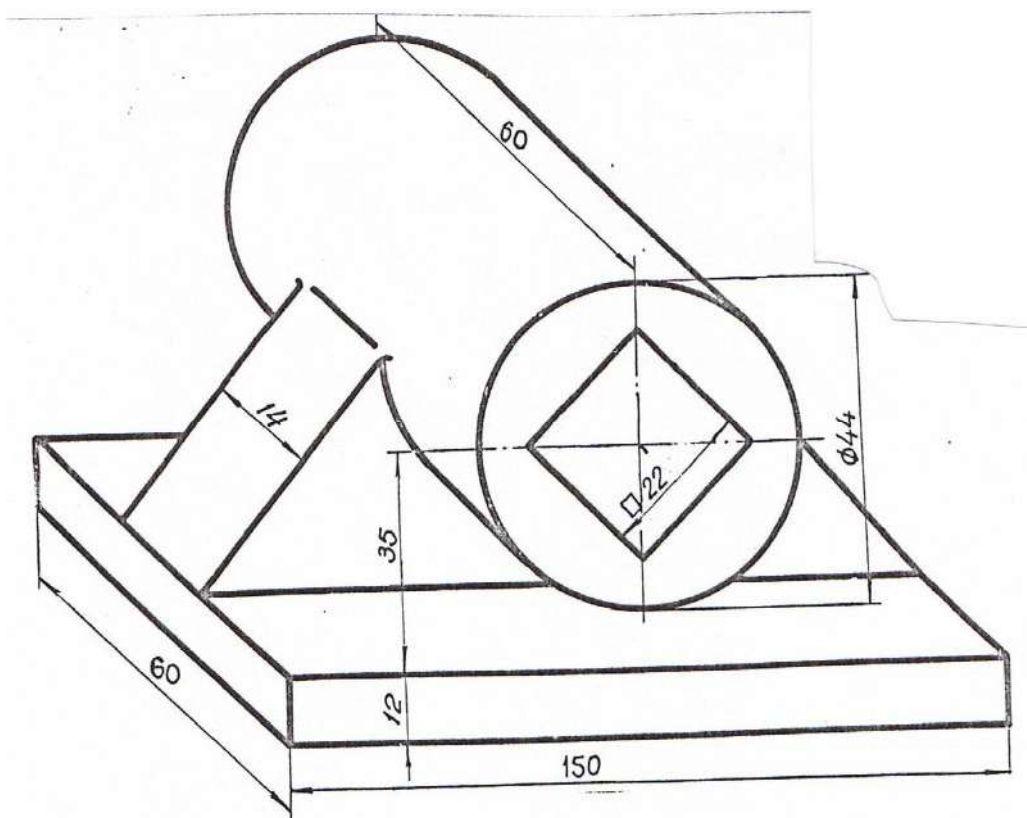
ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ № 3



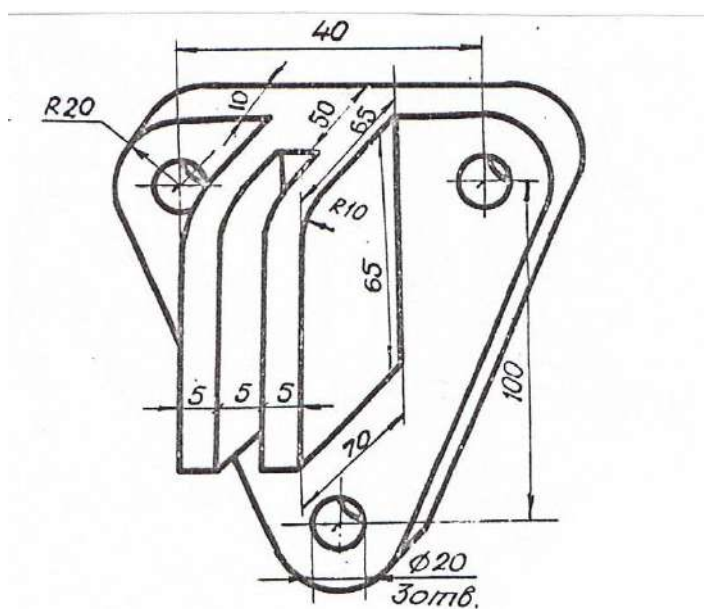
Вариант 1. Вычертить в трех ортогональных проекциях плиту в масштабе 1:1.
Сделать ступенчатый профильный разрез.



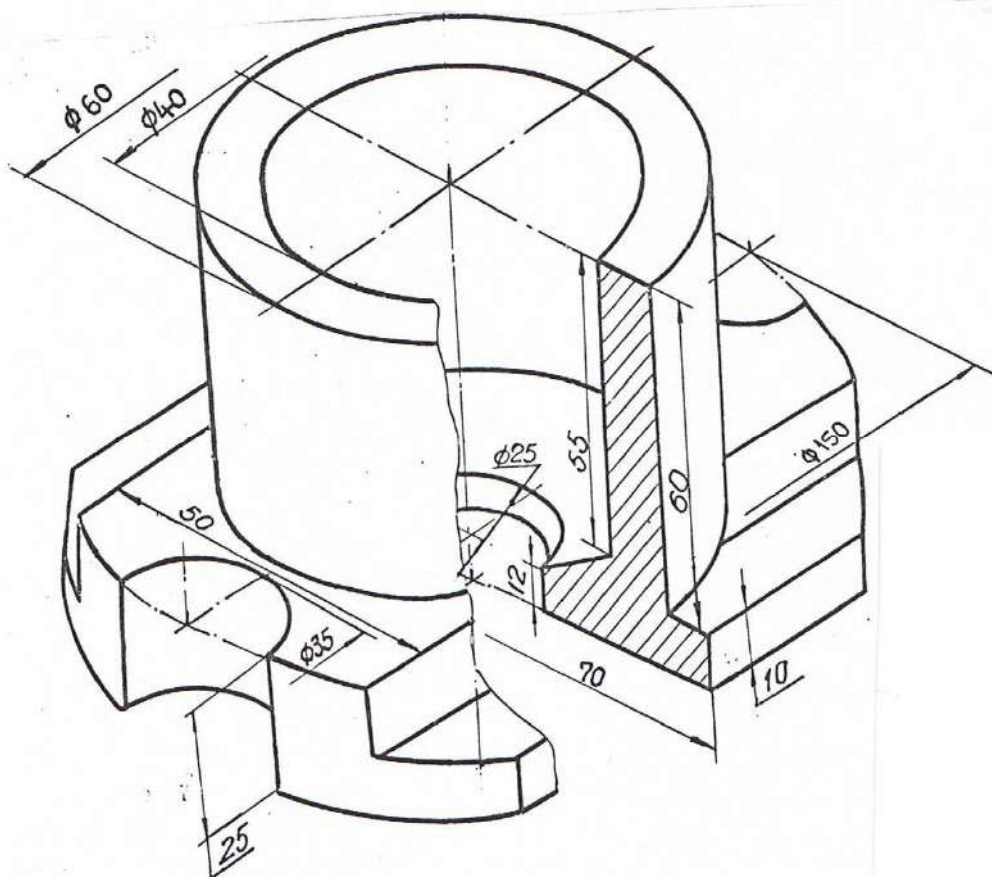
Вариант 2. Вычертить в трех ортогональных проекциях скобу в масштабе 1:1.
Сделать необходимые разрезы.



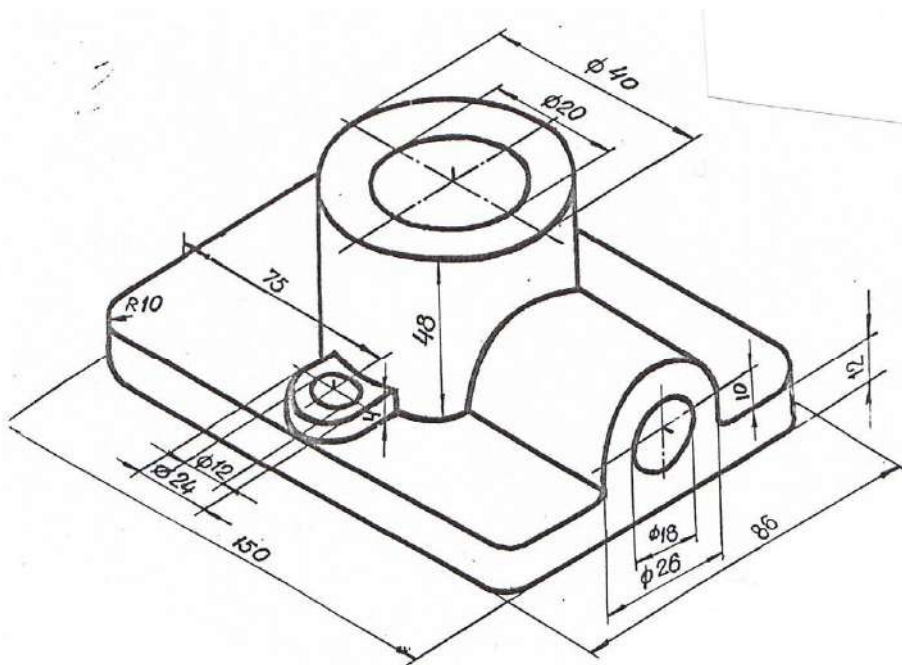
Вариант 3. Вычертить в трех ортогональных проекциях подставку в масштабе 1:1.
Сделать необходимый разрез.



Вариант 4. Вычертить в трех ортогональных проекциях опору в масштабе 1:1.
Сделать местные разрезы и горизонтальный разрез.

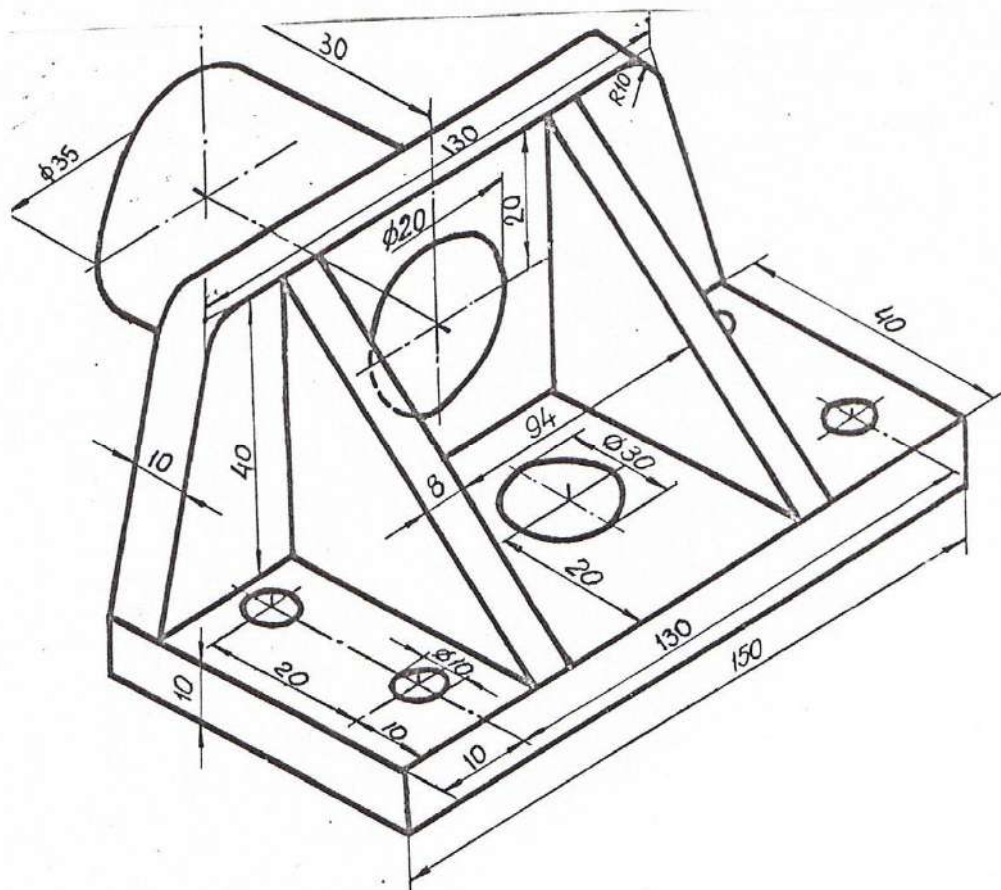


Вариант 5. Вычертить в трех ортогональных проекциях стакан в масштабе 1:1.
Сделать половину фронтального разреза.

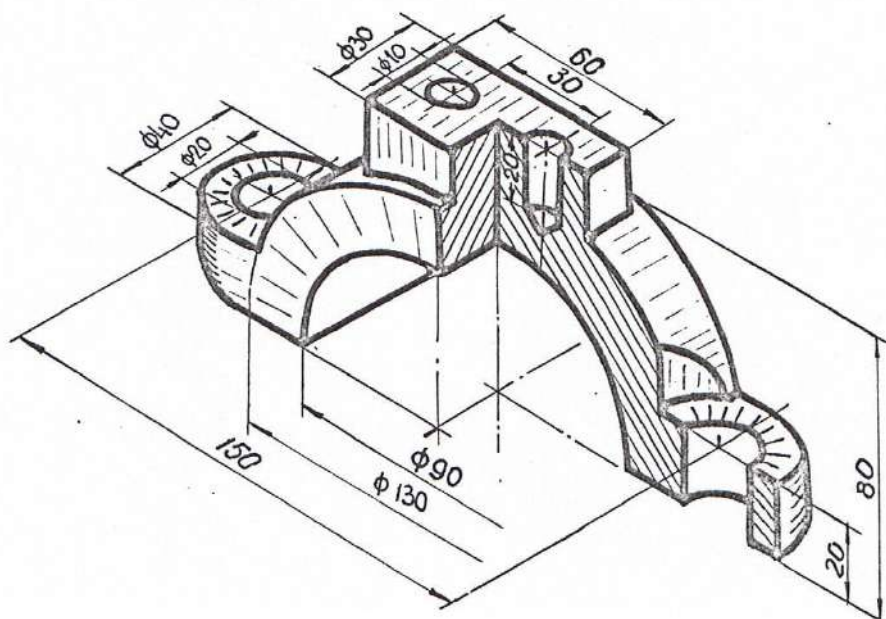


Вариант 6. Вычертить в трех ортогональных проекциях подставку в масштабе 1:1.
Сделать необходимые разрезы.

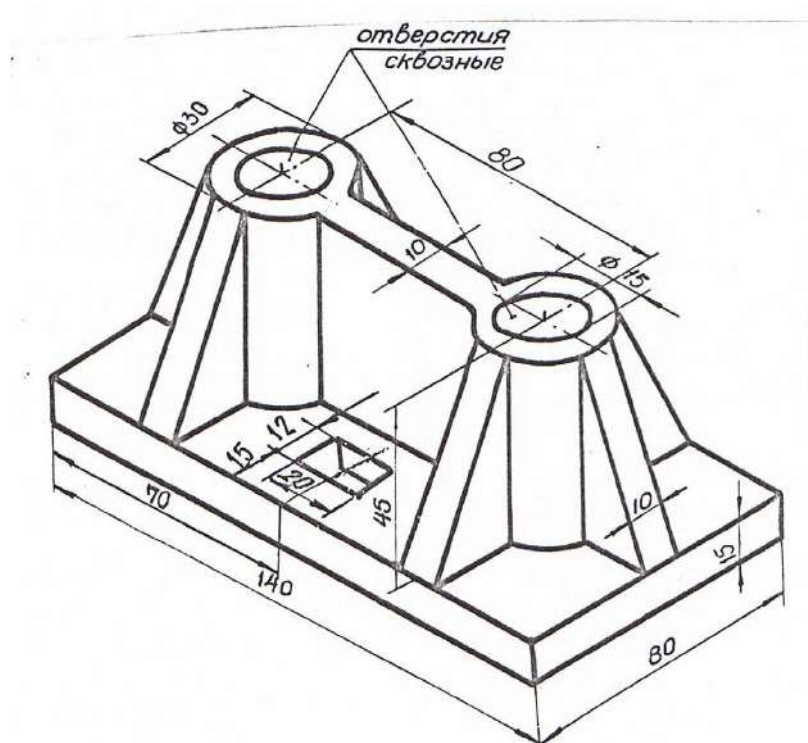
Примечание. Отверстия $\varnothing 20$, $\varnothing 18$ и $\varnothing 12$ – сквозные.



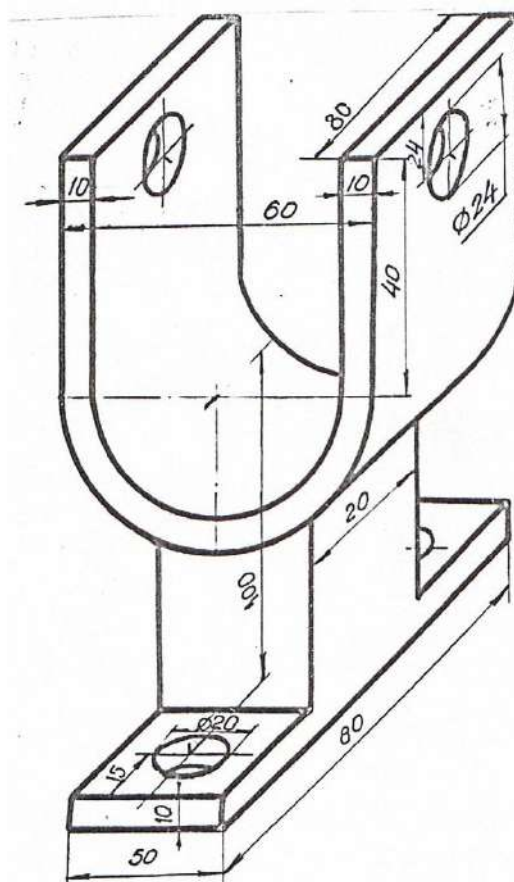
Вариант 9. Вычертить в трех ортогональных проекциях цапфу полу в масштабе 1:1.
Сделать необходимые разрезы.



Вариант 10. Вычертить в трех ортогональных проекциях крышку шатуна в масштабе 1:1.
Сделать необходимые разрезы.

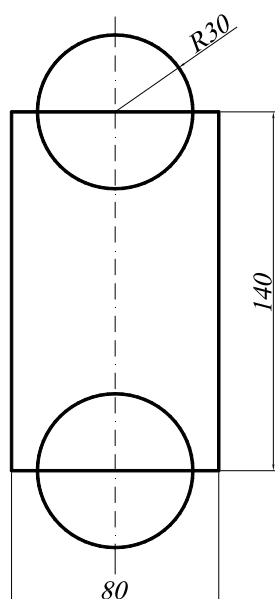


Вариант 11. Вычертить в трех ортогональных проекциях плиту в масштабе 1:1.
Сделать необходимые разрезы.

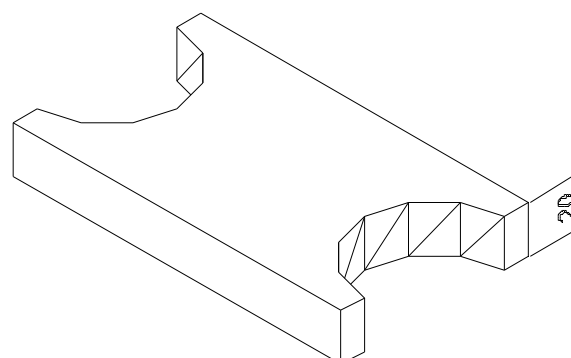


Вариант 12. Вычертить в трех ортогональных проекциях стойку в масштабе 1:1.
Сделать необходимые разрезы.

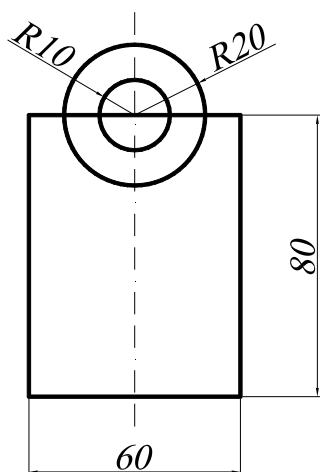
ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ



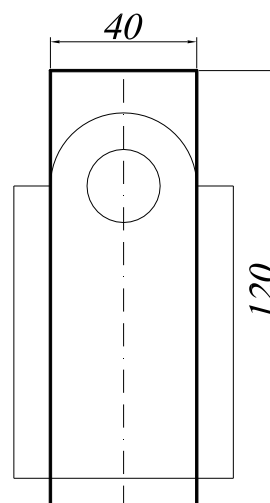
1. Создание области для основания командами **Polyline** (Полилиния) и **Circle** (Окружность).



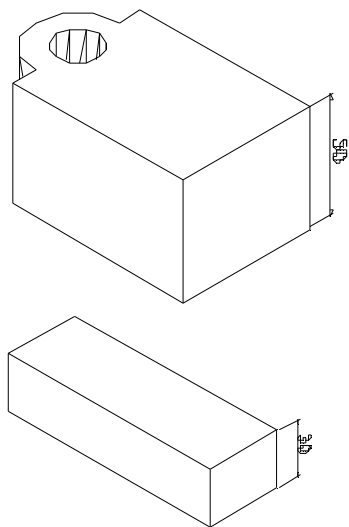
2. Командой **Extrude** (Выдавить) «выдавливает» обе окружности и прямоугольник. Толщина выдавливания 20.
Командой **Subtract** (Вычитание) создаем тело путем вычитания цилиндров из параллелепипеда.
Командой **Hide** (Скрыть) подавляем невидимые линии.



3. Создание области для «башни» командами **Polyline** (Полилиния) и **Circle** (Окружность).

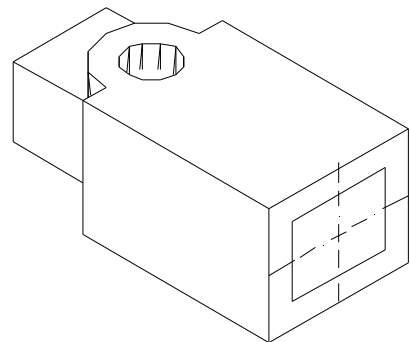


4. Создание области для выреза «башни» командой **Polyline** (Полилиния).



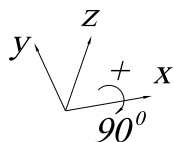
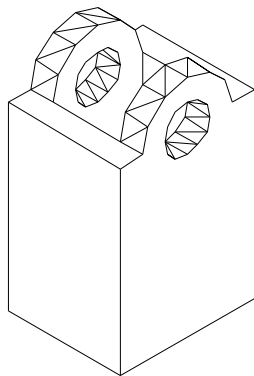
5. Командой **Extrude** (Выдавить) «выдавливаем» оба тела. Толщина выдавливания «башни»=50, толщина выдавливания «бруска»=30.

Командой **Subtract** (Вычитание) создаем тело «башни» путем вычитания цилиндра из построенного тела

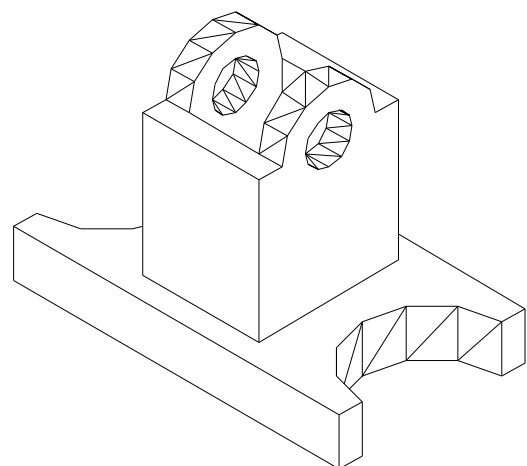


6. Командой **Move** (Перемещение) перемещаем «брусек» и центрируем относительно основания «башни».

Командой **Subtract** (Вычитание) создаем сквозное отверстие в теле «башни» путем вычитания поверхности «бруска» из тела «башни».



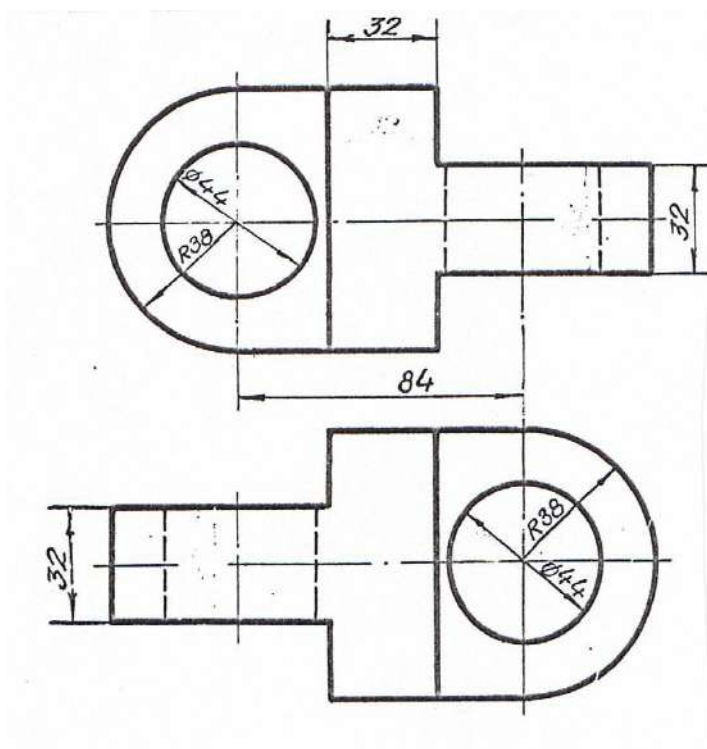
7. Поворачиваем башню относительно оси x на 90° (по правилу правой руки), используя команду **Rotated 3D**, которая вызывается из падающего меню **Modify** (Редактировать) $\rightarrow$ **3D Operation** (3М Операции) $\rightarrow$ **Rotated 3D** (3М Поворот).



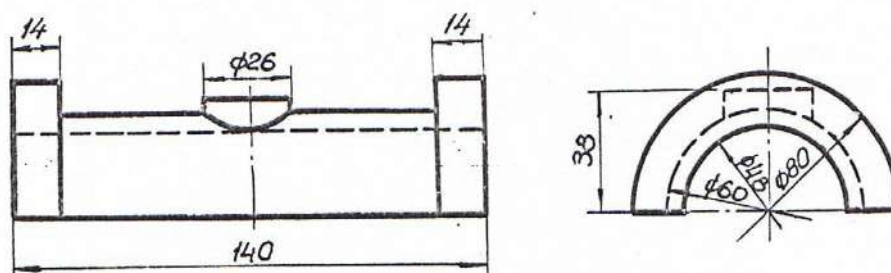
8. Командой **Move** (Перемещение) перемещаем «башню» и центрируем относительно построенного основания.

Командой **Union** (объединение) объединяем полученные тела.

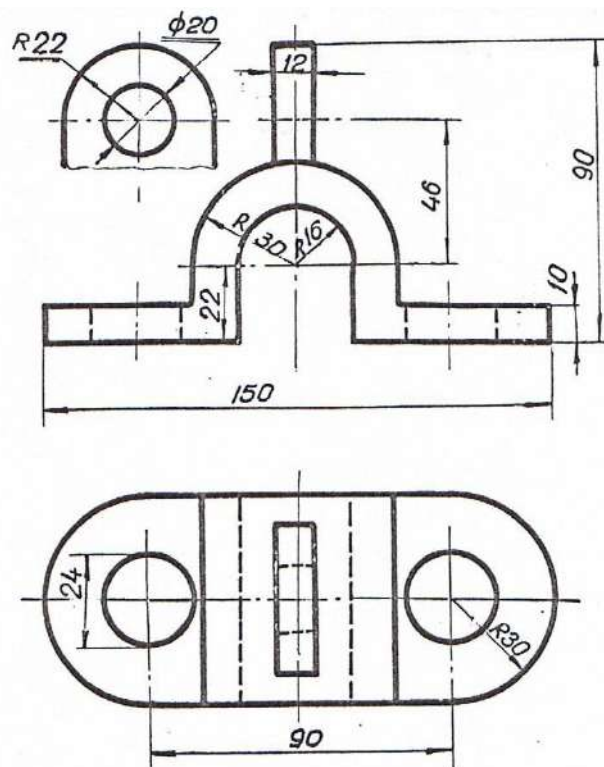
ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ № 4



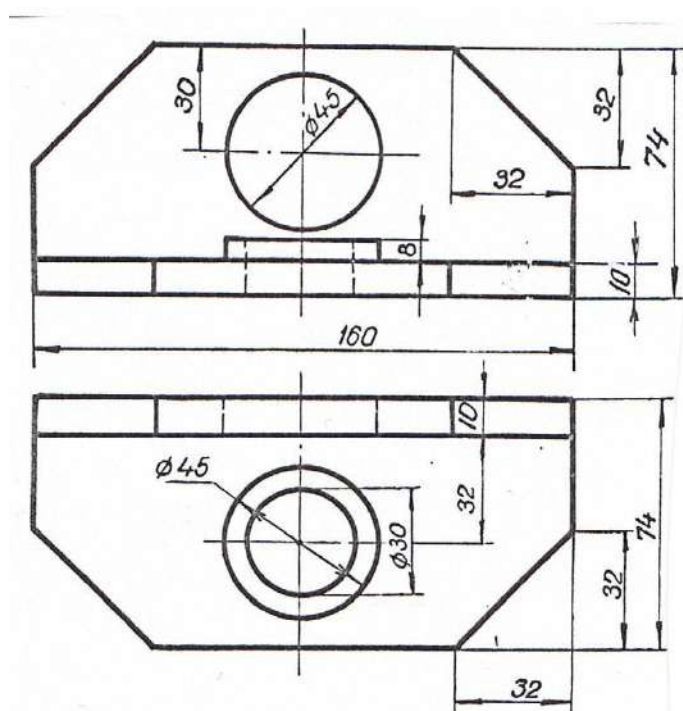
Вариант 1. Вычертить серьгу в изометрии по заданным двум видам в масштабе 1:1.



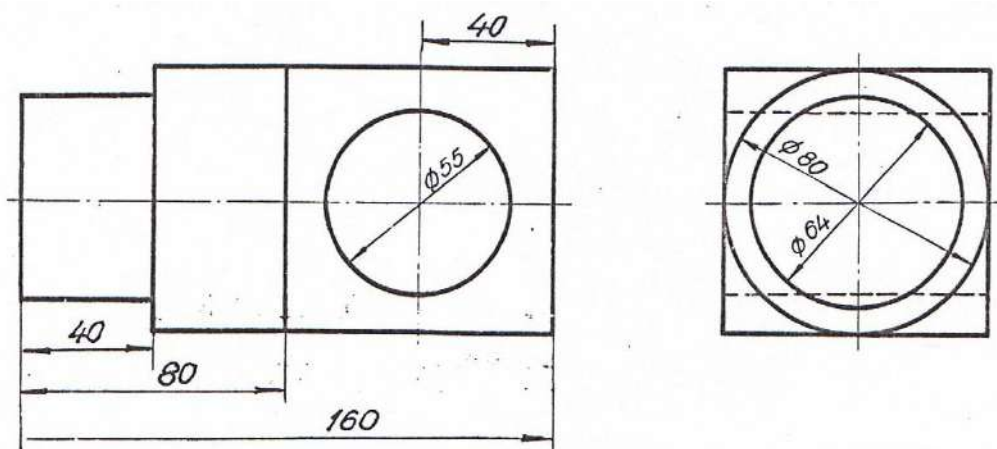
Вариант 2. Вычертить вкладыш подшипника в изометрии по заданным двум видам в масштабе 1:1.



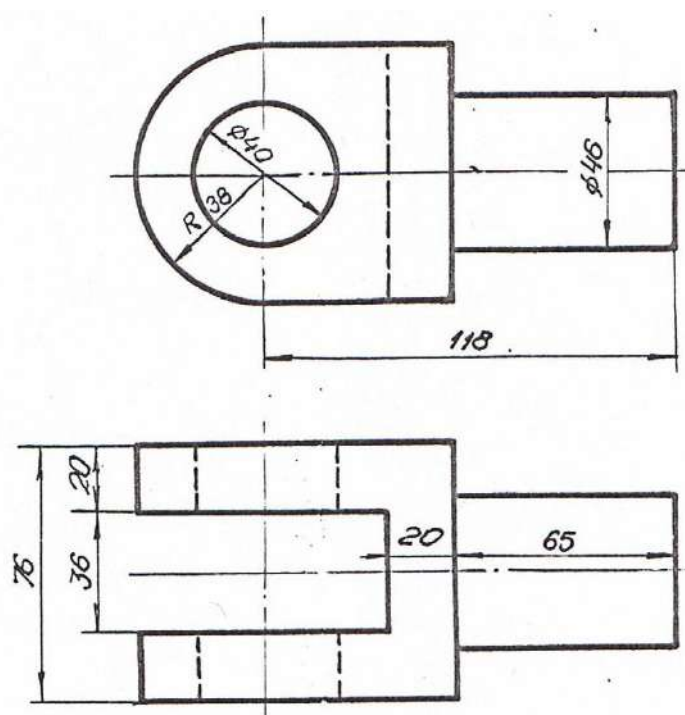
Вариант 3. Вычертить скобу в изометрии по заданным двум видам в масштабе 1:1.



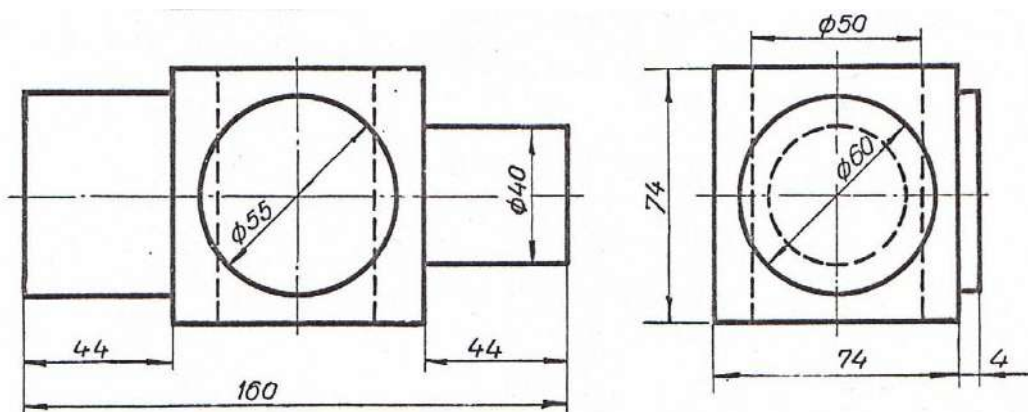
Вариант 4. Вычертить угольник в изометрии по заданным двум видам в масштабе 1:1.



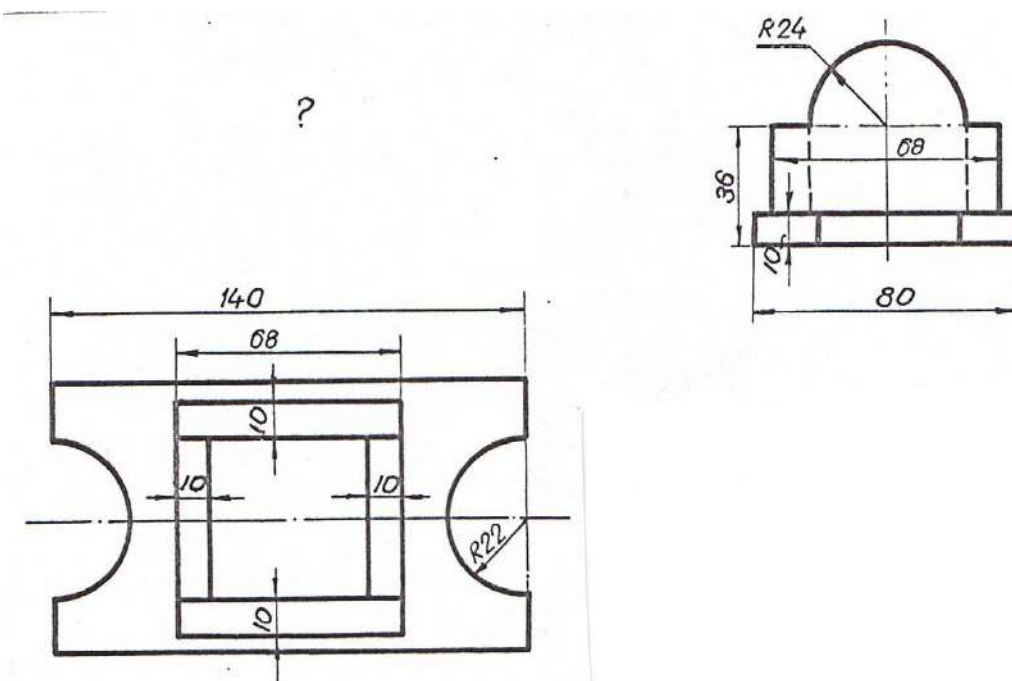
Вариант 5. Вычертить цапфу в изометрии по заданным двум видам в масштабе 1:1.



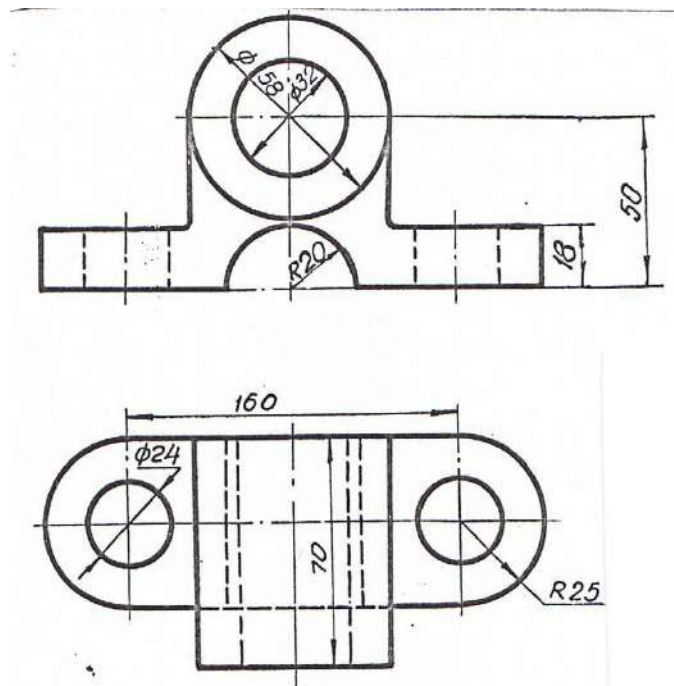
Вариант 6. Вычертить ушко в изометрии по заданным двум видам в масштабе 1:1.



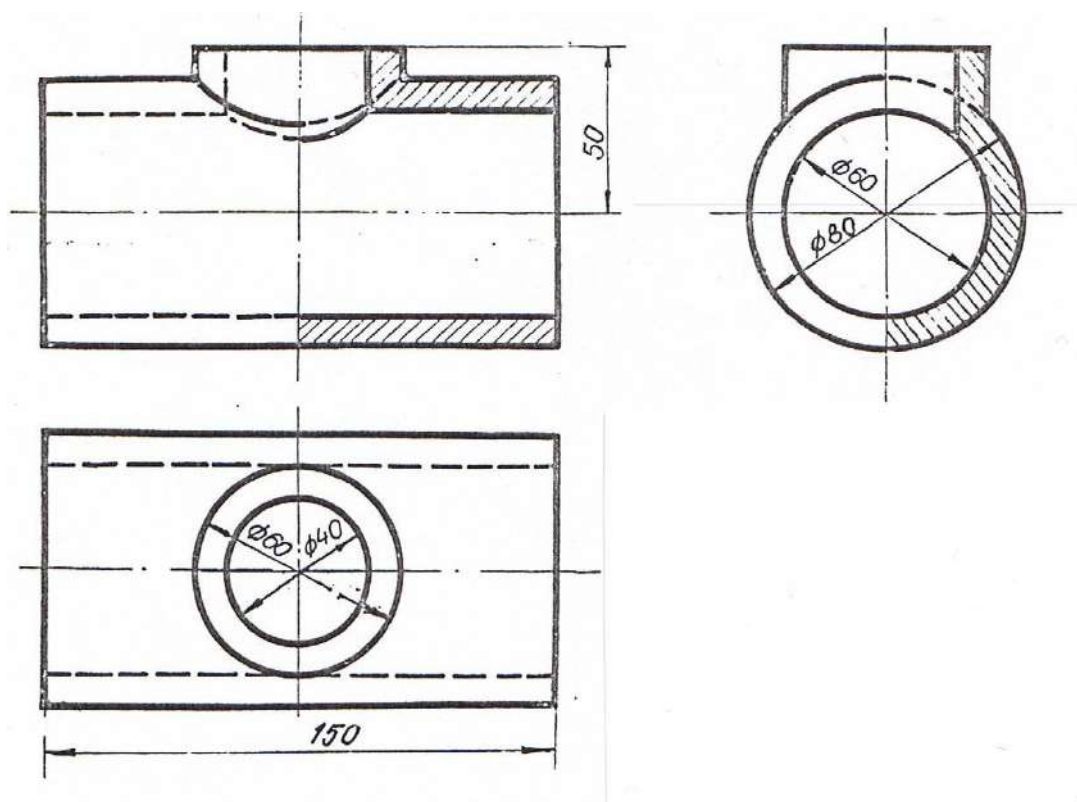
Вариант 7. Вычертить ось в изометрии по заданным двум видам в масштабе 1:1.



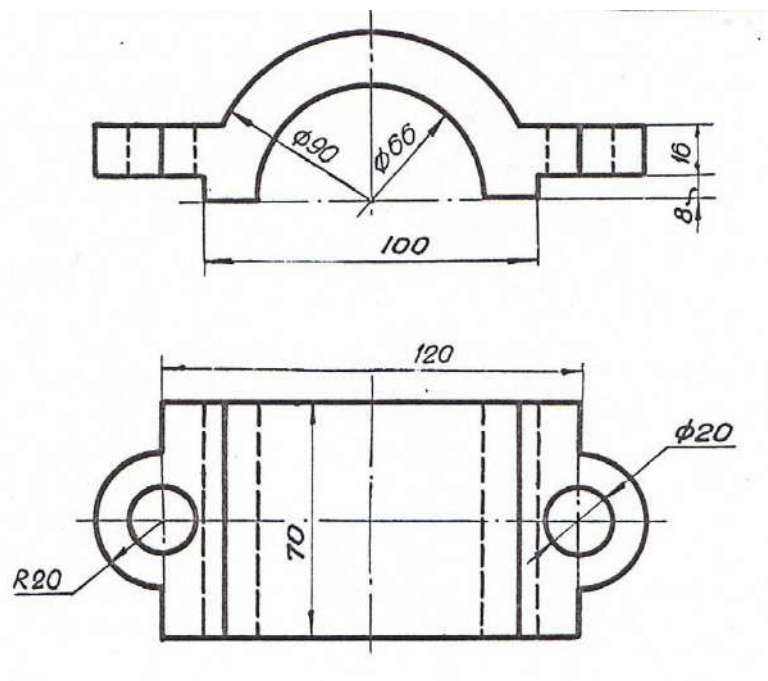
Вариант 8. Вычертить подставку в изометрии по заданным двум видам в масштабе 1:1.



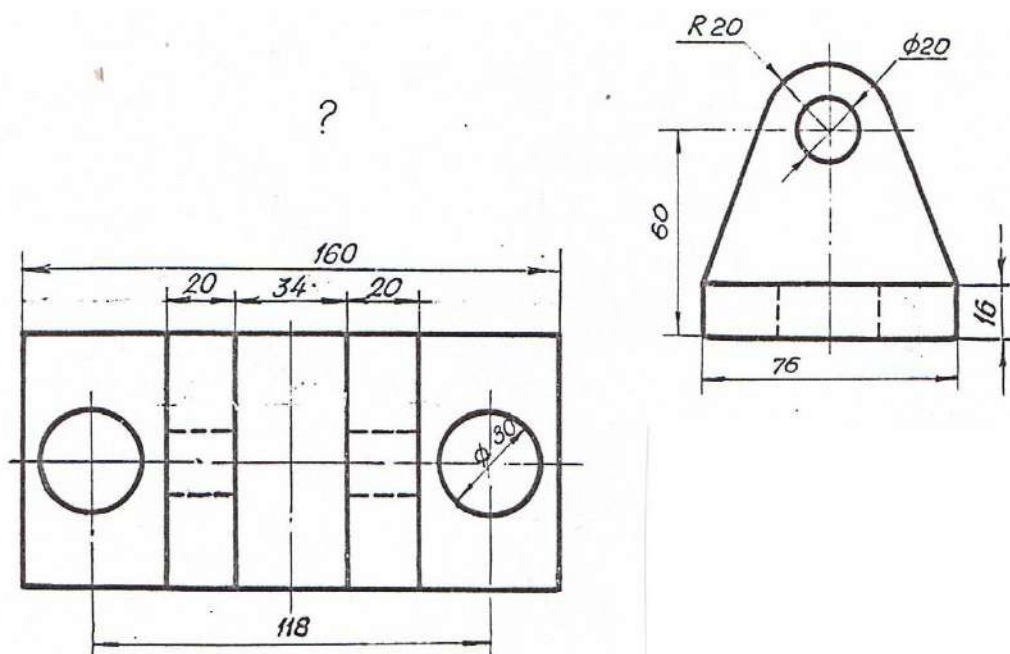
Вариант 9. Вычертить подшипник в изометрии по заданным двум видам в масштабе 1:1.



Вариант 10. Вычертить тройник в изометрии по заданным трем видам в масштабе 1:1.



Вариант 11. Вычертить крышку подшипника в изометрии по заданным двум видам в масштабе 1:1.



Вариант 12. Вычертить опору в изометрии по заданным двум видам в масштабе 1:1.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
 Глава 1. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МНОЖЕСТВА И СИСТЕМЫ КООРДИНАТ	 5
1. Множества.....	5
1.1. Основные понятия теории множеств.....	5
1.2. Отображения и преобразования.....	7
1.3. Теоретико-множественный подход к задачам на построение.....	10
1.4. Геометрические пространства и их размерность.....	11
1.5. Формирование пространства.....	13
1.6. Приёмы подсчёта параметров.....	14
1.7. Параметрический подход к решению задач начертательной геомет- рии.....	21
 2. Системы координат.....	 22
2.1. Прямоугольные декартовы координаты.....	22
2.2. Полярные координаты точки на плоскости.....	23
2.3. Цилиндрические координаты.....	23
2.4. Сферические координаты.....	24
Вопросы для самопроверки.....	24
 Глава 2. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	 25
1. Запуск системы <i>AutoCAD</i>	25
2. Вид рабочего окна <i>AutoCAD</i>	26
3. Падающее меню.....	26
4. Строка состояния.....	27
5. Ввод команд.....	28
6. Панели инструментов.....	28

7. Стандартная панель инструментов (<i>Standard Toolbar</i>).....	28
8. Панель инструментов Object Properties (<i>Свойства объекта</i>)....	30
9. Графические примитивы.....	32
10. Ввод координат точки.....	33
11. Панель инструментов <i>Draw</i> (Рисовать).....	34
12. Построение геометрических примитивов.....	34
12.1. Точка.....	35
12.2. Построение линий.....	35
12.2.1. Отрезок.....	35
12.2.2. Прямая и луч.....	37
12.2.3. Полилиния.....	38
12.2.4. Сплайн.....	41
12.3. Построение многоугольников.....	42
12.3.1. Многоугольник.....	42
12.3.2. Прямоугольник.....	43
12.4. Построение окружностей, эллипсов и их дуг.....	45
12.4.1. Окружность.....	45
12.4.2. Эллипс.....	49
12.4.3. Дуга окружности.....	50
13. Текстовые стили.....	52
13.1. Однострочный текст.....	53
13.2. Многострочный текст.....	57
14. Блок.....	58
14.1. Создание блоков.....	58
14.2. Вставка блока.....	59
15. Создание замкнутых объектов.....	61
16. Штриховка.....	62
17. Панель инструментов <i>Object Snap</i> (Объектная привязка).....	65
18. Панель инструментов <i>Modify</i> (Изменить или редактировать)	67
18.1. Удаление и восстановление объектов.....	68
18.2. Копирование объектов.....	69
18.3. Зеркальное отображение объектов.....	70
18.4. Построение подобных примитивов.....	71
18.5. Размножение объектов массивом.....	72

18.6. Перемещение объектов.....	76
18.7. Поворот объектов.....	77
18.8. Масштабирование объектов.....	78
18.9. Растягивание объектов.....	79
18.10. Подрезание объектов.....	80
18.11. Удлинение объектов.....	81
18.12. Разбиение объектов на части.....	82
18.13. Вычерчивание фасок.....	83
18.14. Построение сопряжений углов.....	84
19. Редактирование с помощью маркеров <i>Grips</i> («Ручки»).....	86
20. Диспетчер свойств объектов.....	89
21. Панель инструментов <i>Dimension</i> (Измерение).....	89
21.1. Линейные размеры.....	90
21.2. Параллельные размеры.....	92
21.3. Базовые размеры.....	92
21.4. Размерная цепь.....	93
21.5. Радиальные размеры.....	94
21.6. Угловые размеры.....	94
21.7. Координатные размеры.....	95
21.8. Выноски и пояснительные надписи на чертеже.....	95
21.9. Быстрое нанесение размеров.....	96
21.10. Нанесение меток центра окружности или дуги.....	97
21.11. Редактирование размерных стилей.....	98
22. Зумирование.....	101
23. Панорамирование.....	102
Вопросы для самопроверки.....	102
 Глава 3. ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	 103
1. Общие сведения.....	103
2. Задание трехмерных координат.....	103
3. Задание пользовательской системы координат.....	104
4. Пространство модели и пространство листа.....	107
5. Видовые экраны.....	108

5.1. Создание неперекрывающихся видовых экранов.....	108
6. Установка видов на графическом поле.....	109
6.1. Установка направления взгляда.....	109
6.2. Задание направления взгляда с помощью диалогового окна.....	111
6.3. Установка плана изображения.....	112
6.4. Установка ортогональных и аксонометрических видов.....	113
6.5. Интерактивное управление точкой взгляда.....	113
6.6. Динамическое вращение трехмерной модели.....	114
7. Моделирование каркасов.....	114
7.1. Трехмерная полилиния.....	115
7.2. Средства редактирования трехмерной полилинии.....	115
8. Твердотельное моделирование.....	116
9. Стандартные тела.....	117
9.1. Параллелепипед.....	117
9.2. Клин.....	118
9.3. Сфера.....	118
9.4. Конус.....	119
9.5. Цилиндр.....	120
9.6. Тор.....	121
10. Тела пользователя.....	122
10.1. Выдавленное тело.....	122
10.2. Тело вращения.....	124
11. Тела, созданные комбинированием нескольких тел.....	125
11.1. Объединение объектов.....	126
11.2. Вычитание объектов.....	126
11.3. Пересечение объектов.....	127
12. Общие средства редактирования трехмерных объектов.....	128
12.1. Поворот вокруг оси.....	128
12.2. Зеркальное отображение относительно плоскости (плоскостная симметрия).....	129
12.3. Размножение трехмерным массивом.....	130
12.4. Вычерчивание фасок трехмерных тел.....	131
12.5. Построение сопряжений граней.....	133
12.6. Построение сечений.....	134

12.7. Построение разрезов.....	134
13. Редактирование граней, ребер тел.....	135
13.1. Режим редактирования граней твердотельного объекта....	136
13.2. Режим редактирования ребер твердотельного объекта.....	140
13.3. Режим редактирования общих свойств твердотельного объекта.....	141
14. Пример построения трехмерной модели.....	142
15. Перекрывающиеся видовые экраны. Создание ортогональных проек- ций.....	144
16. Визуализация трехмерных моделей.....	147
16.1. Удаление невидимых линий.....	148
16.2. Раскрашивание трехмерной модели.....	148
16.3. Тонирование изображений трехмерных объектов.....	149
16.4. Включение фона в изображение сцены.....	150
16.5. Настройка освещения.....	151
16.6. Тени.....	152
16.7. Работа с материалами.....	153
Вопросы для самопроверки.....	154
Заключение.....	155
Список литературы.....	156
Приложения.....	157
Приложение 1. Пример выполнения рабочего чертежа детали.....	157
Приложение 2. Задание для выполнения графической работы № 1.....	158
Приложение 3. Задание для выполнения графической работы № 2.....	164
Приложение 4. Задание для выполнения графической работы № 3.....	170
Приложение 5. Пример построения твердотельной модели.....	176
Приложение 6. Задание для выполнения графической работы № 4.....	178

Учебное издание

Шангина Елена Игоревна

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебное пособие

Редактор издательства Л. В. Устьянцева
Компьютерная верстка и графика автора

Подписано в печать 01.02.06. Формат 60х84-1/8. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 23,75. Уч.-изд. л. 11,25. Тираж 200 экз. Заказ № .

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.

С.К. БОГОЛЮБОВ

**ЧТЕНИЕ
И ДЕТАЛИРОВАНИЕ
СБОРОЧНЫХ
ЧЕРТЕЖЕЙ**

Альбом

Издательство «Машиностроение»

С. К. БОГОЛЮБОВ
Засл. учитель школы РСФСР

ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Альбом

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

*Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР
в качестве учебного пособия для учащихся машиностроительных техникумов*



МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1986

100564

Рецензент: преподаватель Б. И. БОРЩЕВСКИЙ

Боголюбов С. К.
Б74 Чтение и детализирование сборочных чертежей. Альбом. Учебн. пособие для учащихся машиностроительных техникумов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986. — 84 с., ил. (В обл.): 2 р. 20 к.

Второе издание (1-е изд. 1978 г.) содержит индивидуальные задания, сгруппированные по сложности для 1-го и 2-го детализирования. Даны методические указания, примеры выполнения чертежей и краткое описание назначения и устройства изделий.

Б 2104000000-156
038 (01)-86 156-86

ББК 30.11я72
607

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Сергей Константинович БОГОЛЮБОВ

ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Альбом

Редакторы В. А. Артюхин и А. Г. Лалкин

Художественный редактор С. С. Водич

Обложка художника С. Н. Орлова

Технические редакторы: Т. И. Андреева, Н. В. Тимофеев
Корректор И. М. Борейша

ИБ № 4530

Сдано в набор 28.06.85. Подписано в печать 03.07.86. Формат 60х90/16.
Бумага офсетная, № 2. Гарнитура литературная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 21,0. Усл. кр.-отт. 21,5. Уч.-изд. л. 24,8.
Тираж 30 000 экз. Заказ № 18. Цена 2 р. 20 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение»,
107076, Москва, Строминский пер., 4.

Ленинградская типография № 6 ордена Трудового Красного Знамени
Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгения Соколова
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
по делам издательства, полиграфии и книжной торговли.
193144, г. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

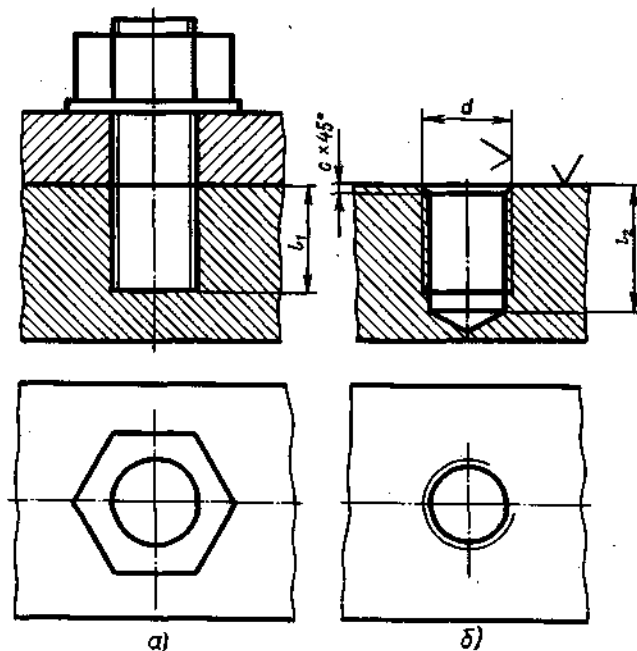
© Издательство «Машиностроение», 1978г.

© Издательство «Машиностроение», 1986 г., с изменениями

В процессе изучения курса «Черчение» учащиеся техникумов выполняют детализирование сборочного чертежа.

Сборочные чертежи, предназначенные для учебных целей, в соответствии с приказом Министерства высшего и среднего специального образования СССР № 634 от 17 сентября 1970 г., согласованного с Государственным комитетом СССР по стандартам, имеют некоторые особенности и отступления от требований Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

При выполнении чертежей деталей учащиеся должны уметь применять те знания, которые получили на уроках черчения. Например, при чтении сборочного чертежа должны хорошо знать ГОСТ 2.109—73 на упрощения и условности. Сборочный чертеж выполняется, как правило, с упрощениями. На сборочных чертежах допускается не показывать фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, галтели, зазоры между стержнем и отверстием. По ГОСТ 2.315—68 соединения болтом, винтом и шпилькой изображаются упрощенно. В этом случае резьба показывается по всей длине стержня, а на виде, перпендикулярном торцу стержня болта, резьба и шайба не изображаются (рис. 1, а).



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

При выполнении по сборочным чертежам чертежей деталей эти упрощения не применяются, т. е. необходимо изображать все фаски, галтели и скругления; отверстие под шпильку изображать с коническим углублением. Размер глубины резьбового отверстия под шпильку l_2 (см. рис. 1, а и б) можно примерно определить по формуле $l_2 = l_1 + 0,5d$.

Необходимо использовать ГОСТы, относящиеся к выполнению чертежей деталей, в частности ГОСТ 2.305—68.

Для выполнения детализирования сборочного чертежа (см. пример на с. 84) необходимо:

1. Внимательно разобраться в сборочном чертеже. При этом чтение чертежа следует начинать с основной надписи и спецификации, т. е. сначала надо ознако-

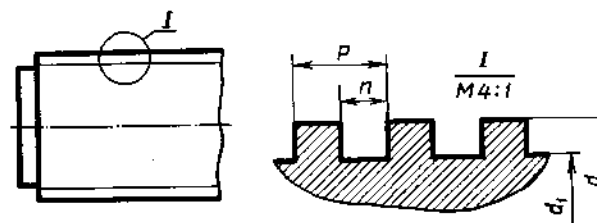


Рис. 2

миться с названием, количеством и материалом деталей, затем по позициям найти на всех изображениях сборочного чертежа каждую деталь, стараясь представить в общих чертах ее форму.

2. Ознакомиться с устройством и взаимодействием частей сборочной единицы.

3. Обратить внимание на способы соединения отдельных деталей между собой.

4. Выявить необходимое (наименьшее) количество видов для изображения каждой детали, чтобы по этим видам можно было определить форму и размеры деталей.

Например, для втулки поз. 5 (см. с. 83 черт. МЧ00.81.00.00.СБ) достаточно одного изображения (см. с. 84 черт. МЧ00.81.00.05), для правого полувкладыша поз. 4 необходимо два изображения (см. черт. МЧ00.81.00.04), для левого полувкладыша поз. 3 — два изображения (см. черт. МЧ00.81.00.03), для стержня поз. 1 и крышки поз. 2 — по четыре изображения (см. черт. МЧ00.81.00.01 и МЧ00.81.00.02).

Если деталь на сборочном чертеже (см. черт. МЧ00.81.00.00.СБ) находится в положении как, на-

пример, деталь поз. 2, то для более удачного использования поля чертежа и для облегчения чтения чертежа нужно виды этой детали расположить, как показано на черт. МЧ00.81.00.02.

Отверстия под винты в деталях поз. 1, 5 и под штифт в деталях поз. 1, 4 на чертежах деталей (см. черт. МЧ00.81.00.01, МЧ00.81.00.04 и МЧ00.81.00.05) не изображаются, так как эти отверстия выполняются при сборке изделия.

5. Выбрать для каждого чертежа детали масштаб по ГОСТ 2.302—68.

6. Размеры деталей при учебном детализировании следует определять по сборочному чертежу измерителем и линейкой с учетом масштаба, указанного в основной надписи сборочного чертежа.

На выполненных чертежах деталей нанести обозначения шероховатости поверхностей и все размеры.

При нанесении размеров необходимо знать, в каких случаях указывают размеры радиусов и в каких — диаметров (см. черт. МЧ00.81.00.02 — крышка).

При учебном детализировании размеры резьбы детали определяют по наружному диаметру резьбы, взятому со сборочного чертежа, и округляют до ближайшего стандартного размера по ГОСТу. Резьба в основном везде метрическая с мелким или крупным шагом (шаг резьбы определяет учащийся ориентировочно с помощью преподавателя).

На учебных чертежах метрическая резьба обозначается упрощенно, т. е. без указания отклонений.

Размеры нестандартной прямоугольной резьбы можно подобрать ориентировочно по табл. 1 (рис. 2), предназначенной лишь для учебных целей.

Таблица 1

Размеры, мм

d	d ₁	P	n	d	d ₁	P	n
18	14	4	2	32	26	6	3
20	16	4	2	36	28	8	4
22	16	6	3	40	32	8	4
24	18	6	3	44	36	8	4
26	18	8	4	48	40	8	4
28	20	8	4	50	40	10	5
30	22	8	4				

93 00 00 10 00 6 W

1-е детализирование

01. КЛАПАН ПЕРЕПУСКНОЙ

Формат	Этаж	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.01.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
A3		1	M400.01.00.01	Детали	1	
A4		2	M400.01.00.02	Корпус	1	
A3		3	M400.01.00.03	Крышка	1	
A3		4	M400.01.00.04	Колпак	1	
A3		5	M400.01.00.05	Клапан	1	
A3		6	M400.01.00.06	Тарелка	1	
A3		7	M400.01.00.07	Пружина	1	
		8		Винт M16	1	
		9		Стандартные изделия	4	
		10		Болт M10X 40.58 ГОСТ 7798-70 Гайка M10.5 ГОСТ 5915-70 Гайка M16.5 ГОСТ 5915-70	4	

Клапан перепускной устанавливается на трубопроводах и служит для перепуска избытка жидкого топлива в запасной бак. Если давление в связи с избытком топлива повышается, то клапан поз. 4 поднимается и излишек топлива отводится через отверстие детали поз. 1 в сливной бак.

Работу клапана регулируют винтом поз. 7, изменяя степень сжатия пружины поз. 6. Для предохранения регулирующей системы от возможных повреждений сверху устанавливается колпак поз. 3.

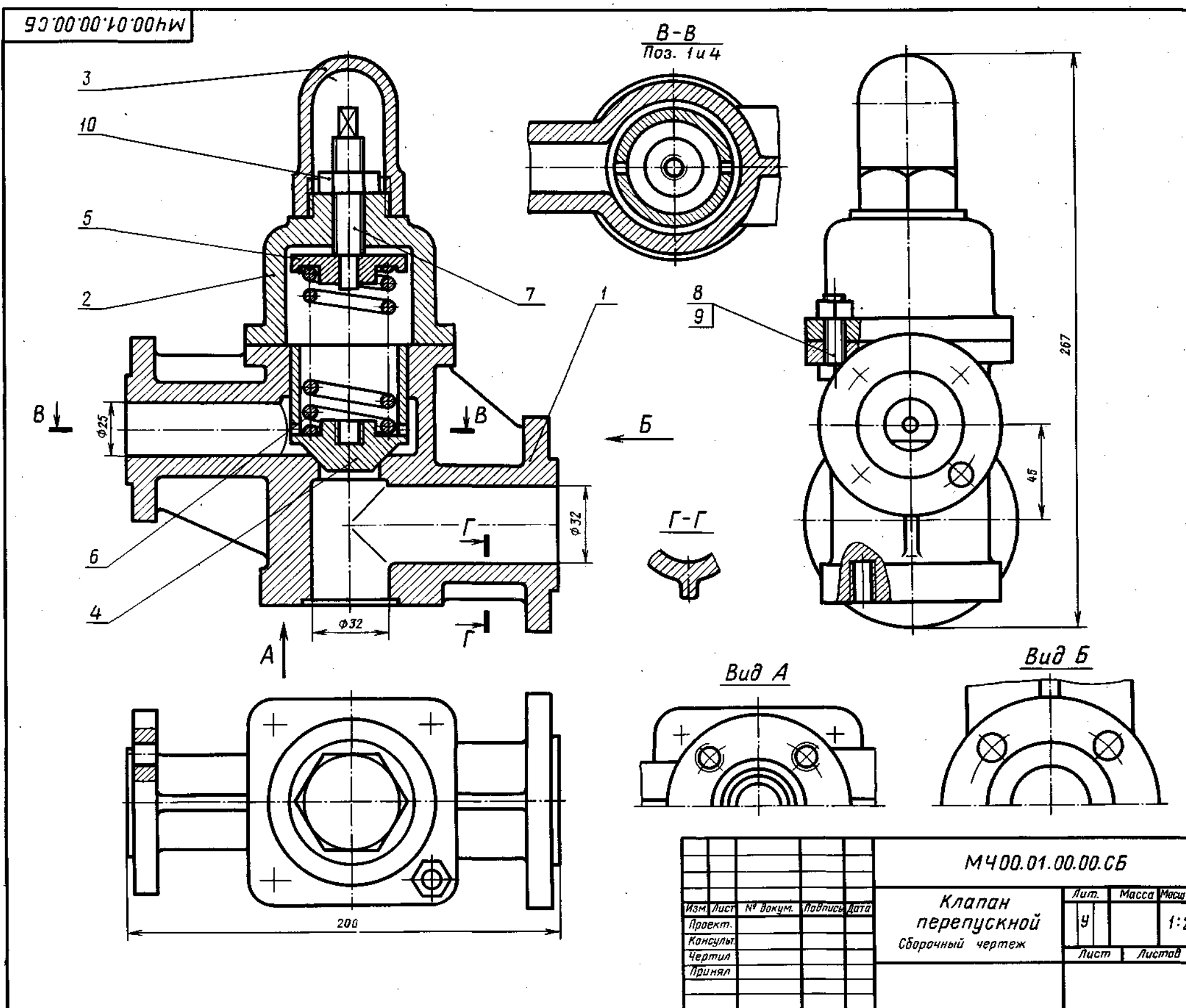
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6.

Материал деталей поз. 1, 2, 3 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 4, 5 — Бр05Ц5С5 ГОСТ 613-79, детали поз. 6 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74, детали поз. 7 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько отверстий под болты и сколько под шпильки имеет деталь поз. 7?
2. Покажите контур детали поз. 1 на виде слева.
3. Имеется ли на чертеже изображение сечения?



02. ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ПОДАЧИ ТОПЛИВА

Фигура	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.02.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.02.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.02.00.02	Плунжер	1	
A3		3	M400.02.00.03	Седло	1	
A3		4	M400.02.00.04	Игла	1	
A4		5	M400.02.00.05	Клапан	1	
A4		6	M400.02.00.06	Втулка	1	
A4		7	M400.02.00.07	Крышка	1	
A4		8	M400.02.00.08	Шайба	1	
A4		9	M400.02.00.09	Шайба	1	
A4		10	M400.02.00.10	Шайба	1	
A4		11	M400.02.00.11	Шайба уплотнительная	1	
A4		12	M400.02.00.12	Пружина	1	
A4		13	M400.02.00.13	Маховичок	1	
A4		14	M400.02.00.14	Кольцо	1	
		15		Стандартные изделия Гайка М8.5 ГОСТ 5915-70	1	

Выключатель служит для проверки подачи топлива в цилиндры дизеля. Это приспособление устанавливают между секцией топливного насоса и форсункой.

Для включения подачи топлива вращают маховичком поз. 13. Игла поз. 4, действуя на клапан поз. 5, сжимает пружину поз. 12, при этом топливо проходит через отверстия деталей поз. 6, 3, 2 и через нижнее резьбовое отверстие корпуса поз. 1 выходит наружу и собирается в мерный стакан (на чертеже не показан). Расход топлива, подаваемого поочередно в цилиндры дизеля, измеряют с помощью специальных устройств (на чертеже не показаны).

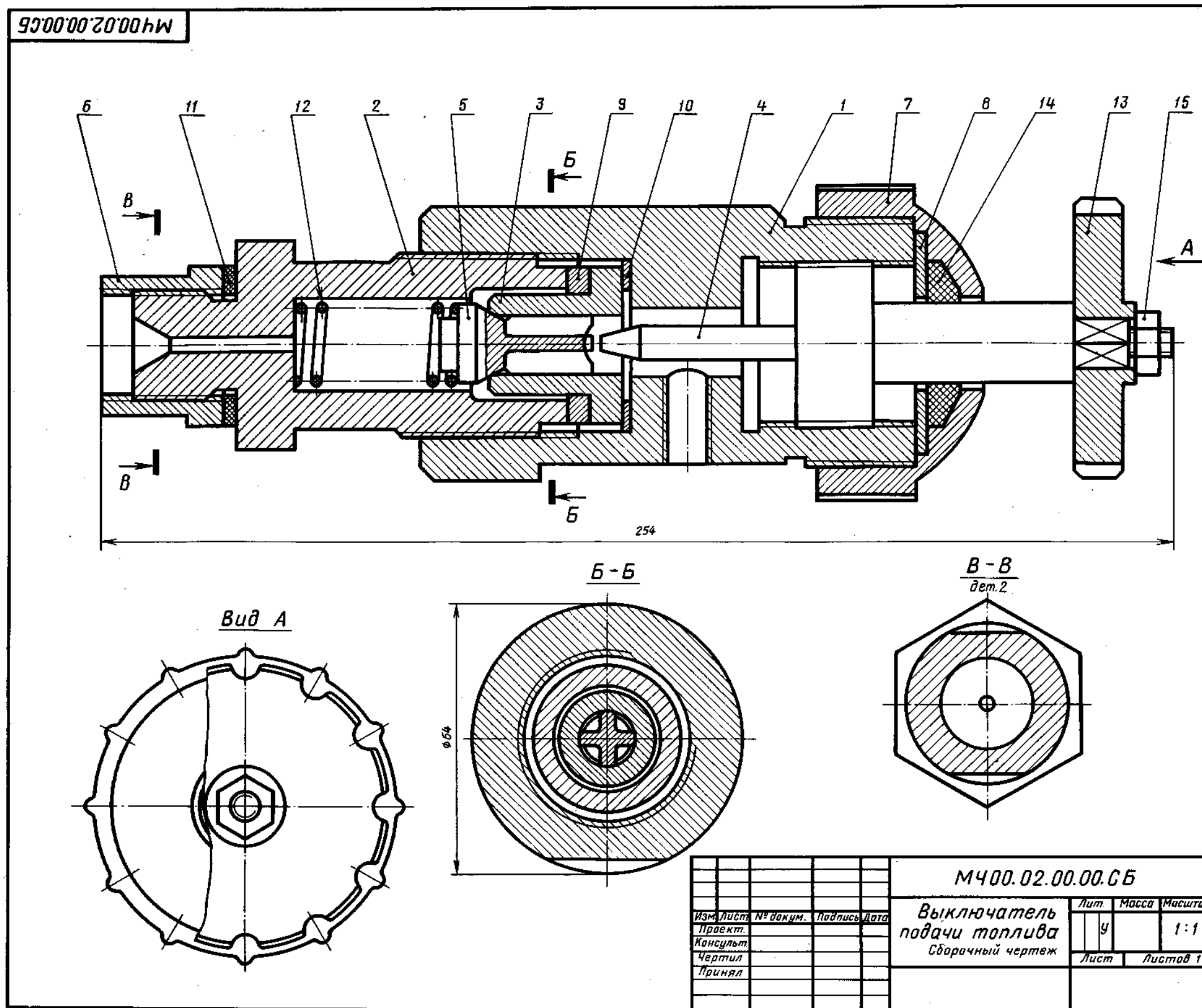
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 5, 7, 12, 13. Деталь поз. 1 или поз. 2 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1 ... 4, 6, 8 ... 10 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, деталей поз. 5, 7 и 13 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, детали поз. 12 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74, детали поз. 11 — кожа.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали, изображенные на разрезе Б-Б.
2. Покажите контур детали поз. 2.
3. Можно ли назвать изображение Б-Б сечением?



03. КРАН СЛИВНОЙ

Формат	Зона	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.03.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.03.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.03.00.02	Пробка	1	
A3	3		M400.03.00.03	Крышка	1	
A3	4		M400.03.00.04	Рукоятка	1	
A4	5		M400.03.00.05	Втулка	1	
A4	6		M400.03.00.06	Колено	1	
				Материалы		
		7		Картон А1 ГОСТ 9374—74	1	

Сливной кран монтируется на конце трубопровода и служит для слива жидкости. При сливе рукоятку поз. 4 устанавливают вдоль трубопровода, для прекращения слива — поперек. Чтобы обеспечить герметичность, конус пробки поз. 2 притирается к внутренней стенке корпуса поз. 1.

Крышка поз. 3 и втулка поз. 5 обеспечивают необходимую плотность прилегания пробки поз. 2 к внутренней поверхности корпуса поз. 1.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6.
Материал деталей поз. 1, 2, 5, 6 — БрА9Мц2Л
ГОСТ 493—79, деталей поз. 3, 4 — Ст 5 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите на виде слева форму отверстия детали поз. 2.
2. Имеется ли на чертеже изображение сечения?
3. Покажите контур детали поз. 4.

Долгопрудненский авиационный техникум
Электронная библиотека

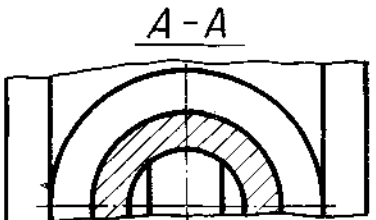
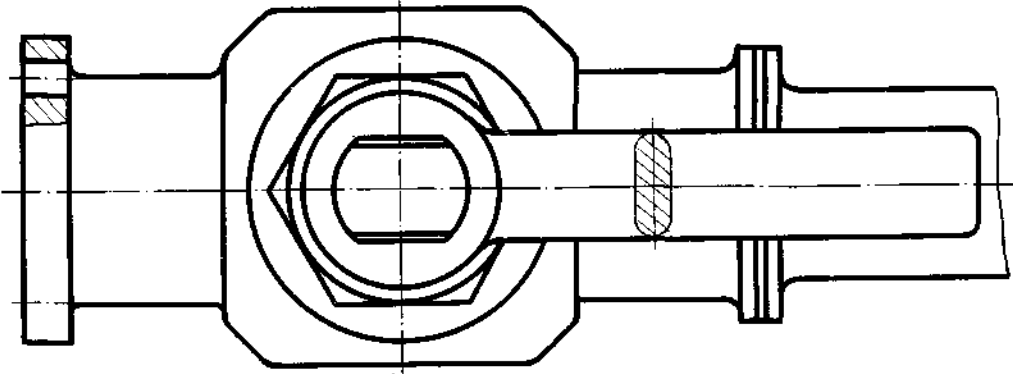
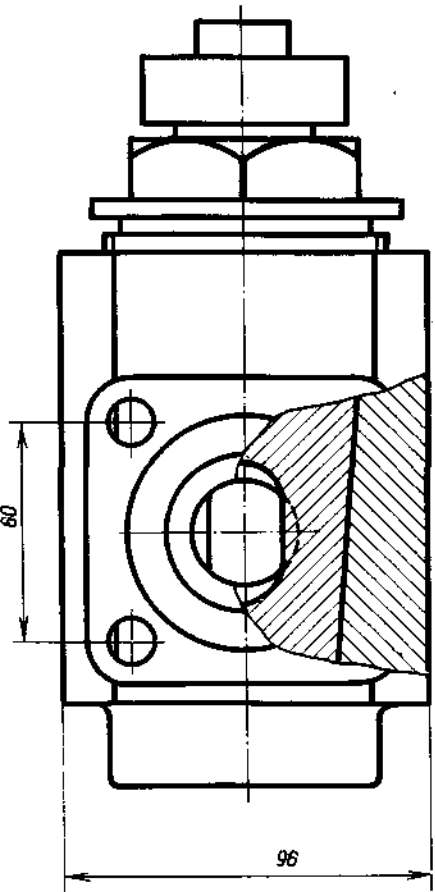
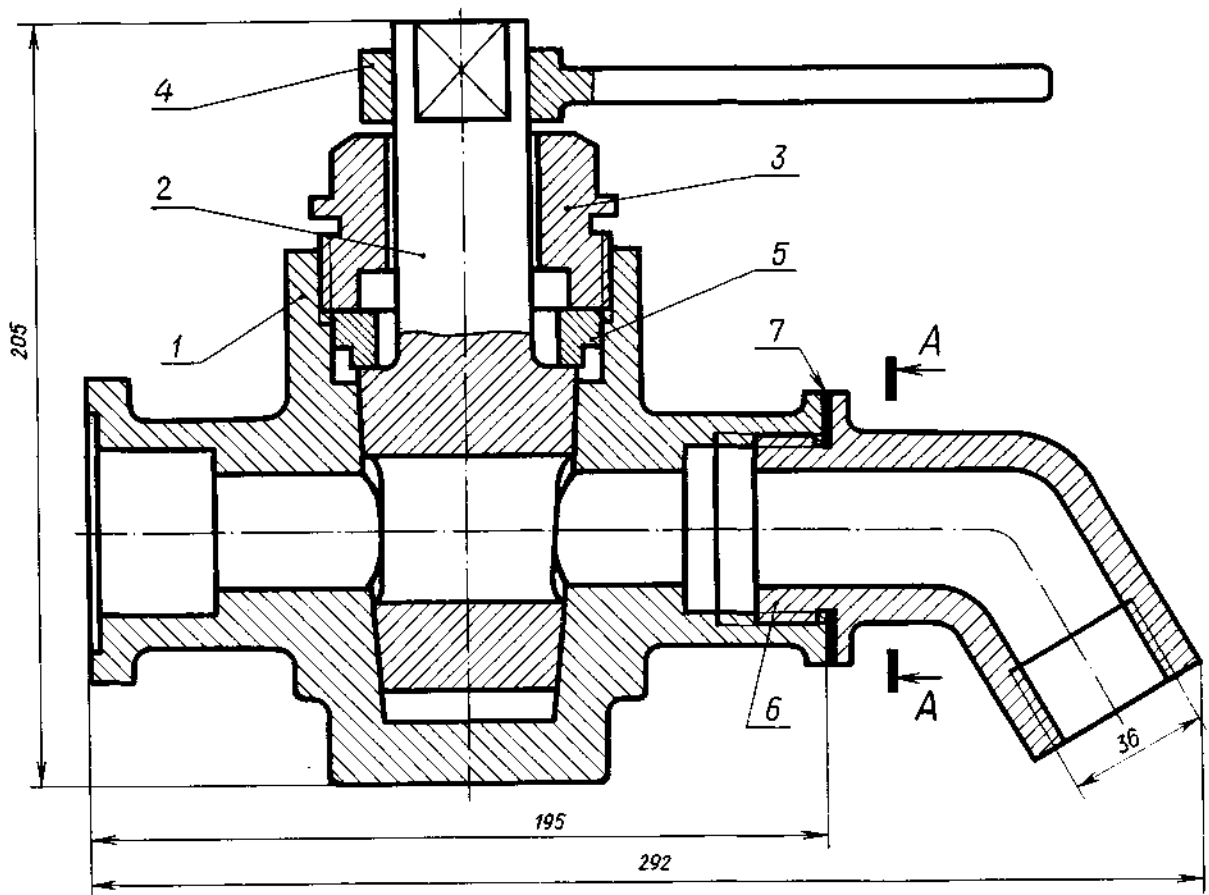
Козловский Александр Юрьевич



141702 Россия Московская обл.
г. Долгопрудный, ул. Собина, 1

Phone: 8(495)4084583 8(495)4083108
Email: dat_le@mail.ru
Site: gosdat.ru

M400.03.00.00.CB



				M400.03.00.00.CB		
				Кран сливной		
				Сборочный чертеж		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист	Масса
Проект.					у	1:2
Консульт.					Лист	Листов 1
Чертил.						
Принял.						

04. ЗАЖИМ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.04.00.00.CB	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.04.00.01	Зажим	1	
A3		2	M400.04.00.02	Винт	1	
A3		3	M400.04.00.03	Плита	1	
A3		4	M400.04.00.04	Корпус	1	
A4		5	M400.04.00.05	Гайка	1	
A3		6	M400.04.00.06	Цилиндр	1	
A4		7	M400.04.00.07	Крышка	1	
A3		8	M400.04.00.08	Крышка	1	
A1		9	M400.04.00.09	Пластина	1	
A4		10	M400.04.00.10	Втулка	1	
A3		11	M400.04.00.11	Поршень	1	
A4		12	M400.04.00.12	Болт М16	4	
A4		13	M400.04.00.13	Пробка	1	
A4		14	M400.04.00.14	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
		15	Винт А.М16×30.58		2	
		16	ГОСТ 1491—80			
		17	Гайка М16.5		4	
		18	ГОСТ 5915—70			
		19	Кольцо 028-033-30		1	
		20	ГОСТ 9833—73			
		21	Кольцо 055-060-30		2	
			ГОСТ 9833—73			
			Кольцо СГ 28-17-3		1	
			ГОСТ 6418—81			
			Штифт 4A8×25		1	
			ГОСТ 3128—70			
			Шайба 16.01.019		4	
			ГОСТ 11371—78			

Гидравлический зажим одностороннего действия предназначен для закрепления обрабатываемой детали.

Зажим устанавливают в поперечный паз стола станка при помощи нижнего выступа плиты поз. 3 и закрепляют четырьмя болтами поз. 12. Зажим устанавливают в одно из трех фиксируемых положений (верхний выступ в плите поз. 3 соответственно входит в одну из трех канавок в корпусе поз. 4) перпендикулярно станочным пазам, что обеспечивает его неподвижность при большом зажимном усилии.

В корпусе поз. 4 расположен зажим поз. 1, соединенный с винтом поз. 2 и поршнем поз. 11 гидроцилиндра. К резьбовому отверстию крышки поз. 7 присоединяют гибкий шланг системы. Под давлением масла поршень перемещается влево, действуя на зажим поз. 1, который закрепляет обрабатываемую деталь. В исходное положение зажим возвращает пружина поз. 14. Уплотнительные кольца поз. 17, 18, 19 обеспечивают герметичность гидроцилиндра.

Задание

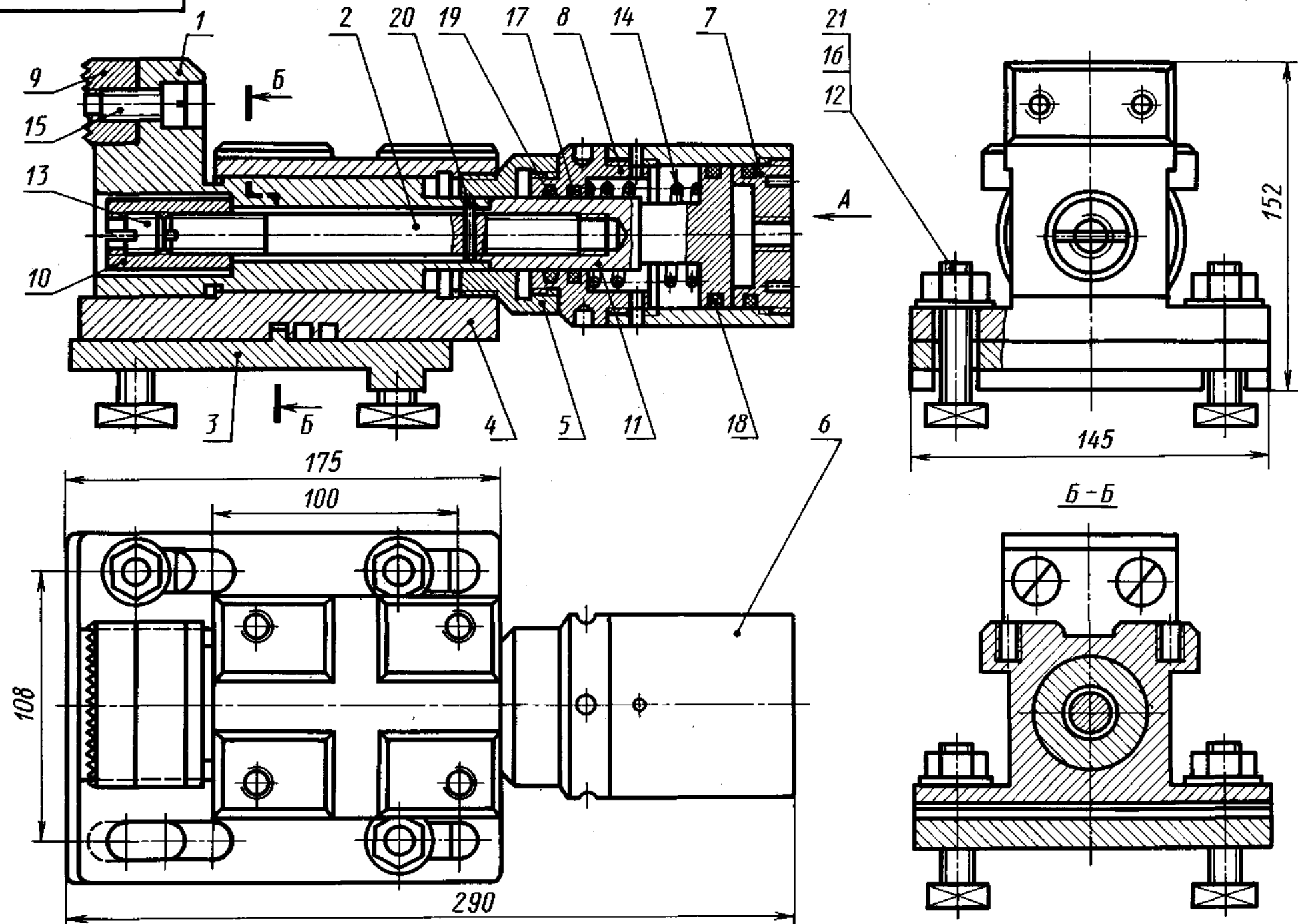
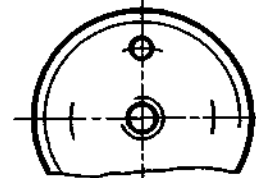
Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 8, 11. Деталь поз. 1 или поз. 4 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1, 3 ... 9, 11 — отливка 15Л-1 ГОСТ 977—75, деталей поз. 2, 10, 12, 13 — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. 14 — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. 4.
2. Сколько отверстий в деталях поз. 7 и поз. 8?
3. Какие детали видно на виде сверху?

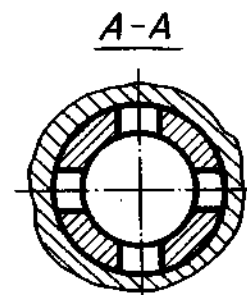
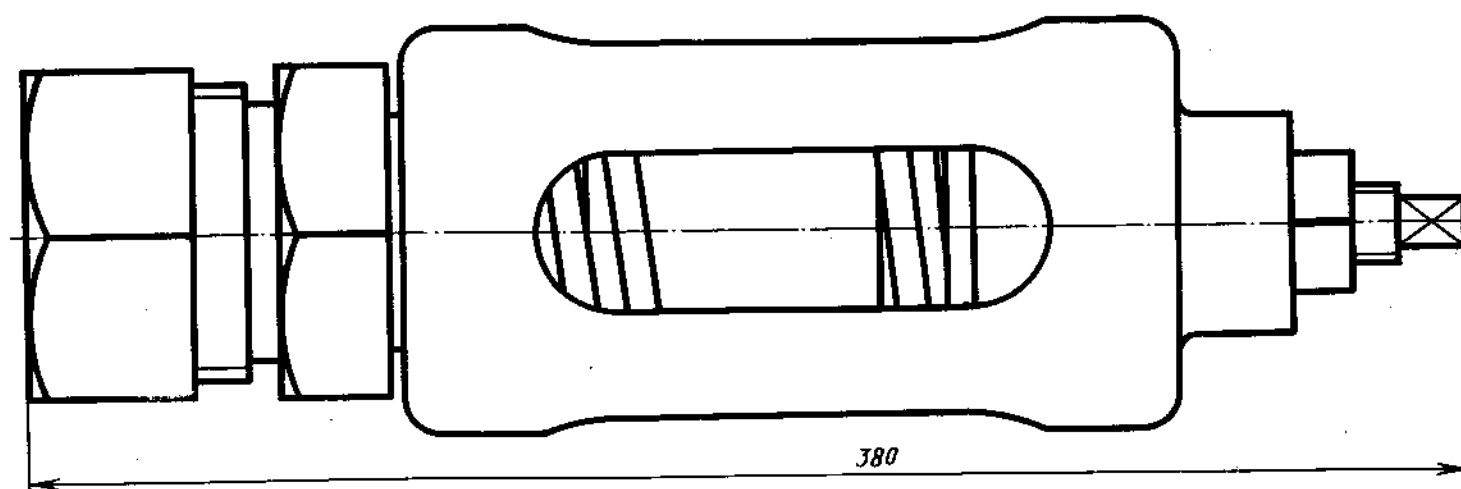
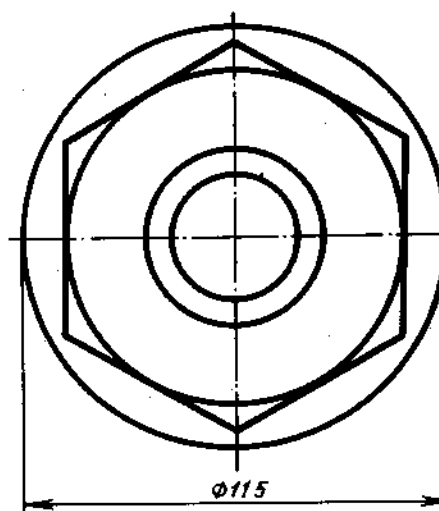
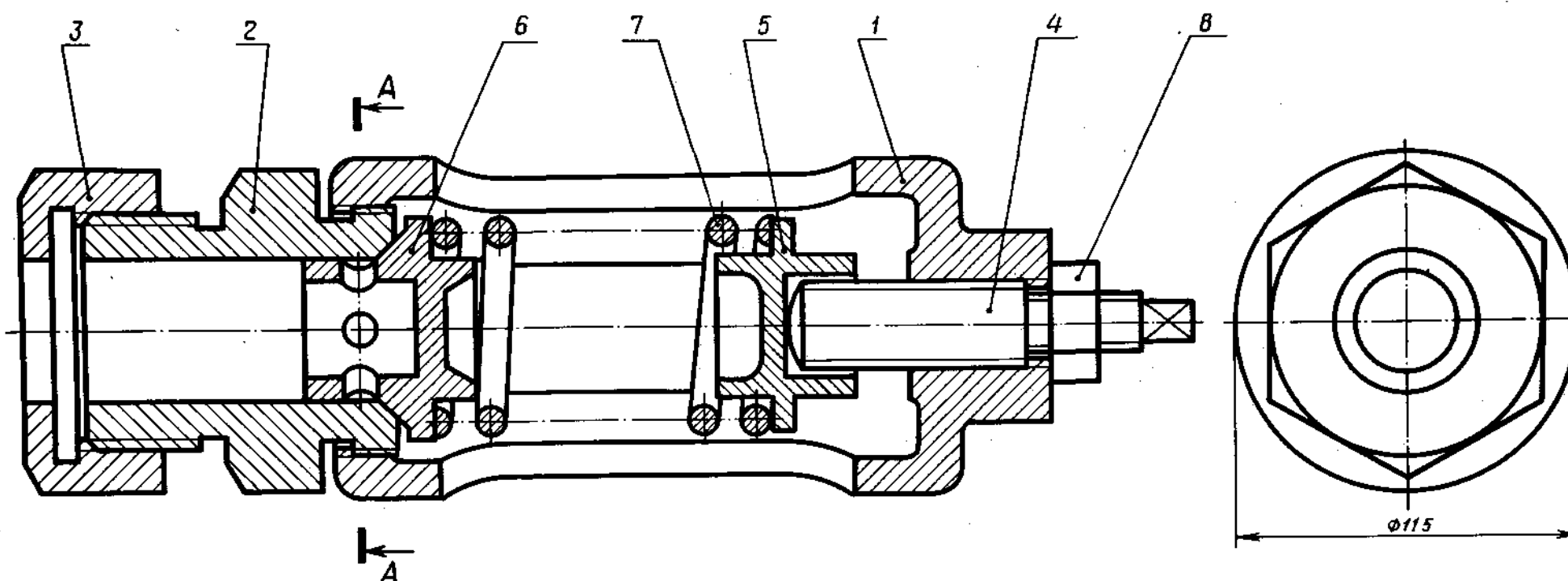
93'00'00" 70'00'00" W

Вид А
дет. 7

M400.04.00.00.CB			
Изм.	Лист	И. док.	Подпись
Проект.			
Консульт.			
Чертил			
Принял			
Зажим гидравлический		Лит.	Масса
Сборочный чертеж		у	1:2
		Лист	Листов

92'00'00'50'00'W

05. КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ



Формат	Зона	Пол.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.05.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.05.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.05.00.02	Седло	1	
A4	3		M400.05.00.03	Гайка	1	
A4	4		M400.05.00.04	Винт	1	
A4	5		M400.05.00.05	Опора	1	
A4	6		M400.05.00.06	Клапан	1	
A4	7		M400.05.00.07	Пружина	1	
	8			Стандартные изделия Гайка М24,5 ГОСТ 5915-70	1	

Предохранительный клапан устанавливают в трубопроводах, системах управления и регулирования для сброса избыточного давления жидкостей или пара. Клапан регулируют на определенное давление винтом поз. 4, который фиксируется гайкой поз. 8.

При увеличении давления выше нормы жидкость или пар давят на клапан поз. 6, который, сжимая пружину поз. 7, перемещается вправо. При этом жидкость или пар выходят через отверстия клапана и корпуса поз. 1.

При падении давления жидкости или пара пружина перемещает клапан в исходное положение. Для обеспечения хорошей герметичности поверхность клапана прижимается к седлу поз. 2.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7.
Материал деталей поз. 2, 3 — Отливка 15Л-1 ГОСТ 977-75, детали поз. 7 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74, детали поз. 1 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, детали поз. 4 ... 6 — Ст5 ГОСТ 380-71.

Ответьте на вопросы:

1. На каких изображениях видна деталь поз. 7?
2. Какое назначение детали поз. 4?
3. Сколько отверстий в детали поз. 6?

				M400.05.00.00.CB			
				Клапан предохранительный Сборочный чертеж			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Проект.					У		1:2
Консульт.					Лист	Листов	1
Чертил							
Принял							

06. ПРИЖИМ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Код	Примечание
A2			M400.06.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.06.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.06.00.02	Цилиндр	1	
A3	3		M400.06.00.03	Стакан	1	
A4	4		M400.06.00.04	Поршень	1	
A4	5		M400.06.00.05	Крышка	1	
A4	6		M400.06.00.06	Полукольцо	1	
A3	7		M400.06.00.07	Кулачок	1	
	8		M400.06.00.08	Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
	9		Винт А.М8Х20.58		6	
	10		ГОСТ 1491—80		6	
	11		Винт 2М8Х25.58		1	
	12		ГОСТ 1491—80		1	
	13		Винт 2М16Х70.58		2	
	14		ГОСТ 1491—80		1	
			Кольцо 032-037-30		1	
			ГОСТ 9833—73		2	
			Кольцо 055-060-30		1	
			ГОСТ 9833—73		1	
			Шайба 20 65Г 02 9		1	
			ГОСТ 6402—70			

Гидравлический прижим предназначен для закрепления обрабатываемых деталей на станках.

Прижим работает от гидроцилиндра, который крепится к корпусу прихвата поз. 1 двумя полукольцами поз. 6, входящими в наружные канавки детали поз. 3, полукольца крепятся винтами поз. 9. Прихват фиксируется двумя шпонками, входящими в нижний паз корпуса поз. 1 и паз станка, и крепится четырьмя пазовыми болтами.

Гидроцилиндр прижима — двустороннего действия. Поршень под давлением жидкости, поступающей через резьбовое отверстие детали поз. 5, перемещается совместно с кулачком поз. 7 вправо, вытесняя через нижнее отверстие детали поз. 3 жидкость из правой полости гидроцилиндра. При этом обеспечивается зажим детали. Под давлением жидкости, поступающей через верхнее отверстие детали поз. 3, поршень перемещается влево, вытесняя жидкость из левой полости цилиндра через верхнее отверстие детали поз. 2. Кулачок поз. 7 перемещается, и обрабатываемая деталь освобождается.

Задание

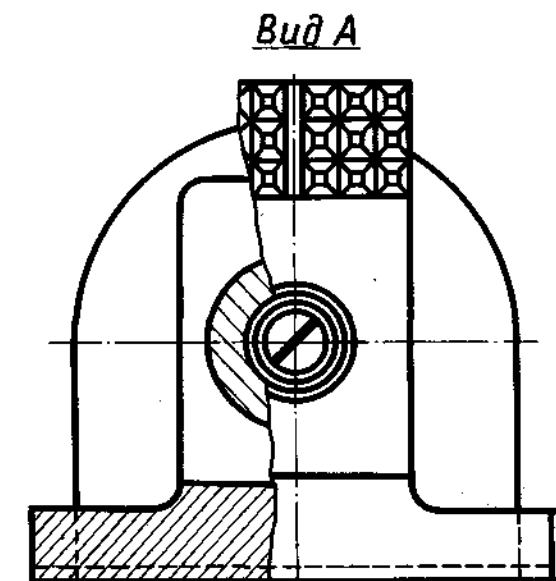
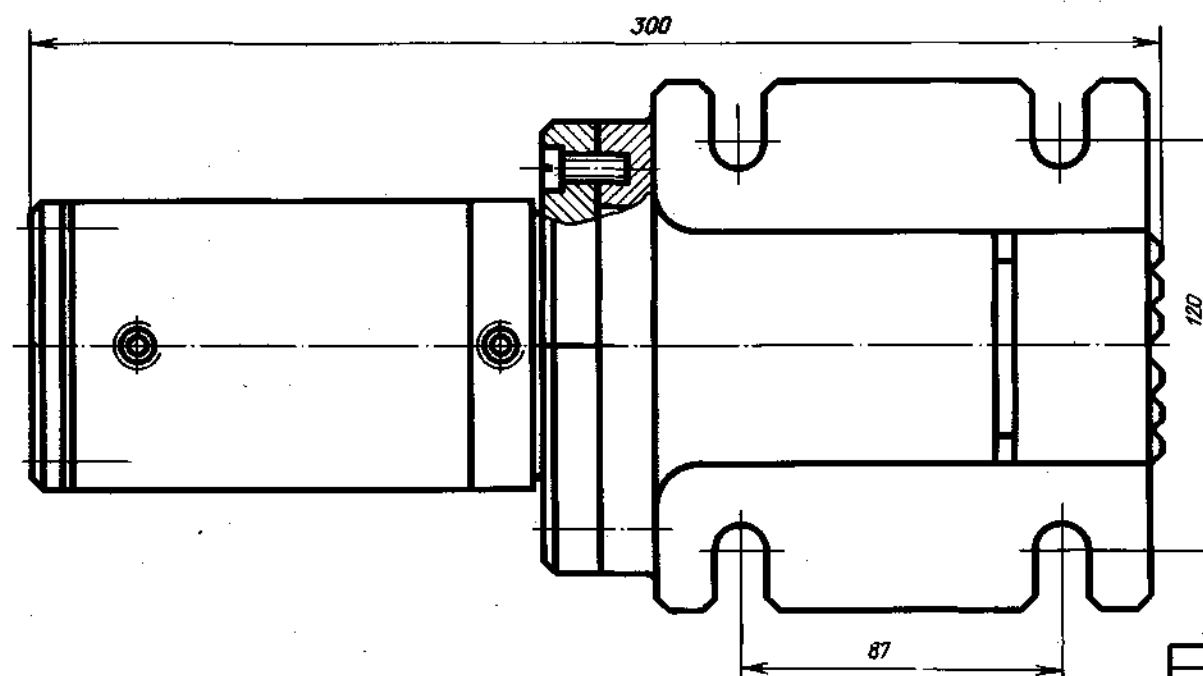
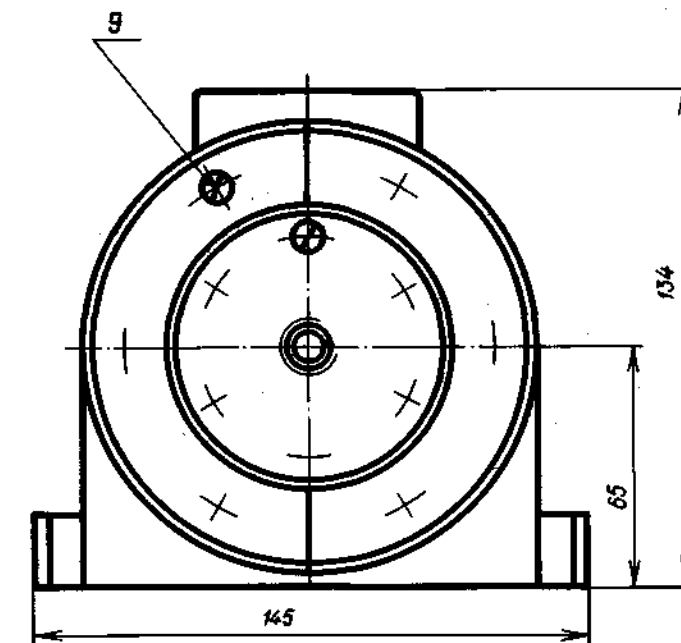
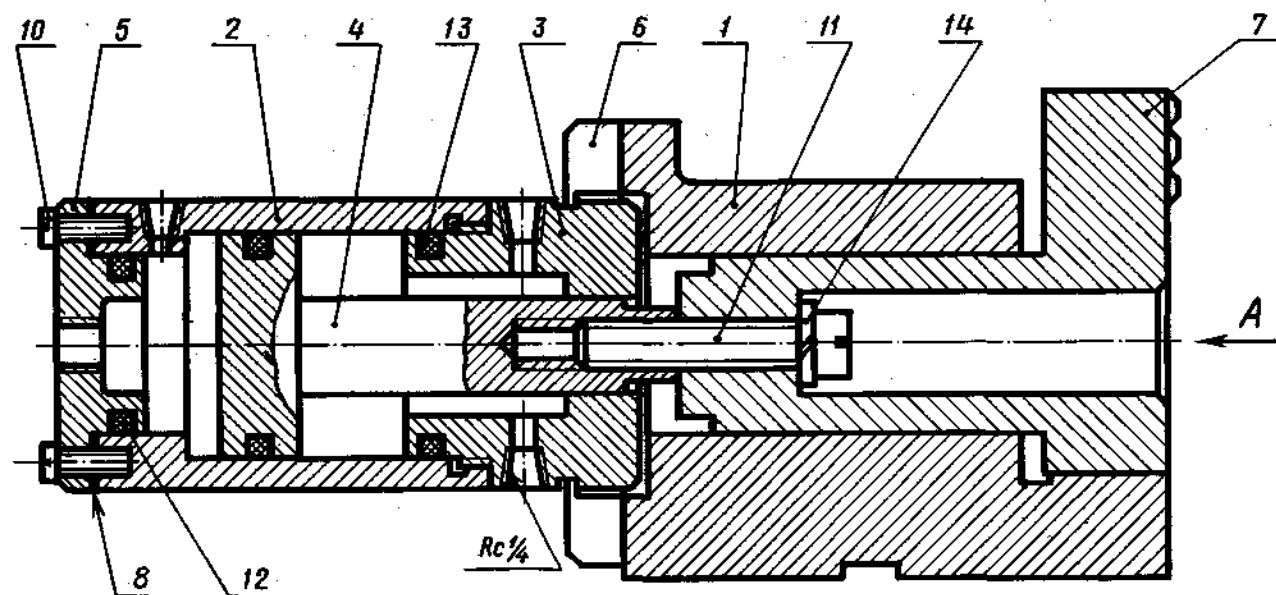
Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7. Деталь поз. 1 или 7 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1, 5, 7 — Отливка 20Л-1 ГОСТ 977—75, детали поз. 2 ... 4 — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, детали поз. 8 — картон А 2 ГОСТ 9347—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. 1.
2. Видна ли деталь поз. 3 на видах слева и сверху?
3. Как называется разрез, изображенный на виде сверху?

92'00'00'90'00'HW



					M400.06.00.00.CB				
					Прижим гидравлический Сборочный чертёж				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.		Масса	Масштаб	
Проект.						У		1:2	
Консульт.					Лист		Листов 1		
Чертил									
Принял									

07. ПРИЗМА РАЗДВИЖНАЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.07.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертёж		
				Детали		
A3	1		M400.07.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.07.00.02	Призма	1	
A3	3		M400.07.00.03	Призма	1	
A4	4		M400.07.00.04	Винт	1	
A4	5		M400.07.00.05	Кронштейн	2	
A4	6		M400.07.00.06	Рукоятка	1	
A4	7		M400.07.00.07	Шайба	2	
A4	8		M400.07.00.08	Планка	2	
		9		Стандартные изделия		
				Винт А.М8×25.58	6	
		10		ГОСТ 1491—80		
				Винт А.М12×30.58	10	
				ГОСТ 1491—80		

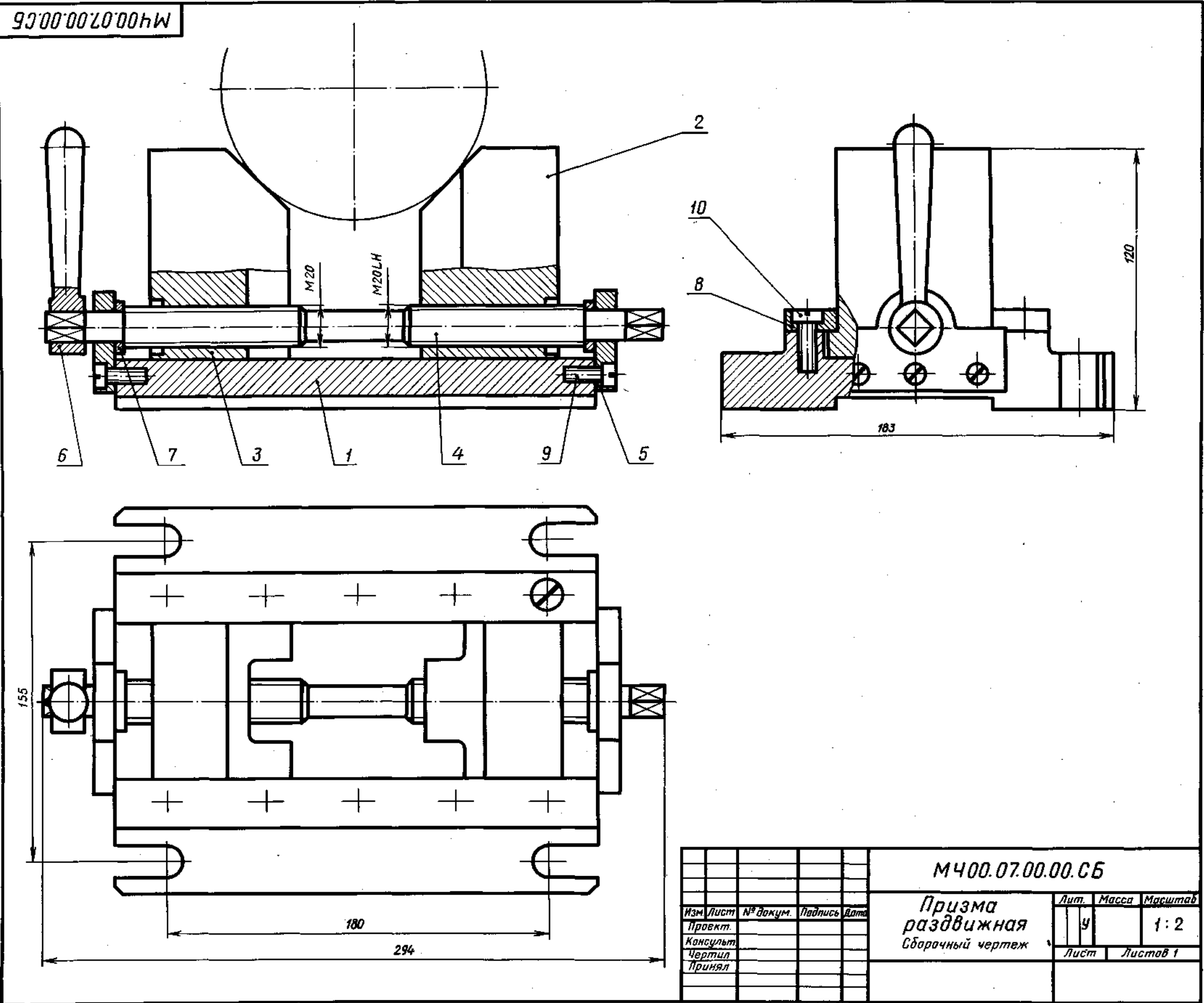
Раздвижная призма служит в качестве фиксированной опоры при обработке деталей диаметром 40 ... 200 мм на сверлильных, расточных, фрезерных и строгальных станках. Она состоит из корпуса поз. 1, который фиксируется относительно инструмента шпонками (шпонка на чертеже не показана) и крепится станочными болтами. Призматические губки поз. 2 и поз. 3 по направляющим корпуса передвигают вращением винта поз. 4 (с правой и левой резьбой).

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6.
Материал деталей поз. 1 ... 3, 6 — Отливка 15Л1-1
ГОСТ 977—75, деталей поз. 4, 5, 7, 8 — Ст 5
ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. Какая разница в форме деталей поз. 2 и поз. 3?
2. С помощью каких деталей крепят детали поз. 2 и поз. 3?
3. Сколько отверстий с резьбой имеет деталь поз. 1?



					М400.07.00.00.СБ				
					Призма раздвижная Сборочный чертёж		Лит.	Масса	Масштаб
							У		1:2
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			Лист	Листов 1	
Проект.									
Консульт									
Чертил									
Принял									

08. ФОРСУНКА

2-е детализирование

M400.08.00.00.CB

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.08.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.08.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.08.00.02	Сопло	1	
A3		3	M400.08.00.03	Тройник	1	
A4		4	M400.08.00.04	Конус	1	
A4		5	M400.08.00.05	Ниппель	1	
A4		6	M400.08.00.06	Ниппель	1	
A4		7	M400.08.00.07	Гайка накидная	2	
A4		8	M400.08.00.08	Маховик	1	
A4		9	M400.08.00.09	Гайка	1	
A4		10	M400.08.00.10	Гайка	1	
				Стандартные изделия		
				Гайка M12.5	1	
				ГОСТ 5915—70		
		11				

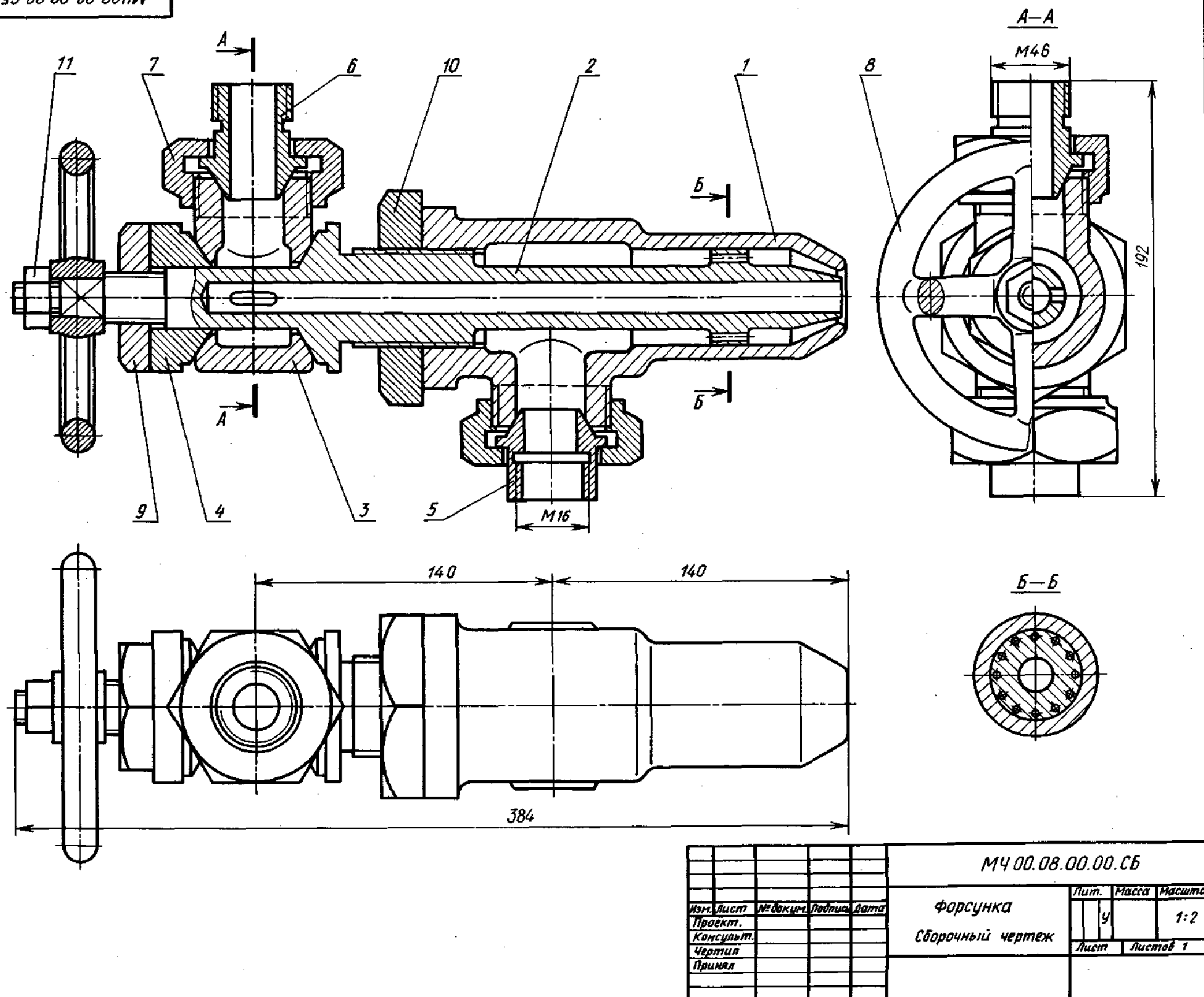
Форсунка предназначена для распыления жидкого топлива при сжигании его в топках паровых котлов. Подача топлива в форсунку происходит через ниппель поз. 5. Одновременно через ниппель поз. 6 подается пар из котла или сжатый воздух из компрессора. По каналу сопла поз. 2 пар устремляется к выходу, где он подхватывает жидкое топливо и распыляет его. Количество подаваемого в топку котла топлива можно изменять вращением маховика поз. 8, регулируя тем самым величину зазора между коническими поверхностями сопла поз. 2 и корпуса поз. 1.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 8. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. 1.
Материал деталей поз. 1 ... 7 — БрО5Ц5С5 ГОСТ 613—79, детали поз. 8 — Ст 3 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали в сечении Б—Б.
2. Видны ли детали поз. 2 и 5 на разрезе А—А и в виде сверху?
3. Сколько сечений имеется на данном чертеже?





Вид Б дет. 4

Формат	Зона	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-
A2			M400.09.00.00.CB	Документация Сборочный чертёж		
				Детали		
A3		1	M400.09.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.09.00.02	Губка подвижная	1	
A3		3	M400.09.00.03	Винт	1	
A4		4	M400.09.00.04	Пластина	2	
A4		5	M400.09.00.05	Крышка	1	
A4		6	M400.09.00.06	Планка	1	
				Стандартные изделия		
		7		Болт M10×24.58 ГОСТ 7805—70	4	
		8		Винт A.M8×25.58 ГОСТ 1491—80	4	
		9		Гайка M8.5 ГОСТ 5915—70	4	
		10		Шпилька M8×20.58 ГОСТ 22034—76	4	

Корпус поз. 1 прикрепляют к столу станка четырьмя болтами, которые входят в прорези основания корпуса (на чертеже болты не показаны). Обрабатываемую деталь закладывают между двумя смежными пластинами поз. 4, одна из которых прикреплена винтами поз. 8 к корпусу, другая — к подвижной губке поз. 2. Ходовой винт поз. 3, имеющий прямоугольную резьбу правого направления, фиксируется от осевого перемещения буртиками, упирающимися в торцы отверстия корпуса поз. 1 и крышки поз. 5. При перемещении подвижной губки влево обрабатываемая деталь зажимается между пластинками. Чтобы губка не приподнималась, к ней снизу болтами поз. 7 прикреплены две направляющие планки поз. 6.

Задание

Материал деталей поз. 1...3, 5 — Сталь 35
ГОСТ 1050—74, поз. 4 — Ст 6 ГОСТ 380—71, поз. 6 —
Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Каким количеством шпилек прикрепляется крышка поз. 5 к корпусу поз. 1?
2. Что обозначают проведенные диагонали на конце детали поз. 8?
3. Покажите на изображениях контуры детали поз. 2.

[illegible]

10. ЗАЖИМ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПОВОРОТНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.10.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.10.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.10.00.02	Цилиндр	1	
A3		3	M400.10.00.03	Поршень	1	
A3		4	M400.10.00.04	Крышка	1	
A4		5	M400.10.00.05	Палец	1	
A4		6	M400.10.00.06	Штырь	1	
A4		7	M400.10.00.07	Пружина	1	
A4		8	M400.10.00.08	Крышка	1	
				Стандартные изделия		
		9		Гайка М24.5	1	
		10		ГОСТ 5915-70	1	
		11		Кольцо 020-025-30	1	
		12		ГОСТ 9833-73	1	
		13		Кольцо СГ 28-17-3,5	1	
				ГОСТ 6418-81	3	
				Кольцо 035-040-30	1	
				ГОСТ 9833-73	1	
				Шайба 24.01.019	1	
				ГОСТ 11371-78	1	

Гидравлический поворотный зажим предназначен для перемещения обрабатываемой на металлорежущих станках детали до упорной базы.

Зажим устанавливают на столе станка или переходной плите и закрепляют в пазу с помощью квадратной головки пальца поз. 5 и гайки поз. 9. Корпус поз. 1 соединен с гидроцилиндром поз. 2.

Гидроцилиндр может быть одностороннего и двустороннего действия. Под действием давления жидкости, поступающей поочередно через резьбовые отверстия крышек поз. 4 и поз. 8, поршень перемещается соответственно вправо или влево. При одностороннем действии верхнее резьбовое отверстие крышки поз. 4 закрывается пробкой. В этом случае под действием давления жидкости, поступающей через отверстие крышки поз. 8, поршень через упорный штырь поз. 6 перемещает обрабатываемую деталь до упорной базы. Обрато поршень возвращается пружиной поз. 7, при этом жидкость, находящаяся в правой полости гидроцилиндра, перетекает через резьбовое отверстие крышки поз. 8 в гидросистему.

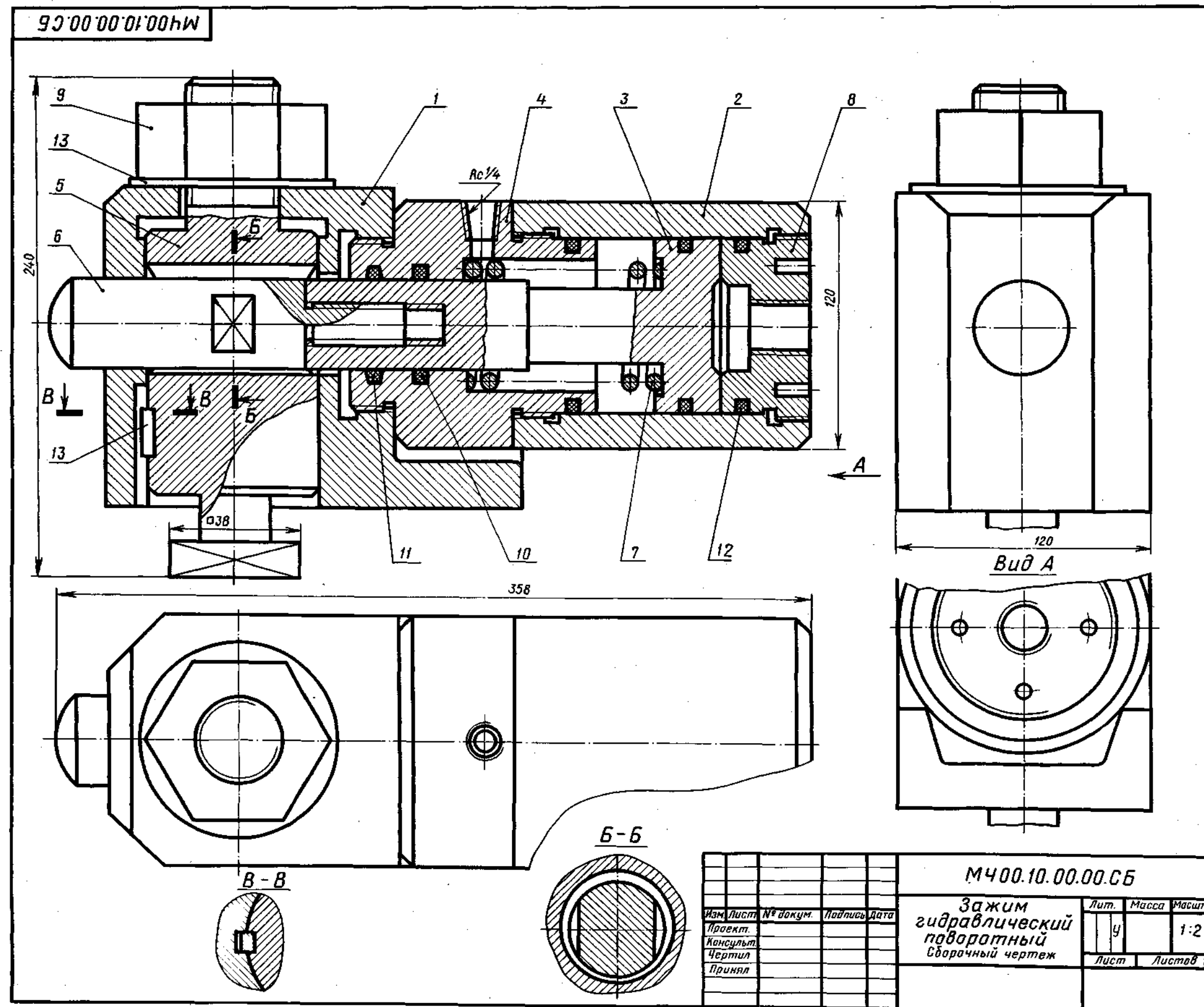
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 8. Деталь поз. 1 или 4 изобразить в аксонометрической проекции.

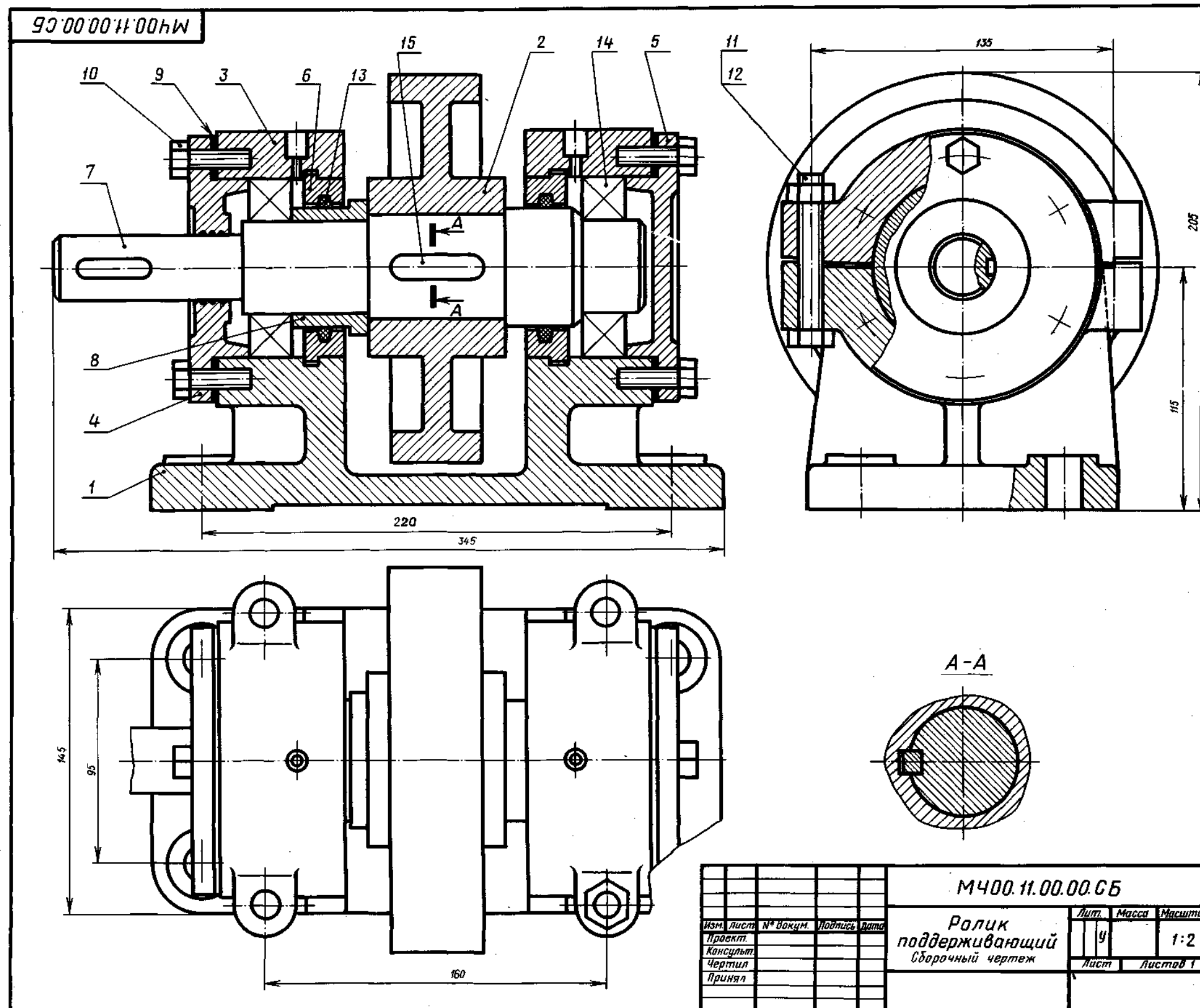
Материал деталей поз. 1, 5 — Сталь 15
ГОСТ 1050-74, деталей поз. 2 ... 4, 6, 8 — Сталь 20
ГОСТ 1050-74, детали поз. 7 — Сталь 65Г
ГОСТ 1050-74, детали поз. 9 — Ст 5 ГОСТ 380-71.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько отверстий без резьбы имеет деталь поз. 8?
2. Какое назначение лысок в упорном штыре поз. 6?
3. Какие детали имеют резьбу?



11. РОЛИК ПОДДЕРЖИВАЮЩИЙ



Код	Знак	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.11.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.11.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.11.00.02	Ролик	1	
A3		3	M400.11.00.03	Крышка	2	
A4		4	M400.11.00.04	Крышка	1	
A4		5	M400.11.00.05	Крышка	1	
A4		6	M400.11.00.06	Диск	2	
A3		7	M400.11.00.07	Вал	1	
A3		8	M400.11.00.08	Втулка	1	
A3		9	M400.11.00.09	Прокладка	2	
				Стандартные изделия		
		10	Болт M10x35.58		12	
		11	ГОСТ 7798-70		4	
		12	Болт M12x90.58		4	
		13	ГОСТ 7798-70		4	
		14	Гайка M12.5		4	
		15	ГОСТ 5915-70		2	
			Кольцо СГ 28-17.3.5		2	
			ГОСТ 6418-81		2	
			Шарикоподшипник 211		2	
			ГОСТ 8338-75		1	
			Шпонка 14x9x25		1	
			ГОСТ 23360-78			

Ролики устанавливают на листопрокатном стане по обе его стороны для поддержки прокатных листов при подаче и приеме их с валков.

Ролик приводится в движение от электродвигателя. Опорами вала поз. 7 являются подшипники качения поз. 14. Подшипники смазываются густой смазкой, поступающей из масленок, запрессованных в отверстия крышек поз. 3. Корпуса поз. 1 роликов крепятся болтами к раме прокатного стана.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 4, 6, 7.

Материал деталей поз. 1 ... 5 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 6 ... 8 — Сталь 45 ГОСТ 1050-74, детали поз. 9 — кожа.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько отверстий в детали поз. 5?
2. Покажите контур детали поз. 3.
3. Имеются ли на чертеже местные разрезы и сечения?

12. ОТВОДКА С ВИНТОВЫМ ПРИВОДОМ

Код	Лист	Обозначение	Наименование	Код	Примечание
A2		M400.12.00.00.CB	Сборочный чертеж		
			Детали		
A2	1	M400.12.00.01	Корпус	1	
A3	2	M400.12.00.02	Стойка	1	
A4	3	M400.12.00.03	Полукольцо верхнее	1	
A4	4	M400.12.00.04	Полукольцо нижнее	1	
A3	5	M400.12.00.05	Рычаг	2	
A4	6	M400.12.00.06	Траверса	1	
A4	7	M400.12.00.07	Ось	1	
A4	8	M400.12.00.08	Винт	1	
A4	9	M400.12.00.09	Втулка	1	
A4	10	M400.12.00.10	Втулка	3	
A4	11	M400.12.00.11	Маховик	1	
A4	12	M400.12.00.12	Ручка	1	
A4	13	M400.12.00.13	Кольцо	1	
			Стандартные изделия		
	14		Болт M10X45.58	2	
	15		ГОСТ 7798-70		
	16		Болт M12X90.58	3	
	17		ГОСТ 7798-70		
	18		Винт M10X25.48	1	
	19		ГОСТ 1482-84		
	20		Гайка M10.5	2	
	21		ГОСТ 5915-70		
	22		Гайка M12.5	4	
	23		ГОСТ 5915-70		
	24		Шайба 10 65Г 029	2	
			ГОСТ 6402-70		
			Шайба 12 65Г 029	3	
			ГОСТ 6402-70		
			Шайба 12.01.06	1	
			ГОСТ 11371-78		
			Шайба 24.01.06	1	
			ГОСТ 11371-78		
			Штифт 4x8x12	1	
			ГОСТ 3128-70		
			Шпилька 4x32-001		
			ГОСТ 397-79		

Отводки применяют для включения и выключения сцепных муфт без остановки ведущего вала.

На полу или стене устанавливают стойку поз. 2. Концы винта поз. 16 входят в продольные пазы оси поз. 7 и таким образом обеспечивается возможность регулирования кольца отводки по высоте. В продольные пазы полозья рычага поз. 5 входят пальцы полуколец поз. 3, 4 разъемного кольца отводки, надеваемого на подвижную муфту (на чертеже не показана). Левый конец рычага образует вилку, в прорези которой входят пальцы траверсы поз. 6. При вращении маховика поз. 11, закрепленного на винте поз. 8, рычаг поз. 5, поворачиваясь вокруг оси поз. 7, перемещает кольцо отводки, а вместе с ним и подвижную муфту.

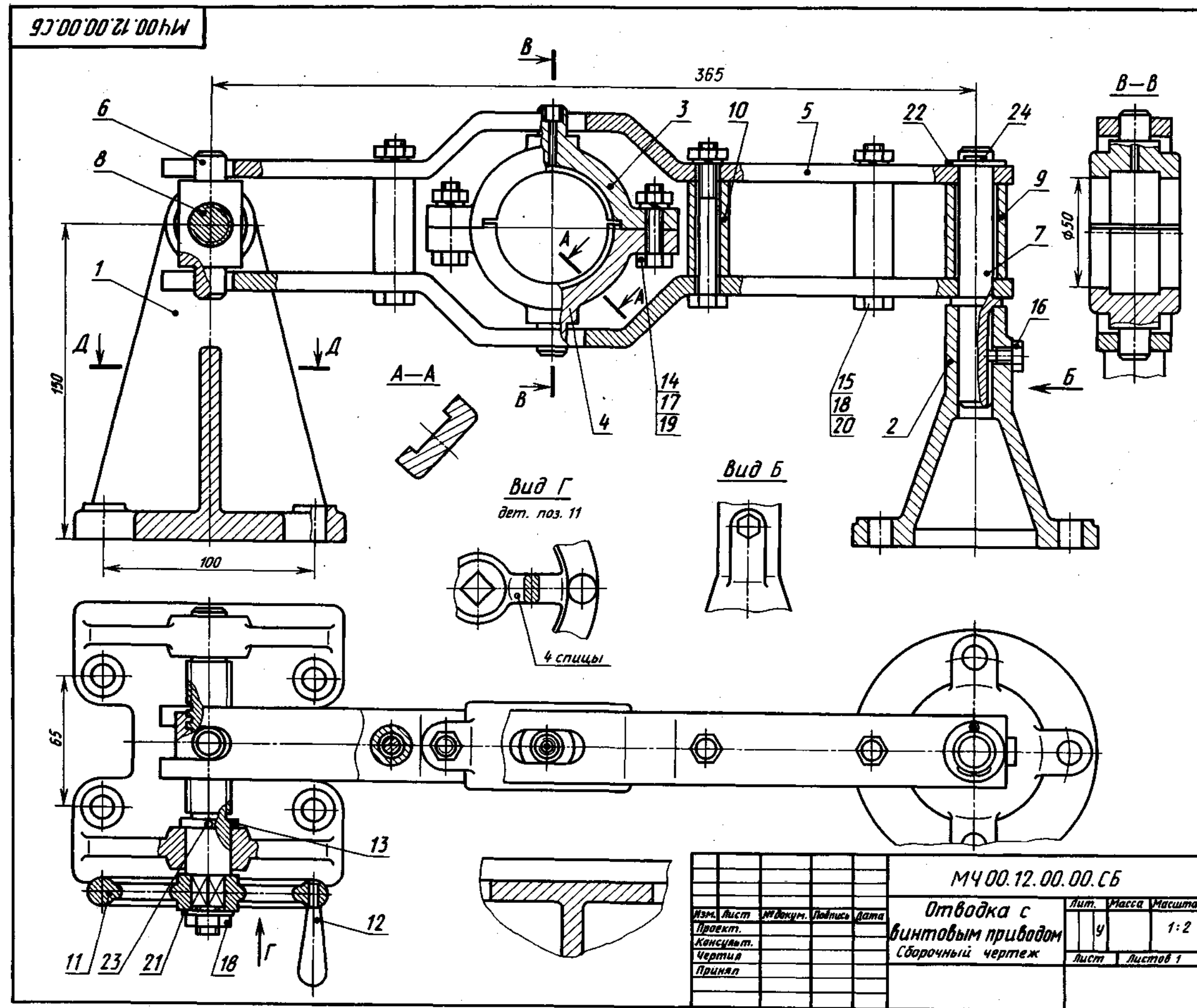
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1...8. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. 1 или поз. 2.

Материал деталей поз. 1, 2 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, поз. 3, 4, 6, 7 — Сталь Ст 6 ГОСТ 380-71, поз. 5, 8 — Сталь 30 ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Имеется ли на чертеже изображение сечения?
2. Назовите детали, которые видны на разрезе В-В.
3. Что нужно сделать, чтобы из корпуса поз. 1 вынуть деталь поз. 8?



13. ОБОЙМА

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.13.00.00.CB	Документация		
				Обойма		
				Детали		
A3	1		M400.13.00.01	Вилка	1	
A3	2		M400.13.00.02	Подвеска	1	
A4	3		M400.13.00.03	Блок	1	
A4	4		M400.13.00.04	Кольцо	2	
A4	5		M400.13.00.05	Планка	1	
A4	6		M400.13.00.06	Ось	1	
A4	7		M400.13.00.07	Ось	1	
A4	8		M400.13.00.08	Втулка	1	
				Стандартные изделия		
		9	Винт А.М4×16.58		2	
		10	ГОСТ 1491—80			
		11	Винт М10×16.58		4	
			ГОСТ 1477—84			
			Винт М12×14.58		1	
			ГОСТ 1477—84			

Обойма применяется в грузоподъемных механизмах. Трос (на чертеже не показан) грузоподъемного механизма охватывает блок поз. 3, в которой запрессована сменная втулка поз. 8. Блок поз. 3 вращается на оси поз. 6. Внутри оси имеются каналы, которые через отверстие, закрытое винтом поз. 11, заполняются густой смазкой. Опорой оси поз. 6 является вилка поз. 1, соединенная осью поз. 7 с подвеской поз. 2 и вращающаяся вокруг этой оси. В резьбовое отверстие подвески поз. 2 ввинчивают грузоподъемный крюк (на чертеже не показан).

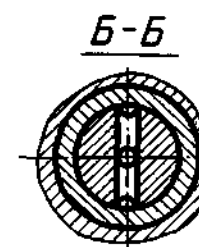
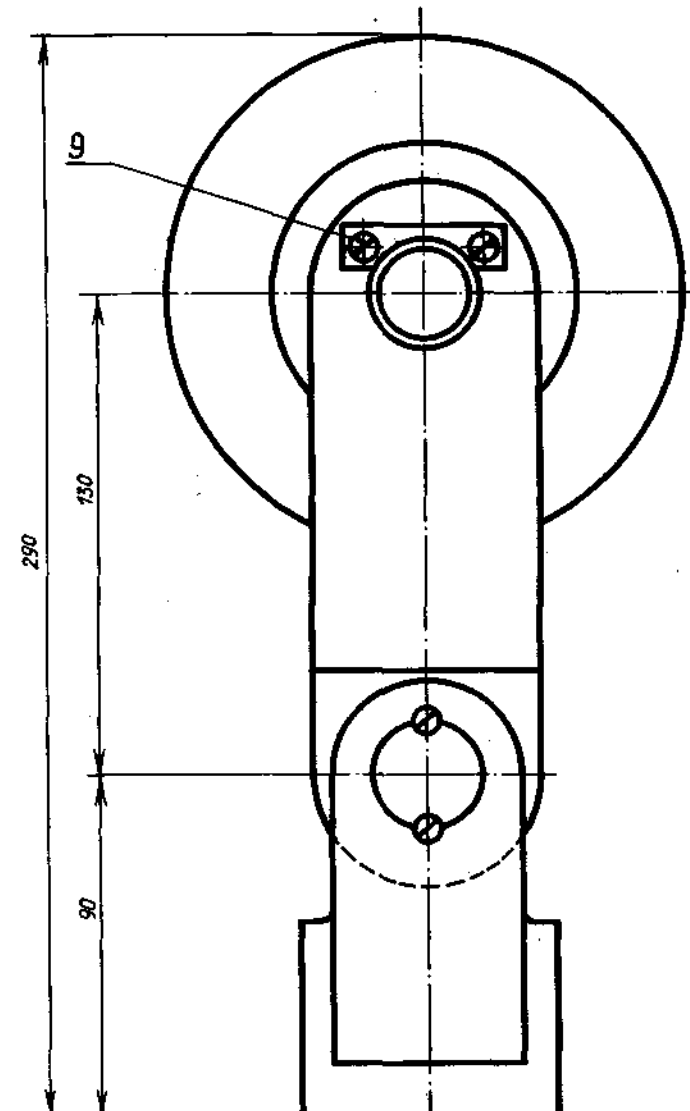
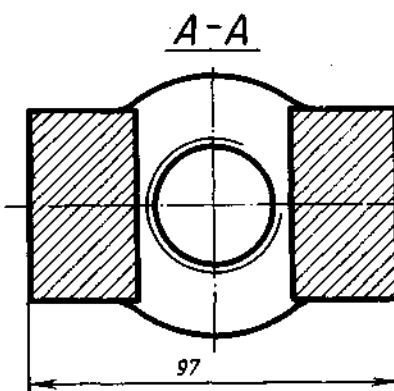
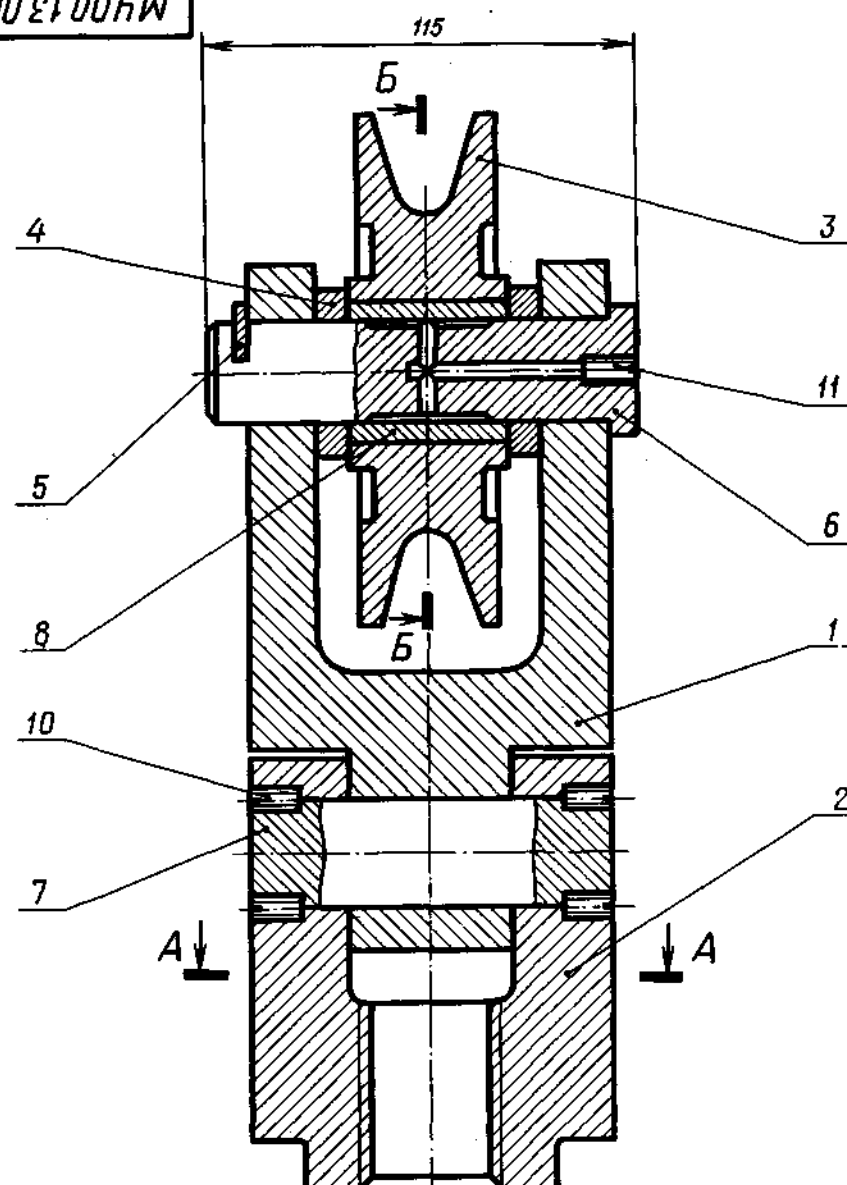
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 3, 6, 7.
Материал деталей поз. 1 ... 3 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. 4 ... 7 — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, детали поз. 8 — БрА9ЖЗЛ ГОСТ 493—79.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. 2.
2. Сколько деталей изображено на разрезе А—А?
3. Какое назначение детали поз. 5?

M400.13.00.00.CB



				M400.13.00.00.CB			
				Обойма			
				Сборочный чертеж			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Проект.					у		1:2
Консульт.					лист	лист	1
Чертил.							
Принял.							

1. Сколько сечений имеется на чертеже?
2. Назовите детали, которые видны на разрезе А—А.
3. Покажите контур детали поз. 1.



М 400.15.00.00.СБ

1-е детализирование

15. ПОДШИПНИК

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.15.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
A3		1	МЧ00.15.00.01	Детали Кронштейн	1	
A3		2	МЧ00.15.00.02	Корпус	1	
A4		3	МЧ00.15.00.03	Крышка	1	
A4		4	МЧ00.15.00.04	Вкладыш верхний	1	
A4		5	МЧ00.15.00.05	Вкладыш нижний	1	
		6		Стандартные изделия Болт М8×28,58 ГОСТ 7798—70	4	
		7		Шпилька М8×30,58 ГОСТ 22032—76	2	
		8		Гайка М8,5 ГОСТ 5915—70	6	
		9		Шайба 8.01.05 ГОСТ 11371—78	6	

Подшипник служит опорой для вращающегося вала и устанавливается на консоли в том случае, когда вал близко подходит к стене производственного помещения.

Консольная подшипниковая опора состоит из корпуса и подшипника скольжения со сменными бронзовыми вкладышами поз. 4, 5. Верхний вкладыш поз. 4 фиксируется цилиндрическим трубчатым выступом. Смазка к трущимся поверхностям вала и вкладыша подводится из масленки (на чертеже не показана), ввинчиваемой в резьбовое отверстие, расположенное в приливе верхнего вкладыша поз. 4.

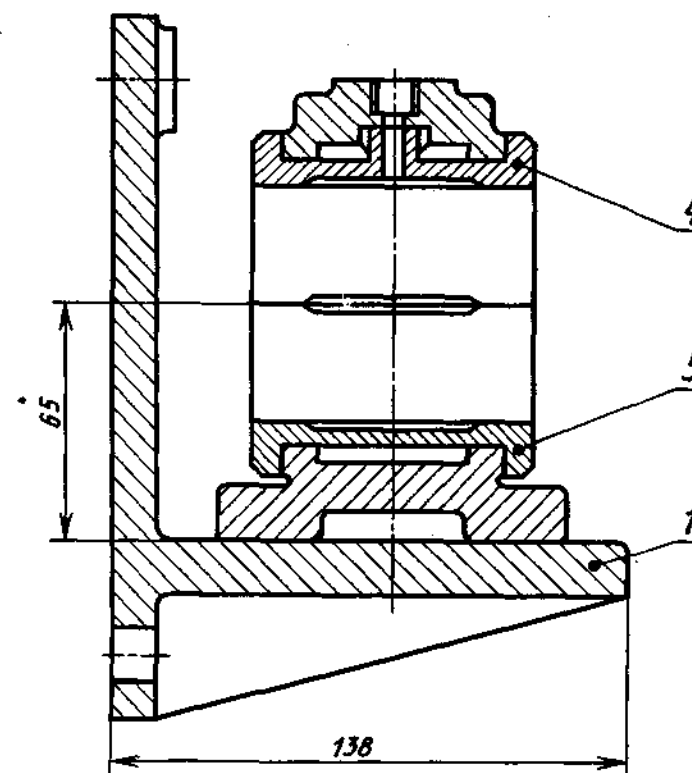
Крышку поз. 3 крепят к корпусу поз. 2 двумя шпильками поз. 7, а корпус крепят к кронштейну поз. 1 четырьмя болтами поз. 6. Кронштейн прикрепляется к стене пятью болтами (на чертеже не показаны).

Задание

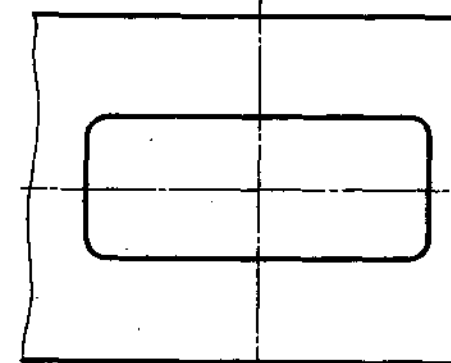
Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 5.
Материал детали поз. 1 — Ст 5 ГОСТ 380—71, поз. 2, 3 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, поз. 4, 5 — БрА9Мц2Л ГОСТ 493—79.

Ответьте на вопросы:

- Видна ли деталь поз. 5 на виде сверху?
- Сколько местных разрезов имеет данный чертеж?
- Покажите контур детали поз. 3.



Вид А
дет. поз. 2



				М 400.15.00.00.СБ		
				Подшипник		
				Сборочный чертеж		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Масса
Проект.					у	1:2
Консульт.					Лист	Листов 1
Чертил						
Принял						

16. РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			MЧ00.16.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	MЧ00.16.00.01	Корпус	1	
A3		2	MЧ00.16.00.02	Штуцер	1	
A4		3	MЧ00.16.00.03	Стакан	1	
A4		4	MЧ00.16.00.04	Цилиндр	1	
A4		5	MЧ00.16.00.05	Седло	1	
A4		6	MЧ00.16.00.06	Седло	1	
A4		7	MЧ00.16.00.07	Клапан	1	
A4		8	MЧ00.16.00.08	Пружина	1	
A4		9	MЧ00.16.00.09	Шток	1	
A4		10	MЧ00.16.00.10	Втулка	1	
A4		11	MЧ00.16.00.11	Игла	1	
				Стандартные изделия		
		12		Винт М6Х10,48	1	
				ГОСТ 1477—84		
		13		Гайка М8,5	1	
				ГОСТ 5915—70		
				Материалы		
		14		Картон А I	1	
				ГОСТ 9347—74		

Регулятор давления устанавливается на трубопроводах для предотвращения аварии в случае избыточного давления газа или воздуха.

При нормальном давлении газ или воздух, поступающий через штуцер поз. 2, давит на клапан поз. 7, но под действием пружины поз. 8 клапан не открывает отверстие левого седла поз. 6. Давление выше нормального перемещает клапан вправо, отверстие левого седла открывается и газ или воздух по каналам корпуса поз. 1 выходит в атмосферу. Иглой поз. 11 регулируют количество газа или воздуха, выпускаемого в атмосферу. При дальнейшем возрастании давления клапан перекрывает отверстие правого седла поз. 5.

Задание

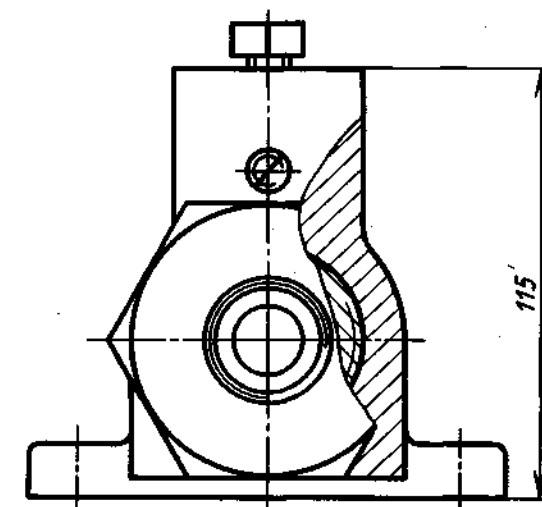
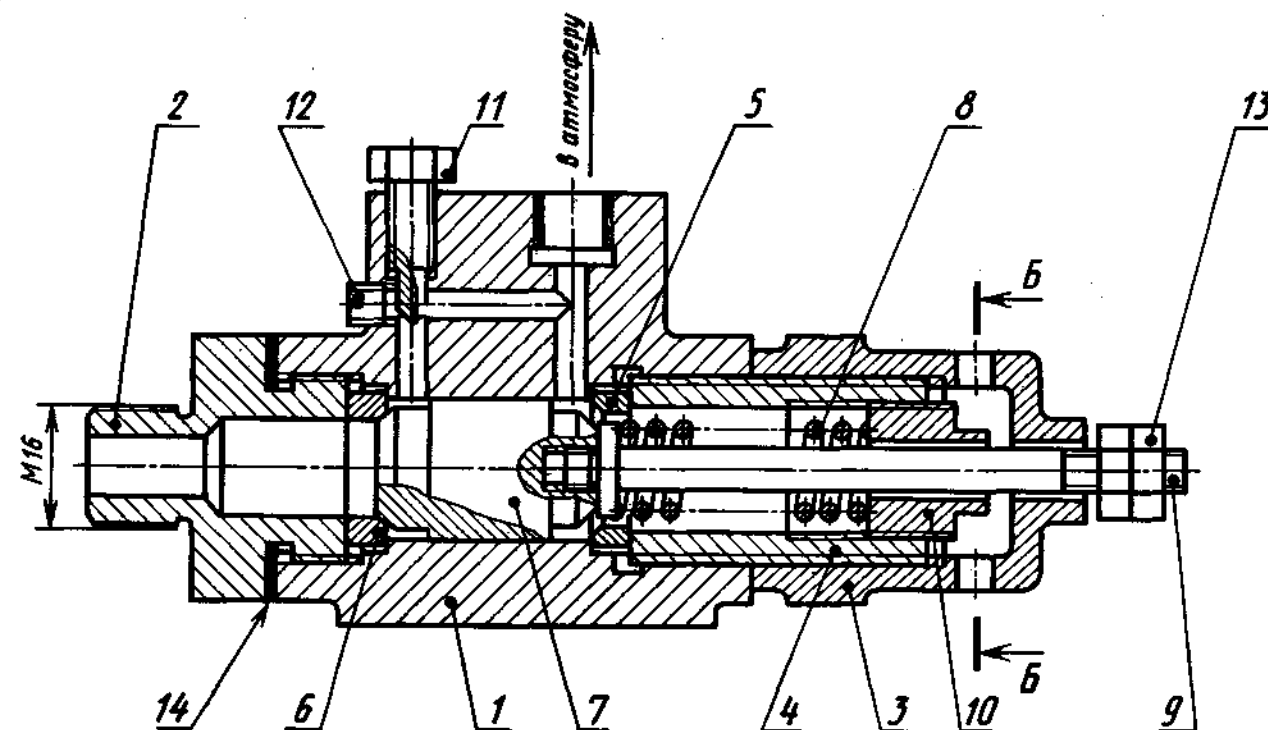
Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 4, и 7 10. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. 1.

Материал деталей поз. 1 ... 3, 7 — БрА9ЖЗЛ ГОСТ 493—79; поз. 4 ... 6 — Ст 3 ГОСТ 380—71; поз. 8 — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, поз. 9 — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

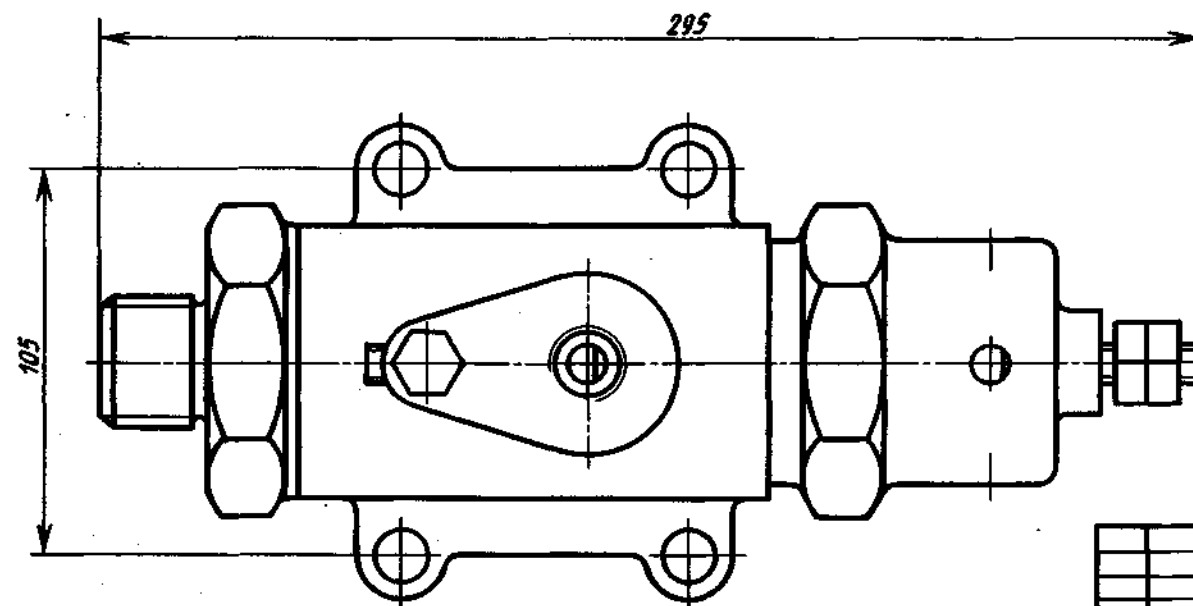
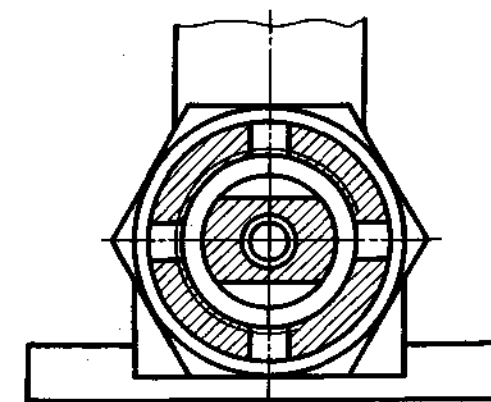
Ответьте на вопросы:

1. Покажите резьбы на детали поз. 1.
2. Сколько отверстий имеет деталь поз. 3?
3. Назовите деталь, соединяющую детали поз. 1 и поз. 3.

MЧ00.16.00.00.СБ

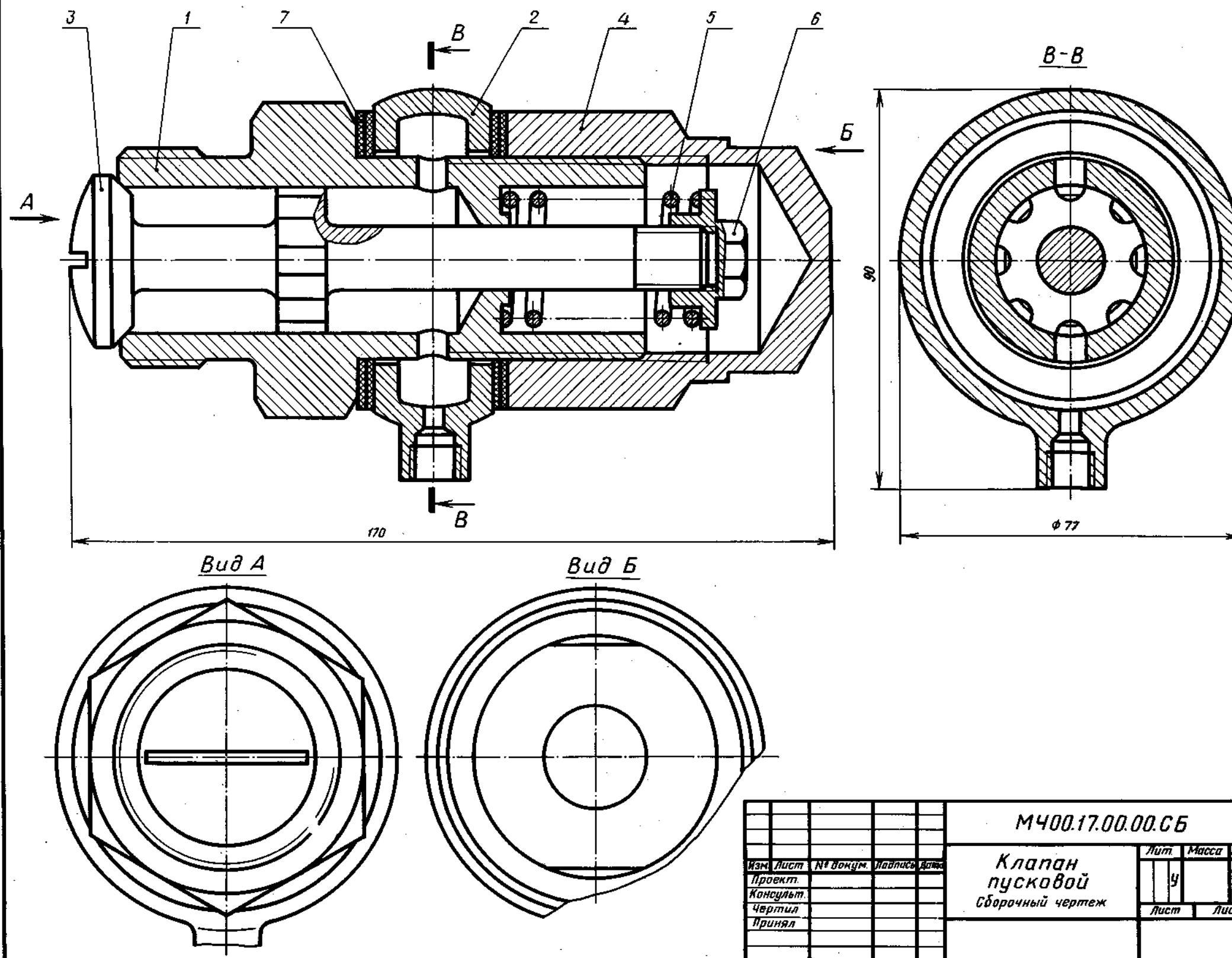


Б-Б



MЧ00.16.00.00.СБ					
Регулятор давления					
Сборочный чертеж					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.
Проект.					у
Консульт.					
Чертеж					
Принят					
				Лист	Листов 1

17. КЛАПАН ПУСКОВОЙ



Фиг.	Этап	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.17.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
A3		1	M400.17.00.01	Детали Корпус	1	
A4		2	M400.17.00.02	Ниппель	1	
A3		3	M400.17.00.03	Клапан	1	
A3		4	M400.17.00.04	Колпак	1	
A4		5	M400.17.00.05	Пружина	1	
A4		6	M400.17.00.07	Гайка	1	
		7		Материалы Кожа 3 ГОСТ 20836-75	4	

Пусковой автоматический клапан дизеля открывается под давлением сжатого воздуха. Клапан поз. 3 пружиной поз. 5 плотно прижат к торцу корпуса поз. 1. Ниппель поз. 2 зажат между корпусом и колпаком поз. 4 и уплотнен прокладками поз. 7.

При пуске дизеля сжатый воздух от воздухораспределителя поступает через резьбовое отверстие ниппеля в полость корпуса и проходит через продольные канавки на стержне клапана. Под давлением сжатого воздуха клапан преодолевает силу сопротивления пружины и открывается. Как только подача воздуха прекратится, пружина поз. 5 прижмет клапан поз. 3 к торцу корпуса поз. 1.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 4, 6.
Материал деталей поз. 1 ... 4, 6 — Сталь 15
ГОСТ 1050-74, детали поз. 5 — Сталь 65Г
ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько продольных канавок на стержне клапана поз. 3?
2. Покажите контур детали поз. 2.
3. Как попадает сжатый воздух из ниппеля поз. 2 в полость корпуса поз. 1?

M400.17.00.00.CB					
Клапан пусковой					
Сборочный чертеж					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.
Проект.					у
Консульт.					
Чертил					
Принял					
				Лист	Листов 1

18. ТИСКИ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.18.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.18.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.18.00.02	Губка подвижная	1	
A3	3		M400.18.00.03	Подшипник	1	
A4	4		M400.18.00.04	Втулка	1	
A3	5		M400.18.00.05	Винт	1	
A4	6		M400.18.00.06	Пластина	2	
A4	7		M400.18.00.07	Кольцо	1	
				Стандартные изделия		
	8			Винт М8×12.58	1	
	9			ГОСТ 1476—84	4	
	10			Винт А.М8×20.58	4	
	11			ГОСТ 1491—80	4	
	12			Гайка М8.5	4	
				ГОСТ 5915—70	4	
				Шпилька М8×30.58	4	
				ГОСТ 22034—76	1	
				Штифт 4х8×40	1	
				ГОСТ 3128—70		

Тиски данной конструкции служат для закрепления обрабатываемых деталей на металлорежущих станках.

Тиски устанавливаются на столе строгального или фрезерного станка и закрепляются шестью болтами (на чертеже не показаны). Обрабатываемую деталь закладывают между двумя пластинами поз. 6. Винт поз. 5, имеющий прямоугольную резьбу, удерживается от осевого перемещения кольцом поз. 7 и штифтом поз. 12. Чтобы втулка поз. 4 не вращалась вокруг своей оси, установлен винт поз. 8. При вращении винта поз. 5 подвижная губка поз. 2 будет перемещаться по направляющему пазу корпуса поз. 1, зажимая пластинками обрабатываемую деталь.

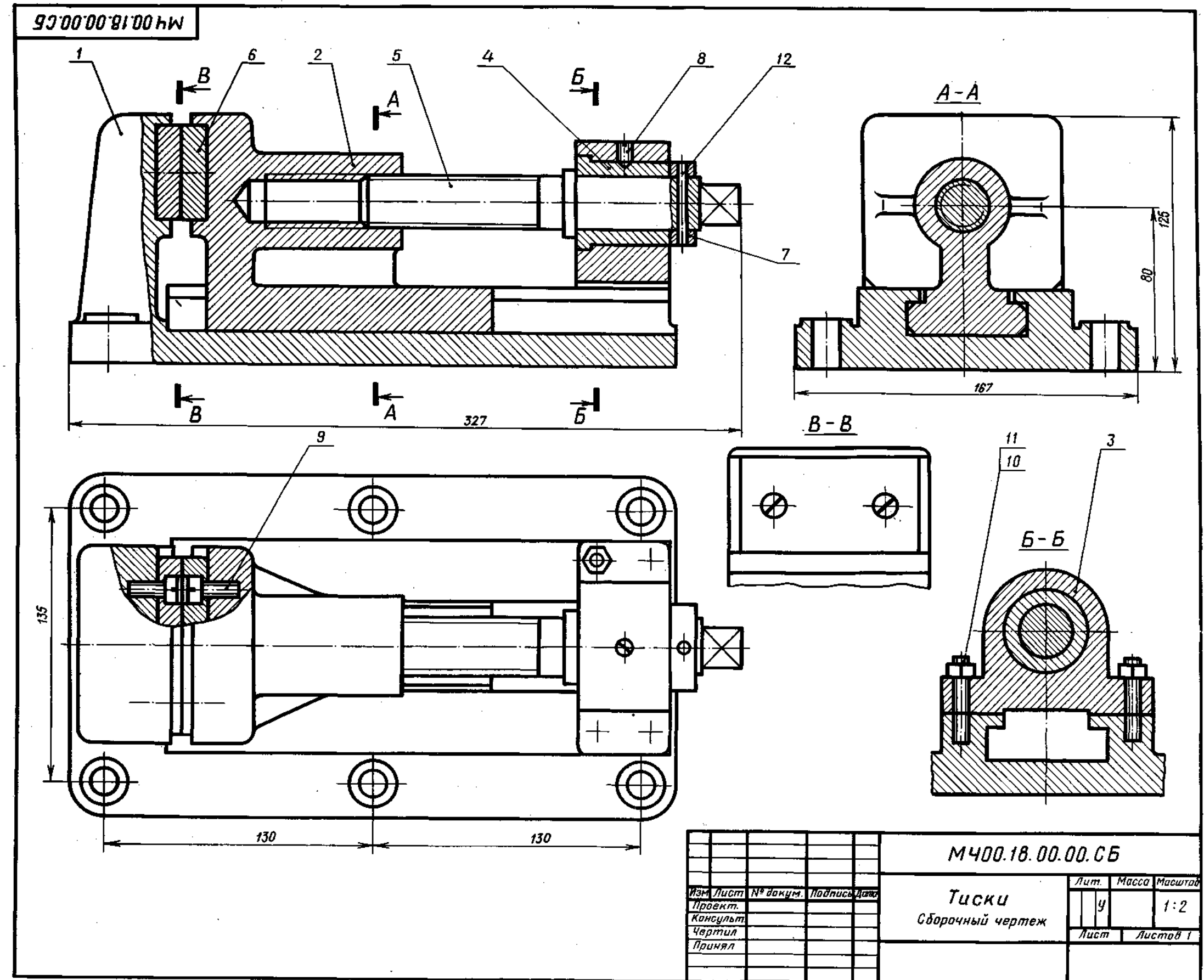
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7. Деталь поз. 1 или поз. 2 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1 ... 3 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. 4 ... 7 — Ст 5 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько отверстий в детали поз. 6?
2. Покажите контур направляющего паза корпуса поз. 1.
3. Назовите все детали, изображенные на разрезах А—А и Б—Б.



19. КЛАПАН СЕТЕВОЙ ОБРАТНЫЙ

Формат	Этаж	Пос.	Обозначение	Наименование	Код.	Примечание
A2			MЧ00.19.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	MЧ00.19.00.01	Корпус	1	
A4		2	MЧ00.19.00.02	Крышка	1	
A4		3	MЧ00.19.00.03	Ниппель	1	
A4		4	MЧ00.19.00.04	Гайка	1	
A4		5	MЧ00.19.00.05	Штуцер	1	
A4		6	MЧ00.19.00.06	Шарик	1	
A4		7	MЧ00.19.00.07	Направляющая	1	
A4		8	MЧ00.19.00.08	Пружина	1	
				Материалы		
		9		Кожа 2 ГОСТ 20836—75	1	
		10		Кожа 2 ГОСТ 20836—75	1	

Обратный осевой клапан предназначен для предохранения газопроводной сети с горючим газом от случайного попадания в нее воздуха. При падении давления клапан перекрывает газопровод, исключая возможность обратного тока газа (от потребителя) и предотвращая образование в газопроводе взрывоопасной газокислородной смеси.

Клапан закрепляют в газопроводной сети при помощи накидной гайки поз. 4 и штуцера поз. 5. При работе горючий газ поступает под давлением в обратный сетевой клапан со стороны ниппеля поз. 8. Газ давит на шарик поз. 6 и, преодолевая усилие пружины поз. 8, отжимает его от конического отверстия корпуса поз. 1. В образовавшееся отверстие газ проходит в газопроводную сеть через штуцер.

В случае взрыва газокислородной смеси в сети газопровода за клапаном образуется повышенное давление, которое, действуя в обратном направлении, через штуцер поз. 5 на шарик поз. 6 прижимает его к коническому отверстию корпуса, исключая возможность проникновения взрывоопасной смеси к баллону с горючим газом.

Задание

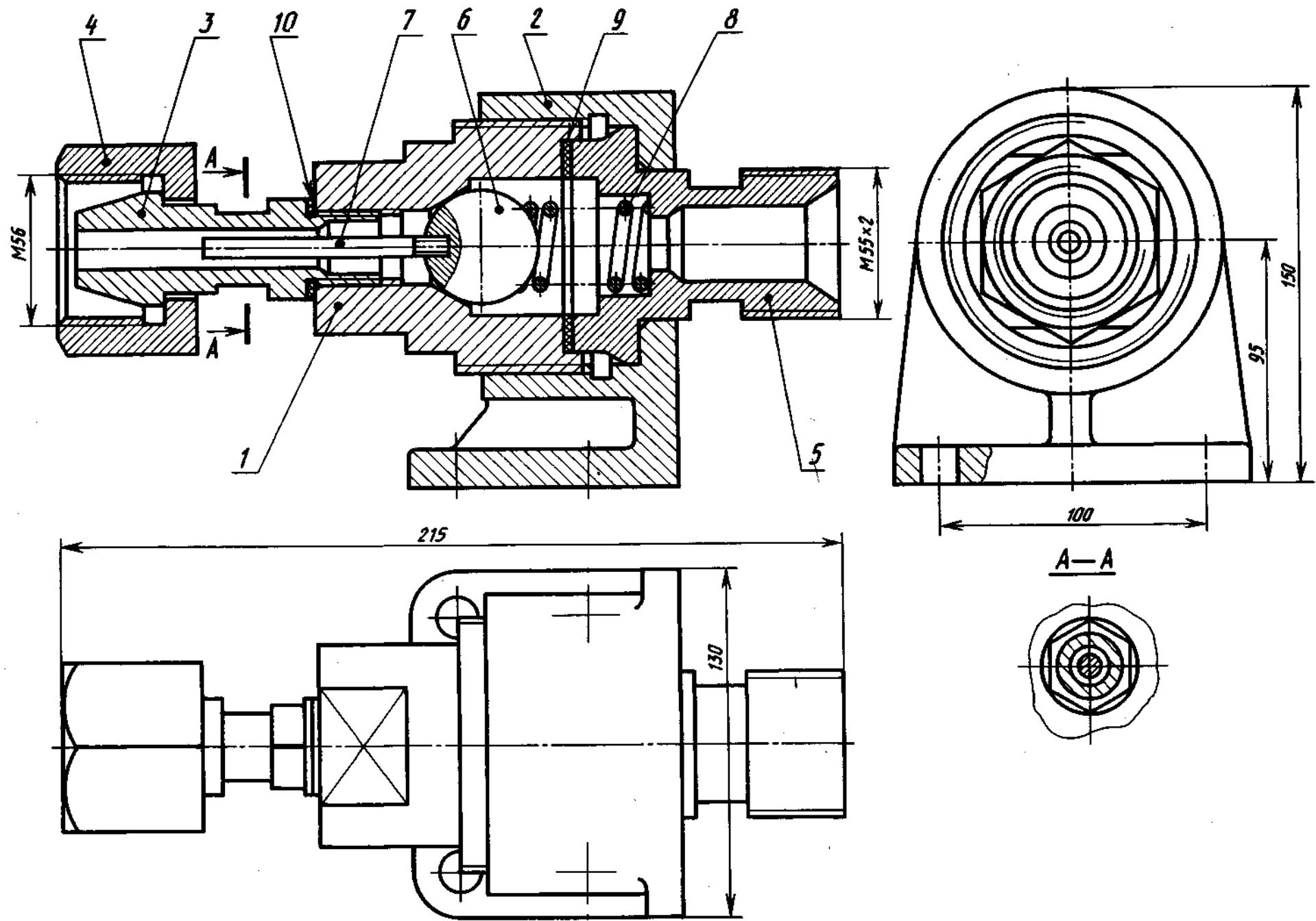
Выполнить чертежи детали поз. 1 ... 5.

Материал деталей поз. 1 ... 7 — Отливка 20Л-1
ГОСТ 977—75, детали поз. 8 — Сталь 65Г
ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Какое назначение детали поз. 4?
2. Покажите контур детали поз. 1.
3. Назовите все детали, которые будут видны при взгляде на клапан справа.

97'00'00'61'00'HW



					М400.19.00.00.СБ				
					Клапан сетевой обратный Сборочный чертёж		Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	Материал	Подпись	Дата				У	
	Проект.						Лист	Листов 1	
	Консульт.								
	Чертил								
	Принял								

20. НАСОС ШЕСТЕРЕННЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			MЧ00.20.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		MЧ00.20.00.01	Корпус	1	
A3	2		MЧ00.20.00.02	Крышка	1	
A3	3		MЧ00.20.00.03	Крышка	1	
A3	4		MЧ00.20.00.04	Ведомое зубчатое колесо $z=13, m=5$	1	
A2	5		MЧ00.20.00.05	Вал-шестерня $z=13, m=5$	1	
A4	6		MЧ00.20.00.06	Гайка круглая	1	
A4	7		MЧ00.20.00.07	Втулка	1	
A4	8		MЧ00.20.00.08	Втулка	1	
				Стандартные изделия		
	9			Шпилька M10×35.58 ГОСТ 22034-76	6	
	10			Гайка M10.5 ГОСТ 5915-70	6	
	11			Шайба 10.01.05 ГОСТ 11371-78	6	
	12			Штифт 8x8x36 ГОСТ 3128-70	2	
	13			Кольцо СГ 52-39.5 ГОСТ 6418-81	3	

Шестеренный насос предназначен для перекачивания жидкости. Основными рабочими органами насоса являются два входящих в зацепление зубчатых колеса.

Верхний вал-шестерня поз. 5 при помощи муфты (на чертеже не показана) соединен с валом электродвигателя. Крышки поз. 2 и поз. 3 соединяются с корпусом поз. 1 двенадцатью шпильками поз. 9 и гайками поз. 10. В месте выхода из корпуса вала-шестерни поз. 5 имеется уплотнительное устройство поз. 13, препятствующее просачиванию жидкости через зазор между валом и втулкой поз. 8. Уплотнение состоит из трех войлочных пропитанных маслом колец. Кольца прижимаются к поверхности вала при помощи втулки поз. 7 и гайки поз. 6.

Задание

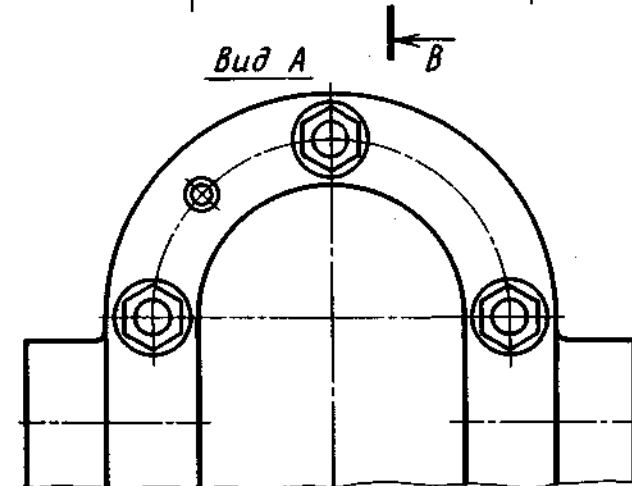
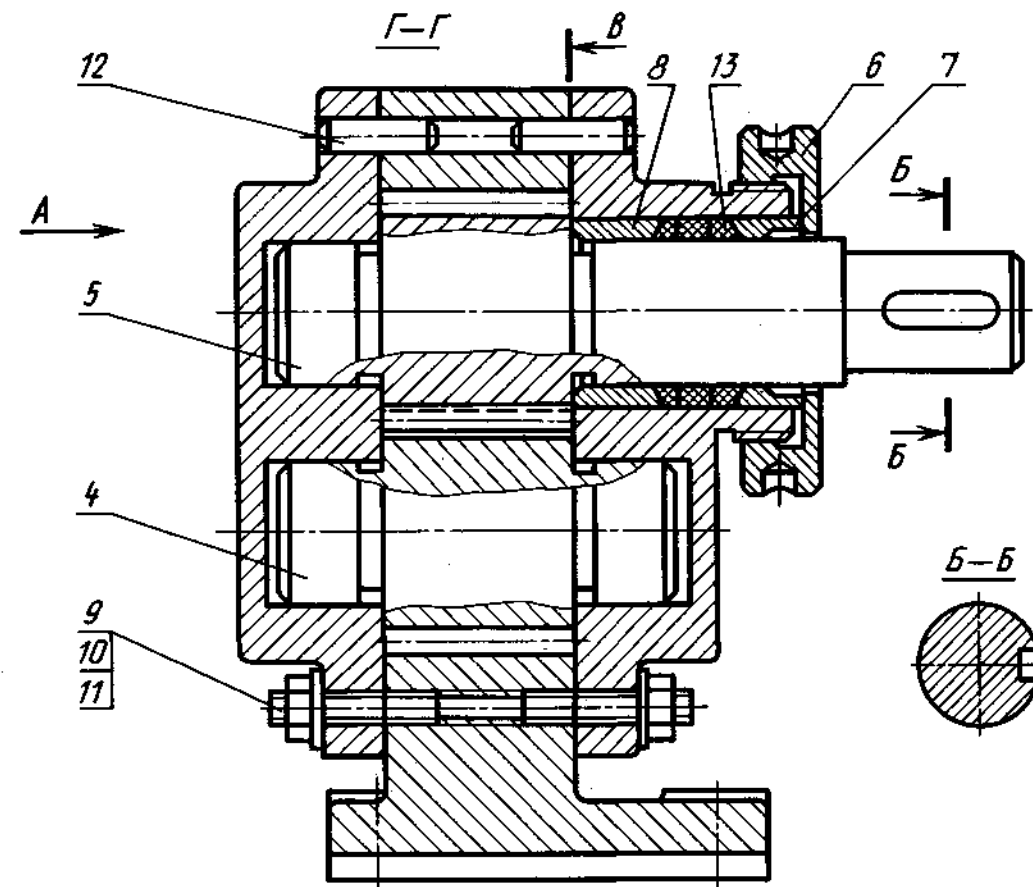
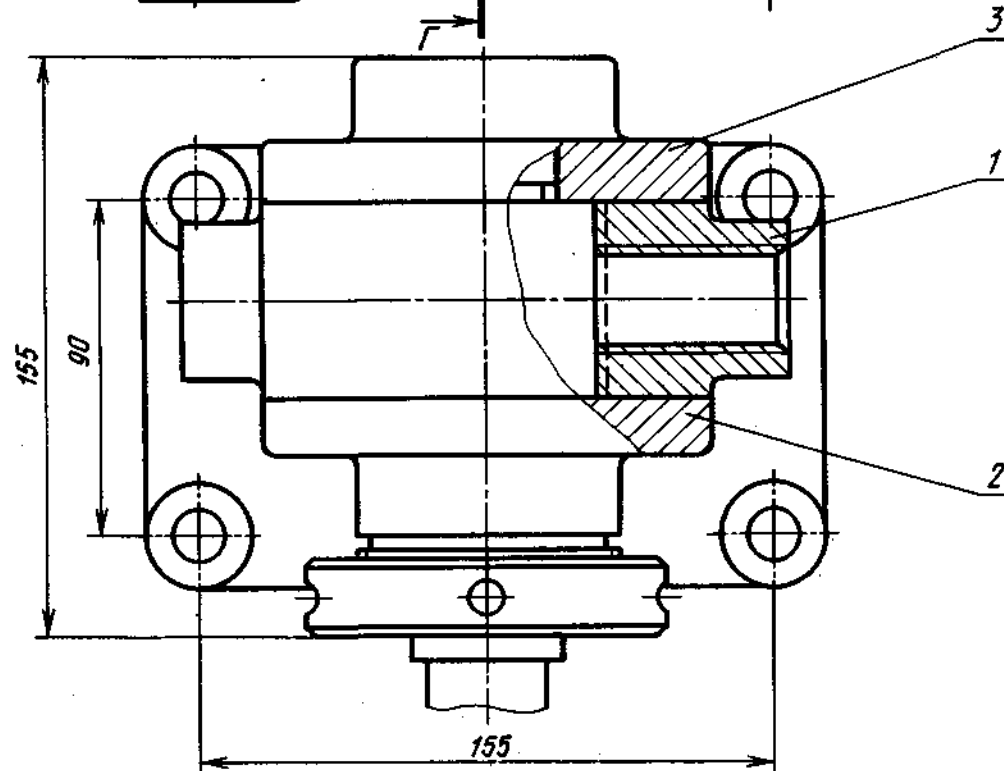
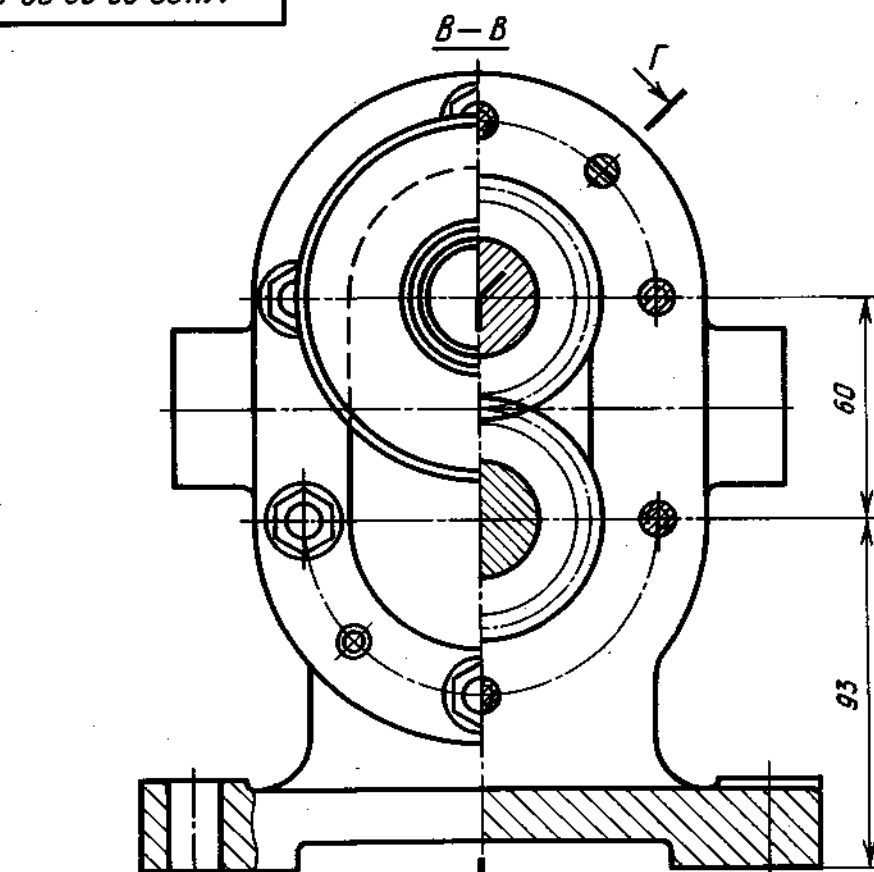
Выполнить чертежи деталей поз. 1...8. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. 1.

Материал деталей поз. 1...3 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 4...6 — Сталь 45 ГОСТ 1050-74, деталей поз. 7, 8 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

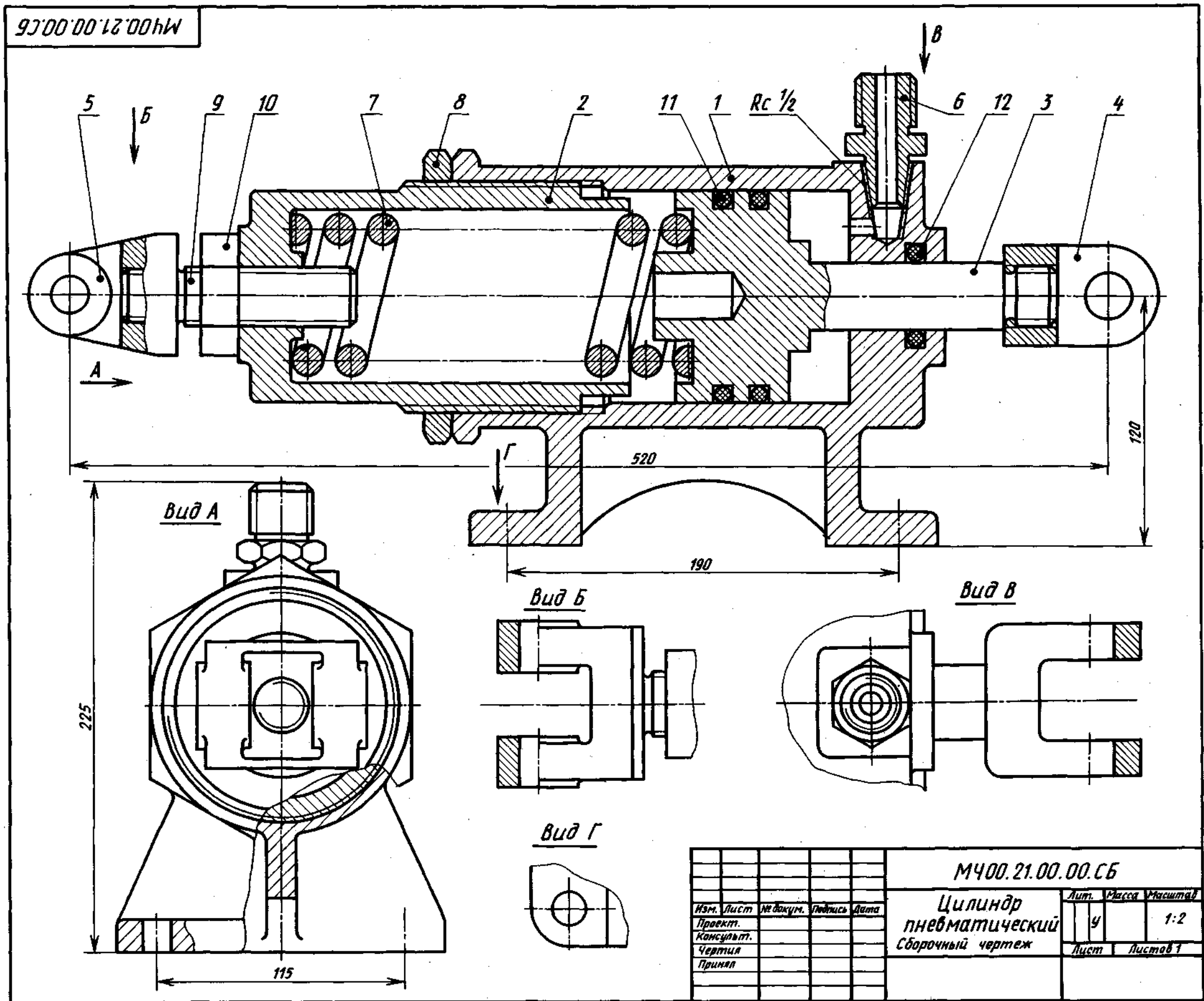
1. Как называется разрез Г—Г?
2. Как называется изображение Б—Б?
3. На каких изображениях видна деталь поз. 3?

93'00'00'02'00hW



MЧ00.20.00.00.СБ					
Насос шестеренный					
Сборочный чертеж					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.
Проект.					у
Консульт.					
Чертил					
Проверил					
				Масштаб	1:2
				Лист	Листов 1

21. ЦИЛИНДР ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ



Формат	Зона	Пор.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.21.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	МЧ00.21.00.01	Корпус	1	
A3		2	МЧ00.21.00.02	Цилиндр	1	
A4		3	МЧ00.21.00.03	Поршень	1	
A3		4	МЧ00.21.00.04	Вилка	1	
A3		5	МЧ00.21.00.05	Вилка	1	
A4		6	МЧ00.21.00.06	Штуцер	1	
A4		7	МЧ00.21.00.07	Пружина	1	
A4		8	МЧ00.21.00.08	Гайка	1	
A4		9	МЧ00.21.00.09	Винт	1	
				Стандартные изделия		
		10		Гайка М18.5 ГОСТ 5915-70	1	
		11		Кольцо 090-095-30 ГОСТ 9833-73	2	
		12		Кольцо 035-040-30 ГОСТ 9833-73	1	

Пневматический цилиндр состоит из корпуса поз. 1, в который ввинчен цилиндр поз. 2. Для предотвращения самоотвинчивания предусмотрена гайка поз. 8.

Воздух под давлением подается через штуцер поз. 6 и используется для перемещения поршня поз. 3 только в одном направлении — влево. Вправо поршень возвращает пружина. И использованный воздух выходит в атмосферу через тот же штуцер поз. 6.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7.

Материал деталей поз. 1 ... 5 — Сталь 35Х ГОСТ 4543-71, поз. 6 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, поз. 7 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

- Объясните назначение пружины поз. 7.
- На каких изображениях виден поршень поз. 3?
- Для чего применяются кольца поз. 11 и поз. 12?

22. ПРИХВАТ ПЕРЕДВИЖНОЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.22.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.22.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.22.00.02	Поршень	1	
A3		3	M400.22.00.03	Крышка	1	
A3		4	M400.22.00.04	Болт	1	
A4		5	M400.22.00.05	Болт	1	
A4		6	M400.22.00.06	Винт	1	
A4		7	M400.22.00.07	Прихват	1	
A4		8	M400.22.00.08	Шайба	1	
A4		9	M400.22.00.09	Тарелка	1	
A4		10	M400.22.00.10	Шайба	1	
A4		11	M400.22.00.11	Пружина	1	
A4		12	M400.22.00.12	Пружина	1	
A4		13	M400.22.00.13	Шайба	1	
A4		14	M400.22.00.14	Гайка	1	
				Стандартные изделия		
		15		Винт А.М6×14.58 ГОСТ 1491—80	1	
		16		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	1	
		17		Гайка М16.5 ГОСТ 5915—70	1	
		18		Кольцо СГ 24-17-5 ГОСТ 6418—81	1	
		19		Кольцо 040-045-30 ГОСТ 9833—73	1	

Передвижной гидравлический прихват предназначен для зажима обрабатываемых деталей на станках. Его устанавливают на столе станка или базовой плите.

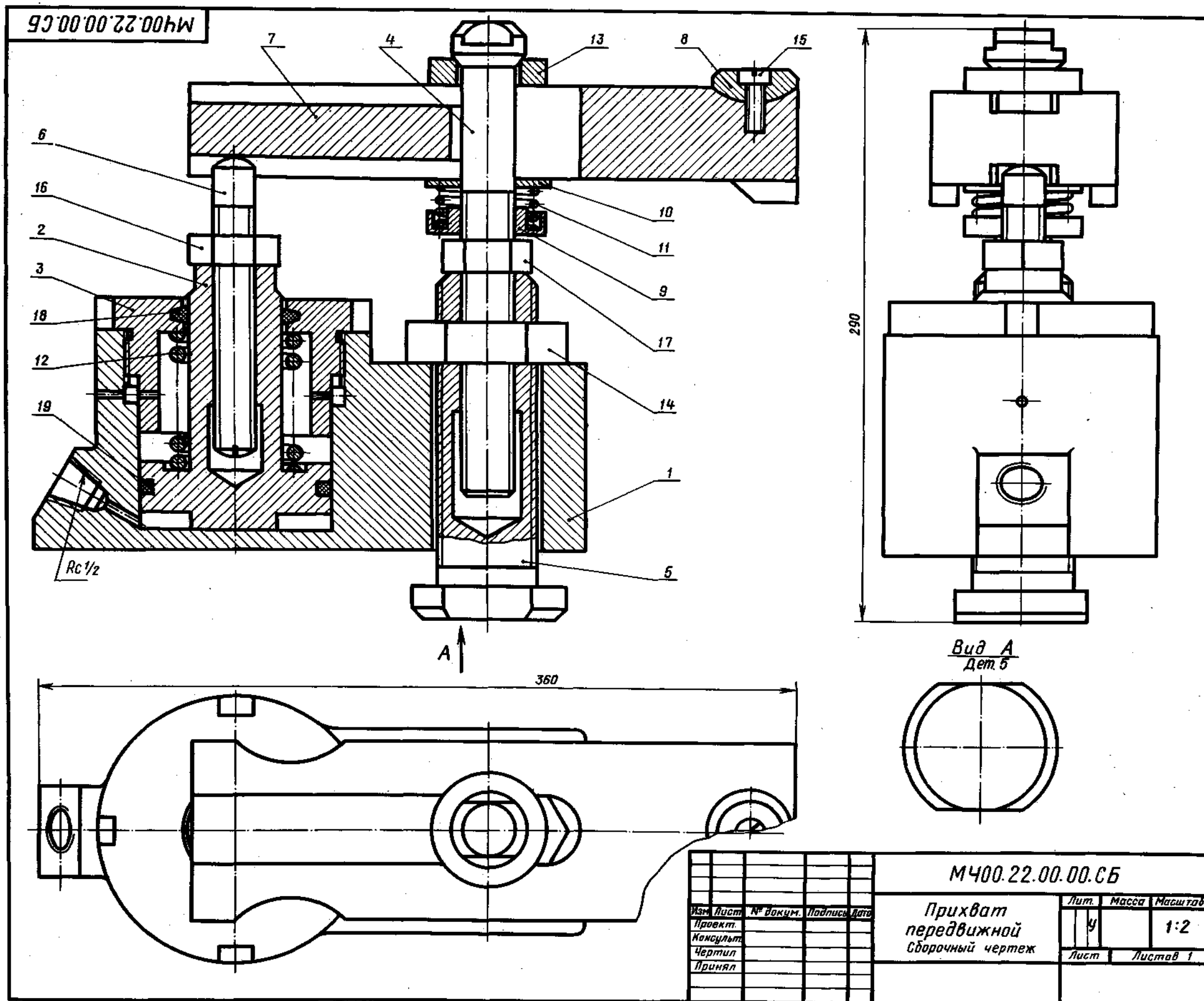
Прихват состоит из корпуса поз. 1, закрепляемого в станочном пазу специальным болтом поз. 5 и гайкой поз. 14. Болт поз. 5 соединен резьбой с регулируемым болтом поз. 4, имеющим сферическую головку, в которую упирается шайба поз. 13, прижимающая прихват поз. 7. Прихват опирается на шайбу поз. 10 и пружину поз. 11. В полости корпуса расположен поршень поз. 2. Масло в полость поступает под давлением через коническое резьбовое отверстие корпуса. В поршне на резьбе закрепляется регулируемый винт поз. 6, передающий усилие прихвату, зажимающему обрабатываемую деталь. Прихват при необходимости можно поворачивать вокруг его продольной оси. В исходное положение поршень возвращается пружиной поз. 12, которая упирается в крышку поз. 3.

Задание

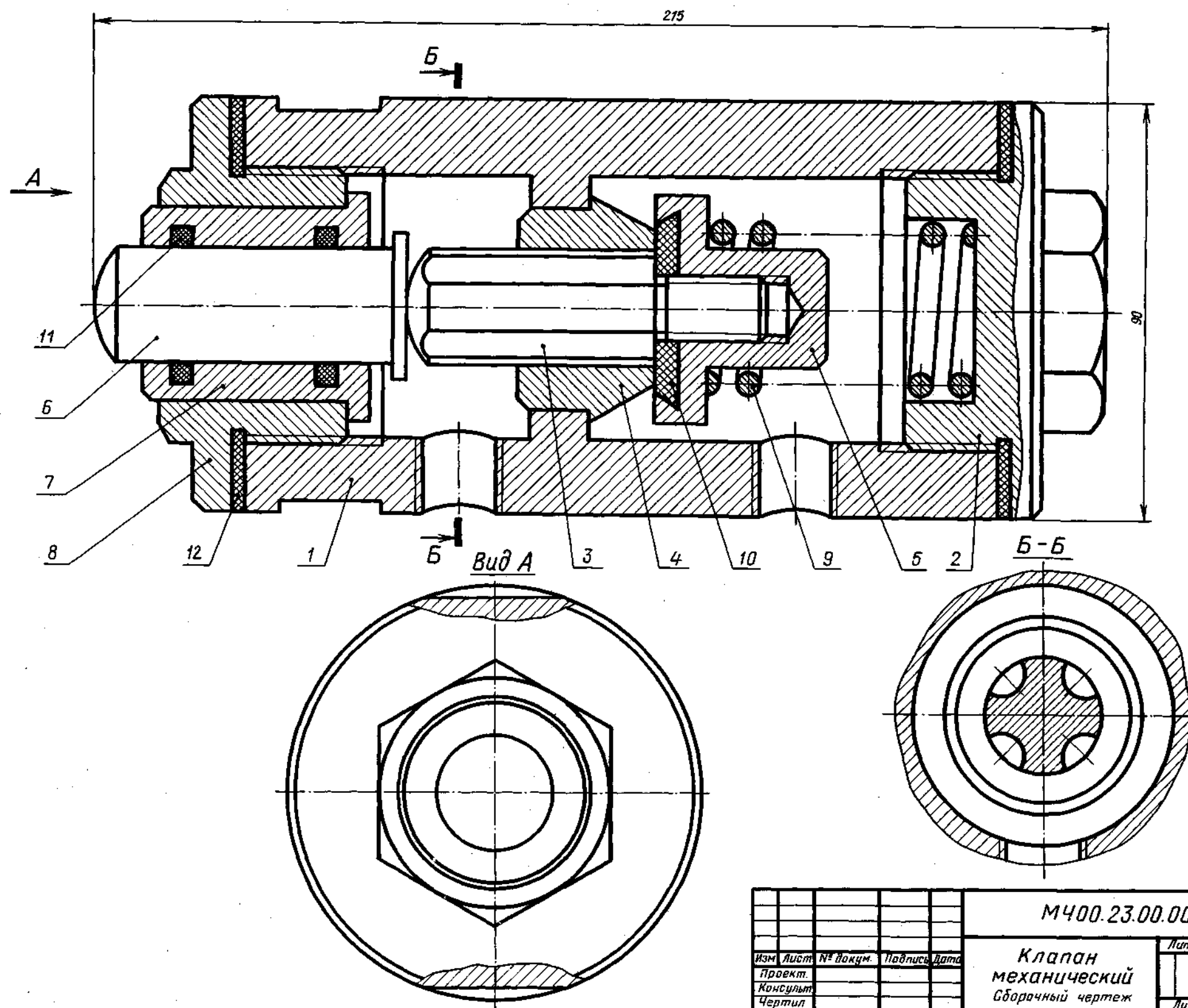
Выполнить чертежи деталей поз. 1...5, 7, 9, 12. Деталь поз. 1 изобразить в аксонометрической проекции. Материал деталей поз. 1, 7 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. 11, 12 — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, детали поз. 2 — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, детали поз. 3...6, 8...10, 13, 14 — Ст 5 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

1. Какое назначение имеют четыре паза в детали поз. 3?
2. Покажите контур детали поз. 5.
3. Назовите все детали, изображенные на виде сверху.



930000032000HW



					М400.23.00.00.СБ			
					Клапан механический Сборочный чертёж			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Масса	Масштаб	
Проект.					У		1:1	
Консульт					Лист	Листов 1		
Чертил								
Принял								

1-е детализирование

23. КЛАПАН МЕХАНИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			М400.23.00.00.СБ	Документация		
				Клапан механический		
				Детали		
A3		1	М400.23.00.01	Корпус	1	
A4		2	М400.23.00.02	Крышка	1	
A4		3	М400.23.00.03	Шток	1	
A4		4	М400.23.00.04	Седло	1	
A4		5	М400.23.00.05	Клапан	1	
A4		6	М400.23.00.06	Толкатель	1	
A4		7	М400.23.00.07	Втулка	1	
A4		8	М400.23.00.08	Крышка	1	
A4		9	М400.23.00.09	Пружина	1	
A4		10	М400.23.00.10	Шайба	1	
		11		Стандартные изделия		
				Кольцо 025-030-30	2	
				ГОСТ 9833-73		
		12		Материалы		
				Кожа 3 ГОСТ 20836-75	1	

Механический клапан предназначен для автоматических установок, распыляющих смазочно-охлаждающие жидкости.

Клапан состоит из корпуса поз. 1, разделенного на две полости, в одну из которых поступает сжатый воздух.

При перемещении толкателя поз. 6 вправо он давит на шток поз. 3, отодвигая клапан поз. 5. Сжатый воздух проходит через клапан по продольным пазам штока к распыляющему устройству.

При снятии нагрузки с толкателя клапан, шток и толкатель возвращаются в первоначальное положение под действием пружины поз. 9. В результате этого клапан прижимается к седлу поз. 4, закрывая проход воздуха.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 5, 7.

Материал деталей поз. 1, 6, 7 — Ст 5 ГОСТ 380-71, деталей поз. 3 ... 5 — Бр04Ц7С5 ГОСТ 613-79, деталей поз. 2, 8 — Сталь 35 ГОСТ 4543-71, детали поз. 9 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько продольных пазов в детали поз. 3?
2. На каких изображениях видна деталь поз. 4?
3. Через какое отверстие сжатый воздух поступает в канавки штока поз. 3?

24. КРАН ДВУХХОДОВОЙ

Формат	Зона	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.24.00.00.CB	Кран двухходовой		
A3				Документация		
A4				Детали		
A4	1		M400.24.00.01	Корпус	1	
A4	2		M400.24.00.02	Пробка	1	
A4	3		M400.24.00.03	Ключ	1	
A4	4		M400.24.00.04	Крышка	1	
A4	5		M400.24.00.05	Гайка	1	
A4	6		M400.24.00.06	Ручка	1	
A4	7		M400.24.00.07	Пружина	1	
A4	8		M400.24.00.08	Шайба	1	
A4	9		M400.24.00.09	Прокладка	1	
A4	10		M400.24.00.10	Прокладка	1	
				Стандартные детали		
				Гайка M12.5	1	
				ГОСТ 5915-70		
		11				

Двухходовой кран устанавливают на трубопроводах. Газ или жидкость, поступающие через нижнее отверстие в кран, расходятся по двум трубопроводам.

Чтобы изменить площадь сечения для прохода газа или жидкости, нужно ручкой поз. 6 повернуть на некоторый угол коническую пробку поз. 2. Для обеспечения герметичности коническая поверхность пробки крана притирается к внутренней стенке корпуса поз. 1. Между деталями поз. 1 и поз. 4 ставится прокладка поз. 10.

Ключ поз. 3 своими выступами входит в пазы пробки. Пружина поз. 7 ставится для надежного прилегания пробки к внутренней поверхности корпуса.

Задание

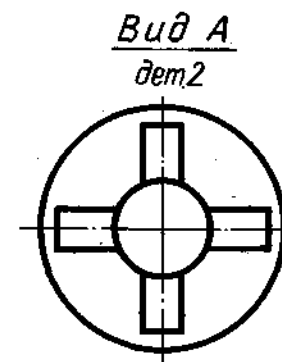
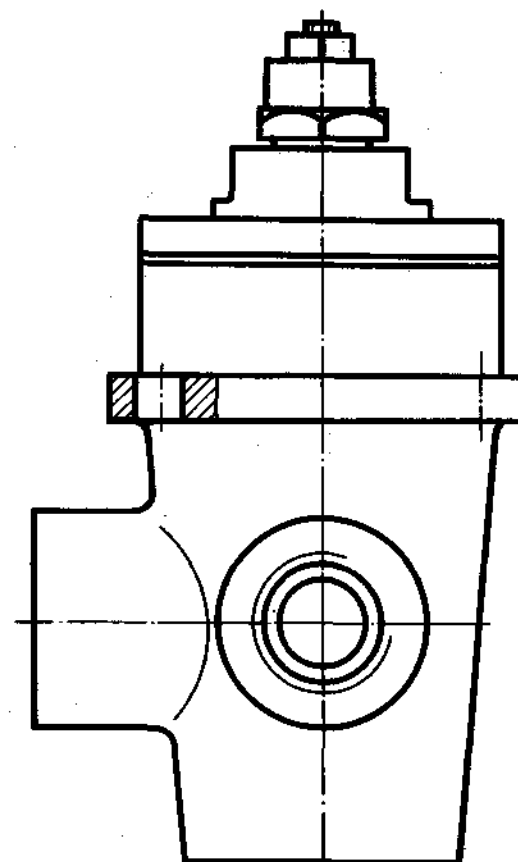
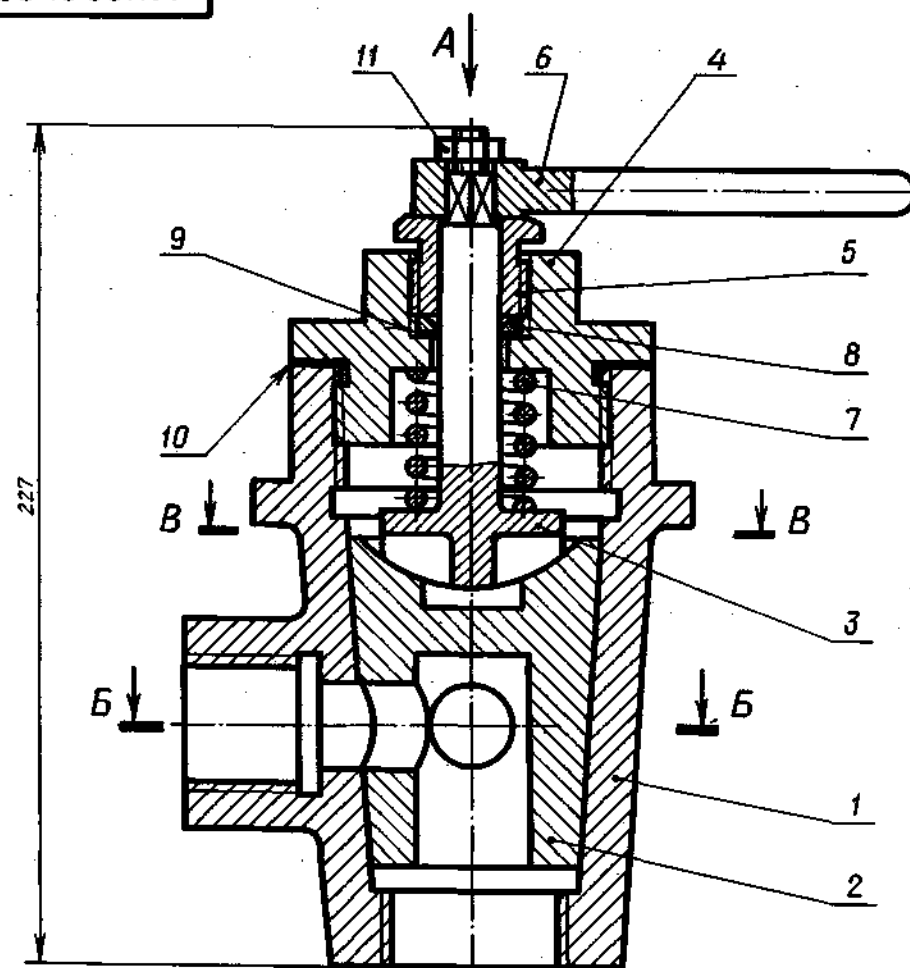
Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7. Деталь поз. 1 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1, 2, 8 — Бр04Ц7С5 ГОСТ 613-79, деталей поз. 3 ... 7 — Сталь 35Х ГОСТ 4543-71, детали поз. 7 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74, детали поз. 9 — Сталь 40 ГОСТ 1050-74.

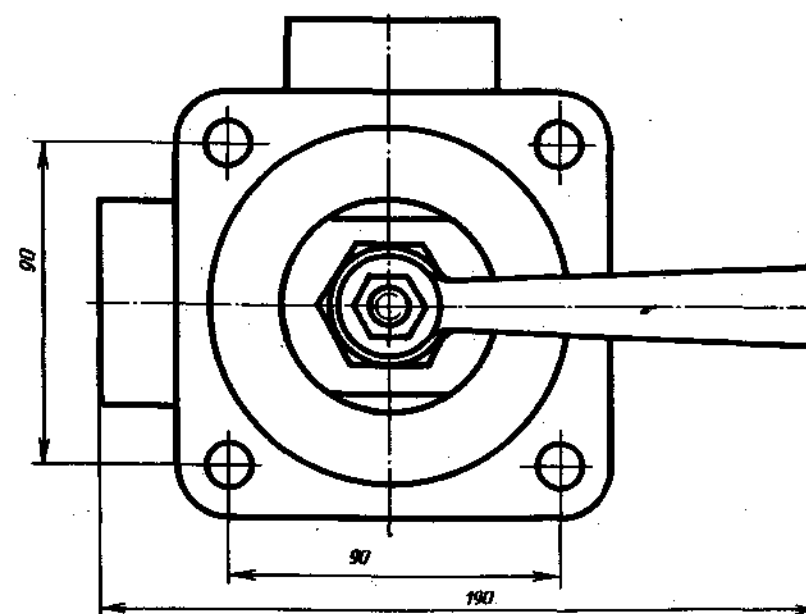
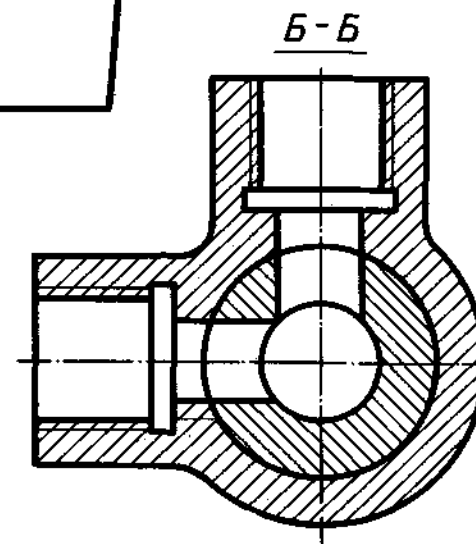
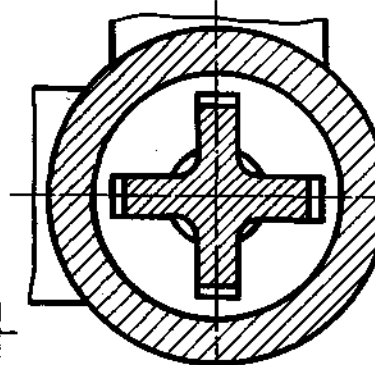
Ответьте на вопросы:

1. Назовите и покажите все детали, изображенные на разрезе В-В.
2. Покажите детали поз. 3, 4 и 6 на виде слева.
3. Покажите контур детали поз. 2.

90°00'00"±0,005W



В-В



						М 400.24.00.00.СБ			
						Кран двухходовой Сборочный чертеж			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лит.	Масса	Масшт.	
Проект.						у			1:2
Консульт.									
Чертил									
Принял						Лист	Листов 1		

90'00'00'92'00'HW

1-е детализирование

25. КЛАПАН

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.25.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.25.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.25.00.02	Крышка	1	
A4		3	M400.25.00.03	Фланец	1	
A4		4	M400.25.00.04	Маховичок	1	
A3		5	M400.25.00.05	Шпиндель	1	
A4		6	M400.25.00.06	Клапан	1	
A4		7	M400.25.00.07	Седло	1	
A4		8	M400.25.00.08	Гайка	1	
A4		9	M400.25.00.09	Пробка	1	
				Стандартные изделия		
		10		Гайка М8.5 ГОСТ 5915-70	2	
		11		Гайка М10.5 ГОСТ 5915-70	1	
		12		Шпилька М8х25.58 ГОСТ 22034-76	2	
				Материалы		
		13		Картон А 1 ГОСТ 9347-74	1	
		14		Картон А 1 ГОСТ 9347-74	1	
		15		Войлок ПС 10 ГОСТ 6308-71	1	

Клапан предназначен для изменения величины потока воды, проходящей по трубопроводу, а также для периодических отключений одной части трубопровода от другой.

Клапан состоит из корпуса поз. 1 и крышки поз. 2. Детали поз. 5, 6, 8 являются запорным устройством. Изменение проходного отверстия между клапаном поз. 6 и седлом поз. 7 регулируется вращением маховичка поз. 4. В качестве уплотнения между шпинделем поз. 5, крышкой поз. 2 и фланцем поз. 3 применяют войлочные кольца поз. 15, пропитанные смазочными веществами. По мере износа войлочные кольца поджимаются фланцем, для чего завинчивают гайки поз. 10. Стык крышки и корпуса уплотнен прокладкой поз. 14. Пробка поз. 9 предназначена для слива отстоя и очистки корпуса.

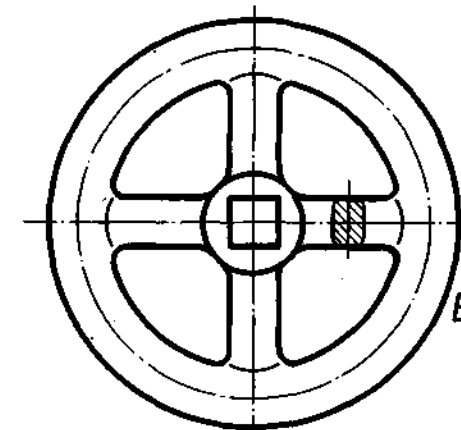
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 5.
Материал деталей поз. 1 ... 4 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 5 ... 9 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74.

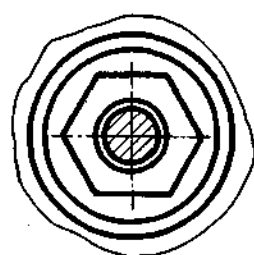
Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. 2.
2. Покажите на чертеже местный разрез и сечение.
3. Покажите на виде слева прокладку поз. 10 и поз. 11.

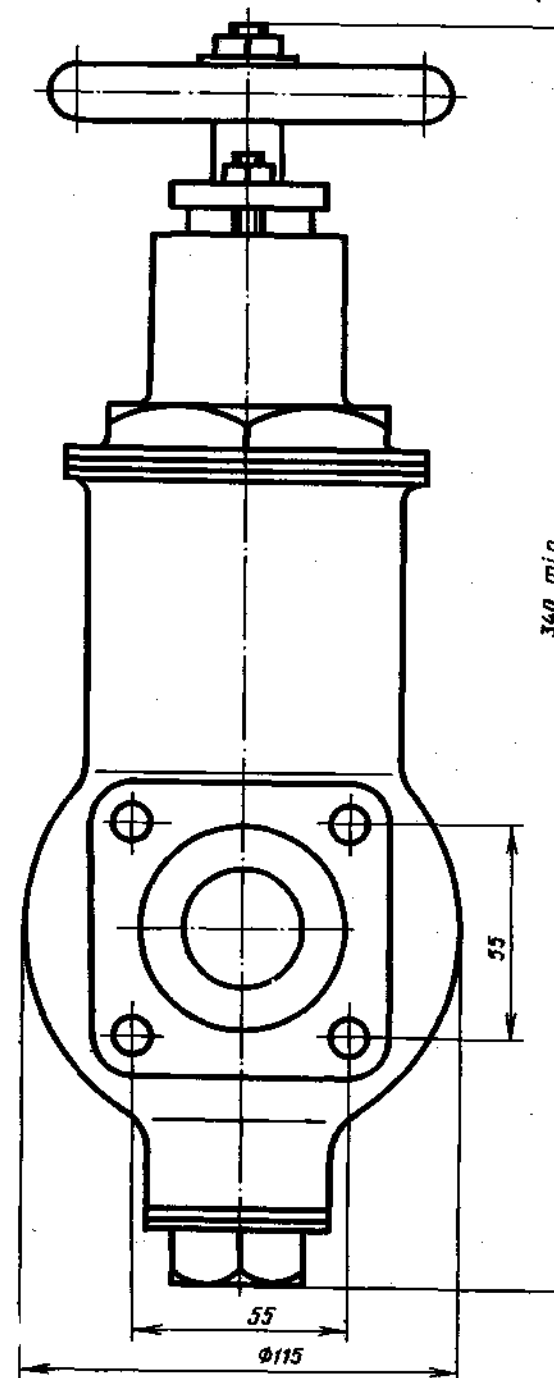
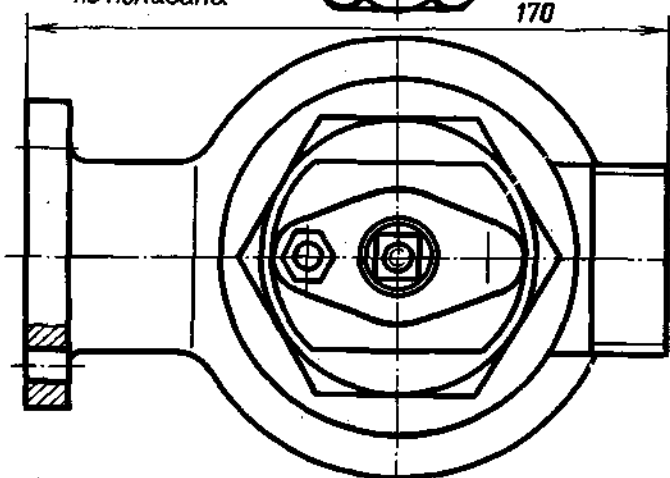
Вид А
Поз. 4



Б-Б



Деталь 4
не показана



					M400.25.00.00.CB		
					Клапан		
					Сборочный чертеж		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Проект					У		1:2
Консульт							
Чертил					Лист	Листов 1	
Принял							

26. ЦИЛИНДР ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.26.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.26.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.26.00.02	Стакан	1	
A4	3		M400.26.00.03	Фланец	1	
A3	4		M400.26.00.04	Поршень	1	
A4	5		M400.26.00.05	Крышка	1	
A4	6		M400.26.00.06	Вилка	1	
A4	7		M400.26.00.07	Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
	8		Болт М6×28.58 ГОСТ 7798—70		12	
	9		Болт М12×45.58 ГОСТ 7798—70		2	
	10		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70		2	
	11		Кольцо 025-030-30 ГОСТ 9833—73		1	
	12		Кольцо 055-060-30 ГОСТ 9833—73		3	
			Материалы			
	13		Войлок ПС 10 ГОСТ 6308—71		5	

Гидравлический цилиндр является основным звеном гидроприводов.

Гидравлический цилиндр состоит из корпуса поз. 1 и поршня поз. 4. Поршень движется в цилиндре под давлением масла, которое подается в цилиндр через резьбовые отверстия деталей поз. 1 и поз. 5. Последовательное переключение подачи масла производится при помощи золотника (на чертеже не показан).

Шток поршня поз. 4 соединен с вилкой поз. 6. Вилка присоединяется к звену механизма, которому поршень сообщает требуемое возвратно-поступательное движение. Уплотнение поршня, штока поршня, а также корпуса обеспечивается уплотнительными кольцами поз. 11, 12, 13 и прокладкой поз. 7.

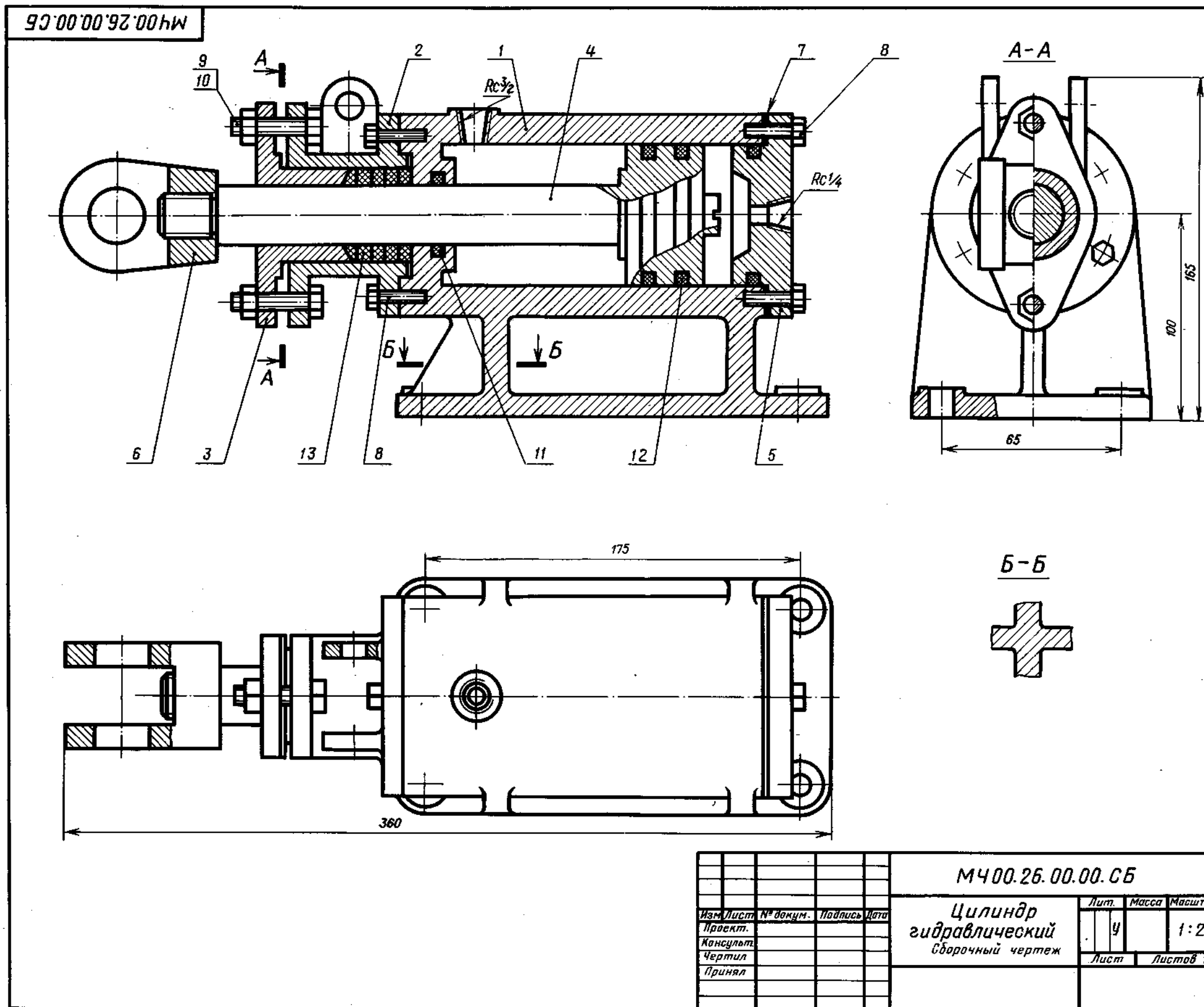
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6. Деталь поз. 1 или 2 изобразить в аксонометрической проекции.

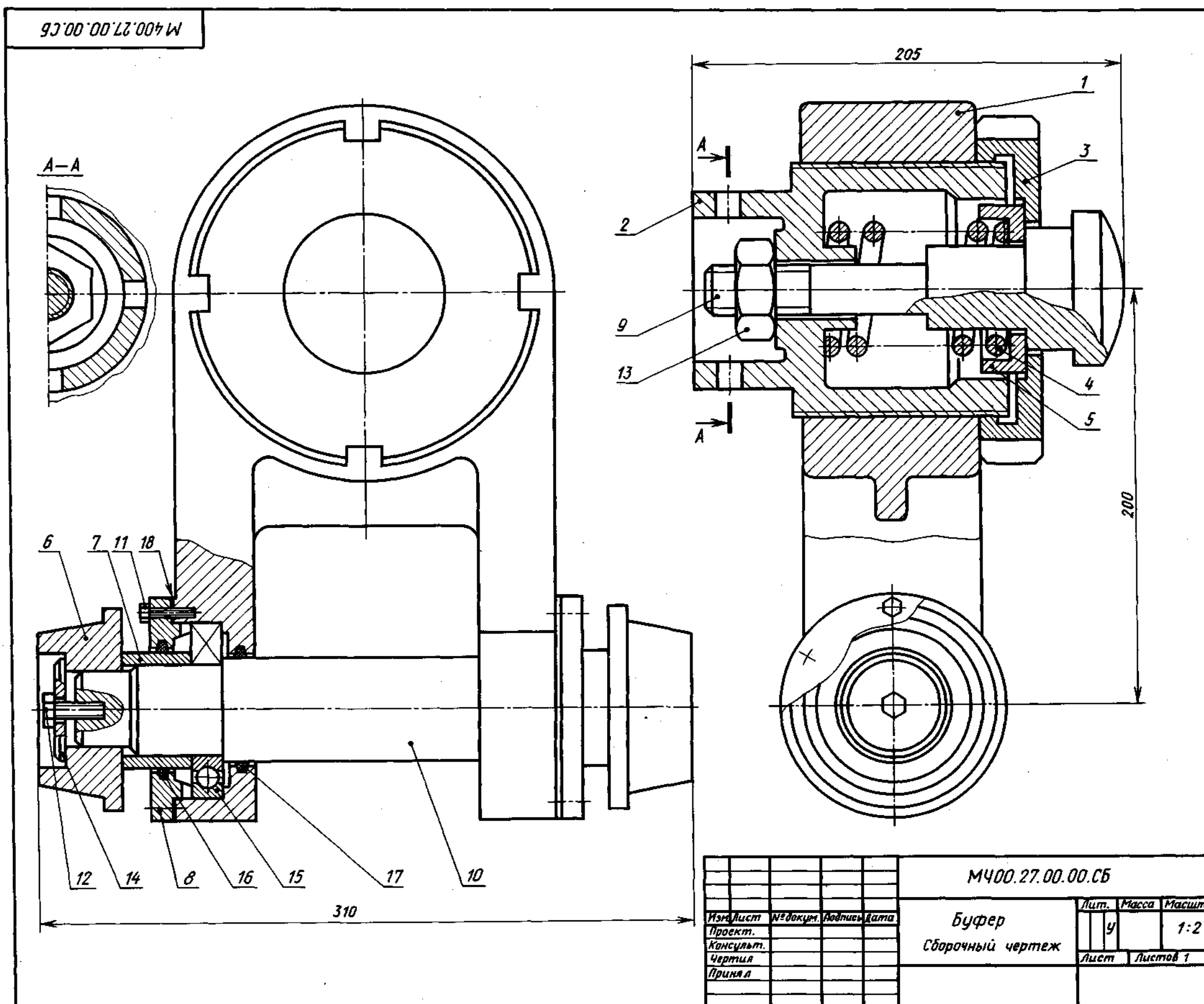
Материал деталей поз. 1 ... 3, 5 — СЧ 15
ГОСТ 1412—79, деталей поз. 4, 6 — Сталь 45
ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. 3.
2. Имеется ли на чертеже сечение?
3. Как называются разрезы на виде сверху?



27. БУФЕР



Формат	Шкала	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.27.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.27.00.01	Корпус	1	
A4		2	M400.27.00.02	Стакан	1	
A4		3	M400.27.00.03	Гайка упорная	1	
A4		4	M400.27.00.04	Пружина	1	
A4		5	M400.27.00.05	Тарелка	1	
A4		6	M400.27.00.06	Бегунок	2	
A4		7	M400.27.00.07	Втулка	2	
A4		8	M400.27.00.08	Крышка	2	
A4		9	M400.27.00.09	Буфер	2	
A4		10	M400.27.00.10	Ось	1	
				Стандартные изделия		
		11		Болт М6х28.58	12	
		12		ГОСТ 7798-70	2	
		13		Болт М12х32.58		
		14		ГОСТ 7798-70		
		15		Гайка М30.5	1	
		16		ГОСТ 5915-70		
		17		Шайба 12.01.05	2	
		18		ГОСТ 11371-78		
				Шарикоподшипник 212	2	
				ГОСТ 8338-75		
				Кольцо СГ 76-59-5	2	
				ГОСТ 6418-81		
				Кольцо СГ 71-54-5	2	
				ГОСТ 6418-81		
				Материалы		
		18		Картон А 1	2	
				ГОСТ 6659-83		

Буфер используется в автоматических линиях с целью предотвращения поломок деталей при их обработке на металлорежущих станках.

Деталь, поданная на конвейер, устанавливается в осевом направлении под давлением толкателя, который подводит деталь до буфера поз. 9. При ударе буфер упирается в пружину поз. 4, которая, сжимаясь, поглощает удар. С помощью бегунков поз. 6 деталь передается на следующую операцию автоматической линии.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 3, 6, 8, 9.
Материал деталей поз. 1 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, поз. 2, 5, 7, 8 — Ст 5 ГОСТ 380-71, поз. 3, 6, 9, 10 — Сталь 30 ГОСТ 1050-74, поз. 4 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали, которые видны на разрезе А—А.
2. Видна ли деталь поз. 2 на главном виде?
3. Сколько отверстий под болты у детали поз. 8?

28. ЦИЛИНДР ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ

Формат	Этаж	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.28.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.28.00.01	Цилиндр	1	
A3		2	M400.20.00.02	Поршень	1	
A3		3	M400.28.00.03	Крышка	1	
A3		4	M400.28.00.04	Крышка	1	
A4		5	M400.28.00.05	Фланец	1	
A3		6	M400.28.00.06	Шток	1	
				Стандартные изделия		
		7	Болт M10×38.58 ГОСТ 7798—70		4	
		8	Гайка M12.5 ГОСТ 5915—70		8	
		9	Кольцо 025-030-30 ГОСТ 9833—73		2	
		10	Кольцо 055-060-30 ГОСТ 9833—73		2	
		11	Шайба 12.01.05 ГОСТ 11371—78		8	
		12	Шпилька M12×45.58 ГОСТ 22043—76		8	
			Материалы			
		13	Картон А I ГОСТ 9347—74		2	

Пневматические цилиндры применяются в приспособлениях, предназначенных для быстрой установки и надежного закрепления обрабатываемых деталей на металлообрабатывающих станках. Изображенный на чертеже пневматический цилиндр — качающийся, крепится к станку специальными шарнирными устройствами. Основными элементами пневматического цилиндра являются цилиндр поз. 1 и поршень поз. 2.

В цилиндр через отверстия крышек поз. 3 и поз. 4 то с одной, то с другой стороны поршня попеременно подводят сжатый воздух, под действием которого поршень совершает возвратно-поступательное движение. К правому концу штока поз. 6 присоединяется звено механизма, которому шток сообщает это движение. Поршень и шток имеют уплотнительные кольца поз. 9 и поз. 10.

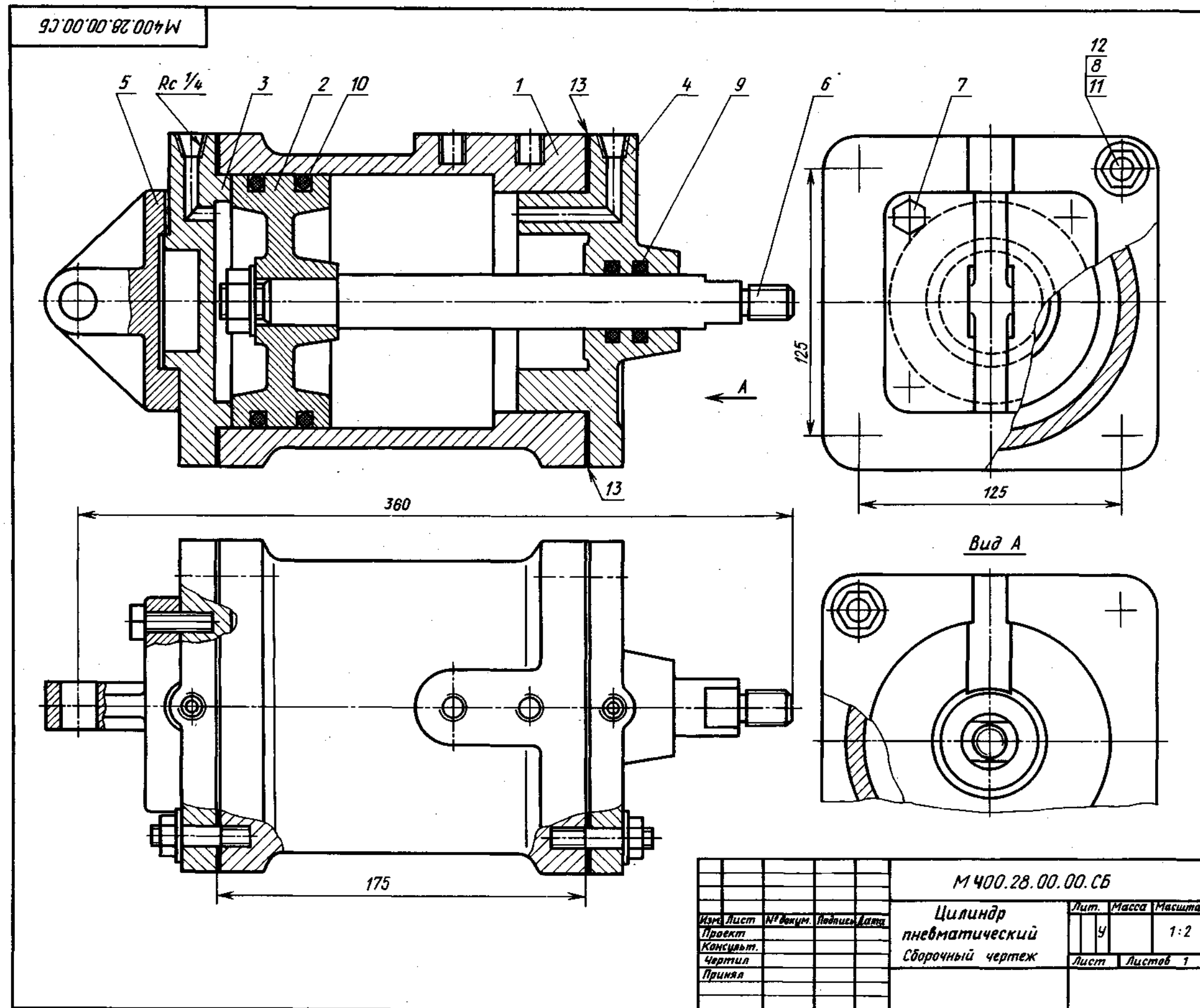
Задание

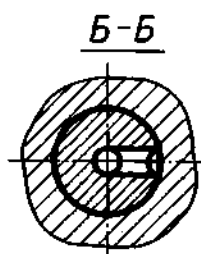
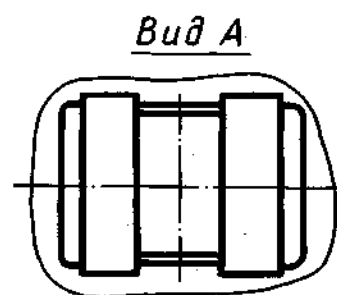
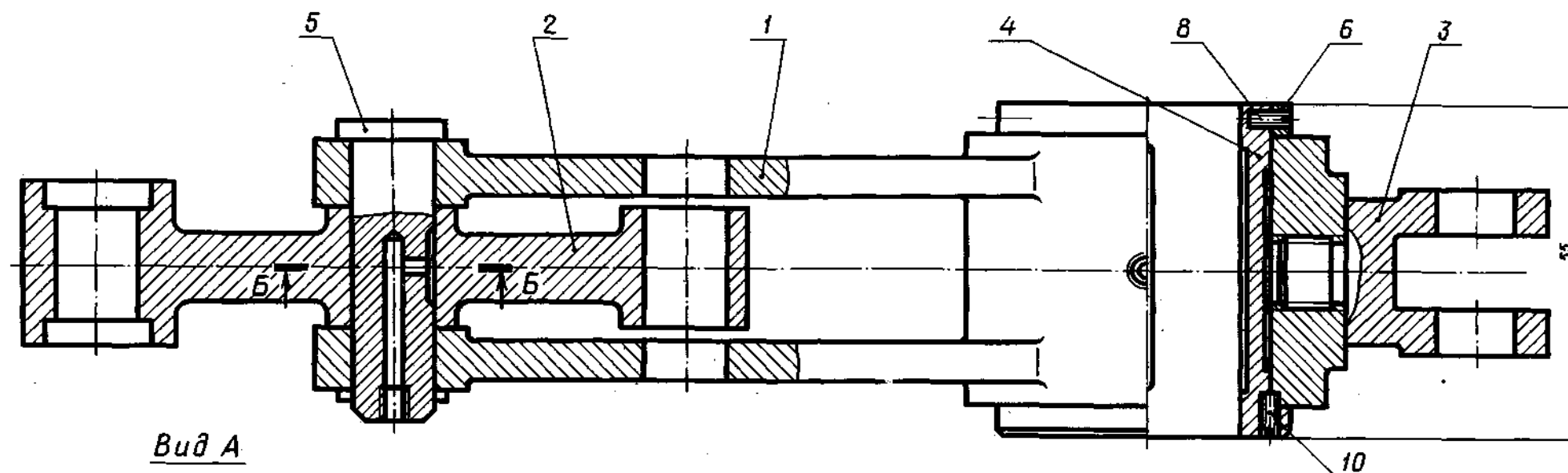
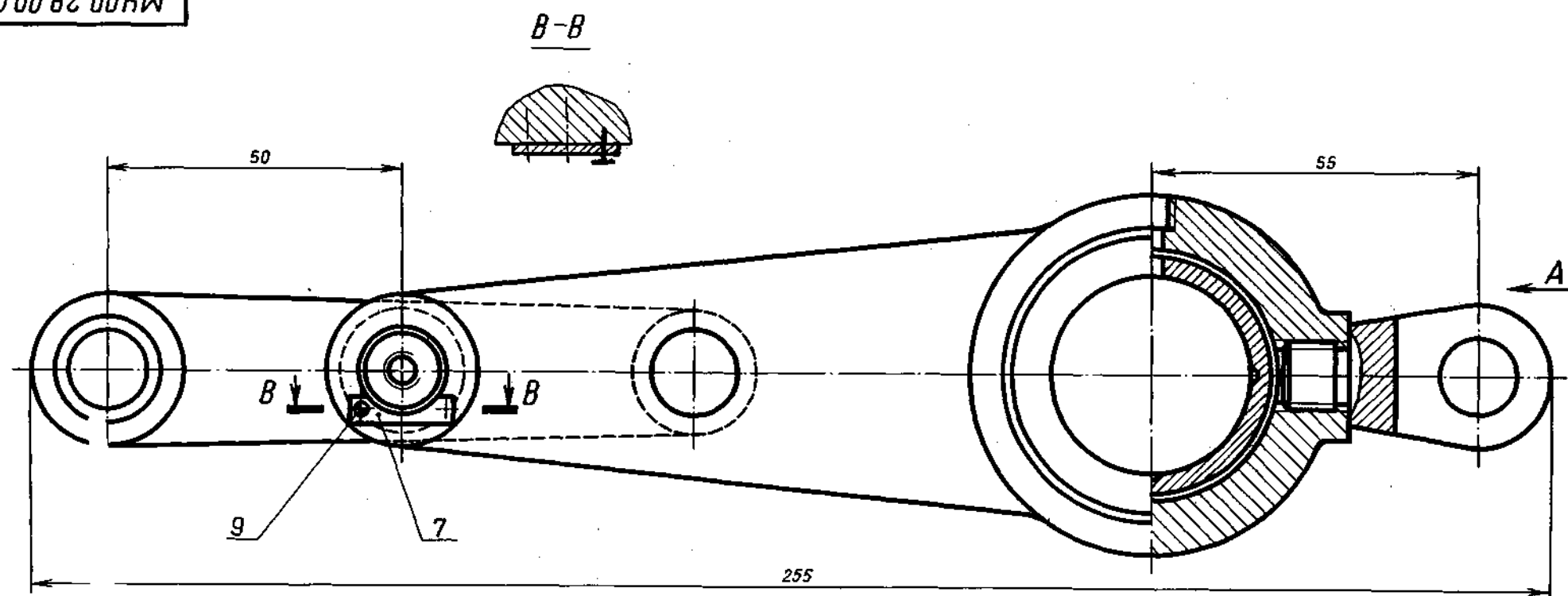
Выполнить чертежи деталей поз. 1... 6. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. 1 или детали поз. 5.

Материал деталей поз. 1... 5 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, поз. 2, 6 — Сталь 35 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Для чего предназначены отверстия с конической резьбой?
2. Каким количеством болтов крепится к корпусу поз. 1 крышка поз. 4?
3. Покажите контур детали поз. 4.





					М400.29.00.00.СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Тяга			
Проект.					Сборочный чертеж			
Консульт.					Лит.	Масса	Масштаб	
Чертил					У		1:1	
Принял					Лист	Листов 1		

29. ТЯГА

Формат	Этап	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-
A2			M400.29.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.29.00.01	Корпус	1	
A4		2	M400.29.00.02	Серьга	1	
A4		3	M400.29.00.03	Вилка	1	
A4		4	M400.29.00.04	Вкладыш	1	
A4		5	M400.29.00.05	Ось	1	
A4		6	M400.29.00.06	Кольцо	1	
A4		7	M400.29.00.07	Планка	1	
				Стандартные изделия		
		8		Винт M4×8.58 ГОСТ 1477—84	2	
		9		Винт A.M4×10.58 ГОСТ 1491—80	2	
		10		Винт M4×10.58 ГОСТ 1477—84	1	

Тяга, являясь промежуточным звеном механизмов, серьгой поз. 2 и вилок поз. 3 соединяется с разными частями одной машины.

В корпусе поз. 1 имеется бронзовый вкладыш поз. 4, отводящий всей внутренней цилиндрической поверхностью ось соседнего звена механизма. Вкладыш закреплен в корпусе винтом поз. 10. Отверстие под винт сверлят при сборке тяги.

Для уменьшения износа к трущимся поверхностям вкладыша и оси подводится густая смазка, поступающая из масленок, которые ввинчиваются в резьбовые отверстия деталей поз. 5 и поз. 1. Чтобы предотвратить проворачивание оси поз. 5, она закреплена на корпусе планкой поз. 7 и винтами поз. 9.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7.
Материал деталей поз. 1 ... 3 — СЧ 20 ГОСТ 1412—79,
деталей поз. 5, 6 — Сталь 45 ГОСТ 1050—74,
детали поз. 4 — Бр03Ц12С5 ГОСТ 613—79.

Ответьте на вопросы:

1. Имеется ли на данном чертеже изображение сечения?
2. На каких изображениях видна деталь поз. 3?
3. Покажите контур детали поз. 5.

30. ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1			M400.30.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.30.00.01	Корпус	1	
A4		2	M400.30.00.02	Крышка	1	
A4		3	M400.30.00.03	Фланец	1	
A4		4	M400.30.00.04	Шпindel	1	
A4		5	M400.30.00.05	Клапан	1	
A4		6	M400.30.00.06	Гайка	1	
A4		7	M400.30.00.07	Втулка	1	
A4		8	M400.30.00.08	Ключ	1	
				Стандартные изделия		
		9	Болт М12×45.58		4	
		10	ГОСТ 7798—70		4	
		11	Гайка М12.5		2	
		12	ГОСТ 5915—70		2	
			Гайка М10.5		2	
			ГОСТ 5915—70			
			Шпилька М10×25.58		2	
			ГОСТ 22032—76			
				Материалы		
		13	Картон А1		1	
		14	ГОСТ 9347—74		1	
			Войлок ПС 10			
			ГОСТ 6308—71			

Запорный вентиль монтируют на трубопроводах, предназначенных для подачи жидкости.

С помощью вентили можно периодически отключать одну часть трубопровода от другой, для этого нужно опустить запорный клапан поз. 5 вниз до соприкосновения с торцом втулки поз. 7. Перемещение клапана в вертикальном направлении производят вращением ключа поз. 8, насаженного на квадратный конец шпинделя поз. 4. Уплотнение поз. 14, прижимаемое сверху фланцем поз. 3, плотно прилегает к шпинделю.

Задание

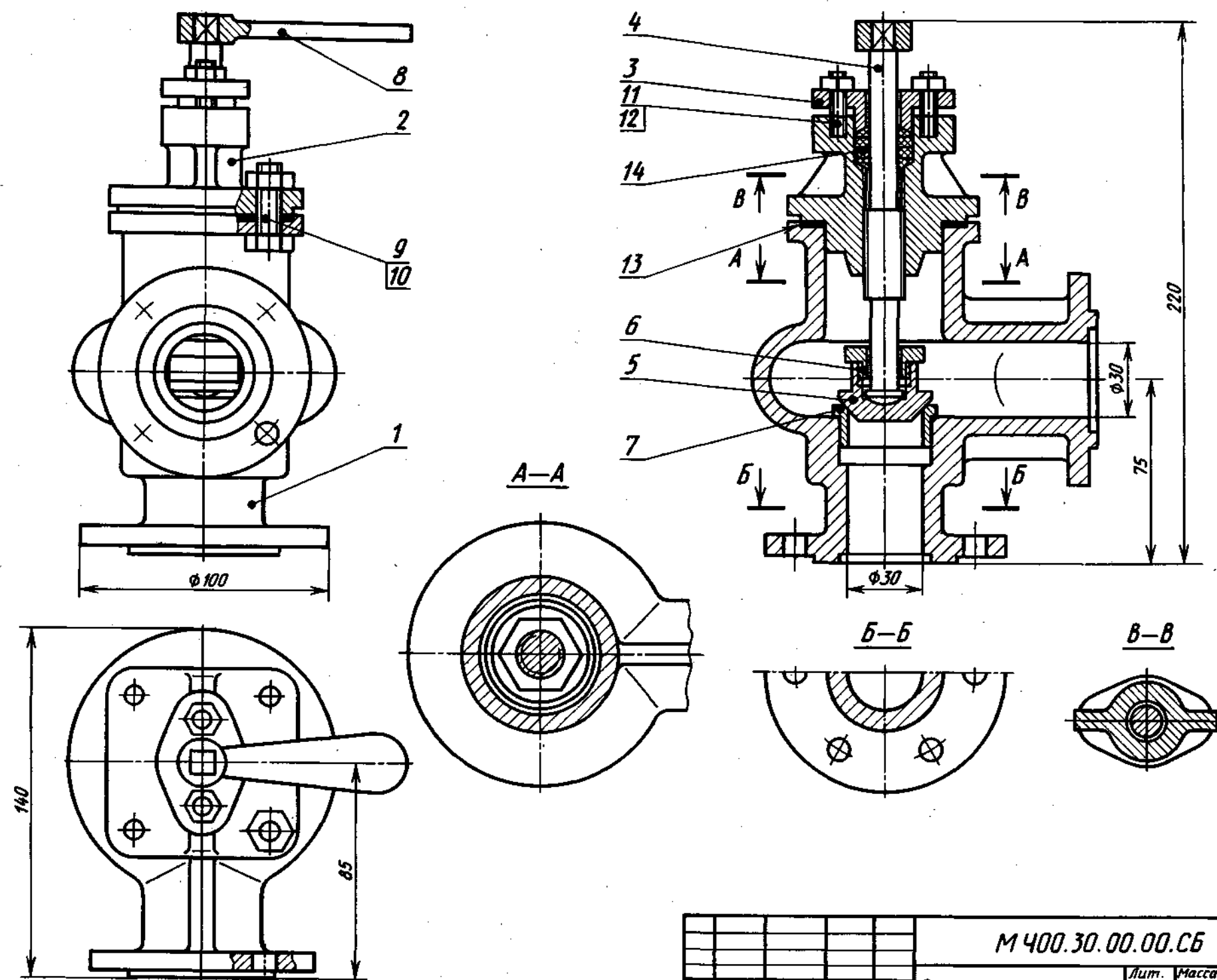
Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 8. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. 2 или 3.

Материал деталей поз. 1 ... 3, 5, 7, 10 — Сталь 30 ГОСТ 1050—74, поз. 4, 8 — Ст 6 ГОСТ 380—71, поз. 6, 9, 11 — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, поз. 12 — Бр03Ц12С5 ГОСТ 613—79.

Ответьте на вопросы:

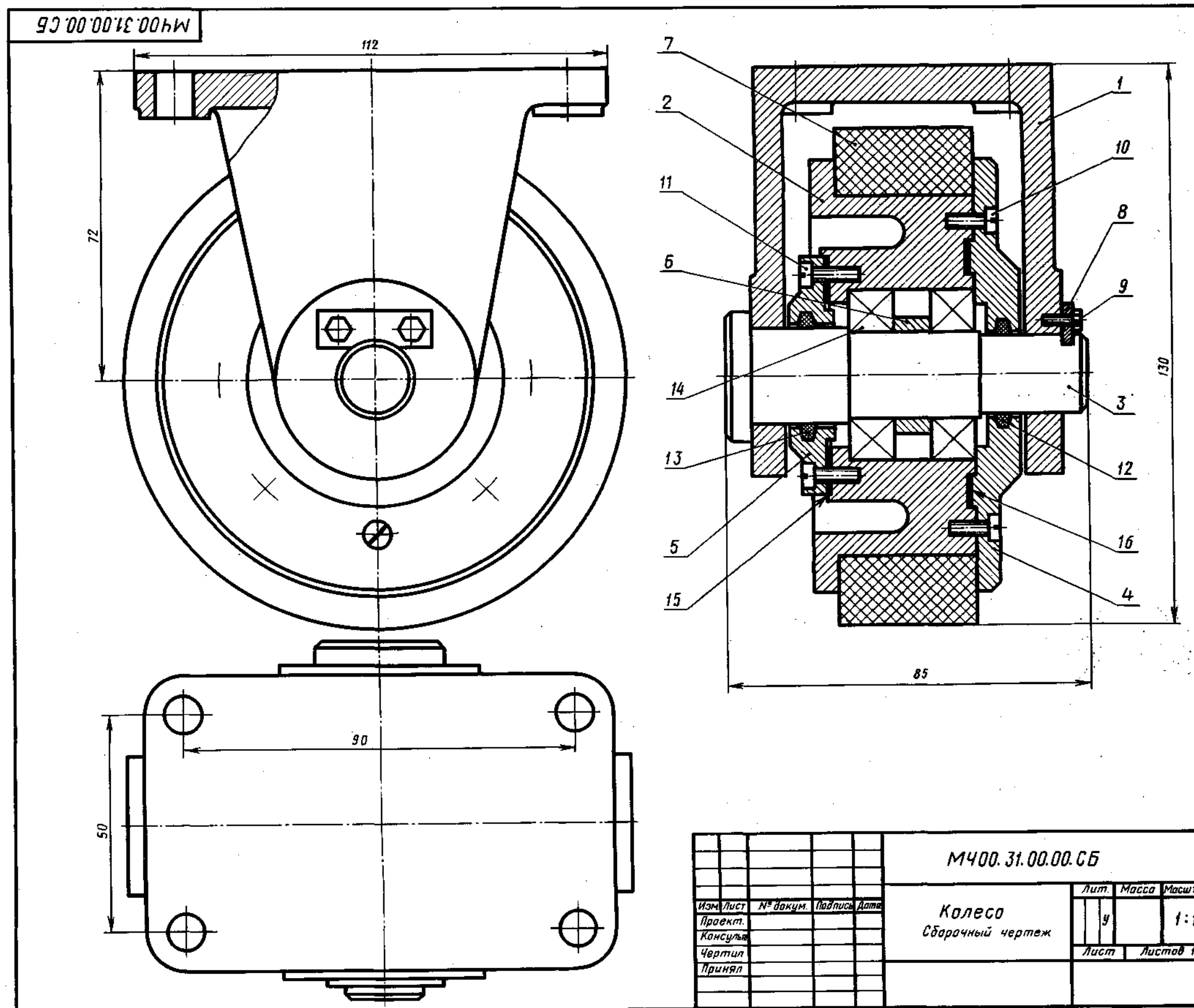
1. Имеется ли на чертеже изображение сечения?
2. Назовите детали, показанные на разрезе А—А.
3. Покажите контур детали поз. 2.

M 400.30.00.00.CB



				M 400.30.00.00.CB		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Вентиль запорный	Лит.
Проект.					Сборочный чертеж	у
Консульт.						1:2
Чертил						Лист
Принял						Листов 1

31. КОЛЕСО



Формат	Этап	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.31.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
A3		1	МЧ00.31.00.01	Кронштейн	1	
A3		2	МЧ00.31.00.02	Корпус	1	
A4		3	МЧ00.31.00.03	Ось	1	
A4		4	МЧ00.31.00.04	Крышка	1	
A4		5	МЧ00.31.00.05	Крышка	1	
A4		6	МЧ00.31.00.06	Втулка	1	
A4		7	МЧ00.31.00.07	Бандаж	1	
A4		8	МЧ00.31.00.08	Планка	1	
		9		Стандартные изделия		
		9		Болт М4×12.58	2	
		10		ГОСТ 7798—70		
		10		Винт А.М5×12.58	8	
		11		ГОСТ 1491—80		
		11		Винт А.М5×16.58	6	
		12		ГОСТ 1491—80		
		12		Кольцо СГ 28-17-5	1	
		13		ГОСТ 6418—81		
		13		Кольцо СГ 32-21-5	1	
		14		ГОСТ 6418—81		
		14		Шарикоподшипник 205	2	
		14		ГОСТ 8338—75		
		15		Материалы		
		15		Картон А 1	1	
		16		ГОСТ 6659—83		
		16		Картон А 1	1	
		16		ГОСТ 6659—83		

Колесо используется в тележке, предназначенной для транспортировки заготовок и готовых изделий в механическом цехе.

В двух отверстиях кронштейна крепится ось поз. 3. В корпусе поз. 2 запрессованы два шарикоподшипника поз. 14, которые зажимаются крышкой поз. 4 и распорной втулкой поз. 6. В крышках поз. 4, 5 имеются выточки под уплотнительные кольца поз. 12, 13, которые препятствуют попаданию пыли в подшипники. На цилиндрическую поверхность корпуса натянут бандаж поз. 7, который прижимается крышкой поз. 4. Колесо крепится к основанию тележки четырьмя болтами.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6, 8.

Материал деталей поз. 1, 2, 6, 8 — Ст 5 ГОСТ 380—71, деталей поз. 4, 5 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, детали поз. 3 — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, детали поз. 7 — резина.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько отверстий под винты имеет деталь поз. 2?
2. На каких изображениях видна деталь поз. 2?
3. Какое назначение имеет деталь поз. 8?

32. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ НАРЕЗКИ
СЕГМЕНТНЫХ ШПОНОК

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.32.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.32.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.32.00.02	Прихват	1	
A4		3	M400.32.00.03	Колодка	1	
A4		4	M400.32.00.04	Крышка	1	
A4		5	M400.32.00.05	Поршень	1	
A4		6	M400.32.00.06	Шайба	1	
A4		7	M400.32.00.07	Пружина	1	
A4		8	M400.32.00.08	Шпилька M12	1	
A4		9	M400.32.00.09	Призма	1	
				Стандартные изделия		
		10		Болт M6x18.58	5	
				ГОСТ 7798-70		
		11		Винт A.M8x20.58	1	
				ГОСТ 1491-89		
		12		Винт M8x30.58	4	
				ГОСТ 11738-84		
		13		Винт M10x35.58	2	
				ГОСТ 11738-84		
		14		Гайка M12.5	2	
				ГОСТ 5915-70		
		15		Кольцо СГ 23-14.3	2	
				ГОСТ 6418-81		
		16		Кольцо СГ 48-34.5	1	
				ГОСТ 6418-81		

Приспособление предназначено для производства сегментных шпонок из заготовок (готовых шайб) на горизонтально-фрезерном станке.

В корпус поз. 1 вставлен прихват поз. 2, соединенный шпилькой поз. 8 с поршнем поз. 5 цилиндра обратного действия. Зажим нескольких заготовок, установленных на призме поз. 9 (на чертеже показаны тонкой линией, см. разрез А-А), осуществляется прихватом под воздействием гидравлического давления на поршень (жидкость поступает в отверстие по стрелке). Пружина поз. 7 возвращает прихват в исходное положение после того, как в цилиндре снято давление. Дисковая фреза центрируется по оси призмы поз. 9 и прорези установочной колодки поз. 3 с помощью шупа.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1...3, 5, 8, 9. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. 1.

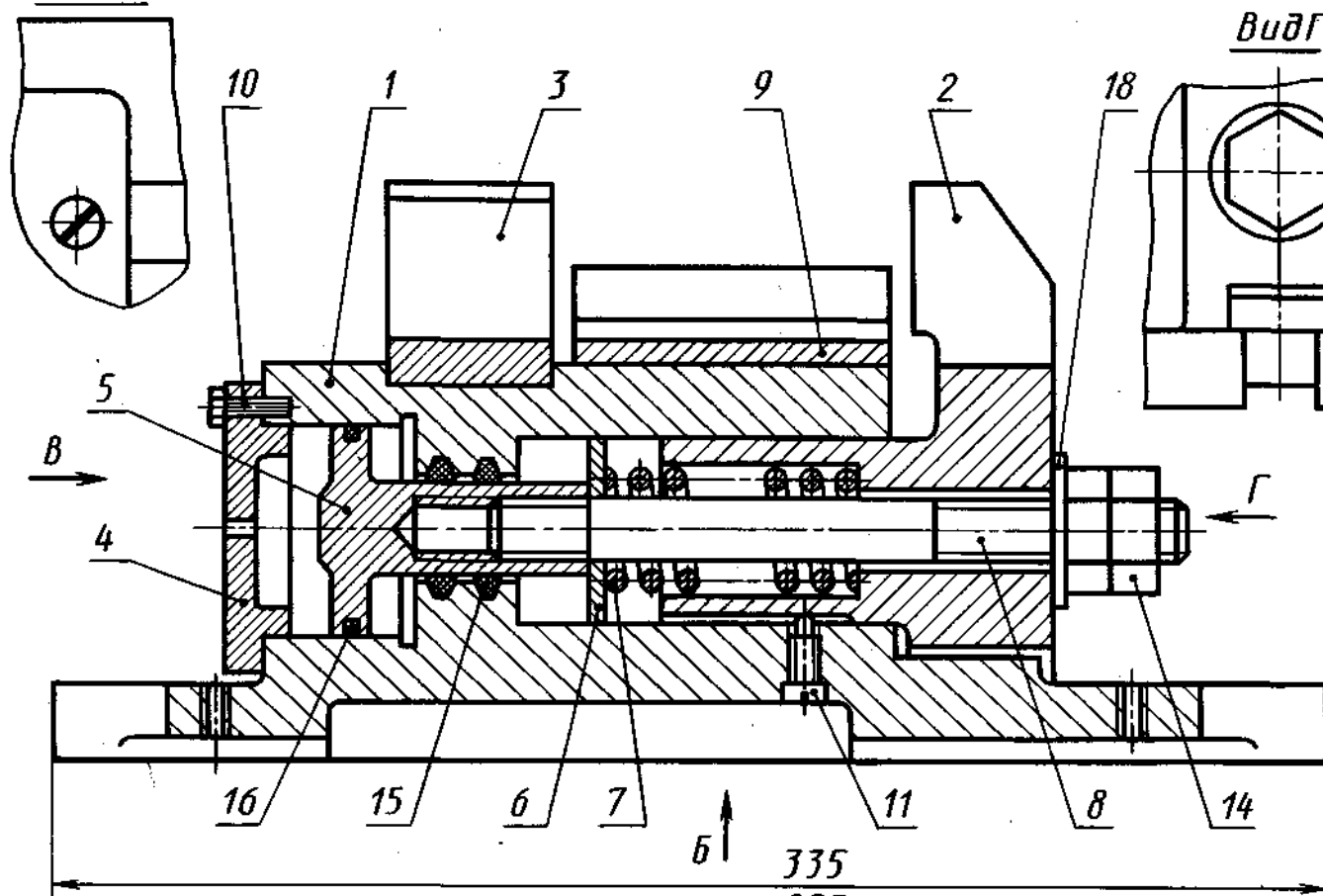
Материал деталей поз. 1, 4 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 2, 3, 5, 6, 8, 9 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, детали поз. 7 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

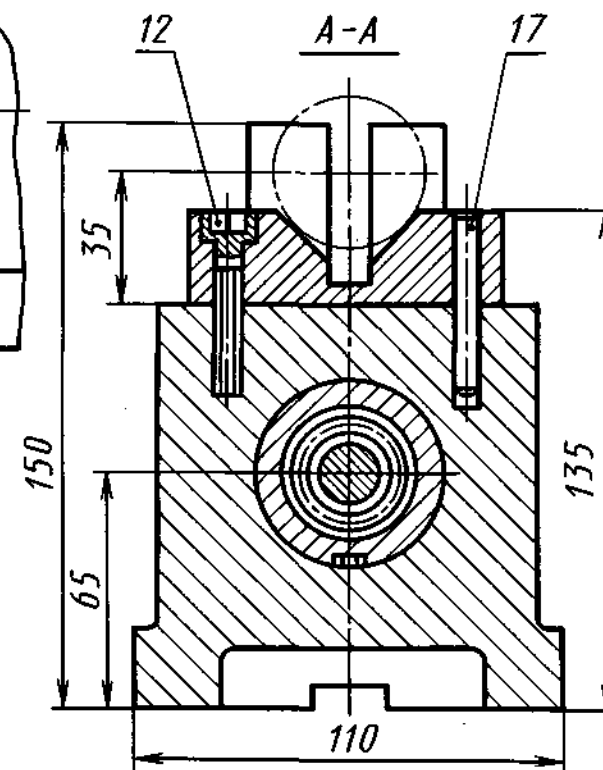
1. Как называется разрез А-А?
2. Сколько отверстий с резьбой в детали поз. 9?
3. Покажите контур детали поз. 2 на разрезе А-А и виде сверху.

93'00'00'25'00hW

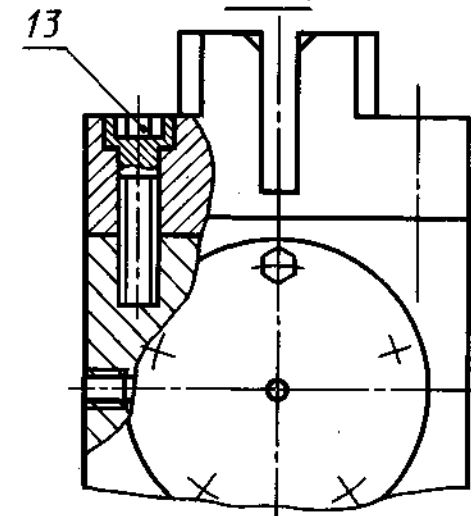
Вид Б



Вид Г



Вид В



				M400.32.00.00.CB		
Изм.	Лист	Исполн.	Подпись	Дата	Лит	Масса
Проект					у	1:2
Консульт					Лист	Листов 1
Чертил						
Принял						

33. ГИДРОЗАМОК

Формат	Экз.	Пол.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
A2			M400.33.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.33.00.01	Корпус	1	
A4	2		M400.32.00.02	Седло	2	
A3	3		M400.33.00.03	Штуцер	2	
A4	4		M400.33.00.04	Цилиндр	1	
A4	5		M400.33.00.05	Золотник	1	
A4	6		M400.33.00.06	Штуцер	1	
A4	7		M400.33.00.07	Клапан	2	
A4	8		M400.33.00.08	Пружина	2	
A4	9		M400.33.00.09	Штуцер	1	
				Материалы		
	10			Кожа 3 ГОСТ 20836—75	3	

Гидрозамок представляет собой гидравлический управляемый обратный клапан, применяемый для заправки рабочих полостей гидроцилиндров.

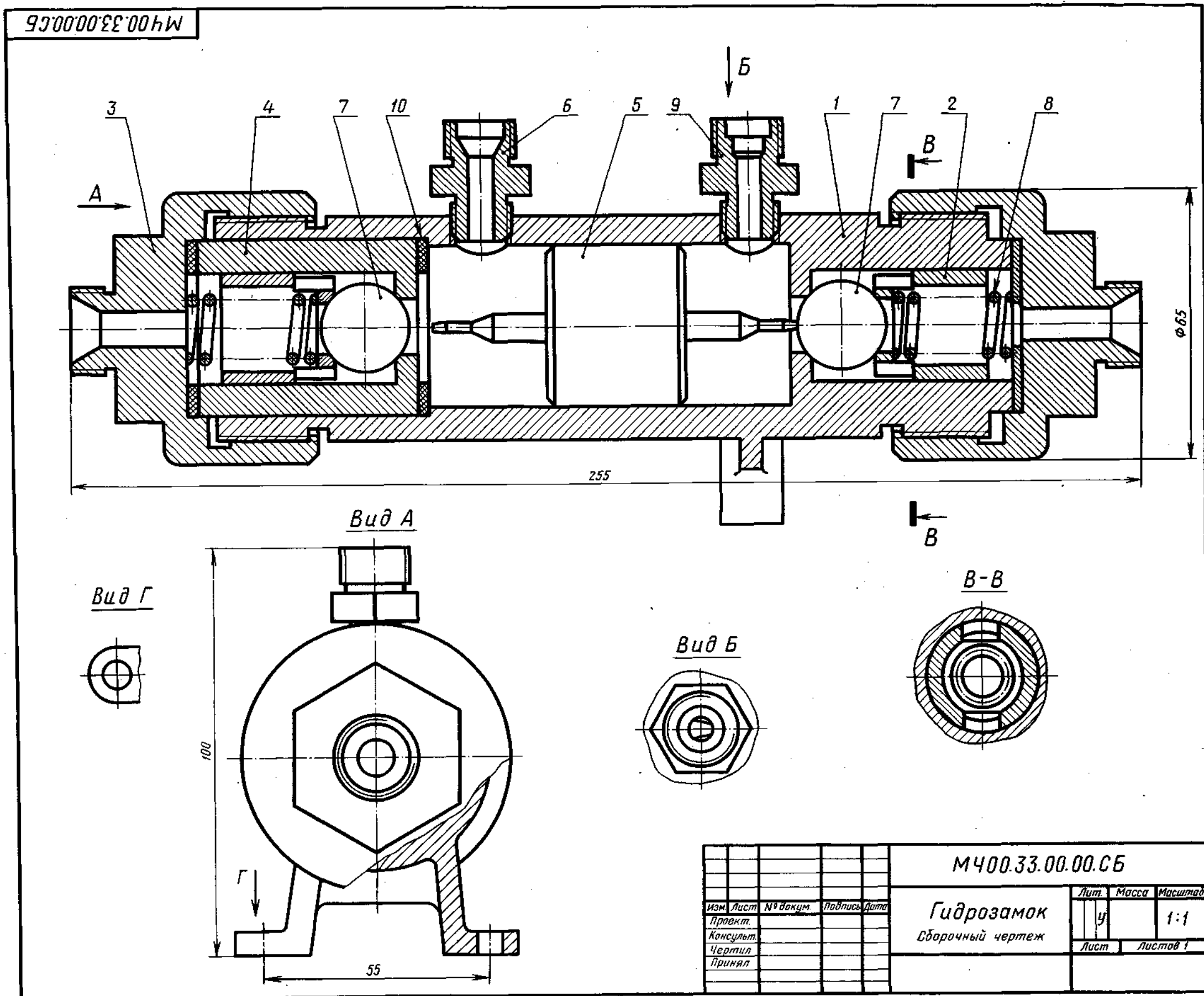
Принцип работы гидрозамка следующий. Предположим, что правая магистраль гидрозамка связана с рабочей (поршневой) полостью гидроцилиндра, а левая — со штоковой полостью гидроцилиндра. Тогда масло под давлением, идущее в поршневую полость через канал штуцера поз. 9, сместит в корпусе поз. 1 золотник поз. 5 влево и откроет левый обратный клапан поз. 7, через который масло из штоковой полости гидроцилиндра будет выходить через штуцер поз. 6 на слив. Одновременно открывается правый обратный клапан поз. 7, и масло через него поступает в поршневую полость гидроцилиндра. При прекращении доступа жидкости в гидрозамок золотник возвратится в нейтральное положение и оба обратных клапана под действием пружин поз. 8 и давления масла со стороны поршневой и штоковой полостей гидроцилиндра закроются, фиксируя поршень гидроцилиндра в заданном положении.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6.
Материал деталей поз. 1, 3, 7 — Сталь 35
ГОСТ 1050—74, деталей поз. 2, 4, 5, 9 — Бр03Ц12С5
ГОСТ 613—79, детали поз. 8 — Сталь 65Г
ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали, изображенные на виде А.
2. Покажите контур детали поз. 2 на разрезе В—В.
3. Видна ли на виде Б деталь поз. 5?



34. АМОРТИЗАТОР РОЛИКОВЫЙ

Формат	Вид	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.34.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.34.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.34.00.02	Цилиндр	1	
A3		3	M400.34.00.03	Стакан	1	
A3		4	M400.34.00.04	Шток	1	
A4		5	M400.34.00.05	Втулка	1	
A4		6	M400.34.00.06	Ролик	1	
A4		7	M400.34.00.07	Пружина	1	
A4		8	M400.34.00.08	Ось	1	
A4		9	M400.34.00.09	Втулка	1	
A4		10	M400.34.00.10	Вилка	1	
A4		11	M400.34.00.11	Пластина	1	
				Стандартные изделия		
		12		Болт M14X16.58 ГОСТ 7796-70	2	
		13		Болт M8X25.58 ГОСТ 7796-70	6	
		14		Винт M10X16.58 ГОСТ 8878-84	1	
		15		Гайка M10.5 ГОСТ 5915-70	6	
		16		Гайка M24.5 ГОСТ 2526-70	2	
		17		Шпилька M10X25.58 ГОСТ 22032-76	6	
		18		Шпонка 10X8X30 ГОСТ 23360-78	1	

Роликовый амортизатор служит для направления перемещаемых при прокате заготовок и поглощения ударных нагрузок.

Удар при подаче заготовки передается от ролика поз. 6 на пружину поз. 7 амортизатора через шток поз. 4. Вилка поз. 10 установлена на конце штока, который может перемещаться только в осевом направлении, для чего имеется направляющая шпонка поз. 18. Регулирование первоначальной силы нажатия пружины на ролик производится с помощью гайки поз. 16. К трущимся поверхностям деталей ролика через каналы оси поз. 8 подводится смазка.

Цилиндр поз. 2 крепится к корпусу поз. 1 шестью шпильками поз. 17 и гайками поз. 15. Шесть нижних отверстий корпуса предназначены для крепления роликового амортизатора к раме или станине агрегата.

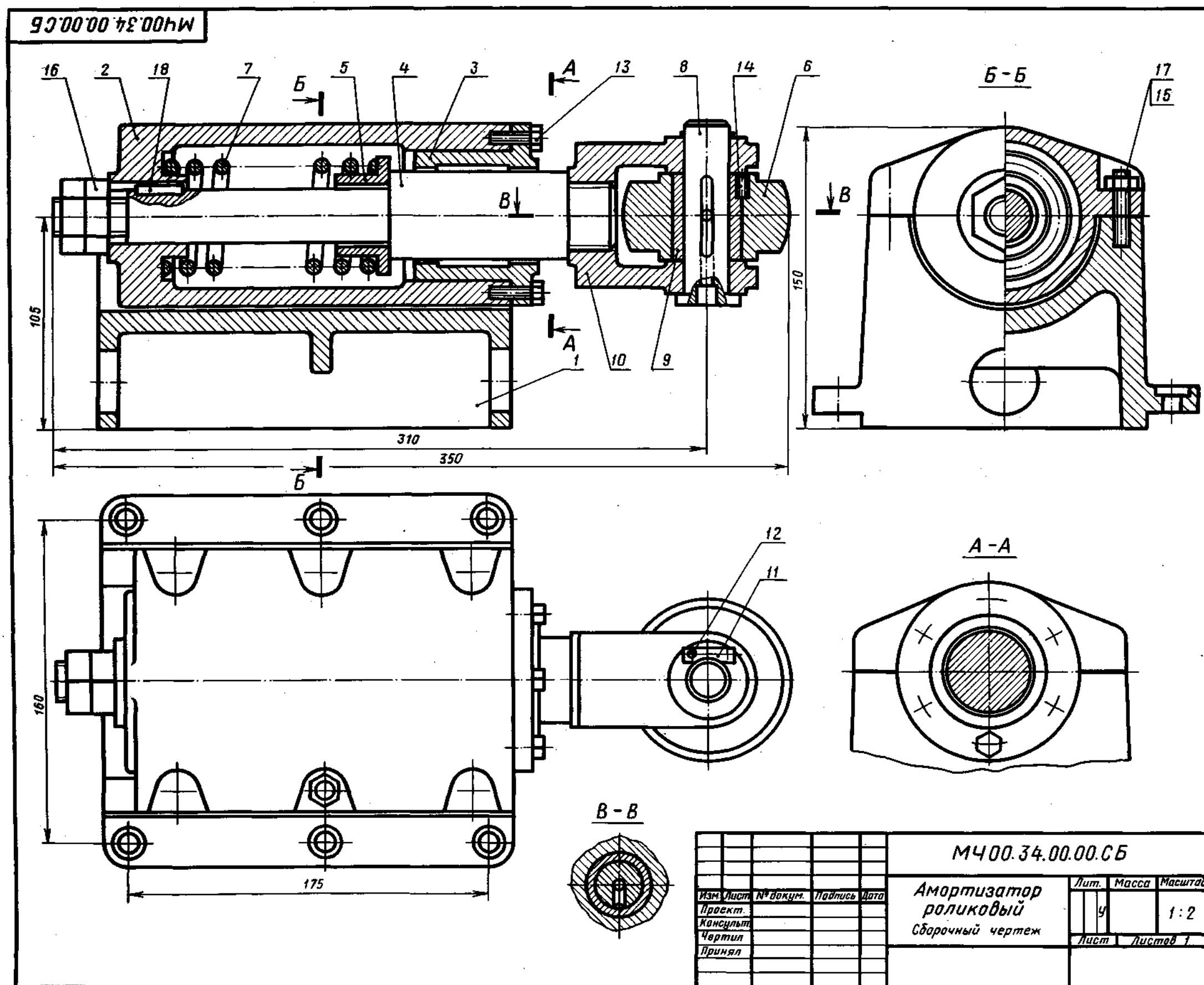
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 4, 6 ... 8, 10. Деталь поз. 1 или поз. 2 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1 ... 3, 6, 10 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 4, 5, 8, 9, 11 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, детали поз. 7 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

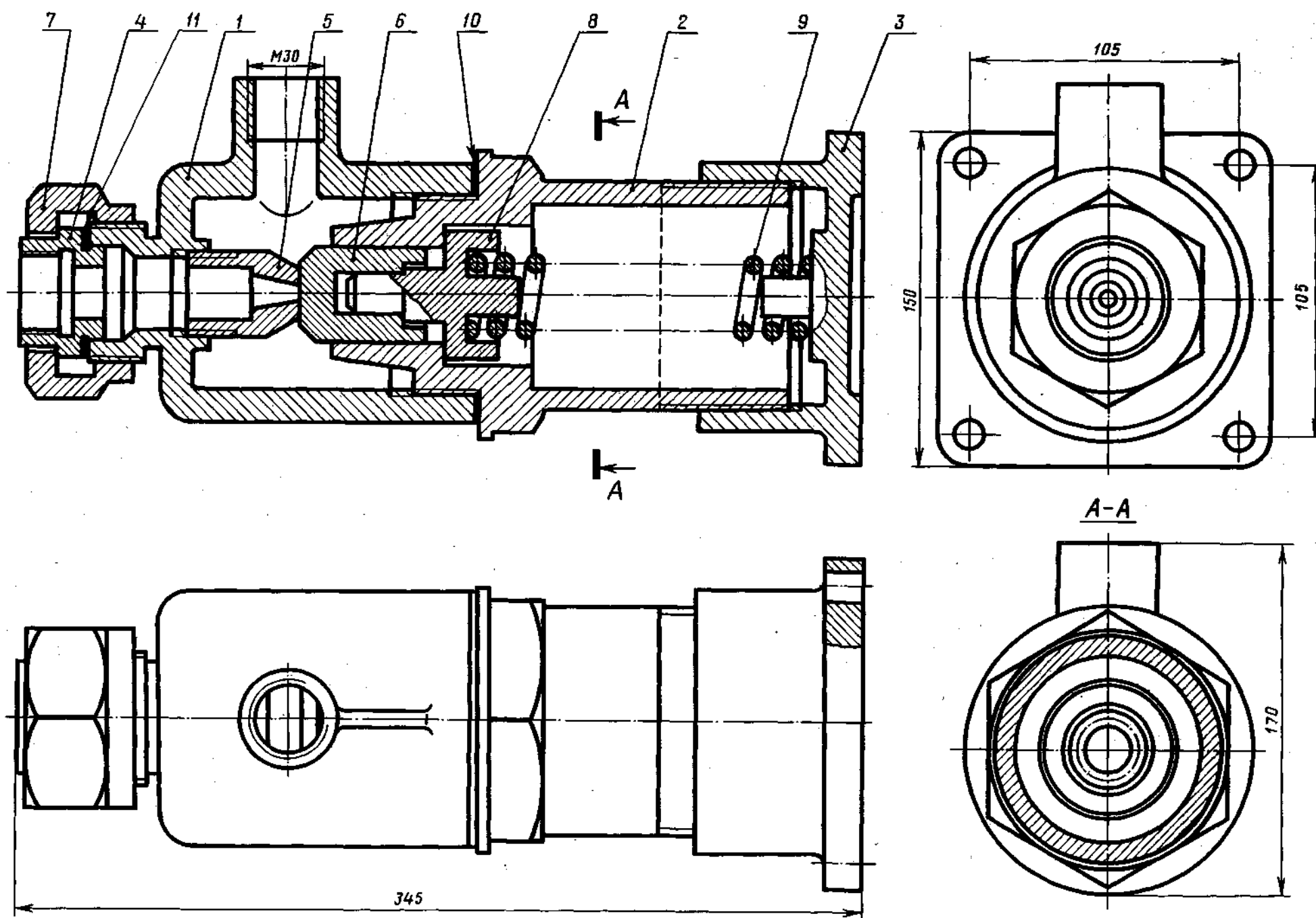
1. Покажите контур детали поз. 2.
2. На каких изображениях видна деталь поз. 4?
3. Сколько отверстий под болты имеется в детали поз. 3?



90'00'00'55'00'W

1-е доработание

35. КЛАПАН ОБРАТНЫЙ



Формат	Этап	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.35.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.35.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.35.00.02	Цилиндр	1	
A3		3	M400.35.00.03	Крышка	1	
A4		4	M400.35.00.04	Седло	1	
A4		5	M400.35.00.05	Конус	1	
A4		6	M400.35.00.06	Клапан	1	
A4		7	M400.35.00.07	Гайка	1	
A4		8	M400.35.00.08	Тарелка	1	
A4		9	M400.35.00.09	Пружина	1	
				Материалы		
		10		Картон А 1	1	
		11		ГОСТ 9347-74		
				Картон А 1	1	
				ГОСТ 9347-74		

В гидравлических системах, где необходимо свободно пропускать жидкость только в одном направлении, применяют обратные клапаны.

Клапан имеет запорный элемент, состоящий из деталей поз. 6, 8, 9. Под действием избыточного давления жидкости, поступающей через отверстия в деталях поз. 4, 5, клапан поз. 6 отходит и пропускает жидкость в полость корпуса поз. 1 и далее в магистраль. При прекращении подачи жидкость обратно из полости корпуса поз. 1 пройти не может, так как пружина поз. 9 возвратит клапан поз. 6 в исходное положение.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 8.
Материал деталей поз. 1 ... 3, 7 — Сталь 35
ГОСТ 1050-74, деталей поз. 4 ... 6, 8 — Ст 5
ГОСТ 380-71, детали поз. 9 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали, которые видны в круглом отверстии на виде сверху.
2. Имеются ли на данном чертеже местные разрезы?
3. Покажите контур детали поз. 2 на разрезе А-А.

M400.35.00.00.CB

Клапан
обратный
Сборочный чертеж

Лист	Масса	Масштаб
у		1:2
Лист	Листов	
1	1	

88. РОЛИК РЕГУЛИРУЕМЫЙ

Формат	Зона	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.36.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.36.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.36.00.02	Стойка	1	
A3		3	M400.36.00.03	Ролик	1	
A4		4	M400.36.00.04	Клин	1	
A4		5	M400.36.00.05	Ось	1	
A4		6	M400.36.00.06	Крышка	1	
A4		7	M400.36.00.07	Винт M20	1	
A4		8	M400.36.00.08	Болт M16	2	
				Стандартные изделия		
		9		Винт M6x16.58	2	
		10		ГОСТ 1477—84	2	
		11		Гайка M12.5	2	
		12		ГОСТ 5915—70	2	
				Гайка M16.5	2	
				ГОСТ 5915—70	2	
				Шпилька M12x25.58	2	
				ГОСТ 22034—76		

Роликовое устройство применяется при транспортировке листового материала, который перекачивается по роликам.

Корпус поз. 1 прикрепляется к раме машины четырьмя болтами (рама и болты на чертеже не показаны).

При вращении винта поз. 7 клин поз. 4 будет скользить по наклонной плоскости корпуса, в результате чего стойка поз. 2 с роликом поз. 3 будет подниматься или опускаться. После установки ролика на нужном уровне стойку закрепляют болтами поз. 8 и гайками поз. 11. Ролик вращается на оси поз. 5, которая фиксируется на стойке винтами поз. 9.

К трущимся поверхностям ролика и оси по отверстиям и специальным канавкам в оси поступает густая смазка из масленки. Масленка запрессовывается в отверстие оси поз. 5 (на чертеже не показана).

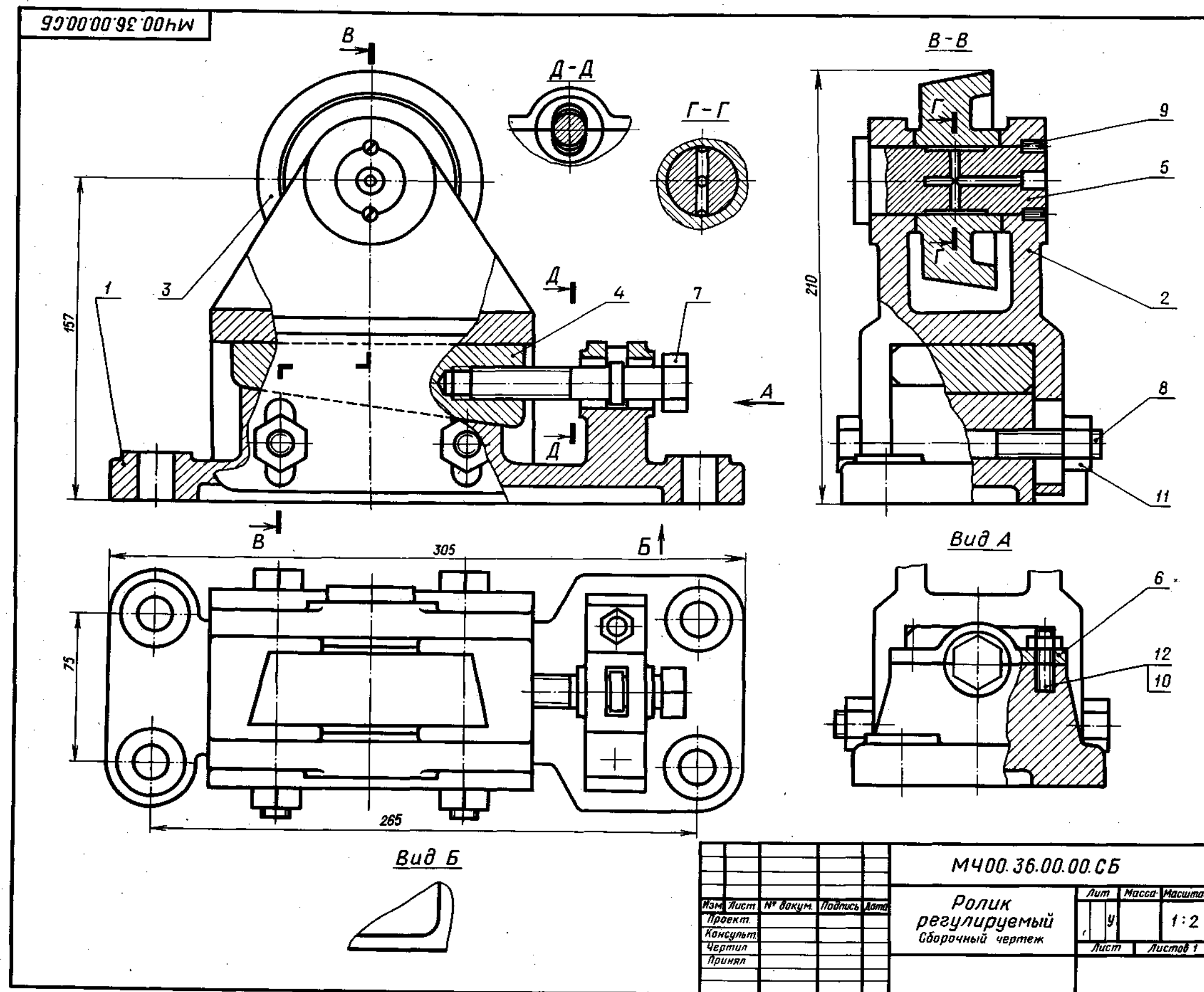
Задание

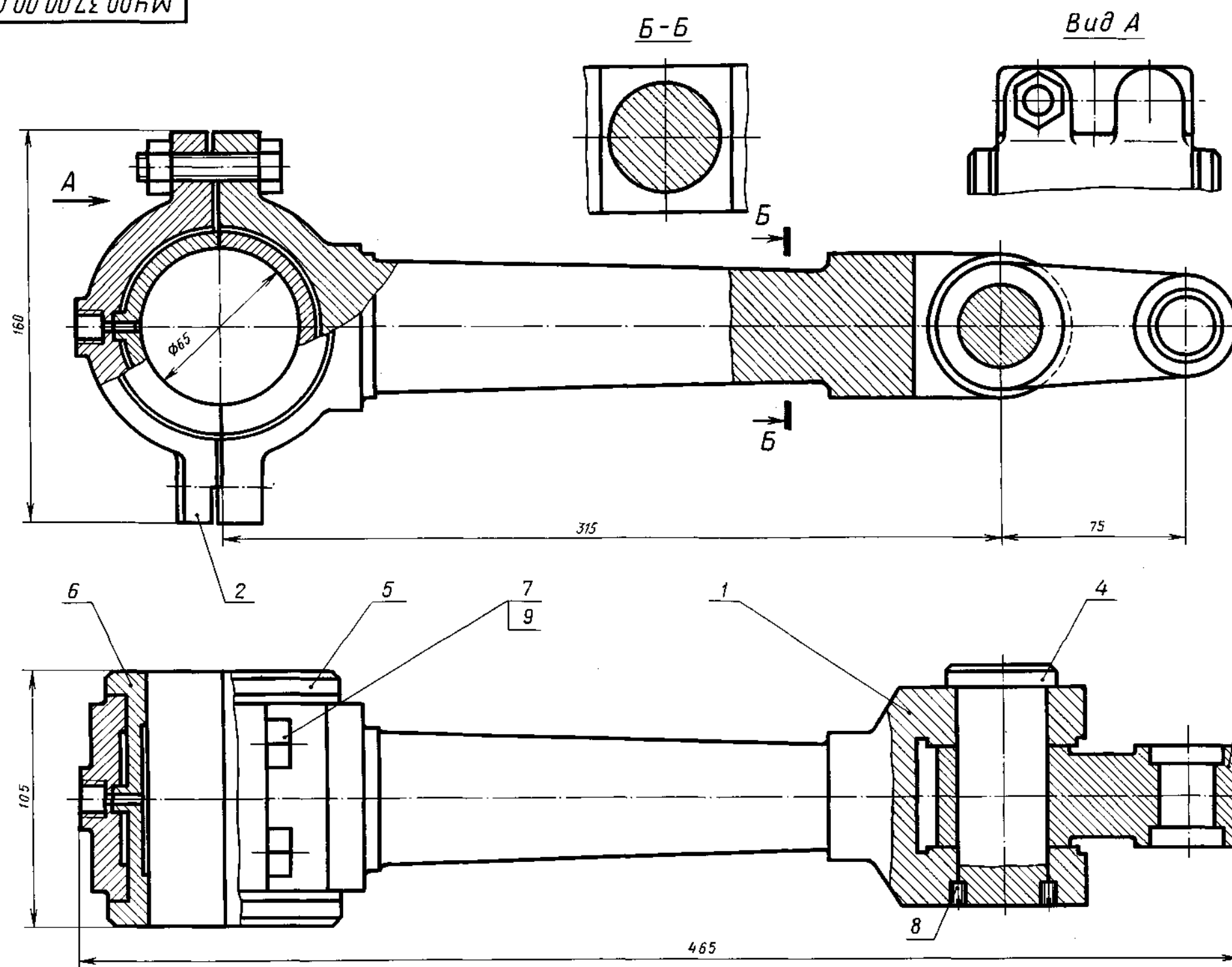
Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7. Деталь поз. 2 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1 ... 4, 6 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. 5, 7, 8 — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали, которые изображены на виде А.
2. Покажите на разрезе В—В контур детали поз. 4.
3. Покажите место установки масленки.





37. ТЯГА

Формат	Зона	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-
A2			M400.37.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.37.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.37.00.02	Крышка	1	
A4	3		M400.37.00.03	Серьги	1	
A4	4		M400.37.00.04	Ось	1	
A4	5		M400.37.00.05	Вкладыш	1	
A4	6		M400.37.00.06	Вкладыш	1	
				Стандартные изделия		
	7			Болт M14×60.58 ГОСТ 7798—70	4	
	8			Винт M6×8.58 ГОСТ 1477—84	2	
	9			Гайка M14.5 ГОСТ 5915—70	4	

Тяга является промежуточным звеном механизмов различных машин.

Тяга состоит из корпуса поз. 1 и крышки поз. 2. Для уменьшения износа поверхностей вкладышей поз. 5, 6, подвергающихся в процессе работы трению, через отверстия в крышке и вкладыше подводится густая смазка.

Серьга поз. 3 может вращаться вокруг оси поз. 4, закрепленной в корпусе винтами поз. 8. Серьгой поз. 3 тяга соединяется с другими механизмами.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6.

Материал деталей поз. 1...3 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, детали поз. 4 — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, деталей поз. 5, 6 — Бр03Ц12С5 ГОСТ 613—79.

Ответьте на вопросы:

1. Какую форму имеет средняя часть корпуса поз. 1?
2. На каких изображениях видна деталь поз. 2?
3. Для какой цели предназначена канавка вкладыша поз. 6?

Долгопрудненский авиационный техникум
Электронная библиотека



Козловский Александр Юрьевич



141702 Россия Московская обл.
г. Долгопрудный, пл. Собина, 1

Phone: 8(495)4084593 8(495)4083109
Email: dat_teg@mail.ru
Site: posdat.ru

38. ПРИБОР КОНТРОЛЬНЫЙ

Формат	Зона	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1			M400.38.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.38.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.38.00.02	Рычаг	1	
A3		3	M400.38.00.03	Отправка	1	
A4		4	M400.38.00.04	Шток	1	
A4		5	M400.38.00.05	Кронштейн	1	
A4		6	M400.38.00.06	Стойка	1	
A4		7	M400.38.00.07	Втулка	1	
A4		8	M400.38.00.08	Диск	1	
A4		9	M400.38.00.09	Ось	1	
A4		10	M400.38.00.10	Ось	1	
A4		11	M400.38.00.11	Шайба	1	
A4		12	M400.38.00.12	Плита	1	
A4		13	M400.38.00.13	Пружина	1	
A4		14	M400.38.00.14	Шарик	1	
				Стандартные изделия		
		15		Болт M8×35.58 ГОСТ 7798—70	4	
		16		Винт M10×12.58 ГОСТ 1476—84	1	
		17		Винт M10×25.58 ГОСТ 1482—84	1	
		18		Винт A.M10×20.58 ГОСТ 1491—80	1	
		19		Винт M6×12.58 ГОСТ 1483—84	1	
		20		Гайка M8.5 ГОСТ 5915—70	4	
		21		Гайка M10.5 ГОСТ 5915—70	4	
		22		Шплинт 4×25-001 ГОСТ 397—79	2	
		23		Шпилька M10×30.58 ГОСТ 22032—76	4	

Контрольный прибор предназначен для контроля остаточных деформаций упругого стопорного кольца (на чертеже кольцо изображено тонкой линией).

Диск с кольцом вставляют в плиту поз. 12. При опускании рычага поз. 2 нижний конический конец оправки поз. 3 входит в проверяемое кольцо и разводит его до диаметра оправки. При подъеме рычага кольцо упирается в кронштейн поз. 5 и соскальзывает с оправки. В верхнем положении шток поз. 4 фиксируется шариком поз. 14, который поджимается в углубление штока пружиной поз. 13.

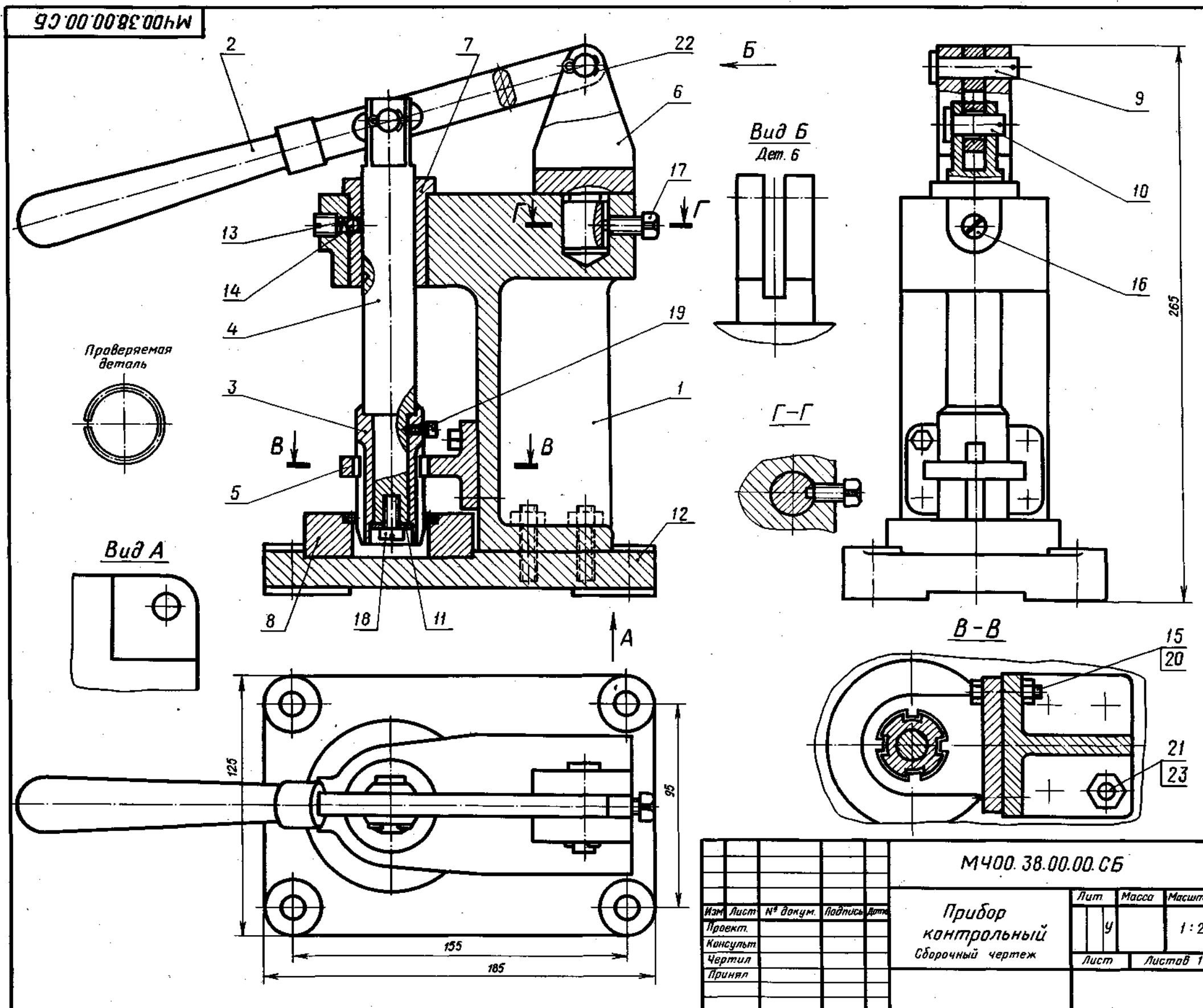
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 8, 12. Деталь поз. 1 изобразить в аксонометрической проекции.

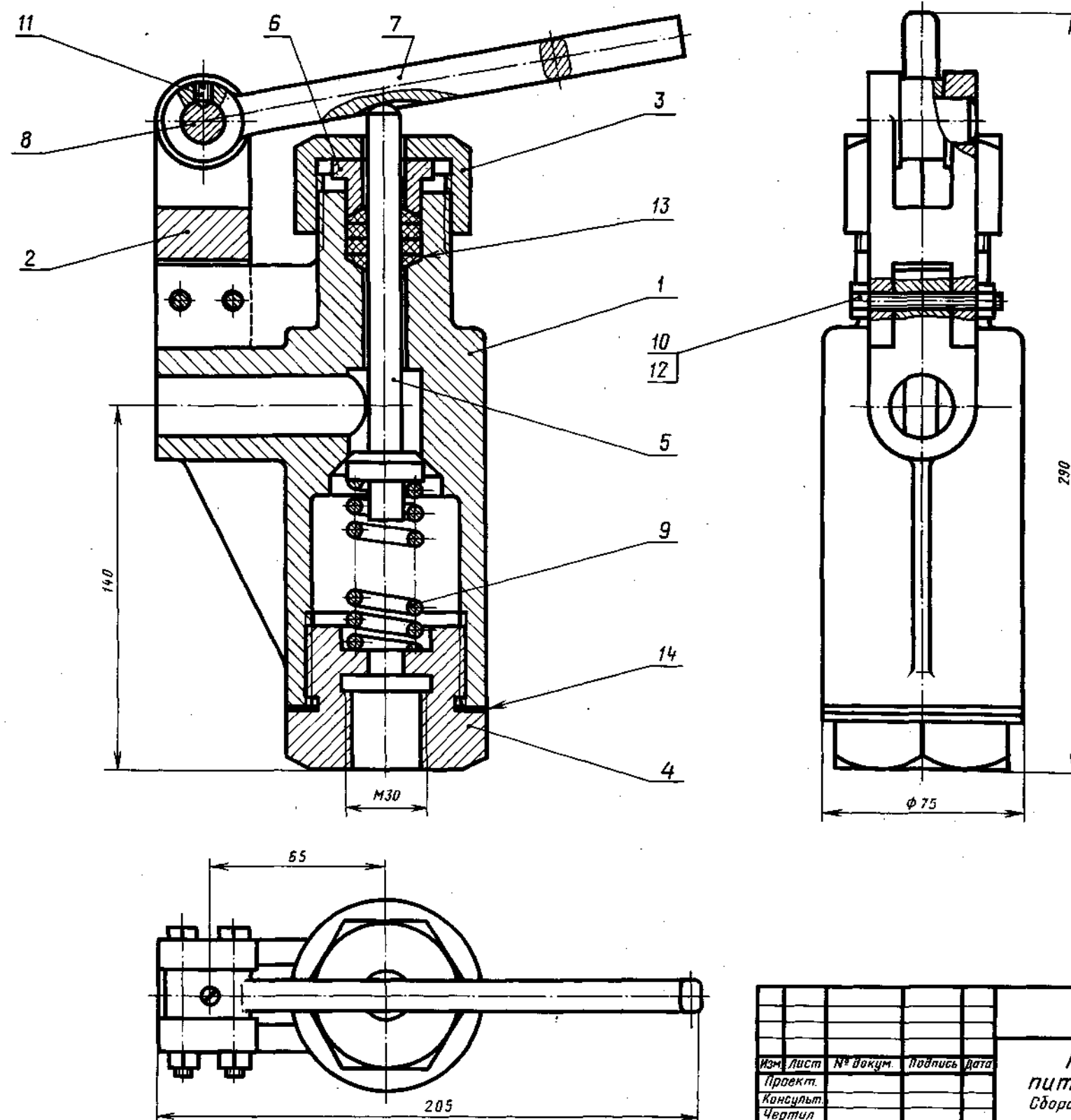
Материал деталей поз. 1, 3, 5, 6 — Сталь 20
ГОСТ 1050—74, деталей поз. 4, 7 ... 12 — Сталь 45
ГОСТ 1050—74, детали поз. 13 — Сталь 65Г
ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Может ли деталь поз. 6 вращаться вокруг своей оси?
2. Покажите контур детали поз. 5.
3. Назовите все детали, которые видны на виде сверху.



9000006200HW



					М400.39.00.00.СБ		
					Клапан питательный		
					Сборочный чертеж		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Проект.					9		1:2
Консульт.							
Чертил					Лист	Листов 1	
Принял							

1-е детализирование

39. КЛАПАН ПИТАТЕЛЬНЫЙ

Формат	Зона	Пояс.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			М400.39.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
A3		1	М400.39.00.01	Детали Корпус	1	
A4		2	М400.39.00.02	Вилка	1	
A4		3	М400.39.00.03	Гайка	1	
A3		4	М400.39.00.04	Пробка	1	
A4		5	М400.39.00.05	Клапан	1	
A4		6	М400.39.00.06	Втулка	1	
A4		7	М400.39.00.07	Рычаг	1	
A4		8	М400.39.00.08	Ось	1	
A4		9	М400.39.00.09	Пружина	1	
		10		Стандартные изделия Болт М8×60.58 ГОСТ 7798—70	2	
		11		Винт М6×14.58 ГОСТ 1476—84	1	
		12		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	2	
		13		Кольцо СГ 23-14-5 ГОСТ 6418—81	4	
		14		Материалы Картон Б 3 ГОСТ 6659—83	1	

Клапан предназначен для свободного периодического пропуска воды в одном направлении. Для этого нажимают рычаг поз. 7, который поворачивается вокруг оси поз. 8. Вследствие этого коническая поверхность клапана поз. 5, плотно притертая к коническому гнезду корпуса поз. 1, отойдет от гнезда вниз и откроет проход для воды. Пружина поз. 9 при этом будет сжиматься. После снятия усилия с рычага пружина разожмется и клапан закроет отверстие. В месте выхода клапана из корпуса предусмотрено сальниковое уплотнение из колец поз. 13. Кольца поджимаются втулкой поз. 6 и гайкой поз. 3.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 5, 7, 9.
Материалы деталей поз. 1 ... 4 — Сталь 15
ГОСТ 1050—74, деталей поз. 5 ... 8 — Ст 5
ГОСТ 380—71, детали поз. 9 — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Видны ли детали поз. 5 и поз. 7 на виде слева?
2. Покажите на данном чертеже местные разрезы.
3. Покажите контур детали поз. 2 на виде слева.

40. РОЛИК НАТЯЖНОЙ

Формат	Зона	Пов.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			MЧ00.40.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		MЧ00.40.00.01	Рама	1	
A4	2		MЧ00.40.00.02	Ролик	1	
A3	3		MЧ00.40.00.03	Ползун	1	
A4	4		MЧ00.40.00.04	Крышка	1	
A4	5		MЧ00.40.00.05	Крышка	1	
A4	6		MЧ00.40.00.06	Втулка	1	
A4	7		MЧ00.40.00.07	Гайка	1	
A4	8		MЧ00.40.00.08	Крышка	1	
A4	9		MЧ00.40.00.09	Винт	1	
A4	10		MЧ00.40.00.10	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
	11		Болт M14×40.58 ГОСТ 7798-70		6	
	12		Болт M16×45.58 ГОСТ 7798-70		12	
	13		Кольцо СТ 88-69-7 ГОСТ 6418-81		1	
	14		Шарикоподшипник 208 ГОСТ 8338-75		2	

Натяжной ролик предназначен для натяжения ремней в клиноременных передачах.

Основанием ролика служит рама поз. 1, закрепленная 12 болтами на месте установки. На цилиндрическую часть ползуна поз. 3 устанавливают два шарикоподшипника поз. 14, на которых свободно вращается ролик поз. 2. Перемещение ползуна в направляющих пазах рамы осуществляется при помощи винта поз. 9. При вращении винта гайка поз. 7 перемещается и через пружину поз. 10 воздействует на ползун.

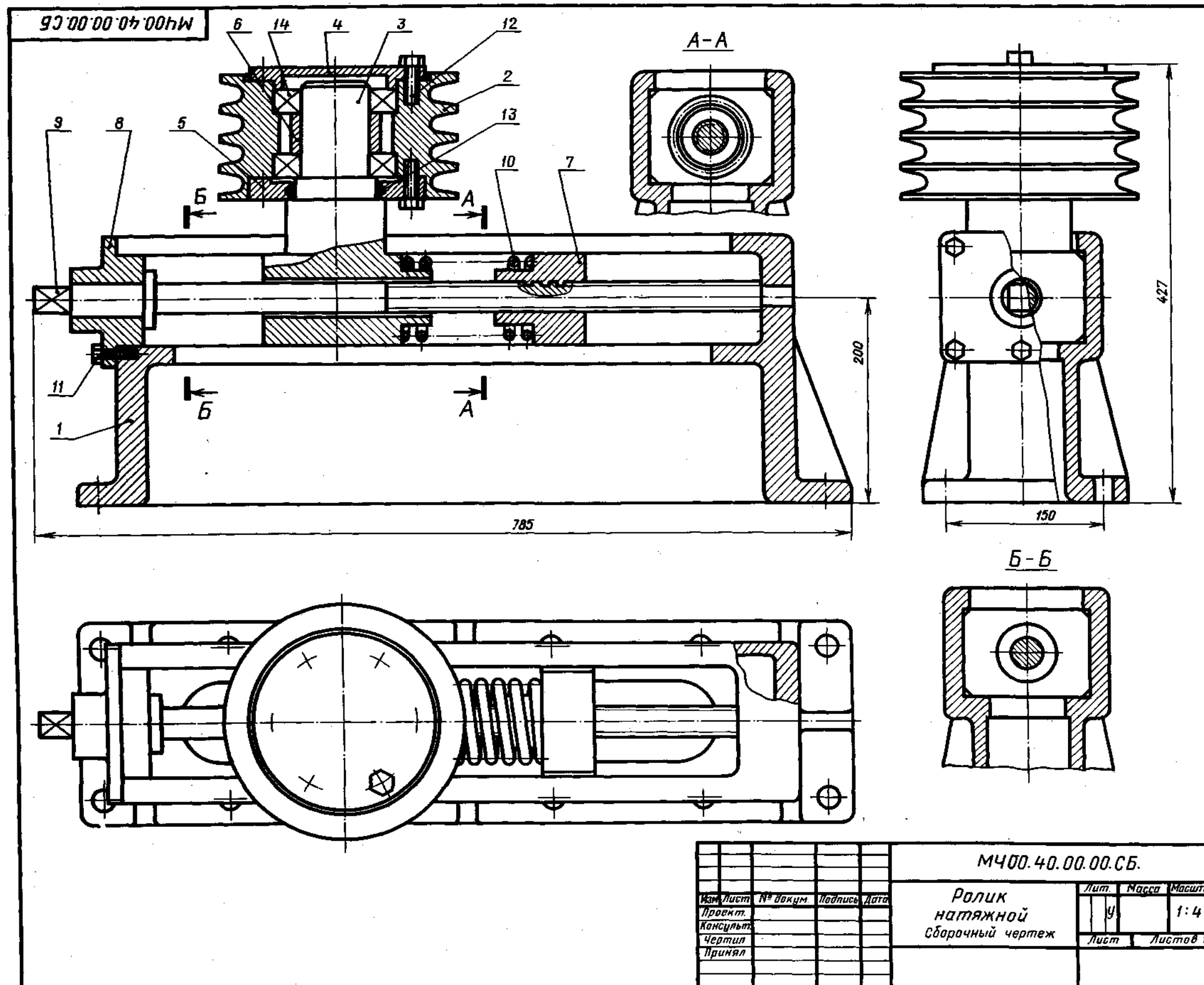
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 3, 5, 7 ... 10. Деталь поз. 1 или поз. 3 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал детали поз. 1 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 2 ... 5, 7, 8 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, деталей поз. 6, 9 — Ст 5 ГОСТ 380-71, детали поз. 10 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

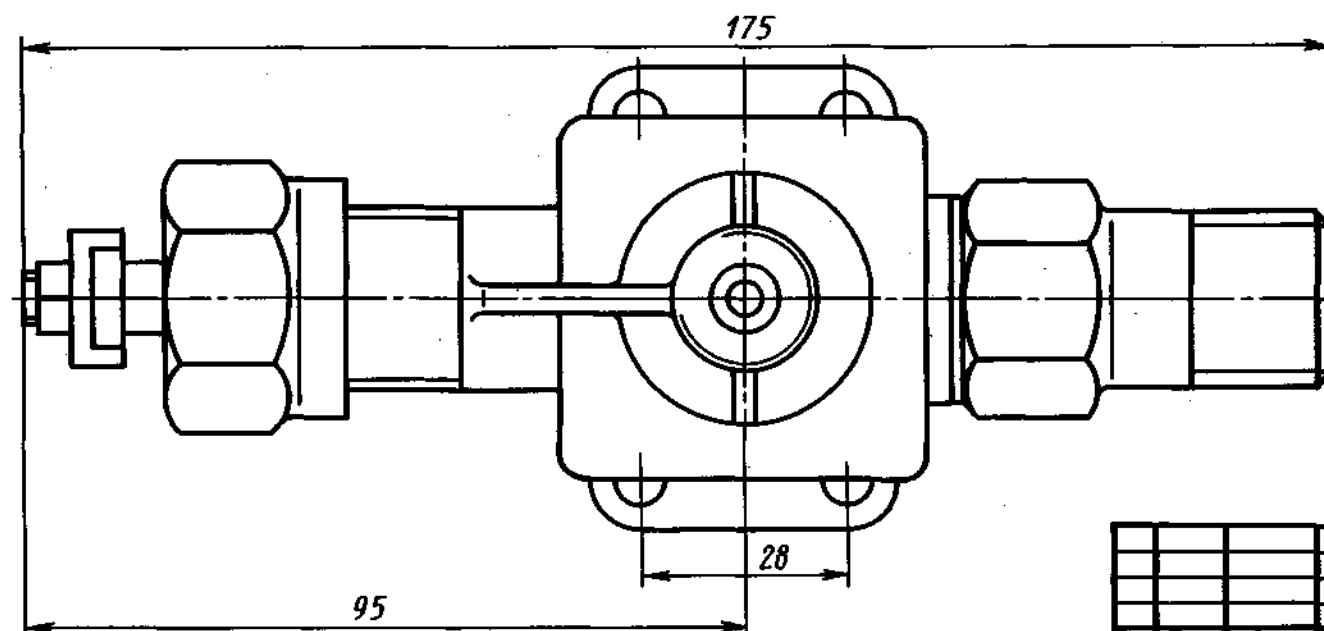
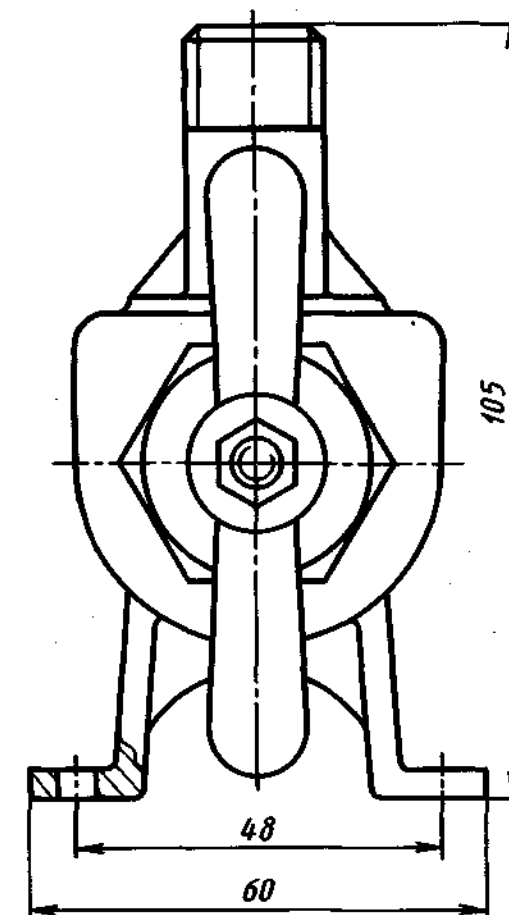
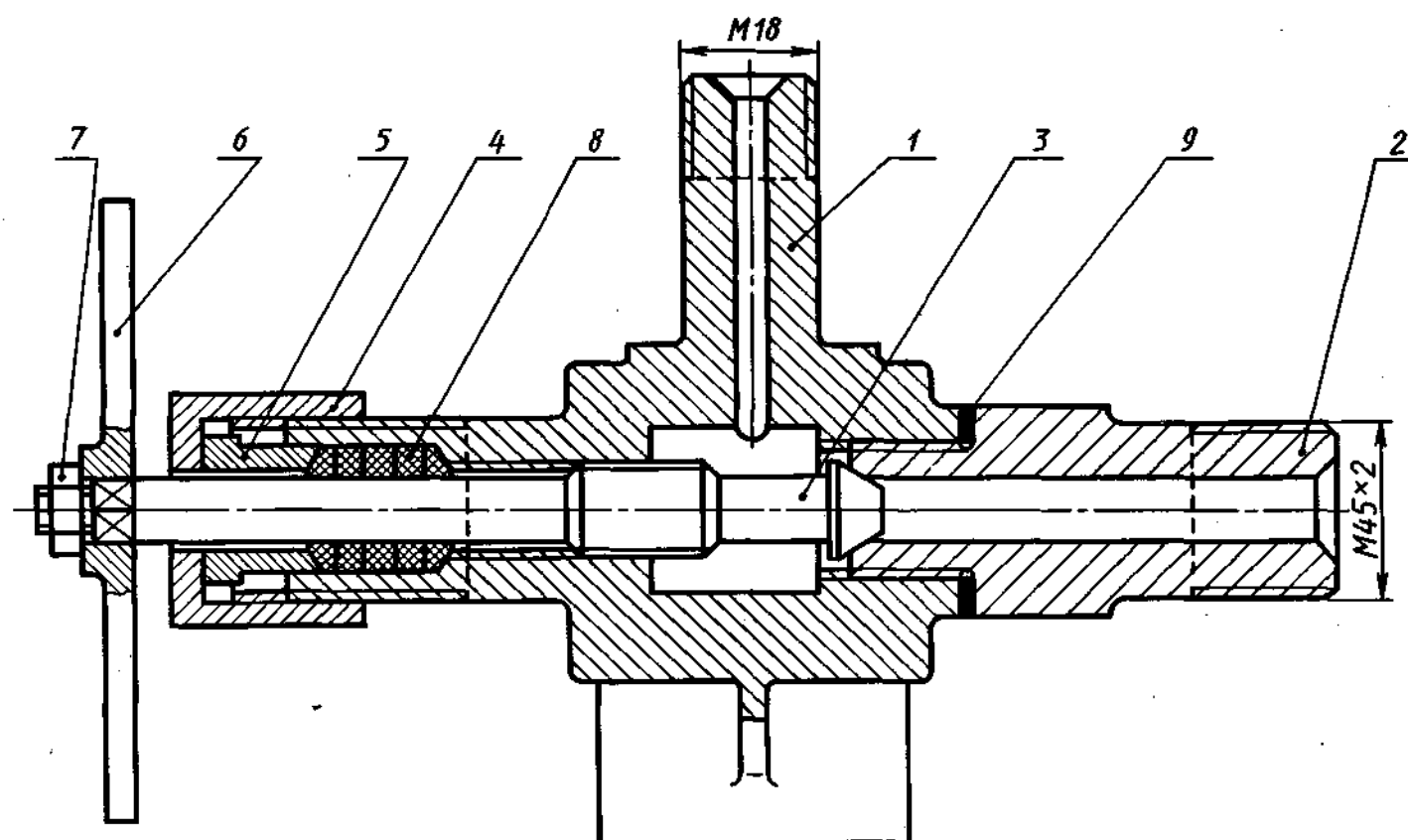
Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали, которые видны на разрезах А-А и Б-Б.
2. Покажите контур детали поз. 3.
3. Сколько отверстий в детали поз. 8?



				MЧ00.40.00.00.СБ.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Роль	Масса	Масштаб
Проект					у		1:4
Консульт.					Лист	Листов 1	
Чертил							
Принял							

41. КРАН УГЛОВОЙ



					М400.41.00.00.СБ		
Изм.	Лист	И. док.	Подпись	Дата	Кран угловой Сборочный чертеж		
Проект.					Лит.	Масса	Мощность
Консульт.					У		1:1
Чертил					Лист	Листов 1	
Принял							

42. УСТРОЙСТВО НАТЯЖНОЕ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			MЧ00.42.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	MЧ00.42.00.01	Корпус	1	
A3		2	MЧ00.42.00.02	Крышка	1	
A4		3	MЧ00.42.00.03	Вкладыш	1	
A3		4	MЧ00.42.00.04	Ползун	1	
A4		5	MЧ00.42.00.05	Втулка	1	
A3		6	MЧ00.42.00.06	Винт	1	
A4		7	MЧ00.42.00.07	Фланец	1	
				Стандартные изделия		
		8	Болт М8×35.58 ГОСТ 7798—70		4	
		9	Винт М6×16.58 ГОСТ 1477—84		2	
		10	Шпилька М10×50.58 ГОСТ 22034—76		4	
		11	Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70		4	

Натяжное устройство предупреждает провисание под нагрузкой ленты или цепи конвейера. Натяжение ленты осуществляется горизонтальным перемещением ползуна поз. 4 по направляющим корпуса поз. 1. Крышка поз. 2 крепится к корпусу четырьмя шпильками поз. 10. Корпус закрепляется на раме конвейера четырьмя болтами. Через резьбовое отверстие ползуна подается смазка, которая по канавкам распределяется по всей трущейся поверхности вкладыша поз. 3. Винты поз. 9 предохраняют вкладыши от проворачивания.

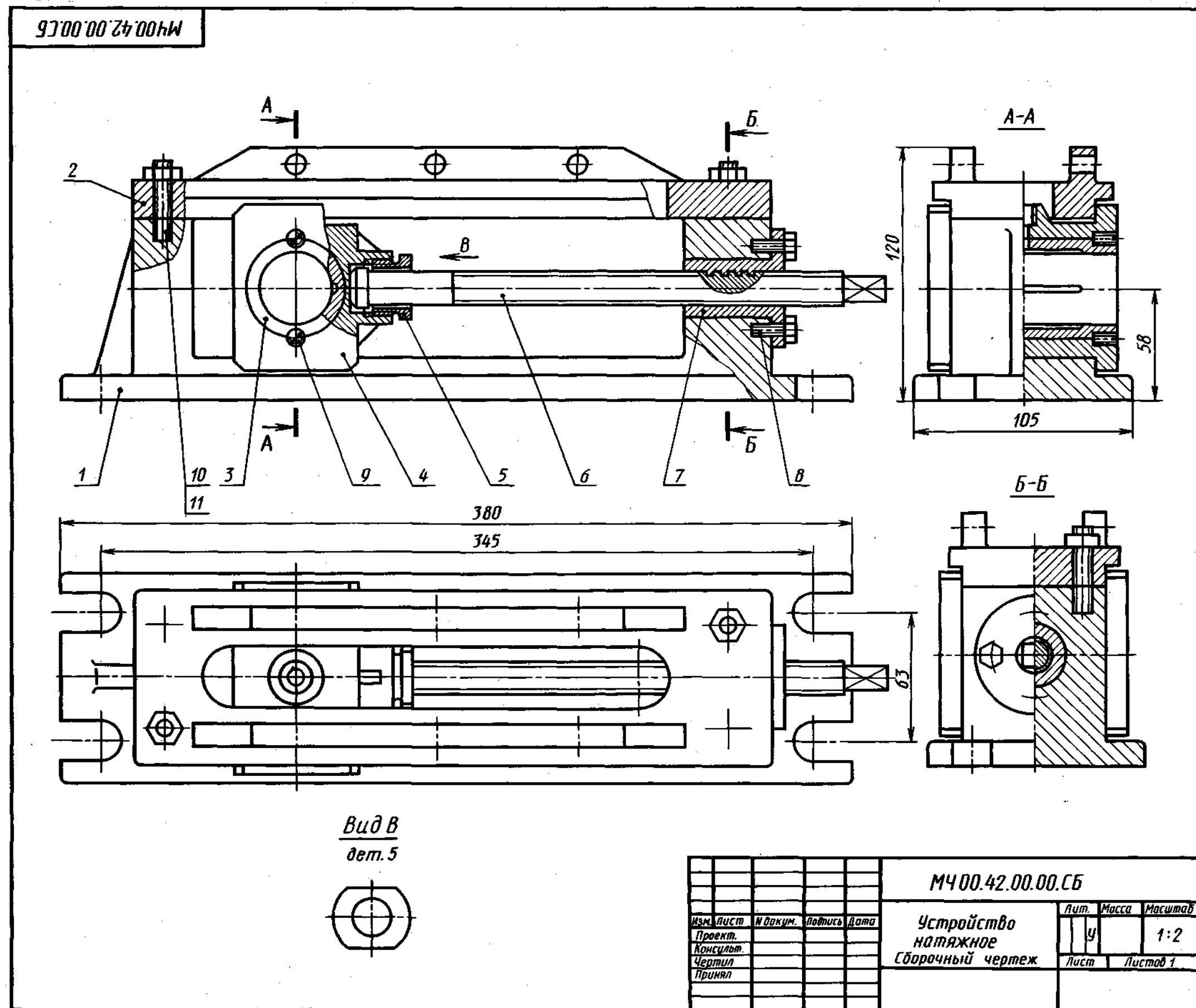
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1...7. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. 1.

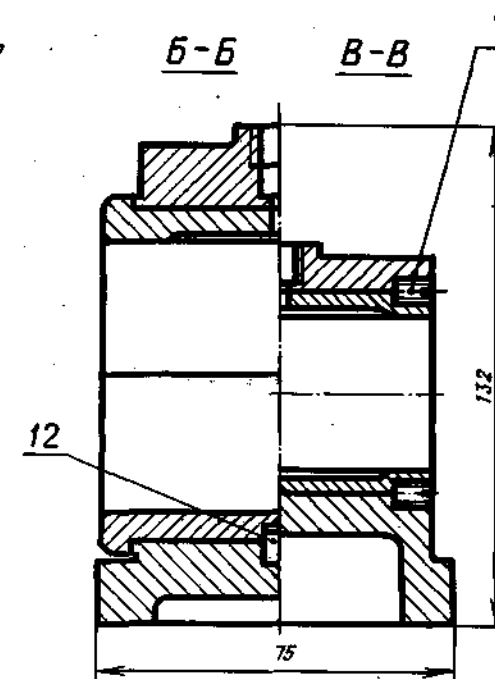
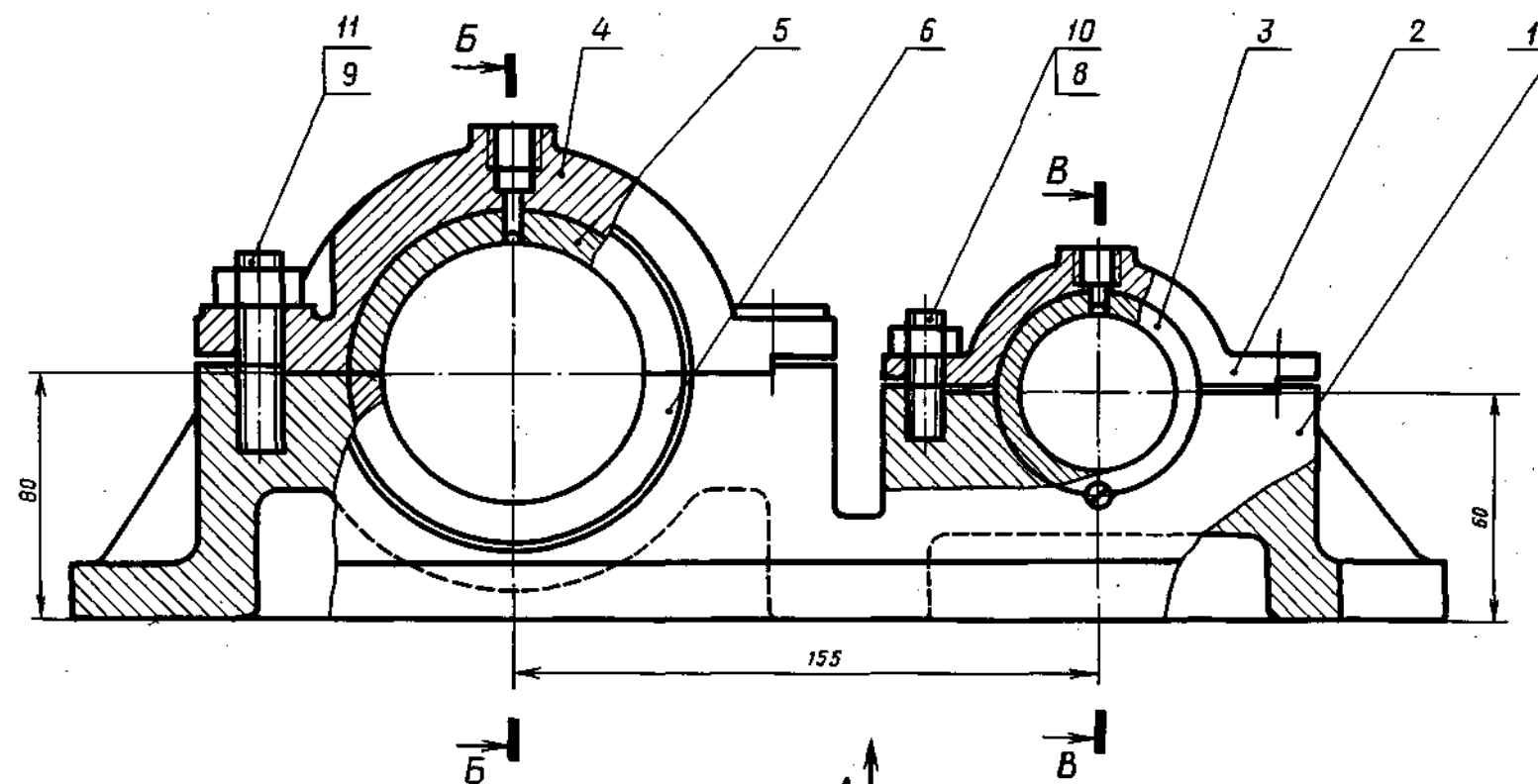
Материал деталей поз. 1, 2, 4 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, поз. 3, 5 — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, поз. 6, 7 — Сталь 45 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

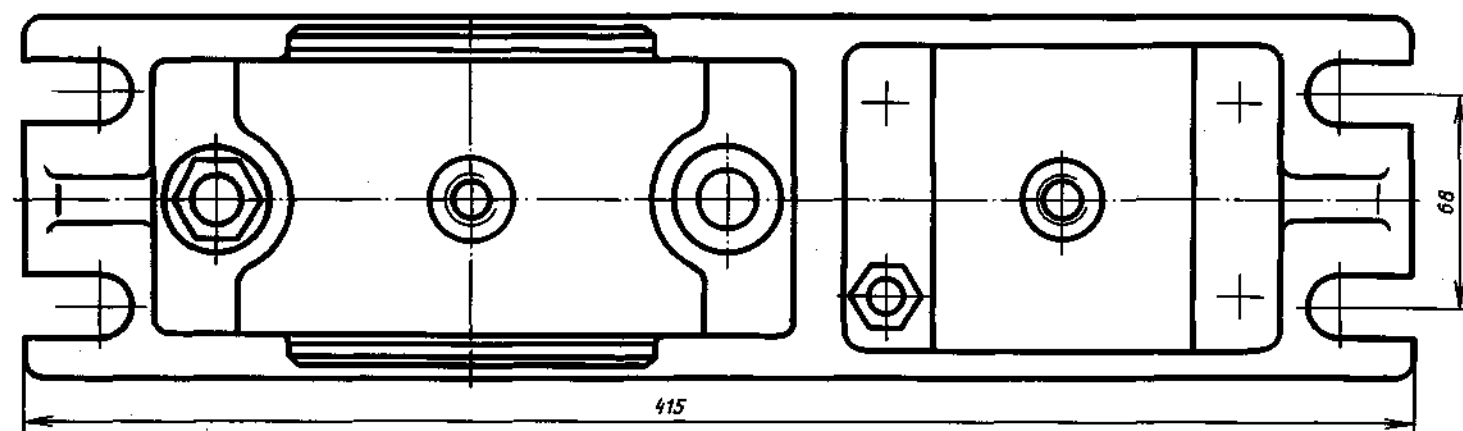
1. Как вынуть деталь поз. 4 из натяжного устройства?
2. Сколько отверстий в детали поз. 7?
3. Покажите контур детали поз. 4.



М400.43.00.00.СБ



Вид А



				М400.43.00.00.СБ			
				Опора подшипниковая			
				Сборочный чертеж			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит	Масш	Масштаб
Проект.					у		1:2
Консульт.					Лист	Листов 1	
Чертил							
Принял							

1-е детализирование

43. ОПОРА ПОДШИПНИКОВАЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			М400.43.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		М400.43.00.01	Корпус	1	
A3	2		М400.43.00.02	Крышка	1	
A4	3		М400.43.00.03	Вкладыш	1	
A3	4		М400.43.00.04	Крышка	1	
A3	5		М400.43.00.05	Вкладыш	1	
A4	6		М400.54.00.06	Вкладыш нижний	1	
				Стандартные изделия		
		7	Винт М6×14.58		2	
		8	ГОСТ 1477—84		4	
		9	Гайка М10.5		2	
		10	ГОСТ 5915—70		4	
		11	ГОСТ 5915—70		2	
		12	Шпилька М10×25.58		1	
			ГОСТ 22034—76			
			Шпилька М12×30.58			
			ГОСТ 22034—76			
			Штифт 10х8×12			
			ГОСТ 3128—70			

Подшипниковая опора служит для установки в нее вращающихся валов машин и механизмов. Она состоит из двух подшипников скольжения, установленных в одном корпусе поз. 1. Концы валов (цапфы) располагаются в подшипниках и при вращении скользят по внутренней поверхности бронзовых вкладышей поз. 3, 5, 6, закрепленных в корпусе крышками поз. 2, 4. Для уменьшения трения и изнашивания трущиеся поверхности смазываются маслом, которое подается из масленок, ввинчиваемых в резьбовые отверстия крышек. Масло через отверстия во вкладышах поз. 3 и поз. 5 растекается по канавкам вкладышей. Для предотвращения осевого сдвига вкладыши поз. 5 и поз. 6 имеют буртики, а вкладыш поз. 3 закрепляется винтами поз. 7. Отверстия для винтов сверлятся при сборке.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6.
Материал деталей поз. 1, 2, 4 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. 3, 5, 6 — БрА10Мц2Л ГОСТ 493—79.

Ответьте на вопросы:

1. Какое назначение канавок во вкладышах?
2. На виде сверху обведите контур детали поз. 5.
3. Назовите детали, которые не видны на виде сверху.

44. ЗАЖИМ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ

Формат	Этап	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.44.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.44.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.44.00.02	Плита	1	
A3	3		M400.44.00.03	Зажим	1	
A3	4		M400.44.00.04	Поршень	1	
A3	5		M400.44.00.05	Крышка	1	
A3	6		M400.44.00.06	Цилиндр	1	
A4	7		M400.44.00.07	Пружина	1	
A4	8		M400.44.00.08	Гайка	1	
A4	9		M400.44.00.09	Пружина	1	
A4	10		M400.44.00.10	Шток	1	
A4	11		M400.44.00.11	Пластина	1	
A4	12		M400.44.00.12	Болт M18	4	
A4	13		M400.44.00.13	Крышка	1	
	14			Стандартные изделия		
			Винт А.М10×30.58		2	
			ГОСТ 1491—80			
	15		Гайка M18.5		4	
			ГОСТ 5915—70			
	16		Гайка M22.5		1	
			ГОСТ 5915—70			
	17		Кольцо СГ 42-39.5		1	
			ГОСТ 6418—81			
	18		Кольцо 045-050-30		1	
			ГОСТ 9833—73			
	19		Кольцо 050-055-30		3	
			ГОСТ 9833—73			
	20		Шайба 18.01.016		4	
			ГОСТ 6958—78			
	21		Шайба 22.01.016		1	
			ГОСТ 6958—78			

Гидравлический зажим одностороннего действия применяется для закрепления деталей на станках.

Канавки в корпусе поз. 1 и выступ на плите поз. 2 позволяют устанавливать зажим в одно из трех положений. В корпусе расположен зажим поз. 3, соединенный со штоком поз. 10 поршня поз. 4. Под давлением жидкости, поступающей от гидропривода через верхнее резьбовое отверстие крышки поз. 5, зажим совместно с цилиндром поз. 6, крышкой и гайкой поз. 8 перемещается влево и фиксирует обрабатываемую деталь. При отключении гидропривода пружина поз. 7 возвращает зажим в исходное положение.

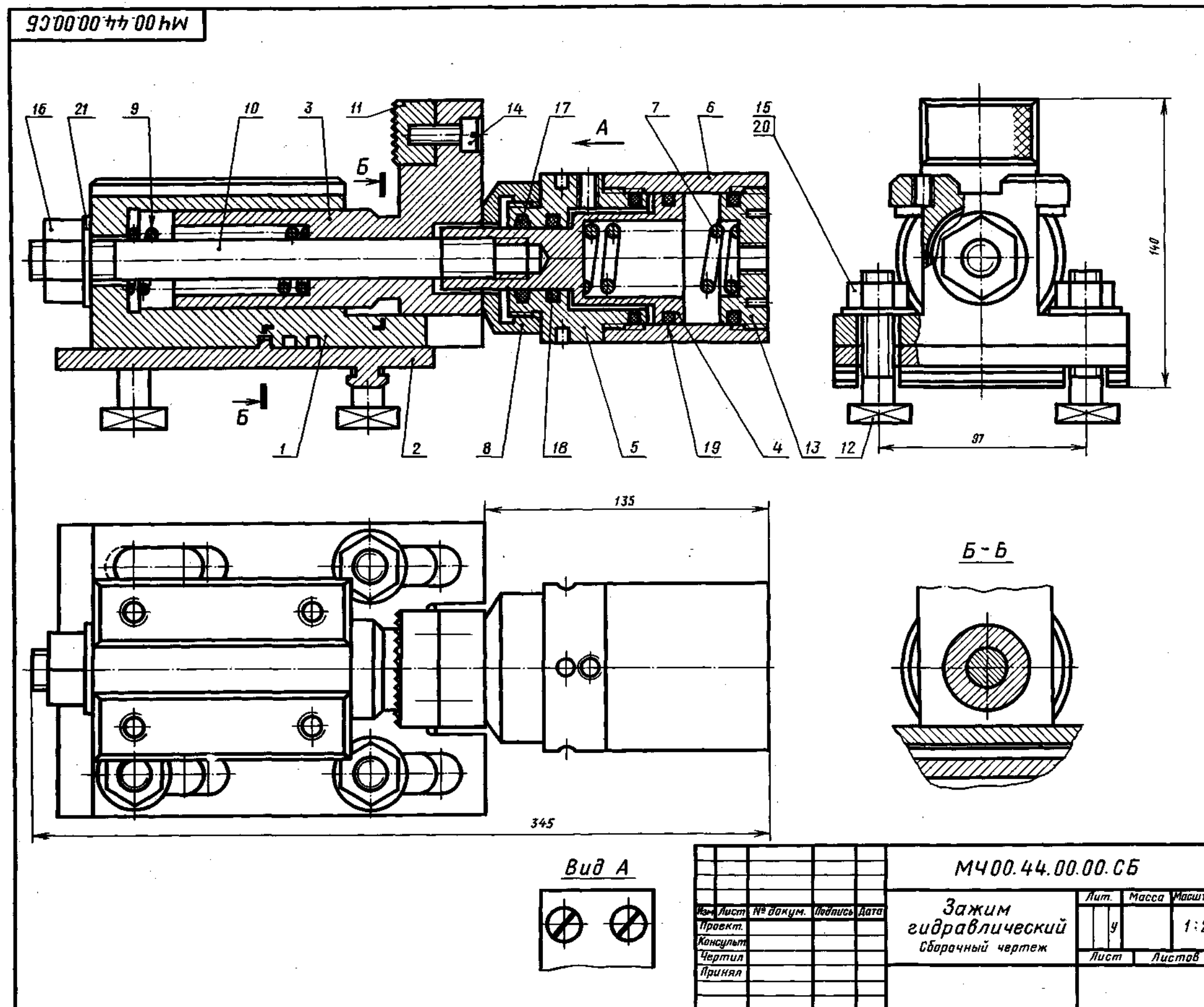
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7, 11. Деталь поз. 1 или поз. 3 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1 ... 6, 8, 13 — Сталь 15 ГОСТ 1050—74, деталей поз. 7, 9 — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74, деталей поз. 10 ... 12 — Ст 5 ГОСТ 380—71.

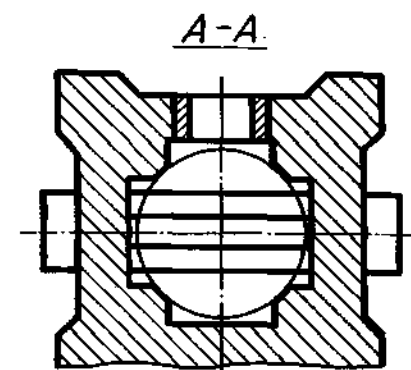
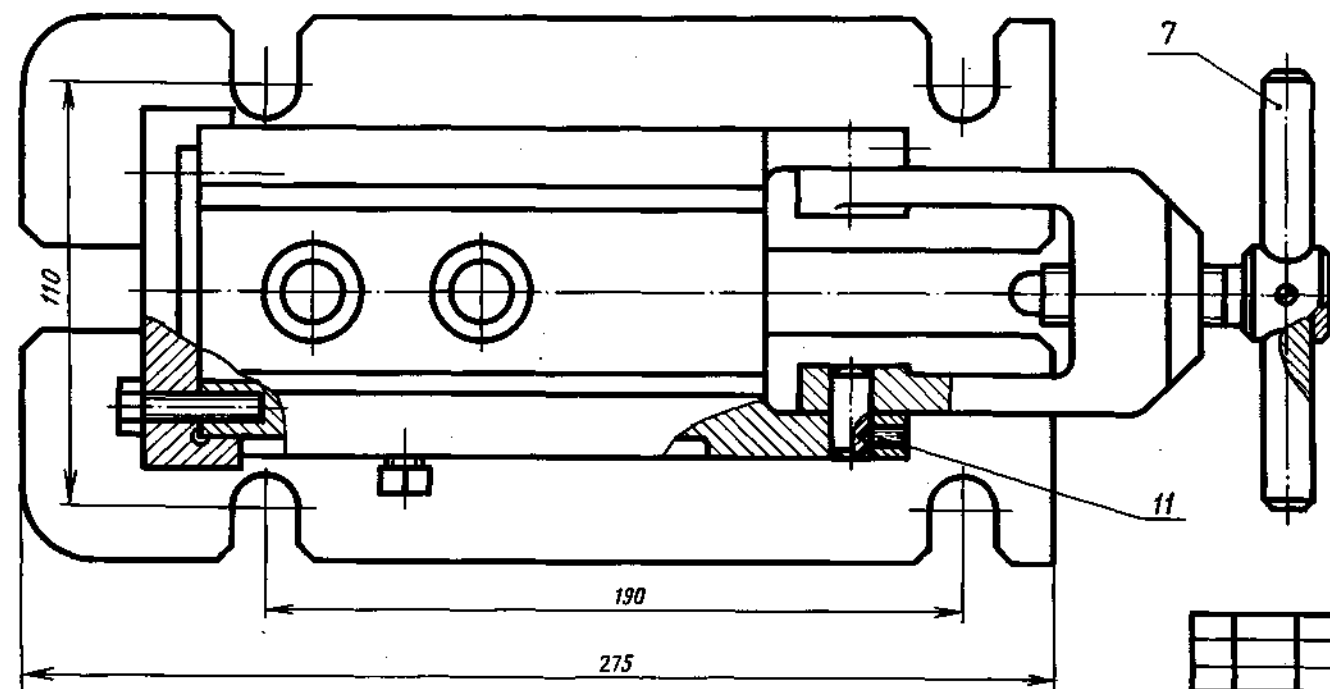
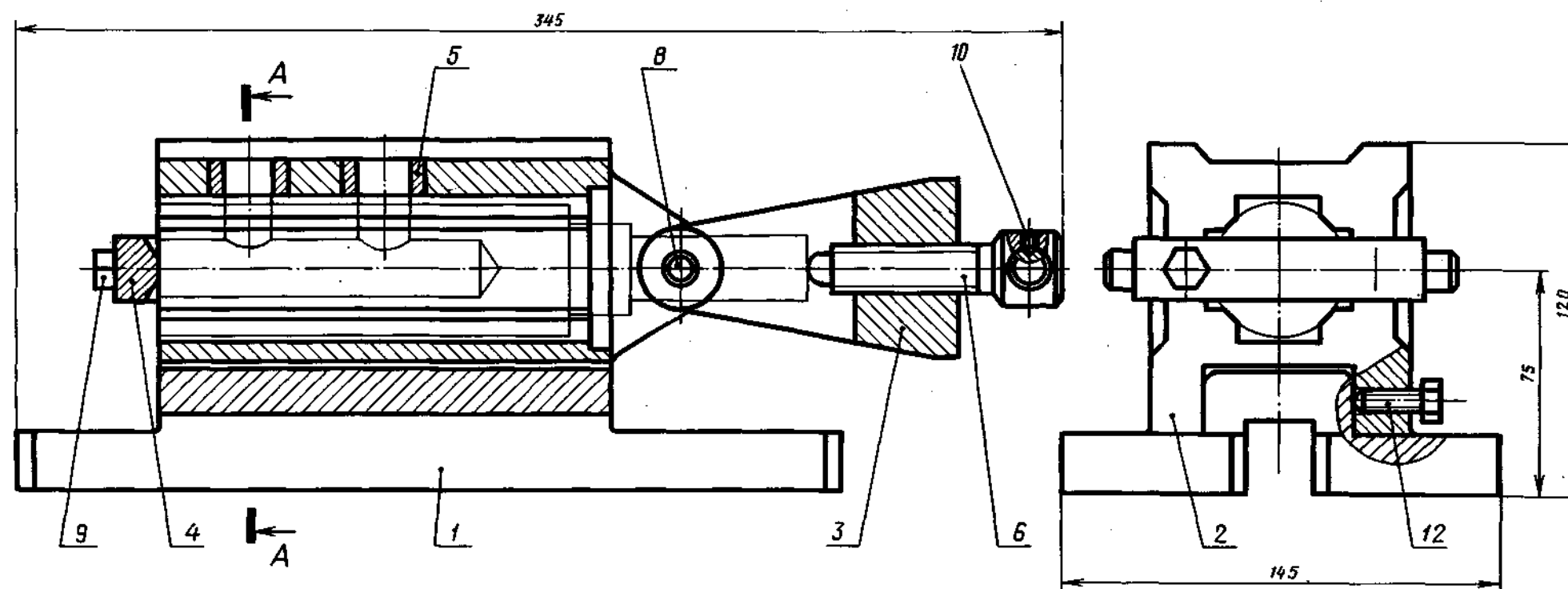
Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали на разрезе Б—Б.
2. Какую форму имеют головки болтов поз. 12?
3. Какое назначение четырех сквозных отверстий в детали поз. 5?



МЧ0045.00.00.СБ

1-е детализирование



45. КОНДУКТОР

Формат	Шкала	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.45.00.00.СБ	Документация		
				Оборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	МЧ00.45.00.01	Корпус	1	
A3		2	МЧ00.45.00.02	Призма	1	
A3		3	МЧ00.45.00.03	Вилка	1	
A4		4	МЧ00.45.00.04	Упор	1	
A4		5	МЧ00.45.00.05	Втулка	2	
A4		6	МЧ00.45.00.06	Винт	1	
A4		7	МЧ00.45.00.07	Рукоятка	1	
A4		8	МЧ00.45.00.08	Ось	2	
		9		Стандартные изделия	2	
		10		Болт М8×40.58	1	
		11		ГОСТ 7798—70	2	
		12		Винт М5×12.58	1	
				ГОСТ 1476—84		
				Винт М5×14.58		
				ГОСТ 1476—84		
				Винт М10×25.58		
				ГОСТ 1481—84		

Кондуктор данной конструкции предназначен для сверления двух отверстий в детали цилиндрической формы (на чертеже деталь показана тонкой сплошной линией).

Обрабатываемая деталь устанавливается в крестообразном отверстии призмы поз. 2. Зажим детали в кондукторе осуществляется с помощью шарнирной вилки поз. 3 и винта поз. 6.

Для направления режущего инструмента (сверла) вдоль осей отверстий устанавливаются кондукторные втулки поз. 5. Направляющий корпус поз. 1 крепится к станку четырьмя болтами. Продольным перемещением призма устанавливается относительно инструмента и закрепляется винтом поз. 12.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7.

Материал деталей поз. 1 ... 4 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, детали поз. 5, 6, 8 — Сталь 45 ГОСТ 1050—74, детали поз. 7 — Ст 3 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

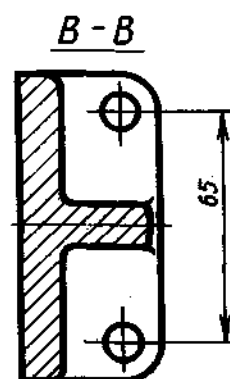
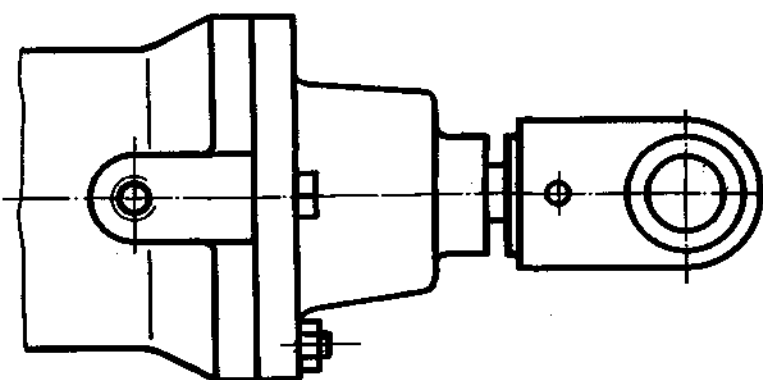
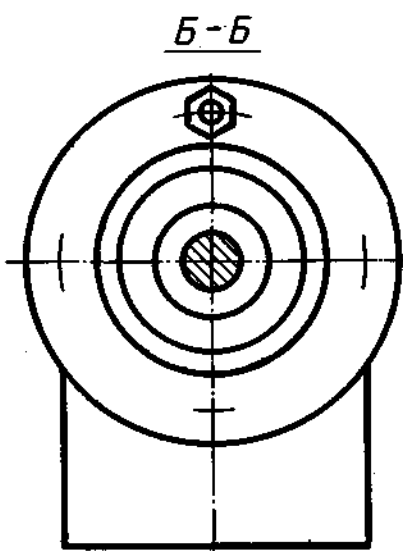
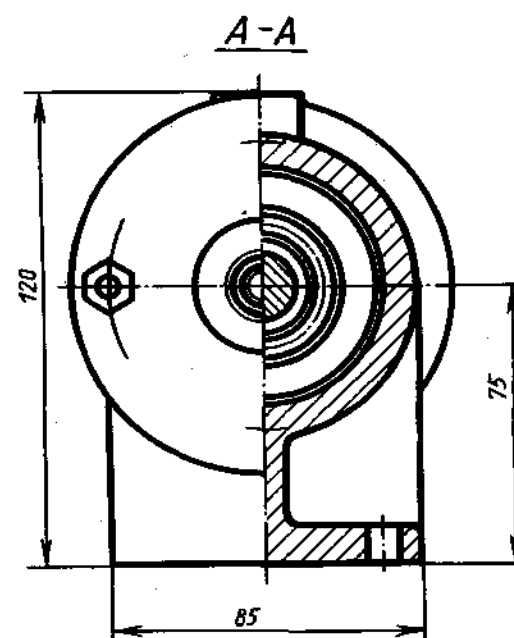
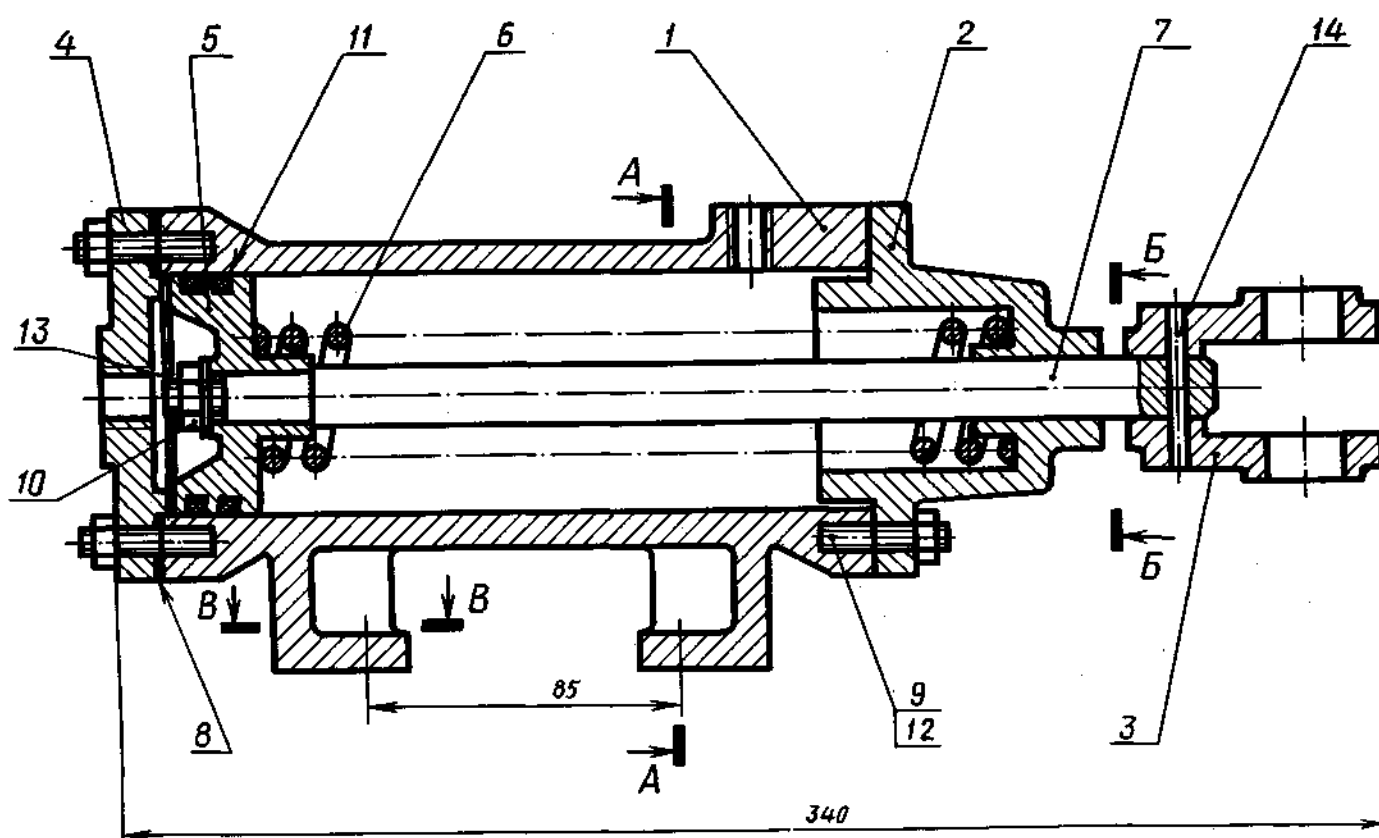
1. Назовите все детали, изображенные на разрезе А—А.
2. Покажите контур детали поз. 1.
3. Сколько местных разрезов на данном чертеже?

				МЧ0045.00.00.СБ		
				Кондуктор		
				Сборочный чертеж		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист	Масса
Проект.					у	1:2
Консульт.					лист	лист 1
Чертил						
Принял						

1. Сколько отверстий под болты в детали поз. 6?
2. Какое назначение детали поз. 14?
3. Имеются ли на данном чертеже местные разрезы и изображение сечения?



МЧ00.47.00.00.СБ



47. ПРИВОД ПОРШНЕВОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.47.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	МЧ00.47.00.01	Цилиндр	1	
A3		2	МЧ00.47.00.02	Крышка	1	
A4		3	МЧ00.47.00.03	Вилка	1	
A4		4	МЧ00.47.00.04	Крышка	1	
A4		5	МЧ00.47.00.05	Поршень	1	
A3		6	МЧ00.47.00.06	Пружина	1	
A3		7	МЧ00.47.00.07	Шток	1	
A4		8	МЧ00.47.00.08	Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
		9	Гайка М8.5 ГОСТ 5915-70		8	
		10	Гайка М12.5 ГОСТ 5915-70		1	
		11	Кольцо 030-035-30 ГОСТ 9833-73		2	
		12	Шпилька М8×25.58 ГОСТ 22034-76		8	
		13	Шайба 12.01.016 ГОСТ 6958-78		1	
		14	Штифт 5/8×60 ГОСТ 3128-70		1	

Пневматический поршневой привод является исполнительным механизмом одностороннего действия и предназначен для управления заслонкой газовой отсечки нагревательных колодцев.

При включении привода сжатый воздух, поступающий через отверстие крышки поз. 4, перемещает вправо поршень поз. 5, и шток поз. 7 с вилкой поз. 3 действует на приводной орган, с которым он соединен. При прекращении подачи сжатого воздуха в цилиндр поз. 1 пружина поз. 6 возвращает поршень привода в исходное положение. В цилиндре имеется отверстие, соединяющее правую его полость с атмосферой.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7.

Материал деталей поз. 1 ... 4 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 5, 7 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, детали поз. 6 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

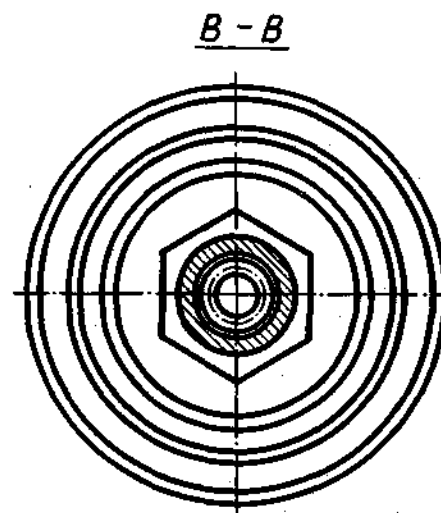
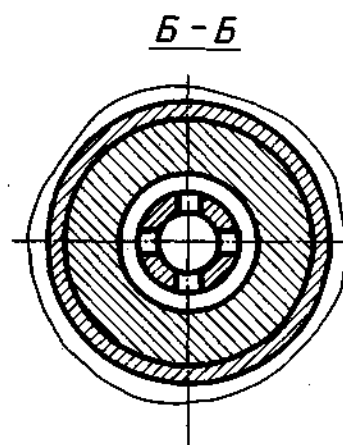
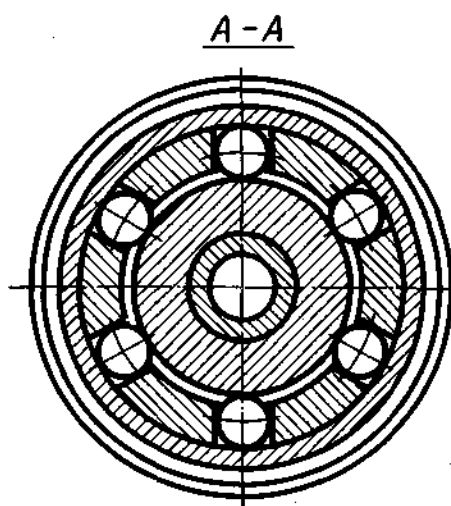
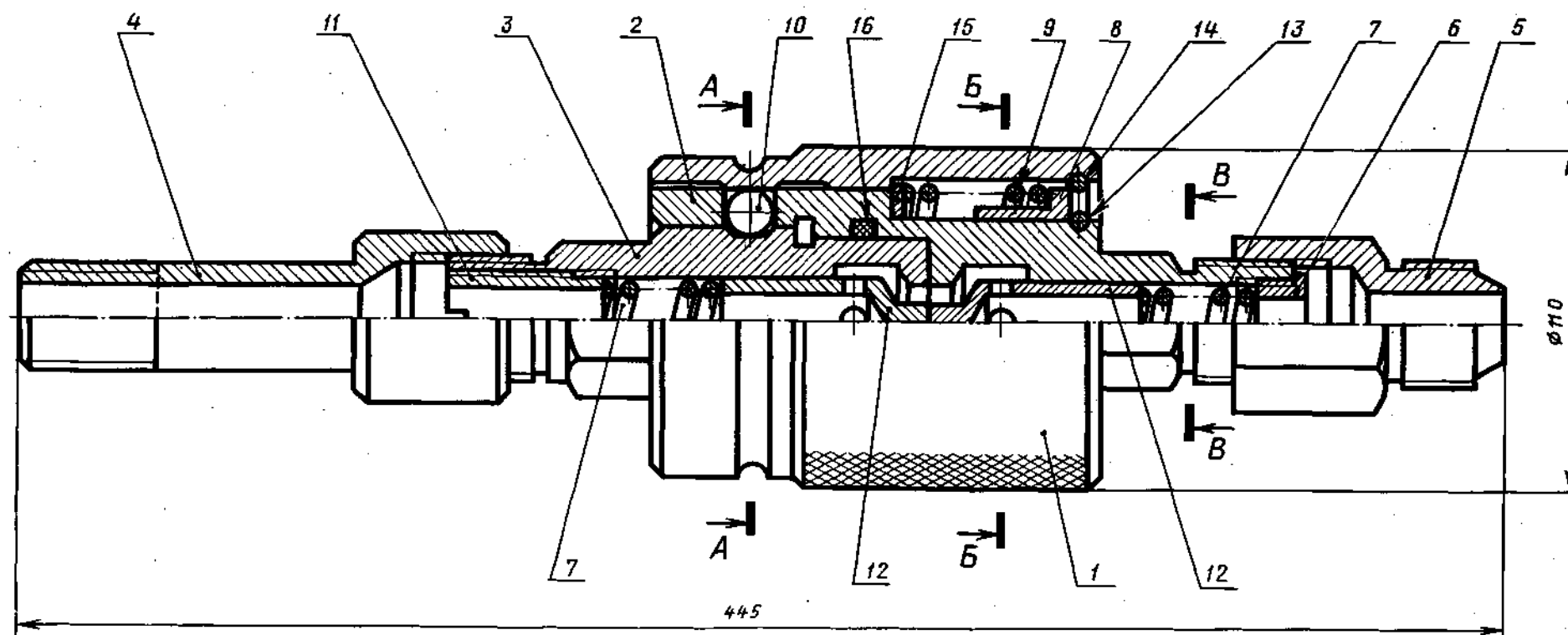
1. На каких изображениях видна деталь поз. 2?
2. Сколько отверстий под шпильку имеет деталь поз. 1?
3. Назовите все детали, изображенные на разрезе Б-Б.

				МЧ00.47.00.00.СБ			
				Привод поршневой пневматический			
				Сборочный чертеж			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Лист	Масса	Масштаб	
Проект.				у		1:2	
Консульт.				Лист	Листов	1	
Чертил							
Принял							

93'00'00'84'00hW

2-е детализирование

48. МУФТА БЫСТРОСЪЕМНАЯ



					М400.48.00.00.СБ		
					Муфта быстроразъемная		
					Сборочный чертеж		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Проект.					У		1:2
Консульт.					Лист	Листов 1	
Чертил.							
Принял							

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			М400.48.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	М400.48.00.01	Втулка	1	
A3		2	М400.48.00.02	Полумуфта наружная	1	
A3		3	М400.48.00.03	Полумуфта внутренняя	1	
A4		4	М400.48.00.04	Штуцер	1	
A4		5	М400.48.00.05	Штуцер	1	
A4		6	М400.48.00.06	Втулка	1	
A4		7	М400.48.00.07	Пружина	2	
A4		8	М400.48.00.08	Втулка	1	
A4		9	М400.48.00.09	Пружина	1	
A4		10	М400.48.00.10	Шарик	6	
A4		11	М400.48.00.11	Втулка	1	
A4		12	М400.48.00.12	Клапан	2	
A4		13	М400.48.00.13	Кольцо	1	
A4		14	М400.48.00.14	Кольцо	1	
A4		15	М400.48.00.15	Шайба	1	
		16		Стандартные изделия		
				Кольцо 070-075-30	1	
				ГОСТ 9833-73		

Быстроразъемная муфта предназначена для соединения и разъединения труб гидравлических систем. Она состоит из двух полумуфт.

Полумуфта поз. 3 соединяется со станочным приспособлением через переходной штуцер поз. 4. Полумуфта поз. 2 присоединяется к гидropроводу через переходной штуцер поз. 5. Полумуфта поз. 3 имеет трапециевидную проточку на наружном диаметре для шариков поз. 10. Внутри этой полумуфты расположен клапан поз. 12 с цилиндрическим выступом на торце и пружиной поз. 7. На полумуфту поз. 2 надета втулка поз. 1, имеющая накатку на наружной поверхности. Втулка удерживается пружинными кольцами поз. 13 и поз. 14, шайбой поз. 15 и втулкой поз. 8, которые распирает пружина поз. 9. В полумуфте поз. 2 расположены шесть шариков в гнездах, уплотнительное резиновое кольцо поз. 16 и клапан поз. 12 с пружиной поз. 7, как и в полумуфте поз. 3.

При разъединенном положении муфты клапаны поз. 12 прижаты пружинами поз. 7 к седлам полумуфт, перекрывая проход жидкости.

Задание

Выполнить чертежи поз. 1...5, 9, 11, 12. Деталь поз. 2 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1...6, 8, 11, 15 — Сталь 40 ГОСТ 1050-74, деталей поз. 7, 9, 13, 14 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74, деталей поз. 10, 12 — Сталь 45 ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько отверстий в детали поз. 2?
2. Сколько отверстий в детали поз. 12?
3. Покажите на всех изображениях контур детали поз. 2.

49. ЗАЖИМ

1-е издание

Код	Знач.	Гр.	Обозначение	Наименование	Кол.	Краткое
A2			M400.49.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.49.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.49.00.02	Губка	1	
A3	3		M400.49.00.03	Винт	1	
A4	4		M400.49.00.04	Направляющая	1	
A4	5		M400.49.00.05	Траверса	1	
A4	6		M400.49.00.06	Рукоятка	1	
A4	7		M400.49.00.07	Кольцо	1	
				Стандартные изделия		
	8		Болт M16x100.58		2	
	9		ГОСТ 7805-70		2	
	10		Винт А.М10x25.58		2	
	11		ГОСТ 1491-80		2	
	12		Гайка M16.5		2	
			ГОСТ 5915-70		2	
			Гайка M20.5		2	
			ГОСТ 5915-70		2	
			Шайба 20.01.016		2	
			ГОСТ 6958-78			

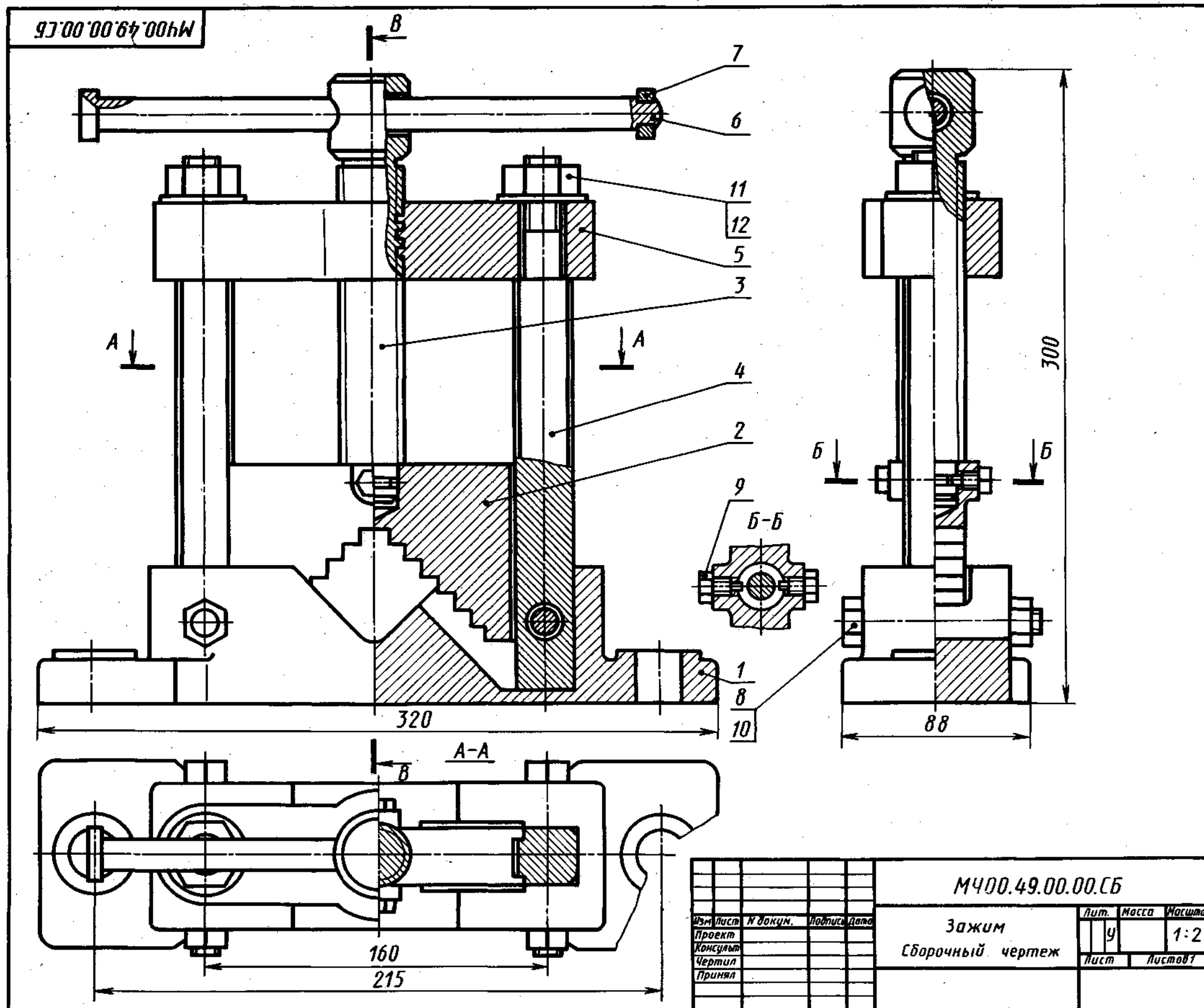
Зажим применяется для закрепления труб при нарезании на них резьбы. Корпус поз. 1 привертывается двумя болтами к раме станка. Губку поз. 2 винтом поз. 3 можно перемещать по направляющим поз. 4, сближая или удаляя ее от корпуса. Губка имеет рифление, которое обеспечивает надежное удержание трубы. Для перемещения губки вращают рукоятку поз. 6. Винты поз. 9 соединяют губку с винтом поз. 3.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6.
Материал деталей поз. 1, 2 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, поз. 3 ... 5 — Сталь 35 ГОСТ 1050-74, поз. 6 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Имеется ли на детали поз. 5 резьба? Если имеется, то какая?
2. Укажите номера позиций стандартных деталей.
3. Покажите контур детали поз. 1.



50. УСТРОЙСТВО НАТЯЖНОЕ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.50.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.50.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.50.00.02	Плита	1	
A4		3	M400.50.00.03	Крышка	1	
A3		4	M400.50.00.04	Ползун	1	
A4		5	M400.50.00.05	Втулка	1	
A4		6	M400.50.00.06	Винт	1	
				Стандартные изделия		
		7		Винт M8×16.58 ГОСТ 1477—84	1	
		8		Гайка M10.5 ГОСТ 5915—70	2	
		9		Гайка M12.5 ГОСТ 5915—70	4	
		10		Пресс-масленка ГОСТ 19853—74	1	
		11		Шпилька M10×35.58 ГОСТ 22034—76	2	
		12		Шпилька M12×50.58 ГОСТ 22034—76	4	

Натяжное устройство используется для устранения провисания ленты или цепи в ленточных или цепных конвейерах.

Оси натяжного барабана или звездочки концами валов (на черт. не показаны) опираются на втулки поз. 1, расположенные в двух подобных натяжных устройствах. Натяжение осуществляется горизонтальным перемещением ползуна поз. 4 по направляющим корпуса поз. 1. Вращая винт поз. 6 с прямоугольной резьбой, можно регулировать натяжение ленты или цепи. Корпус крепят к раме конвейера четырьмя болтами, проходящими через удлиненные отверстия. Эти отверстия позволяют производить более точную установку натяжного устройства на раме конвейера. Для уменьшения изнашивания втулки поз. 5 предусмотрена масленка поз. 10, из которой подводится смазка к трущимся поверхностям. Втулка поз. 5, установленная в ползуне поз. 4, фиксируется винтом поз. 7.

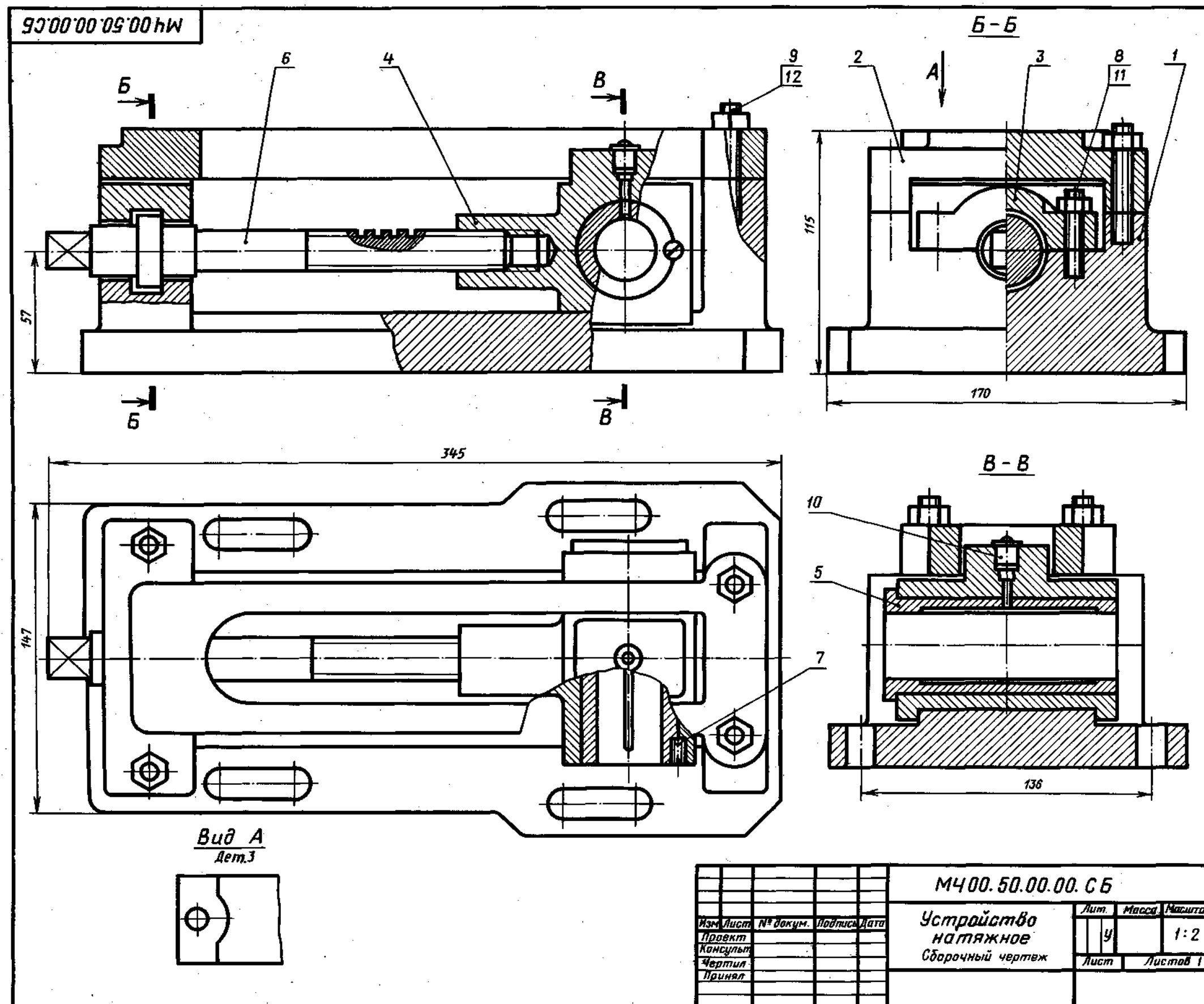
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6. Деталь поз. 1 или поз. 4 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1 ... 4 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. 5, 6 — Сталь 45 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. 4.
2. Сколько отверстий в детали поз. 3?
3. Назовите все детали, изображенные на разрезе Б—Б.



51. АМОРТИЗАТОР

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.51.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
A3				Детали		
A4	1		МЧ00.51.00.01	Корпус	1	
A4	2		МЧ00.51.00.02	Крышка	1	
A4	3		МЧ00.51.00.03	Буфер	1	
A4	4		МЧ00.51.00.04	Крышка	1	
A4	5		МЧ00.51.00.05	Втулка	1	
A4	6		МЧ00.51.00.06	Втулка	1	
A4	7		МЧ00.51.00.07	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
		8		Болт М12×40.58 ГОСТ 7798—70	4	
		9		Гайка М8.5 ГОСТ 5915—70	6	
		10		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	4	
		11		Гайка М24.5 ГОСТ 5915—70	1	
		12		Шпилька М8×25.58 ГОСТ 22034—76	6	

Амортизатор данной конструкции применяется в автоматических линиях при транспортировке деталей. Деталь, поступающая из загрузочного барабана, ориентируется на транспортирующем устройстве под действием толкателя, который подводит деталь до буфера поз. 3 амортизатора.

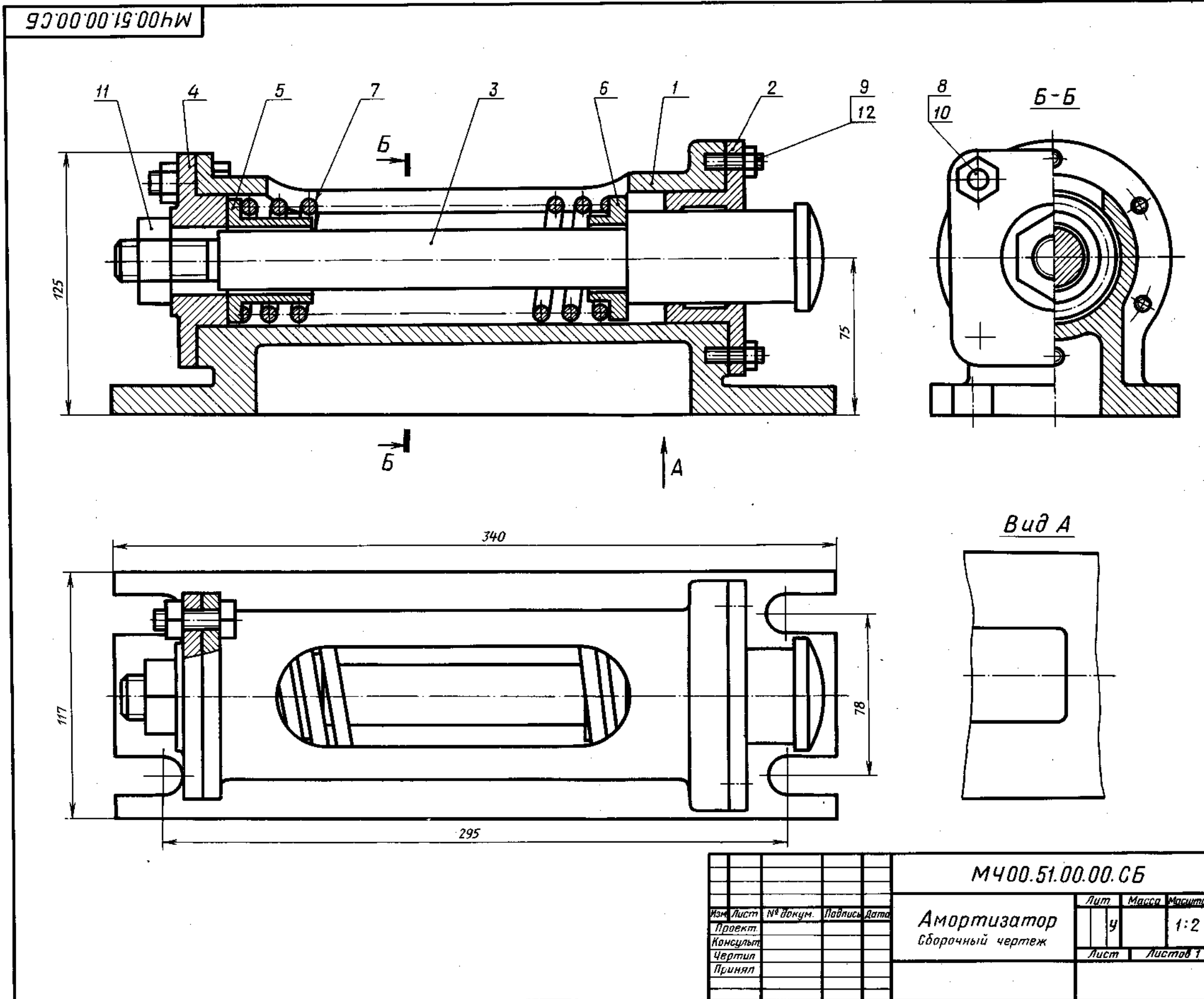
Амортизатор крепят на раме транспортирующего устройства четырьмя болтами, которые входят в пазы основания корпуса поз. 1. Пружина поз. 7 гасит ударные нагрузки, действующие на буфер. Усилие пружины регулируют гайкой поз. 11.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7.
Материал деталей поз. 1, 2, 4 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. 3, 5, 6 — Сталь 20 ГОСТ 1050—74, детали поз. 7 — Сталь 45 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Имеется ли на чертеже местный разрез?
2. Какую форму имеет деталь поз. 2, если на нее смотреть слева, и сколько она имеет отверстий?
3. Покажите контур детали поз. 3.



52. КЛАПАН

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.52.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.52.00.01	Корпус	1	
A4		2	M400.52.00.02	Крышка	1	
A4		3	M400.52.00.03	Штуцер	1	
A4		4	M400.52.00.04	Фланец	1	
A4		5	M400.52.00.05	Маховичок	1	
A4		6	M400.52.00.06	Шпиндель	1	
A4		7	M400.52.00.07	Втулка	1	
A4		8	M400.52.00.08	Клапан	1	
A4		9	M400.52.00.09	Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
		10	Гайка М8.5		2	
		11	ГОСТ 5915-70		1	
		12	ГОСТ 5915-70		4	
		13	ГОСТ 6418-81		2	
			Шпилька М8×30.58			
			ГОСТ 22034-76			

Клапан предназначен для пропускания жидкости. При вращении маховичка поз. 5 против часовой стрелки шпиндель поз. 6 с клапаном поз. 8 будет подниматься и пропускать жидкость. Для прекращения подачи жидкости маховичок необходимо вращать по часовой стрелке до отказа.

Для предупреждения утечки жидкости через зазоры между корпусом поз. 1 и деталями поз. 4 и поз. 6 предусмотрено сальниковое уплотнение из колец поз. 12. Уплотнительные кольца поджимаются фланцем поз. 4, который крепится шпильками поз. 13 и гайками поз. 10. Для герметичности между корпусом и крышкой поз. 2 ставится прокладка поз. 9.

Задание

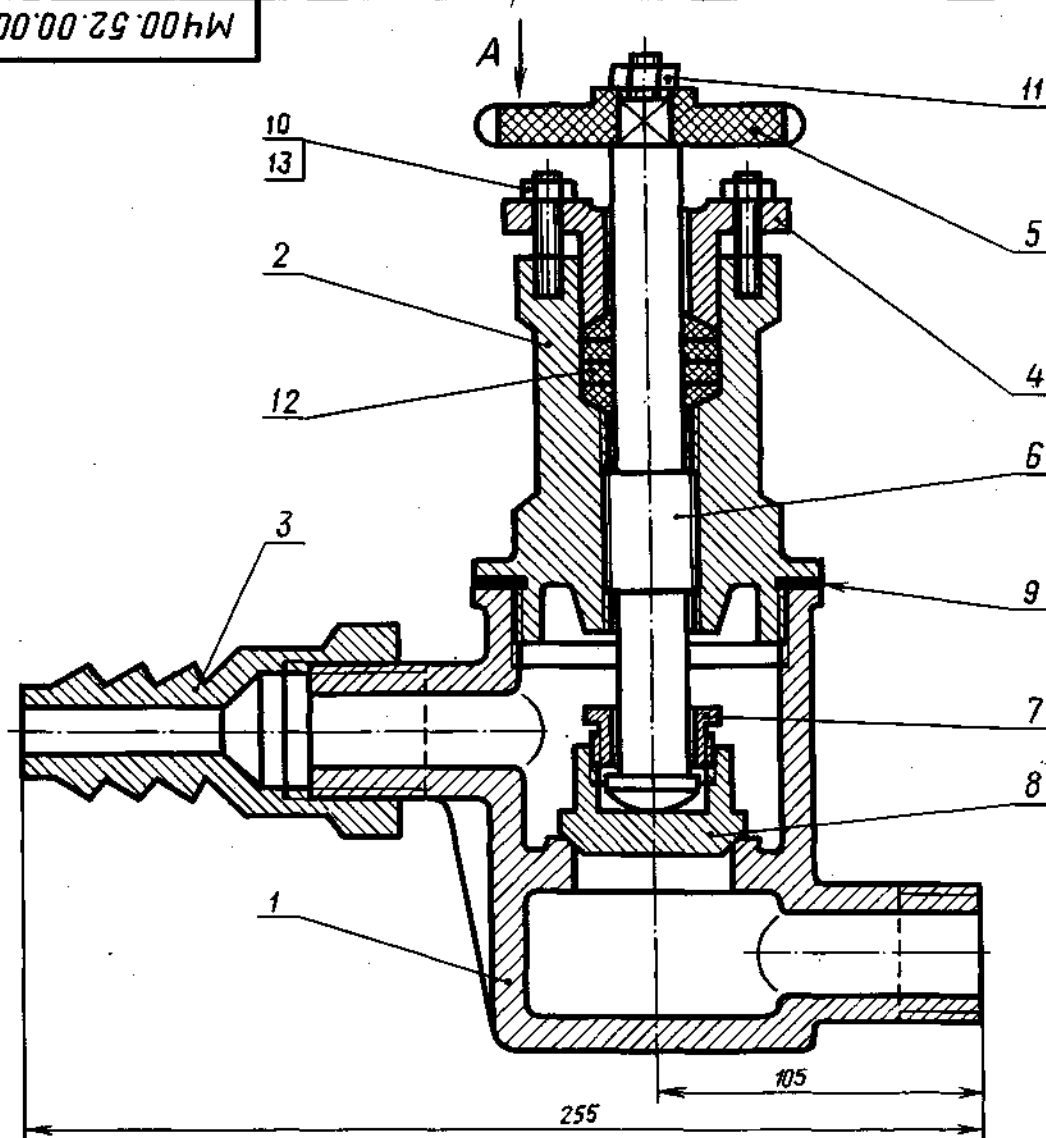
Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 8. Деталь поз. 1 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1 ... 4 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, детали поз. 5 — Листы виннипласта ВН 1500 × 800 ГОСТ 9639-71, деталей поз. 6 ... 8 — Сталь 40 ГОСТ 1050-74.

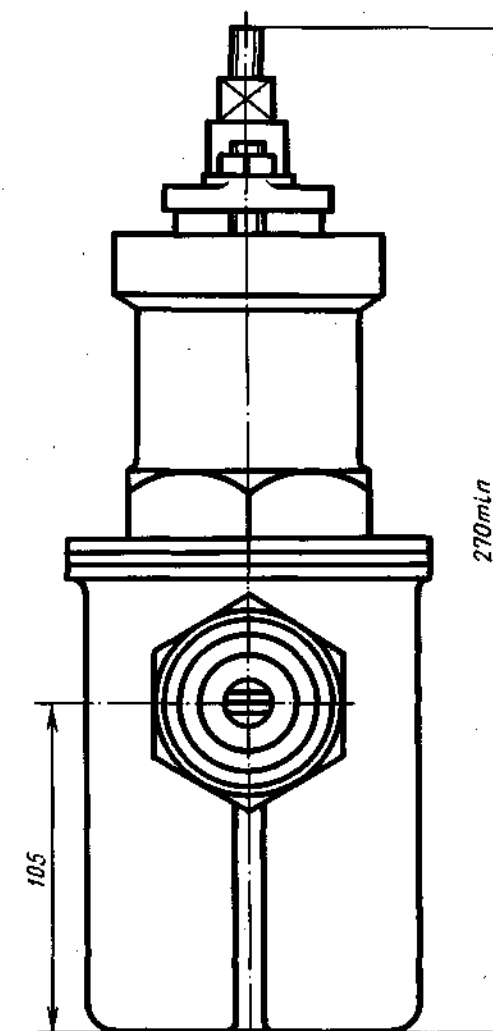
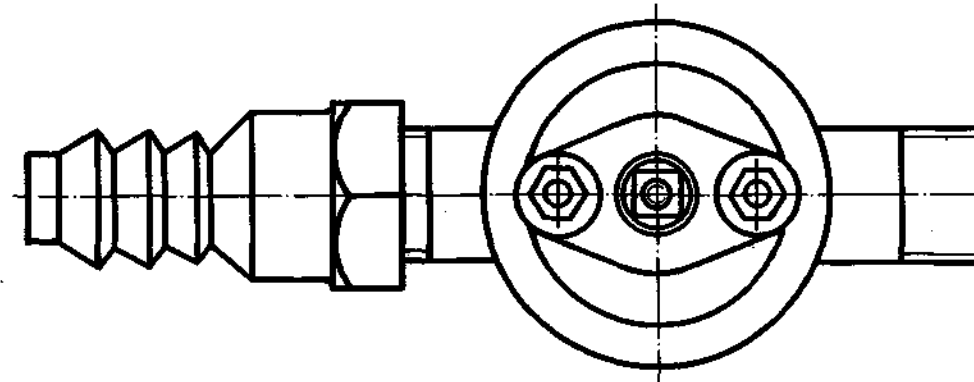
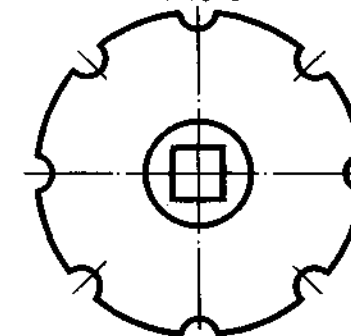
Ответьте на вопросы:

1. Для какой цели предназначены конусные выступы в детали поз. 3?
2. Назовите все детали, изображенные на виде сверху.
3. Покажите контур детали поз. 2 на виде слева.

M400.52.00.00.CB



Маховичок поз. 5 не показан

Вид А
Поз. 5

				M400.52.00.00.CB		
				Клапан		
				Сборочный чертеж		
				Лит.	Масса	Масштаб
				у		1:2
				Лист	Листов 1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Проект.						
Консульт.						
Чертил.						
Принял.						

53. КЛАПАН РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.53.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
A3		1	МЧ00.53.00.01	Корпус	1	
A4		2	МЧ00.54.00.02	Плунжер	1	
A4		3	МЧ00.53.00.03	Крышка	1	
A4		4	МЧ00.53.00.04	Крышка	1	
A4		5	МЧ00.53.00.05	Пружина	1	
A4		6	МЧ00.53.00.06	Втулка	1	
A4		7	МЧ00.53.00.07	Пружина	1	
A4		8	МЧ00.53.00.08	Пробка	1	
A4		9	МЧ00.53.00.09	Шарик	1	
		10		Материалы Картон А1 ГОСТ 9347-74	2	

Распределительный клапан предназначен для соединения гидравлических цилиндров низкого и высокого давления в усилителях последовательного действия.

Под действием пружины поз. 5 плунжер поз. 2 поджимается к крышке поз. 4. Перпендикулярно центральному отверстию в корпусе поз. 1 расположено отверстие с обратным шариковым клапаном поз. 9. Масло из цилиндра низкого давления через резьбовое отверстие крышки поз. 3 поступает в полость корпуса поз. 1, далее через верхнее резьбовое отверстие — в приспособление (происходит предварительный зажим обрабатываемой детали), а через обратный клапан и отверстия крышки поз. 4 в цилиндр высокого давления, пополняя утечки. Плунжер при этом несколько смещается вправо. Для окончательного зажима детали масло поступает из цилиндра высокого давления через продольные канавки под плунжер. Под давлением масла плунжер перемещается вправо, сжимая пружину. Конус плунжера плотно прилегает к конусному седлу крышки поз. 3, разделяя цилиндры низкого и высокого давления. Масло из цилиндра высокого давления через продольные канавки плунжера и верхнее резьбовое отверстие корпуса поступает в гидросистему приспособления и деталь зажимается.

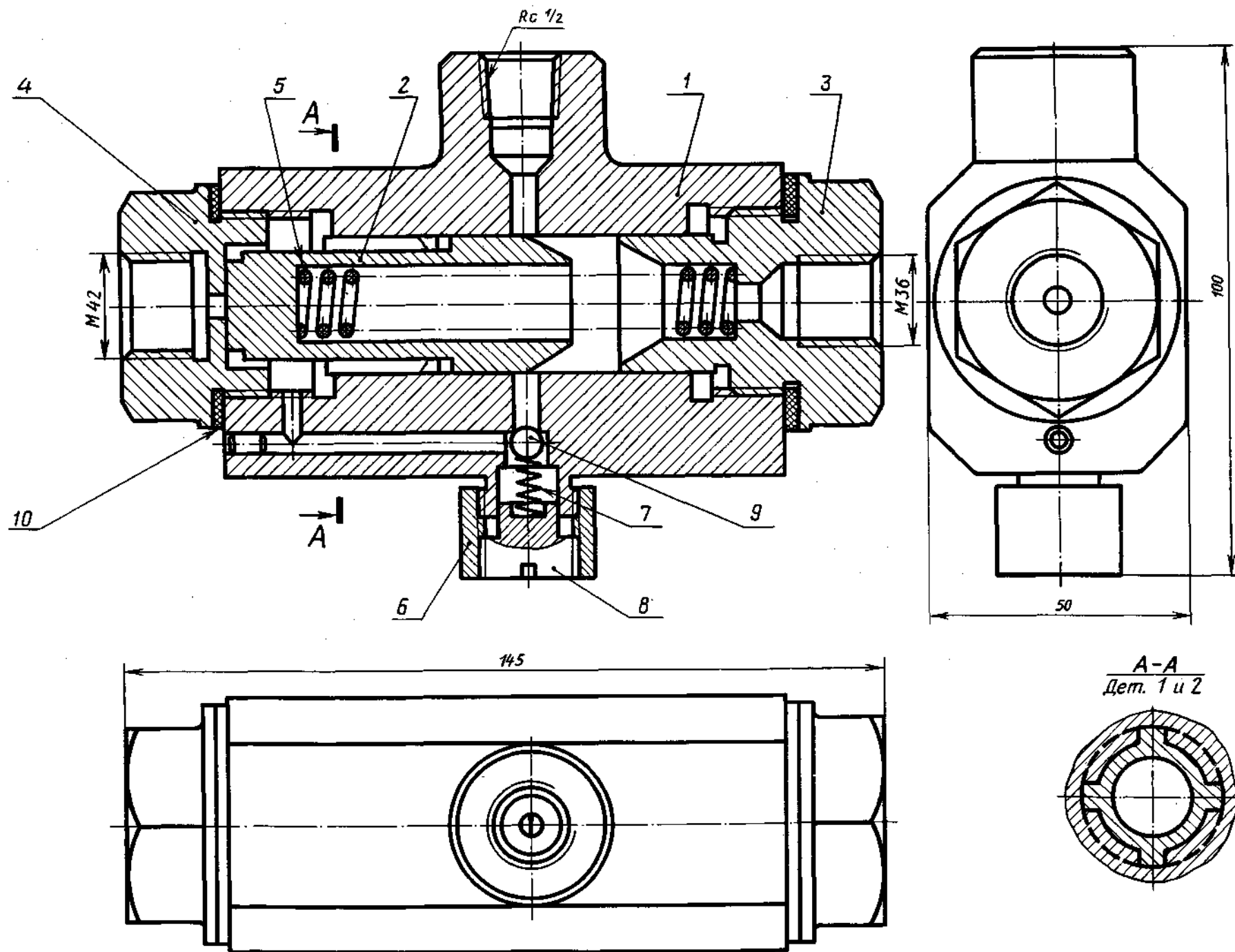
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1... 6.
Материал деталей поз. 1... 4 — Сталь 25
ГОСТ 1050-74, деталей поз. 6, 8, 9 — Сталь 45
ГОСТ 1050-74, деталей поз. 5, 7 — Сталь 65Г
ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите все детали, изображенные на виде слева.
2. Покажите контур детали поз. 2.
3. Расскажите о назначении детали поз. 8.

МЧ00.53.00.00.СБ



A-A
Дет. 1 и 2

МЧ00.53.00.00.СБ

Клапан
распределительный
Сборочный чертеж

Лит.	Масса	Масштаб
У		1:1
Лист	Листов	1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Проект.				
Консульт.				
Чертил				
Принял				

54. МЕХАНИЗМ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.54.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.54.00.01	Крышка	1	
A3		2	M400.54.00.02	Вилка	1	
A3		3	M400.54.00.03	Корпус	1	
A3		4	M400.54.00.04	Поршень	1	
A4		5	M400.54.00.05	Ось	1	
A4		6	M400.54.00.06	Крышка	1	
A4		7	M400.54.00.07	Пластина	1	
A4		8	M400.54.00.08	Валик	1	
A4		9	M400.54.00.09	Втулка	2	
A4		10	M400.54.00.10	Сухарь	2	
A4		11	M400.54.00.11	Прокладка	1	
				Стандартные изделия		
		12		Болт М8×20.58	4	
		13		ГОСТ 7798—70		
		14		Винт А.М6×16.58	14	
		15		ГОСТ 1491—80		
		16		Кольцо 020-025-30	1	
		17		ГОСТ 9833—73		
		18		Кольцо 040-045-30	2	
		19		ГОСТ 9833—73		
		20		Шплинт 5×28.001	1	
		21		ГОСТ 397—79		
		22		Шайба 16.01.05	1	
		23		ГОСТ 11371—78		

Механизм переключения передач предназначен для введения в зацепление блок-шестерни одной из передач.

Гидроцилиндр механизма переключения передач установлен в отверстии крышки поз. 1. Он состоит из корпуса поз. 3, крышки поз. 6 и поршня поз. 4. Корпус, крышка и шток для герметичности уплотнены резиновыми кольцами поз. 14 и поз. 15. Масло к гидроцилиндру подается через два резьбовых отверстия корпуса поз. 3. Шток шарнирно соединен осью поз. 5 с вилкой поз. 2, которая укреплена на шлицах валика поз. 8, установленного в двух втулках поз. 9. Поворачивая валик ключом, можно вручную производить включение и отключение блок-шестерни (на чертеже не показана). При подаче масла в гидроцилиндр поршень поз. 4 сообщает требуемое возвратно-поступательное движение вилке поз. 2, тем самым включая или выключая блок-шестерню.

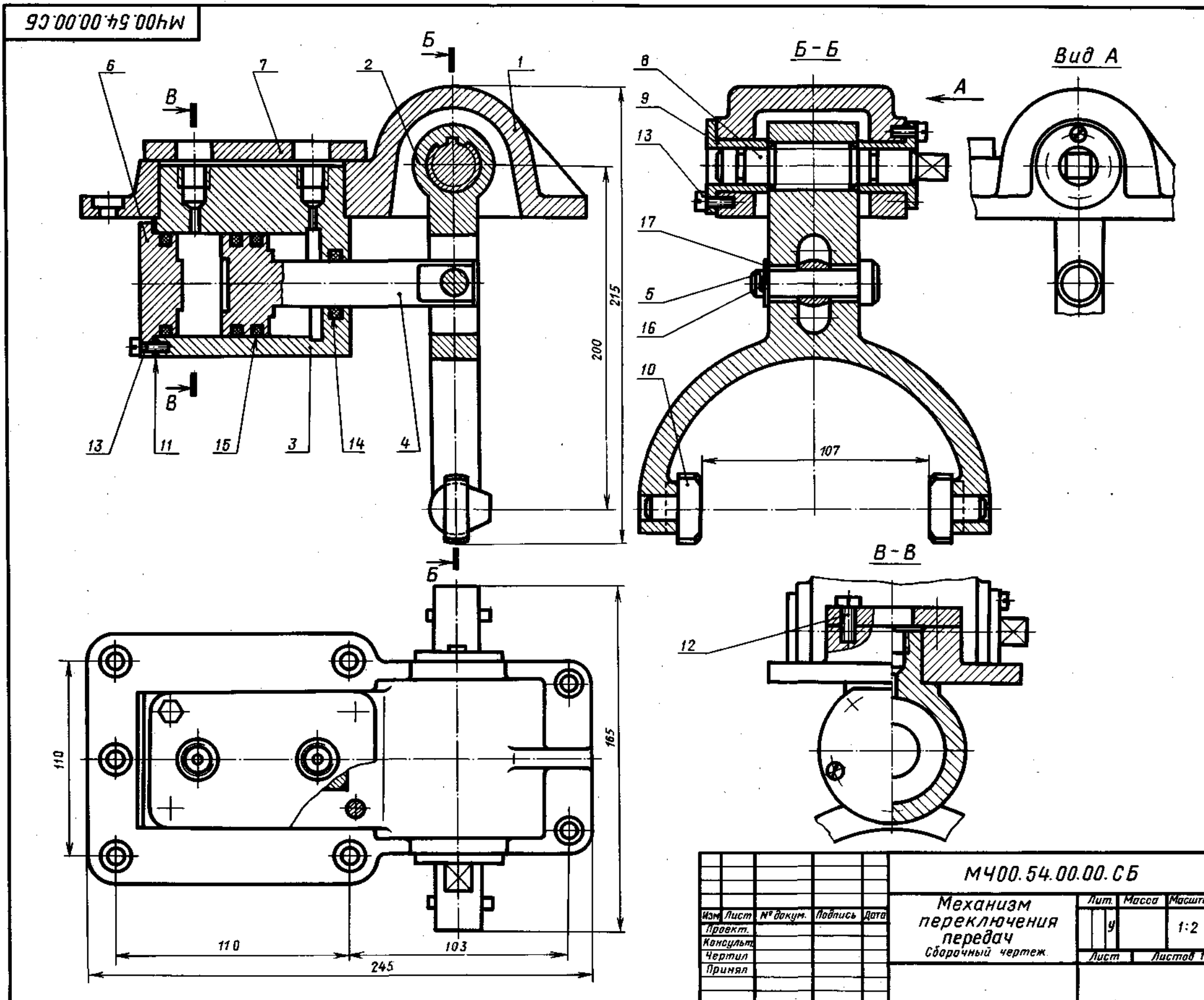
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 8. Деталь поз. 1 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1 ... 4, 6 — Сталь 15 ГОСТ 1050—74, деталей поз. 5, 7 ... 10 — Сталь 45 ГОСТ 1050—74.

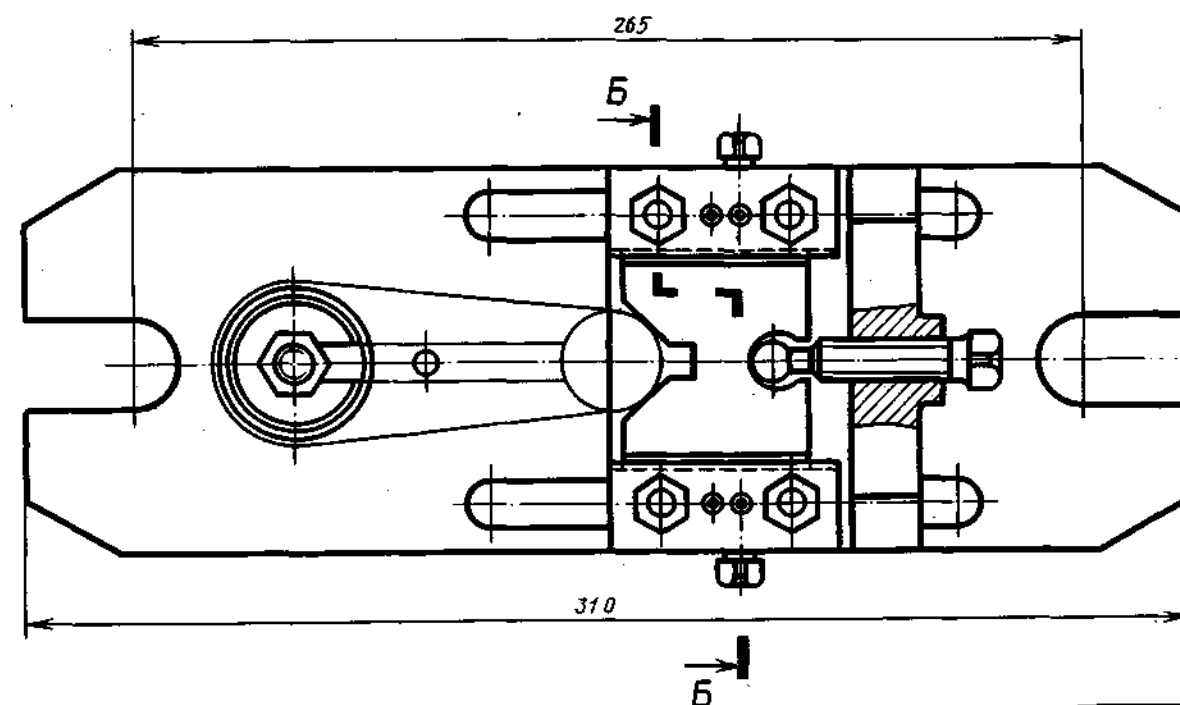
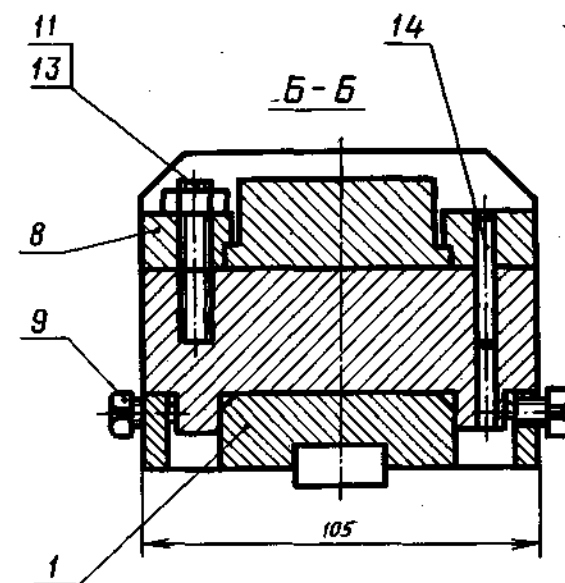
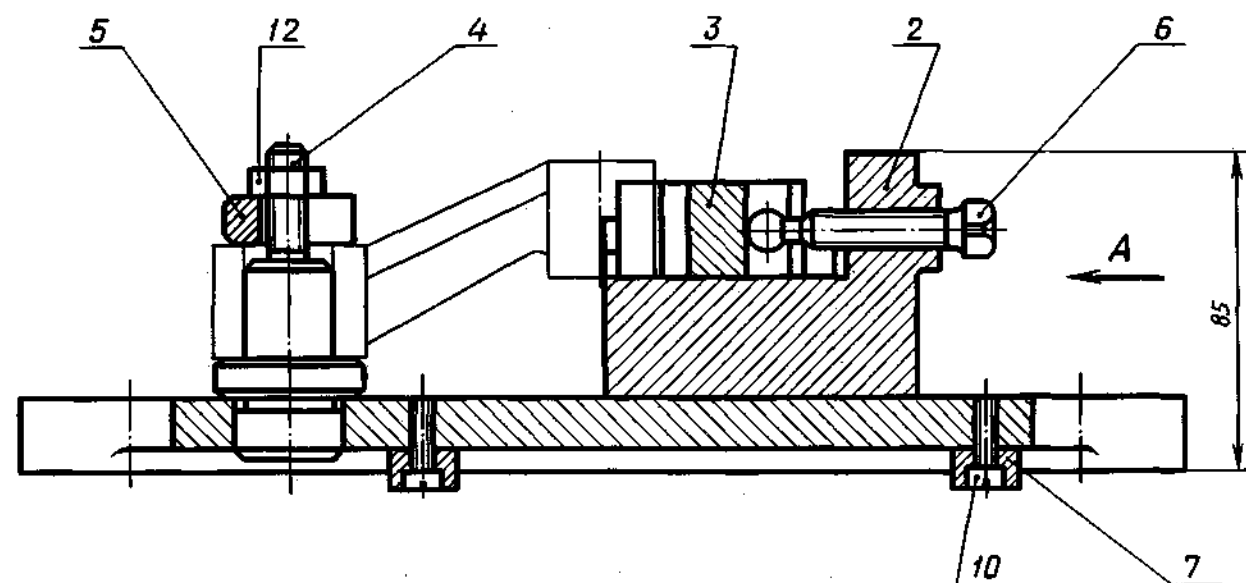
Ответьте на вопросы:

- Сколько отверстий в детали поз. 6?
- Покажите контур детали поз. 3 на разрезе В—В.
- Назовите все детали, изображенные на разрезе Б—Б.

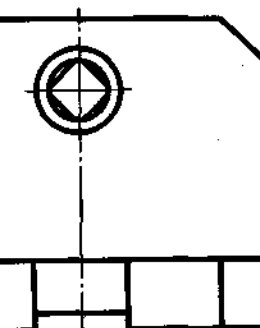


				М400.54.00.00.СБ		
				Механизм переключения передач		
				Сборочный чертеж		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Масса
Проект.					у	1:2
Консульт.						
Чертил.					Лист	Листов 1
Принял.						

МЧ00.55.00.00.СБ



Вид А



				МЧ00.55.00.00.СБ		
				Приспособление для фрезерования		
				Сборочный чертеж		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Масса
Проект.					У	1:2
Консульт.					Лист	Листов 1
Чертил.						
Принял.						

1-е детализирование

55. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.55.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	МЧ00.55.00.01	Плита	1	
A4		2	МЧ00.55.00.02	Ползун	1	
A4		3	МЧ00.55.00.03	Призма	1	
A4		4	МЧ00.55.00.04	Палец	1	
A4		5	МЧ00.55.00.05	Прихват	1	
A4		6	МЧ00.55.00.06	Винт	1	
A4		7	МЧ00.55.00.07	Планка	2	
A4		8	МЧ00.55.00.08	Пластика	2	
				Стандартные изделия		
		9		Винт М8×16,58	2	
		10		ГОСТ 1482—84		
				Винт А.М6×50,58	2	
				ГОСТ 1491—80		
		11		Гайка М10,5	4	
				ГОСТ 5915—70		
		12		Гайка М14,5	1	
				ГОСТ 5915—70		
		13		Шпилька М10×30,58	4	
				ГОСТ 22034—76		
		14		Штифт 5/8×60	4	
				ГОСТ 3128—70		

Данное приспособление служит для быстрой и точной установки обрабатываемой детали в нужном положении по отношению к режущему инструменту (фрезе). Приспособление устанавливается на подвижном столе горизонтально-фрезерного станка и крепится к нему двумя болтами, входящими в пазы плиты поз. 1 (болты на чертеже не показаны).

Обрабатываемую деталь типа рычага (на чертеже показана сплошной тонкой линией) кладут на опорную плоскость ползуна поз. 2. Положение обрабатываемой детали фиксируется пальцем поз. 4, на котором она закрепляется прихватом поз. 5 с одной стороны, и призмой поз. 3, перемещаемой винтом поз. 6, с другой стороны. Ползун закрепляется в нужном положении винтами поз. 9.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6, 8.
Материал деталей поз. 1, 2 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. 3 ... 7 — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Какое назначение детали поз. 8?
2. Назовите все детали, изображенные на разрезе Б—Б.
3. Имеется ли на данном чертеже местный разрез?

56. ВЕНТИЛЬ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.56.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.56.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.56.00.02	Крышка	1	
A4	3		M400.56.00.03	Фланец	1	
A4	4		M400.56.00.04	Маховичок	1	
A4	5		M400.56.00.05	Клапан	1	
A4	6		M400.56.00.06	Втулка	1	
A3	7		M400.56.00.07	Винт	1	
A4	8		M400.56.00.08	Колпак	1	
A3	9		M400.56.00.09	Тройник	1	
A4	10		M400.56.00.10	Пружина	1	
A4	11		M400.56.00.11	Клапан	1	
A4	12		M400.56.00.12	Седло	1	
A4	13		M400.56.00.13	Пробка	1	
A4	14		M400.56.00.14	Прокладка	1	
A4	15		M400.56.00.15	Прокладка	1	
A4	16		M400.56.00.16	Прокладка	1	
	17			Стандартные изделия		
			Болт М8×35.58		4	
			ГОСТ 7798-70			
	18		Гайка М8.5		4	
			ГОСТ 5915-70			
	19		Гайка М14.5		1	
			ГОСТ 5915-70			
	20			Материалы		
			Войлок ПС 10			
			ГОСТ 6308-71			

Вентиль предназначен для изменения расхода жидкости или пара, проходящих по трубопроводу.

При вращении маховичка поз. 4 влево винт поз. 7 будет подниматься и клапан поз. 5 откроет отверстие седла поз. 12. При этом жидкость или пар начнет переходить из нижней горизонтальной трубы в верхнюю. Для предотвращения утечки между крышкой поз. 2 и винтом предусмотрено сальниковое уплотнение поз. 20, которое поджимается фланцем поз. 3. Для сохранения герметичности предусмотрены прокладки поз. 14, 15, 16.

На тройнике поз. 9 установлен предохранительный клапан, который служит для выпуска жидкости или пара при избыточном давлении. При повышении давления клапан поз. 11 поднимается, сжимая пружину поз. 10. При этом избыток жидкости или пара выходит через образовавшуюся щель в боковое отверстие колпака поз. 8.

Задание

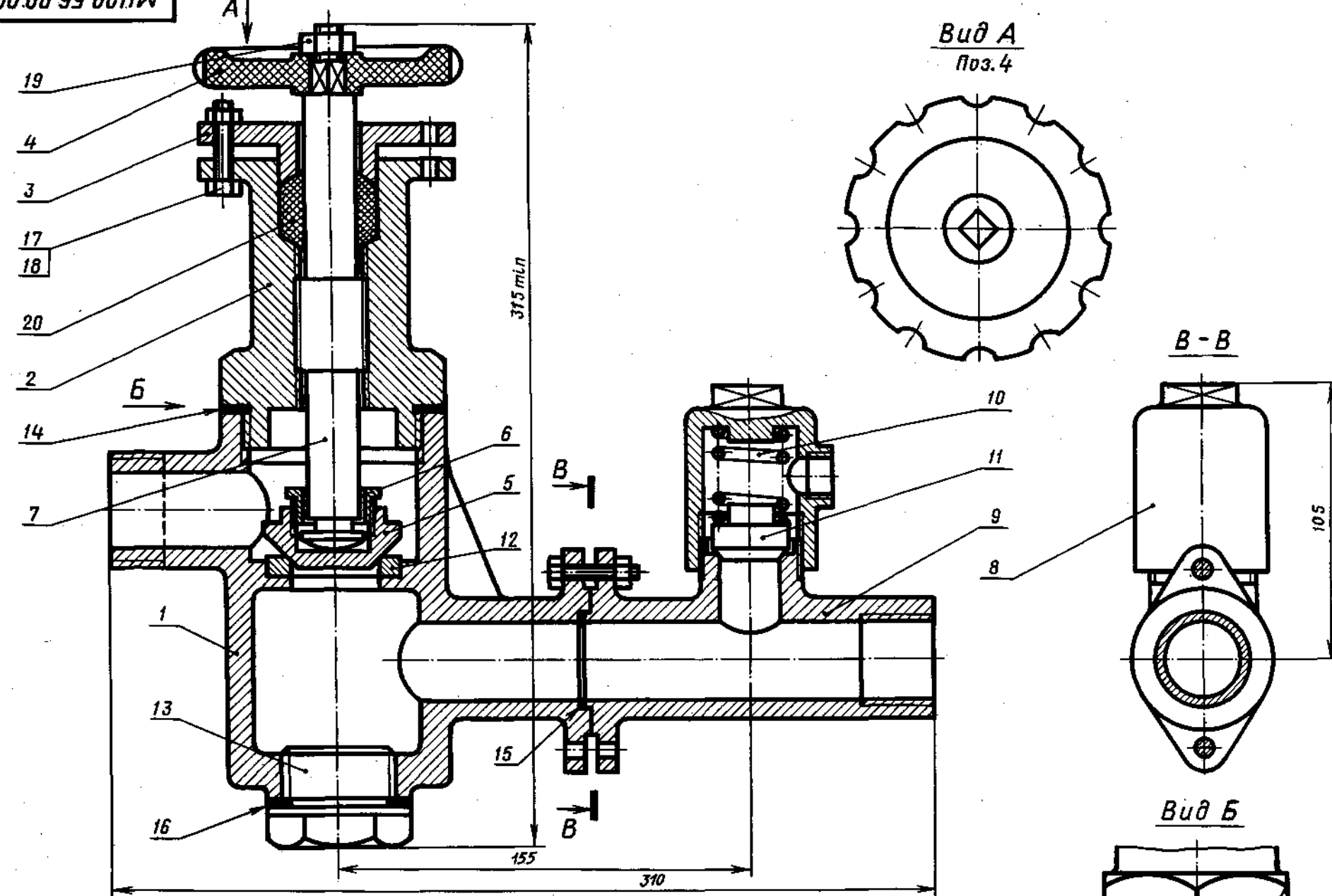
Выполнить чертежи деталей поз. 1...5, 8...10. Деталь поз. 1 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1, 2, 8, 9 — Ст 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 3, 5...7, 11...13 — Ст 5 ГОСТ 380-71, детали поз. 4 — Листы винипласта ВН 1500 × 800 ГОСТ 9639-71, детали поз. 10 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

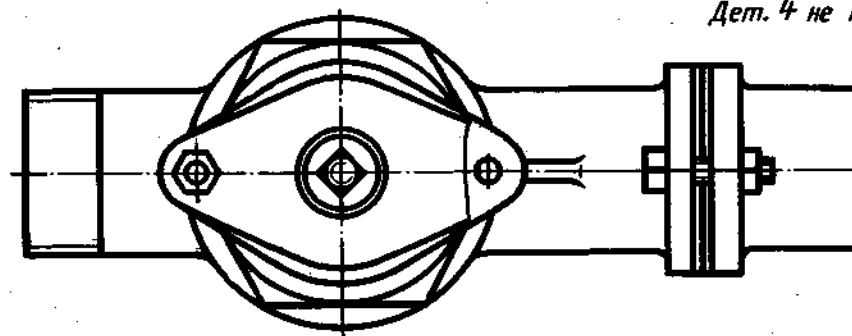
Ответьте на вопросы:

1. Почему деталь поз. 4 изображена отдельно?
2. Назовите все детали, изображенные на разрезе В—В.
3. Как называется разрез на виде В?

93'00'00 99'00'00

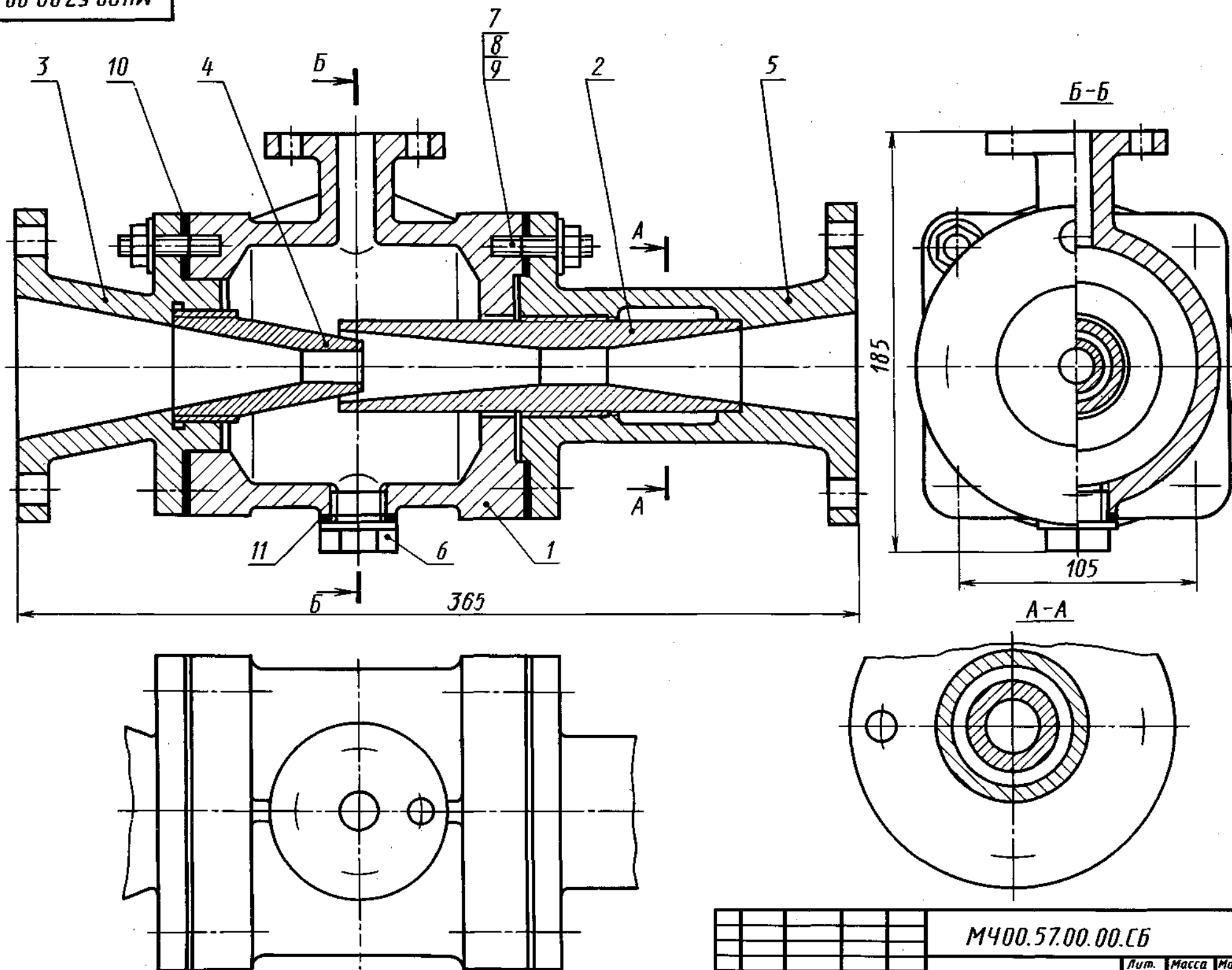


Дет. 4 не показана



				M400.56.00.00.CB			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Проект.					у		1:2
Консульт.					Лист	Листов 1	
Чертил							
Принял							
				Вентиль			
				Сборочный чертеж			

МЧ00.57.00.00.СБ



				МЧ00.57.00.00.СБ		
				Эжектор		
				Сборочный чертеж		
Изм.	Лист	И.докум.	Подпись	Дата	Лит.	Масса
Проект.					у	1:2
Консульт.					лист	лист 1
Чертил						
Принял						

1-е детализирование

57. ЭЖЕКТОР

Формат	Зона	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.57.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		МЧ00.57.00.01	Корпус	1	
A3	2		МЧ00.57.00.02	Диффузор	1	
A3	3		МЧ00.57.00.03	Патрубок впуска	1	
A4	4		МЧ00.57.00.04	Сопло	1	
A3	5		МЧ00.57.00.05	Патрубок выпуска	1	
A4	6		МЧ00.57.00.06	Пробка М40	1	
				Стандартные изделия		
	7			Гайка М12.5	8	
	8			ГОСТ 5915-70	8	
	9			Шайба 12.01.016	8	
				ГОСТ 6958-78	8	
				Шпилька М10×30.58	8	
				ГОСТ 22034-76		
				Материалы		
	10			Картон Б 2	2	
	11			ГОСТ 9347-74		
				Картон А 1	1	
				ГОСТ 9347-74		

Эжектор представляет собой насос для откачивания воздуха или воды. Принцип его работы основан на использовании всасывающего действия струи пара.

Пар из парового котла поступает в патрубок 3 и сопло 4. При выходе из сопла 4 с большой скоростью пар попадает в камеру смешения корпуса 1 и создает в ней разрежение, чем вызывается поступление в камеру, по верхнему патрубку корпуса 1, перемещаемой жидкости. Пар, увлекая перемещаемую жидкость, устремляется вместе с ней в диффузор 2, где смесь уменьшает свою скорость и повышает давление, обеспечивая подачу жидкости по назначению и поддержание разрежения в камере смешения.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6.
Материал деталей поз. 1 ... 5 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, детали поз. 6 — Ст 6 ГОСТ 380-71.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали, показанные на разрезе А-А.
2. Имеются ли на данном чертеже сечения?
3. Покажите контур детали поз. 5.

58. РОЛИКИ НАПРАВЛЯЮЩИЕ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.58.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.58.00.01	Опора	1	
A3		2	M400.58.00.02	Корпус	1	
A4		3	M400.59.00.03	Винт	1	
A4		4	M400.58.00.04	Ролик	2	
A4		5	M400.58.00.05	Ось	2	
		6	M400.58.00.06	Клин	1	
		7	M400.58.00.07	Клин	1	
				Стандартные изделия		
		8	Болт M16×105.58	ГОСТ 7798—70	2	
		9	Винт M10×16.58	ГОСТ 8878—84	2	
		10	Гайка M16.5	ГОСТ 5915—70	3	

Направляющие ролики применяются в различных транспортных устройствах для перемещения листового материала и изделий из него.

Опора поз. 1 с роликами поз. 4 может подниматься или опускаться при помощи клиньев поз. 6 и поз. 7. Клинья соединены винтом поз. 3 с правой и левой прямоугольными резьбами. При вращении винта клинья сближаются, поднимая опору с роликами вверх. При вращении винта в обратном направлении опора будет опускаться. После установки роликов на необходимом уровне опору закрепляют болтами поз. 8 и гайками поз. 10. Оси поз. 5 фиксируются винтами поз. 9.

К трущимся поверхностям роликов через масленки, которые ввинчивают в резьбовые отверстия осей поз. 5, по специальным каналам подается смазка.

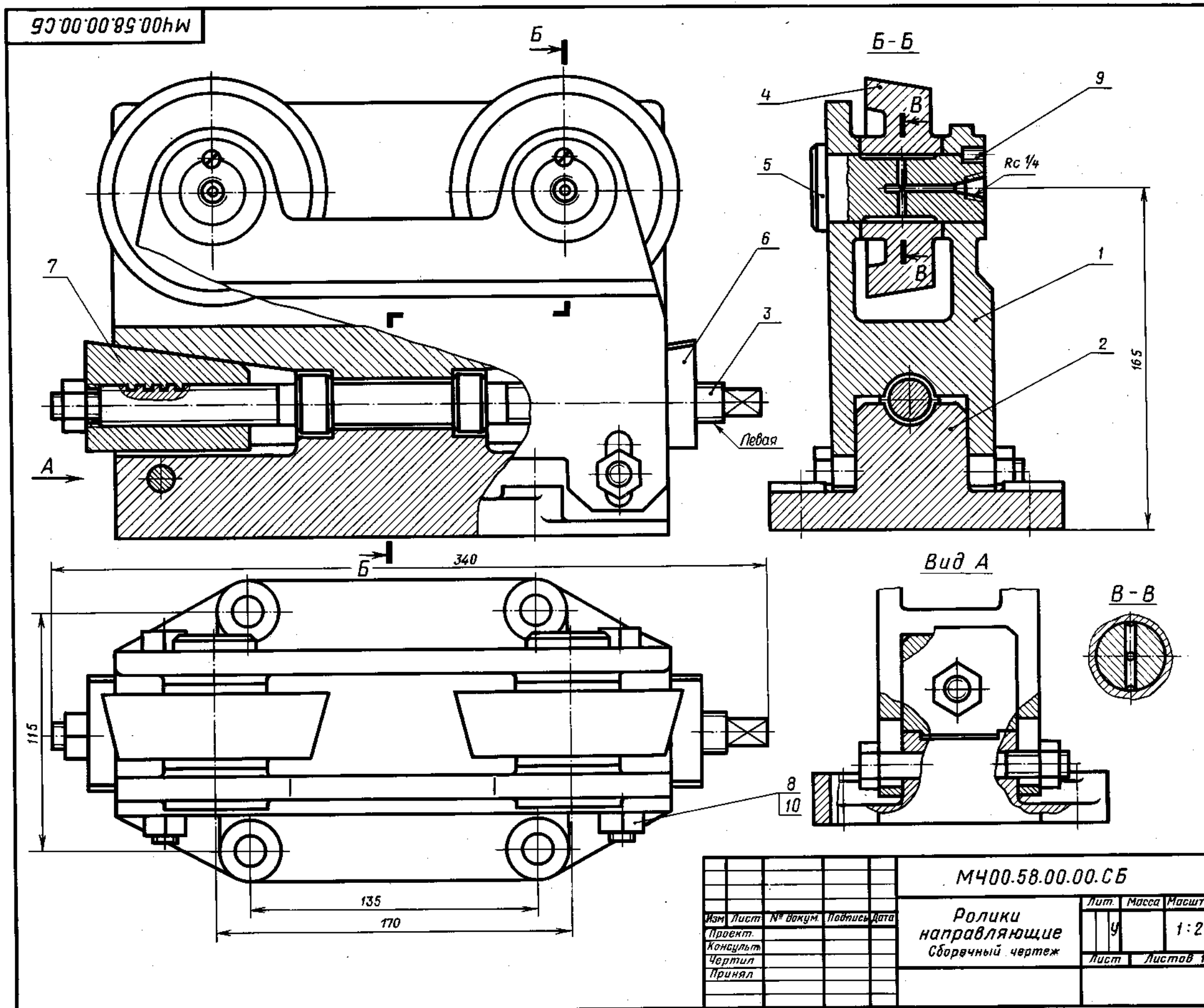
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7. Деталь поз. 1 или поз. 2 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1, 2 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. 3 ... 7 — Сталь 45 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Как называется разрез Б—Б?
2. Покажите контур детали поз. 2.
3. Видна ли на виде сверху ось поз. 5?



59. ПРЕСС-ФОРМА

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.59.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.59.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.59.00.02	Зажим	1	
A4	3		M400.59.00.03	Плита отрывающая	1	
A4	4		M400.59.00.04	Плита литниковая	1	
A4	5		M400.59.00.05	Штырь	2	
A4	6		M400.59.00.06	Ручка	2	
A4	7		M400.59.00.07	Втулка	2	
A4	8		M400.59.00.08	Вкладыш	1	
A4	9		M400.59.00.09	Шайба	2	
				Стандартные изделия		
	10			Болт M10×55.58	2	
	11			ГОСТ 7798-70		
				Штифт 5х8×12	4	
				ГОСТ 3128-70		

Пресс-форма, изображенная на чертеже, используется в операции нанесения капронового покрытия на поверхность вала для увеличения его срока службы и защиты от коррозии.

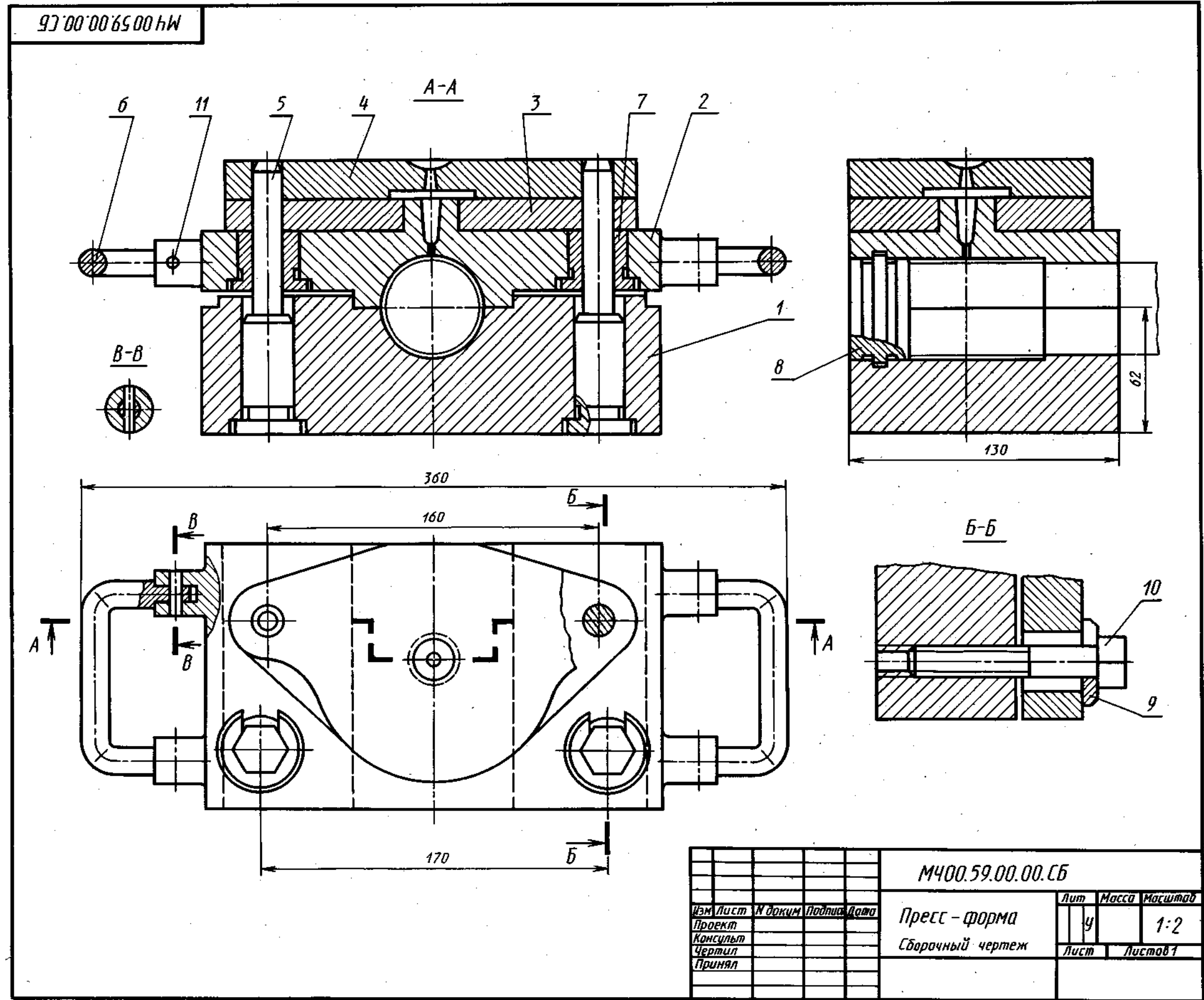
Вал (на чертеже показан тонкой линией) устанавливают между корпусом поз. 1 и зажимом поз. 2. Зажим регулируется болтами 10. Жидкий капрон под давлением через отверстия деталей поз. 2 и поз. 4 заполняет зазоры между валом и зажимом и покрывает поверхность вала. Вкладыш поз. 8 служит заглушкой и опорой вала.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 8.
Материал деталей поз. 1, 2, 5, 6, 9 — Сталь 20
ГОСТ 1050-74, деталей поз. 3, 4, 7, 8 — Сталь 35
ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Почему не обозначен профильный разрез?
2. С какой целью дан разрез А—А?
3. Покажите контур детали поз. 2.



60. ВЕНТИЛЬ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.60.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
A3				Детали		
A4	1		M400.60.00.01	Корпус	1	
A4	2		M400.60.00.02	Гайка	1	
A4	3		M400.60.00.03	Втулка	1	
A4	4		M400.60.00.04	Гайка	1	
A4	5		M400.60.00.05	Рукоятка	1	
A4	6		M400.60.00.06	Клапан	1	
A4	7		M400.60.00.07	Гайка клапана	1	
A4	8		M400.60.00.08	Шайба	1	
A4	9		M400.60.00.09	Кольцо	1	
A4	10		M400.60.00.10	Кольцо	1	
	11			Стандартные изделия Гайка М20.5 ГОСТ 5915-70	1	
	12			Материалы Шнур асбестовый ШАОН 151 ГОСТ 1779-83		

Вентиль данной конструкции применяется для регулирования давления выпуска газа из баллона.

Скорость и давление газа зависят от величины зазора между коническим концом клапана поз. 6 и отверстием в корпусе поз. 1. Зазор можно изменять вращением гайки клапана поз. 7, которая перемещает клапан вдоль оси. Вращательному движению клапана препятствуют два выступа на цилиндрической части, входящие в соответствующие пазы внутри корпуса. Корпус верхним резьбовым выступом крепится в горловине баллона. Втулка поз. 3 и гайка поз. 2 предназначены для соединения вентиля с трубопроводом, по которому газ поступает к химическому аппарату.

Для устранения утечки газа в вентиль вмонтировано уплотнение, состоящее из асбестового шнура поз. 12 и уплотнительных колец поз. 9 и поз. 10, которые поджимаются специальной гайкой поз. 4.

Задание

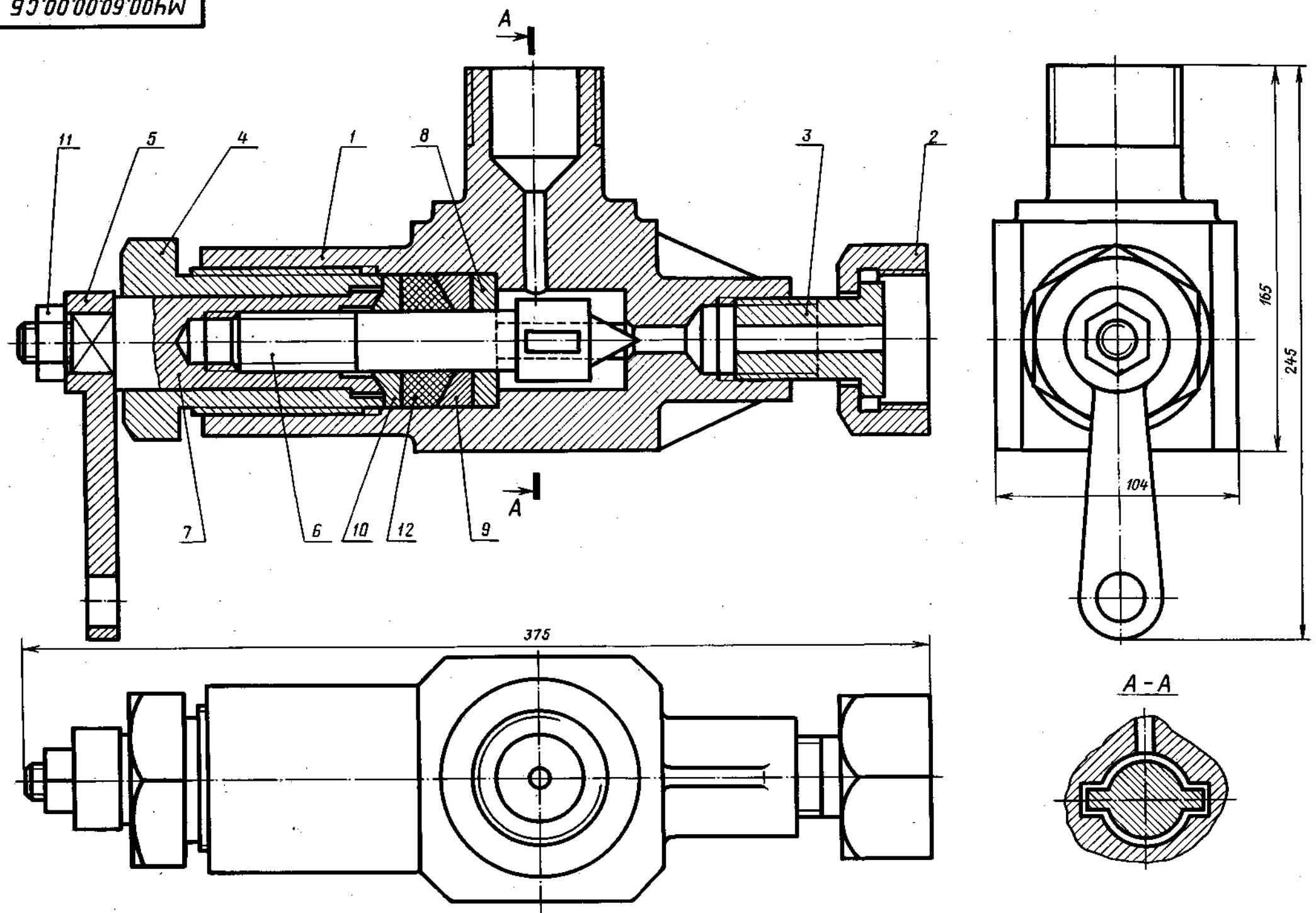
Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 9. Деталь поз. 1 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1, 2, 6, 7 — Сталь 15, ГОСТ 1050-74, деталей поз. 3, 4, 5, 8, 9 — Сталь 20, ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

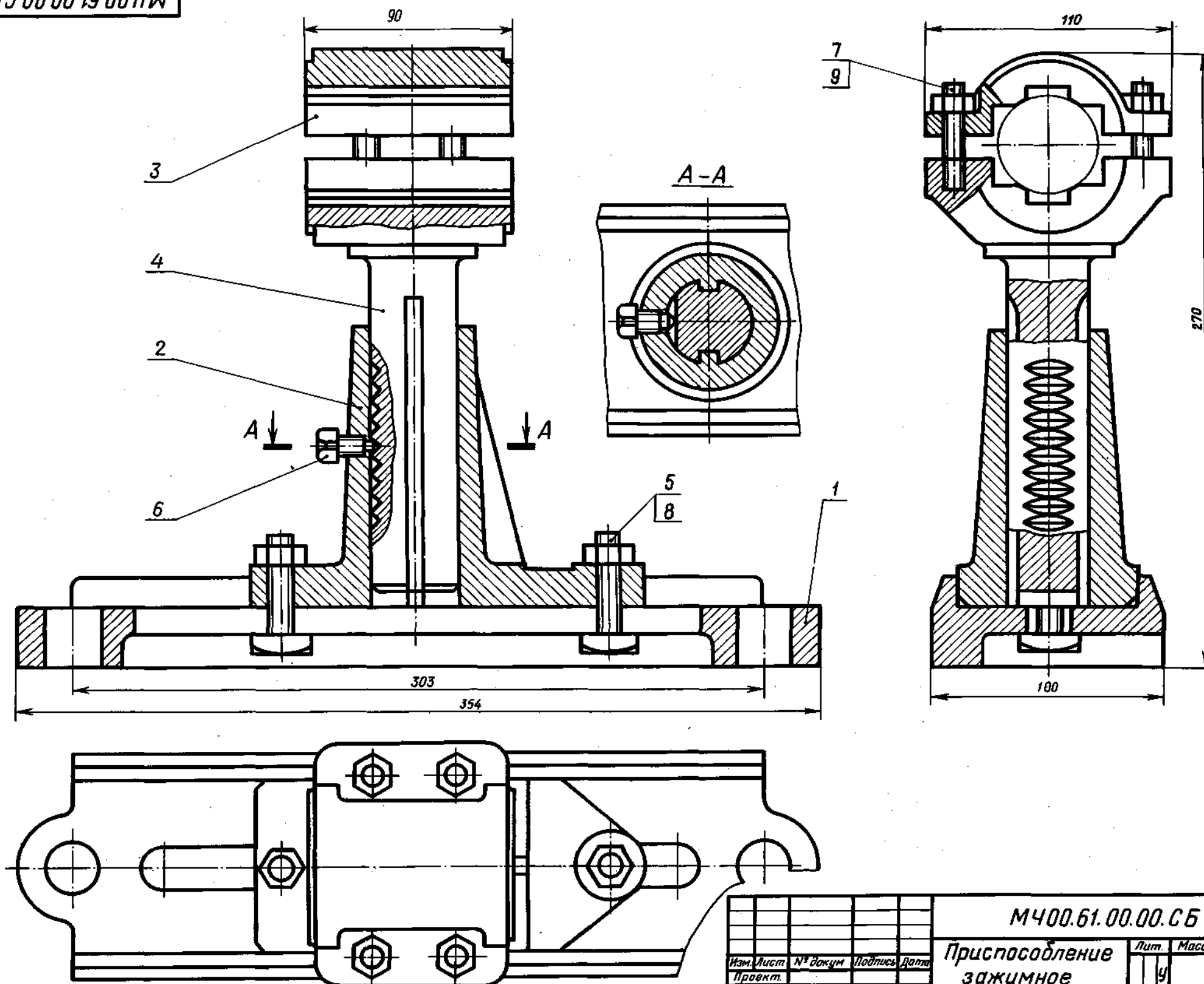
- В каких местах корпус поз. 1 имеет резьбу?
- Покажите контур детали поз. 6.
- Что означают диагонали на детали поз. 7?

93'00'00'09'00hW



				M400.60.00.00.CB		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Вентиль Сборочный чертеж	Лит	Масса
	Проект.				у	1:2
	Консульт.				Лист	Листов 1
	Чертил					

93'00'00'19'00'HW



1-е детализирование

61. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ЗАЖИМНОЕ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.61.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	МЧ00.61.00.01	Плита	1	
A3		2	МЧ00.61.00.02	Стойка	1	
A3		3	МЧ00.61.00.03	Крышка	1	
A3		4	МЧ00.61.00.04	Опора	1	
A4		5	МЧ00.61.00.05	Болт М14	2	
				Стандартные изделия		
		6		Винт М12×25.58	1	
		7		ГОСТ 1482—84		
		8		Гайка М12.5	4	
		9		ГОСТ 5915—70		
				Гайка М14.5	2	
				ГОСТ 5915—70		
				Шпилька М12×40.58	4	
				ГОСТ 22034—76		

Данное зажимное приспособление используется при резании длинных труб и прутков разных диаметров.

Стойку поз. 2 устанавливают на плите поз. 1. Плиту крепят двумя болтами к раме (рама на чертеже не показана). Высоту положения трубы или прутка относительно плиты регулируют опорой поз. 4, которую фиксируют винтом поз. 6. Разрезаемый пруток или трубу устанавливают между опорным элементом детали поз. 4 и крышкой поз. 3 и закрепляют шпильками поз. 9 и гайками поз. 7.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 5.
Материал деталей поз. 1 ... 4 — СЧ 20 ГОСТ 1412—79, детали поз. 5 — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. 2 на всех изображениях.
2. Назовите все детали, изображенные на разрезе А—А.
3. Сколько шлицевых канавок на детали поз. 4?

МЧ00.61.00.00.СБ

Приспособление
зажимное
Сборочный чертеж

Лит.	Масса	Масштаб
У		1:2
Лист	Листов	1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Проект				
Консульт				
Чертил				
Принял				

62. КЛАПАН

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.62.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.62.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.62.00.02	Стойка	1	
A4		3	M400.62.00.03	Втулка	1	
A4		4	M400.62.00.04	Маховичок	1	
A4		5	M400.62.00.05	Гайка	1	
A4		6	M400.62.00.06	Шайба	1	
A4		7	M400.62.00.07	Клапан	1	
A4		8	M400.62.00.08	Седло	1	
A4		9	M400.62.00.09	Винт	1	
				Стандартные изделия		
		10		Гайка M16.5	1	
		11		ГОСТ 5915-70	1	
		12		Винт А.М6×20.58	1	
		13		ГОСТ 1491-80	1	
		14		Винт М8×16.58	1	
				ГОСТ 1477-84	2	
				Штифт 5/8×40		
				ГОСТ 3128-70		
				Материалы		
				Шнур асбестовый		
				ШАОН 121		
				ГОСТ 1779-83		

Клапан используют для изменения давления и скорости движения жидкости по трубопроводу.

При вращении маховичка поз. 4 винт поз. 9 с клапаном поз. 7 поднимается вверх, пропуская нужное количество жидкости. Внутри корпуса поз. 1 запрессовано седло поз. 8 клапана поз. 7. Конический конец клапана плотно притерт к конической поверхности седла. На чертеже клапан изображен закрытым, жидкость через клапан не проходит. Втулка поз. 3 фиксируется в стойке поз. 2 винтом поз. 11. Клапан соединен с винтом поз. 9 двумя штифтами поз. 13. Для предупреждения утечки жидкости через зазоры между корпусом и деталями поз. 5, 6, 9 предусмотрено уплотнение. Оно состоит из шайбы поз. 6 и асбестового шнура поз. 14, которые поджимаются прижимной гайкой поз. 5.

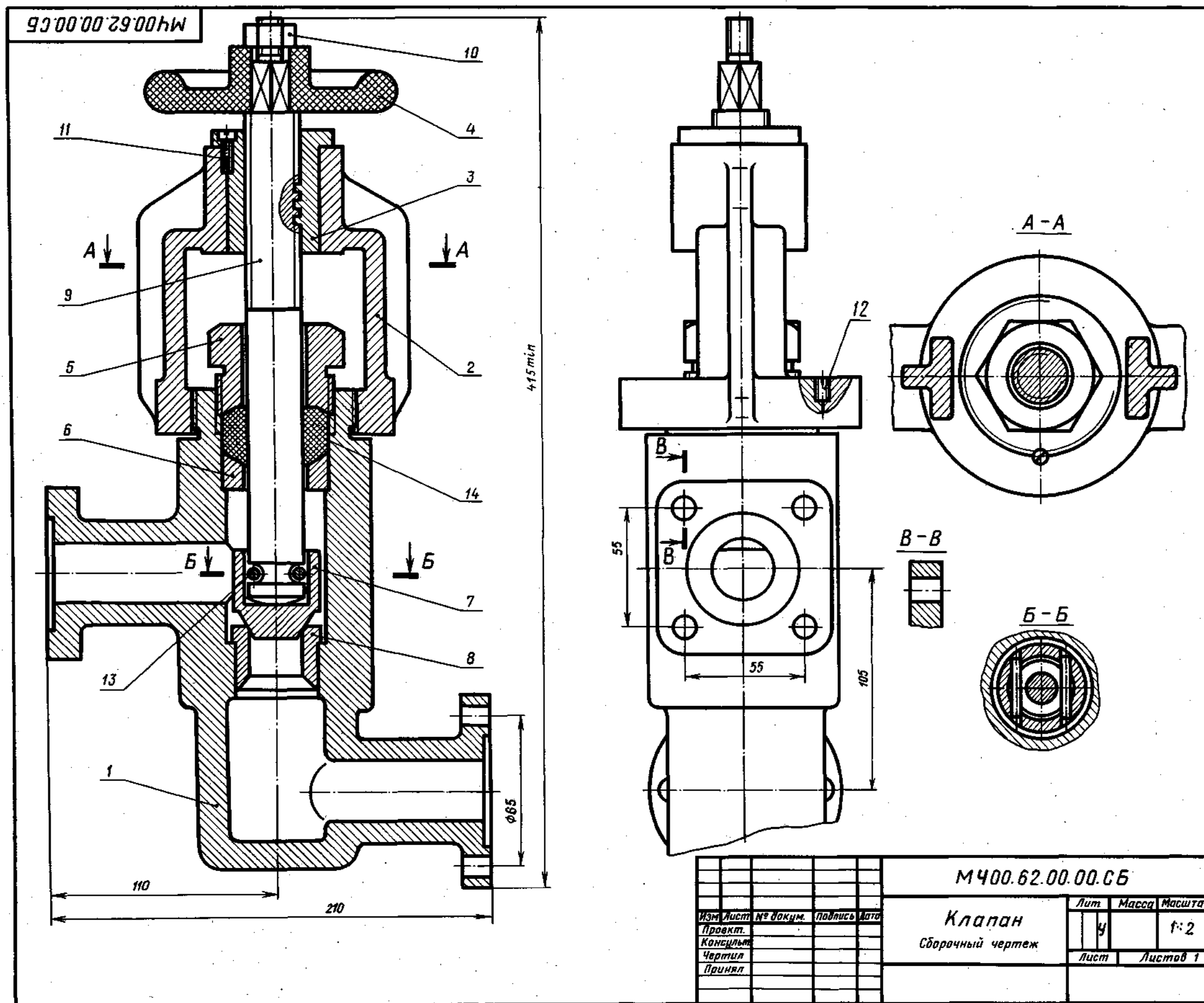
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 9. Деталь поз. 1 или поз. 2 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1, 2 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 3, 5 ... 9 — Сталь 45 ГОСТ 1050-74, детали поз. 4 — Листы винипласта ВН 1500 × 800 ГОСТ 9639-71.

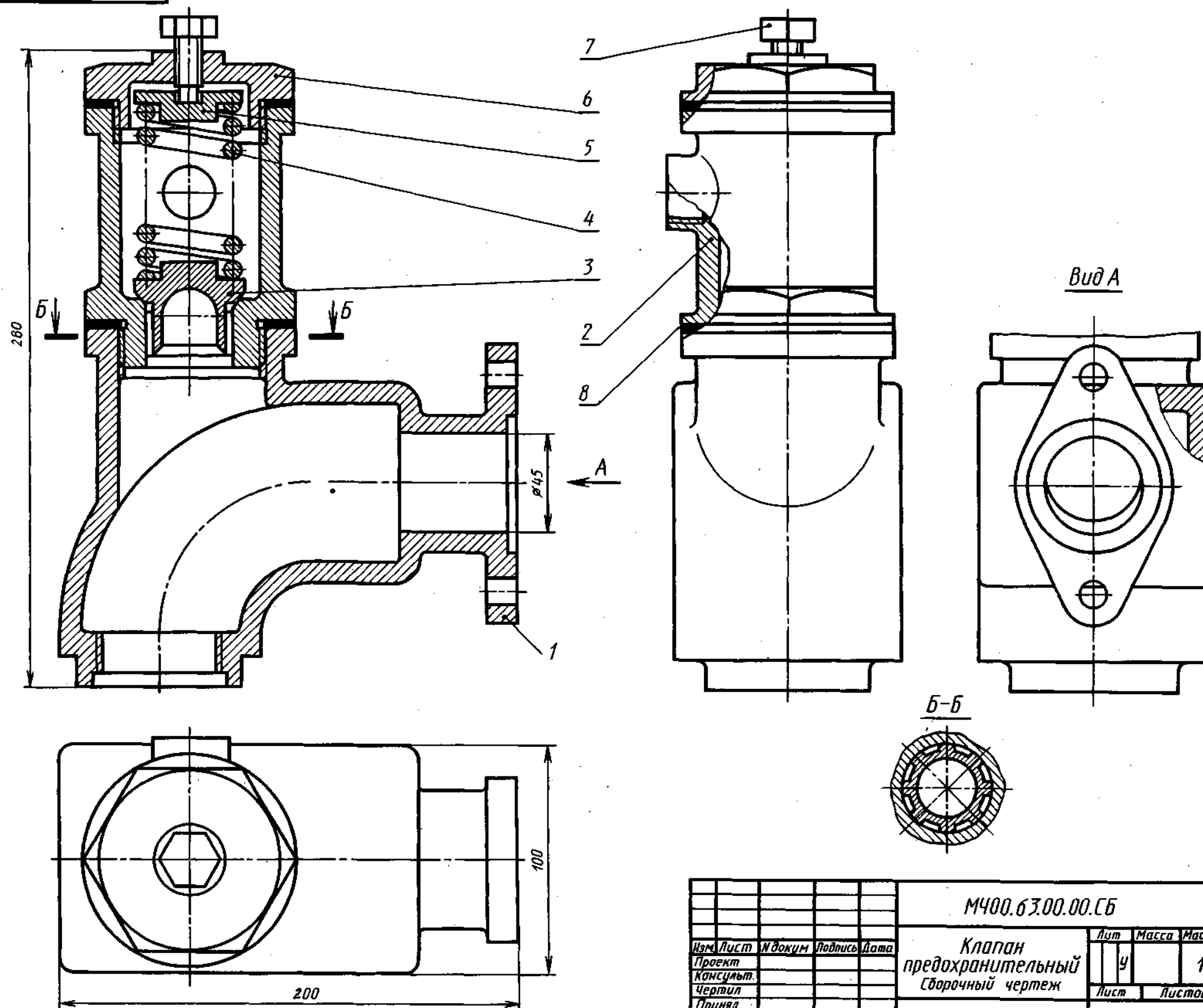
Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. 1.
2. Какое назначение имеет винт поз. 12?
3. Что нужно сделать, чтобы отделить винт поз. 9 от клапана поз. 7?



M400.62.00.00.CB				Лит	Масса	Масштаб
Клапан				4		1:2
Сборочный чертеж				Лист	Листов 1	
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Проект						
Консульт						
Чертил						
Принял						

МЧ00.63.00.00.СБ



1-е детализирование
63. КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ

Формат	Зона	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.63.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	МЧ00.63.00.01	Корпус	1	
A3		2	МЧ00.63.00.02	Стакан	1	
A4		3	МЧ00.63.00.03	Клапан	1	
A4		4	МЧ00.63.00.04	Пружина	1	
A4		5	МЧ00.63.00.05	Тарелка	1	
A4		6	МЧ00.63.00.06	Крышка	1	
				Стандартные изделия		
		7		Винт М10×20.58 ГОСТ 1481—84	1	
				Материалы		
		8		Картон А 1,5 ГОСТ 9347—74	1	

Предохранительный клапан служит для ограничения давления в водяной магистрали. Если давление в магистрали повышается, то клапан поз. 3, сжимая пружину поз. 4, открывает отверстие стакана поз. 2. В зазор, образовавшийся между клапаном и седлом стакана, будет поступать вода до тех пор, пока давление в магистрали не упадет до нормального. Излишек воды уходит через отверстие, находящееся в задней стенке стакана. При нормальном давлении пружина поз. 4 возвращает клапан в прежнее положение.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6.
Материал деталей поз. 1, 2, 5, 6 — Сталь 20
ГОСТ 1050—74, детали поз. 3 — Сталь 35
ГОСТ 1050—74, детали поз. 4 — Сталь 65Г
ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько деталей изображено на разрезах А—А и Б—Б?
2. Какое назначение имеет винт поз. 7?
3. Покажите отверстие, через которое при повышенном давлении уходит вода.

					МЧ00.63.00.00.СБ		
Изм.	Лист	И докум.	Подпись	Дата	Клапан предохранительный		
Проект					Сборочный чертеж		
Консульт.					Лист	Масса	Масштаб
Чертил					4		1:2
Принял					Лист	Листов	1

64. РЕДУКТОР

Формат	Возв	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.64.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.64.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.64.00.02	Крышка	1	
A3	3		M400.64.00.03	Вал шестерни $z = 20$; $m = 4$	1	
A3	4		M400.64.00.04	Зубчатое колесо $z = 60$; $m = 4$	1	
A3	5		M400.64.00.05	Вал	1	
A4	6		M400.64.00.06	Крышка	2	
A4	7		M400.64.00.07	Крышка	2	
A4	8		M400.64.00.08	Диск	1	
A4	9		M400.64.00.09	Втулка	1	
A4	10		M400.64.00.10	Отдушина	1	
				Стандартные изделия		
	11		Болт M16×50.58 ГОСТ 7798-70		6	
	12		Болт M16×125.58 ГОСТ 7798-70		2	
	13		Кольцо СГ 44-31-5 ГОСТ 6418-81		2	
	14		Шарикоподшипник 207 ГОСТ 8338-75		4	
	15		Шпонка 14×9×45 ГОСТ 23360-78		1	
	16		Штифт 8A8×40 ГОСТ 3128-70		2	

Редуктор устанавливают в приводах машин и механизмов для изменения угловых скоростей и моментов вращения.

Данный редуктор имеет пару цилиндрических зубчатых колес, расположенных в корпусе поз. 1 с крышкой поз. 2. Малое зубчатое колесо поз. 3 выполнено за одно целое с валом (вал-шестерня). Большое зубчатое колесо поз. 4 насажено на вал поз. 5. Вали установлены в шарикоподшипниках поз. 14. В крышках поз. 7 имеются уплотнения, предохраняющие подшипники от попадания в них пыли и влаги.

Для заправки редуктора маслом предусмотрено отверстие в крышке поз. 2. Слив масла производят через нижнее отверстие корпуса. В крышке редуктора имеется отдушина поз. 10 для сообщения с атмосферой.

Задание

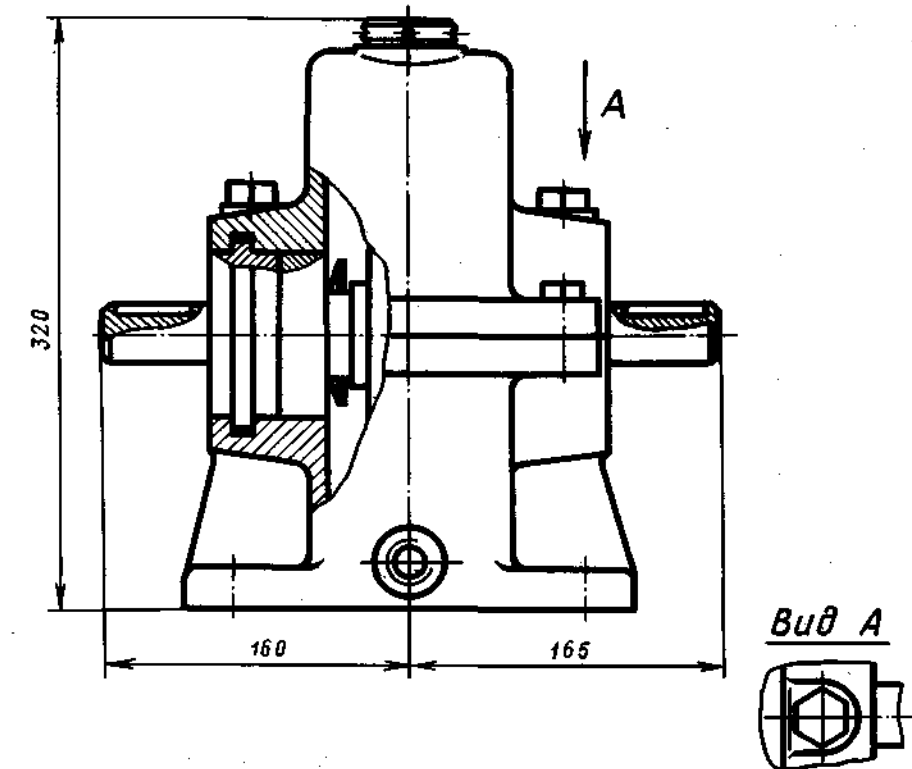
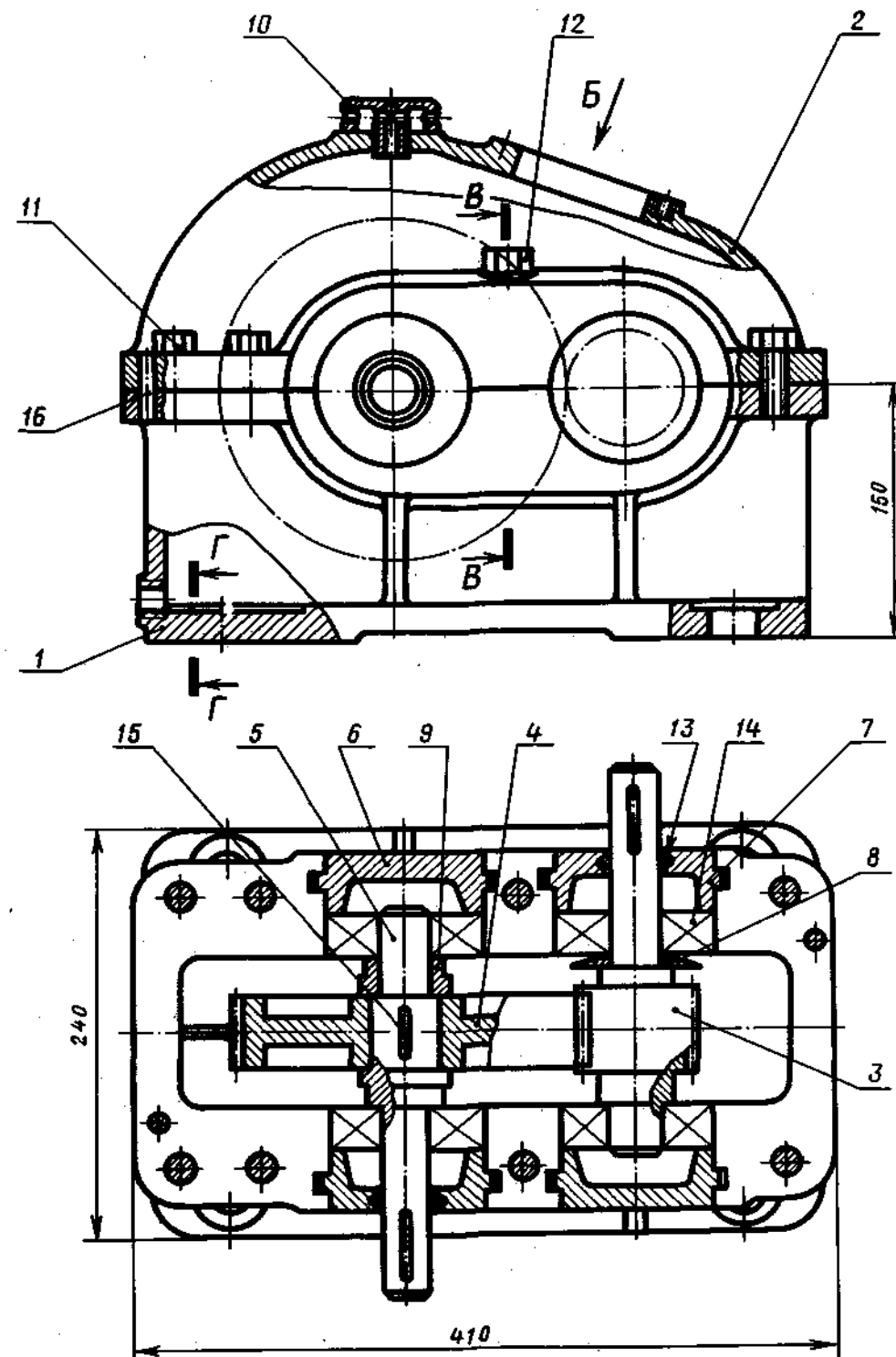
Выполнить чертежи деталей поз. 1...7, 10. Деталь поз. 1 или поз. 2 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1, 2, 6, 7, 10 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 3, 4 — Сталь 15 ГОСТ 1050-74, деталей поз. 5, 8, 9 — Сталь 45 ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

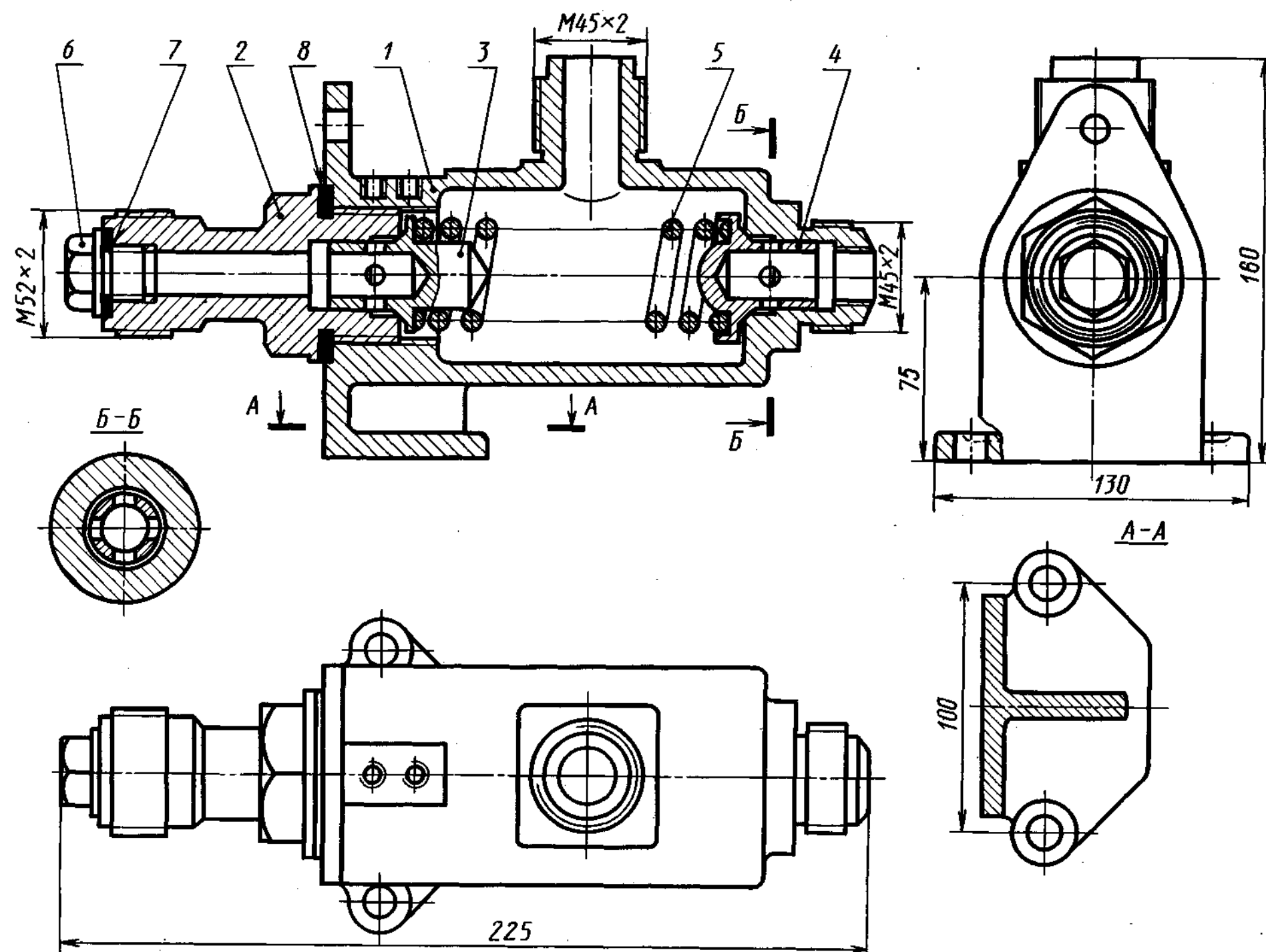
1. Покажите контур детали поз. 4.
2. Какое назначение имеет штифт поз. 16?
3. Что изображают на чертеже прямоугольники с двумя диагоналями?

9300'00'79'00hW



				M400.64.00.00.CB		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Масса
Проект.					у	1:4
Консульт.					Лист	Листов 1
Чертил						
Принял						

93'00'00'59'00'6W



МЧ00.65.00.00.СБ				Классификация		
Клапан предохранительный				Лист	Масса	Масштаб
Сборочный чертеж				у		1:2
				Лист	Листов	

1-е детализирование

65. КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ

Формат	Этаж	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.65.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	МЧ00.65.00.01	Корпус	1	
A4		2	МЧ00.65.00.02	Штуцер	1	
A4		3	МЧ00.65.00.03	Клапан	1	
A4		4	МЧ00.65.00.04	Клапан	1	
A4		5	МЧ00.65.00.05	Пружина	1	
A4		6	МЧ00.65.00.06	Пробка	1	
				Материалы		
		7		Кожа 3	1	
		8		ГОСТ 20836—75		
				Кожа 3 ГОСТ 20836—75	1	

Клапан предохранительный двусторонний предназначен для регулирования давления жидкости или пара в трубопроводах. В данном случае клапан связан только с правой рабочей магистралью трубопровода.

При повышении давления больше нормы жидкость или пар давят на клапан поз. 4, который, сжимая пружину поз. 5, перемещается влево. При этом жидкость или пар выходят через четыре отверстия клапана поз. 4 и верхнее отверстие корпуса поз. 1. При понижении давления пружина поз. 5 перемещает клапан поз. 4 в исходное положение.

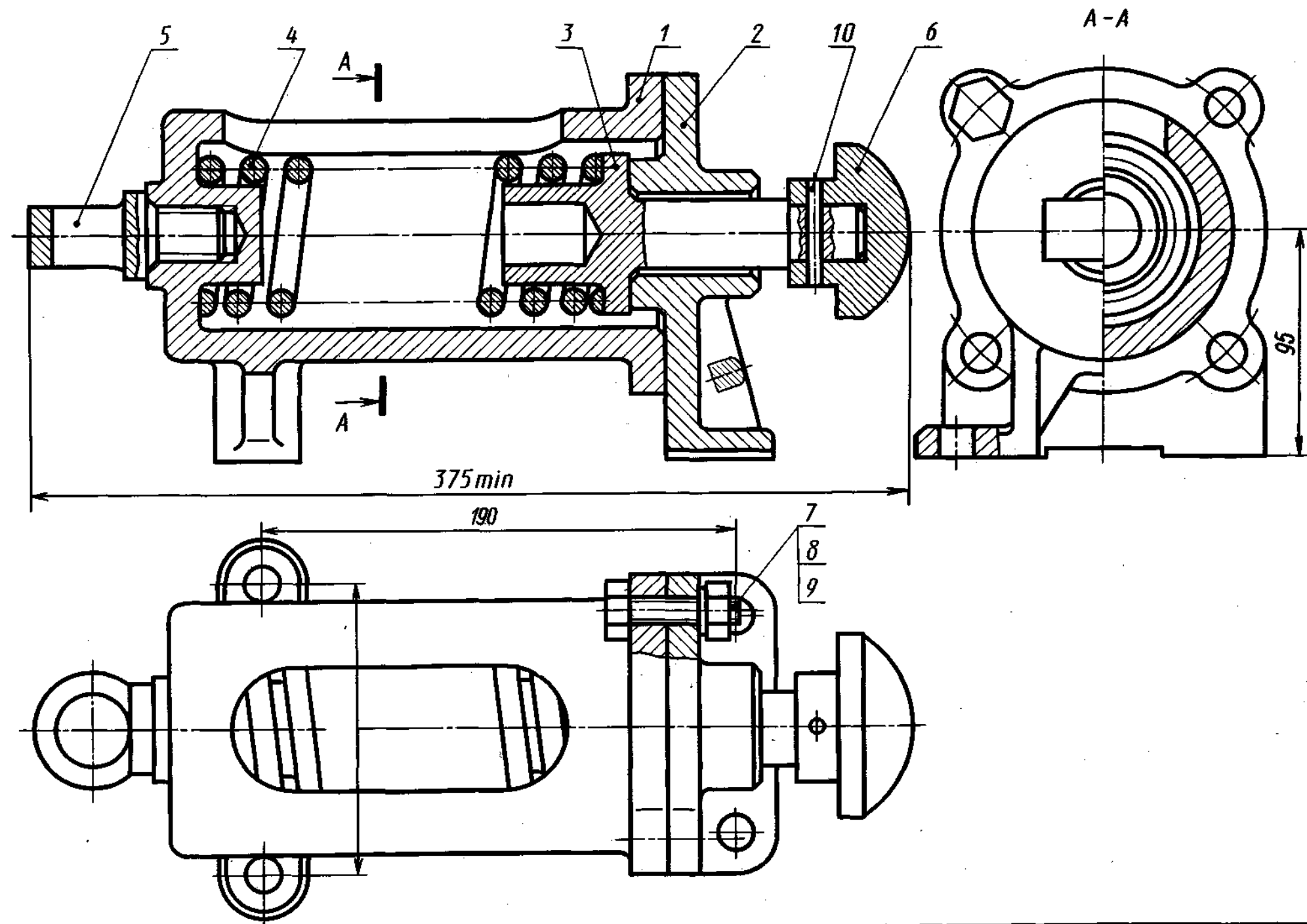
Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 4, 6.
Материал детали поз. 1 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, детали поз. 2, 3, 4 — БрОЗЦ12С5 ГОСТ 613—79, детали поз. 5 — Сталь 65Г ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите деталь поз. 2 на виде слева.
2. Можно ли назвать изображение А—А сечением?
3. Сколько сквозных отверстий в детали поз. 4?

МЧ00.67.00.00.СК



МЧ00.67.00.00.СК			
Буфер			
Сборочный чертеж			
Изм.	Лист	И. докум.	Подпись
Проект			
Консульт			
Чертил			
Принял			
Лит.		Масса	Масштаб
У			1:2
Лист		Листов 1	

1-е детализирование
67. БУФЕР

Формат	Возв.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
A2			МЧ00.67.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	МЧ00.67.00.01	Корпус	1	
A3		2	МЧ00.67.00.02	Стойка	1	
A4		3	МЧ00.67.00.03	Упор	1	
A4		4	МЧ00.67.00.04	Пружина	1	
A4		5	МЧ00.67.00.05	Рым-болт	1	
A4		6	МЧ00.67.00.06	Буфер	1	
				Стандартные изделия		
		7		Болт М16×45.58 ГОСТ 7798-70	4	
		8		Гайка М16.5 ГОСТ 5915-70	4	
		9		Шайба 16 65Г 029 ГОСТ 6402-70	4	
		10		Штифт 8/8×50 ГОСТ 3128-70	1	

Данный буфер служит гасителем ударной нагрузки поступательно движущейся тележки грузоподъемного крана.

Буфер закреплен на раме тележки четырьмя болтами (на чертеже не показаны). В полости корпуса поз. 1 установлена пружина поз. 4. Стойка поз. 2, в которую упирается пружина, соединена с корпусом четырьмя болтами поз. 7. Внутри корпуса с левой стороны имеется выступ для центрирования пружины и отверстие с резьбой для рым-болта поз. 5, предназначенного для захвата буфера крюком грузоподъемного крана. Удар от препятствия, встреченного тележкой, передается через буфер поз. 6 и упор поз. 3 на пружину, которая, сжимаясь, гасит удар. Пружинные шайбы поз. 9 предупреждают самоотвинчивание гаек поз. 8 при толчках и ударах.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6.
Материал деталей поз. 1, 2 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 3, 5, 6 — Сталь 30 ГОСТ 1050-74, детали поз. 4 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы

1. Назовите все детали на виде сверху.
2. Покажите контур детали поз. 2 на виде сверху.
3. На каком изображении показано сечение?

68. ОПОРА ВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКИ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.68.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
A3				Детали		
A4	1		M400.68.00.01	Станина	1	
A4	2		M400.68.00.02	Корпус	1	
A4	3		M400.68.00.03	Крышка	1	
A4	4		M400.68.00.04	Корпус	1	
A4	5		M400.68.00.05	Крышка	1	
A4	6		M400.68.00.06	Вкладыш верхний	2	
A4	7		M400.68.00.07	Вкладыш нижний	2	
A4	8		M400.68.00.08	Пружина	1	
A4	9		M400.68.00.09	Ползун	1	
A4	10		M400.68.00.10	Болт M24	1	
A4	11		M400.68.00.11	Болт M20	1	
A4	12		M400.68.00.12	Болт M22	1	
			Стандартные изделия			
	13		Гайка M16.5 ГОСТ 5915-70		8	
	14		Гайка M24.5 ГОСТ 5915-70		4	
	15		Гайка M20.5 ГОСТ 5915-70		2	
	16		Гайка 16.01.05 ГОСТ 11371-78		8	
	17		Шайба 20.01.05 ГОСТ 11371-78		4	
	18		Шпилька M16x80.58 ГОСТ 22034-76		4	
	19		Шпилька M16x100.58 ГОСТ 22034-76		4	

Валковая дробилка применяется в литейном производстве для размельчения комьев отработанной формовочной земли.

Валы валковой дробилки опираются на подшипники двух опор. На чертеже изображена одна из опор дробилки. Станина поз. 1 имеет направляющий выступ, который входит в паз корпуса поз. 4, для предупреждения перекаса подшипника. Если в формовочную смесь попадает инородный предмет, то корпус подшипника с валом (на чертеже не показан) и насаженным на него валком (на чертеже показан тонкой линией), сжимая пружину поз. 8, смещается вправо, что предотвращает порчу валков.

Натяжение пружины регулируют болтом поз. 12. Подшипник имеет сменные бронзовые вкладыши поз. 6 и поз. 7.

Задания

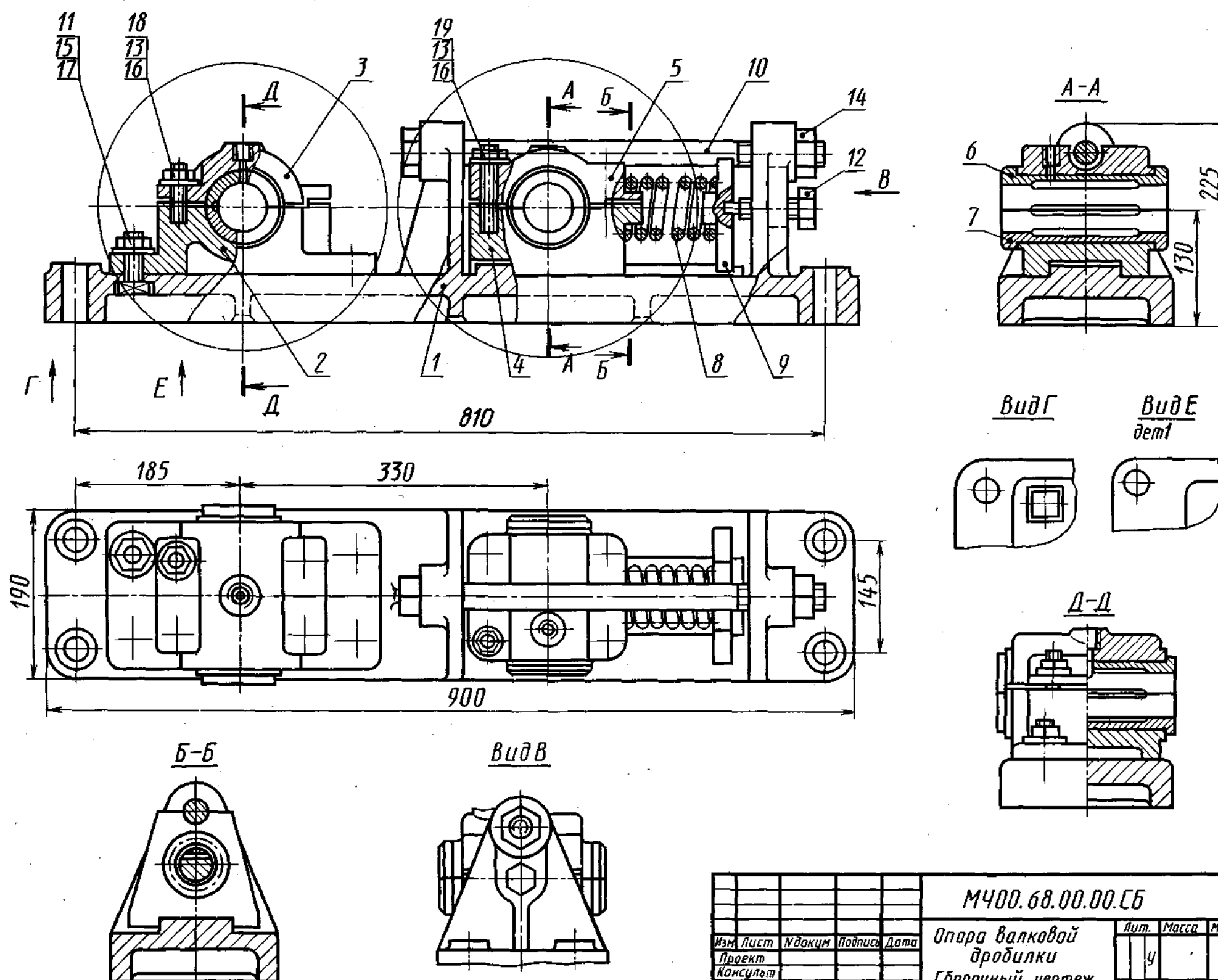
Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6, 9. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. 1.

Материал деталей поз. 1 ... 5 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 6, 7 — БрА9Мц2Л ГОСТ 493-79, детали поз. 8 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74, детали поз. 9 — Ст 6 ГОСТ 380-71.

Ответьте на вопросы:

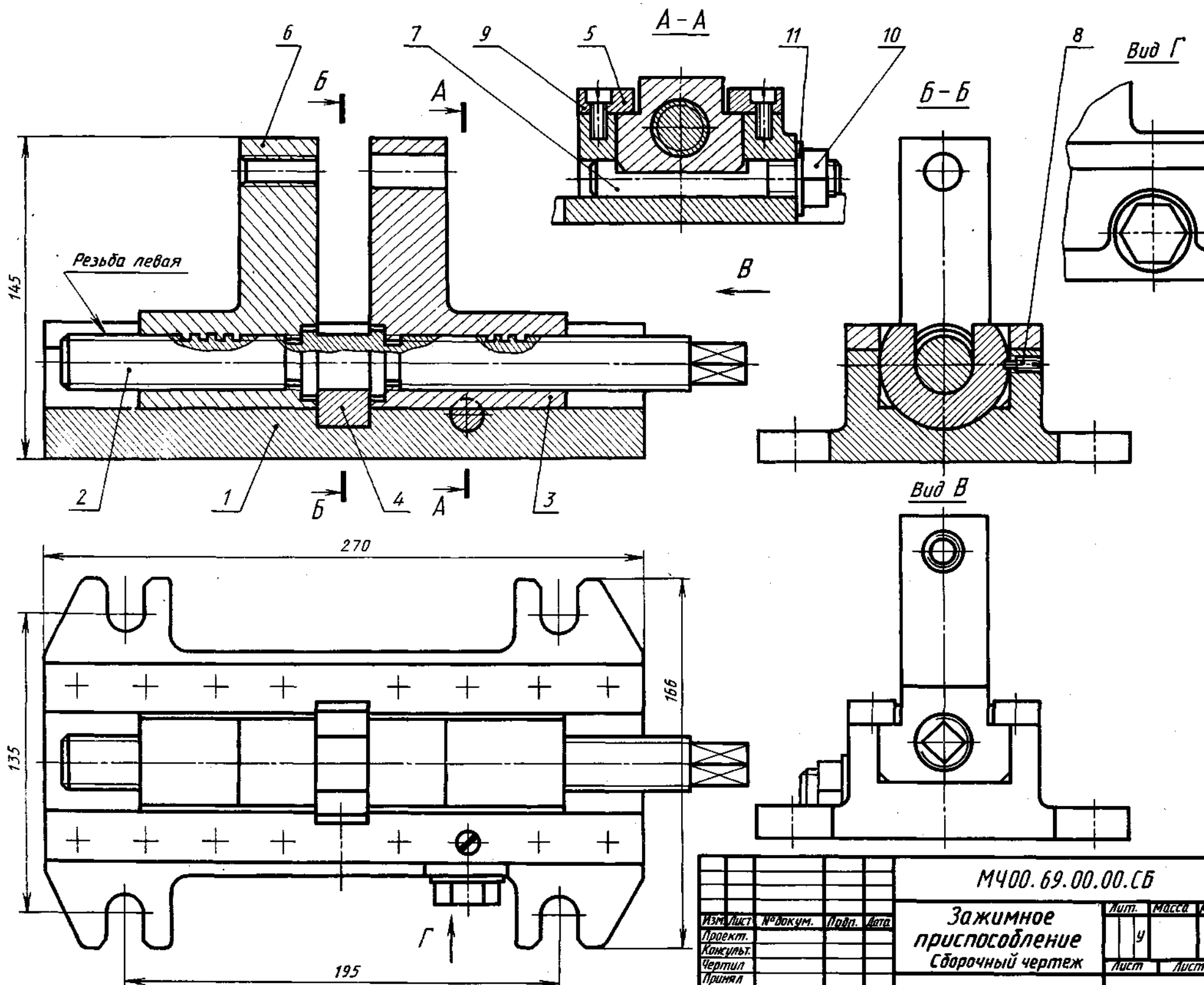
1. Сколько отверстий под болты и шпильки имеет деталь поз. 2?
2. Назовите детали, которые видны на виде Г и разрезе Б-Б.
3. На каких изображениях видна деталь поз. 5?

9700'00'89'00hW



						М400.68.00.00.СБ		
						Опора валковой дробилки		
						Сборочный чертеж		
						Лит.	Масса	Масштаб
							у	1:5
						Лист	Листов 1	
Изм.	Лист	Исполн.	Подпись	Дата				
Проект								
Консульт								
Чертил								
Принял								

69. ЗАЖИМНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ



Формат	Дата	Пост.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.69.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.69.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.69.00.02	Винт	1	
A4	3		M400.69.00.03	Кулачок	1	
A4	4		M400.69.00.04	Вкладыш	1	
A4	5		M400.69.00.05	Планка	2	
A4	6		M400.69.00.06	Кулачок	1	
A4	7		M400.69.00.07	Шпилька M18	1	
				Стандартные изделия		
	8			Винт M8x25.58	1	
	9			ГОСТ 1478-84		
	10			Винт A.M8x35.58	16	
	11			ГОСТ 1491-80		
				Гайка M18.5	1	
				ГОСТ 5915-70		
				Шайба 18.01.05	1	
				ГОСТ 11371-78		

Приспособление применяется для зажима обрабатываемых деталей на фрезерных станках.

Корпус поз. 1 привертывают к станку четырьмя болтами (на чертеже не показаны). В паз корпуса вставлен вкладыш поз. 4, в котором вращается винт поз. 2, имеющий правую и левую прямоугольную резьбу. Для перемещения кулачков поз. 3 и поз. 6 нужно ключом вращать винт поз. 2. После того как кулачки зажмут обрабатываемую деталь, ключом затягивают гайку поз. 10. Левая стенка паза шпильки поз. 7 прижимает кулачок поз. 3 (см. разрез A-A).

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 7.

Материал деталей поз. 1, 5 ... 7 — Сталь 20
ГОСТ 1050-74, деталей поз. 2 ... 4 — Сталь 35
ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько отверстий с резьбой в детали поз. 1?
2. Какое назначение имеет винт поз. 8?
3. Покажите контур детали поз. 3.

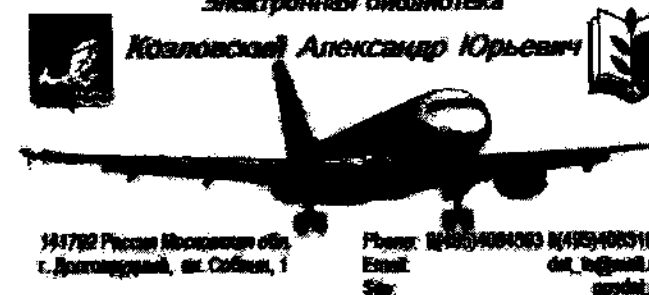
M400.69.00.00.CB

Зажимное
приспособление
Сборочный чертеж

Лит.	Масса	Масштаб
у		1:2
Лист		Листов 1

Домашний электронный техникум
Электронная библиотека

Козловский Александр Юрьевич



141702 Россия Москва обл.
г. Домодедовский, ул. Соборная, 1

Phone: 8(495)4084063 8(495)4083108
Email: dte@yandex.ru
Site: dte@yandex.ru

70. КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ

Формат	Этап	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.70.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.70.00.01	Корпус	1	
A4	2		M400.70.00.02	Крышка	1	
A4	3		M400.70.00.03	Стакан	1	
A4	4		M400.70.00.04	Клапан	1	
A4	5		M400.70.00.05	Кольцо	1	
A4	6		M400.70.00.06	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
	7		Болт M14X80.58		4	
	8		ГОСТ 7798-70		4	
	9		Винт A.M8X25.58		4	
	10		ГОСТ 1491-80		4	
			Гайка M14.5		4	
			ГОСТ 5915-70		4	
			Шайба 14.01.019		4	
			ГОСТ 11371-78			
				Материалы		
	11		Картон A 1			
			ГОСТ 9347-74			

Данный предохранительный клапан является составной частью устройства поворота и возврата плиты формовочной машины.

Сжатый воздух давит на левый торец клапана поз. 4, прижимая его правым коническим концом к конусной расточке внутри корпуса поз. 1. В таком положении клапан закрыт. Далее воздух давит на торец стакана поз. 3, заставляя его двигаться вправо и сжимать пружину поз. 6. В результате открывается проход для воздуха, который через окна внутри стенок клапана и нижнее отверстие корпуса поступает в баллон (на чертеже не показан), приводя в движение плиту формовочной машины. При возврате плиты в исходное положение клапан открывается под давлением воздуха, поступающего из баллона по нижнему отверстию корпуса, и выходит в атмосферу через правое отверстие. Стакан при этом перемещается влево до упора в кольцо поз. 5.

Задание

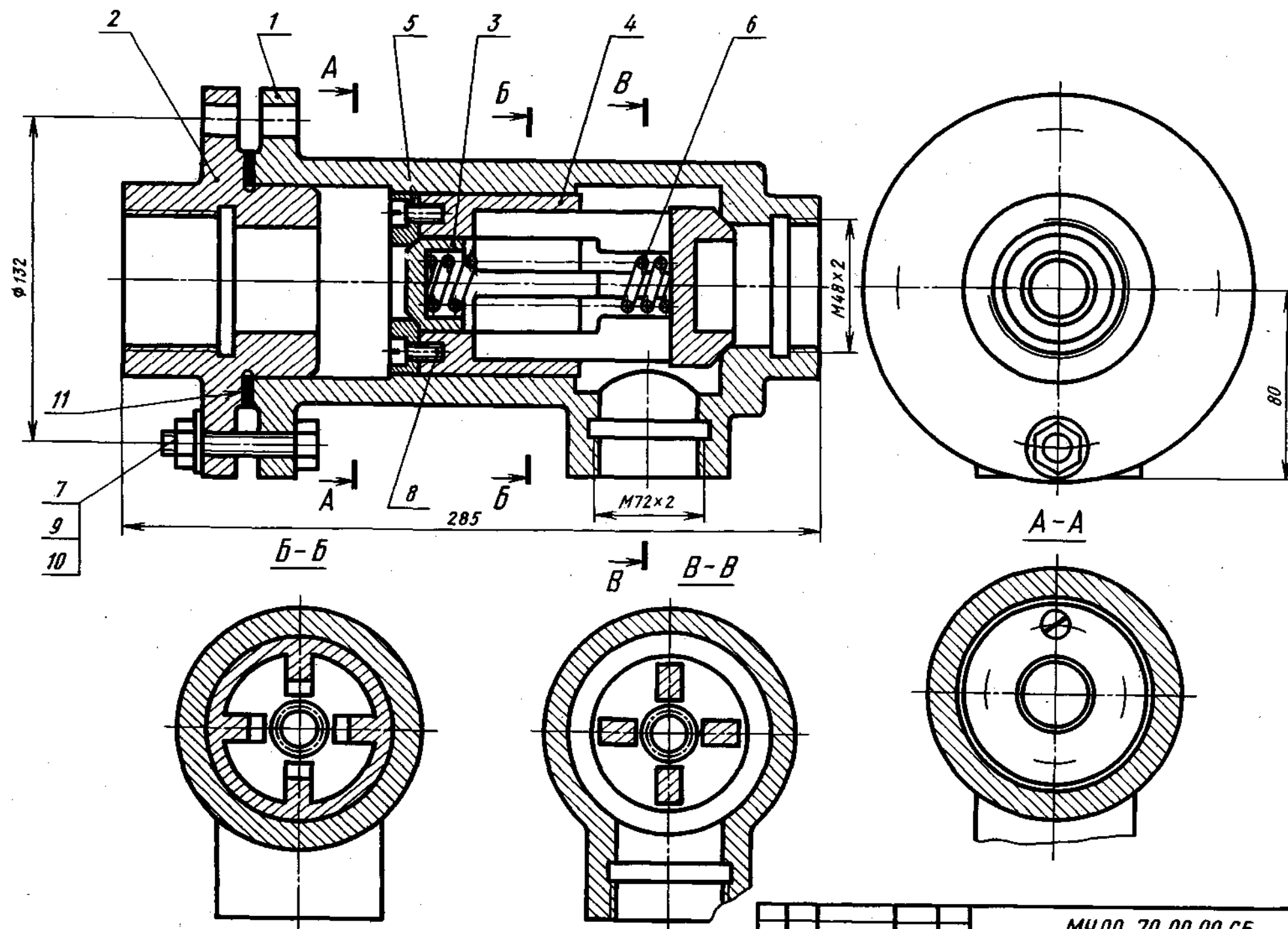
Выполнить чертежи деталей поз. 1...6. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. 1.

Материал деталей поз. 1, 2 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, детали поз. 3 — БрОЗЦ12С5 ГОСТ 493-79, детали поз. 4, 5 — Сталь Ст6 ГОСТ 380-71, детали поз. 6 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Имеются ли на чертеже изображения сечений?
2. Назовите детали, на которых имеется резьба.
3. Покажите контур детали поз. 4.

M400.70.00.00.CB



				M400.70.00.00.CB		
				Клапан предохранительный		
				Сборочный чертеж		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масштаб
Проект.					9	1:2
Консульт.						
Чертил						
Принят						

МЧ00.71.00.00.СБ

1 с детализацией

71. ТЯГА

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.71.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	МЧ00.71.00.01	Головка	1	
A3		2	МЧ00.71.00.02	Вилка	1	
A3		3	МЧ00.71.00.03	Стяжка	1	
A4		4	МЧ00.71.00.04	Вкладыш	2	
				Стандартные изделия		
		5		Болт М12×60.58 ГОСТ 7798—70	2	
		6		Винт М6×25.58 ГОСТ 1477—84	2	
		7		Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70	2	
		8		Гайка М42.5 ГОСТ 5915—70	2	
		9		Шайба 12.01.019 ГОСТ 11371—78	2	

Тяга — деталь, связывающая отдельные звенья механизмов.

Тяга имеет головку поз. 1 с двумя плотно вставленными сменными вкладышами поз. 4, застопоренными винтами поз. 6. Через верхнее отверстие головки подводится густая смазка. Вилка поз. 2 соединяется с головкой винтовой стяжки поз. 3, имеющей на концах правую и левую резьбу. Длину тяги можно регулировать. Для этого нужно ключом отпустить гайки поз. 8 и повернуть стяжку за среднюю часть до нужного размера между центром головки и вилок. После регулировки тягу закрепляют, затягивая ключом гайки поз. 8, которые препятствуют произвольному вывинчиванию стяжки при работе механизма.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 4.
Материал детали поз. 1 ... 3 — Сталь 20
ГОСТ 1050—74, детали поз. 4 — БрА9Мц2Л
ГОСТ 493—79.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали, которые имеют резьбу.
2. Назовите детали, которые видны на разрезе А—А.
3. Покажите местные разрезы на данном чертеже.

72. КРАН ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ

Код	Вид	Поз.	Обозначение	Наименование	Код	Примечание
A2			M400.72.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.72.00.01	Корпус	1	
A3	2		M400.72.00.02	Плунжер	1	
A4	3		M400.72.00.03	Золотник	1	
A4	4		M400.72.00.04	Крышка	1	
A4	5		M400.72.00.05	Крышка	1	
A4	6		M400.72.00.06	Тяга	1	
A4	7		M400.72.00.07	Рычаг	1	
A4	8		M400.72.00.08	Педаль	1	
A4	9		M400.72.00.09	Ось	1	
A4	10		M400.72.00.10	Пружина	1	
A4	11		M400.72.00.11	Шайба	1	
				Стандартные изделия		
	12		Болт М8Х30.58		11	
	13		ГОСТ 7798—70		2	
	14		Болт М8Х80.58		2	
	15		ГОСТ 7798—70		2	
	16		Гайка М8.5		2	
	17		ГОСТ 5915—70		2	
			Шайба 8.01.05		2	
			ГОСТ 11371—78		2	
			Кольцо 040-045-30		2	
			ГОСТ 9833—73		1	
			Шплинт 5Х28-001		1	
			ГОСТ 397—79			

Пневматический кран используется в приспособлении для зажима детали при ее обработке на металлорежущем станке.

В корпусе поз. 1 имеются три отверстия. Через верхнее отверстие поступает сжатый воздух, который под давлением (в зависимости от положения золотника поз. 3) поочередно, то через правое, то через левое отверстие корпуса попадает в полость пневматического цилиндра (на чертеже не показан), заставляя двигаться поршень. Педаль поз. 8 находится в верхнем положении при крайнем левом положении золотника, что обеспечивается действием пружины поз. 10 на торец золотника. Если нажать на педаль поз. 8, золотник займет крайнее правое положение, при этом пружина сожмется.

Задания

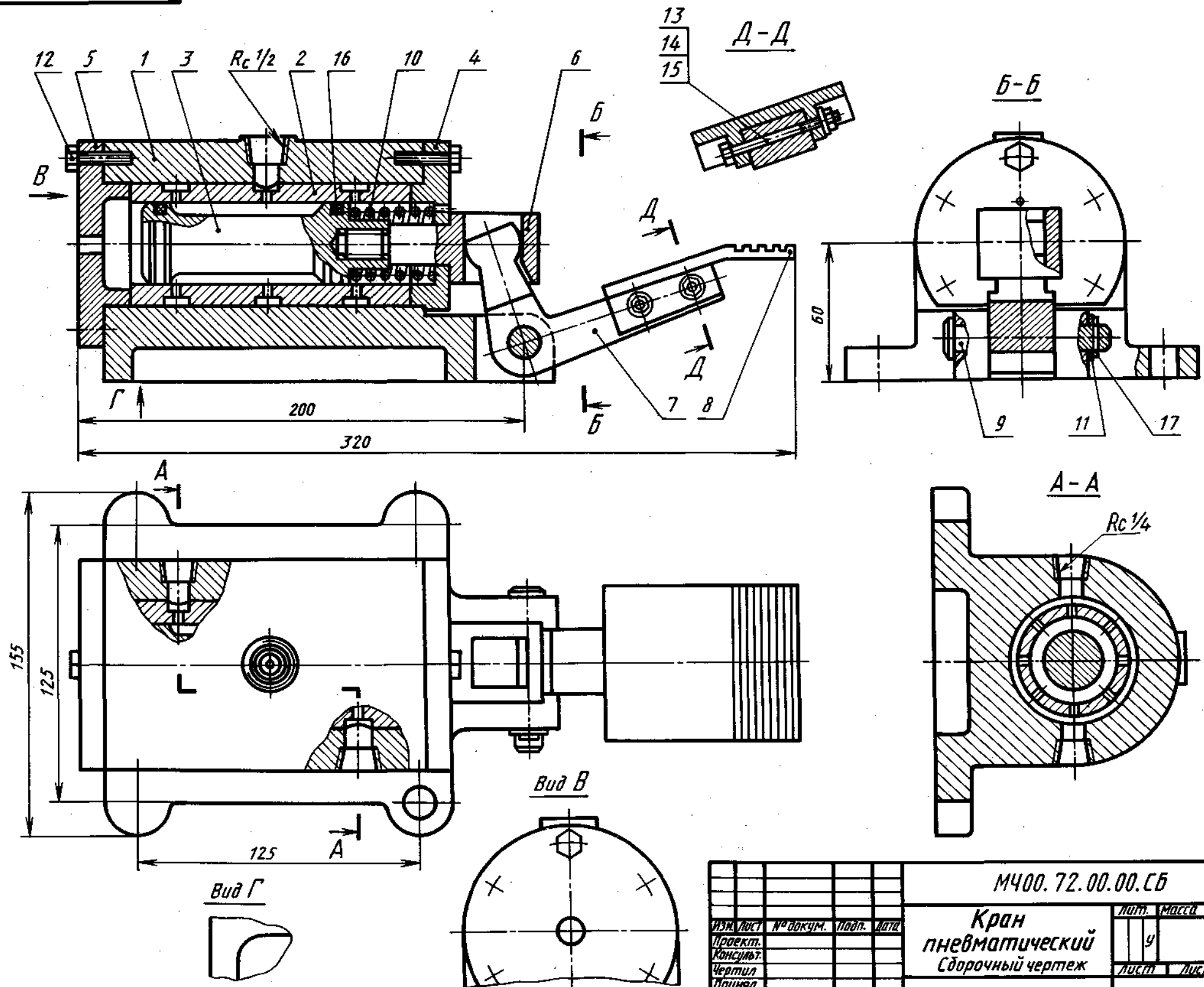
Выполнить чертежи деталей поз. 1...7. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. 1.

Материал деталей поз. 1...3, 6, 7, 9 — Сталь 35 ГОСТ 1050—74, деталей поз. 4, 5, 8 — Ст 6 ГОСТ 380—71.

Ответьте на вопросы:

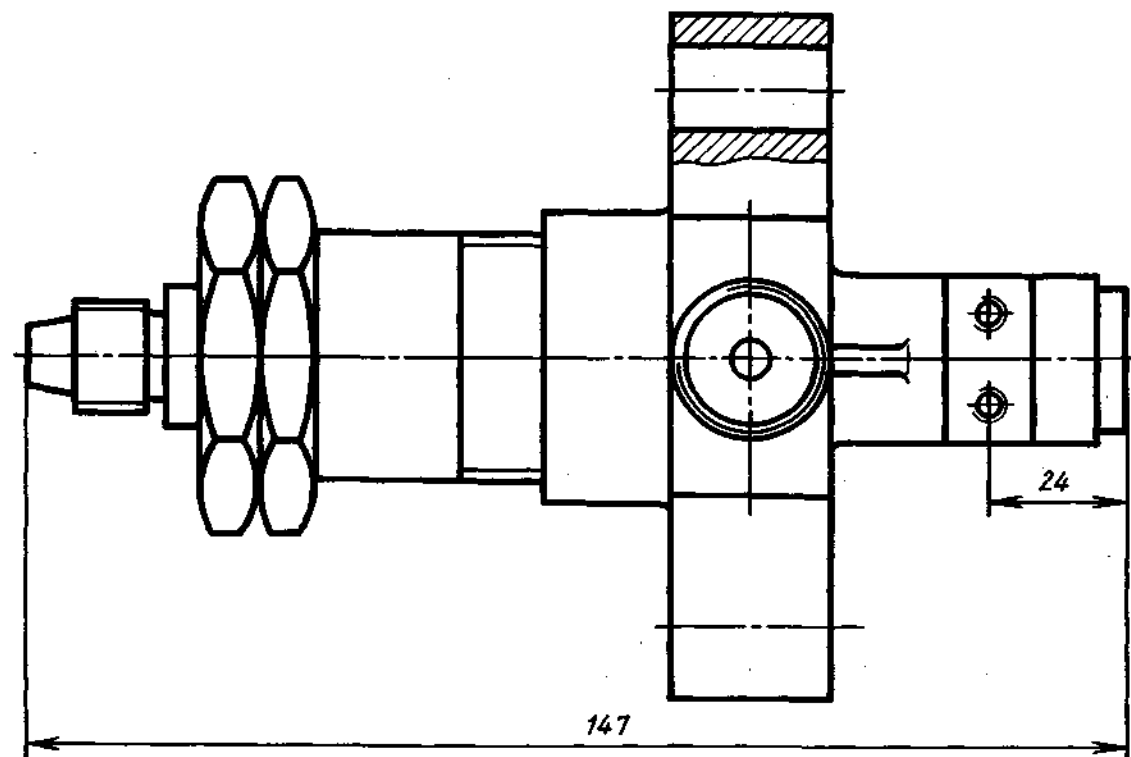
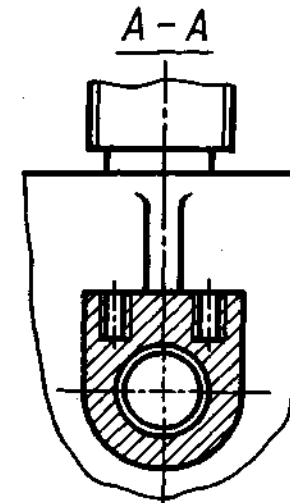
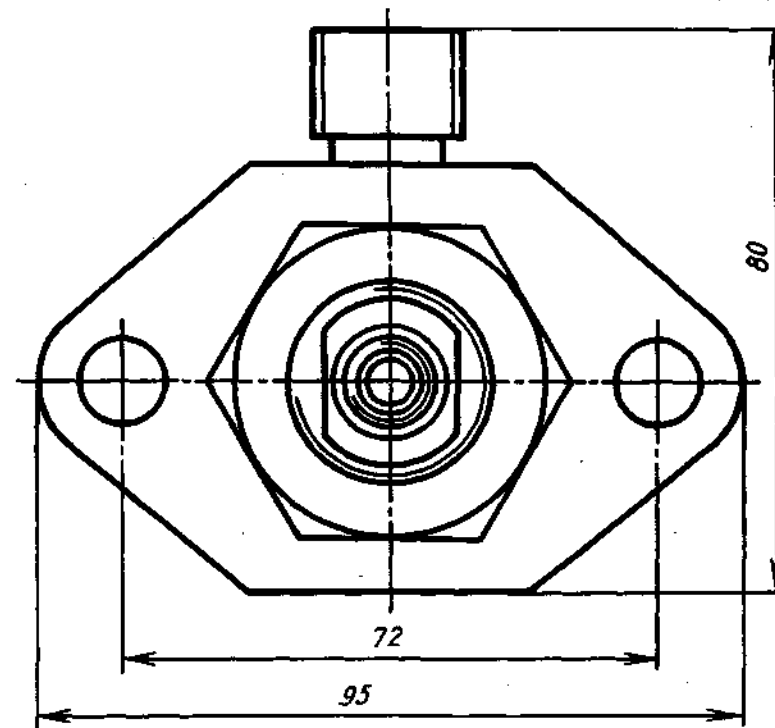
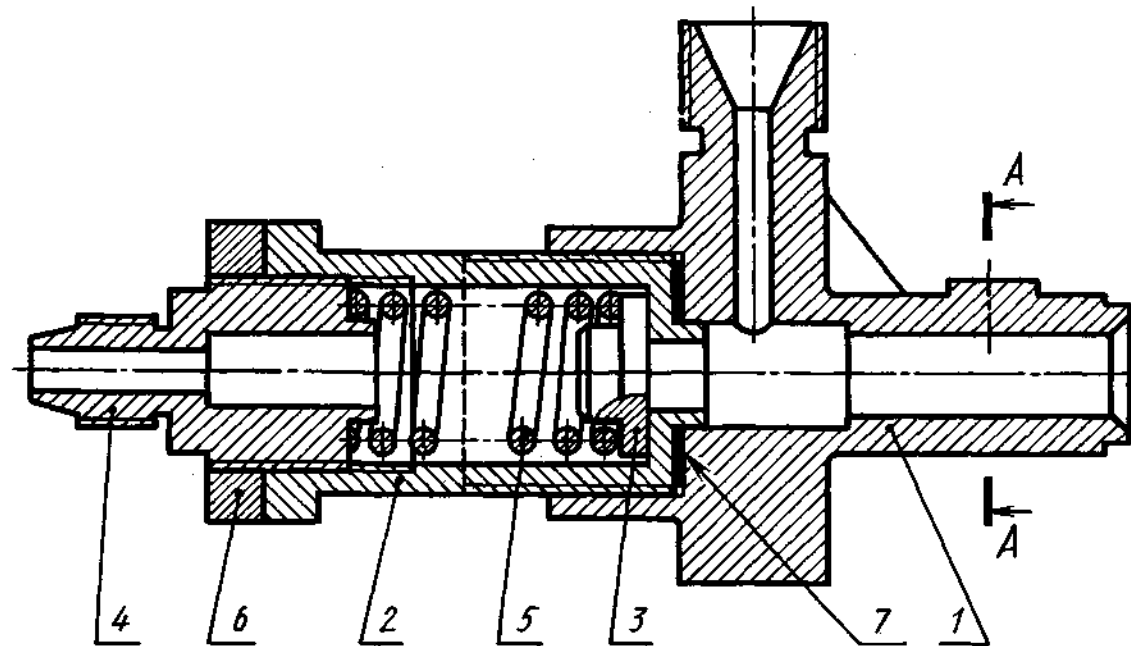
1. Можно ли назвать изображение Д—Д сечением?
2. Назовите детали, которые видны на разрезе А—А.
3. Покажите контур детали поз. 7 на виде сверху и разрезе Б—Б.

M400.72.00.00.CB



M400.72.00.00.CB				Кран пневматический			лист 1
Сборочный чертеж				1:2			лист 1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	У	1:2	
Проект.							
Консульт.							
Чертил							
Принял							

73. КЛАПАН ОБРАТНЫЙ



				МЧ00.73.00.00.СБ			
				Клапан обратный			
				Сборочный чертеж			
Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Лист	Масса	Число	
Проект				9		1:1	
Конструктор				Лист	Листов	1	
Чертил							
Принял							

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.73.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
A3		1	МЧ00.73.00.01	Детали Корпус	1	
A4		2	МЧ00.73.00.02	Гайка	1	
A4		3	МЧ00.73.00.03	Клапан	1	
A4		4	МЧ00.73.00.04	Наконечник	1	
A4		5	МЧ00.73.00.05	Пружина	1	
		6		Стандартные изделия Гайка М30.5 ГОСТ 5915-70	1	
		7		Материалы Картон А 1 ГОСТ 9347-74	1	

Обратный клапан устанавливают на трубах, соединяющих резервуар с прибором.

Жидкость, поступающая под давлением из нагнетательного прибора через правое отверстие в полость корпуса поз. 1, перемещает клапан поз. 3 и сжимает пружину поз. 5. При падении давления жидкости под действием пружины клапан закрывает отверстие корпуса, преграждая тем самым обратный выход жидкости. Верхнее отверстие корпуса предназначено для продувки трубопровода.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6.
Материал деталей поз. 1, 2, 4 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, детали поз. 3 — Сталь 30 ГОСТ 1050-74, детали поз. 5 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали, которые имеют резьбу.
2. Видна ли деталь поз. 2 на разрезе А-А?
3. Покажите контур детали поз. 2.

74. ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ

Формат	Зона	Пос.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.74.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		M400.74.00.01	Корпус	1	
A4	2		M400.74.00.02	Штуцер	1	
A4	3		M400.74.00.03	Штуцер	1	
A4	4		M400.74.00.04	Фланец	1	
A4	5		M400.74.00.05	Втулка	1	
A4	6		M400.74.00.06	Кольцо	1	
A4	7		M400.74.00.07	Гайка	1	
A4	8		M400.74.00.08	Втулка	1	
A4	9		M400.74.00.09	Маховик	1	
A4	10		M400.74.00.10	Шпindel	1	
A4	11		M400.74.00.11	Фланец	1	
A4	12		M400.74.00.12	Клапан	1	
A4	13		M400.74.00.13	Втулка	1	
				Стандартные изделия		
	14		Гайка M12.5 ГОСТ 5915-70		7	
			Кольцо СГ 28-17-3,5 ГОСТ 6418-81		5	
	15		Шпилька M16x45.58 ГОСТ 22034-76		6	
			Материалы			
	16		Шнур асбестовый ШАОН 12 ГОСТ 1779-83			
	17		Картон А1 ГОСТ 9347-74		3	
	18		Кожа 3 ГОСТ 20836-75		1	

Запорный вентиль монтируют на трубопроводе, по которому движется жидкость или газ.

С помощью вентиль можно отключать одну часть трубопровода от другой. Для этого нужно опустить запорный клапан поз. 12 до соприкосновения его с торцом втулки поз. 5. Перемещение клапана по вертикали производят вращением маховика поз. 9. Гайка поз. 14 предупреждает соскакивание маховика со шпindеля поз. 10. Уплотнение, состоящее из асбестового просаленного шнура поз. 16 прямоугольного сечения, прижимается сверху втулкой поз. 8. При затяжке гайки поз. 7 сжатие уплотнения увеличивается.

Задание

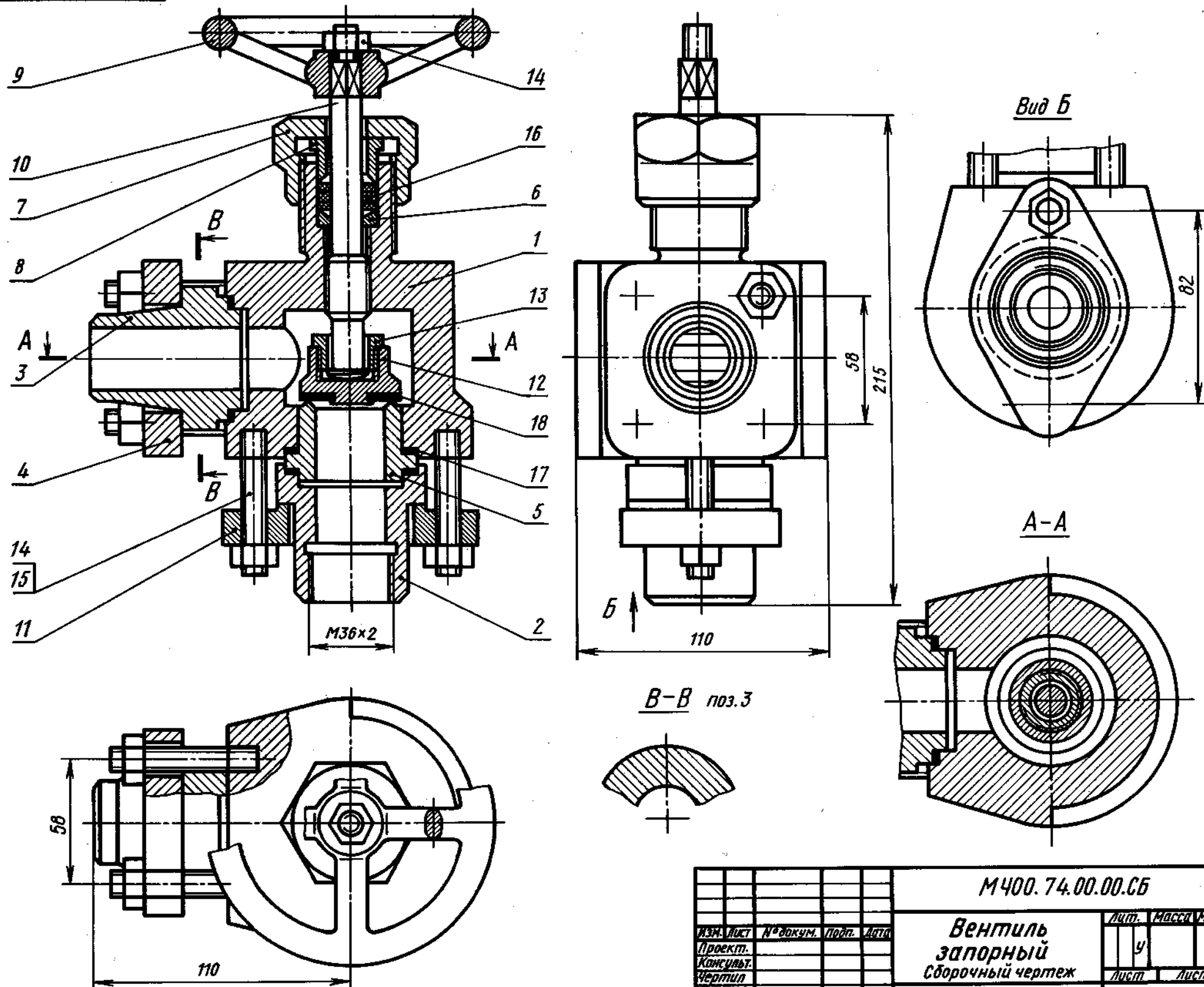
Выполнить чертежи деталей поз. 1... 5 и 7... 11. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. 3.

Материал деталей поз. 1... 3, 5, 7, 10 — Сталь 30 ГОСТ 1050-74, деталей поз. 4, 8 — Ст 6 ГОСТ 380-71, деталей поз. 6, 9, 11 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, деталей поз. 12 — БрА9Мц2Л ГОСТ 493-79.

Ответьте на вопросы:

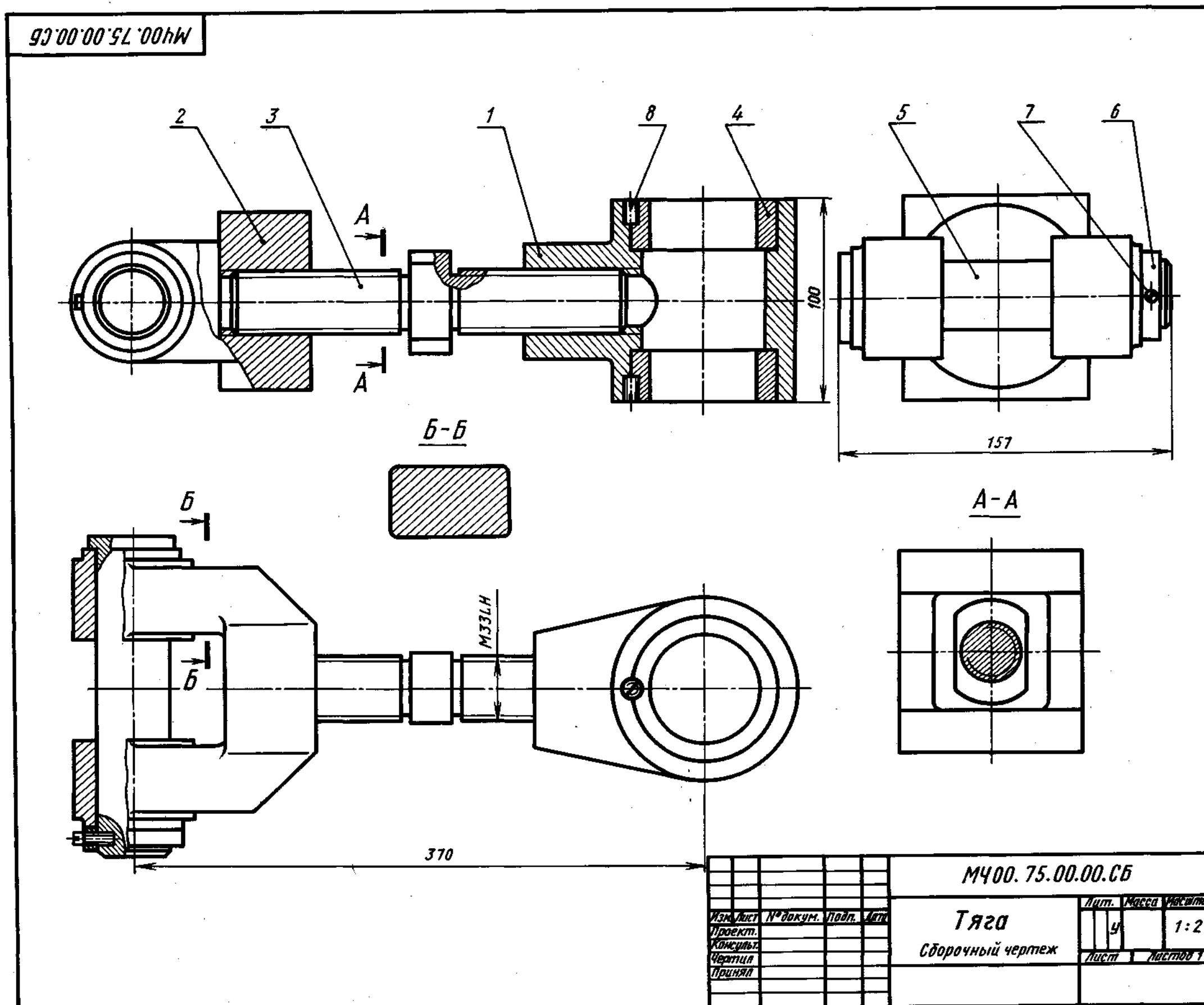
1. Имеются ли на чертеже сечения?
2. Назовите детали, показанные на разрезе А-А
3. Покажите контур детали поз. 1.

M400.74.00.00.СБ



				M400.74.00.00.СБ			
				Вентиль запорный			
				Сборочный чертеж			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат.	Лист	Масса	Масштаб
Проект.					у		1:2
Консульт.					лист		Листов 1
Чертил							
Принял							

75. ТЯГА



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.75.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A4		1	МЧ00.75.00.01	Корпус	1	
A4		2	МЧ00.75.00.02	Вилка	1	
A3		3	МЧ00.75.00.03	Стяжка	1	
A4		4	МЧ00.75.00.04	Вкладыш	2	
A4		5	МЧ00.75.00.05	Ось	1	
A4		6	МЧ00.75.00.06	Кольцо	1	
				Стандартные изделия		
		7		Винт А.М4×30.58 ГОСТ 1491—80	1	
		8		Винт М6×25.58 ГОСТ 1477—84	2	

Тяга применяется как промежуточное звено механизмов.

Тяга имеет корпус поз. 1 с двумя сменными стальными втулками (вкладышами) поз. 4, которые фиксируются винтами поз. 8. Корпус и вилка поз. 2 соединены винтовой стяжкой поз. 3, имеющей на концах правую и левую резьбы. Длину тяги можно регулировать, для чего проворачивают ключом среднюю часть стяжки.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6.
Материал деталей поз. 1 ... 3, 5, 6 — Сталь 20
ГОСТ 1050—74, детали поз. 4 — БрА9ЖЗЛ ГОСТ 493—79.

Ответьте на вопросы:

1. Назовите детали, видимые на разрезе А—А.
2. Как называется сечение Б—Б?
3. Покажите контур детали поз. 2.

76. КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.76.00.00.CB	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.76.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.76.00.02	Цилиндр	1	
A4		3	M400.76.00.03	Седло	1	
A4		4	M400.76.00.04	Втулка	1	
A4		5	M400.76.00.05	Клапан	1	
A4		6	M400.76.00.06	Гайка	1	
A4		7	M400.76.00.07	Пружина	1	
A4		8	M400.76.00.08	Обойма	1	
A4		9	M400.76.00.09	Винт	1	
A4		10	M400.76.00.10	Тарелка	1	
A4		11	M400.76.00.11	Тарелка	1	
A4		12	M400.76.00.12	Шток	1	
A4		13	M400.76.00.13	Колпак	1	
A4		14	M400.76.00.14	Втулка	1	
				Стандартные изделия		
		15	Винт М6×30.58		1	ГОСТ 1482—84
		16	Винт М6×35.58		1	ГОСТ 1482—84
		17	Гайка М10.5		1	ГОСТ 5915—70
				Материалы		
		18	Кожа 2		1	ГОСТ 20836—75
		19	Кожа 2		2	ГОСТ 20836—75

Предохранительный клапан применяется для регулирования давления жидких или газообразных сред.

Клапан поз. 5 прижат к седлу поз. 3 штоком поз. 12 со сферической опорной поверхностью. Седло установлено на резьбе в корпус поз. 1 и стопорится винтом поз. 16. Клапан расположен в регулировочной втулке поз. 14, которая ввертывается в обойму поз. 8 и стопорится винтом поз. 15. Втулка поз. 14 может занимать различное положение относительно седла, увеличивая или уменьшая проходное сечение трубопровода. Открытие клапана зависит от степени предварительного сжатия пружины поз. 7. Сжатие пружины регулируется винтом поз. 9. После регулировки винт поз. 9 фиксируют гайкой поз. 17 и закрывают колпак поз. 13.

Задание

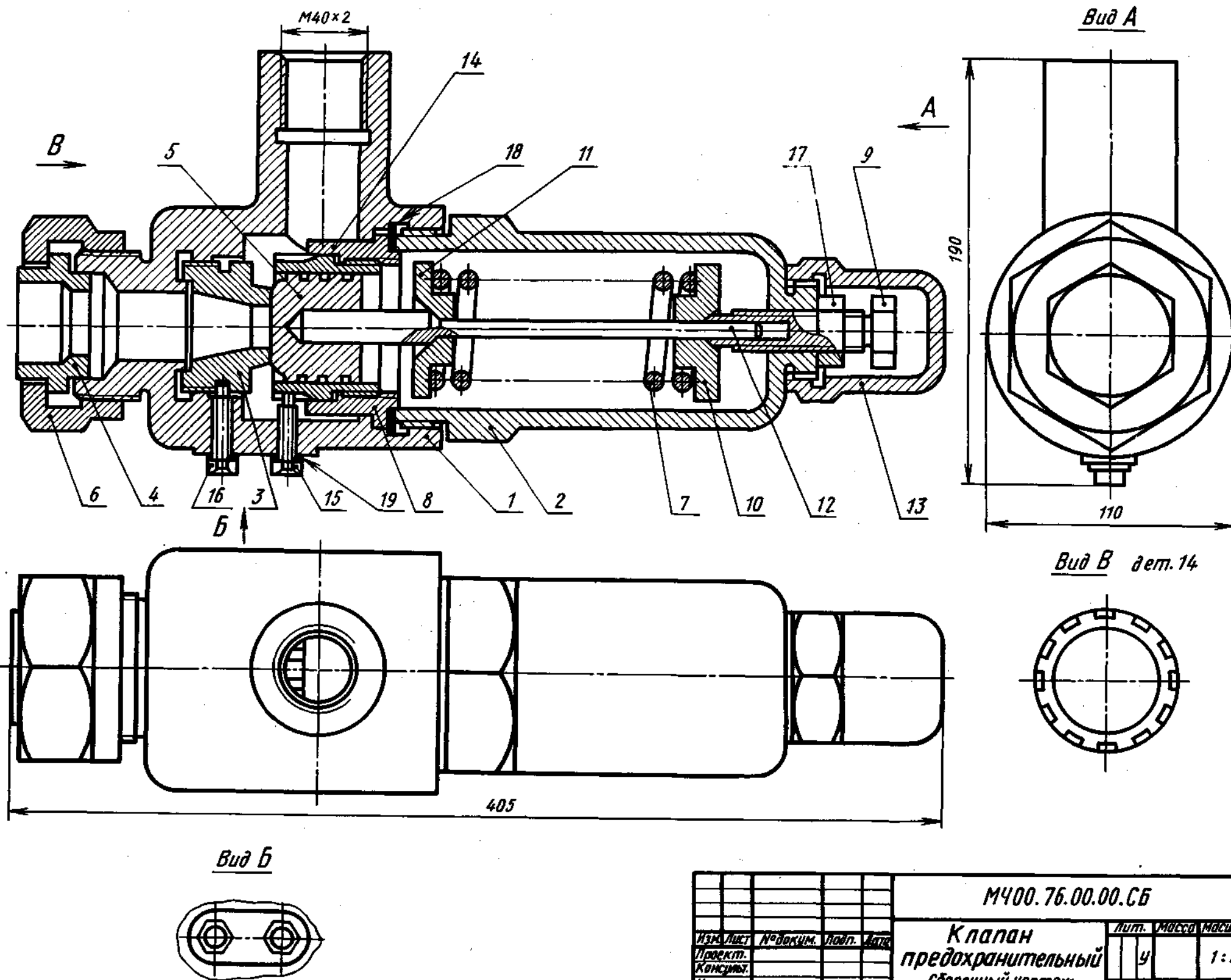
Выполнить чертежи деталей поз. 1...6, 3, 8. Построить аксонометрическую проекцию детали поз. 1.

Материал деталей поз. 1...6 — Сталь 20
ГОСТ 1050—74, детали поз. 7 — Сталь 65Г
ГОСТ 1050—74, детали поз. 9...14 — Сталь 30
ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Обведите контур видимой части детали поз. 8 на виде сверху.
2. Назовите детали, которые имеют резьбу.
3. На каких изображениях видна деталь поз. 16?

M400.76.00.00.CB

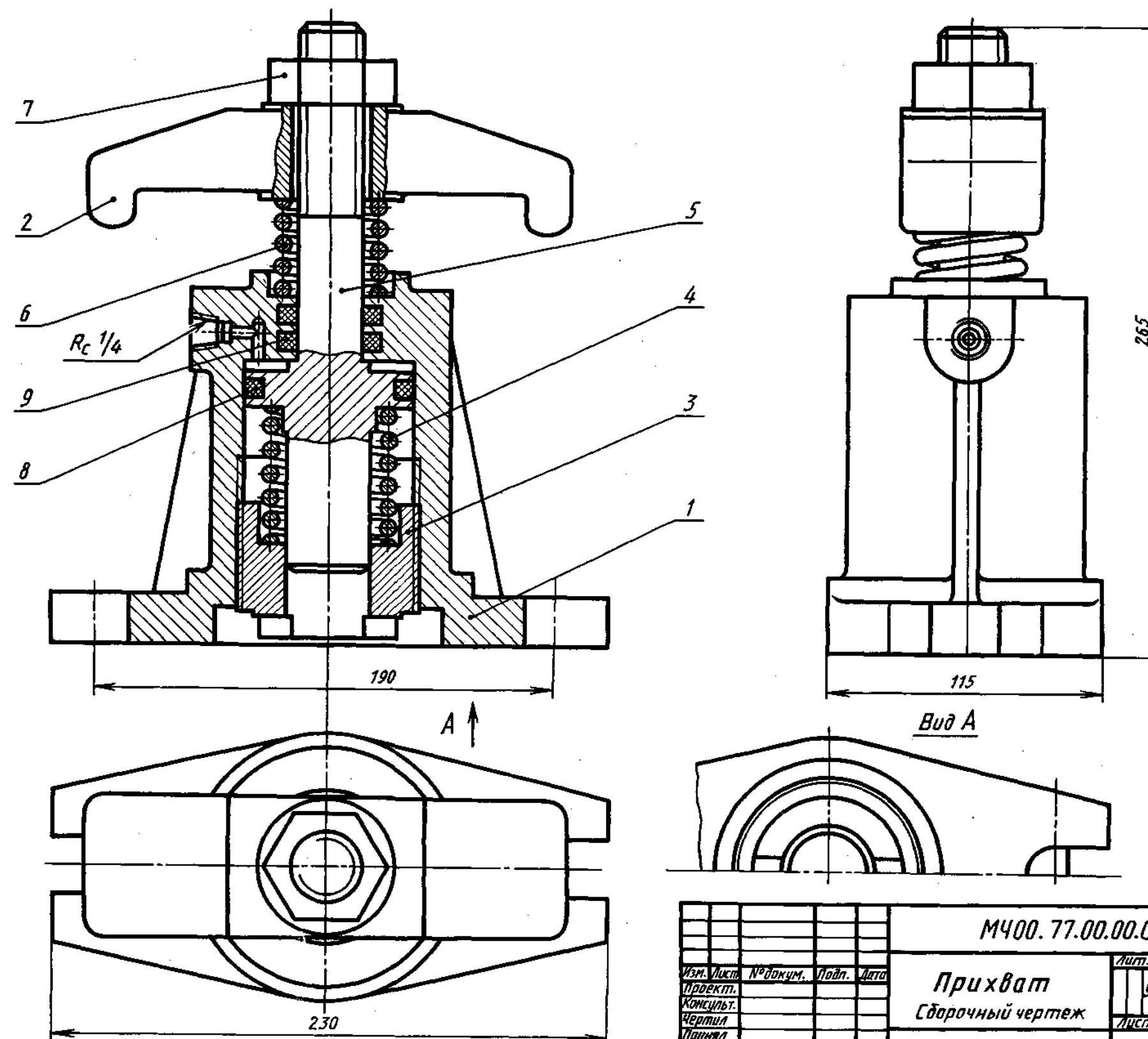


M400.76.00.00.CB

Клапан
предохранительный
Сборочный чертеж

Лит. Масса Масштаб
у 1:2
Лист Листов 1

77. ПРИХВАТ



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.77.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
A3		1	МЧ00.77.00.01	Корпус	1	
A3		2	МЧ00.77.00.02	Прижим	1	
A4		3	МЧ00.77.00.03	Станок	1	
A4		4	МЧ00.77.00.04	Пружина	1	
A4		5	МЧ00.77.00.05	Поршень	1	
A4		6	МЧ00.77.00.06	Пружина	1	
		7		Стандартные изделия Гайка М36.5	1	
		8		ГОСТ 5915-70	1	
		9		Кольцо 050-055-30	1	
				ГОСТ 9833-73	2	
				Кольцо 025-030-30		
				ГОСТ 9833-73		

Гидравлический прихват предназначен для закрепления заготовок при механической обработке.

Масло под давлением поступает через левое отверстие в полость корпуса поз. 1. При этом поршень поз. 5 опускается, прижим поз. 2 прижимает заготовку к столу станка или опорной плоскости приспособления, а пружины поз. 4, 6 сжимаются. Для освобождения заготовки масло удаляется из полости корпуса, под действием пружины поз. 4 поршень поднимается вверх и прижим освобождает заготовку. Кольца поз. 8, 9 из маслостойкой резины обеспечивают уплотнение поршня.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 5.
Материал деталей поз. 1, 2 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 3, 5 — Сталь 30 ГОСТ 1050-74, деталей поз. 4, 6 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Имеются ли на чертеже стандартные детали?
2. Для чего предназначены пазы детали 3?
3. Покажите контур детали поз. 2 на виде сверху.

78. АМОРТИЗАТОР

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			M400.78.00.00.CB	Документация Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	M400.78.00.01	Корпус	1	
A3		2	M400.78.00.02	Муфта	1	
A4		3	M400.78.00.03	Упор	1	
A3		4	M400.78.00.04	Крышка	1	
A3		5	M400.78.00.05	Шток	1	
A4		6	M400.78.00.06	Втулка	1	
A4		7	M400.78.00.07	Пружина	1	
				Стандартные изделия		
		8		Болт M12x45.58 ГОСТ 7798-70	6	
		9		Гайка M12.5 ГОСТ 5915-70	6	
		10		Гайка M20.5 ГОСТ 5915-70	1	
		11		Шайба 12.01.019 ГОСТ 11371-78	6	

Амортизатор служит для поглощения ударных нагрузок на манипулятор в устройствах для механической подачи и поворота поковок на больших прессах и молотах.

Корпус поз. 1 присоединен болтами поз. 8 к крышке поз. 4, которая также болтами крепится к манипулятору. Сжатие пружины поз. 7 регулируется гайкой поз. 10, навинченной на конец штока поз. 5. При работе толчки и вибрация через шток передаются на пружину.

Задание

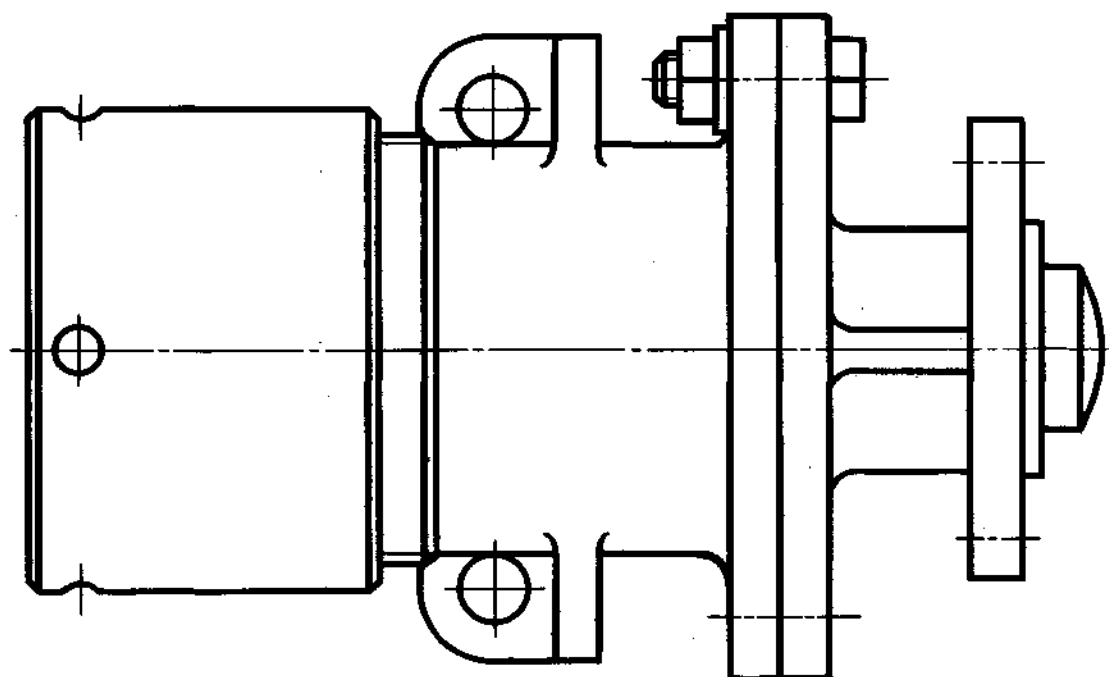
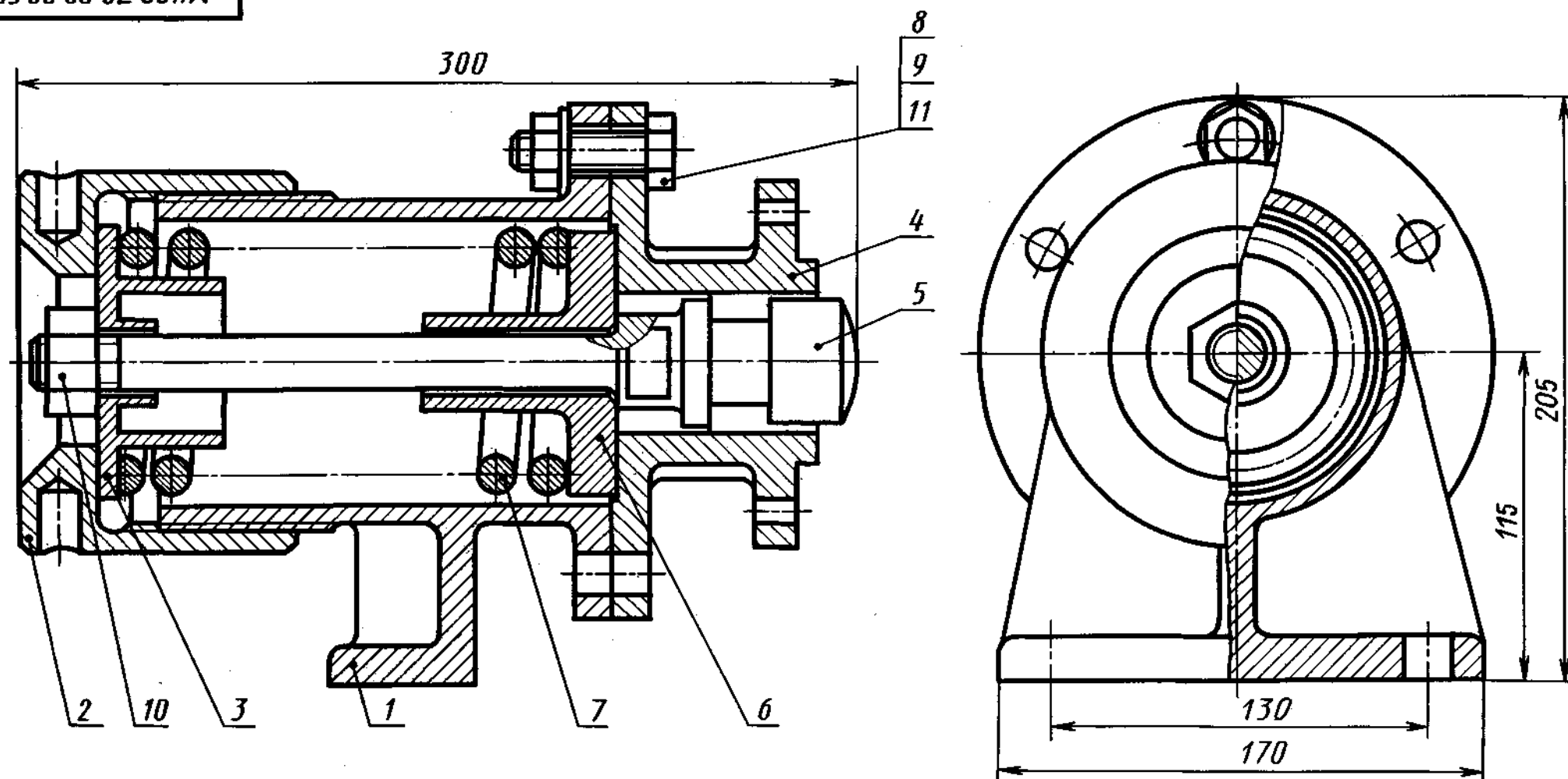
Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 6. Деталь поз. 1 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1 ... 4 — СЧ 15 ГОСТ 1412-79, деталей поз. 5, 6 — Сталь 20 ГОСТ 1050-74, детали поз. 7 — Сталь 65Г ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. 5.
2. Какое назначение четырех отверстий детали поз. 2?
3. Назовите детали, которые имеют резьбу.

M400.78.00.00.CB

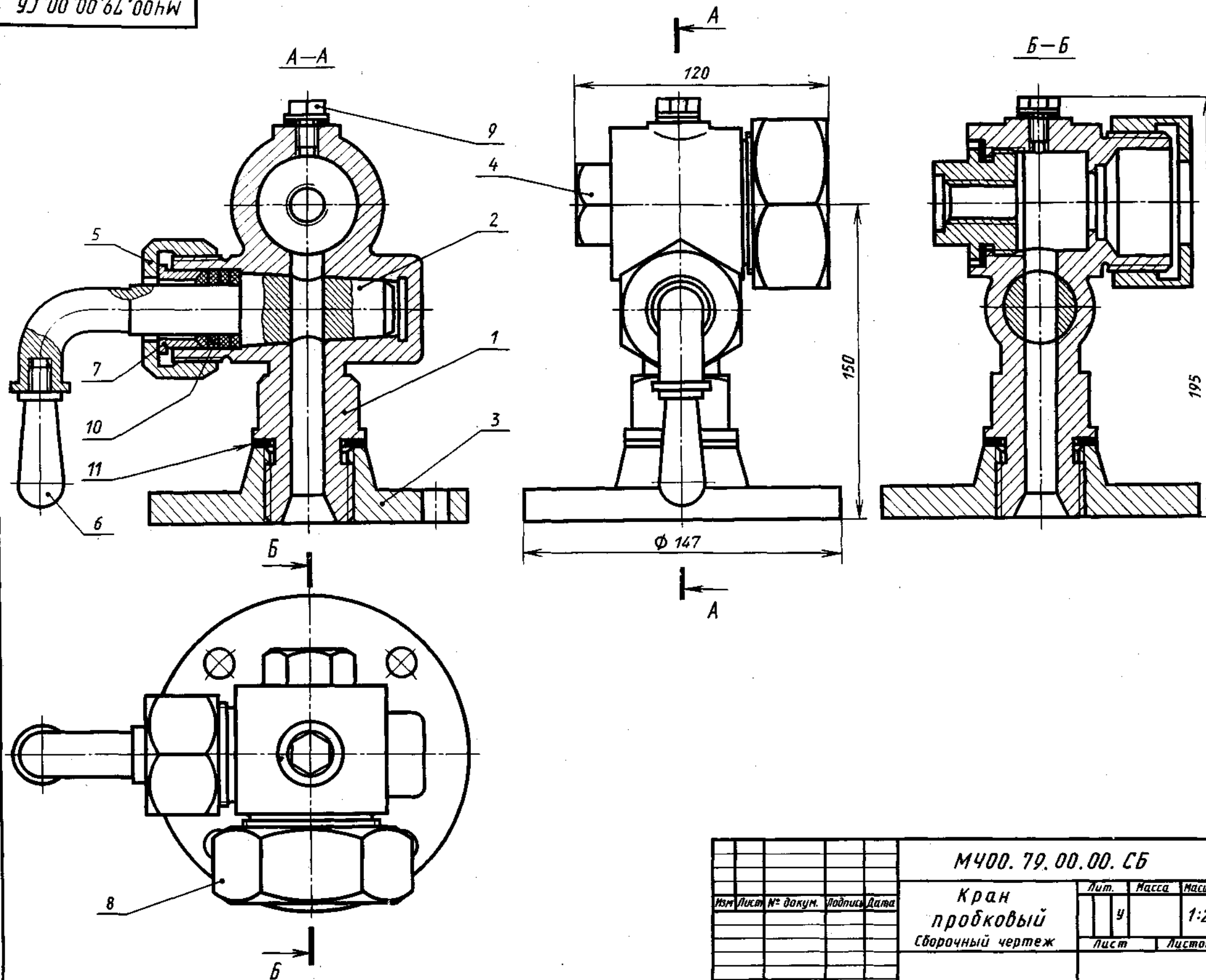


M400.78.00.00.CB					
Изм.	Лист	И. док.	Подпись	Дата	
Проект					
Консульт.					
Чертил					
Принял					
Амортизатор				Лит	Масса
Сборочный чертеж				у	1:2
				Лист	Листов 1

93'00'00'6L'00Hw

1-е детализирование

79. КРАН ПРОБКОВЫЙ



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			М400.79.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
A3				Детали		
A4	1		М400.79.00.01	Корпус	1	
A4	2		М400.79.00.02	Пробка	1	
A4	3		М400.79.00.03	Фланец	1	
A4	4		М400.79.00.04	Патрубок	1	
A4	5		М400.79.00.05	Гайка	1	
A4	6		М400.79.00.06	Ручка	1	
A4	7		М400.79.00.07	Втулка	1	
A4	8		М400.79.00.08	Гайка накидная	1	
A4	9		М400.79.00.09	Пробка	1	
	10			Стандартные изделия Кольцо СГ 37-24-5 ГОСТ 6481-81	4	
	11			Материалы Картон А 1 ГОСТ 9347-74	3	

Пробковый кран предназначен для изменения площади поперечного сечения трубопровода, а следовательно, и количества жидкости, проходящей по трубопроводу. Кран фланцем поз. 3 устанавливается на резервуар с жидкостью и крепится четырьмя болтами с гайками (на чертеже не показаны). К корпусу крана поз. 1 подведены два трубопровода. Трубопроводы подсоединяют с одной стороны накидной гайкой поз. 8, а с другой стороны ввинчивают в резьбовое отверстие патрубка поз. 4. Уплотнение пробки поз. 2 производится с помощью колец поз. 10, втулки поз. 7 и регулирующей гайки поз. 5. Отверстие в корпусе, закрытое пробкой поз. 9, служит для выхода жидкости при прочистке корпуса.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 4, 7, 8.
Материал деталей поз. 1 ... 5, 7, 8 — БрА10 Мц2Л
ГОСТ 493-79, деталей поз. 6, 9 — Сталь 30
ГОСТ 1050-74.

Ответьте на вопросы:

1. Какое назначение детали поз. 7?
2. Покажите контур детали поз. 1.
3. Назовите позиции деталей на разрезе Б—Б.

М400.79.00.00.СБ

Кран
пробковый
Сборочный чертеж

Лит. Масса Масштаб
у 1:2
Лист Листов 1

80. РОЛИК НАПРАВЛЯЮЩИЙ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			MЧ00.80.00.00.СБ	Документация		
				Сборочный чертеж		
				Детали		
A3		1	MЧ00.80.00.01	Корпус	1	
A4		2	MЧ00.80.00.02	Втулка	1	
A4		3	MЧ00.80.00.03	Крышка	1	
A3		4	MЧ00.80.00.04	Вал	1	
A4		5	MЧ00.80.00.05	Крышка	1	
A4		6	MЧ00.80.00.06	Ролик	1	
A4		7	MЧ00.80.00.07	Втулка	1	
A4		8	MЧ00.80.00.08	Втулка	1	
		9		Стандартные изделия	8	
		10		Болт М8×20.58	8	
		11		ГОСТ 7798—70	8	
		12		Гайка М8.5	1	
				ГОСТ 5915—70	1	
				Шарикоподшипник	1	
				ГОСТ 8338—75		
				Роликоподшипник		
				ГОСТ 8328—75		

Ролик является частью устройства для перемещения заготовок в прокатных станах.

Корпус поз. 1 крепят к раме устройства двумя болтами (см. вид А). Два отверстия в ушках крышки поз. 3 и отверстия во фланце корпуса предназначены для деталей, соединяющих корпус с другими частями устройства. Вал поз. 4 опирается на два подшипника качения — шариковый поз. 11 и роликовый поз. 12. Смещению подшипников в осевом направлении препятствуют дистанционные втулки поз. 2, 7, 8 и крышки поз. 3, 5. В каждой крышке сделаны три полукруглые проточки, которые заполняют густой смазкой, препятствующей проникновению в подшипники пыли и влаги.

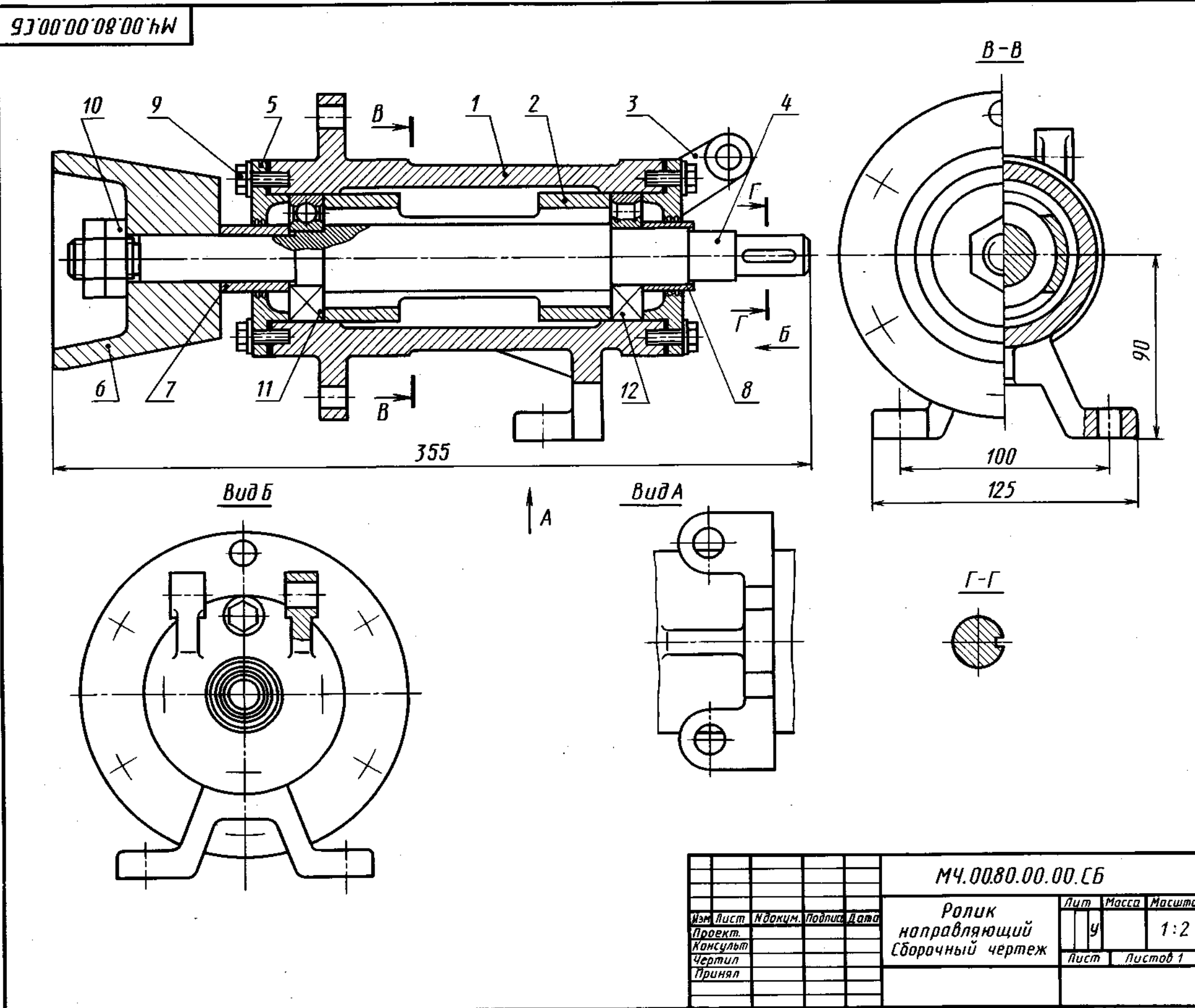
Задание

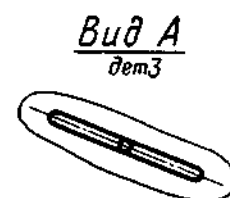
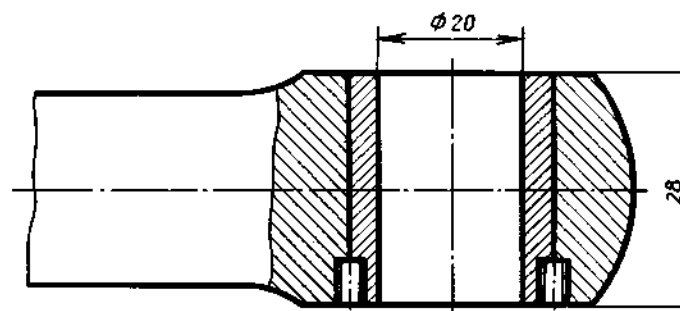
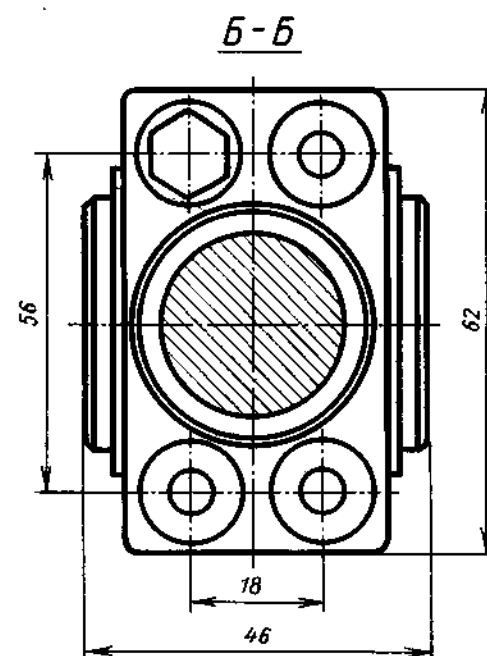
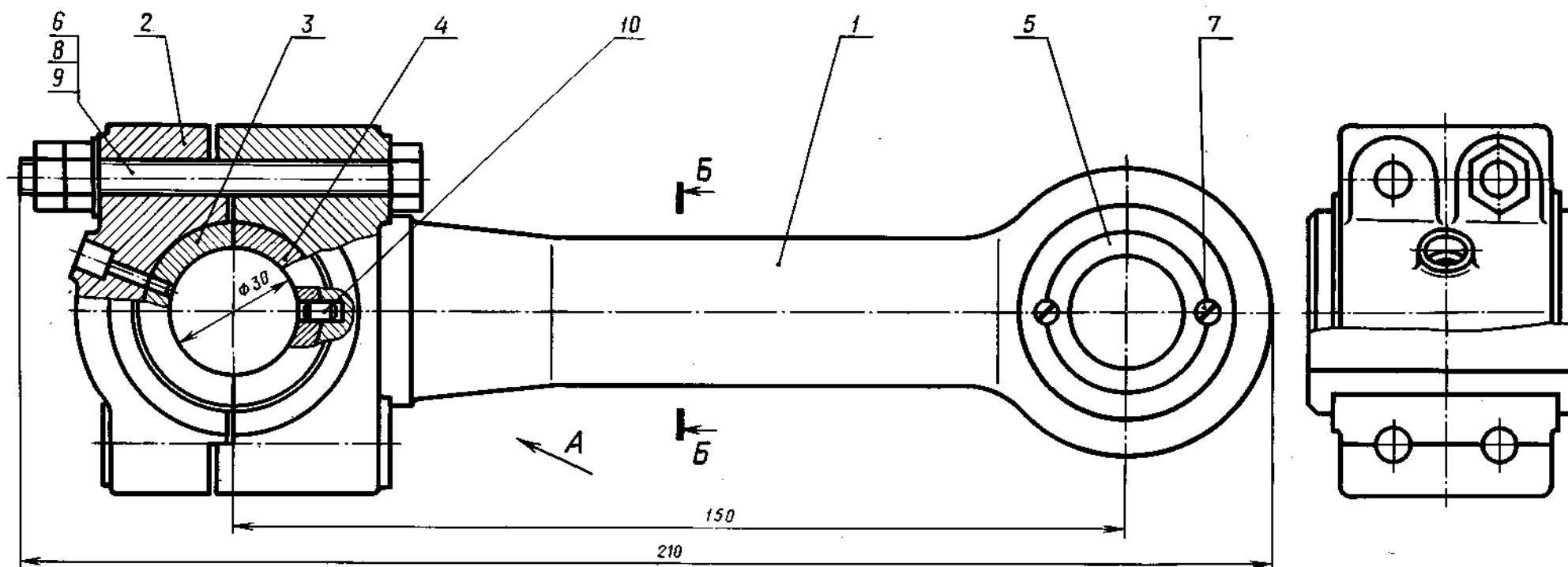
Выполните чертежи деталей поз. 1 ... 6. Деталь поз. 1 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1, 3, 5, 6 — СЧ 15 ГОСТ 1412—79, деталей поз. 2, 4, 7, 8 — Сталь 20 ГОСТ 1050—74.

Ответьте на вопросы:

1. Покажите контур детали поз. 3 на главном виде.
2. Имеются ли на чертеже сечения?
3. Какие детали видны на виде Б?





					МЧ00.81.00.00.СБ					
					Тяга Сборочный чертёж			Лит	Масса	Масштаб
									у	
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				Лист	Листов 1	
Проект.										
Консульт.										
Чертил										
Принял										

81. ТЯГА

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A2			МЧ00.81.00.00.СБ	Документация Сборочный чертеж		
A3		1	МЧ00.81.00.01	Детали Стержень	1	
A4		2	МЧ00.81.00.02	Крышка	1	
A4		3	МЧ00.81.00.03	Полувкладыш левый	1	
A4		4	МЧ00.81.00.04	Полувкладыш правый	1	
A4		5	МЧ00.81.00.05	Втулка	1	
		6		Стандартные изделия Болт М10×85.58 ГОСТ 7798—70	4	
		7		Винт А.М5×8.58 ГОСТ 1491—80	2	
		8		Гайка М10.5 ГОСТ 5915—70	4	
		9		Шайба 10.01.05 ГОСТ 11371—78	4	
		10		Штифт 5h8×10 ГОСТ 3128—70	1	

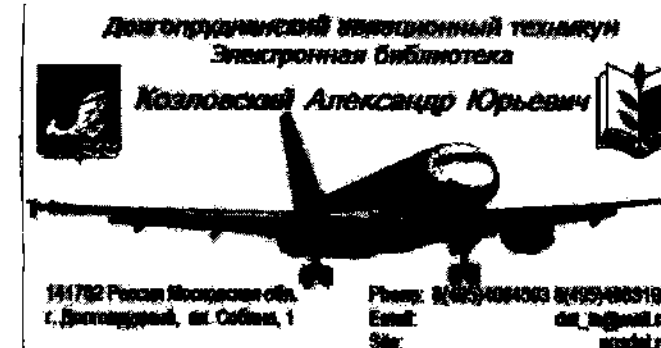
Тяга является промежуточным звеном механизмов различных машин.

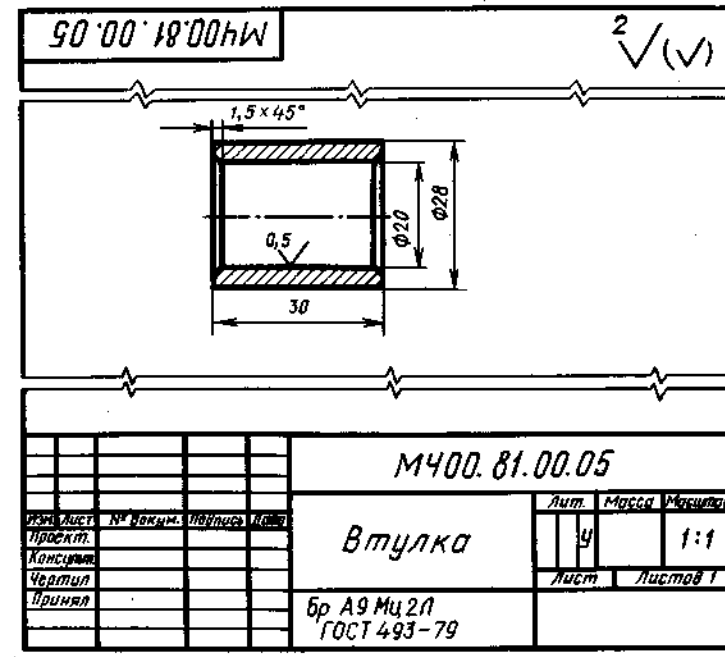
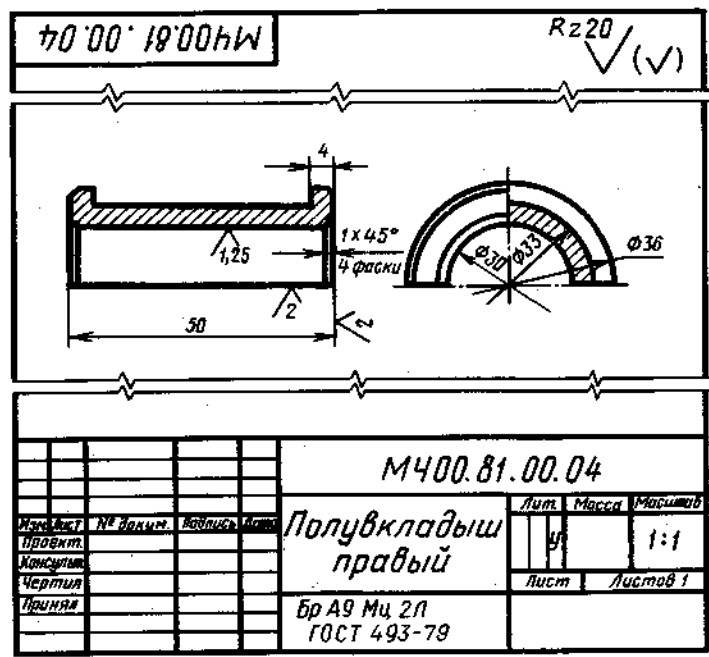
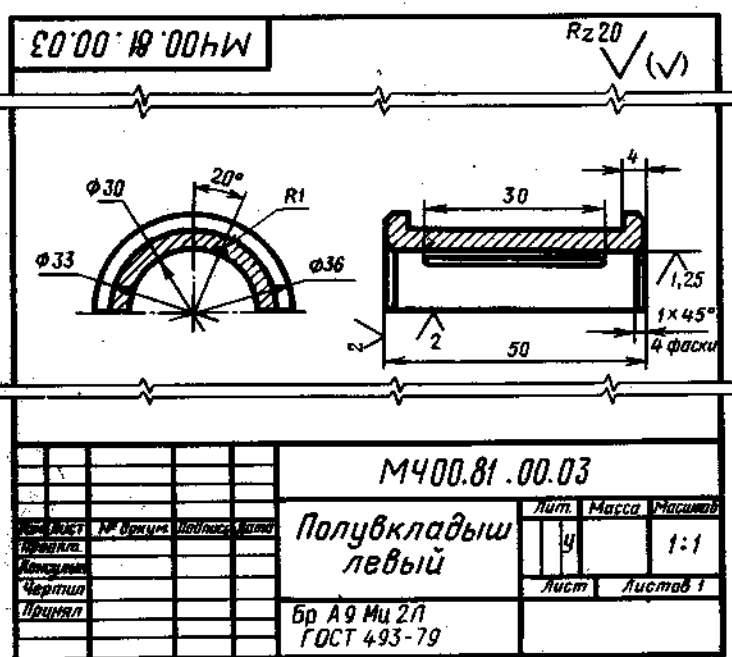
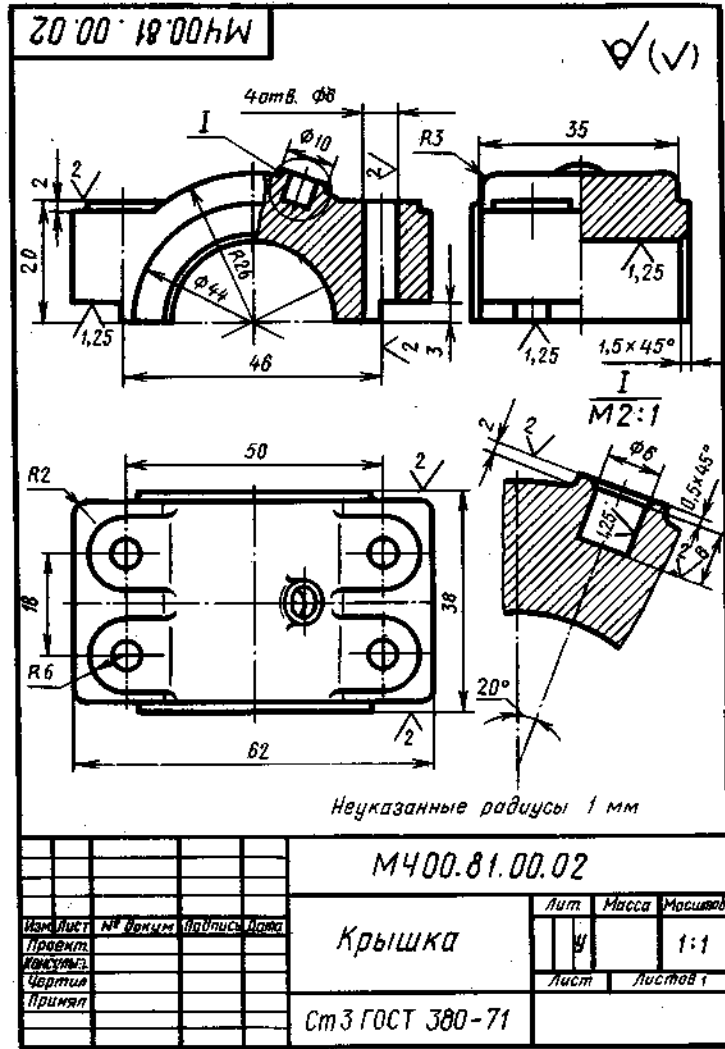
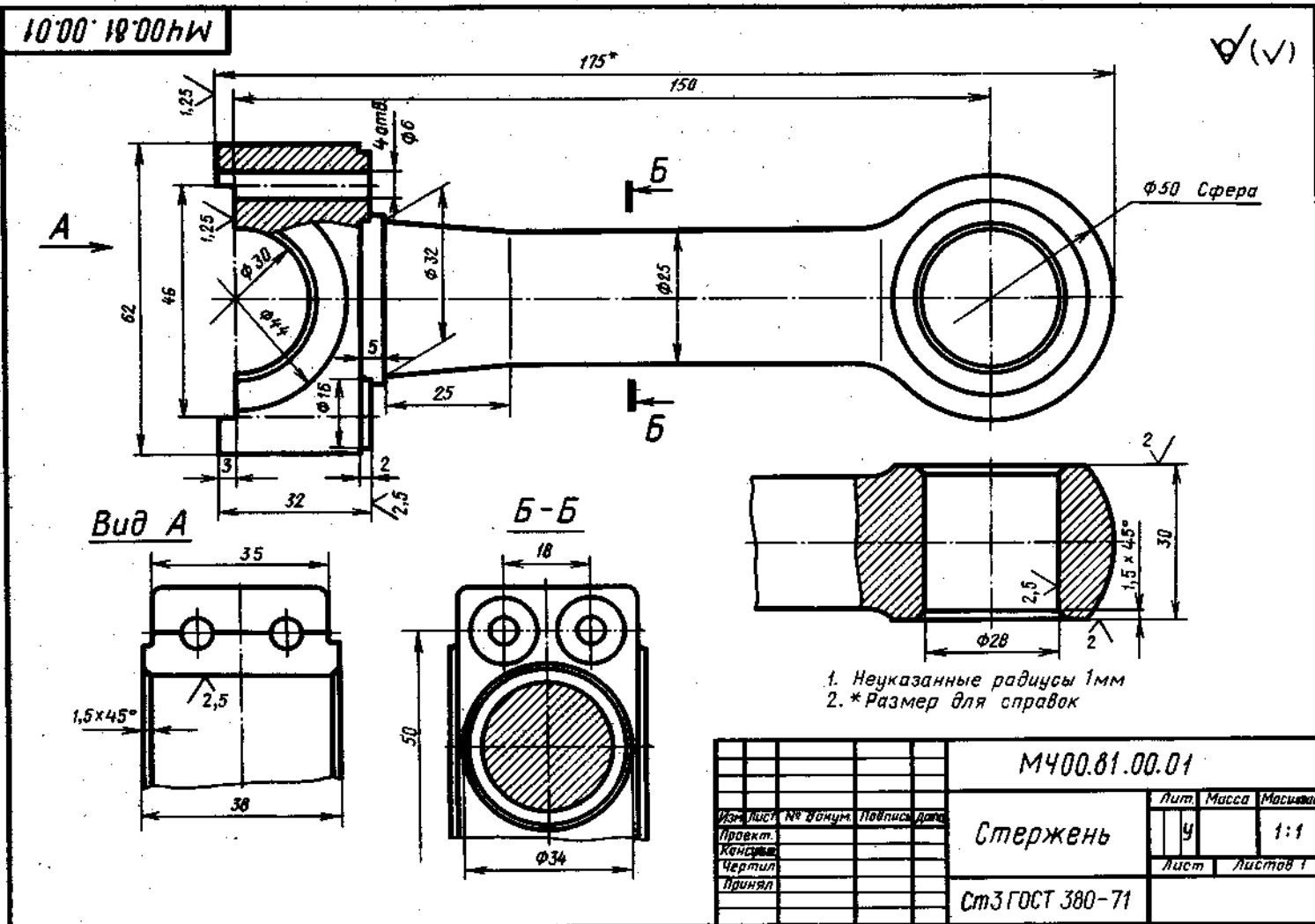
Тяга состоит из стержня поз. 1 и крышки поз. 2, внутри которых установлены вкладыши поз. 3, 4 и втулка поз. 5. Для уменьшения износа поверхностей вкладышей через отверстие в крышке поз. 2 и вкладыше поз. 3 подводится смазка.

Задание

Выполнить чертежи деталей поз. 1 ... 5. Деталь поз. 2 изобразить в аксонометрической проекции.

Материал деталей поз. 1, 2 — Ст 3 ГОСТ 380—71, деталей поз. 3 ... 5 — БрА9Мц2Л ГОСТ 493—79.





СОДЕРЖАНИЕ

Методические указания	2
01. Клапан перепускной	3
02. Выключатель подачи топлива	4
03. Кран сливной	5
04. Зажим гидравлический	6
05. Клапан предохранительный	7
06. Прижим гидравлический	8
07. Призма раздвижная	9
08. Форсунка	10
09. Тиски	11
10. Зажим гидравлический поворотный	12
11. Ролик поддерживающий	13
12. Отводка с винтовым приводом	14
13. Обойма	15
14. Отводка ручная	16
15. Подшипник	17
16. Регулятор давления	18
17. Клапан пусковой	19
18. Тиски	20
19. Клапан сетевой обратный	21
20. Насос шестеренный	22
21. Цилиндр пневматический	23
22. Прихват передажной	24
23. Клапан механический	25
24. Клапан двухходовой	26
25. Клапан	27
26. Цилиндр гидравлический	28
27. Буфер	29
28. Цилиндр пневматический качающийся	30
29. Тяга	31
30. Вентиль запорный	32
31. Колесо	33
32. Приспособление для нарезки сегментных шпонок	34
33. Гидрозамок	35
34. Амортизатор роликовый	36
35. Клапан обратный	37
36. Ролик регулируемый	38
37. Тяга	39
38. Прибор контрольный	40
39. Клапан питательный	41
40. Ролик натяжной	42
41. Край угловой	43
42. Устройство натяжное	44
43. Опора подшипниковая	45
44. Зажим гидравлический	46
45. Кондуктор	47
46. Ролик упорный	48
47. Привод поршневой пневматический	49
48. Муфта быстросъемная	50
49. Зажим	51
50. Устройство натяжное	52
51. Амортизатор	53
52. Клапан	54
53. Клапан распределительный	55
54. Механизм переключения передач	56
55. Приспособление для фрезерования	57
56. Вентиль	58
57. Эжектор	59
58. Ролики направляющие	60
59. Пресс-форма	61
60. Вентиль	62
61. Приспособление зажимное	63
62. Клапан	64
63. Клапан предохранительный	65
64. Редуктор	66
65. Клапан предохранительный	67
66. Приспособление для фрезерования вкладышей	68
67. Буфер	69
68. Опора вальковой дробилки	70
69. Зажимное приспособление	71
70. Клапан предохранительный	72
71. Тяга	73
72. Кран пневматический	74
73. Клапан обратный	75
74. Вентиль запорный	76
75. Тяга	77
76. Клапан предохранительный	78
77. Прихват	79
78. Амортизатор	80
79. Кран пробковый	81
80. Ролик направляющий	82
81. Тяга	83

2 р. 20 к.



„МАШИНОСТРОЕНИЕ“

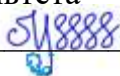
Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
Горно-технологического факультета

 Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

РЕЗЬБА

Методическое пособие

по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

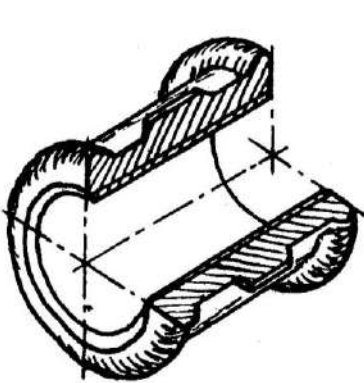
4-е издание, исправленное

Содержание

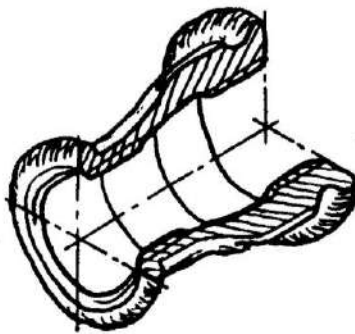
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА	5
2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ	9
3. ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРУБНЫХ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ»	10
4. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ	12
4.1. Соединение труб муфтами	12
4.1.1. Соединение труб прямой муфтой	12
4.1.2. Соединение труб переходной муфтой	17
4.2. Соединение труб угольниками, прямыми тройниками и прямыми крестами	19
4.3. Перекрытие труб колпаком	23
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	26

ВВЕДЕНИЕ

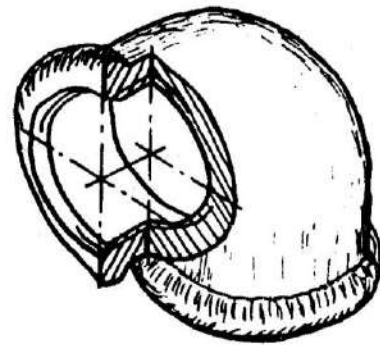
В промышленности трубы, имеющие на концах наружную резьбу, соединяются соединительными частями (фитингами), которые имеют резьбу в отверстиях. Виды резьбовых трубных соединений определяются условиями их работы. В обычных трубопроводах с нормальным давлением (в системах отопления, вентиляции, газификации, водоснабжения) чаще всего имеют место соединения труб деталями с трубной цилиндрической резьбой.



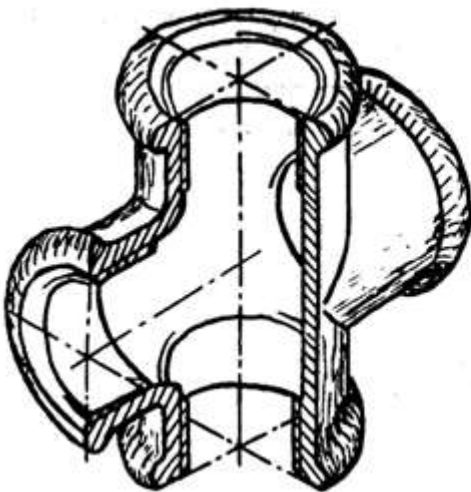
Муфта прямая



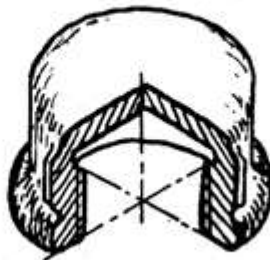
Муфта переходная



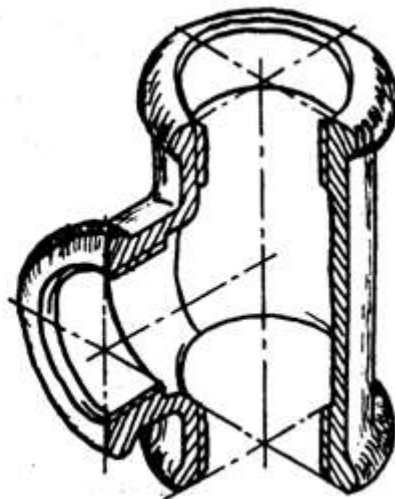
Угольник прямой



Крест прямой



Колпак



Тройник прямой

Рис. 1. Соединительные части (фитинги)

Соединительные части - фитинги (рис. 1) – позволяют соединить сразу несколько труб, устраивать ответвления под разными углами, переходы с одного диаметра на другой и т. д. Фитинги изготавливают из ковкого чугуна для условных проходов от 8 до 150 мм. Для придания фитингам из ковкого чугуна необходимой жесткости их снабжают по краям буртиками, а муфты для обеспечения лучшего захвата газовым ключом – несколькими ребрами, расположенными на боковой поверхности по направлению образующих.

1. ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА

Профиль трубной цилиндрической резьбы – равнобедренный треугольник с углом $\alpha=55^\circ$, вершины и впадины профиля закруглены, а в соединении между вершинами и впадинами наружной и внутренней резьбы отсутствуют зазоры. Трубная резьба разработана в дюймовой системе (1 дюйм = 1"=25,4 мм).

Шаг трубной резьбы задают косвенным способом: указывают число ниток резьбы, укладываемых на 1". Это число ниток стандартизовано в пределах от 28 до 11.

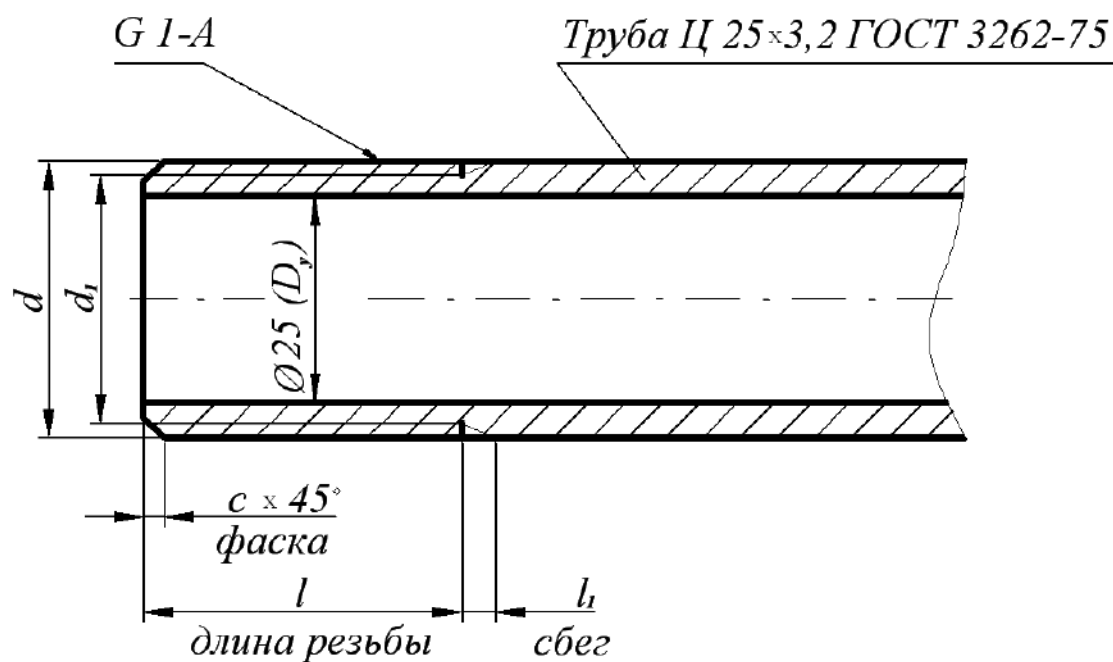


Рис. 2. Изображение трубы

Обозначение размера трубной резьбы имеет особенность, которая заключается в том, что размер задается не наружным диаметром трубы, на которой нарезается резьба, а величиной внутреннего диаметра трубы. Объяснение этой условности состоит в том, что конструктивный расчет трубопроводов ведется по условным проходам трубопроводов, арматуры и соединительных частей.

Например, трубная резьба в 1" нарезается на трубе, которая имеет внутренний диаметр, равный 25 мм; размер же наружного диаметра всегда больше диаметра в свету на две толщины стенки трубы (рис. 2). По этой причине обозначение резьбы располагают на полке-выноске, которая заканчивается стрелкой, опирающейся на контур трубной резьбы.

Условное обозначение резьбы состоит из буквы *G*, обозначения размера резьбы и класса точности среднего диаметра. Условное обозначение для левой резьбы дополняется буквами *LH*, например,

G 1½ - B – трубная цилиндрическая резьба 1½" класса точности *B*,

G 1½ - LH - B – то же для левой резьбы.

Длину свинчивания указывают в миллиметрах после обозначения класса точности: *G 1½ - B - 40*.

В обозначении трубы указывают условный проход, толщину стенки, другие данные (точность изготовления, покрытие, длину, наличие резьбы и муфты) и номер стандарта, например:

Труба 20×2,8–2000 ГОСТ 3262-75 – труба обыкновенная неоцинкованная без муфты, без резьбы с $D_y = 20$ мм.

Для вычерчивания трубы и соединительных частей используют размеры, предусмотренные ГОСТ 3262-75 и ГОСТ 6357-81 (табл. 1), а также ГОСТ 10549-63 (табл. 2).

Для труб бесшовных горяче- и холоднодеформированных, для толсто-стенных труб (ГОСТ 8734-75, 8732-78, 9940-81) выполняют рабочие чертежи, на которых указывают длину трубы, условный проход, длину резьбы и величину сбегу резьбы.

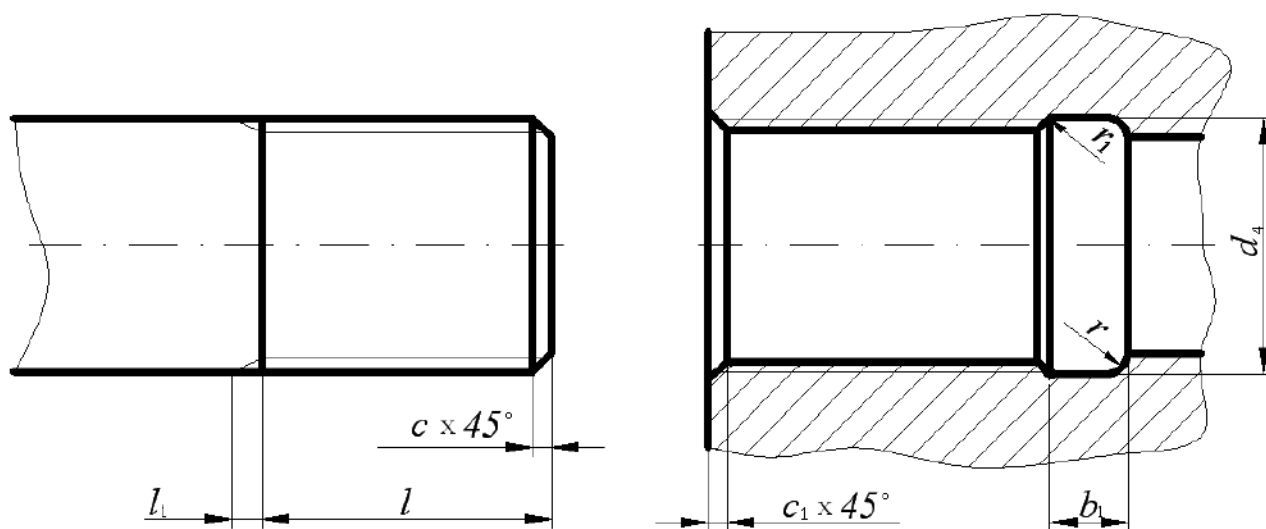
Таблица 1

Резьба трубная цилиндрическая ГОСТ 6357-81

Обозначение размера резьбы		Шаг, мм P	Диаметр резьбы, мм		Толщина стенки труб, мм
D_y , мм	в дюймах		наружный $d=D$	внутренний $d_1=D_1$	
6	$\frac{1}{8}$	0,907	9,728	8,566	2,0
8	$\frac{1}{4}$	1,337	13,157	11,445	2,2
10	$\frac{3}{8}$		16,662	14,950	2,2
15	$\frac{1}{2}$	1,814	20,955	18,631	2,8
20	$\frac{3}{4}$		26,441	24,117	2,8
25	1	2,304	33,249	30,291	3,2
32	1 $\frac{1}{4}$		41,910	38,952	3,2
40	1 $\frac{1}{2}$		47,803	44,845	3,5
50	2		59,614	56,656	3,5
65	2 $\frac{1}{2}$		75,184	72,226	4,0
80	3		87,884	84,926	4,0
90	3 $\frac{1}{2}$		100,330	97,372	4,0
100	4		113,030	110,072	4,5

Таблица 2

Размеры сбегов, проточек и фасок для трубной цилиндрической резьбы



D_y , мм	l_1 , мм	l , мм		c , мм	b_1 , мм	r , мм	r_1 , мм	d_4 , мм	c_1 , мм
		длинной	короткой						
$\frac{1}{8}$	1,6	-	-	1,0	4	1,0	0,5	10,5	1,0
$\frac{1}{4}$	2,4	-	-	1,6	5	1,6		13,5	
$\frac{3}{8}$		-	-					17,0	
$\frac{1}{2}$	3,2	14	9,0	2,0	8	2,0	1,0	21,5	1,6
$\frac{3}{4}$		16	10,5					27,0	
1	4,1	18	11,0	2,5	10	3,0		34,0	
1 $\frac{1}{4}$		20	13,0					43,0	
1 $\frac{1}{2}$		22	15,0					48,5	
2		24	17,0					60,5	
2 $\frac{1}{2}$		27	19,5					76,0	
3		30	22,0					89,0	
3 $\frac{1}{2}$		33	26,0					101,0	
4		36	30,0					114,0	

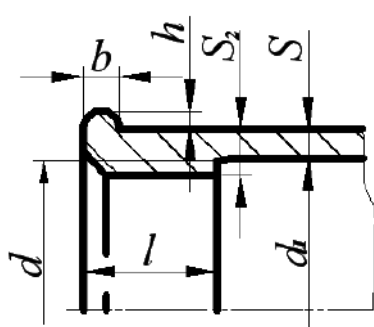
2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ

На чертежах трубных соединений, выполняемых как конструктивные чертежи, вычерчиваются все элементы соединительных частей и контргаяк (если их ставят) – буртики, фаски, ребра, размеры которых для изделий из ковкого чугуна устанавливает ГОСТ 8945-75.

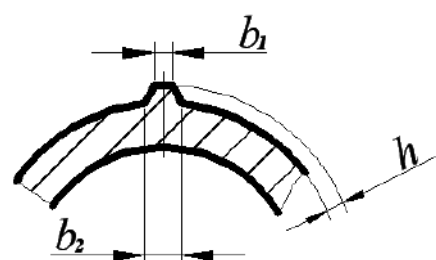
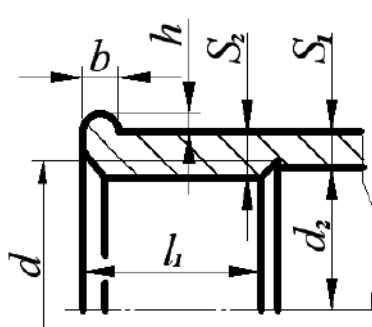
Таблица 3

Конструктивные размеры соединительных частей, мм

Вариант 1



Вариант 2



Резьба				d_1	d_2	S	S_1	S_2	S_3	b	b_1	b_2	h
Обозначение	d	l	l_1										
		не менее											
$G^{1/4}$	13,16	9,0	9,0	13,5	12,5	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
$G^{3/8}$	16,66	10,0	11,0	17,0	16,0	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
$G^{1/2}$	20,96	12,0	14,0	21,5	20,0	2,8	3,5	4,2	4,2	3,5	2,0	4,0	2,0
$G^{3/4}$	26,44	13,5	16,0	27,0	25,5	3,0	3,5	4,4	4,2	4,0	2,0	4,0	2,5
$G1$	33,25	15,0	19,0	34,0	32,0	3,3	4,0	5,2	4,8	4,0	2,5	4,5	2,5
$G1^{1/4}$	41,91	17,0	21,0	42,5	40,5	3,6	4,0	5,4	4,8	4,0	2,5	5,0	3,0
$G1^{1/2}$	47,81	19,0	21,0	48,5	46,5	4,0	4,0	5,8	4,8	4,0	3,0	5,0	3,0
$G2$	59,62	21,0	24,0	68,5	58,5	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,0	6,0	3,5
$G2^{1/2}$	75,19	23,5	27,0	76,0	74,0	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,5	6,5	3,5
$G3$	87,89	26,0	30,0	89,0	87,0	4,5	4,5	6,5	6,0	6,0	4,0	7,0	4,0
$G4$	113,0	39,0	39,5	115	112	5,5	5,5	8,0	7,0	7,0	5,0	8,5	4,5

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРУБНЫХ СОЕДИНЕНИЙ»

3.1. Цель задания

Целью задания является изучение правил выполнения трубных резьбовых соединений, условное изображение и обозначение трубной цилиндрической резьбы, конструктивных элементов соединительных частей. При выполнении задания студент должен приобрести навыки общения с Государственными стандартами по данной теме.

3.2. Содержание задания

Задание выполняется карандашом на формате А4 в масштабе, выбранном в соответствии с ГОСТ 2.302-68.

Вычертить соединение труб в двух видах с необходимыми разрезами и нанести размеры согласно стандартам.

Выполнить изображение конца трубы и указать ее конструктивные размеры.

Составить спецификацию.

Таблица 4

Варианты задания

Номер варианта	Соединительная часть	Диаметр условного прохода, мм
1	Угольник	8
2	Крест	80
3	Муфта	40×20
4	Колпак, исполнение 2	80
5	Муфта	50
6	Крест	50
7	Тройник	40
8	Тройник	50
9	Угольник	40
10	Колпак, исполнение 2	65
11	Угольник	20
12	Тройник	25
13	Крест	32
14	Колпак, исполнение 1	20
15	Муфта прямая короткая	15

Продолжение табл. 4

Номер варианта	Соединительная часть	Диаметр условного прохода, мм
16	Муфта прямая длинная	25
17	Муфта переходная	65×32
18	Тройник	50
19	Крест	65
20	Колпак, исполнение 1	15
21	Муфта прямая короткая	32
22	Муфта прямая длинная	20
23	Угольник	10
24	Муфта переходная	80×40
25	Крест	50
26	Колпак, исполнение 2	10
27	Муфта прямая короткая	80
28	Муфта прямая длинная	15
29	Угольник	15
30	Тройник	80
31	Муфта переходная	40×20
32	Колпак, исполнение 1	8
33	Муфта прямая короткая	25
34	Муфта прямая длинная	10
35	Муфта переходная	50×30
36	Тройник	15
37	Крест	20
38	Угольник	32
39	Угольник	20
40	Угольник	80
41	Угольник	15
42	Колпак, исполнение 1	50
43	Крест	25
44	Муфта переходная	32×20
45	Муфта	15
46	Угольник	32
47	Тройник	65
48	Крест	65
49	Колпак, исполнение 1	32
50	Муфта прямая длинная	32

4. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Изображение трубных резьбовых соединений – это выполнение сборочного чертежа первой сложности. Правила выполнения сборочного чертежа регламентирует ГОСТ ГОСТ 2.109-73, составление спецификации - ГОСТ 2.302-68, а основную надпись - ГОСТ 2.104-68.

4.1. Соединение труб муфтами

При соединении муфтой ось труб располагают параллельно основной надписи чертежа. Конструкцию соединения показывают в разрезе плоскостью, проходящей через оси труб и фитинга, допускается соединять части вида и разреза. В разрезе показывают только ту часть резьбы фитинга, которая не закрыта резьбой трубы. Второе изображение обычно представляет собой сечение плоскостью, перпендикулярной одной из труб.

Необходимо иметь в виду, что для полностью завинченной трубы за торец соединительной части выходит только сбег резьбы.

Для демонтажа трубного соединения, например, при ремонтных работах, на конце одной из труб нарезают более длинную резьбу – сгон.

Длину сгона рассчитывают так, чтобы можно было свинтить контргайку, муфту и иметь еще запас резьбы 5...7 мм.

Размеры всех деталей трубного соединения зависят от диаметра условного прохода свинчиваемых труб.

Если диаметр отверстия трубы неизвестен, то его можно определить из таблицы размеров трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357-81, табл. 1), измерив внутренний диаметр резьбы муфты.

4.1.1. Соединение труб прямой муфтой

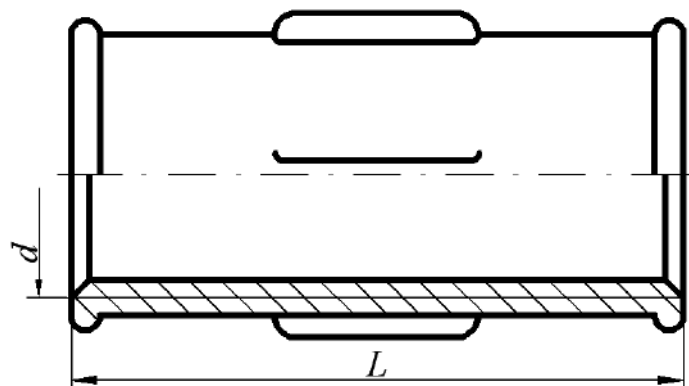
Например, необходимо по индивидуальному варианту вычертить прямую муфту, имея деталь, но, не зная диаметра условного прохода.

Штангенциркулем измеряется внутренний диаметр резьбы и по табл. 1 определяется диаметр условного прохода соединяемых труб и обозначение резьбы: $D_1 \approx 45$ мм. $D_{\text{табл.}} = 4,845$ мм $\rightarrow D_y = 40$ мм – G 1½.

2. Измеряется длина муфты, $L = 43$ мм.

Для определения названия муфты (короткая или длинная) обращаются к Государственным стандартам (табл. 5).

Муфты прямые



Резьба	Муфты короткие ГОСТ 8954-75		Муфты длинные ГОСТ 8955-75	
	L , мм	Число ребер	L , мм	Число ребер
$G\frac{1}{4}-B$	22	2	27	2
$G\frac{3}{8}-B$	24	2	30	2
$G\frac{1}{2}-B$	28	2	36	2
$G\frac{3}{4}-B$	31	2	39	2
$G1-B$	35	4	45	4
$G1\frac{1}{4}-B$	39	4	50	4
$G1\frac{1}{2}-B$	43	4	55	4
$G2-B$	47	6	65	4
$G2\frac{1}{2}-B$	53	6	74	6
$G3-B$	59	6	80	6
$G4-B$	84	6	94	6

Примеры условных обозначений:

1. Прямая короткая муфта с $D_y = 40$ мм:

Муфта короткая 40 ГОСТ 8954 - 75.

2. Прямая длинная муфта с $D_y = 40$ мм и цинковым покрытием исполнения 1: Муфта длинная 1-Ц-40 ГОСТ 8955 – 75.

Муфта с резьбой $G 1\frac{1}{2}$, имеющая длину 43 мм, является короткой, считаем, что она выполнена с цинковым покрытием, следовательно, ее обозначение: Муфта короткая Ц-40 ГОСТ 8954 - 75.

3. Для вычерчивания муфты используют данные из табл. 1, 2, 3.

1) Наружный диаметр резьбы $d=47,803$ мм

2) Фаска $c=1,6$ мм

3) Толщина стенки муфты $S_2=5,8$ мм

4) Высота буртика $b=4,0$ мм

5) Количество ребер жесткости равно 4

6) Размеры ребер жесткости и буртика: $h=3,0$ мм; $b_1=3,0$ мм; $b_2=5,0$ мм.

4. Для вычерчивания ввинчиваемой трубы используют данные табл. 1 и табл. 2: «Труба Ц-40×3,5 ГОСТ 3262-75» имеет размеры:

1) Наружный диаметр трубы $d=47,803$ мм

2) Внутренний диаметр резьбы $d_1=44,845$ мм

3) Длина резьбы $l=15$ мм

4) Длина сбег резьбы $l_1=4,1$ мм

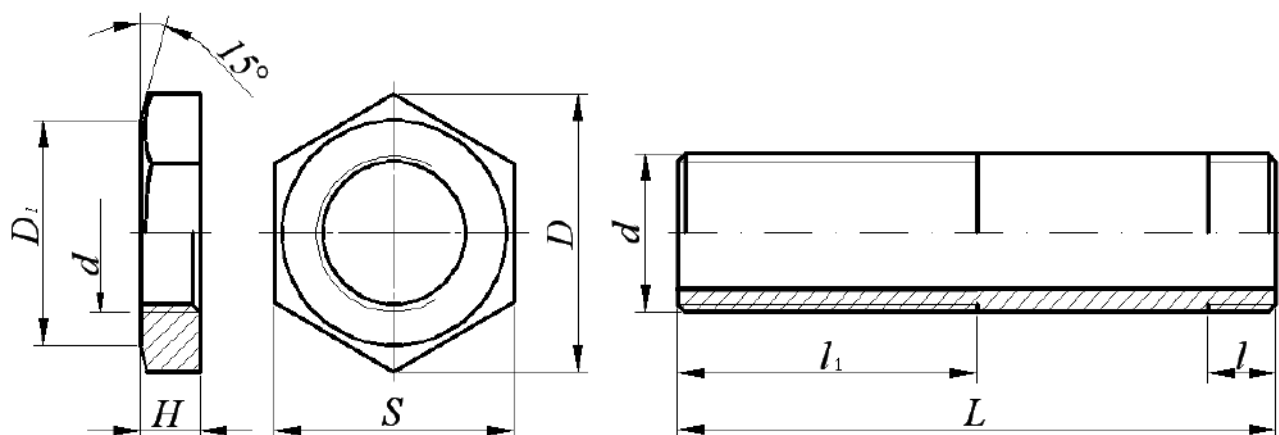
5) Фаска $c=2,5$ мм

5. С другой стороны муфты ввинчивается сгон, размеры которого предусмотрены ГОСТ 8969-75, на которой навинчена контргайка (ГОСТ 8961-75, табл. 6).

6. По размерам, указанным в таблицах, для резьбы $G 1\frac{1}{2}$ вычерчиваются детали в сборе. При выполнении сборочного чертежа соединения фаски, сбег на деталях не изображаются, каждой детали присваивают номер позиции, который размещают на полке-выноске, заканчивающейся точкой. На сборочном чертеже обязательно указывают установочные размеры: размер резьбы, диаметр условного прохода. Допускается указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющих характер сопряжения: длину муфты и др.

Таблица 6

Контргайки и сгоны



Резьба	Контргайки ГОСТ 8961-75				Сгоны ГОСТ 8969-75		
	H , мм	S , мм	D , мм	D_1 , мм	l , мм	l_1 , мм	L , мм
$G\frac{1}{4}-B$	6	22	25,4	20	7,0	38	80
$G\frac{3}{8}-B$	7	27	31,2	25	8,0	42	90
$G\frac{1}{2}-B$	8	32	36,9	30	9,0	40	110
$G\frac{3}{4}-B$	9	36	41,6	33	10,5	45	110
$G1-B$	10	46	53,1	43	11,0	50	130
$G1\frac{1}{4}-B$	11	55	63,5	52	13,0	53	130
$G1\frac{1}{2}-B$	12	60	69,3	56	15,0	60	150
$G2-B$	13	75	86,5	70	17,0	65	150
$G2\frac{1}{2}-B$	16	95	110,0	90	19,5	75	170
$G3-B$	19	105	121,0	100	22,0	85	180
$G4-B$	21	135	156,0	128	-	-	-

Примеры условных обозначений:

1. Контргайка без покрытия с $D_y=40$ мм:

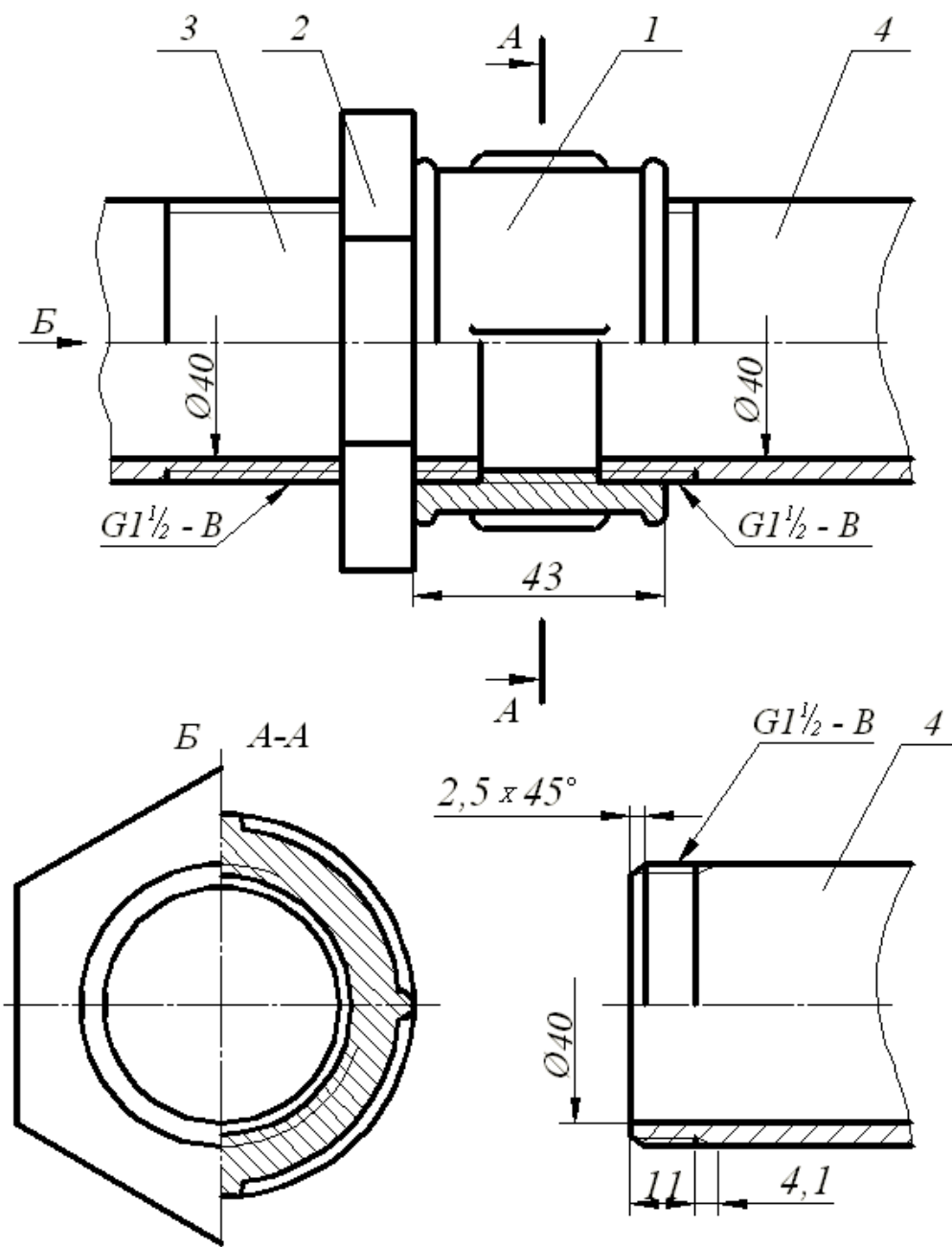
Контргайка 40 ГОСТ 8961-75

2. Сгон с цинковым покрытием с $D_y=40$ мм

Сгон Ц-40 ГОСТ 8969-75

Пример выполнения сборочного чертежа соединения труб муфтой показан на рис. 3.

ГОСТ 15002.030.СБ



Пример выполнения спецификации
по ГОСТ 2.108-68 на рис. 9

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

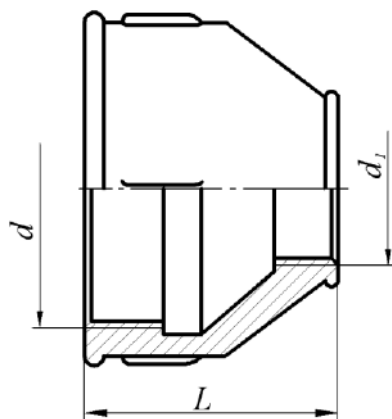
Рис. 3. Соединение труб муфтой

4.1.2. Соединение труб переходной муфтой

Муфты переходные соединяют трубы с различными диаметрами условного прохода (ГОСТ 8957-75, табл. 7).

Таблица 7

Переходные муфты по ГОСТ 8957-75, мм



Условный проход $D_y \times D_{1y}$	L	Число ребер	Условный проход $D_y \times D_{1y}$	L	Число ребер
10×8	30	2	40×25	55	4
15×8	36	2	40×32	55	4
15×10	36	2	50×15	65	6
20×8	39	2	50×20	65	6
20×10	39	2	50×25	65	6
20×15	39	2	50×32	65	6
25×10	45	4	50×40	65	6
25×15	45	4	65×32	74	6
25×20	45	4	65×40	74	6
32×10	50	4	65×50	74	6
32×15	50	4	80×40	80	6
32×20	50	4	80×50	80	6
32×25	50	4	80×65	80	6
40×15	55	4	100×50	94	6
40×20	55	4	100×65	94	6

Примеры условных обозначений:

3. Муфта переходная без покрытия с $D_y=15$ мм на $D_y=40$ мм:

Муфта 40×15 ГОСТ 8957-75

4. Муфта переходная с цинковым покрытием:

Муфта Ц 40×15 ГОСТ 8957-75

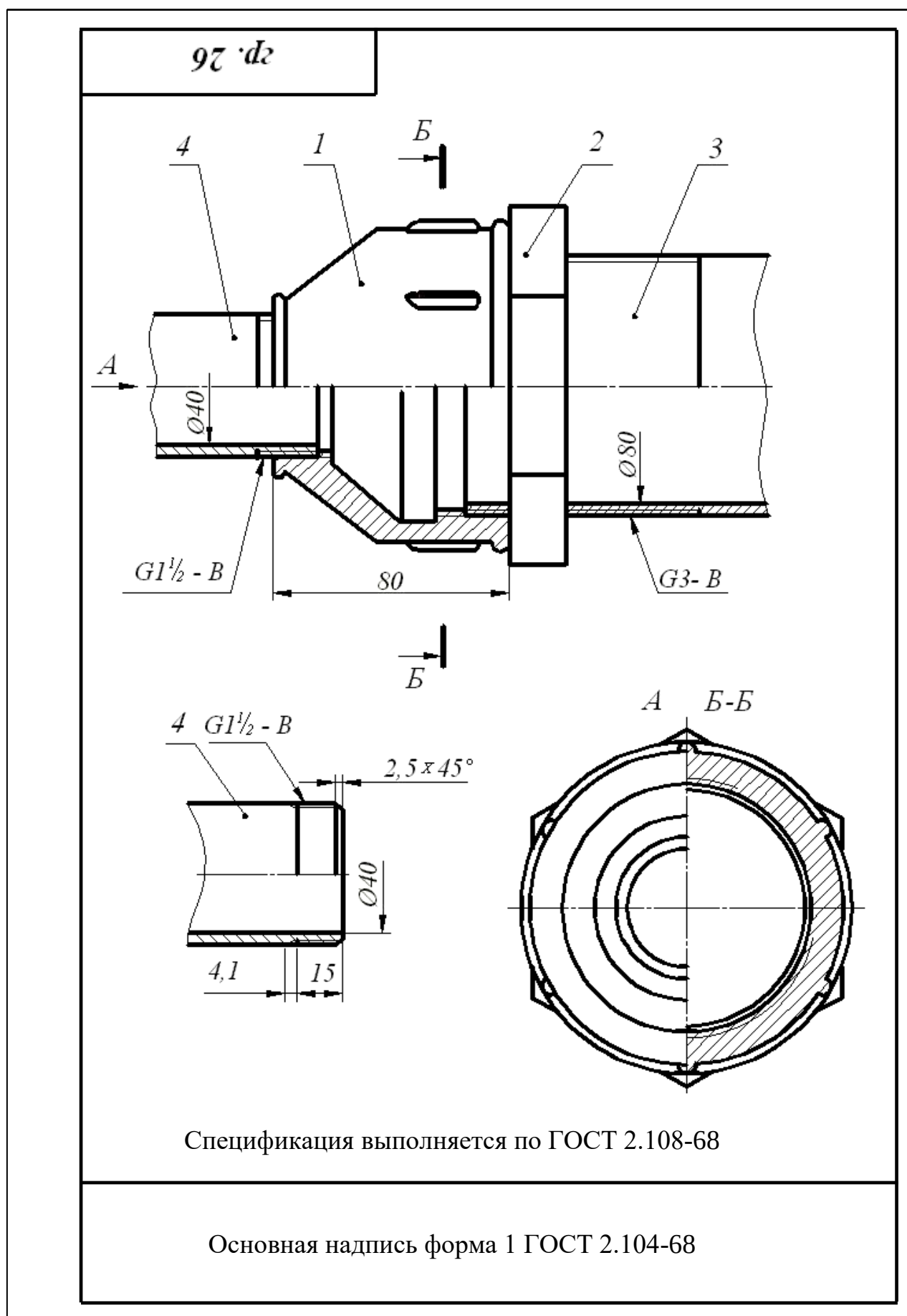
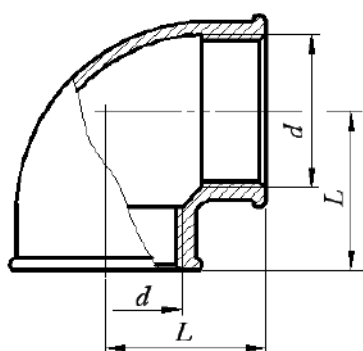


Рис. 4. Соединение труб переходной муфтой

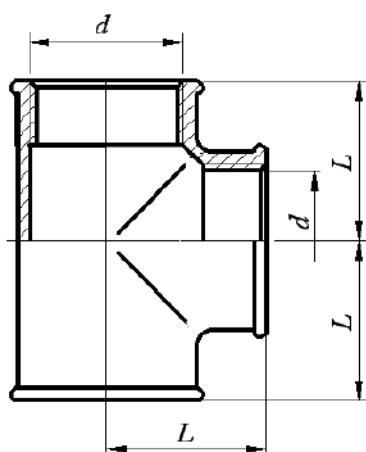
4.2. Соединения труб угольниками, прямыми тройниками и прямыми крестами

Прямые тройники, кресты и угольники в системах отопления, водо- и газопроводах служат для изменения направления потока жидкости или газа.

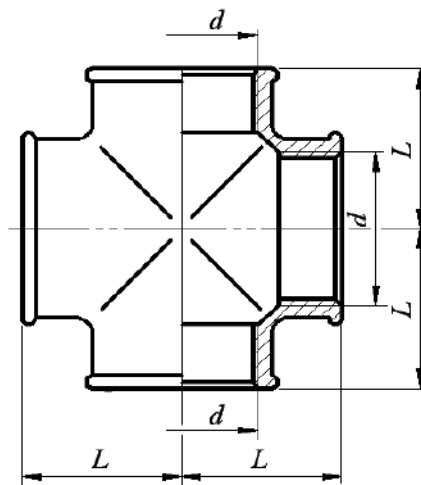
Проходные угольники
(ГОСТ 8947-75)



Прямые тройники
(ГОСТ 8948-75)



Прямые кресты
(ГОСТ 8951-75)



Условный проход $D_y \times D_{1y}$	Резьба	L , мм
8	$G\frac{1}{4}-B$	21
10	$G\frac{3}{8}-B$	25
15	$G\frac{1}{2}-B$	28
20	$G\frac{3}{4}-B$	33
25	$G1-B$	38
32	$G1\frac{1}{4}-B$	45
40	$G1\frac{1}{2}-B$	50
50	$G2-B$	58
65	$G2\frac{1}{2}-B$	69
80	$G3-B$	78
100	$G4-B$	96

Примеры условных обозначений:

1. Проходной угольник с углом 90° исполнения 1 с цинковым покрытием с $D_y=20$ мм:
Угольник $90^\circ-1-Ц-200$ ГОСТ 8946-75;
2. Тройник 40 ГОСТ 8948-75;
3. Крест Ц-32 ГОСТ 8951-75.

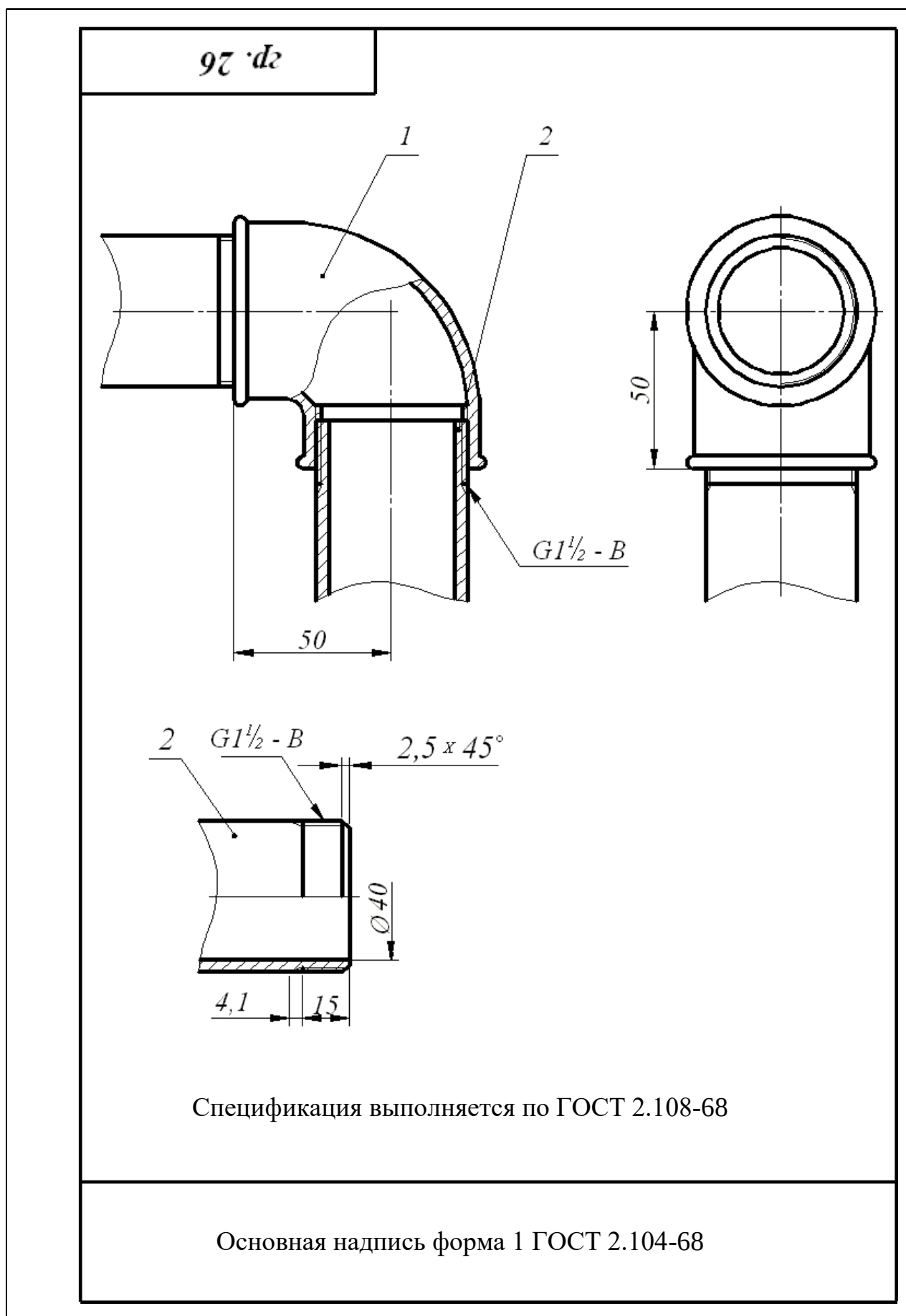
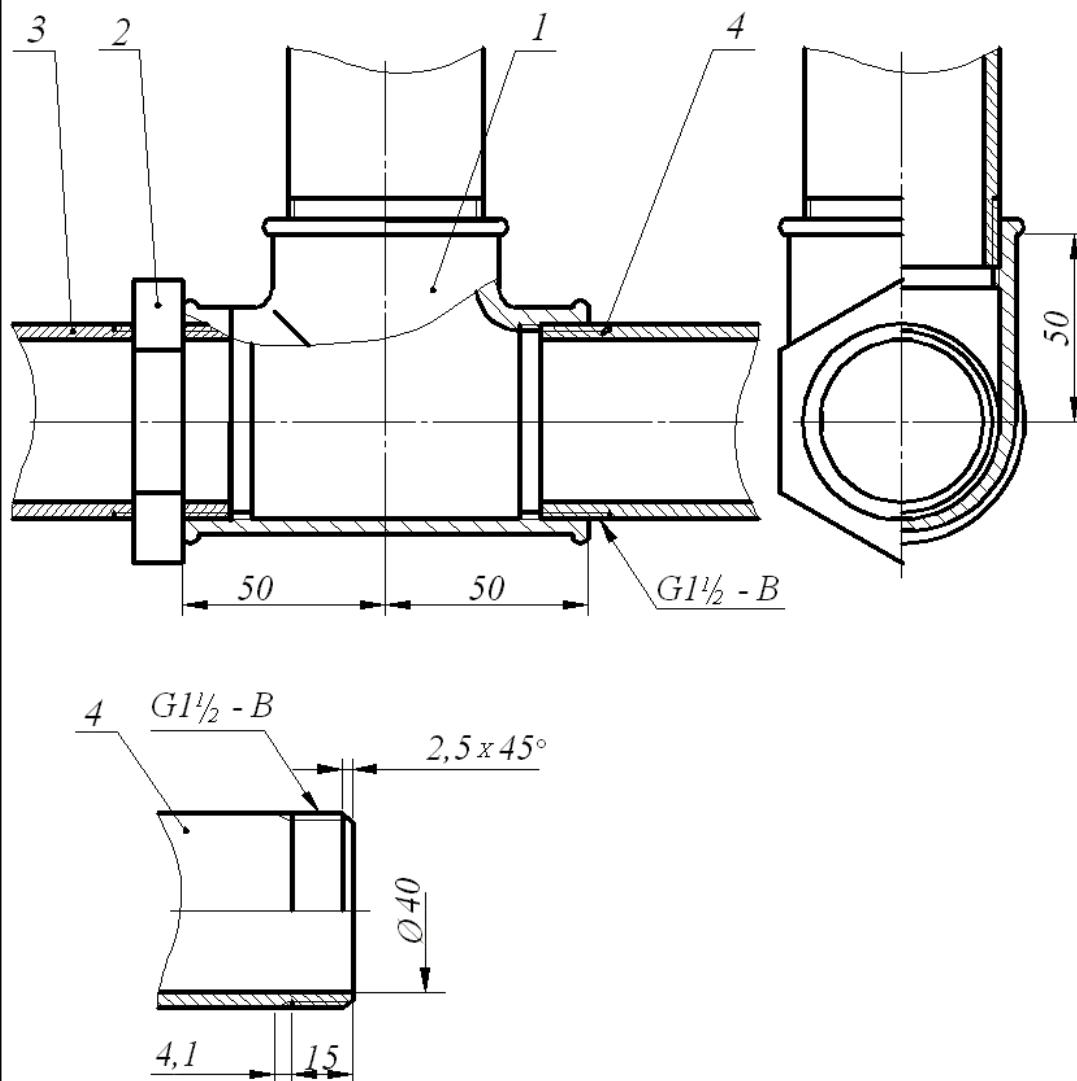


Рис. 5. Соединение труб проходным угольником

zp. 26

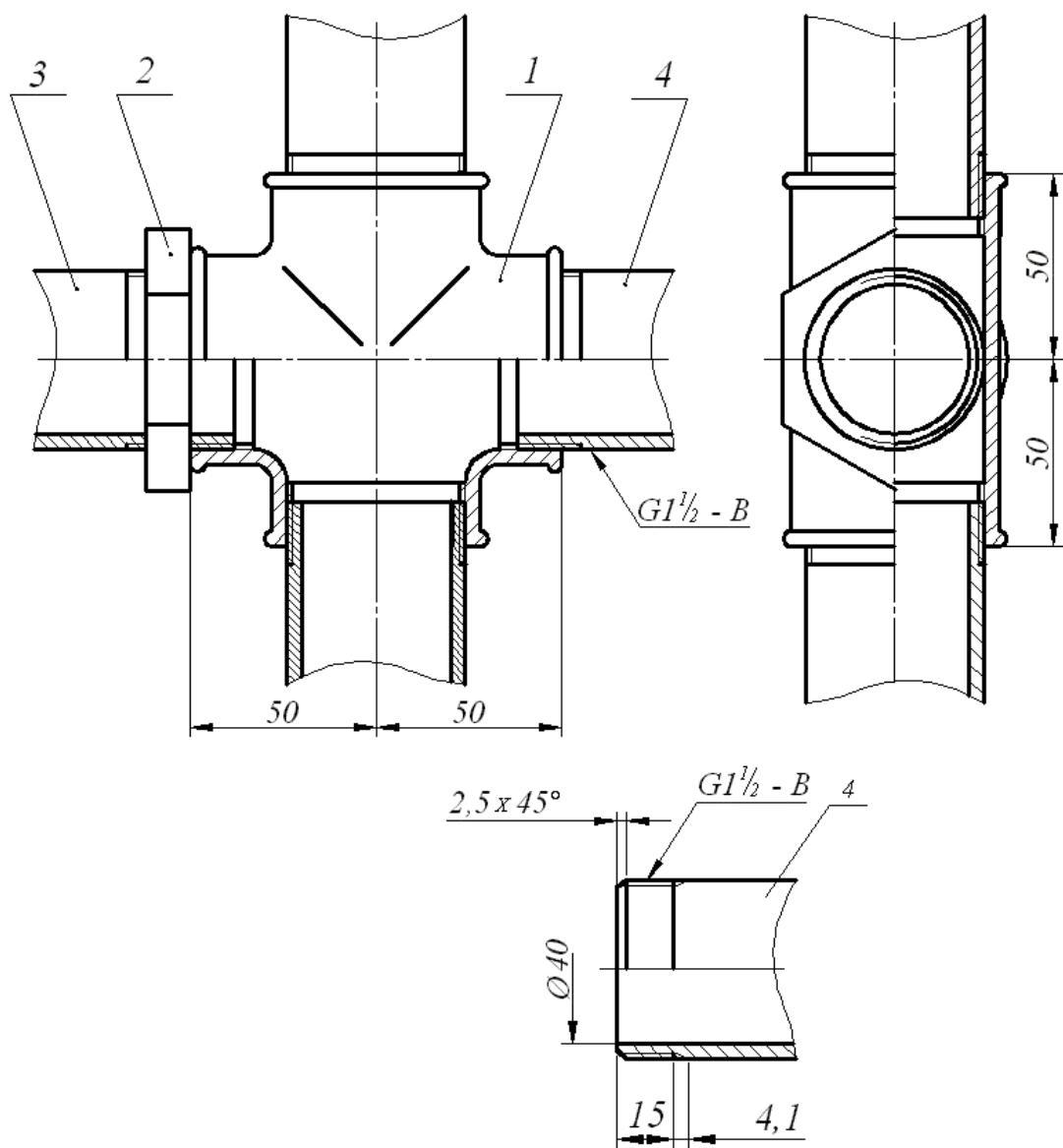


Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 6. Соединение труб прямым тройником

зр. 26



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

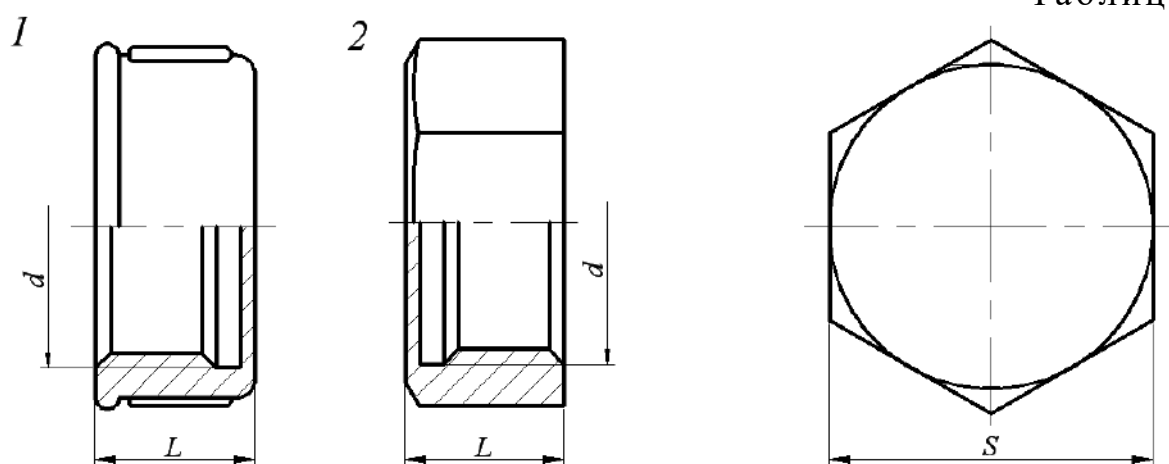
Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 7. Соединение труб прямым крестом

4.3. Перекрытие трубы колпаком

Для перекрытия трубы используют колпаки двух исполнений: с ребрами жесткости и с корпусом, имеющим форму шестигранной призмы под гаечный ключ. размеры проточек трубной цилиндрической резьбы определены ГОСТ 10549-80 (табл. 2).

Таблица 9



Условный проход	L		Число ребер	S
	Исполнение			
	1	2		
8	15	15	2	10
10	17	17	2	22
15	19	19	2	27
20	22	22	2	32
25	24	24	4	41
32	27	27	4	50
40	27	27	4	55
50	32	32	6	70
65	-	35	-	85
80	-	38	-	100

Примеры условных обозначений:

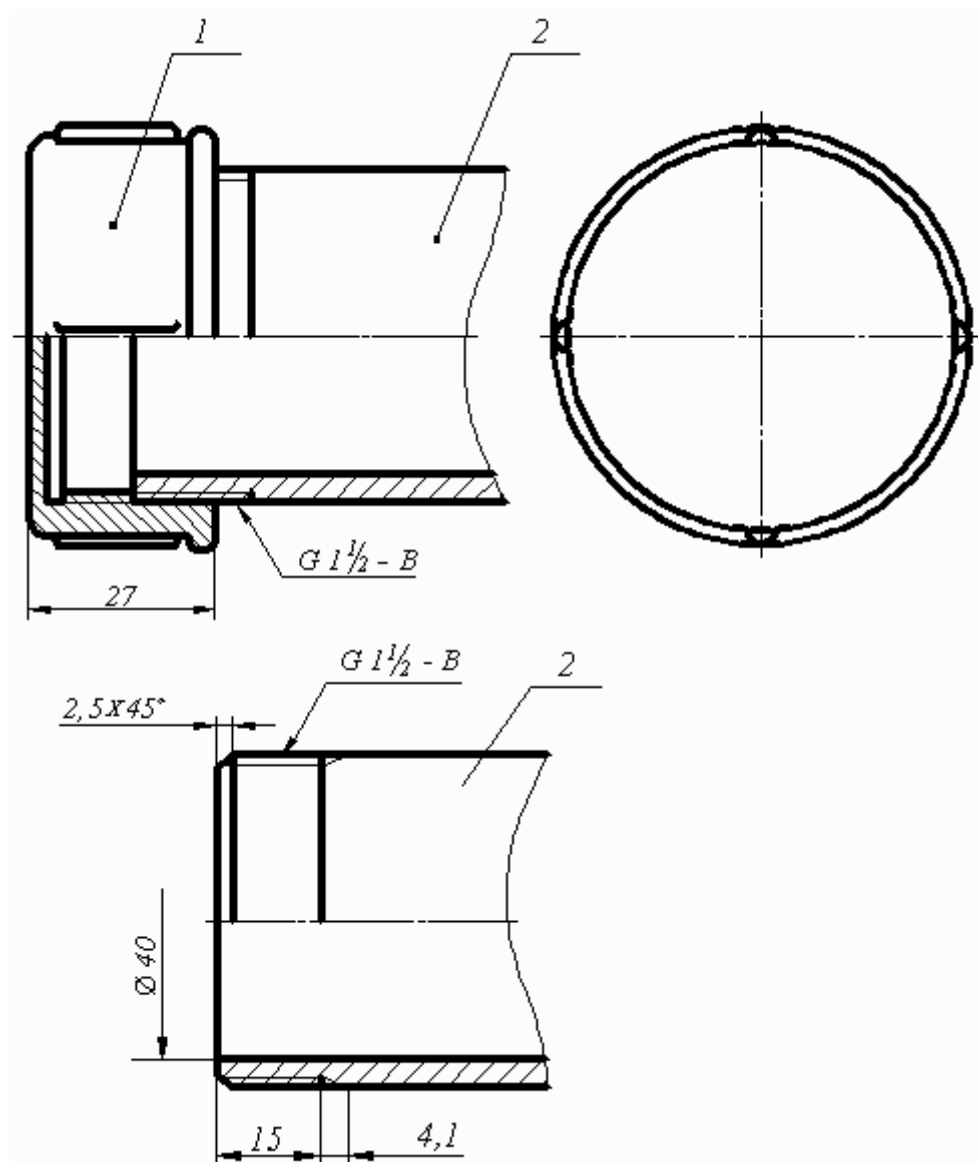
1. Колпак исполнения 2 без покрытия с $D_y=40$ мм:

Колпак 2-40 ГОСТ 8962-75

2. Колпак исполнения 1 с цинковым покрытием с $D_y=40$ мм:

Колпак 1-Ц-40 ГОСТ 8962-75

зр. 26



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 8. Перекрытие трубы колпаком

15			20		60		10		22		
Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание					
A4				<u>Документация</u>							
			0101. 150002. 030. СБ.	Сборочный чертеж	1						
				<u>Стандартные изделия</u>							
			1	Муфта короткая Ц-40 ГОСТ 8954-75	1						
			2	Контргайка Ц-40 ГОСТ 8961-75	1						
			3	Сгон Ц-40 ГОСТ 8969-75	1						
				<u>Материалы</u>							
			4	Труба Ц-40×3,5 ГОСТ 3262-75	1						
			01. 01. 150002. 030.								
Изм. Лист			№ докум.	Подп.	Дата	Лист		Лист	Листов		
Студент			Иванов			1		1	1		
Консульт			Горюхи								
Рук.			Беломосова								
Н. контр.											
Зав. каф.			Шангина В.И.								
Соединение труб муфтой						VITU ПРО-09 Кафедра инженерной графики					

Рис. 9. Спецификация

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т. 1. - 9-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, - 2006 – 928 с.: ил.
2. ГОСТ 27148-86. Выход резьбы, сбеги, недорезы, проточки. Размеры. Переиздание 23.06.2009
3. Резьбы. – М.: Изд. стандартов, 2000.
4. Талалай П. Г. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 256 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
5. Чекмарев А. А., Осипов В. К. Справочник по машиностроительному черчению: учебное пособие. – М.: высшая школа , 2008 – 493 с.
6. Федоренко В. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. - – изд. Альянс, 16-е изд., переработанное, 2007. – 416 с.

Дополнительная литература

7. Баева Г. Г. Условности машиностроительного черчения. Методическая разработка. Свердловский горный институт. – Свердловск, 1976.
8. Попова Г. Н., Алексеев С. Ю. Машиностроительное черчение. Справочник. – М.: Машиностроение, 1994.

Учебное издание

Белоносова Ирина Борисовна

Методическое пособие
по курсу «Инженерная графика»
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для студентов всех специальностей»
«Изображение трубных резьбовых соединений»

4-е издание, стереотипное

Редактор *Л. Н. Авдеева*

Подписано в печать

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8. Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 1,3 Уч. - изд. л. 1,11. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Уральский государственный горный университет



Министерство образования и науки
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный
университет»

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. РЕЗЬБА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

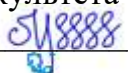
Екатеринбург – 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
Горно-технологического
факультета

 Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

РЕЗЬБА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

4-е издание, исправленное

Б 43 Рецензент: *Л. Г. Тимофеева*, доцент Уральского государственного лесотехнического университета.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры инженерной графики 15.02.2018 года (протокол № 4) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Белоносова И. Б.

Б 43 ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. РЕЗЬБА. Методическое пособие по теме «Условности машиностроительного черчения» для самостоятельной работы студентов всех специальностей и направлений. 4-е издание, исправленное / И. Б. Белоносова; Уральский гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 38 с.

В методическом пособии содержатся исходные данные для индивидуальных заданий, примеры их выполнения, а также основные сведения о резьбах, применяемых в машиностроении, параметрах и технологических элементах резьб в соответствии с Государственными стандартами.

Пособие предназначено для студентов всех специальностей и направлений.

© Белоносова И. Б., 1994, 2002, 2012

© Уральская государственная горно-геологическая академия 1994, 2002.

© Уральский государственный горный университет, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕЗЬБА. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ (ГОСТ 11708-82)	3
ТИПЫ РЕЗЬБ	5
Метрическая резьба	6
Трубная цилиндрическая резьба	7
2.3.Трапецеидальная резьба	9
2.4.Упорная резьба	10
2.5.Прямоугольная и квадратная резьбы	12
Изображение резьбы	13
Изображение наружной резьбы	13
Изображение внутренней резьбы	14
Изображение специальных резьб	15
Изображение резьбового соединения	15
ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ	16
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ	17
Сбег резьбы	17
Недовод резьбы	18
Недорез резьбы	18
Фаска	18
Проточка	19
6. ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «РЕЗЬБЫ»	20
Цель задания	20
Содержание задания	20
ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ	24
Конец вала с метрической резьбой на стержне	24
Конец вала с метрической резьбой в отверстии	27
Конец вала с трапецеидальной резьбой на стержне	28
Конец вала с трапецеидальной резьбой в отверстии	30
Конец вала с упорной резьбой в отверстии	31
Изображение шпоночного паза	32
Примеры оформления задания	33
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	37

Резьбовые соединения широко распространены в машиностроении. Они обладают такими достоинствами, как универсальность, высокая надежность, способность воспринимать большие нагрузки, удобство сборки и разборки, простота изготовления.

1. РЕЗЬБА. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ (ГОСТ 11708-82)

Резьба – поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности.

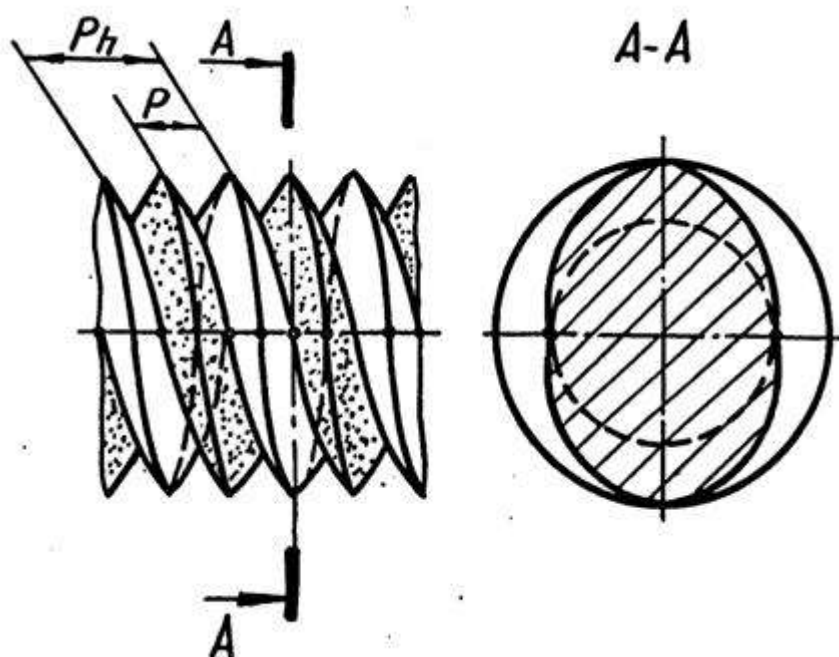


Рис. 1

Резьбы классифицируются по следующим признакам:

1. В зависимости от формы поверхности, на которой нарезана резьба, они подразделяются на цилиндрические и конические.
2. В зависимости от расположения резьбы на поверхности стержня или отверстия они подразделяются на внешние и внутренние.

3. В зависимости от формы профиля различают резьбы треугольного, прямоугольного, круглого и других профилей.

4. По эксплуатационному назначению резьбы делятся на крепежные (метрические, дюймовые), крепежно-уплотнительные (трубные, конические), ходовые (трапецеидальные, упорные, прямоугольные, круглые), специальные и др.

5. В зависимости от направления винтовой поверхности различают правые и левые резьбы.

6. По числу заходов резьбы подразделяются на однозаходные и многозаходные (двух-трехзаходные) и др.

Все резьбы разделяют на следующие группы:

- стандартизованные – резьбы с установленными стандартами параметрами: профилем, шагом, диаметром;
- нестандартизованные или специальные – резьбы, параметры которых не соответствуют стандартизованным.

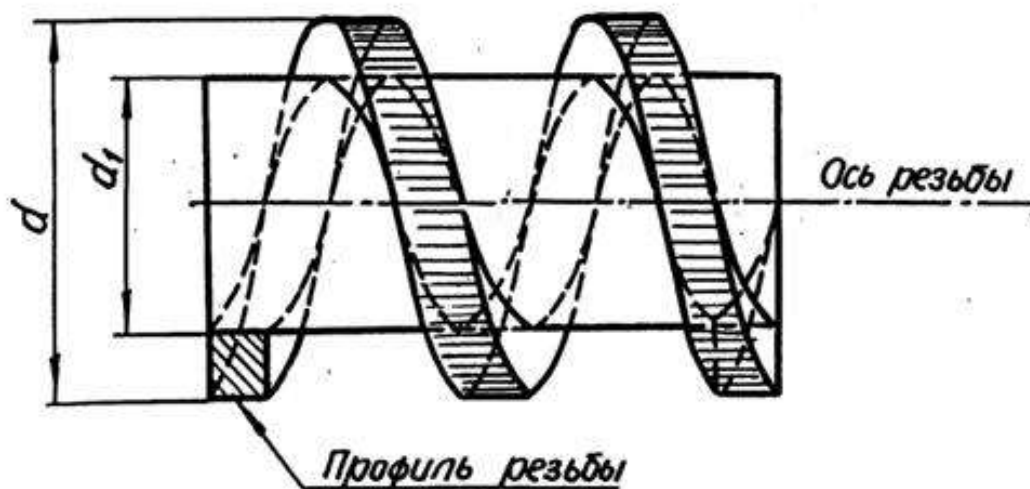


Рис. 2

Основные элементы и параметры резьб имеют следующие определения. **Ось резьбы** – прямая, относительно которой происходит винтовое движение контура, образующего резьбу (рис. 2).

Профиль резьбы – контур сечения резьбы плоскостью, проходящей через ее ось. Резьбу называют по форме ее профиля: треугольной, прямоугольной, трапецеидальной и т. п.

Левая резьба – образована контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя. К обозначению левых резьб добавляется «LH».

Правая резьба – образована контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя.

Шаг резьбы (P) – расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы (рис. 1).

Ход резьбы (P_h) – расстояние между ближайшими одноименными и боковыми сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности, в направлении, параллельном оси резьбы.

Наружный диаметр резьбы (d – для болта, D – для гайки) – диаметр воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной резьбы или впадин внутренней резьбы (рис. 2).

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

2. ТИПЫ РЕЗЬБ

В машино- и приборостроении применяются стандартные резьбы различных типов.

2.1. Метрическая резьба

Профиль метрической резьбы представляет собой равнобедренный треугольник с углом при вершине 60° . Вершины и впадины витков имеют срез, благодаря которому между вершинами витков болта и впадинами гайки остается некоторый зазор, который предотвращает заклинивание.

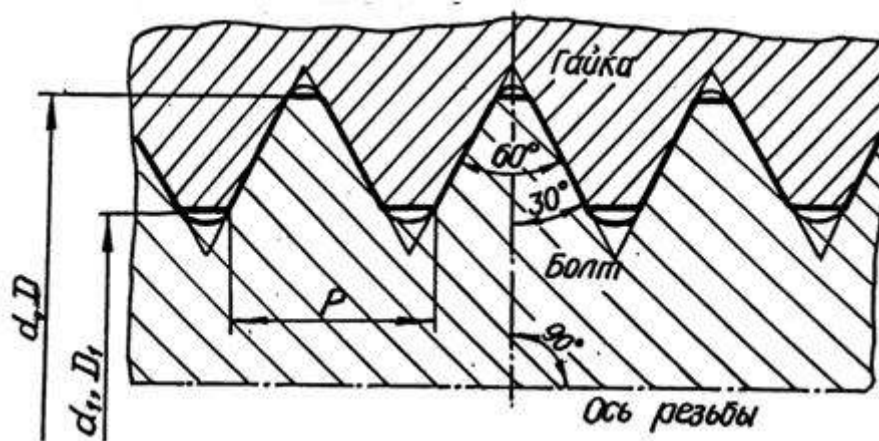


Рис. 3

Размеры метрической резьбы для диаметров от 1 до 600 мм установлены по ГОСТ 8724-81 и 9150-81. Диаметры резьб разделены на три ряда, а шаги на крупные и мелкие. Крупным называют наибольший из шагов для номинального размера диаметра резьбы. Метрические резьбы с крупным шагом установлены для диаметров от 1 до 63 мм; метрические резьбы с мелкими шагами - для диаметров от 1 до 600 мм.

Резьба с крупным шагом обозначается прописной буквой M и номинальным диаметром, например: $M24$, $M36$.

Резьба с мелким шагом обозначается прописной буквой M , номинальным диаметром и шагом, например: $M24\ 2$, $M36\ 2$.

Резьба левая обозначается буквами LH , например: $M24\ LH$, $M24\ 2LH$. Резьбы многозаходные обозначаются буквой M , номинальным диаметром, числовым значением хода и в скобках буквой P , и числовым значением шага, например: трехзаходная резьба с шагом 2 мм $M36\ 3(P2)$, для левой резьбы $M36\ 3(P2)LH$.

Согласно ГОСТ 16093-81 система допусков резьб общего назначения предусматривает допуски диаметров резьб, устанавливаемые степенями точности:

для наружного диаметра наружной резьбы (болта) – 4, 6, 8;

для внутреннего диаметра внутренней резьбы (гайки) – 4, 5, 6, 7, 8; Положение полей допусков диаметров резьбы имеют следующие обозна

чения:

для резьбы болтов – d, e, f, d, h ;

для резьбы гаек – E, F, G, H .

Примеры обозначения резьбы номинальным диаметром 20 мм с обозначением полей допусков:

$M20-6g$ - с крупным шагом, наружная;

$M20-6H$ - с крупным шагом, внутренняя;

$M20\ 2-6g$ - с мелким шагом, внутренняя;

$M20\ 2LH-6g$ - с мелким шагом, наружная, левая.

Посадка обозначается дробью: числитель – поле допуска внутренней резьбы, знаменатель – поле допуска наружной, например: $M20\ 2LH-6H/6g$.

Для покупных крепежных изделий рекомендуется применять следующие значения полей допуска: для гайки – $6H, 7H$ и для болта – $6g, 8g$.

2 . 2 . Трубная цилиндрическая резьба

Трубную цилиндрическую резьбу (ГОСТ 6357-81) применяют в трубопроводах, а также в соединениях внутренней цилиндрической резьбы с наружной конической резьбой.

Профилем трубной резьбы (рис. 4) является равнобедренный треугольник с углом при вершине 55° и закругленными вершинами и впадинами. Профили наружной и внутренней резьбы совпадают, что обеспечивает герметичность в соединениях этой резьбы.

Характерные особенности трубной цилиндрической резьбы:

- резьба имеет более мелкий шаг и меньшую высоту профиля по сравнению с дюймовой цилиндрической резьбой;
- фактический наружный диаметр резьбы больше его номинального значения примерно на двойную толщину стенок трубы;
- номинальный наружный диаметр резьбы условно принимают равным внутреннему диаметру трубы, на которой нарезается резьба (рис. 5).

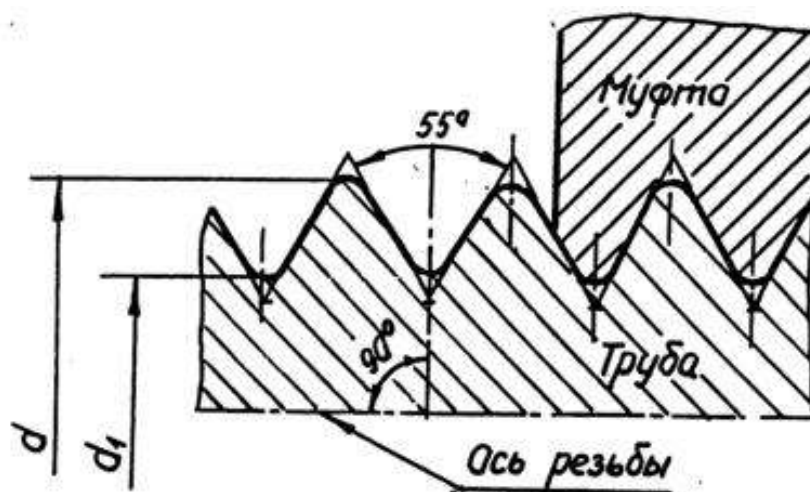


Рис. 4

Трубную резьбу условно обозначают в дюймах ($1 = 25,4$ мм), указывающих (приблизительно) величину диаметра отверстия трубы, который называют диаметром условного прохода трубы и обозначают D_y .

Трубную цилиндрическую резьбу нарезают на трубах до 6 . Трубы свыше 6 сваривают.

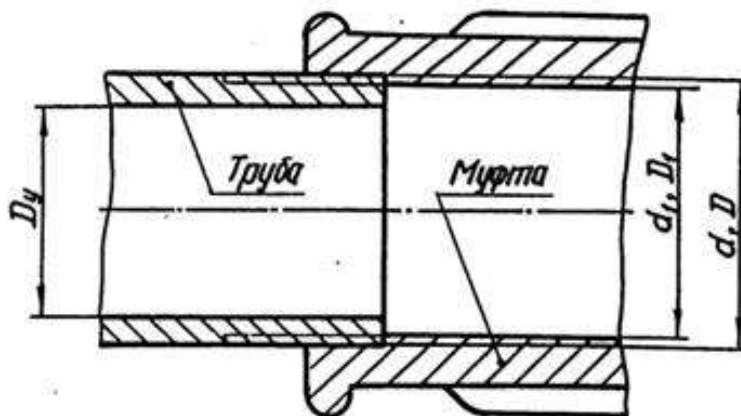


Рис. 5

Обозначение трубной цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357-81 состоит из буквы G, номинального размера резьбы в дюймах и класса точности изготовления резьбы. Для трубной цилиндрической резьбы установлены два класса точности – А и В., например:

- резьба класса точности А: G1 – А;
- резьба левая (LH) класса точности В: G3LH – В;
- резьбовое соединение при классах точности внутренней резьбы А, наружной В: G3 – А/В.

2 . 3 . Трапецеидальная резьба

Трапецеидальная резьба по ГОСТ 9484-81 служит для передачи движений и усилий. Трапецеидальная резьба применима для диаметров от 10 до 640 мм и может иметь шаги от 2 до 48 мм. Предусмотрено выполнение резьб одного и того же диаметра, но с различными шагами.

Трапецеидальная резьба имеет профиль в виде равнобоковой трапеции с углом между ее боковыми сторонами, равными 30 (рис. 6).

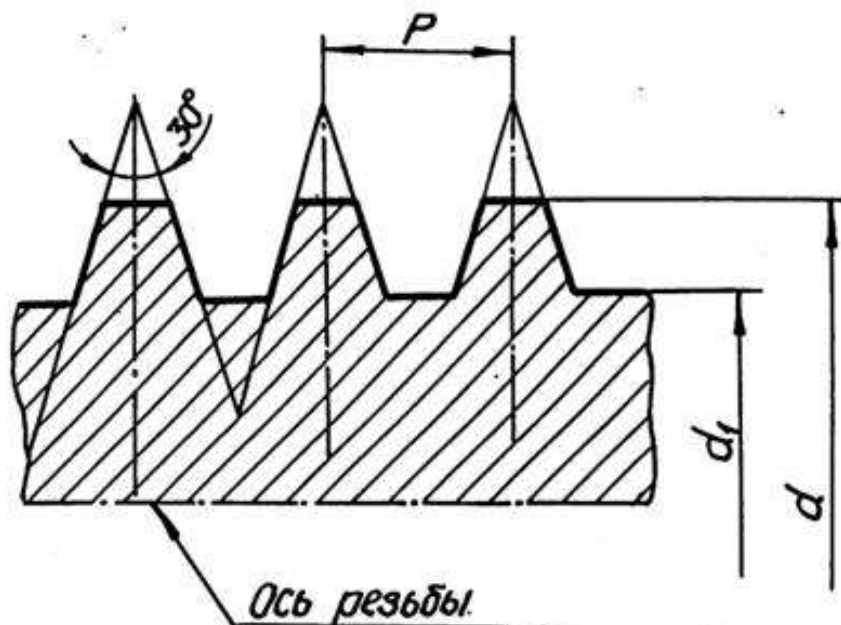


Рис. 6

Симметричный профиль резьбы позволяет применять ее для риверсивных винтовых механизмов. Одинаковые зазоры по наружному и внутреннему диаметрам создают благоприятные условия для смазывания. Трапецеидальная резьба может быть однозаходной и многозаходной, правой и левой.

Номинальные размеры трапецеидальной однозаходной резьбы устанавливает ГОСТ 24738-81.

Условное обозначение однозаходной трапецеидальной резьбы включает буквы *Tr*, номинальный диаметр и шаг, а также буквы *LH* для левой резьбы, например, *Tr40 3LH*.

Основные размеры и допуски резьбы трапецеидальной многозаходной устанавливает ГОСТ 24739-81.

Условное обозначение трапецеидальной многозаходной резьбы содержит буквы *Tr*, номинальный диаметр, числовое значение хода и в скобках буква *P* с числовым значением шага, например, *Tr20 4(P2)LH*.

В производственных чертежах в обозначение резьбы обязательно включают обозначение поля допуска, состоящее из цифры, показывающей степень точности среднего диаметра резьбы и буквы латинского алфавита, обозначающей основное отклонение этого диаметра, например, *Tr20 4(P2)LH-8H/8e*.

2 . 4 . Упорная резьба

Упорная резьба обладает высокой прочностью и высоким КПД. Она применяется в грузовых винтах для передачи больших усилий, действующих в одном направлении в мощных домкратах, прессах и т. д.

Профиль резьбы (рис. 7) представляет собой трапецию, одна сторона которой является рабочей стороной профиля, и ее положение определяется углом наклона α . Другая сторона трапеции (нерабочая сторона профиля) имеет угол наклона 30° .

Профиль и параметры упорной резьбы предусматривает ГОСТ 10177-82. Для упорной резьбы предусмотрены номинальные диаметры резьбы от 10 до

640 мм, резьба может выполняться с разными шагами при одном и том же диаметре.

На чертеже упорная резьбы обозначается буквой *S*, номинальным диаметром и шагом, например: резьба упорная левая, имеющая номинальный диаметр 80 мм и шаг 16 мм – *S80 16 LH*.

В прессостроении применяется также упорная резьба, профиль которой представляет собой неравнобочную трапецию с углом рабочей стороны 0 и нерабочей – 45°. Усиленная упорная резьба предусмотрена для диаметров от 80 до 2000 мм.

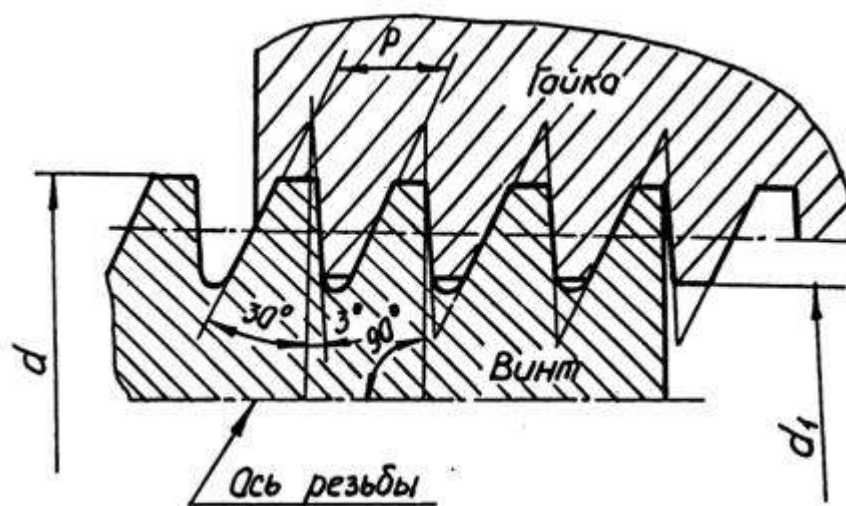


Рис. 7

2 . 5 . Прямоугольная и квадратная резьбы

Прямоугольная и квадратная резьбы имеют высокий КПД и дают большой выигрыш в силе, поэтому они применяются для передачи осевых усилий в грузовых винтах и движения в ходовых винтах.

Прямоугольная и квадратная резьбы не стандартизованы, так как имеют следующие недостатки:

- в соединении (типа «болт – гайка») трудно устроить биение;
- они обладают прочностью меньшей, чем трапецидальная резьба, так как основание витка у трапецидальной резьбы при одном и том же шаге шире, чем у прямоугольной или квадратной резьбы;
- их труднее изготовить, чем трапецидальную.

В соответственных соединениях эти резьбы заменены трапецидальными. При изображении этих резьб обязательно указывают ее профиль и размеры (рис. 8). Диаметр резьбы предпочтительно выбирать из ряда номинальных диаметров метрической резьбы.

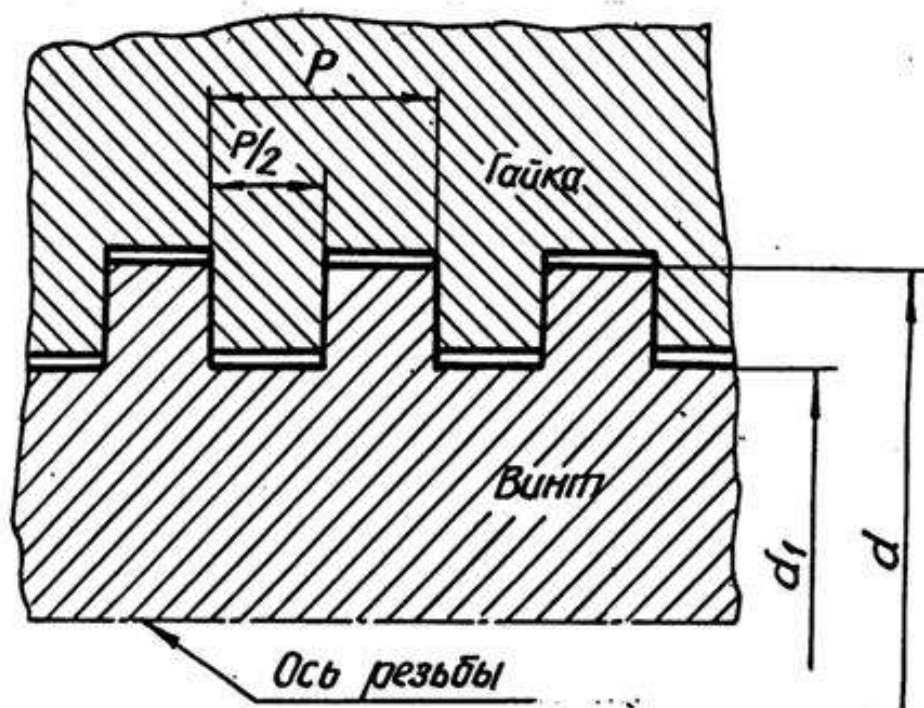


Рис.8

3. ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЗЬБЫ

Все резьбы, независимо от их типа, изображаются на чертежах условно в соответствии с ГОСТ 2.311-68.

Основная условность заключается в проведении сплошной толстой линии вместо выступов резьбы и тонкой сплошной линии вместо впадин; витки резьбы не изображаются. Границу резьбы упрощенно изображают прямой, перпендикулярной к оси изображения; эта прямая, если она видимая, выполняется сплошной толстой линией.

3.1. Изображение наружной резьбы

Изображение резьбы содержит линии, соответствующие: оси резьбы, наружному и внутреннему диаметрам резьбы и границе резьбы. Резьбу на стержне изображают сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по внутреннему диаметру (рис. 9).

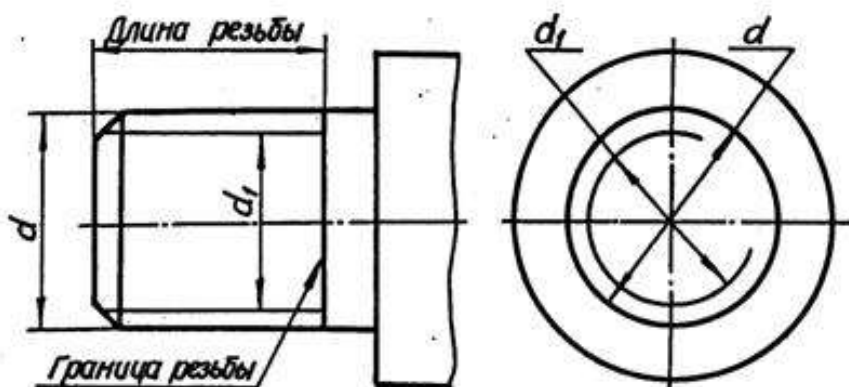


Рис.9

При изображении на плоскости, параллельной оси резьбы, тонкая линия должна пересекать границу фаски на конце стержня и доходить до сплошной линии, ограничивающей резьбу.

При изображении резьбы на плоскости, перпендикулярной к оси резьбы, тонкую линию окружности внутреннего диаметра резьбы проводят в виде дуги, примерно равной $\frac{3}{4}$ этой окружности. Разрыв окружности допускается делать в любом месте. Расстояние между сплошной и тонкой линиями обычно принимают равным не менее 0,8 мм и не более шага резьбы.

Не принято на этом виде показывать фаску, а также начинать и кончать тонкую линию на центровых (осевых линиях).

3. 2. Изображение внутренней резьбы

Резьбу в отверстии изображают в плоскости разреза сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями – по наружному диаметру.

На виде, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси резьбы, наружный диаметр резьбы изображают сплошной тонкой линией, приблизительно равной $\frac{3}{4}$ окружности, разомкнутой в любом месте.

Штриховку на разрезах и сечениях наносят до сплошных основных линий, соответствующих внутреннему диаметру резьбы в отверстии или наружному диаметру резьбы на стержне.

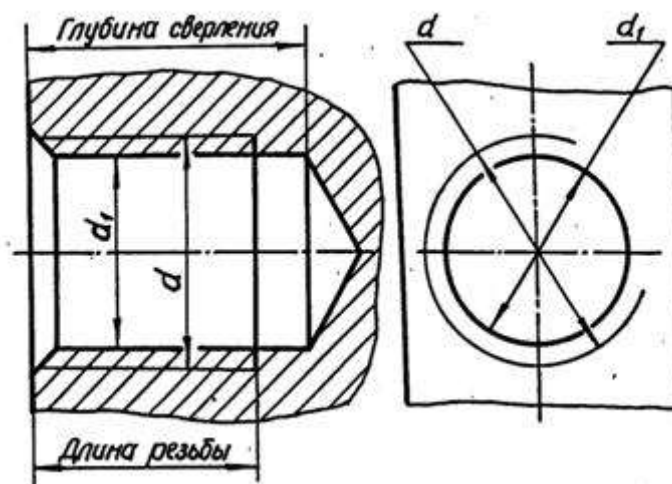


Рис. 10

3 . 3 . Изображение специальных резьб

При изображении резьб нестандартного профиля обязательно выявлять профиль резьбы либо с помощью местного разреза, либо – выносного элемента, указывая все необходимые размеры (наружный и внутренний диаметр резьбы, ширину впадины и шаг резьбы), а также и дополнительные данные: число захо-дов для многозаходной резьбы, направление для левой резьбы (рис. 11).

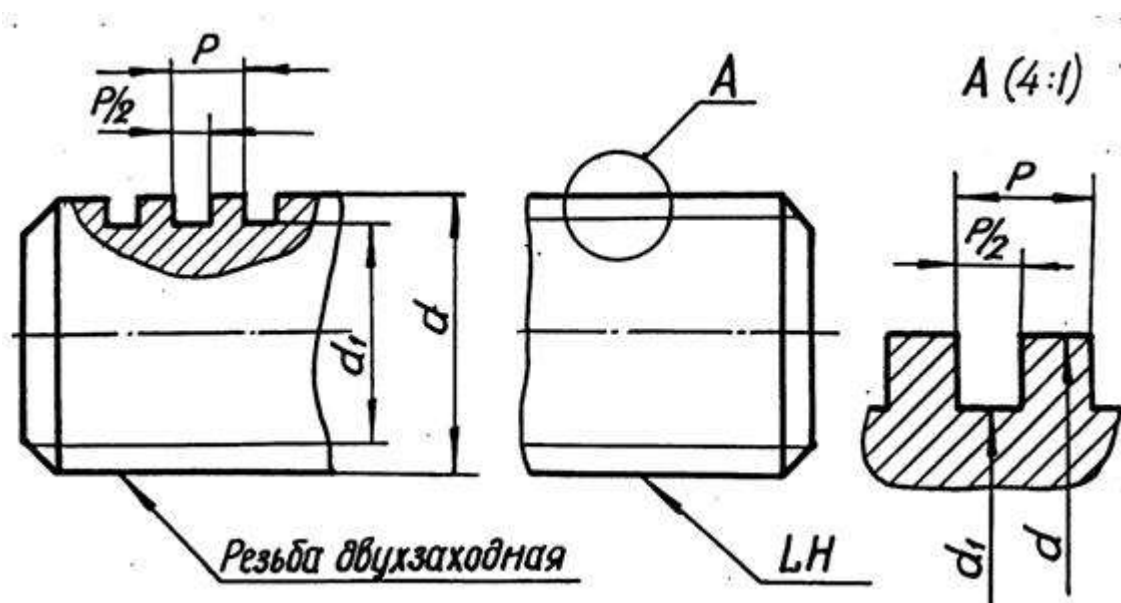


Рис. 11

3 . 4 . Изображение резьбового соединения

На разрезах резьбового соединения наружный диаметр стержня изображают сплошной основной линией, а внутренний диаметр резьбы – сплошной тонкой линией. В отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня (рис. 12).

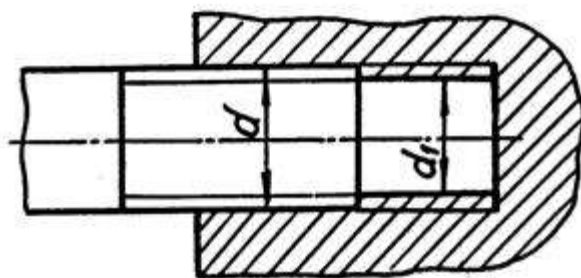
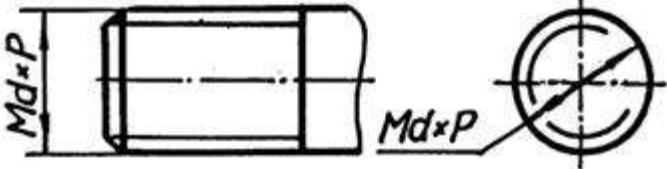
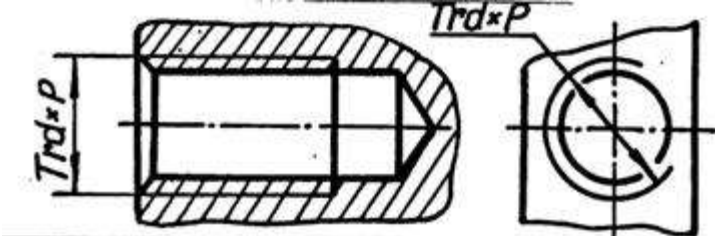
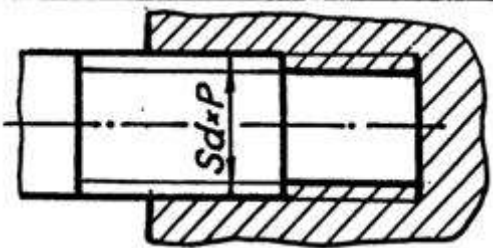
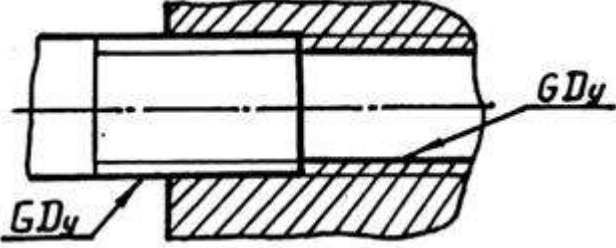


Рис. 12

4. ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ НА ЧЕРТЕЖАХ

Обозначение стандартных резьб указывают по соответствующим нормативным документам. Условные обозначения резьб рассмотрены в гл. 2. Обозначение резьб на чертежах относят к ее наружному диаметру за исключением трубной и конической резьб, которые обозначают на линиях-выноски, оканчивающихся стрелкой. Стрелку проводят от контура резьбы (сплошной основной линии) (табл. 1).

Таблица 1

Типы резьб	Обозначение
Метрическая	
Тrapeцеидальная	
Упорная	
Трубная резьба цилиндрическая	

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЗЬБЫ

В зависимости от условий и характера производства выполнение резьбы может осуществляться различными способами и инструментами. Для нарезания наружной резьбы применяется плашка, диаметр которой определяется диаметром и шагом резьбы. Метчик применяется для нарезания внутренней резьбы. Часто резьба нарезается на токарных или револьверных станках при помощи резца, заточенного в соответствии с профилем нарезаемой резьбы.

Резьбы имеют технологические элементы, связанные с выходом режущего инструмента из тела детали, к которым относятся: сбег, недорез, проточка и фаска. Технологические параметры резьбы зависят от угла заборной части резбонарезающего инструмента и шага резьбы (параметры трубной цилиндрической резьбы зависят от диаметра условного прохода резьбы) и соответствуют ГОСТ 27148-86.

5.1. Сбег резьбы

Заборный участок плашки оставляет на стержне резьбу с постепенно уменьшающимся профилем. Длина участка неполноценной резьбы в конце резьбовой части детали, где глубина ее сходит на нет, называется сбегом резьбы. Сбег резьбы изображают сплошными тонкими линиями (рис. 13). Размер длины резьбы на стержне и в отверстии указывают, как правило, без сбega, но его учитывают при конструировании деталей.

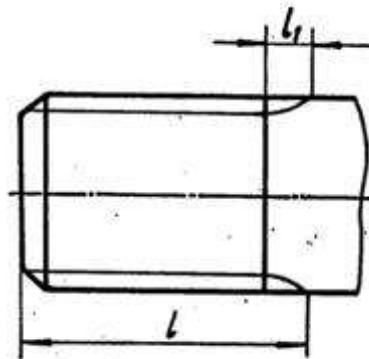


Рис. 13

5 . 2 . Недовод резьбы

В случае, когда вырезаемая часть стержня ограничивается опорной поверхностью (буртиком, головкой, заплечником), при нарезании резьбы плашка во избежание поломки, обычно не доводится до упора в эту поверхность. Величина ненарезанной части детали между концом сбега резьбы и упорной поверхностью называется недоходом резьбы. Недовод зависит от шага резьбы; он не больше двух шагов, а для внутренней – не более трех шагов.

5 . 3 . Недорез резьбы

Длина участка детали, состоящая из недохода и сбега при нарезании резьбы в упор называется недорезом (рис. 14).

Численные значения сбега и недохода резьбы стандартизованы ГОСТ 27148-86. Рекомендуется принимать длину участка недореза равной примерно трем шагам, но не более $0,5 d$, где d – размер номинального диаметра резьбы.

5 . 2 . Фаска

До нарезания резьбы на конце стержня и в начале отверстия выполняются фаски. Эти фаски представляют собой коническую поверхность, образующая которой составляет с осью резьбы угол 45° . Фаски упрощают процесс нарезания резьбы и облегчают соединение между собой резьбовых деталей.

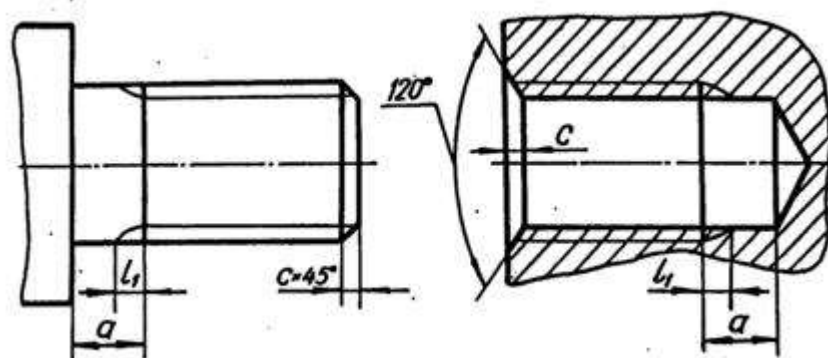


Рис. 14

5.5. Проточка

С целью облегчения процесса нарезания резьбы обычно выполняются наружные или внутренние проточки для выхода резьбонарезающего инструмента. Если на участке сбега резьбы заранее вытачивается канавка, то при нарезании резьбы режущая часть инструмента выйдет в нее, и резьба на всем протяжении имеет полный профиль. Проточки могут иметь прямоугольный или полукруглый профиль.

Диаметр наружной проточки выполняется несколько меньшим внутреннего диаметра резьбы, диаметр же внутренней проточки выполняется несколько большим наружного диаметра резьбы (рис. 15).

Форма и размеры наружных и внутренних проточек зависят от типа резьбы и ее шага и устанавливаются ГОСТ 27148-86.

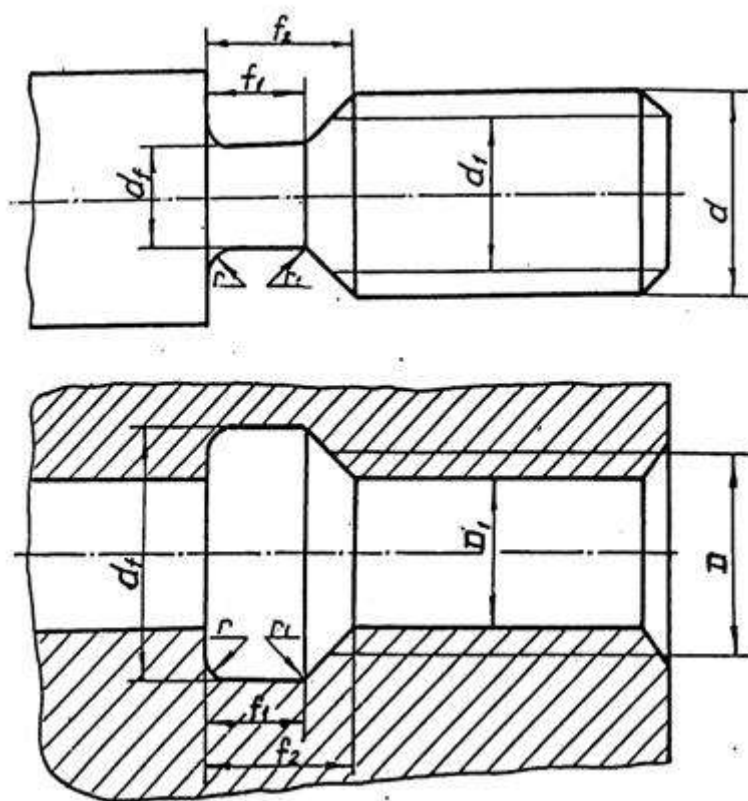


Рис. 15

6. ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «РЕЗЬБЫ»

6.1. Цель задания

Целью задания является изучение резьб, применяемых в машиностроении, условное изображение и обозначение резьбы и ее технологических элементов. При изучении резьбы и выполнении задания студент должен приобрести навыки общения с государственными стандартами по данной теме.

6.2. Содержание задания

Задание выполняется карандашом на формате Ф3 в масштабе 1:1. Вычертить вал в соответствии со своим вариантом, обозначив размеры технологических элементов резьб.

Выполнить сечение по шпоночному пазу.

Варианты заданий

Таблица 2

Номер варианта	Тип вала	Диаметр вала D_B	Левый конец вала			Правый конец вала		
			Тип резьбы	d	P	Тип резьбы	d	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	I	80	<i>M</i>	64	4,0	<i>S</i>	28	5,0
2	II	60	<i>Tr</i>	42	3,0	<i>M</i>	27	2,0
3	III	70	<i>M</i>	64	6,0	<i>Tr</i>	42	3,0
4	IV	26	<i>M</i>	24	3,0	<i>Tr</i>	40	3,0
5	I	60	<i>M</i>	42	4,0	<i>Tr</i>	48	3,0
6	II	63	<i>M</i>	30	3,5	<i>Tr</i>	44	3,0
7	III	71	<i>Tr</i>	50	3,0	<i>M</i>	27	3,0
8	IV	27	<i>M</i>	27	3,0	<i>Tr</i>	42	3,0
9	I	63	<i>M</i>	42	3,0	<i>S</i>	20	2,0
10	II	70	<i>Tr</i>	48	3,0	<i>M</i>	36	4,0
11	III	73	<i>M</i>	64	4,0	<i>Tr</i>	48	3,0

Продолжение табл. 2

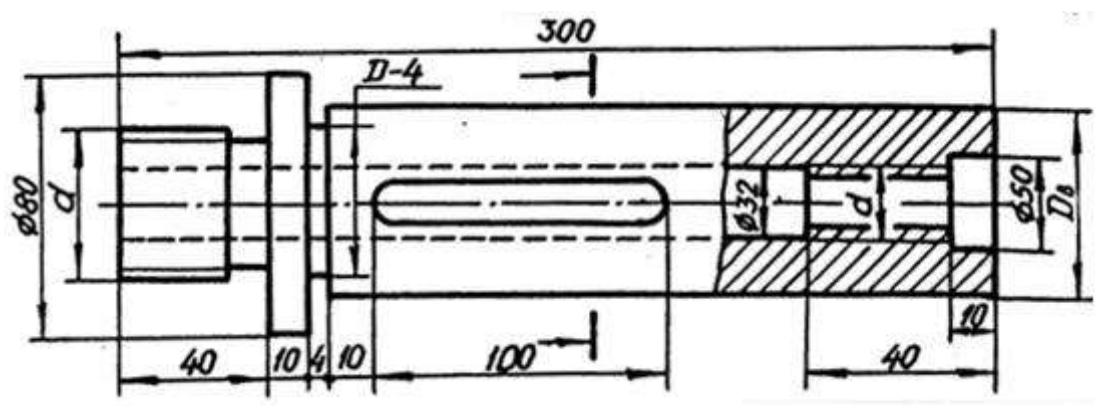
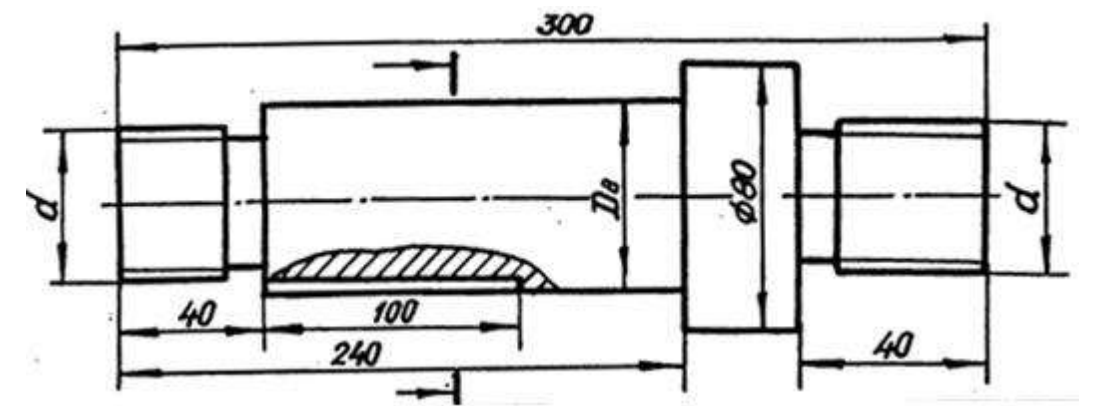
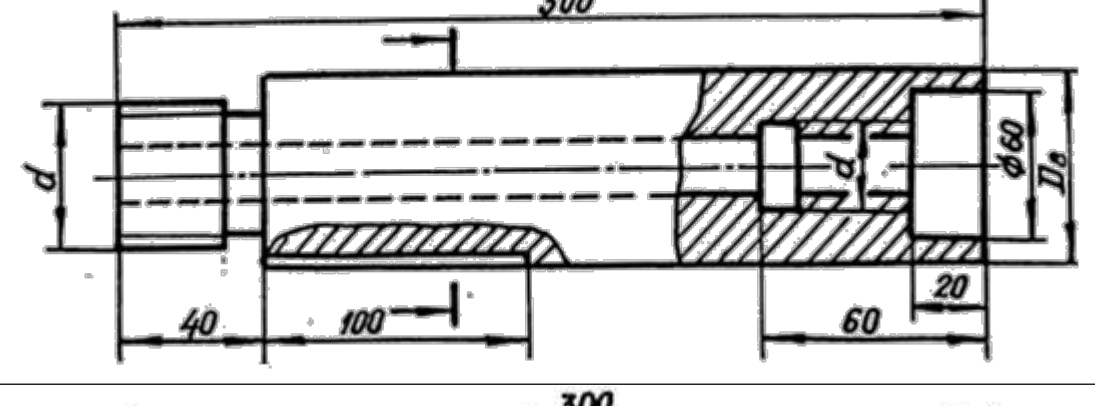
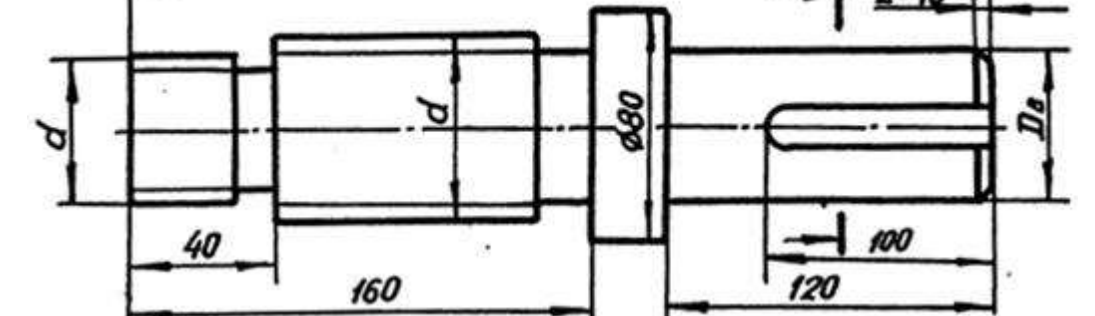
1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	IV	30	<i>M</i>	30	3,5	<i>Tr</i>	42	3,0
13	I	70	<i>M</i>	64	3,0	<i>Tr</i>	24	2,0
14	II	60	<i>M</i>	48	2,0	<i>Tr</i>	40	3,0
15	III	75	<i>M</i>	60	4,0	<i>Tr</i>	42	3,0
16	IV	40	<i>M</i>	42	3,0	<i>Tr</i>	65	4,0
17	I	71	<i>M</i>	64	3,0	<i>Tr</i>	46	3,0
18	II	65	<i>Tr</i>	28	2,0	<i>M</i>	30	3,5
19	III	78	<i>M</i>	45	4,5	<i>Tr</i>	30	3,0
20	IV	28	<i>M</i>	24	2,0	<i>Tr</i>	44	3,0
21	I	73	<i>M</i>	52	5,0	<i>Tr</i>	28	2,0
22	II	67	<i>M</i>	42	3,0	<i>Tr</i>	30	3,0
23	III	80	<i>Tr</i>	50	3,0	<i>M</i>	24	3,0
24	IV	32	<i>M</i>	27	2,0	<i>Tr</i>	46	3,0
25	I	75	<i>M</i>	48	3,0	<i>S</i>	22	2,0
26	II	71	<i>Tr</i>	65	4,0	<i>M</i>	48	3,0
27	III	82	<i>M</i>	56	5,5	<i>Tr</i>	40	3,0
28	IV	32	<i>M</i>	30	3,0	<i>Tr</i>	48	3,0
29	I	80	<i>M</i>	42	4,0	<i>Tr</i>	24	2,0
30	II	73	<i>M</i>	64	3,0	<i>Tr</i>	50	3,0
31	III	85	<i>Tr</i>	46	3,0	<i>M</i>	22	2,5
32	IV	28	<i>M</i>	24	1,5	<i>Tr</i>	40	3,0
33	I	85	<i>M</i>	48	4,0	<i>S</i>	32	6,0
34	II	80	<i>Tr</i>	42	3,0	<i>M</i>	33	2,0
35	III	70	<i>M</i>	39	1,5	<i>Tr</i>	24	2,0
36	IV	40	<i>M</i>	39	1,5	<i>Tr</i>	50	3,0
37	I	82	<i>M</i>	56	5,5	<i>Tr</i>	24	2,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	II	72	<i>M</i>	48	4,0	<i>Tr</i>	50	3,0
39	III	71	<i>Tr</i>	50	3,0	<i>M</i>	30	3,5
40	IV	36	<i>M</i>	42	2,0	<i>Tr</i>	52	3,0
41	I	63	<i>M</i>	48	2,0	<i>S</i>	26	5,0
42	II	71	<i>Tr</i>	65	4,0	<i>M</i>	36	3,0
43	III	73	<i>M</i>	48	3,0	<i>Tr</i>	28	2,0
44	IV	40	<i>M</i>	42	4,5	<i>Tr</i>	60	3,0
45	I	80	<i>M</i>	64	6,0	<i>Tr</i>	28	2,0
46	II	75	<i>M</i>	30	3,0	<i>Tr</i>	24	2,0
47	III	75	<i>Tr</i>	65	4,0	<i>M</i>	36	3,0
48	IV	28	<i>M</i>	24	3,0	<i>Tr</i>	40	3,0
49	I	65	<i>M</i>	42	3,0	<i>S</i>	26	2,0
50	II	80	<i>Tr</i>	55	3,0	<i>M</i>	39	4,0
51	III	78	<i>M</i>	64	4,0	<i>Tr</i>	44	3,0
52	IV	32	<i>M</i>	27	2,0	<i>Tr</i>	42	3,0
53	I	67	<i>M</i>	48	5,0	<i>S</i>	26	2,0
54	II	82	<i>M</i>	48	2,0	<i>Tr</i>	65	4,0
55	III	80	<i>Tr</i>	52	3,0	<i>M</i>	36	4,0
56	IV	40	<i>M</i>	42	4,0	<i>Tr</i>	65	4,0
57	I	78	<i>M</i>	48	4,0	<i>S</i>	32	6,0
58	II	85	<i>Tr</i>	42	3,0	<i>M</i>	42	4,0
59	III	82	<i>M</i>	48	3,0	<i>S</i>	32	3,0
60	IV	36	<i>M</i>	30	1,5	<i>Tr</i>	44	3,0

Типы валов

Таблица 3

Тип вала	Исходный чертеж	
	Левый конец вала	Правый конец вала
I		
II		
III		
IV		

7. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

7.1. Конец вала с метрической резьбой на стержне

По заданию на конце вала необходимо изобразить метрическую резьбу с ее технологическими элементами и нанести размерную сетку (рис. 16).

Приступая к вычерчиванию, рекомендуется необходимые размеры сводить в табл. 4, например, требуется изобразить метрическую резьбу с номинальным диаметром 36 мм и шагом 3 мм.

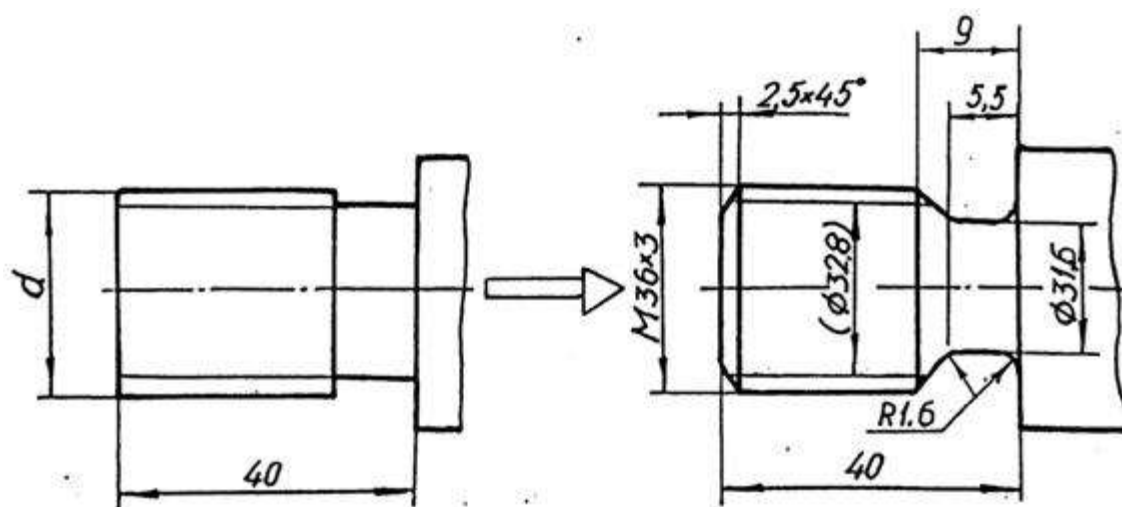


Рис. 16

Таблица 4

Размеры	Обозначение	Величина	Номер табл.	Стр.
Тип резьбы	<i>M</i>		2	20...22
Номинальный диаметр резьбы	<i>d</i>	36		
Шаг резьбы	<i>P</i>	3	2	
Вид шага		мелкий	5	
Внутренний диаметр резьбы	<i>D₁</i>	32,8	5	
Диаметр проточки	<i>d</i>	<i>d</i> -4,4	6	
Ширина проточки (нормальной)	<i>f₁ min</i>	5,2	6	
	<i>f₂ max</i>	9,0	6	
Радиусы скругления проточки	<i>r</i>	<i>P</i> : 2~1,6	6	
Высота фаски	<i>c</i>	2,5	6	

Таблица 5

Шаг метри- ческой резь- бы P	Диаметр резьбы		Шаг метри- ческой резь- бы P	Диаметр резьбы	
	наружный $d(D)$	внутренний $d_1(D_1)$		наружный $d(D)$	внутренний $d_1(D_1)$
с крупным шагом			с мелким шагом		
1	6	4,9	1,5	24	22,4
1,25	8	6,6		30	28,4
1,5	10	8,4		39	37,4
1,75	12	10,1	2	20	17,8
2	14	11,8		24	21,8
2	16	13,8		27	24,8
2,5	18	15,3		30	27,8
2,5	20	17,3		33	30,8
2,5	22	19,3		36	33,8
3	24	20,8		42	39,8
3	27	23,8		48	45,8
3,5	30	26,2		72	69,8
2,5	33	29,2	3	30	26,8
4	36	31,7		36	33,8
4	39	34,7		42	38,8
4,5	42	37,1		48	44,8
4,5	45	40,1		64	60,8
5	48	42,3	4		
5	52	46,6		42	37,7
5,5	56	50,0		48	43,7
5,5	60	54,0		64	59,7
6	64	57,5			
6	68	61,5			

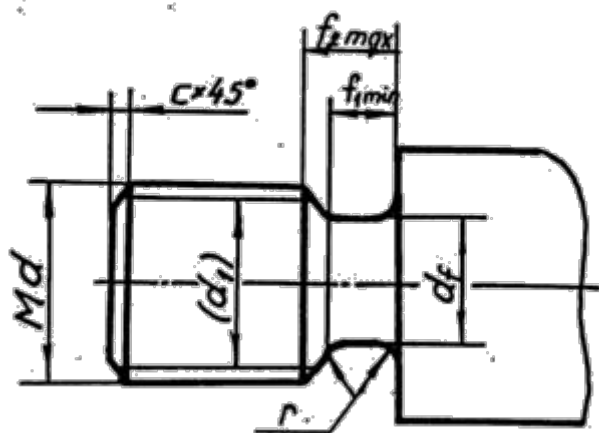


Таблица 6

Шаг резьбы	Номинальный диаметр резь- бы с крупным шагом	d_f	Проточка нор- мальная		Проточка уз- кая		r $0,5P$	c
			f_{1min}	f_{2max}	f_{1min}	f_{2max}		
1	6; 7	$d-1,6$	1,6	3,0	1,1	2,5	0,6	1,0
1,5	10	$d-2,3$	2,5	4,5	1,8	3,8	0,8	1,6
2	14; 16	$d-3,0$	3,4	6,0	2,5	5,0	1,0	2,0
2,5	18; 20; 22	$d-3,6$	4,4	7,5	3,2	6,3	0,2	2,5
3	24; 27	$d-4,4$	5,2	9,0	3,7	7,5	1,6	2,5
3,5	30; 33	$d-5,0$	6,2	10,5	4,7	9,0	1,6	2,5
4	36; 39	$d-5,7$	7,0	12,0	5,0	10,0	2,0	3,0
4,5	42; 45	$d-6,4$	8,0	13,5	5,5	11,0	2,0	3,0
5	48; 52	$d-7,0$	9,0	15,0	6,5	12,5	2,5	4,0
5,5	56; 60	$d-7,7$	11,0	17,5	7,5	14,0	3,2	4,0
6	64; 68	$d-8,3$	11,0	18,0	8,0	15,0	3,2	4,0

7.2. Конец вала с метрической резьбой в отверстии

При вычерчивании в отверстии метрической резьбы внутренний диаметр определяется по табл. 5, а размеры проточки – по табл. 7.

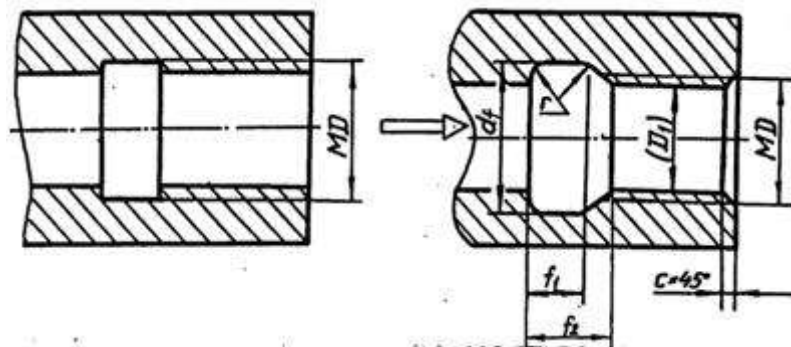
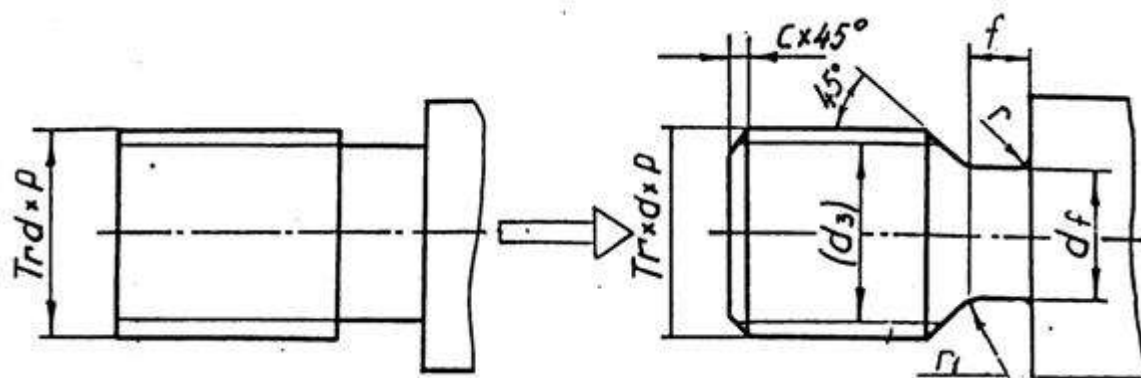


Таблица 7

Шаг резьбы	d_f	Проточка нор- мальная		Проточка узкая		r $0,5P$	c
		$f_{1\min}$	$f_{2\max}$	$f_{1\min}$	$f_{2\max}$		
1	$d+0,5$	4	5,2	2,5	3,7	0,6	1,0
1,5	$d+0,5$	6	7,8	3,8	5,6	0,8	1,6
2	$d+0,5$	8	10,3	5,0	7,3	1,0	2,0
2,5	$d+0,5$	10	13,0	6,3	9,3	0,2	2,5
3	$d+0,5$	12	15,2	7,5	10,7	1,6	2,5
3,5	$d+0,5$	14	17,0	9,0	12,7	1,6	2,5
4	$d+0,5$	16	20,0	10,0	14,0	2,0	3,0
4,5	$d+0,5$	18	23,0	11,0	16,0	2,0	3,0
5	$d+0,5$	20	26,0	12,5	18,5	2,5	4,0
5,5	$d+0,5$	22	28,0	14,0	20,0	3,2	4,0
6	$d+0,5$	24	30,0	15,0	21,0	3,2	4,0

7.3. Конец вала с трапецеидальной резьбой на стержне

При вычерчивании резьбы на стержне внутренний диаметр определяют по табл. 8, а размеры проточки – по табл. 9.



Шаг резьбы P	Диаметр			
	Наружная резьба		Внутренняя резьба	
	d, D	d_3	D_1, d_1	D_4
2	24	21,5	22,0	24,5
	28	25,6	26,0	28,5
3	30	26,5	27,0	30,5
	40	36,5	37,0	40,5
	42	38,5	39,0	42,5
	44	40,5	41,0	44,5
	46	42,5	43,0	46,5
	48	44,5	45,0	48,5
	50	46,5	47,0	50,5
	52	48,5	49,0	52,5
	55	51,5	52,0	55,5
	60	56,5	57,0	60,5
4	65	60,5	61,0	65,5

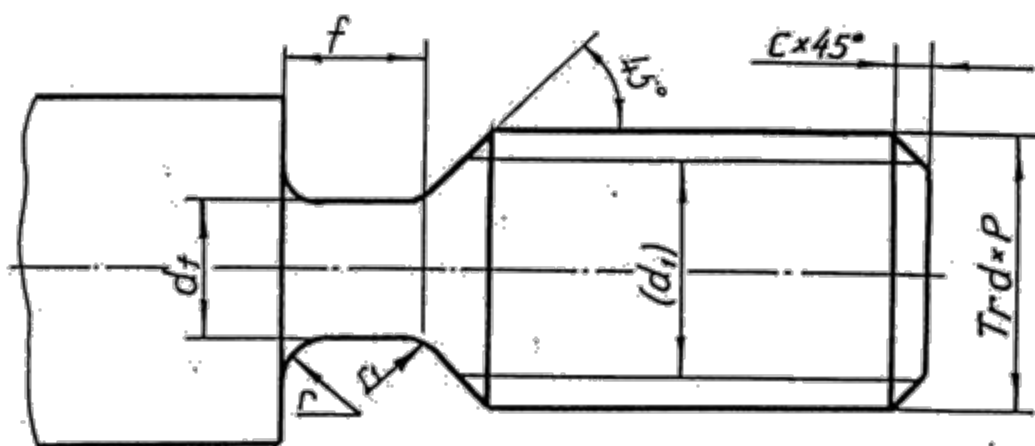


Таблица 9

Шаг резь- бы	d_f	f_1	r	r_1	c
2	$d-3,0$	3	1,0	0,5	1,6
3	$d-4,2$	5	1,6	0,5	2,0
4	$d-5,2$	6	1,6	1,0	2,5
5	$d-7,0$	8	2,0	1,0	3,0
6	$d-8,0$	10	3,0	1,0	3,5
8	$d-10,2$	12	3,0	1,0	4,5
10	$d-12,5$	16	3,0	1,0	5,5

7.4. Конец вала с трапецеидальной резьбой в отверстии

При вычерчивании трапецеидальной резьбы в отверстии следует учитывать зазор между стержнем и «гайкой», изображение выполняют по размерам диаметров, указанных в табл. 8, но на чертеже обозначают резьбу по номинальному размеру. Проточку вычерчивают по размерам, приведенным в табл. 10.

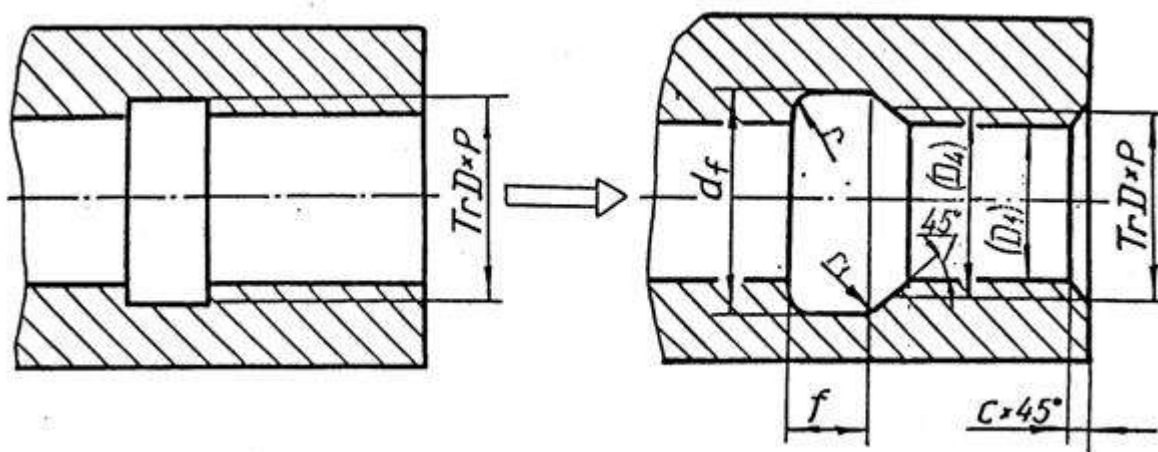


Таблица 10

Шаг резьбы	d_f	f_1	r	r_1	c
2	$d+1,0$	3	1,0	0,5	1,6
3	$d+1,0$	5	1,6	0,5	2,0
4	$d+1,1$	6	1,6	1,0	2,5
5	$d+1,6$	8	2,0	1,0	3,0
6	$d+1,6$	10	3,0	1,0	3,5
8	$d+1,8$	12	3,0	1,0	4,5
10	$d+1,8$	16	3,0	1,0	5,5

7.5. Конец вала с упорной резьбой в отверстии

Размеры, необходимые для вычерчивания упорной резьбы, представлены в табл. 11.

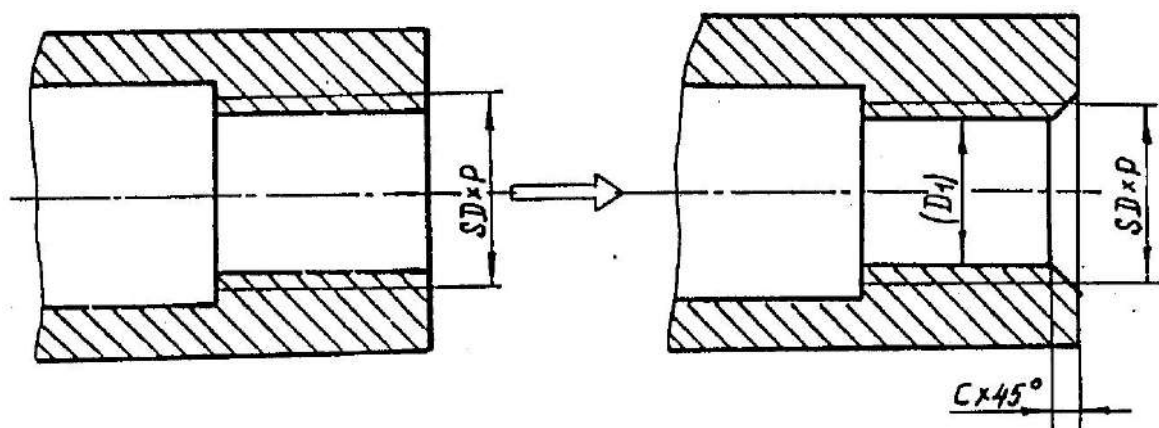


Таблица 11

Шаг резьбы p	Диаметр		Фаска c
	Наружный d, D	Внутренний D_1	
2	20	17,0	1,6
2	22	19,0	1,6
2	26	23,0	1,6
3	32	27,5	2,0
5	26	18,5	3,0
5	28	20,5	3,0
6	32	23,0	3,5

7.6. Изображение шпоночного паза Г ОСТ 233 60 – 78

Шпонкой называется деталь, устанавливаемая в пазах двух соприкасающихся деталей для предотвращения их относительного перемещения и для передачи крутящего момента.

Форму шпоночного паза на валу обычно показывают сечением. Размеры шпоночного паза, зависящие от диаметра цапфы вала, представлены в табл. 12.

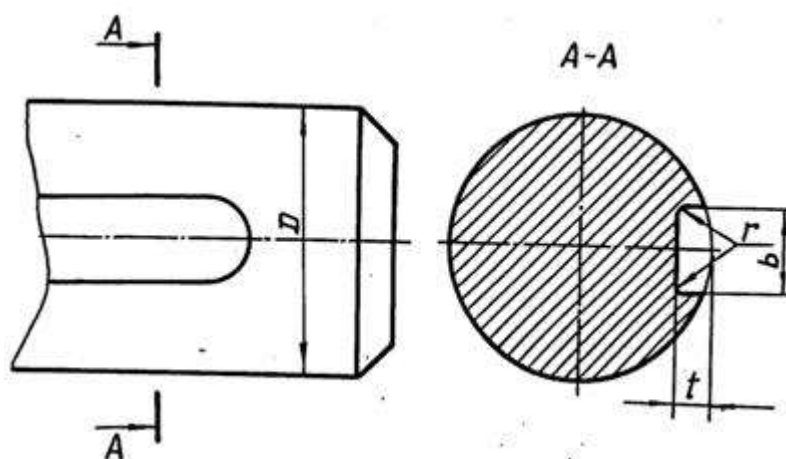
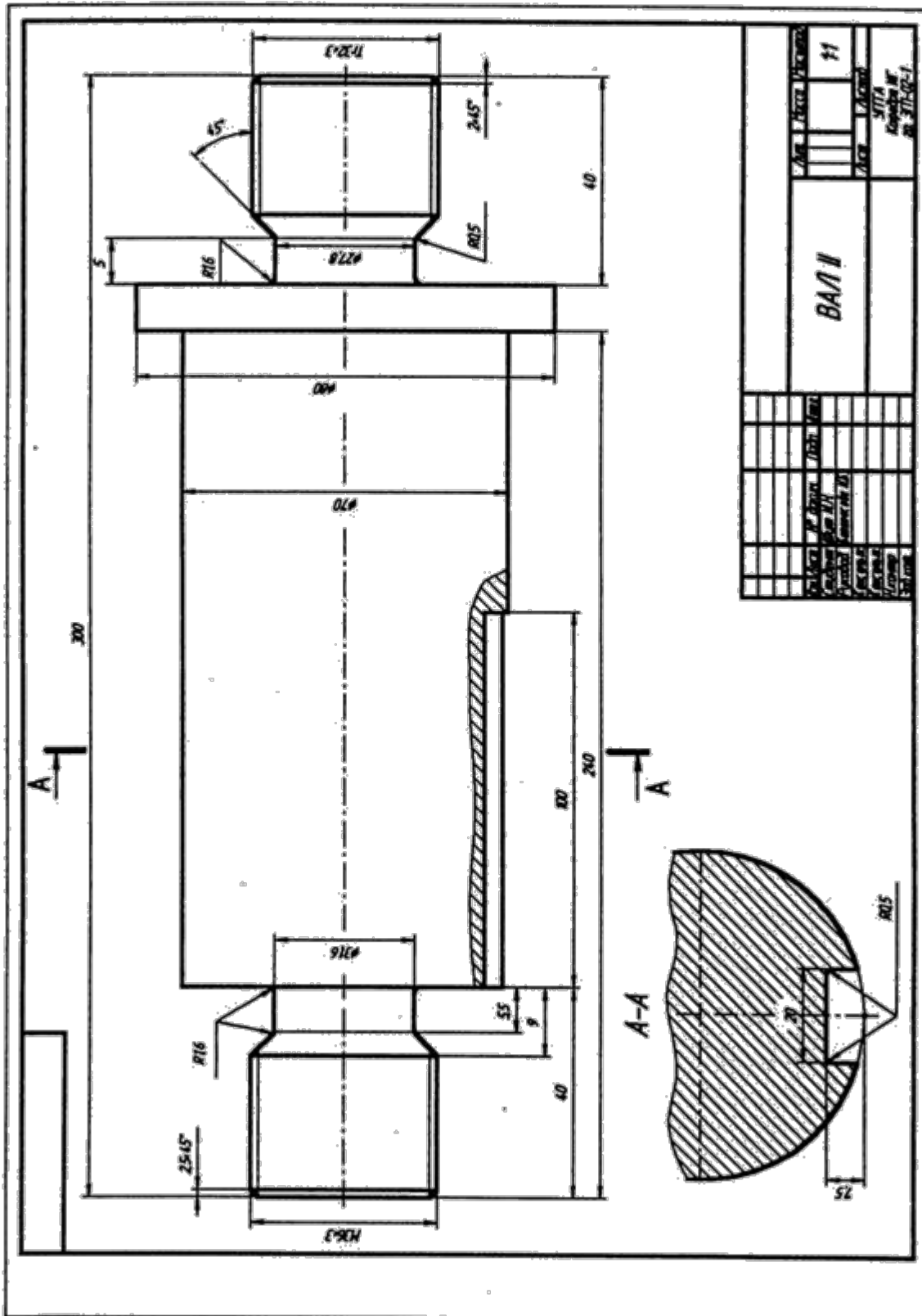


Таблица 12

Диаметр вала О	Шпоночный паз		
	Ширина <i>b</i>	Глубина <i>t</i>	Радиус закругления <i>r</i>
Свыше 22 до 30	8	4,0	От 0,16 до 0,25
30 38	10	5,0	0,25 0,40
38 44	12	5,0	0,16 0,40
44 50	14	5,5	0,25 0,40
50 58	16	6,0	0,25 0,40
58 65	18	7,0	0,25 0,40
65 75	20	7,5	0,40 0,60
75 85	22	9,0	0,40 0,60



СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анурьев В. И.* Справочник конструктора-машиностроителя. Т. 1. – М.: Машиностроение, 1990.
2. *Баева Г. Г.* Условности машиностроительного черчения. Методическая разработка. Свердловский горный институт. – Свердловск, 1976.
3. ГОСТ 27148-86 (СТ СЭВ 214-86). Выход резьбы, сбеги, недорезы, проточки. Размеры.
4. *Попова Г. Н., Алексеев С. Ю.* Машиностроительное черчение. Справочник. – М.: Машиностроение, 1986.
5. *Потишко А. В., Крушевская Д. П.* Справочник по инженерной графике. – Киев: Будівельник, 1983.
6. Резьбы. – М.: Изд. стандартов, 1985.
7. *Розов С. В.* Курс машиностроительного черчения с элементами автоматизированного контроля. - М.: Машиностроение, 1980.
8. *Чекмарев А. А., Осипов В. К.* Справочник по машиностроительному черчению. М.: Высшая школа, 1994.

Ирина Борисовна Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

«Резьба»

Методическое пособие

по теме «Условности машиностроительного черчения»

для самостоятельной работы студентов

всех специальностей и направлений»

Подписано в печать 201 г.

Бумага офсетная. Формат бумаги 60 84 1/16. Гарнитура Times New Roman. Печать на
ризографе. Печ. л. 2,4 Уч.-изд. 2,05. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30 Уральский
государственный горный университет

Отпечатано с оригинал-макета

в лаборатории множительной техники УГГУ

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
Горно-технологического
факультета



Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

Для заочников

Методическое пособие

по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Введение

Практическая часть курса начертательной геометрии при заочной форме обучения состоит из контрольных работ. В каждой контрольной работе нужно выполнить несколько задач. Последовательность задач и контрольных работ подобрана в соответствии с методической последовательностью изучения курса начертательной геометрии.

Варианты индивидуальных заданий каждой задачи представлены в таблицах приложения, в конце первой части пособия дается список рекомендуемой литературы для самостоятельного изучения курса начертательной геометрии и использованной для составления настоящего пособия.

Решение задач оформляется на листах чертежной бумаги формата А3(297х420) в соответствии со Стандартами ЕСКД (ГОСТ 2.301-ГОСТ 2.304-81) [1, 3]. контуры геометрических элементов на проекциях обводятся сплошной основной линией (ГОСТ 2.303-68), невидимые контуры проводятся штриховой линией, оси вращения поверхностей вращения и центровые линии на окружностях проводятся штрихпунктирными линиями, вспомогательные линии - оси проекций, линии проекционной связи, выносные и размерные линии, линии штриховки проводятся тонкой сплошной линией.

Варианты задания определяются суммой трех последних чисел шифра, например, студент, имеющий шифр ШС-99223, выполняет задание седьмого варианта ($2+2+3=7$).

Студенты, обучающиеся по направлению 150400 "Технологические машины и оборудование", имеющие шифр специальности ГМК, ГРМ, ГЭМ, АСГ, выполняют в первом семестре все три контрольные работы.

Студенты, обучающиеся по направлению 130400 -"Горное дело" (ПРМ, ШС, МД, ОГР, ОПИ), выполняют в первом семестре контрольные работы №1 и №2.

В методических рекомендациях по решению задач даются сноски на литературу, например, [4], о. 42, рис. 2.38, рис. 2.39, - этот вопрос можно изучить по литературе [4] (см. список рекомендуемой литературы) на странице 42 рис. 2.38 и рис. 2.39. При решении задач настоятельно рекомендуется использовать учебник [2] параллельно с учебным пособием [4].

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

Контрольная работа №1 содержит четыре задачи. Работа оформляется на трех листах формата А3.

ЛИСТ 1

Задача 1. Определить линию пересечения плоских фигур, видимость их на плоскостях проекций и натуральную величину треугольника ABC .¹

Решение. На левой стороне формата А3 проводятся тонкими линиями оси проекций (рис. 1), и по данным варианта из таблицы 1 приложения (с. 31) по координатам строятся вершины треугольников, тонкими линиями - проекции треугольников ABC и DEK .

Две плоскости пересекаются по прямой линии. Чтобы ее построить на чертеже, нужно иметь две общие точки заданных треугольников. Общие точки плоскостей определяются решением задачи пересечения прямой линии с плоскостью ([4], с. 54, рис. 66, рис. 67)¹. В задаче I рекомендуется выполнить очень четко всю последовательность операций построения линии пересечения плоских фигур и определения видимости на проекциях.

Алгоритм решения задачи 1:

1. Определяется точка пересечения стороны AB с плоскостью DEK (см. рис. 1).

1.1. Через прямую AB проводится горизонтально-проецирующая плоскость α (на рис. 1 плоскость задается горизонтальным следом α_H).

1.2. Плоскость α пересекает плоскость треугольника DEK по прямой 1-2, на чертеже строят ее проекции.

1.3. Прямая 1-2 пересекает AB в точке N (N' , N'') -это одна общая точка заданных плоскостей.

2. Определяется точка пересечения стороны DK с плоскостью ABC (примечание: вторая общая точка плоскостей может быть определена пересечением стороны AC с плоскостью DEK , то есть эта задача имеет единственное решение, которое может быть достигнуто различными путями).

¹ Материал найти в учебнике [4]

Через DK проводится вспомогательная плоскость β (на рис. 1 β_V - фронтальный след фронтально-проецирующей вспомогательной плоскости β), и все операции пункта 1 повторяются, в результате получится точка M (M' , M''). Плоские фигуры ABC и DEK пересекаются по прямой MN .

3. Видимость плоских фигур на проекциях определяется методом "конкурирующих" точек.

3.1. Видимость на фронтальной плоскости проекций определяет пара конкурирующих по видимости точек 6 и 7. Фронтальные проекции точек совпадают ($6''=7''$), то есть точки 6 и 7 лежат на проецирующем луче, перпендикулярном фронтальной плоскости проекций. Горизонтальные проекции $6'$ и $7'$ расположены на одной линии проекционной связи, стрелкой показано направление взгляда на фронтальную проекцию; отсюда видно, что точка 7 расположена к наблюдателю ближе, следовательно, она на фронтальной плоскости проекций будет видна, также будет видна в этой области и прямая AB , на которой лежит точка 7. Проекция $A''C''$ на фронтальной плоскости проекций будет видна на чертеже полностью, поскольку она не пересекается с треугольником DEK . Следовательно, проекция $K''D''$ на участке $4''-M''$ невидима, и от точки M до D'' прямая видима. Проекция $D''E''$ видима, а участок $6''-8''$ проекции $E''K''$ будет невидимым. Аналогично определяется видимость остальных элементов на фронтальной проекции.

3.2. Видимость на горизонтальной плоскости проекций можно определить с помощью одной из шести пар конкурирующих точек; используем пару 9,10. Точка 9 лежит на BC ($9' \in B'C'$). а точка 10 ~ на EK ($10' \in E'K'$), фронтальная проекция $9''$ на чертеже расположена выше, чем $10''$, а это значит, что на горизонтальной проекции $B'C'$ будет полностью видимая. $K'D'$ от контура $B'C'$ до M' (точки пересечения KD с треугольником ABC) будет невидимой, от M' до D' сторона KD на горизонтальной проекции видима. Рассуждая таким образом можно определить видимость остальных элементов на горизонтальной плоскости проекций.

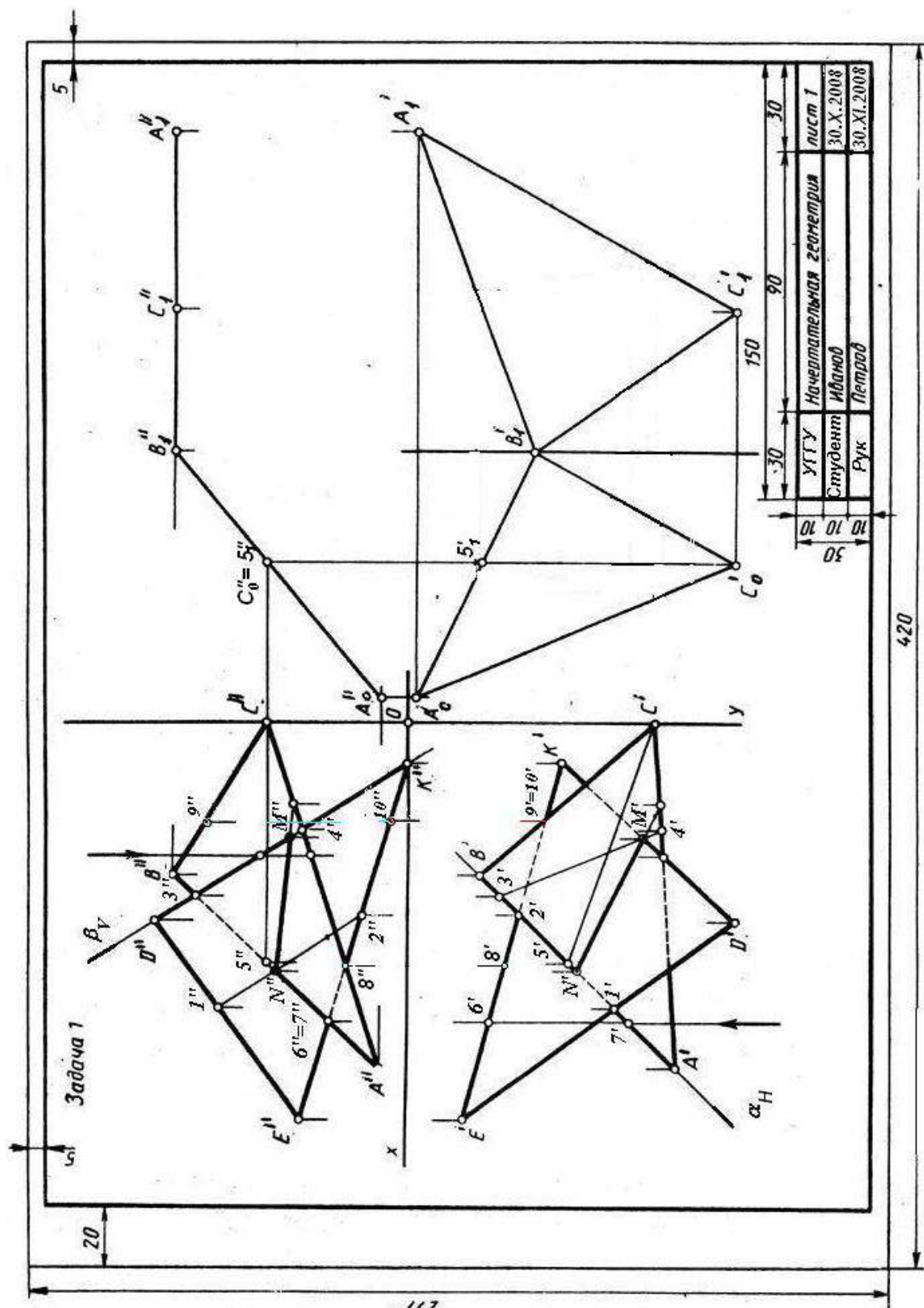


Рис. 1

4. Натуральная величина треугольника ABC определяется методом вращения (см. [4], 7.1.2 с. 75, рис. 93) по схеме: треугольник ABC общего положения методом плоскопараллельного перемещения преобразуется во фронтально-проецирующую плоскость $A_1B_1C_1$, затем треугольник $A_1B_1C_1$ методом вращения вокруг проецирующей прямой, проходящей через точку B_1 , и перпендикулярно V , преобразуется в горизонтальную плоскость $B_1C_2A_2$. горизонтальная проекция которого определяет натуральную величину $A_2'B_1'C_2'$ треугольника ABC .

4.1. Чтобы преобразовать треугольник ABC общего положения во фронтально-проецирующую плоскость, нужно воспользоваться свойством горизонтали: во фронтально-проецирующей плоскости она является фронтально-проецирующей прямой. В плоскости ABC проводится горизонталь $C-5$, треугольник перемещается в пространстве параллельно плоскости H , так, чтобы $C-5$ стала перпендикулярной фронтальной плоскости проекций. $C_1'-5_1'$ на чертеже нужно расположить вертикально. $|C_1'-5_1'| = |C''-5|$ и $|A_1'B_1'C_1'| = |A'B'C'|$ - из условия параллельности перемещения треугольника ABC относительно горизонтальной плоскости проекций. Проекция $A_1'B_1'C_1'$ строится методом засечек относительно вертикально расположенной горизонтальной проекции горизонтали $C_1'-5_1'$. При этом преобразовании фронтальные проекции A'' , B'' , C'' на чертеже перемещаются по горизонтальным прямым, линии проекционной связи A_1' , B_1' , C_1' на этих прямых определяют фронтальные проекции A_1'' , B_1'' , C_1'' , лежащие на одной прямой.

4.2. Фронтально-проецирующая плоскость $A_1B_1C_1$ преобразуется горизонтальную плоскость $B_1A_2C_2$, горизонтальная проекция которой $B_1'A_2'C_2'$ определяет натуральную величину треугольника ABC . Это преобразование - вращение вокруг фронтально-проецирующей прямой, проходящей через точку B_1 .

ЛИСТ 2

Задача 2. Построить проекции пирамиды с основанием ABC , ребро пирамиды SA является высотой пирамиды, величина которой задана в условии варианта.

Решение. На левой половине листа формата А3 тонкими линиями проводятся оси проекций $OXYZ$ (рис. 2). По координатам из таблицы 2 приложения строятся на чертеже проекции $A'B'C'$ и $A''B''C''$ основания пирамиды. Из точки A проводится перпендикуляр к основанию ABC пирамиды ([4], 5.3. с. 58, рис. 70). Проекция перпендикуляра составляют прямой плоский угол соответственно с горизонтальной проекцией горизонтали и с фронтальной проекцией фронтали.

В треугольнике ABC (рис. 2) проводится горизонталь $C-1$, горизонтальная проекция перпендикуляра к плоскости ABC проводится под прямым углом к $C-1$ через A' . Фронтальная проекция $1''-2''$ фронтали 1-2 определяет направление фронтальной проекции перпендикуляра, она проводится через точку A'' под прямым углом к $1''-2''$.

На проекциях построенного перпендикуляра берется произвольная точка T (T' , T'') и определяется натуральная величина отрезка AT , на рис. 2 отрезок A $A''T_1''$. На прямой $A''T_1''$ откладывается натуральная величина высоты пирамиды $A''S''=h$, заданной в таблице 2 приложения, и обратным преобразованием строятся проекции вершины пирамиды S' , S'' . Вершина S соединяется с вершинами основания боковыми ребрами SA , SB , SC , определяется видимость ребер пирамиды на проекциях.

Задача 3. Построить две проекции геометрических тел – прямой призмы и пирамиды, линию пересечения их поверхностей и определить видимость на проекциях.

Решение. На правой стороне листа 2 (см. рис. 2) по координатам строятся проекции призмы $EKGU$ (ребра обозначены вершинами нижнего основания) и пирамиды $ABCD$.

Общая схема решения:

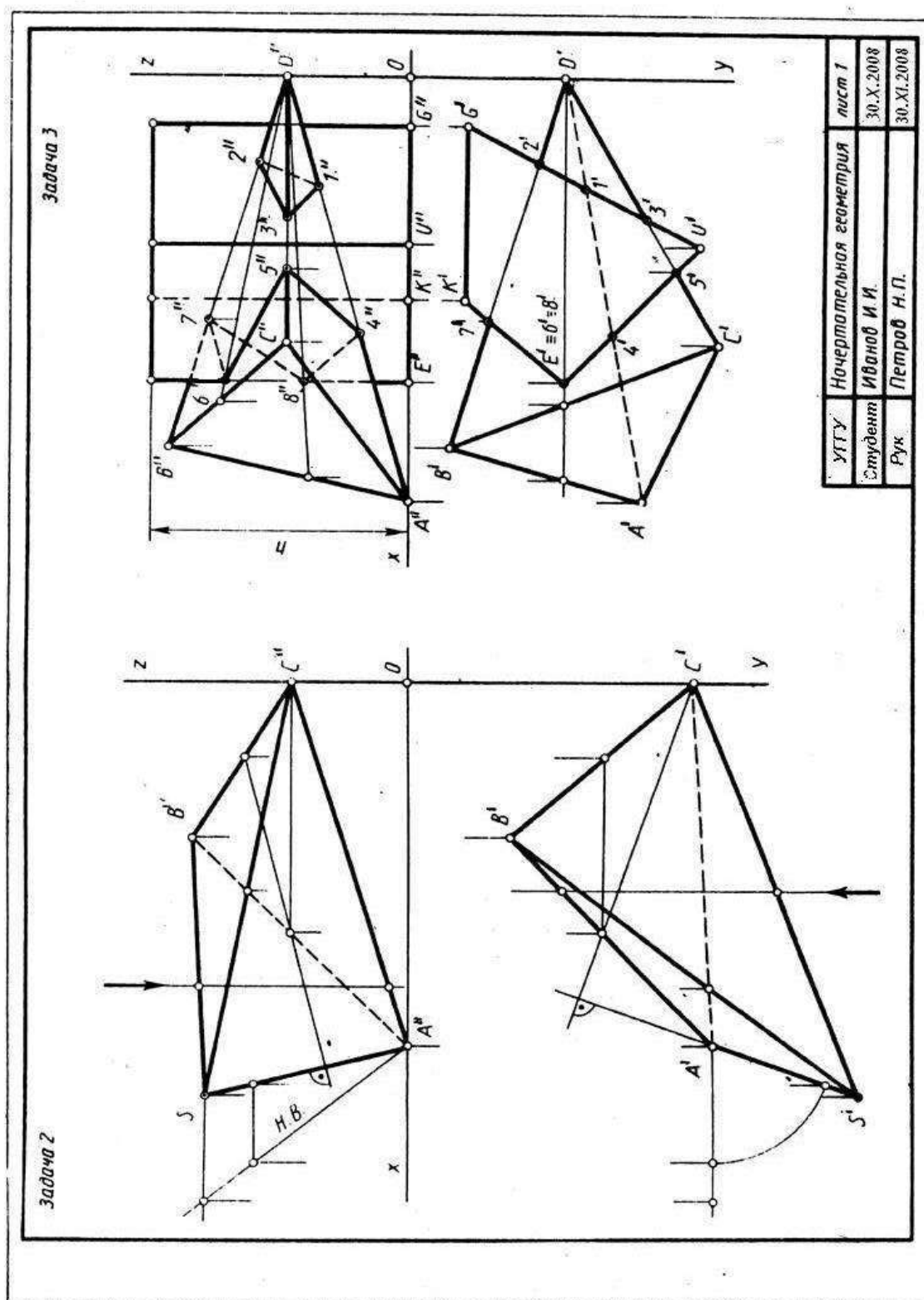


Рис. 2

1) определяются точки пересечения ребер пирамиды $ABCD$ с гранями призмы $EKGU$;

2) определяются точки пересечения ребер призмы $EKGU$ с гранями пирамиды $ABCD$;

3) полученные точки соединяются отрезками прямых с учетом видимости на проекциях. Полученная ломаная линия должна быть замкнутой ([2], с. 161, рис. 280, 281).

Ребро DA пересекается с гранями UG и UE (см. рис. 2) в точках I и 4, на чертеже строятся их проекции. Аналогично строятся проекции точек пересечения ребра DC с гранями GU и UE и ребра DE с гранями UG и EK призмы.

Ребро E призмы пересекается с гранями ABD и BCD пирамиды в точках 6 и 8, фронтальные проекции которых строятся по условию принадлежности точек 6 и 8 соответствующим граням пирамиды. Точка 6 лежит в плоскости грани BCD , так как она лежит на прямой SD в грани BCD , точка 8 - на прямой TD в грани ABD .

Полученные точки соединяются ломаной линией, в данном примере получаются две замкнутые ломаные линии пересечения поверхностей. Линия 1-2-3 на фронтальной плоскости проекций имеет видимые отрезки 1"-3" и 3"-2", поскольку они расположены на двух видимых на фронтальной плоскости проекций гранях, сторона 1"-2" лежит на невидимой грани ABD , поэтому она проводится штриховой линией. Путем аналогичных рассуждений определяется, что отрезки 5"-4" и 5"-6" на фронтальной плоскости проекций видимы, остальные отрезки невидимы.

ЛИСТ 3

Задача 4. Построить развертки поверхностей прямой призмы и пирамиды (данные в задаче 3) и нанести на ней линию пересечения поверхностей.

Решение. Развертка поверхности пирамиды строится методом триангуляции ([4], 8.3, с. 90, рис. 108, рис. 109). Для построения развертки нужно построить натуральные величины всех ребер пирамиды, для этого

рекомендуется на отдельном листе бумаги (без оформления) построить по координатам фронтальную и горизонтальную проекции пирамиды ***ABCD*** и любым методом графически определить натуральные величины всех ребер. На плоскости чертежа по трем сторонам (натуральным величинам) строится грань ***ABC***, к ней пристраивается ***ABD***, затем ***BDC*** и т. д. (рис. 3).

Ломаная линия пересечения многогранников на развертке строится методом координатной разметки (см. рис. 3).

Развертка поверхности призмы строится методом раскатки.. Нанесение линии пересечения многогранников на развертку призмы рекомендуется выполнять методом координатной развертки. Например, на ребре ***GU*** отмечаются точки 2, 1, 3, и от них вертикально вверх откладываются координаты Z точек 2, 1, 3, которые берутся на фронтальной проекции в задаче 3. Аналогично строятся остальные вершины ломаной линии.

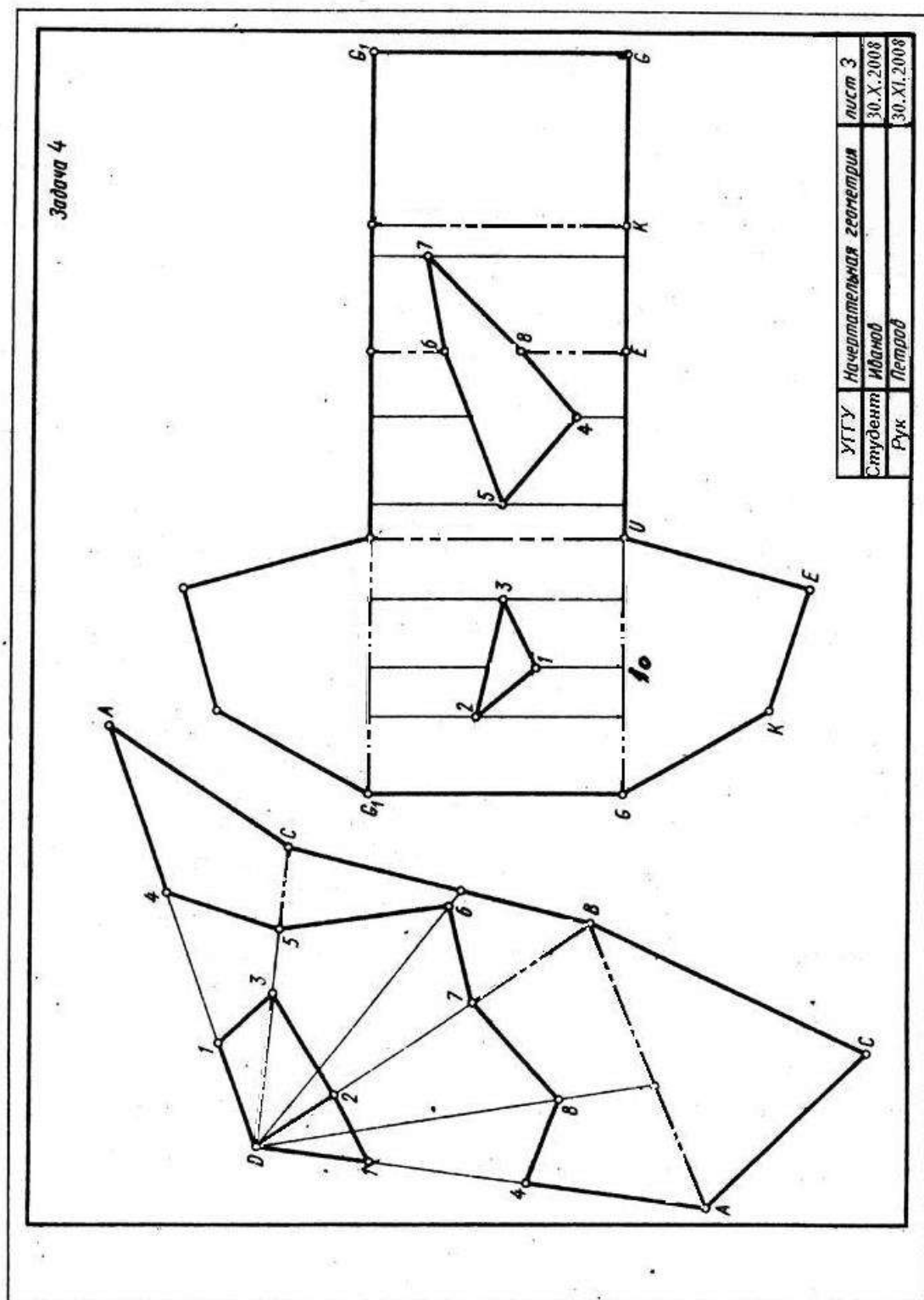


Рис. 3

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

Контрольная работа №2 состоит из трех листов, на которых выполняются задачи 5, 6, 7, 8, 9.

ЛИСТ 4

Задача 5. Построить в плоскости общего положения ABC проекции окружности заданного радиуса R с центром в точке A . Данные для своего варианта взять из таблицы 4 приложения. Пример выполнения задачи дан на рис. 4.

Решение. В левой части листа формата А3 строятся оси координат, и по данным варианта строятся проекции отрезков AB и AC , определяющих плоскость окружности, которая в проекциях будет изображаться в виде эллипсов. Из точки A' и A'' на горизонтальной и фронтальной проекциях . соответственно проводятся тонкой линией окружности заданного радиуса R . Эта окружность на горизонтальной проекции горизонтали заданной плоскости $A'C'$ определяет большую ось эллипса ($1'-2'$) горизонтальной проекции окружности, с помощью проекционной связи строится фронтальная проекция $1''-2''$ на проекции $A''-C''$. Таким же образом строится большая ось эллипса на фронтальной плоскости проекций $3''-4''$ на фронтальной проекции фронтали $A''-B''$ и ее горизонтальная проекция $3'4'$ на $A'-B'$.

Малая ось эллипса перпендикулярна большой оси, она проводится через A' под прямым углом к $1'-2'$. Чтобы построить малую полуось, нужно воспользоваться следующим приемом. Через $3'$ проводится перпендикулярно большой оси полухорда эллипса $3'-5'$ и полухорда окружности $6'-5'$, которая циркулем откладывается на большой оси и дает на ней точку $7'$. Точка $7'$ соединяется с $3'$. Из точки $2'$ проводится прямая $2'-8'$ параллельно $7'-3'$ до пересечения с направлением малой оси, отрезок $A'-8'$ является малой полуосью эллипса, радиусом $A'-8'$ проводится тонкой линией окружность. Промежуточные точки кривой строятся по схеме:

1) проводится из точки A' радиальная линия, пересекающая окружность на малой оси эллипса в точке D' и окружность на большой оси эллипса в точке E' ;

2) проводится $D'K'$ параллельно большой оси эллипса и $E'K'$ параллельно малой оси эллипса, эти отрезки пересекаются в точке K' , лежащей на эллипсе. Несложно построить три точки, симметричные K' относительно большой и малой оси эллипса и его центра. Для более точного построения эллипса можно увеличить число точек K' .

Аналогичные построения на фронтальной проекции приведут к построению фронтальной проекции данной окружности, то есть эллипса.

Задача 6. Построить три проекции шара со сквозным призматическим отверстием. Радиус шара и точки A , B , C , D определяются в таблице 5 приложения в соответствии с вариантом.

Решение. На правой части листа (см. рис. 4) строятся оси координат $OXYZ$ и три проекции шара с центром в точке O , на фронтальной проекции шара строится вырожденная проекция призматического выреза, определяемого точками A , B , C , D . Призматический вырез образуется гранями BC и AD , через которые проведены горизонтальные плоскости α и β , грань CD выреза является профильной плоскостью γ , и грань AB - фронтально-проецирующая плоскость. Любая плоскость пересекает поверхность сферы по окружности. плоскости α и β пересекают сферу по окружностям, которые на горизонтальной проекции отображаются в натуральную величину, на этих окружностях отмечаются точки B' , C' и D' . Горизонтальная проекция грани выреза ограничивается контуром $B'-C'-C'-B'$, стороны $B'-B'$ и $C'-C'$ невидимы. Нижняя грань выреза (в плоскости β) ограничивается сегментом с хордой $D'-D'$. Плоскость γ проходит через грань $C-D$, пересекает сферу по окружности радиуса $O_3'G'$, горизонтальная и фронтальная проекции этой грани - прямые линии, а профильная проекция - часть круга в контурах $C'''-C'''-D'''-D'''$.

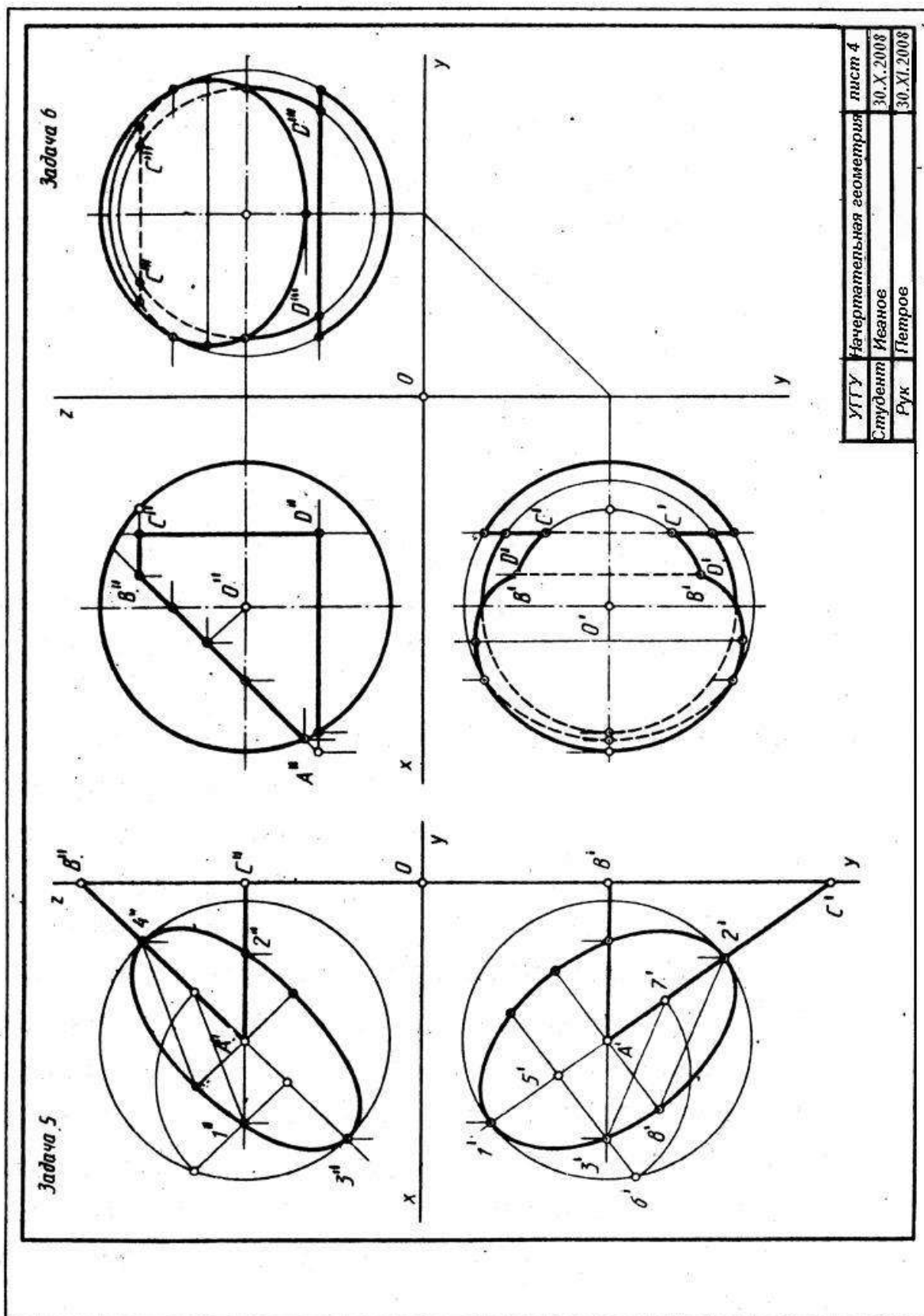


Рис. 4

Плоскость δ пересекает сферу по окружности, а грань выреза образуется частью круга, ограниченного хордой ***B-B***. Фронтальная проекция этой грани вырождена в прямую линию, горизонтальная и профильная проекции этой грани имеют контур эллипса с хордой ***B'-B'*** и ***B'''-B'''*** соответственно. Окружность, лежащая в плоскости δ проецируется на горизонтальную и профильную плоскости проекций в виде эллипсов, которые строятся по точкам, например: точки ***B*** эллипса лежат на поверхности сферы на окружности радиуса ***O₁"-E"***. Горизонтальные проекции ***B'B'*** отмечаются на горизонтальной проекции этой окружности. Точки ***K'*** и ***K₁'*** эллипса лежат на поверхности сферы и на окружности радиуса ***O₄-1***, то есть точки эллипсов на горизонтальной и профильной проекциях строятся по признаку принадлежности их поверхности сферы.

ЛИСТ 5

На листе 5 выполняются две задачи, в левой половине листа - задача 7, в правой - задача 8.

Задача 7. Построить фигуру сечения прямого кругового конуса плоскостью общего положения ***ABC*** Данные по вариантам содержатся в таблице 6 Приложения.

Решение. По данным варианта строятся проекции прямого кругового конуса с центром основания в точке ***K*** (рис. 5). По координатам строится секущая плоскость ***ABC***.

Для решения задачи используется метод перемены плоскостей проекций ([4], 7.2.1 с. 80). Это преобразование приводит задачу к простейшему виду - сечение конуса проецирующей плоскостью. В секущей плоскости ***ABC*** выделяется горизонталь ***AB*** и под прямым углом к горизонтальной проекции горизонтали ***A'B'*** проводится ось проекций x_1 , определяющая новую систему плоскостей проекций ***H/V₁***, в которой секущая плоскость ***ABC*** становится проецирующей (см. рис. 5). Преобразование чертежа производится по схеме, изложенной в ([4], 7.2.1., с. 82 рис.99).

Положение секущей плоскости на V_1 определяет характер фигуры сечения. На рис. 5 секущая плоскость пересекает все образующие и не перпендикулярна оси вращения конуса, в этом случае в сечении конуса получится плоская фигура, ограниченная эллипсом.

Проекция фигуры сечения рекомендуется строить с использованием свойства принадлежности точки поверхности конуса.

Пример. Точки 3 и 4 лежат на поверхности конуса и в секущей плоскости α , проекции $3_1''$ и $4_1''$ взяты произвольно, они лежат на параллели радиуса R_1'' . строится горизонтальная проекция этой параллели, и на ней отмечаются проекции $3'$ и $4'$. Проводятся линии связи в системе V/H , и с помощью инварианта преобразования z_{3-4} строятся фронтальные проекции $3''$ и $4''$. Построив таким образом достаточное количество точек на линии сечения поверхности конуса, их можно соединить плавной кривой линией на горизонтальной и фронтальной плоскостях проекций. Определить видимость кривой на фронтальной проекции. Фигуру сечения на проекциях выделить штриховкой, как показано на рис. 5.

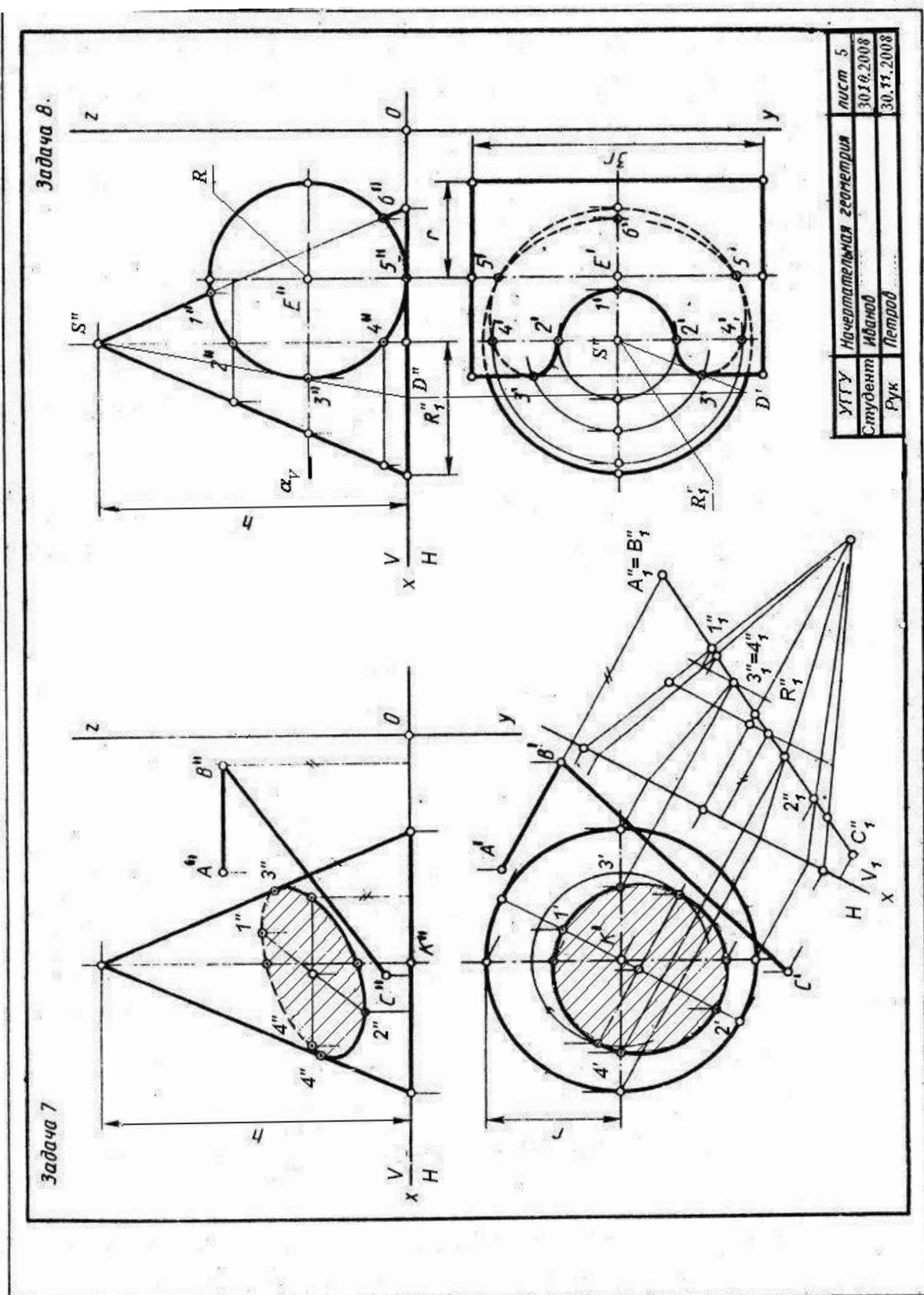


Рис. 5

Задача 8. Построить линию пересечения поверхностей прямого кругового конуса и цилиндра, определить видимость кривой на чертеже.

Построение чертежа.

На правой стороне формата А3 строится ось проекций x . По координатам (см. таблица 7 приложения) строится точка K - центр окружности основания конуса, радиус окружности R , высота конуса h . Ось вращения цилиндра перпендикулярна фронтальной плоскости проекций и проходит через точку E (координаты в таблице 7 приложения), радиус основания цилиндра R_1 . Длина образующей цилиндра берется произвольно, несколько больше диаметра основания конуса.

Решение. Порядок решения задач на взаимное пересечение поверхностей вращения изучить по [4], 9.1, с. 107. Конкретная задача 8 (см. рис. 8 может быть решена по следующей схеме:

1) строятся характерные точки кривой линии пересечения конуса и цилиндра. Точки 1 и 6 пересечения крайней образующей конуса с очерком цилиндра, две точки 5 пересечения нижней образующей цилиндра с окружностью основания конуса, две точки 3 пересечения левой крайней образующей цилиндра с параллелью конуса, лежащей в горизонтальной плоскости a (на рис. 5 эта плоскость обозначена фронтальным следом α_V). Точки 3 определяют видимость: кривой линии на горизонтальной плоскости проекций;

2) Строится множество промежуточных точек кривой линии по схеме построения точек 3, 4 и 2 (см. рис. 5). Фронтальная проекция кривой линии пересечения поверхностей конуса и цилиндра совпадает с вырожденной проекцией цилиндра и ограничивается дугой $1''-3''-6''$. На дуге можно взять произвольную пару точек, например $4''=4''$. Эти точки лежат на поверхности конуса на параллели радиуса R_1'' (расстояние от оси вращения конуса до крайней образующей). Горизонтальные проекции $4' - 4'$ лежат на горизонтальной проекции параллели - окружности радиуса R_1' . По этой схеме можно построить множество проекций промежуточных точек кривой;

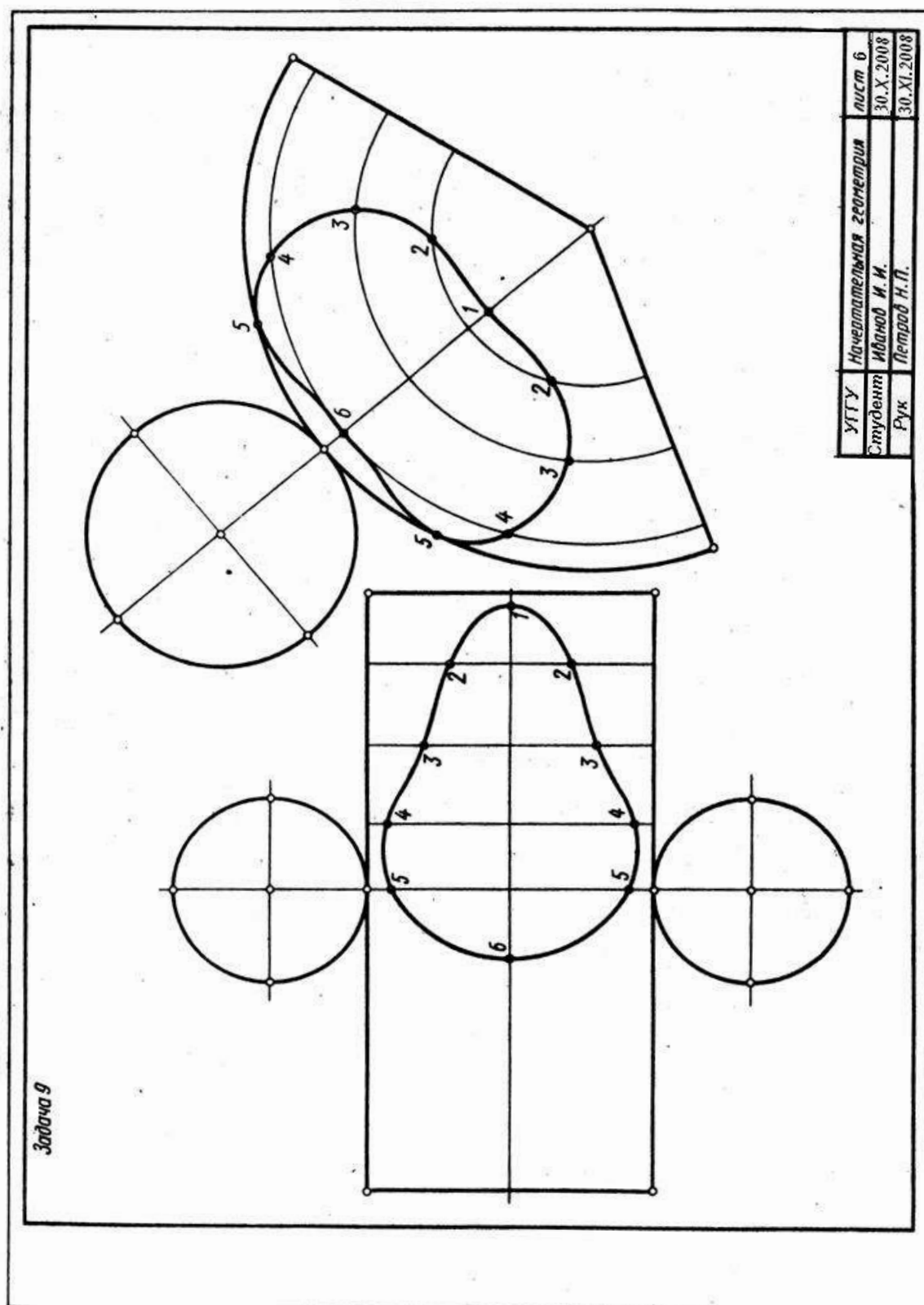


Рис. 6

3) построенные точки соединяются плавными кривыми линиями с учетом видимости на проекциях. Фронтальная проекция кривой, как отмечалось выше, изображается дугой окружности $1''-3''-6''$. Горизонтальная проекция кривой состоит из видимой части $3'-2'-1'-2'-3'$ и невидимой $1 - 3' - 4' - 6'$. Видимость горизонтальной проекции кривой определяется точками 3 - это хорошо видно на фронтальной проекции, участок кривой $3''-2''-1''$ расположен на верхней (видимой на горизонтальной проекции) поверхности цилиндра, остальная часть кривой $3' -4' -6'$ расположена на нижней (невидимой на горизонтальной плоскости проекций) поверхности цилиндра.

ЛИСТ 6

Задача 9. Построить развертки поверхностей конуса и цилиндра с нанесением на них линий пересечения. Данные для построений берутся в задаче 8 (см. рис. 5).

Решение. Для построения разверток поверхностей рекомендуется сделать копию решенной задачи 8. Развертки обеих поверхностей разместить на одном листе формата А3~ как показано на рис. 6.

Боковая поверхность цилиндра раскатывается на плоскость цилиндра в виде прямоугольника, стороны которого определяются образующей (вертикальная сторона) и разверткой окружности основания $2\pi R$ (R - радиус основания цилиндра). Сверху и снизу к полученному прямоугольнику пристраиваются основания цилиндра.

Линия пересечения поверхностей строится методом координатной разметки. На средней вертикальной линии развертки боковой поверхности цилиндра строятся точки 5 (см. рис. 6). Удаление этих точек от горизонтальных краев развертки берется на горизонтальной проекции цилиндра на рис. 5.

Строится образующая, на которой располагаются точки 4. Для этого нужно дугу $5''-4''$ (см. рис. 5) развернуть на прямую линию вправо от образующей, несущей точки 5. Для построения рекомендуется относительно

точный и не очень трудоемкий прием: дугу 5" - 4" (см. рис. 5) нужно аппроксимировать ломаной линией с хордами длиной 2-3- мм с помощью циркуля измерителя. Например, на дуге 5"-4" откладывается пять хорд длиной 2 мм, сумму этих хорд нужно отложить вправо от образующей, несущей точки 5, и провести образующую, на которой расположены точки 4. Точки 4 на образующей строятся по координатам y с горизонтальной проекции задачи 8. Таким образом, на развертке строится множество образующих и точки кривой, лежащие на них. Построенные точки соединяются плавной кривой линией.

Развертка поверхности конуса строится методом раскатки. Боковая поверхность конуса разворачивается в виде сектора с центральным углом $\varphi = R/L \times 360^\circ$, где R - радиус основания конуса, L - образующая конуса. Радиус сектора развертки равен L - образующей конуса. Точки линии пересечения поверхностей на развертке строятся с помощью образующих конуса. На биссектрисе угла сектора (OA) строятся точки 1 и 6, натуральная величина отрезков $S''-1''$ и $S''-6''$ берется на фронтальной проекции (см. рис. 5). Точки 4 и 2 лежат на образующих $S-B$ и $S-C$, которые вместе с SA делят сектор развертки на четыре равные части. На $S-B$ и $S-C$ откладываются натуральные величины $S''-2_1''$ и $S''-4_1''$ отрезков $S-2$ и $S-4$ соответственно. Для построения точки 3 на развертке строится образующая SD . Дуга окружности основания $B'D'$ аппроксимируется ломаной линией с хордами длиной 2-3 мм (см. рис. 5), такое же количество хорд откладывается на дуге сектора, определяя точку D на развертке. На образующей SD строятся точки 3 ($S''-3_1''$ определяет натуральную величину $S''-3''$, см. рис. 5). Таким образом, строится достаточное множество точек, чтобы провести плавную, гладкую кривую линию пересечения конуса и цилиндра на развертке конуса.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №3

Контрольная работа №3 выполняется на двух листах формата А3.

ЛИСТ 7

Задача 10. Построить линию пересечения цилиндра вращения (ось перпендикулярна фронтальной плоскости проекций) с поверхностью тора. Данные для варианта задания содержатся в таблице 8 приложения. Пример выполнения на рис. 7.

Решение. В тонких линиях строятся проекции тора и цилиндра.

Фронтальная проекция линии пересечения тора и цилиндра отображается в виде окружности, поскольку поверхность цилиндра является фронтально-проецирующей. Для построения горизонтальной проекции кривой используется свойство принадлежности точек поверхности тора. Так, точка 1 лежит на поверхности тора на его экваторе, $1''$ – точка касания экватора тора и поверхности цилиндра, $1'$ – отмечается на горизонтальной проекции экватора. Точки 2, 3, 4, 5 расположены на двух параллелях тора, симметрично расположенных относительно плоскости экватора, горизонтальные проекции $2'$, $3'$, $4'$, $5'$ отмечаются с помощью проекционной связи на горизонтальных проекциях параллелей. При решении этих задач построения рекомендуется проводить последовательно, избегая поточного метода, т. е., провели пару параллелей на фронтальной и на горизонтальной проекциях, отметили на них точки 2, 3, 4, 5, только после этого проводят следующую пару параллелей на поверхности тора. Горизонтальная проекция кривой имеет достаточно сложную форму, видимость на горизонтальной проекции определяется точками 4, 5 и 6, 7, участок кривой 1-4, 1-5, 1-6 и 1-7 на горизонтальной плоскости проекций видимый, остальная часть кривой невидимая и изображается штриховой линией.

Задача 11. Определить линию пересечения поверхностей прямого кругового цилиндра с эллиптическим наклонным конусом, параллелями которого являются окружности.

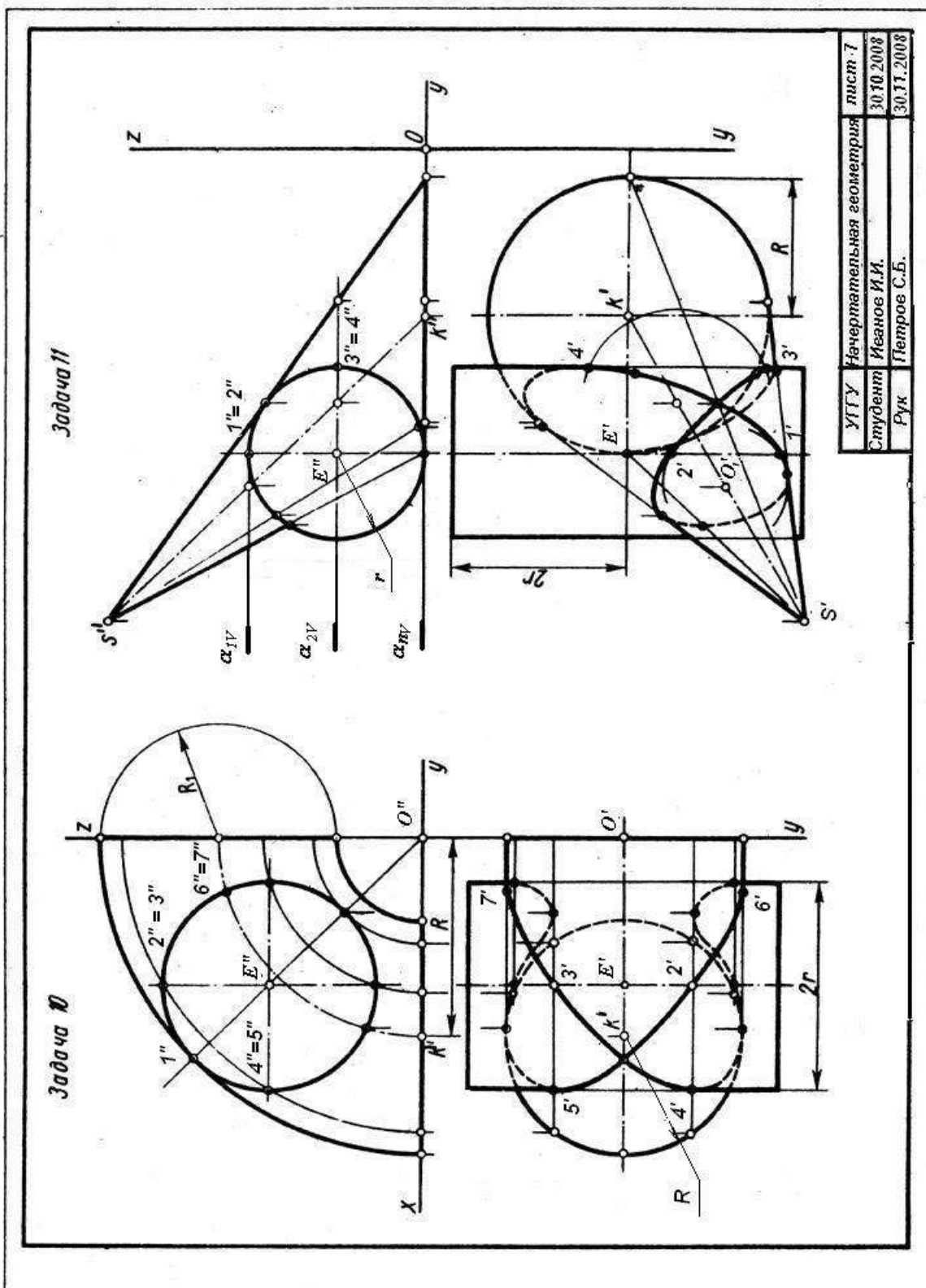


Рис. 7

Решение. По данным таблицы 9 строится в тонких линиях исходный чертеж. Фронтальная проекция кривой линии пересечения поверхностей, как и в задаче 10, отображается в виде дуги окружности, поскольку поверхность цилиндра фронтально-проецирующая (см. рис. 7). Горизонтальная проекция кривой может быть построена по методу вспомогательных секущих плоскостей. В данной задаче можно использовать горизонтальные секущие плоскости, область применения плоскостей ограничивается плоскостями α_{1V} и α_{nV} . Плоскость α_{1V} , касательная к поверхности цилиндра, проходит через его верхнюю образующую и пересекает конус по окружности радиуса R_1 с центром в точке O_1' . Горизонтальная проекция окружности с центром в O_1 определяет проекции точек $1'$ и $2'$ на горизонтальной проекции верхней образующей цилиндра. Плоскость α_{2V} проведена через правую крайнюю образующую цилиндра - так же как α_{1V} , она дает пару точек 3 и 4, определяющих видимость на горизонтальной плоскости проекций. Количество точек кривой (и соответственно вспомогательных секущих плоскостей) должно обеспечить точное построение кривой линии. Проекция кривой линии должна быть плавной и гладкой, без точек излома, толщина ее равна толщине обводки видимых контуров пересекающихся плоскостей. Кривая линия вписывается в контуры проекций пересекающихся поверхностей. Нужно обратить внимание на построение точек касания кривой крайних образующих и очерковых кривых поверхностей.

ЛИСТ 8

Задача 12. Построить две проекции поверхностей закрытого тора и цилиндра и линию их пересечения.

Решение. Строится исходный чертеж по данным таблицы 10 приложения в левой части листа формата А3 (рис. 8). Пересекающиеся поверхности расположены таким образом, что задача удовлетворяет условиям применения метода сферических концентрических секущих вспомогательных поверхностей, а именно:

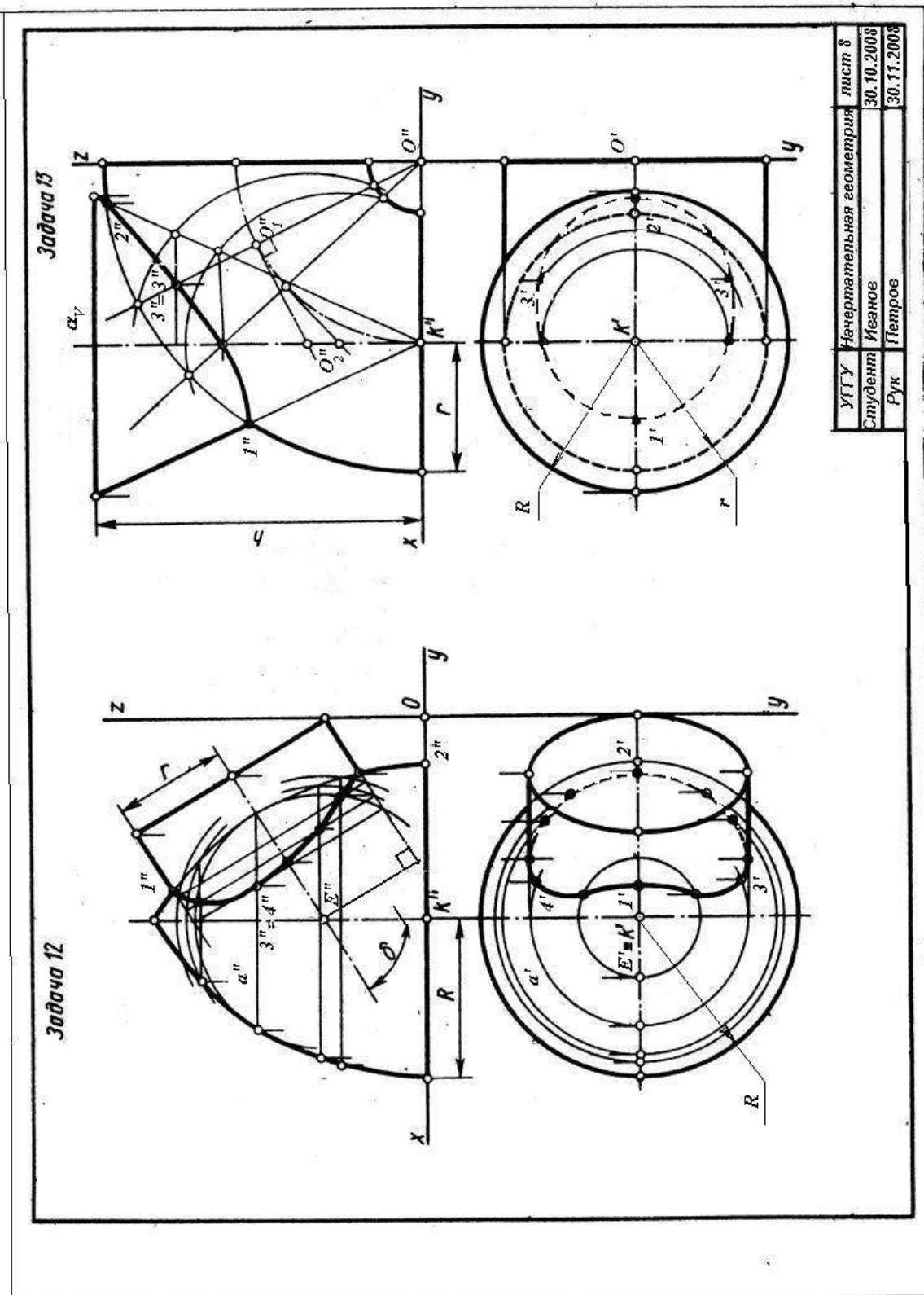


Рис. 8

- 1) пересекающиеся поверхности - поверхности вращения;
- 2) оси вращения поверхностей пересекаются;
- 3) оси вращения поверхностей параллельны фронтальной плоскости проекций.

Решение задачи начинается с построения характерных точек - в данной задаче точки 1 и 2 пересечения очерка тора и крайних образующих цилиндра. Определяется область проведения вспомогательных сфер. Минимальная сфера определяется как сфера, вписанная в большее из тел. Радиусом минимальной сферы является нормаль, опущенная из центра сфер O на крайнюю образующую или очерк. В данном случае нормаль к очерку тора больше нормали к образующей - цилиндра, следовательно, минимальной сферой будет сфера, вписанная в поверхность тора. Максимальная сфера определяется радиусом, равным расстоянию от центра сфер до наиболее удаленной характерной точки.

Минимальная сфера касается поверхности тора по окружности, вырождающейся на фронтальной проекции в прямую a'' , и пересекает поверхность цилиндра по окружности, вырождающейся на фронтальной проекции в прямую b'' . Эти две окружности, лежащие на поверхности сферы минимального радиуса, пересекаются в двух точках - 3'' и 4'', горизонтальные проекции их строятся по принадлежности поверхности тора. Они лежат на параллели a' и занимают положение 3' и 4'. Следующая сфера пересекает тор по двум окружностям, а цилиндр - по одной окружности. Эти окружности дают четыре общие точки данных поверхностей. Таким образом нужно построить достаточное множество точек, соединив которые, получают проекции линии пересечения заданных поверхностей. Видимость кривой линии на горизонтальной проекции определяют точки пересечения крайних образующих цилиндра с поверхностью тора.

Задача 13. Построить две проекции пересекающихся поверхностей конуса и части открытого тора, построить линию пересечения заданных поверхностей.

Решение. В правой половине листа 8 строится исходный чертеж по данным из таблицы 11 приложения. Эта задача не решается методом вспомогательных секущих плоскостей, и метод вспомогательных секущих концентрических сфер в этом случае неприменим. Простое решение задачи дает метод секущих эксцентрических сфер, с помощью которого можно построить множество промежуточных точек кривой линии. Решение задачи начинается с определения характерных точек 1 и 2, точки пересечения крайних образующих и экватора (очерка) тора.

Построение промежуточных точек ведется по следующей схеме (см. рис. 8):

1) через ось вращения тора (O'') проводится фронтально-проецирующая плоскость (α_V), эта меридиональная плоскость тора пересекает его поверхность по образующей окружности;

2) из центра меридиональной окружности O_1'' проводится нормаль к плоскости этой окружности (касательная к штрихпунктирной окружности центров меридианов) до пересечения с осью вращения конуса в точке O_2'' ;

3) из центра O_2'' проводится сфера через концы диаметра меридиональной окружности с центром O_1'' ;

4) проведенная сфера пересекает поверхность конуса по окружности, которая пересекает меридиональную окружность в точках $3''$ - $3_1''$;

5) множество таких плоскостей проводится в интервале между характерными точками 1-2, и каждая дает пару общих точек пересекающихся поверхностей;

6) горизонтальные проекции точек кривой строятся по принадлежности поверхности конуса;

7) определяется видимость кривой на проекциях, в данном примере горизонтальная проекция кривой полностью невидима) поскольку лежит на невидимой сверху боковой поверхности конуса.

ПРИЛОЖЕНИЕ (11 таблиц)
Данные к задаче 1 (размеры и координаты)

таблица 1

Вариант	x_A	y_A	z_A	x_B	y_B	z_B	x_C	y_C	z_C	x_D	y_D	z_D	x_E	y_E	z_E	x_K	y_K	z_K
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48	68	110	85	135	19	36	14	52	0
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	70	110	85	135	20	35	15	50	0
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	65	105	80	130	18	35	12	50	0
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	70	115	85	135	20	32	10	50	0
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	68	85	110	135	36	19	14	0	52
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	40	20	15	0	50
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	65	80	110	130	38	20	15	0	52
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	70	85	108	135	36	20	15	0	52
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	35	20	15	0	50
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85	70	85	110	0	35	20	120	0	52
12	15	10	85	80	89	20	130	50	80	70	80	108	0	35	20	120	0	50
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80	75	85	110	0	30	15	120	0	50
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80	70	85	110	0	35	20	120	0	50
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48	67	110	85	0	19	36	121	52	0
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38	67	20	0	0	111	48	121	78	86
17	18	75	40	83	6	107	135	38	47	67	0	20	0	48	111	121	86	78
18	115	75	40	52	7	97	0	38	47	80	0	20	115	45	85	15	85	78
19	115	40	75	52	107	6	0	45	40	90	20	0	120	90	50	15	80	7
20	120	38	75	50	108	5	0	45	40	135	20	0	70	110	50	15	80	85
21	120	40	0	100	112	70	0	50	40	140	30	50	70	120	0	20	80	85
22	20	40	10	85	110	80	135	48	48	70	20	85	0	110	35	120	80	0
23	20	10	40	85	80	110	135	48	48	10	85	20	0	35	110	120	0	80
24	117	40	9	52	111	79	0	47	48	68	20	85	135	111	36	14	78	0
25	117	9	40	52	79	111	0	48	47	68	85	20	135	36	111	14	0	78
26	18	40	9	83	111	79	135	47	48	56	20	80	120	80	35	36	80	0
27	18	9	40	83	79	111	135	48	47	56	20	80	120	80	111	35	80	0

Данные к задаче 2 (координаты и размеры, мм)

Таблица 2.

Вариант	x_A	y_A	z_A	x_B	y_B	z_B	x_C	y_C	z_C	h
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48	85
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	85
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	85
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	85
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	85
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	85
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	85
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	85
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85	85
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83	85
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85	85
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	85
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80	80
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80	80
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48	80
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38	80
17	18	75	40	83	6	107	135	38	47	80
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47	80
19	117	40	75	52	107	6	0	47	38	80
20	120	38	75	50	108	5	0	45	40	80
21	122	40	75	50	110	8	0	50	40	85
22	20	40	10	85	110	80	135	48	48	80
23	20	10	40	85	80	110	135	48	48	85
24	117	40	9	52	111	79	0	47	47	80
25	117	9	40	52	79	111	0	48	47	85
26	18	40	9	83	111	79	135	47	48	80
27	18	9	40	83	79	111	135	48	47	80

Данные к задаче 3 (координаты и размеры, мм)

Таблица 3

Вариант	x_A	y_A	z_A	x_B	y_B	z_B	x_C	y_C	z_C	x_D	y_D	z_D	x_E	y_E	z_E	x_K	y_K	z_K	x_G	y_G	z_G	x_U	y_U	z_U	h
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	141	45	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
3	0	80	0	20	19	77	53	110	40	141	55	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
4	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	143	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
5	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	143	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
6	0	75	0	20	14	77	53	100	40	141	50	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
7	0	82	0	20	21	77	53	112	40	141	57	40	49	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
8	0	85	0	20	24	77	53	115	40	141	60	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
9	0	90	0	20	29	77	53	120	40	141	65	40	49	50	0	61	20	0	125	20	0	86	95	0	85
10	0	85	0	15	30	80	55	120	40	141	60	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	93	0	86
11	141	70	0	122	9	77	87	95	40	0	45	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
12	141	80	0	122	19	77	87	100	40	0	55	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
13	141	68	0	122	7	77	87	93	40	0	43	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
14	141	82	0	122	21	77	87	112	40	0	57	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
15	141	85	0	122	24	77	87	115	40	0	60	40	100	50	0	14	20	0	16	20	0	55	95	0	85
16	141	90	0	122	29	77	81	120	40	0	65	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
17	135	15	0	116	14	77	81	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
18	145	15	0	126	14	77	91	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	9	16	20	0	55	95	0	85

Данные к задаче 5 (координаты и размеры, мм)

Таблица 4.

Вариант	x_A	y_A	z_A	x_B	y_B	z_B	x_C	y_C	z_C	R
1	50	58	60	10	58	115	0	120	60	46
2	50	58	60	10	58	115	0	122	60	46
3	50	56	58	10	56	115	0	124	58	48
4	52	56	58	10	56	113	0	120	58	48
5	52	58	60	0	58	113	0	124	60	47
6	52	58	58	5	58	112	10	120	58	47
7	52	56	60	5	56	112	10	122	60	48
8	52	56	60	5	56	112	10	120	60	45
9	50	60	60	5	60	110	10	122	60	45
10	52	60	58	0	113	58	0	113	124	47
11	50	60	58	0	60	110	10	120	58	47
12	50	62	58	0	62	108	10	120	58	48
13	50	62	56	0	62	108	10	124	56	48
14	52	62	56	0	62	106	10	124	56	48
15	52	60	56	8	60	106	0	126	56	50
16	54	60	58	8	60	106	0	126	58	50
17	54	62	58	8	62	104	0	124	58	50
18	54	62	58	0	62	104	12	122	58	50
19	55	62	60	0	62	102	12	120	60	50
20	55	64	60	0	64	102	12	120	60	52
21	55	65	60	0	65	110	12	118	60	52
22	55	65	60	8	65	110	0	118	60	50
23	56	64	58	6	64	100	0	115	58	50
24	56	66	58	10	66	104	0	115	58	52
25	56	66	58	0	66	114	0	120	58	52
26	55	65	58	0	65	112	0	115	58	52
27	55	65	60	0	65	112	0	120	60	50

Данные к задаче 6 (координаты и размеры, мм)

Таблица 5

Вариант	x_0	y_0	z_0	x_A	y_A	z_A	x_B	y_B	z_B	x_C	y_C	z_C	x_D	y_D	z_D	R
1	70	58	62	118	-	35	56	-	95	45	-	95	45	-	35	46
2	70	60	60	118	-	35	56	-	95	44	-	95	44	-	35	46
3	70	60	58	120	-	35	58	-	95	44	-	95	44	-	35	48
4	70	60	58	120	-	36	56	-	94	42	-	94	42	-	36	48
5	69	58	60	116	-	36	58	-	94	45	-	94	45	-	36	47
6	72	60	58	116	-	36	60	-	92	42	-	92	42	-	36	47
7	72	58	60	120	-	34	60	-	92	42	-	92	42	-	34	48
8	72	58	58	122	-	34	60	-	90	40	-	90	40	-	34	45
9	74	62	60	122	-	34	55	-	90	40	-	90	40	-	34	45
10	69	58	60	20	-	36	81	-	94	94	-	94	94	-	36	47
11	74	62	58	20	-	36	80	-	92	94	-	92	94	-	36	47
12	72	62	62	20	-	35	80	-	92	92	-	92	92	-	35	48
13	72	60	62	22	-	35	82	-	90	92	-	90	92	-	35	48
14	70	60	60	18	-	35	82	-	90	90	-	90	90	-	35	48
15	70	60	58	18	-	34	82	-	94	92	-	94	92	-	34	50
16	72	62	58	20	-	34	84	-	94	96	-	94	96	-	34	50
17	70	62	60	18	-	32	84	-	90	96	-	90	96	-	32	50
18	68	60	60	20	-	32	86	-	92	95	-	92	95	-	32	50
19	68	58	62	20	-	32	86	-	92	95	-	92	95	-	32	50
20	70	58	62	18	-	32	86	-	94	90	-	94	90	-	32	52
21	70	60	58	118	-	35	60	-	95	45	-	95	45	-	35	52
22	70	62	62	120	-	36	60	-	92	42	-	92	42	-	36	50
23	68	62	60	120	-	34	62	-	92	42	-	92	42	-	34	50
24	68	62	58	122	-	35	62	-	90	40	-	90	40	-	35	52
25	68	60	58	120	-	36	60	-	90	42	-	90	42	-	36	52
26	70	60	60	120	-	35	60	-	92	44	-	92	44	-	35	52
27	70	58	60	120	-	32	62	-	92	45	-	92	45	-	32	50

Данные к задаче 7 (координаты и размеры, мм)

Таблица 6

Вариант	x_K	y_K	z_K	x_A	y_A	z_A	x_B	y_B	z_B	x_C	y_C	z_C	R	h
1	78	72	0	10	50	62	46	30	62	82	125	10	45	100
2	78	72	0	82	125	10	10	52	62	46	30	62	45	100
3	80	72	0	46	30	62	82	125	10	10	50	62	45	100
4	80	70	0	10	50	62	82	125	10	46	30	62	45	100
5	78	70	0	46	30	62	10	50	62	82	125	10	44	102
6	80	72	0	45	30	60	10	50	60	80	125	8	45	98
7	80	68	0	46	28	60	10	48	60	80	126	0	45	98
8	82	68	0	47	28	65	10	50	65	82	126	6	45	98
9	82	68	0	48	28	65	10	52	65	84	128	6	43	98
10	82	68	0	49	30	66	12	48	66	84	130	5	44	102
11	80	66	0	50	30	64	12	46	64	85	128	4	43	102
12	80	66	0	44	32	60	12	52	60	85	132	5	43	102
13	80	66	0	44	30	60	15	50	60	86	132	5	42	102
14	82	65	0	45	30	62	15	48	62	86	130	5	42	102
15	82	65	0	45	32	62	15	48	62	84	135	0	42	100
16	84	65	0	45	28	66	10	50	66	84	135	0	43	100
17	84	64	0	45	30	66	10	52	66	85	136	5	44	100
18	86	64	0	44	30	65	14	52	65	88	136	4	44	100

Данные к задаче 8 (Координаты и размеры, мм)

Таблица 7.

Вариант	x_K	y_K	z_K	R	h	x_E	y_E	z_E	R_1
1	80	70	0	45	100	50	70	32	35
2	80	70	0	45	100	50	70	32	30
3	80	72	0	45	100	53	72	32	32
4	80	72	0	45	100	60	72	35	35
5	70	70	0	44	102	50	70	32	32
6	75	70	0	45	98	65	70	35	35
7	75	70	0	45	98	70	70	35	35
8	75	72	0	45	98	75	72	35	35
9	75	72	0	43	98	80	72	35	35
10	75	75	0	44	102	50	75	35	35
11	80	75	0	43	102	85	75	36	36
12	80	75	0	43	102	85	75	40	35
13	80	75	0	42	102	80	75	40	35
14	80	70	0	42	102	80	70	40	32
15	80	70	0	42	100	75	70	40	32
16	70	72	0	43	100	75	72	42	32
17	70	72	0	44	100	70	72	40	32
18	70	74	0	44	100	70	74	36	32
19	70	74	0	44	98	68	74	32	34
20	75	70	0	42	98	68	70	32	36
21	75	72	0	42	95	66	72	35	35
22	75	75	0	46	95	66	75	38	32
23	80	74	0	46	96	64	75	36	32
24	80	75	0	46	96	64	75	34	34
25	80	70	0	46	97	62	70	38	32
26	80	70	0	45	97	62	70	38	34
27	80	70	0	45	102	60	70	34	34

Данные к задаче 10 (координаты и размеры, мм)

Таблица 8

Вариант	x_K	y_K	z_K	R_I	x_E	y_E	z_E	r
1	66	66	0	38	48	66	49	32
2	67	67	0	38	47	67	48	32
3	65	65	0	40	46	65	47	33
4	68	65	0	40	45	65	46	34
5	65	65	0	38	49	65	50	34
6	70	65	0	40	44	65	51	35
7	67	67	0	38	43	67	52	35
8	68	68	0	39	42	68	53	63
9	69	65	0	39	50	65	54	36
10	68	66	0	37	51	66	55	38
11	65	64	0	37	52	64	56	38
12	66	64	0	40	53	64	57	37
13	65	66	0	40	54	66	58	36
14	65	70	0	36	55	70	50	37
15	65	70	0	36	56	70	52	32
16	66	70	0	37	57	70	53	33
17	68	70	0	38	58	70	51	34
18	68	70	0	39	59	70	49	34
19	70	70	0	40	60	70	50	35
20	70	70	0	41	50	70	60	34
21	72	72	0	42	52	72	62	36
22	72	70	0	42	54	70	61	35
23	66	70	0	38	55	70	59	38
24	68	72	0	40	50	72	63	27
25	66	66	0	40	52	66	65	40
26	65	65	0	40	52	65	64	40
27	70	70	0	40	52	70	66	38

Данные к задаче 11 (координаты и размеры, мм)

Таблица 9.

Вариант	x_K	y_K	z_K	x_S	y_S	z_S	R	x_E	y_E	z_E	r
1	55	65	0	155	122	100	44	100	65	35	30
2	56	65	0	160	120	100	45	100	65	34	32
3	56	64	0	160	120	95	46	98	64	35	35
4	58	64	0	156	118	100	45	96	64	32	32
5	55	65	0	155	123	102	45	95	65	30	30
6	58	66	0	157	120	98	46	100	66	32	30
7	60	66	0	158	115	102	44	95	66	36	32
8	60	65	0	156	115	98	45	90	65	38	32
9	60	66	0	155	110	100	45	92	66	40	32
10	100	65	0	0	122	100	45	94	65	30	30
11	98	65	0	0	120	100	45	55	65	32	30
12	100	65	0	0	118	98	45	56	65	34	32
13	96	66	0	0	120	100	44	57	66	35	30
14	98	64	0	0	116	96	45	58	64	35	35
15	98	65	0	0	115	98	45	59	65	36	30
16	100	65	0	0	114	98	44	60	65	38	34
17	102	65	0	0	112	100	45	62	65	40	35
18	100	65	0	0	110	102	45	63	65	42	34
19	55	64	0	150	122	100	44	100	64	32	32
20	56	64	0	155	120	100	45	102	64	34	30
21	54	65	0	154	118	98	45	102	65	35	30
22	57	64	0	152	120	100	45	100	65	36	32
23	58	64	0	152	115	100	46	98	64	38	30
24	60	65	0	155	116	96	44	96	65	40	32
25	62	66	0	150	114	95	45	95	66	36	30
26	60	66	0	148	115	98	45	94	66	34	30
27	62	65	0	148	120	98	45	92	65	32	30

Данные к задаче 12 (координаты и размеры, мм)

Таблица 10.

Вариант	x_K	y_K	z_K	x_E	y_E	z_E	R	δ
1	70	70	0	70	70	40	50	60
2	70	70	0	70	70	40	55	60
3	70	70	0	70	70	38	56	65
4	70	70	0	70	70	38	55	70
5	65	70	0	65	70	35	51	75
6	65	72	0	65	72	35	50	60
7	66	72	0	66	72	35	52	80
8	68	74	0	68	74	34	51	75
9	68	74	0	68	74	34	52	60
10	70	75	0	70	75	36	53	65
11	72	75	0	72	75	35	54	75
12	64	76	0	64	76	36	55	60
13	68	76	0	68	76	35	55	45
14	70	70	0	70	70	35	55	60
15	70	72	0	70	72	35	55	60
16	72	70	0	72	70	35	52	50
17	75	74	0	75	74	36	52	60
18	74	76	0	74	76	36	53	55
19	74	70	0	74	70	35	52	60
20	75	78	0	75	78	35	54	60
21	75	78	0	75	78	36	52	45
22	70	78	0	70	78	35	54	65
23	70	80	0	70	80	35	54	70
24	70	80	0	70	80	35	54	60
25	70	80	0	70	80	35	55	45
26	75	78	0	75	78	35	55	60
27	75	80	0	75	80	35	55	65

Данные к задаче 13 (координаты и размеры, мм)

Таблица 11.

Вариант	x_K	y_K	z_K	R	h	r
1	60	68	0	52	106	40
2	60	70	0	54	104	42
3	60	70	0	55	102	41
4	60	72	0	52	100	40
5	61	70	0	50	108	42
6	60	72	0	51	98	42
7	60	71	0	50	96	40
8	58	70	0	54	98	41
9	58	70	0	52	95	40
10	60	68	0	55	94	40
11	58	68	0	51	95	40
12	58	68	0	52	100	42
13	62	70	0	53	94	42
14	58	68	0	50	95	40
15	60	68	0	52	98	40
16	61	70	0	51	100	40
17	62	72	0	55	102	42
18	62	70	0	54	104	42
19	60	70	0	53	100	40
20	60	72	0	52	95	42
21	60	68	0	55	96	42
22	62	68	0	50	100	40
23	62	68	0	51	102	40
24	62	68	0	51	108	40
25	60	70	0	52	106	42
26	60	70	0	54	104	40
27	60	70	0	55	100	40

Литература

1. Богданов В.Н., Малезик А.П., Верхола А.П. и др. Справочное руководство по черчению.- М.: Машиностроение, 1989. - 864с.
2. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии. - М.: Наука, 1988. – 272 с.
3. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. - М.: Издательство стандартов, 1991. – 236 с.
4. Самохвалов Ю. И. Начертательная геометрия: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. - 121с.
5. Фролов С. А., Бубенников А.В., Левицкий В.С., Овчинникова И.С. Начертательная геометрия и черчение: Методические указания и контрольные задания для студентов - заочников инженерно-технических специальностей вузов. - М.: Высшая школа, 1982. – 88 с.

ЧАСТЬ II

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Введение

Во втором семестре первого курса по дисциплинам "Инженерная графика» и "Начертательная геометрия" предусматривается изучение курса машиностроительного черчения и горной графики, имеющей свою специфику.

Во втором семестре студенты выполняют две контрольные работы №4, №5 и курсовую работу, которая отражает характерные особенности графической документации выбранной специальности.

Выполнить контрольные работы нужно по вариантам заданий, которые даны в таблицах и на рисунках приложения к тексту. При выполнении работ нужно обязательно использовать рекомендуемую литературу по машиностроительному черчению последних лет издания. Тема – чтение и детализирование чертежа общего вида, и курсовая работа выдается на кафедре в период установочных лекций.

Все графические работы оформляются на листах чертежной бумаги стандартного формата. Основная надпись выполняется по форме I по образцу приложения 1. Текстовые документы оформляются на листах формата А4 по образцу приложения 2 с основной надписью по форме 2. Детальные требования по оформлению графических документов (чертежей) содержатся в литературе [1, 2, 3, 4, 5], приведенной в конце пособия. Можно пользоваться любым из приведенных источников или других, доступных студенту.

При выполнении аксонометрических проекций на чертежах нужно проекции окружности (эллипсы) заменить на циркульные четырехцентровые овалы, построение которых приведено в приложении 3.

Студенты, обучающиеся по направлению 150400 "Технологические машины и оборудование", имеющие шифр специальности ГМК, ГРМ, ГЭМ, АСГ выполняют полностью контрольные работы №4 и №5, тема 9, и задание на курсовую работу выдается студенту на сессии.

Студенты, обучающиеся по направлению 130400 - "Торное дело (ПРМ, ШС; МД, ОГР, ОПИ), во втором семестре выполняют из контрольной работы №4 темы: 1, 2 и 3; из контрольной работы №5 – темы 6 и 7, тема 9 и 10 выдается студенту на сессии.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №4

Для выполнения контрольной работы №4 нужно основательно изучить ГОСТ 2.305.68. Этот стандарт можно найти в сборнике ЕСКД (Единая система конструкторской документации) "Общие правила выполнения чертежей" [4] или воспользоваться соответствующим разделом в учебниках по машиностроительному черчению [2, 3, 5].

Контрольная работа №4 состоит из, пяти тем:

Тема 1. Построение трех видов геометрической формы по данному изображению.

Тема 2. Построение трех изображений и аксонометрической проекции геометрического тела по его описанию.

Тема 3. Построение трех изображений по двум данным. Выполнение разрезов и сечений.

Тема 4. Построение линий среза.

Тема 5. Построение третьего изображения по двум данным и линий перехода поверхностей.

Тема 1. Построение трех видов геометрической формы по данному наглядному изображению

Задание по теме и порядок выполнения:

1. Изучить ГОСТ 2.305.68 "Изображение - виды, разрезы, сечения".
2. Познакомиться с примером выполнения и индивидуальным заданием по теме (рис. 1).
3. Внимательно изучить конструкцию индивидуального примера геометрического тела согласно своему варианту. Мысленно произвести геометрический анализ заданного геометрического тела, то есть определить, из каких элементарных геометрических тел состоит деталь: параллелепипед, призма, цилиндр и т.п.

4. Определить главное изображение детали (вид спереди), которое должно давать наиболее адекватное представление о конструкции детали и, соответственно, вид сверху и вид слева.

5. На листе чертежной бумаги построить формат А3, рамку чертежа, основную надпись по форме 1 (см. приложение 1). Рабочее поле чертежа разбить на зоны главного вида, вида сверху и вида слева пропорционально габаритам этих изображений.

6. По заданным размерам в масштабе 1:1 построить в тонких линиях изображения видов детали, невидимые линии на чертеже не изображать.

7. Нанести все необходимые выносные и размерные линии, изучив ГОСТ 2.307-68 [4], проставив размерные числа.

8. Линии видимого контура на изображениях, рамку чертежа и соответствующие линии в основной надписи по форме 1 обвести толстой сплошной линией толщиной 0,6- 0,7 мм, сплошные тонкие линии - 0,2 - 0,3 мм.

9. Основную надпись заполнить чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-68 [4].

Чертеж выполняется карандашом, приведенная последовательность операций по выполнению чертежа является универсальной, то есть все остальные чертежи контрольных работ по черчению нужно выполнять, придерживаясь этой схемы.

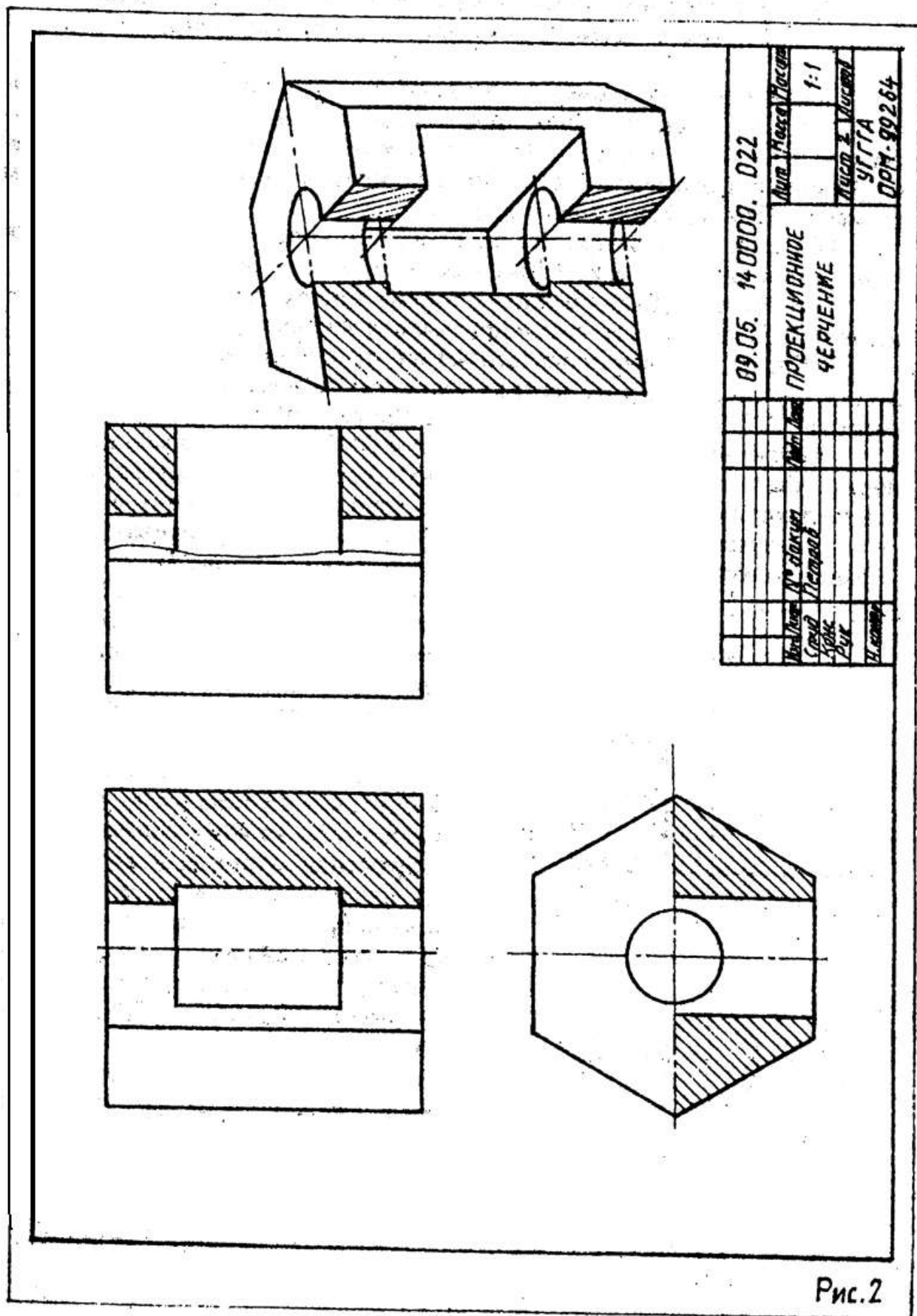
Вопросы для самопроверки

1. Перечислите название шести основных видов и укажите, как они располагаются на чертеже.

2. Дайте определение дополнительного вида. Как обозначается дополнительный вид? В каких случаях допускается дополнительный вид не обозначать?

3. Дайте ответ по схеме 2-го вопроса для местного вида.

Задание по теме 1 дано на рис. 16 приложения 4, образец выполнения задания по теме 1 на рис. 1.



Тема 2. Построение трех изображений и аксонометрической проекции геометрического тела по его описанию.

Задание по теме 2 выбирается в таблице 1 (приложение 5) по варианту, это геометрическое тело с двумя отверстиями. Цилиндрическое отверстие задается в таблице 1 (см. приложение 5), сквозной призматический вырез определяется по варианту в таблице 2 и строится по заданным размерам. Пример выполнения - на рис. 2.

Порядок выполнения. Все операции по построению чертежа аналогичны изложенным в первой теме. Дополнительные рекомендации:

1. На чертеже, выполненном в тонких линиях, на всех видах построить цилиндрическое отверстие и призматический вырез.

2. Отверстие и вырез определяют внутреннее строение вычерчиваемой детали, которое на чертеже должно быть выявлено с помощью разрезов (ГОСТ 2.305-68). Если деталь обладает плоскостью симметрии, то на чертеже нужно строить совмещенное изображение, то есть половину вида (слева) и половину разреза (справа). Вид и разрез разделяются тонкой штрихпунктирной линией. В случае, если раздел половины вида и половины разреза совпадают с ребром детали, разрез ограничивают линией обрыва (тонкой сплошной слегка волнистой линией) (рис. 3).

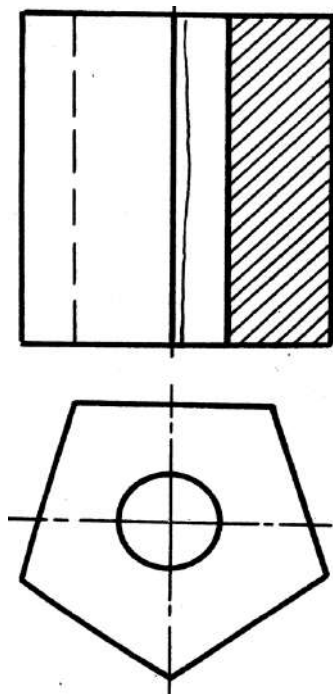


Рис. 3

3. Размеры в соответствии с ГОСТ 2.307-68. Нужно проследить, чтобы размеров было необходимое и достаточное число для изготовления детали, повторение размеров одного элемента на чертеже недопустимо.

4. Чертеж выполняется на формате А3. Рабочее поле чертежа нужно организовать так, чтобы на нем разместились три изображения заданной детали и прямоугольная диметрическая проекция, как показано на примере выполнения. Эллипсы в прямоугольной диметрии рекомендуется заменять четырехцентровыми овалами (см. приложение 3). Штриховка в разрезах производится под углом 45°, считаем, что деталь выполнена из металла. Схема штриховки приводится на образце выполнения примера (см. рис. 3).

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение разреза.

2. Для чего применяются разрезы?
3. Перечислить простые разрезы. Когда их необходимо обозначать на чертеже? В каких случаях обозначение простых разрезов не нужно?
4. Какие разрезы называются сложными?.
5. Как. на чертеже обозначается секущая плоскость, определяющая сложный разрез?
6. Как наносится штриховка на разрезе детали?

Тема 3. Построение трех изображений по двум данным.

Выполнение разрезов и сечений

Задание по теме 3. Построить третье изображение на чертеже (формат А3) по заданным размерам. Вскрыть внутреннее строение детали с помощью разрезов. Построить сечение детали заданной наклонной плоскостью. Построить наглядное изображение детали в прямоугольной изометрической проекции. Варианты задания даны в приложении 6.

Порядок выполнения. Последовательность построения чертежа изложена в теме 1.

Выполнение разрезов должно соответствовать требованиям ГОСТ 2.305-68. Информация на чертеже должна быть минимальной, но достаточной, то есть один и тот же элемент изображать дважды в разрезах не имеет смысла. Нанесение на чертеже линий невидимого контура допускается в редчайших случаях, причем штриховые линии и контуры не несут на чертеже метрической информации.

После решения всех вопросов на чертеже (рис. 4) в трех проекциях строится наклонное сечение детали. Компоновку чертежа на начальном этапе нужно вести с учетом размещения на рабочем поле чертежа наклонного сечения. Наклонное выносное сечение нужно заштриховать в соответствии с требованиями ГОСТ 2.306-68 [4].

На отдельном формате А3 нужно построить наглядное изображение . детали в прямоугольной изометрической проекции. Эллипсы заменить овалами (см. приложение 3). Разрез в аксонометрии не должен вскрывать полностью внутреннее строение детали, и величина выреза не должна превышать четверти объема детали. Штриховка в аксонометрии выполняется по схеме, показанной на образце (рис. 5).

Вопросы для самопроверки

1. В каком случае не обозначаются разрезы на чертежах?
2. Что такое местный разрез и в каких случаях употребляются местные разрезы?
3. Что такое сечение и какие бывают сечения?
4. Как обозначаются сечения? .
5. Какими линиями обводятся контуры сечений?

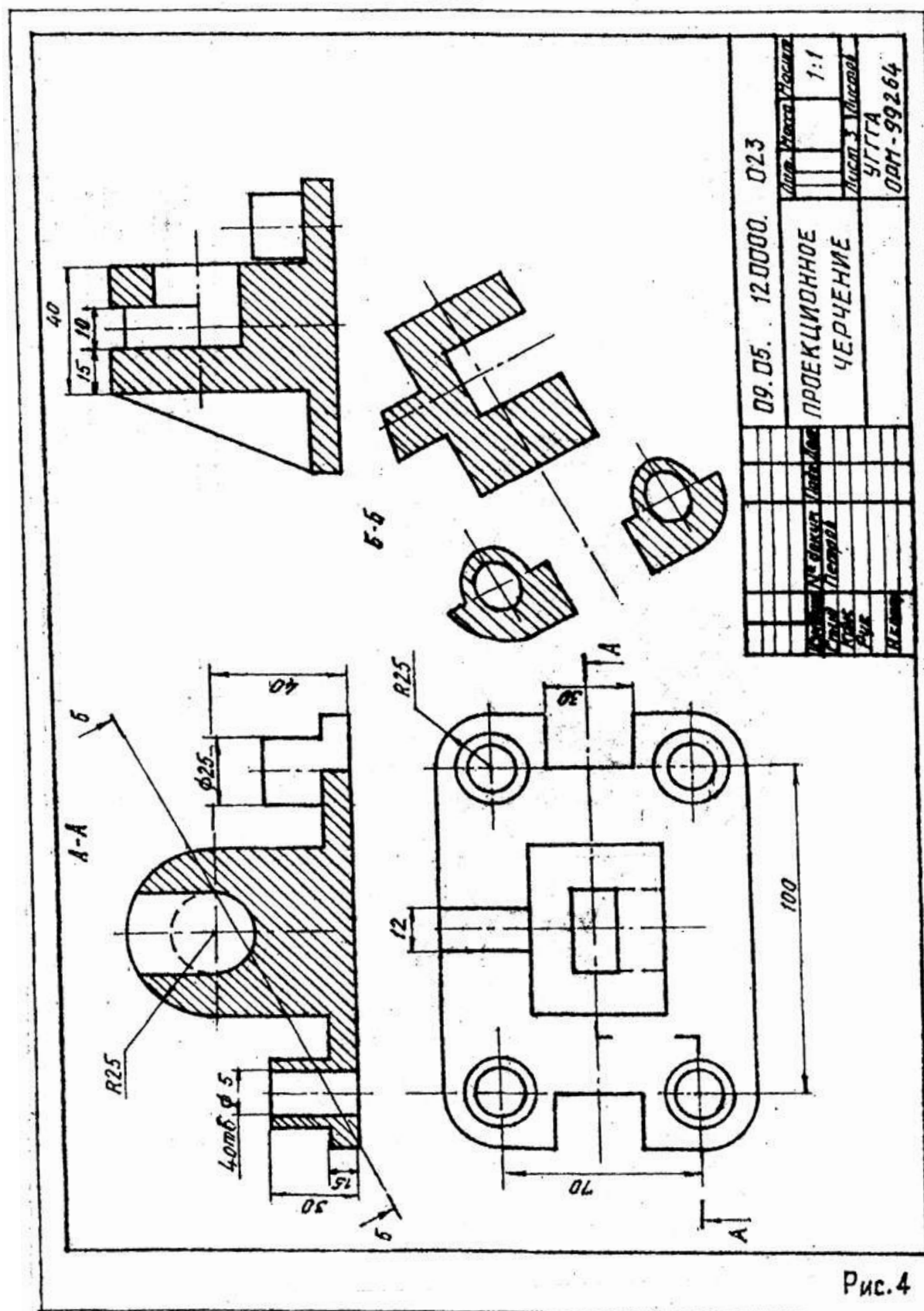


Рис. 4

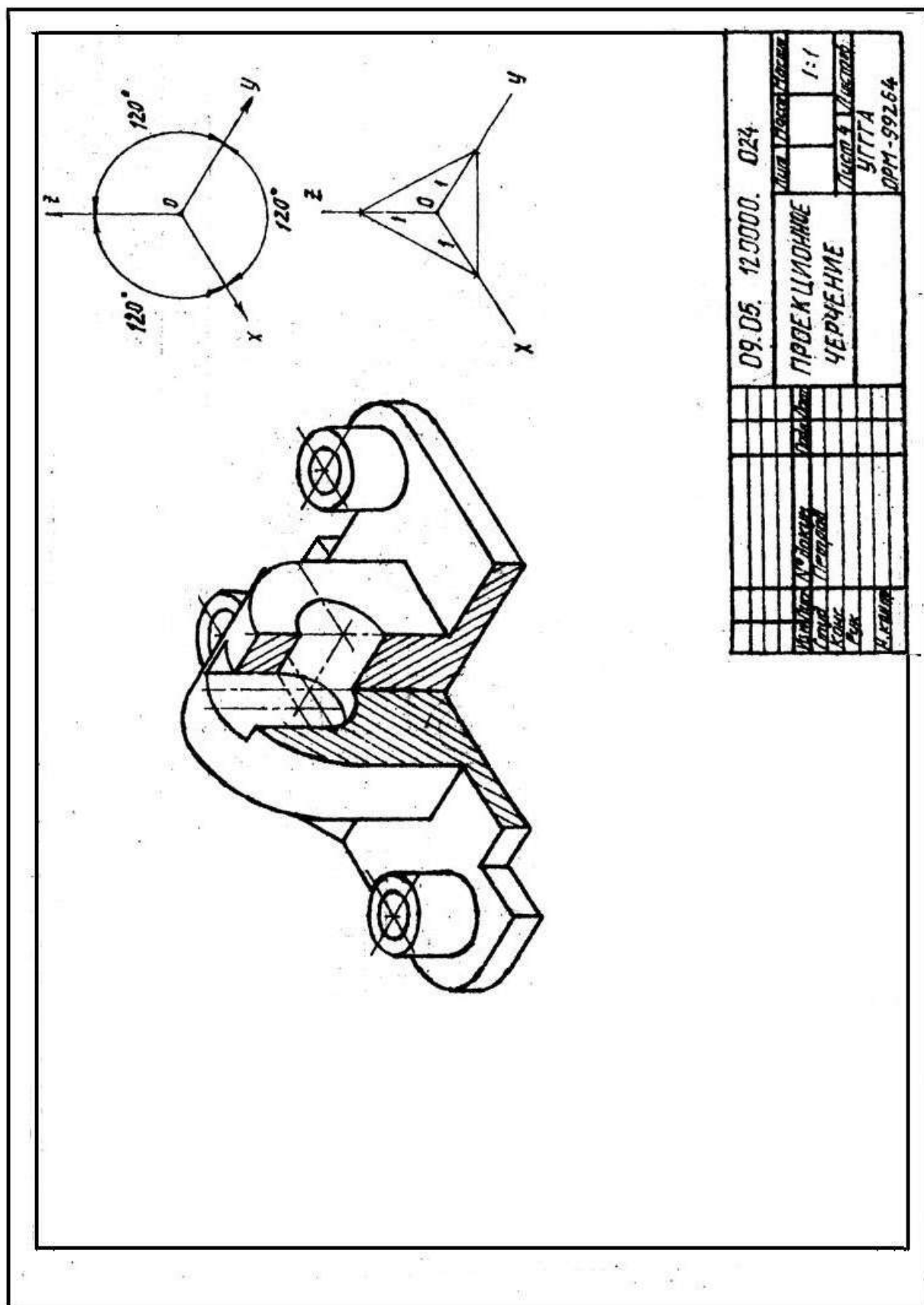


Рис. 5

Тема 4. Построение линии «среза»

Задание по теме 4. Построить три изображения детали, которая имеет сложную форму поверхности вращения, срезанную двумя параллельными плоскостями. Линия пересечения поверхности вращения секущей плоскостью и является предметом решения поставленной задачи (см. пример выполнения задания, рис. 6). Индивидуальные задания по вариантам даются в приложении 7. Работа выполняется на листе формата А3 карандашом.

Порядок выполнения:

1. На формате А3 построить три проекции заданного геометрического тела в тонких линиях, обозначить секущие плоскости.

2. Поверхности (наружную и внутреннюю) геометрического тела на главном виде разграничить тонкими, сплошными линиями на элементарные геометрические поверхности (см. пример выполнения).

Окружность R 25, вращаясь вокруг оси вращения тела, образует поверхность тора шириной 18 мм. Следующая поверхность - цилиндр с прямой образующей, параллельной оси вращения детали. Длина образующей определяется построением и зависит от положения центра сферы (размер 30) на оси. Сфера R65 плавно сопряжена с предыдущим цилиндром, правая граница сферы R65 определяется точкой сопряжения образующих окружностей R65 и R20, последняя, вращаясь вокруг оси детали, образует поверхность тора, которая плавно переходит в поверхность цилиндра с образующей - касательной в нижней точке окружности R20.

Наружная поверхность заканчивается поверхностью конуса длиной 30 мм и диаметром 40 мм меньшего основания: Аналогично проанализировать внутреннюю поверхность детали.

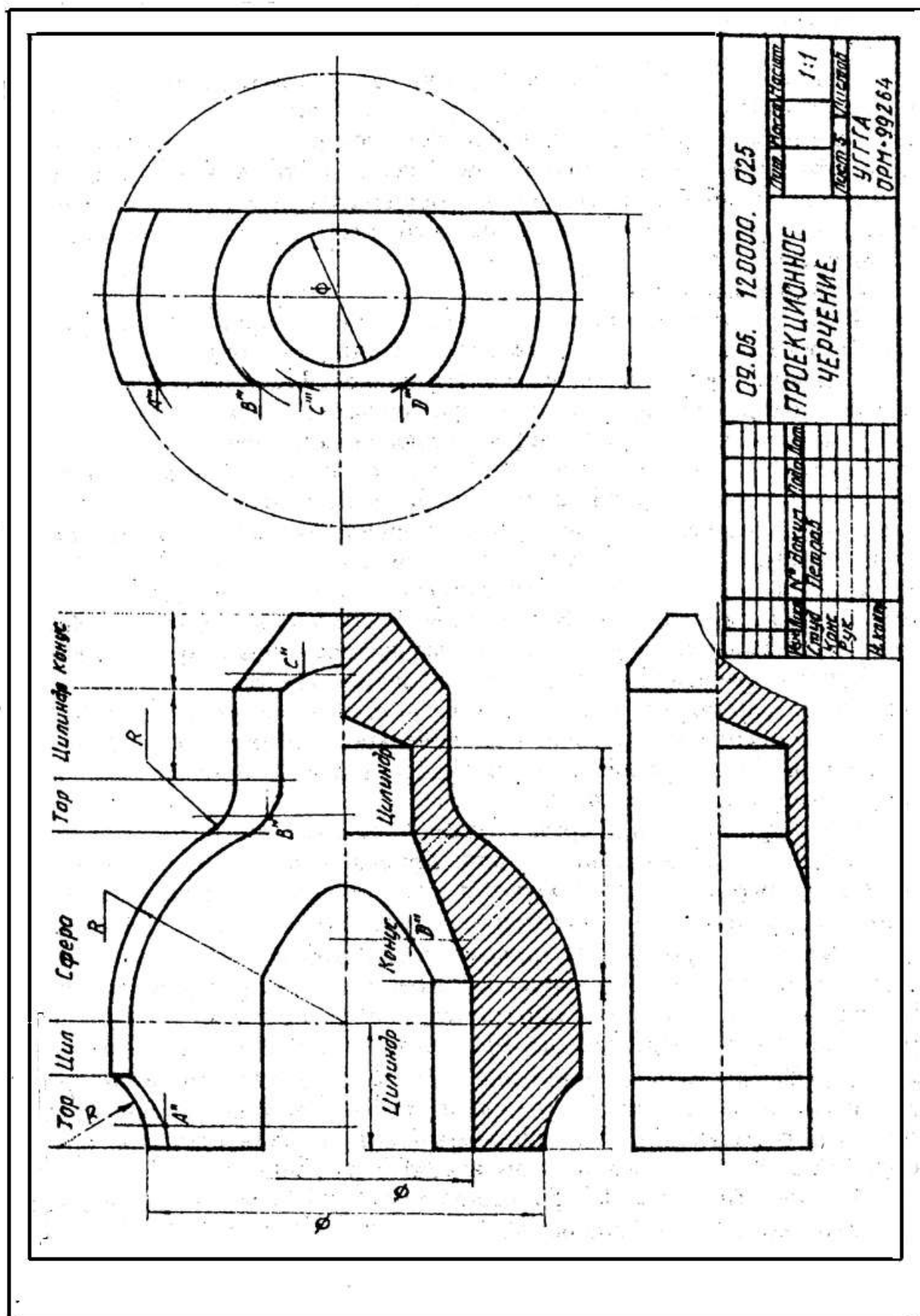


Рис. 6

3. Построение линии среза. Деталь "срезана" плоскостями Q и T , параллельными оси вращения детали. Кривая линия, по которой плоскости Q и T пересекают поверхность тора, строится как множество точек A (на примере построена одна точка). Точка A определяется с помощью вспомогательной профильной плоскости Z , которая пересекает поверхность тора по окружности радиуса R_1 , пересечение профильной проекции этой окружности со следами плоскостей Q и T определяет профильную проекцию точки A , фронтальная проекция которой отмечается на следе плоскости E . Три, четыре такие точки обеспечат удовлетворительное построение искомой кривой линии, цилиндр пересекается плоскостями Q и T по прямой образующей, сфера – по окружности, линия пересечения тора и конуса строится по точкам методом, изложенным выше.

4. Провести выносные и размерные линии, нанести размерные числа в соответствии с ГОСТ 2.307-68 [4].

5. Контуры детали обвести сплошной основной линией, штриховку выполнить тонкой сплошной линией под углом 45° к горизонту. Надписи на чертеже и в основной надписи выполнить чертежным шрифтом.

Тема 5. Построение третьего изображения по двум данным и линий перехода поверхностей

Задание по теме 5. Строятся три изображения заданной детали по размерам на формате А3 карандашом, выполняются необходимые разрезы, вскрывающие внутреннее строение детали, и строятся линии пересечения формообразующих поверхностей. Варианты задания с исходными данными - на рис. 19 (см. приложение 8). Пример выполнения - на рис. 7.

Порядок выполнения:

1. В тонких линиях на формате А3 по заданным размерам построить три изображения детали, вскрыть с помощью разрезов внутреннее строение детали.

2. Определить вид и форму пересекающихся, формообразующих поверхностей и выбрать метод решения задачи. Из курса начертательной геометрии (часть 1) известно, что линия пересечения двух кривых поверхностей строится с помощью вспомогательных секущих поверхностей-посредников. В качестве таких поверхностей можно использовать плоскости, сферические концентрические или эксцентрические поверхности.

3. Построение линии перехода или линии пересечения поверхностей осуществляется по единому алгоритму, изложенному в первой части настоящей работы в теме 3.

4. После построения линий перехода чертеж оформляется по порядку, изложенному в предыдущих темах, то есть выполняется штриховка на разрезах, обводятся видимые контуры детали, проставляются размеры, выполняются необходимые надписи на чертеже, строится рамка чертежа и оформляется основная надпись.

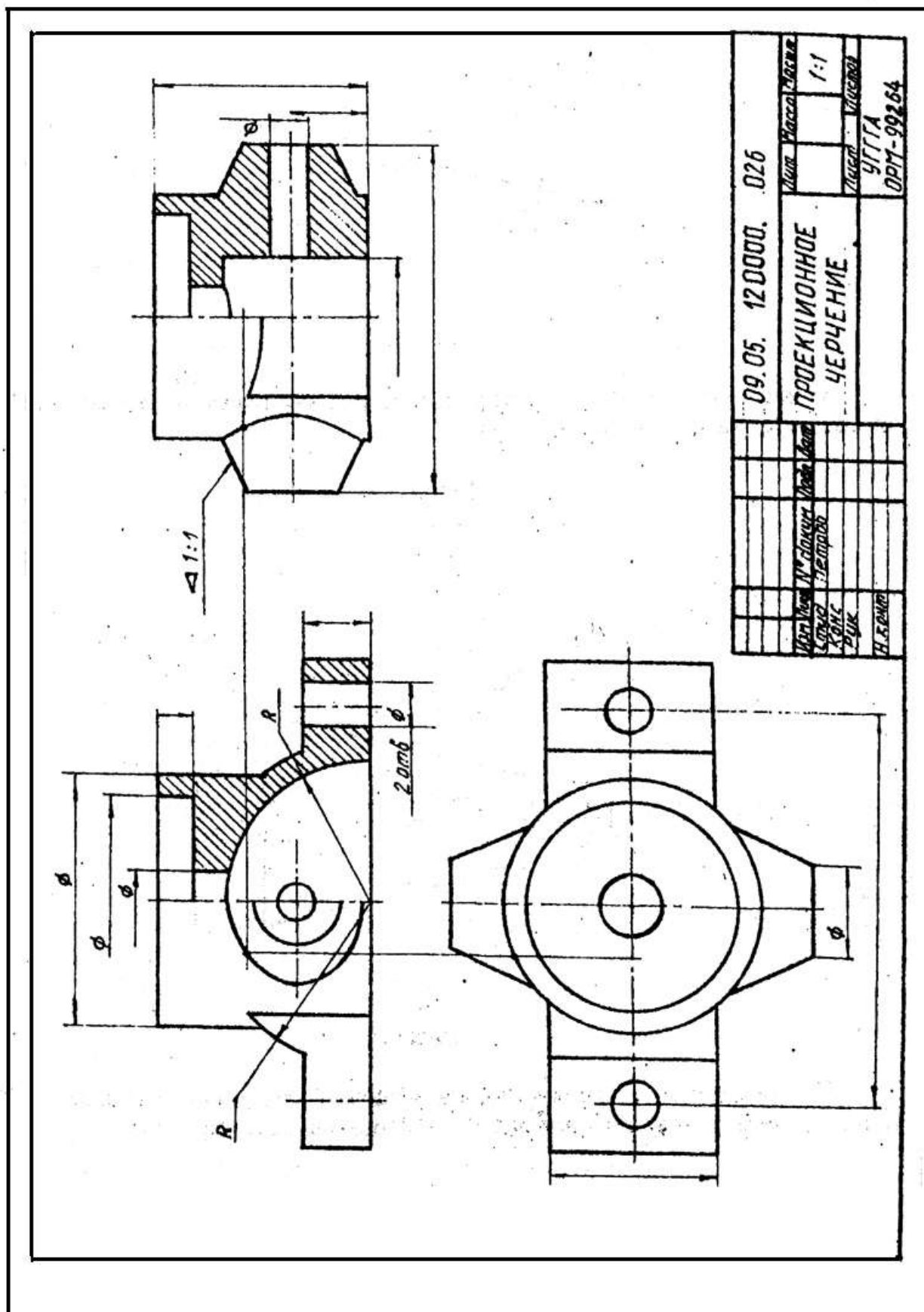


Рис. 7

Дополнительные сведения. При построении машиностроительных чертежей часто приходится строить уклоны, конусности, фаски [2, 3, 5]. Уклон прямой линии (рис. 8), или уклон плоскости, - это характеристика пространственного положения прямой или плоскости, другими словами, это положение прямой или плоскости относительно другой прямой или плоскости, как правило, горизонтальных или вертикальных. Уклон - это отношение, выражающееся формулой

$$\operatorname{tg} \alpha = BC/AC = 1:4.$$

В численном выражении уклон в числителе имеет единицу, знаменатель, как правило, - целое число. В машиностроении уклоны нормализованы. Это значит, что в справочниках по машиностроению и конструированию можно найти рекомендуемые значения уклонов.

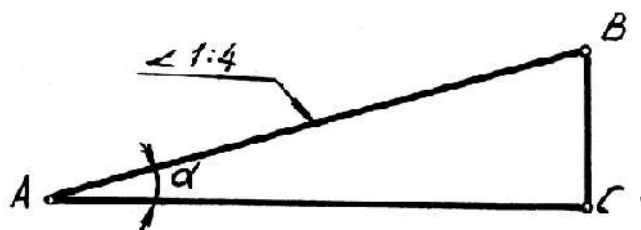


Рис 8

Конусность (рис. 9) - это характеристика конической поверхности, определяется также в виде отношения

$$2 \operatorname{tg} \alpha = (D-d)/L$$

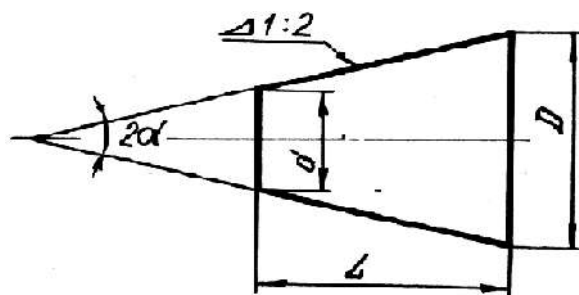


Рис 9

Рекомендуемые к использованию величины конусностей так же, как клоны, нормализованы и содержатся в справочной литературе.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №5

В контрольную работу № 5 входят следующие темы:

Тема 6. Изображение и обозначение резьб на деталях машин. Изображение резьбовых соединений. Изображение и обозначение крепежных деталей.

Тема 7. Составление эскизов деталей машин.

Тема 8. выполнение чертежа общего вида машиностроительного изделия.

Тема 9. Чтение и детализовка чертежа общего вида машиностроительного изделия.

Тема 6. Изображение и обозначение резьб на деталях машин. Изображение резьбовых соединений. Изображение и обозначение крепежных деталей

Очень важным моментом для построения графических документов является правильное и грамотное, основанное на существующих стандартах изображение соединений деталей.

Машины и механизмы состоят из деталей, определенным образом соединенных и взаимодействующих между собой. Для изображения характера соединений и взаимодействий в машиностроительном черчении изучается раздел «Условности изображения соединений деталей машин и элементов соединений». Эти сведения содержатся в сборнике ЕСКД [4] в ГОСТ 2.311-68 - ГОСТ 2.315-68. и в любой учебной литературе по машиностроительному черчению [2, 3, 5].

Соединения деталей между собой могут быть разъемными и неразъемными. К неразъемным соединениям относятся: сварка, клепаные соединения, пайка, склеивание и сшивание деталей различными крепящими деталями (скобы, гвозди, нити и т.д.). Специальной графической работы по теме неразъемных соединений в контрольной работе не предусматривается, но эту тему студент должен изучить по литературе. Знание этой темы потребуется при выполнении темы 9 «Чтение и детализовка чертежа общего вида», в которой могут встречаться неразъемные соединения.

Изображение резьб и резьбовых соединений

Резьбовые соединения деталей - это наиболее обширный класс разъемных соединений. Элементом соединения является резьба, которая образуется перемещением плоской фигуры (профиля резьбы) по винтовой траектории по цилиндрической или конической поверхности. Ось направляющей поверхности одновременно является осью резьбы. Перемещение профиля по винтовой линии на угол 360° определяет виток, перемещение профиля резьбы при этом параллельно оси резьбы называется ходом резьбы. Резьба, образованная движением по винтовой линии профиля А, образует однозаходную резьбу, профиль Б даст двухзаходную резьбу, профиль В ~ трехзаходную и т. д. (рис. 10).

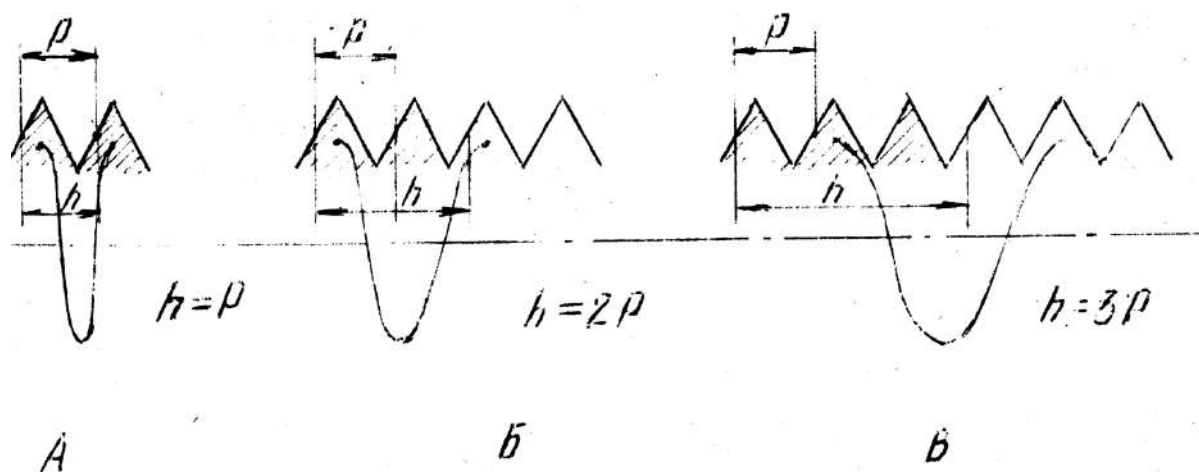


Рис. 10.

Шаг резьбы обозначается P и определяется расстоянием между точками одноименных боковых сторон профиля по направлению оси резьбы. Соотношения между ходом и шагом резьбы приведены на рис. 10. Резьба может быть правой или левой, у левой резьбы вращение против часовой стрелки и в обозначении ставятся латинские буквы LH (ГОСТ 8724-81 «Резьба метрическая, диаметры и шаги»). Длина резьбы включает сбег резьбы и фаску. Сбег - резьба неполного профиля, получающаяся при выходе режущего инструмента, на чертежах, как правило, указывают длину резьбы только полного профиля.

Резьбы стандартные и нестандартные чертеже изображаются одинаково. На стержне наружная резьба изображается тонкой сплошной линией по внутреннему диаметру, наружный диаметр проводится сплошной основной линией. В отверстии резьба по наружному диаметру проводится тонкой сплошной линией, а по внутреннему - сплошной основной. На виде по направлению оси резьбы на стержне резьба изображается по внутреннему диаметру разомкнутой сплошной тонкой линией, в отверстии - тонкой сплошной разомкнутой линией проводится наружный диаметр резьбы. Граница резьбы полного профиля проводится сплошной основной линией. Расстояние между сплошной основной и тонкой линиями на изображении резьбы должно быть не менее 0,8 мм и не более шага резьбы.

Изображение резьбовых соединений на чертеже имеет принципиальное значение и выполняется по следующему правилу:

- деталь, :которая ввертывается (деталь системы болт), изображается в системе полностью без каких-либо искажений, и на ней изображается резьба;
- деталь, в которую ввертывается (деталь системы гайка), изображается не полностью, а только части ее, видимые за пределами детали системы болта.

Обозначение резьб

Каждый тип резьбы имеет условное буквенное обозначение: М - метрическая, Tr - 'трапецеидальная, G - трубная цилиндрическая, R - трубная коническая, K - коническая, S - упорная и т. д. В обозначении резьбы, кроме трубной и конической, входит номинальный наружный диаметр (наружный диаметр резьбы на стержне), шаг резьбы, число заходов резьбы, поле допуска и т.д.

М - метрическая резьба, примеры обозначений'

М 24 - метрическая резьба с крупным шагом (ГОСТ 9150-81).

М 16×1,5 - метрическая резьба с мелким шагом.

М 30×4,5 (Р 1,5) - метрическая резьба с наружным диаметром 30 мм, ходом 4,5 мм и шагом 1,5 мм.

М 30×4,5 (Р 1,5) LH –то же для левой резьбы.

Tr- трапецеидальная резьба

В технической документации можно встретить старое обозначение трапецеидальной резьбы, поэтому есть смысл привести пример: Трап 16×2 ГОСТ 9484-71. В современной документации нужно пользоваться следующим обозначением трапецеидальной резьбы:

Tr 16×2, Tr 80×30 (P15).

S - упорная резьба.

Старое обозначение упорной резьбы: Уп24 ×10 ГОСТ 10177 -62, новое обозначение упорной резьбы: S 24×10.

Трубная цилиндрическая и коническая резьба обозначается условно размером в дюймах ($1''=25,4$ мм), равным диаметру условного прохода трубы D_y . Шаг резьбы в обозначение не ставится. Старое обозначение: Труб $1\frac{1}{2}''$ кл. В. Новое обозначение:

G $1\frac{1}{2}$ - В ~ трубная цилиндрическая резьба;

R $1\frac{1}{2}$ -В - трубная коническая резьба на трубе (наружная);

Rc $1\frac{1}{2}''$ -В - трубная коническая резьба на фитинге (внутренняя);

B(A) - класс точности изготовления трубной резьбы.

Задание по теме 6.

Вычертить~ на листе формата А3:

1) болт, гайку, шайбу, шплинт, если болт имеет отверстие под шплинт по действительным размерам, которые нужно взять из стандартов в таблице задания по теме;

2) упрощенное изображение болтового соединения (пример и расчетные формулы на рис. 11);

3) гнездо под резьбу, гнездо с резьбой, отдельно шпильку и соединение двух деталей шпилькой по их действительным размерам из стандартов в таблице задания.

Варианты заданий даны в таблицах приложения 9.

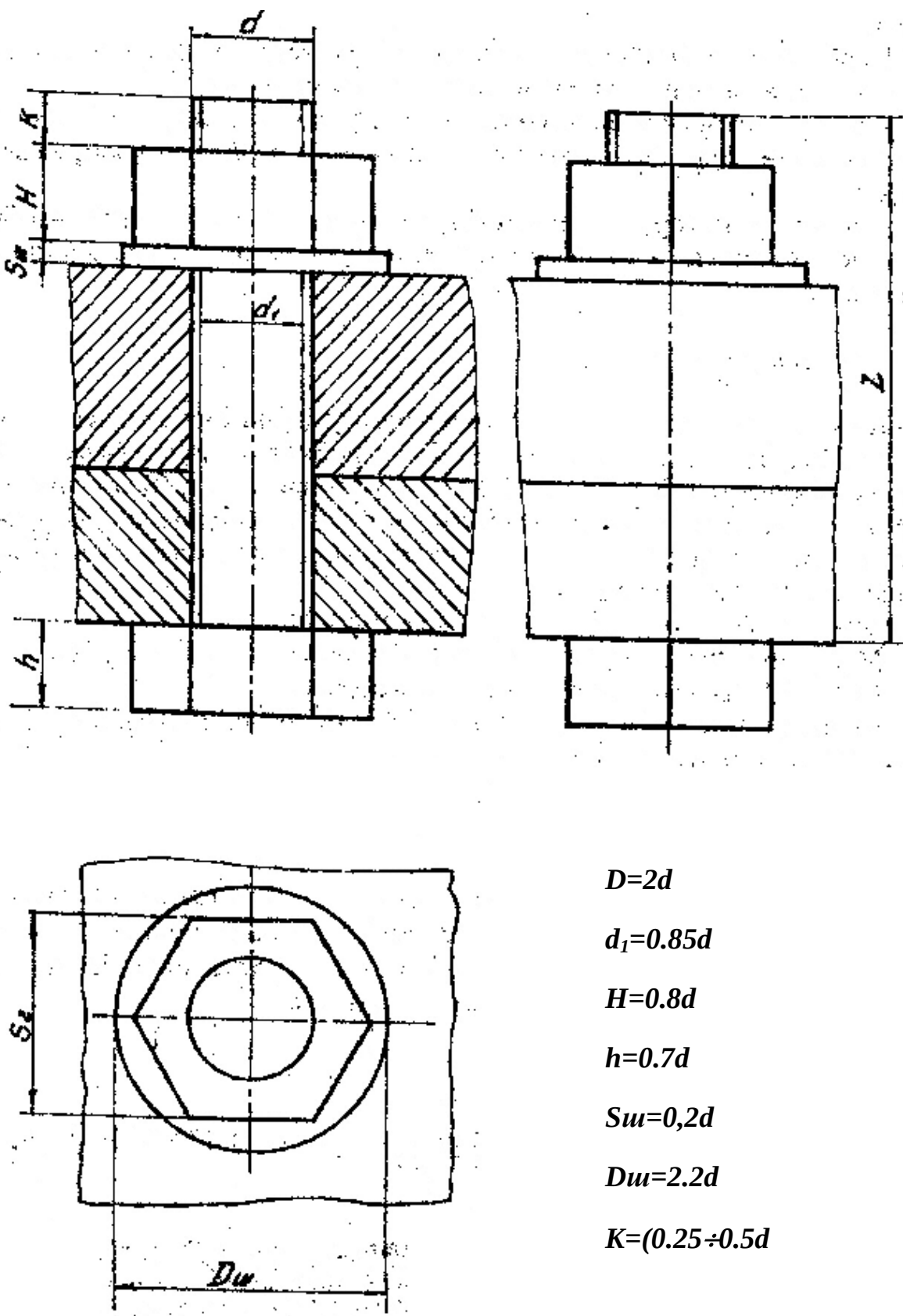


Рис. 11

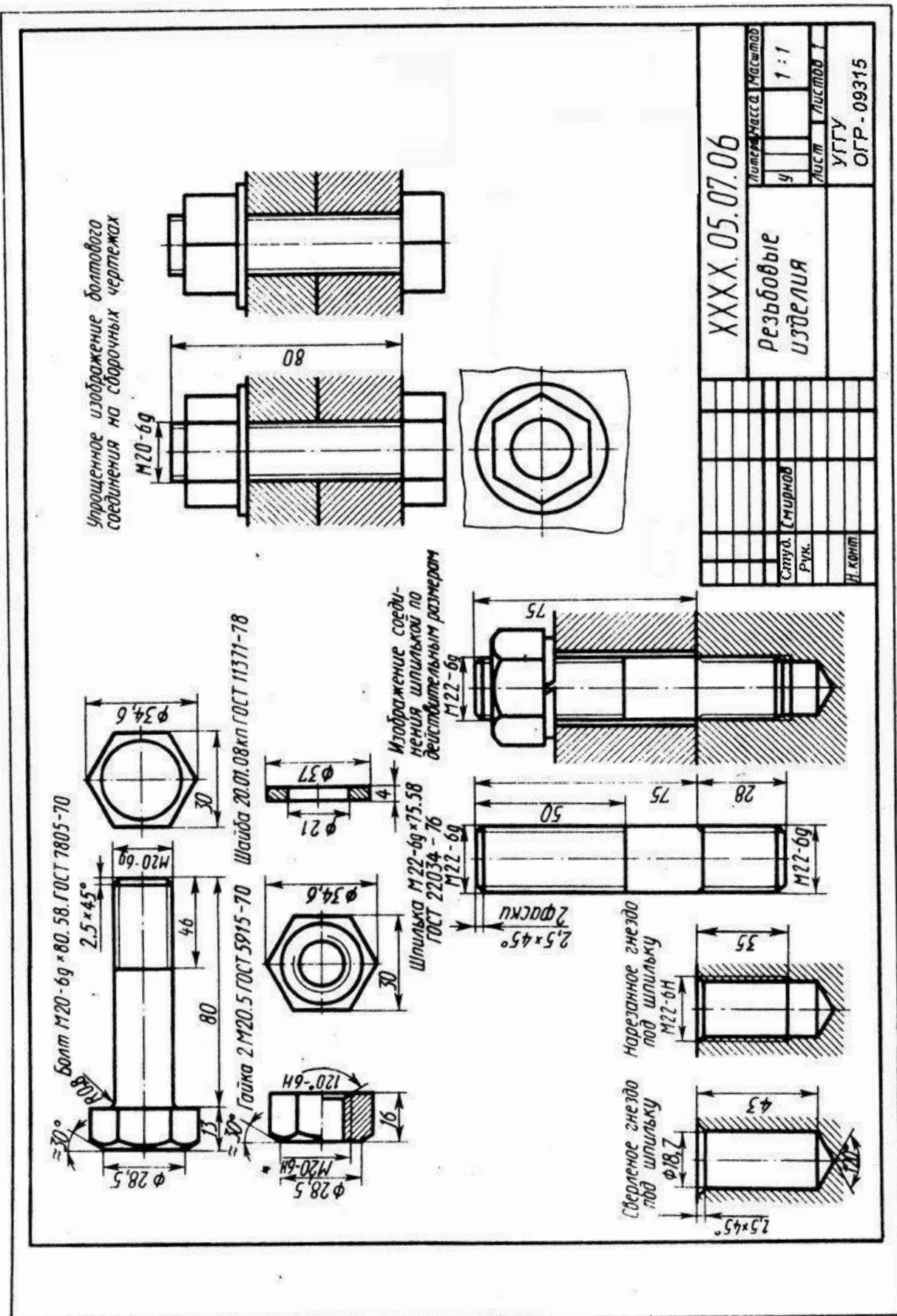


Рис. 12

Чертежи выполняются карандашом на листе формата А3. Надписи, обозначения и размеры по примеру выполнения задания рис. 12.

Примечания:

1) при наличии у болта отверстия под шплинт размеры шплинта подбирают по ГОСТ 397-79;

2).если в графе исполнения стоит прочерк, то это означает, что изделие изготавливается в единственном исполнении;

3) если в шпилечном соединении прорезная или корончатая гайка, то при вычерчивании конец шпильки должен выступать над гайкой не более чем на 3-5 мм, шплинт по ГОСТ 397-79;

4) диаметр отверстия под резьбу взять равным приблизительно $0,85d$ (d - наружный диаметр шпильки).

Тема 7. Составление эскизов деталей машин

Тема эскизирования деталей машин для инженеров имеет очень большое значение. Эскиз - это графический документ - чертеж временного характера, выполненный от руки. С примерным соблюдением пропорций элементов детали. Эскиз оформляется как рабочий чертеж, то есть эскиз может использоваться для изготовления детали в условиях производственных мастерских. Таким образом, инженер, работающий на эксплуатации машин и механизмов, должен обладать безукоризненной техникой эскизирования, чтобы в процессе работы в случае поломки какой-либо детали он мог оперативно изготовить эскиз этой детали и организовать ее изготовление. Инженер, работающий в проектной или конструкторской организации, весь процесс конструирования ведет в эскизной форме, и только на конечном этапе делается чертеж проектируемого изделия.

Порядок составления эскиза детали:

- 1) изучается деталь, эскиз которой нужно построить; выявляются геометрические формообразующие поверхности, их взаимное расположение, характер линий перехода поверхностей, линий среза (тема 4 и 5, КР №);
- 2) обоснованно выбирается главный вид детали и остальные необходимые виды, решается вопрос выполнения разрезов и сечений для выявления внутреннего строения детали;
- 3) в зависимости от предполагаемого количества изображений выбирается формат для эскиза, рамка чертежа и контур основной надписи проводятся от руки (заполнение основной надписи проводится на конечном этапе после оформления чертежа);
- 4) рабочее поле чертежа делится на пропорциональные зоны выбранных изображений, для этого нужно выявить примерные соотношения габаритов детали - длины, высоты, ширины (рис. 13);
- 5) если деталь обладает осями и плоскостями симметрии, на чертеже нужно нанести оси тонкими штрихпунктирными линиями (см. рис. 13);

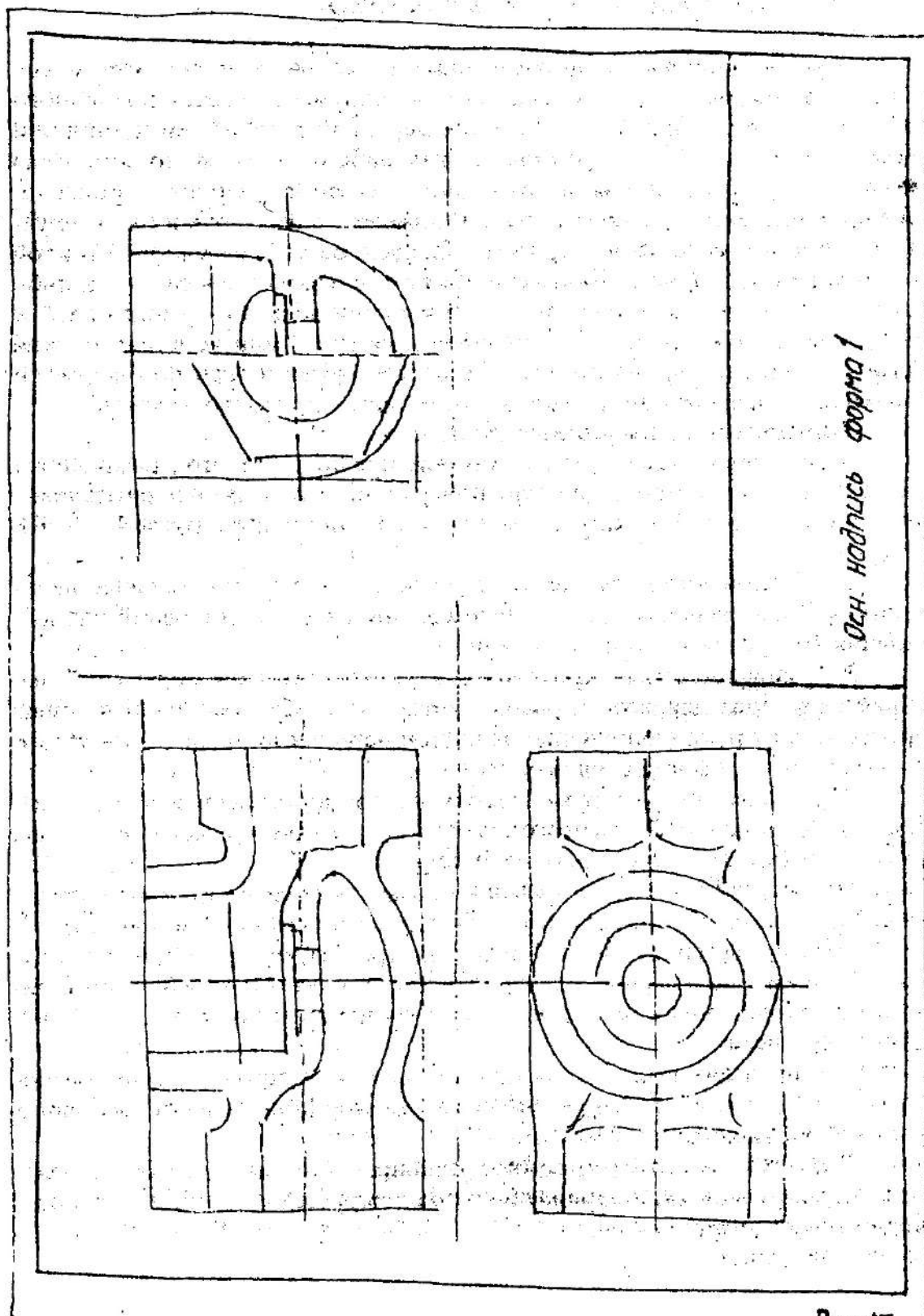


Рис. 13

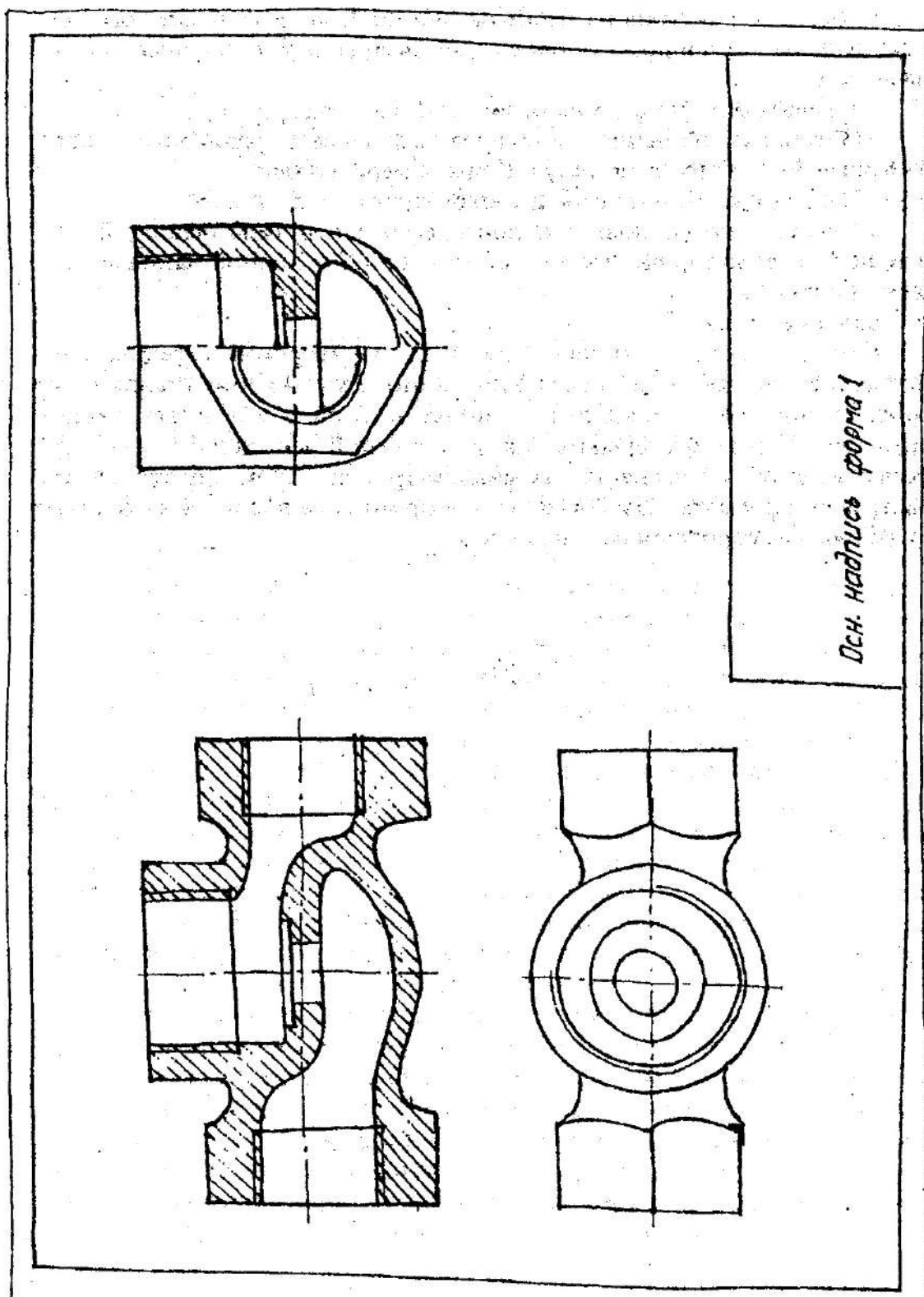


Рис. 14

6) на проведенных плоскостях симметрии строятся габаритные прямоугольники видов главного, сверху, слева, так, чтобы между ними осталось достаточно места для простановки размеров и возможных необходимых надписей;

7) в пределах габаритных прямоугольников строятся элементы поверхностей детали, с использованием пропорциональности основных формообразующих поверхностей;

8) разрезы желательно строить одновременно; все построения делаются в тонких линиях, и параллельно анализируется пропорциональность элементов детали;

9) обводка контуров на изображении производится после того, как будут решены все вопросы с элементами внутреннего и внешнего строения детали;

10) Делается штриховка на разрезах и сечениях (рис. 14);

11) тонкими линиями проводятся выносные и размерные линии, размерные числа берутся по результатам обмера детали;

12) наносятся обозначения шероховатости поверхностей;

13) заполняется основная надпись, если нет штампа основной надписи, допускается в студенческих. работах линии основной надписи проводить по линейке.

Задание по теме 7.

Студент находит сам или берет в препараторской кафедры узел-вентиль и составляет эскизы всех деталей этого узла, кроме стандартных (гайки, шайбы). В. учебных целях считаем вентиль и его детали нестандартными. Эскизы выполняются на листах белой чертежной бумаги, допускается делать эскизы на листах миллиметровки. Рекомендуется использовать листы формата А3 и А4, можно оформить два листа А4 на формате А3. Все эскизы сброшюровать в альбом.

Тема 8. Выполнение чертежа общего вида машиностроительного изделия

Чертеж общего вида довольно часто называют сборочным чертежом - это не совсем верно, поскольку сборочный чертеж отображает процесс и порядок сборки узла, и на нем нет необходимости давать полное изображение каждой составляющей детали, что требуется при выполнении чертежа общего вида.

Главный вид на чертеже общего вида, как правило, определяется главным видом корпусной детали. Корпусная деталь также определяет и количество основных видов.

На чертеже общего вида выполняются разрезы, цель которых не только показать внутреннее строение детали, но и характер соединения и взаимодействия деталей, составляющих данную сборочную единицу, а также назначение и принцип действия механизма. Количество изображений на чертеже общего вида должна быть минимальным, но достаточным для того, чтобы прочесть каждую деталь, составляющую изображаемый узел.

На разрезах и сечениях нужно нанести штриховку на деталях; при этом одна и та же деталь на различных разрезах и сечениях должна быть заштрихована строго в одну сторону и одним шагом штриховки. Сопряженные на разрезе детали желательно штриховать в разные стороны, если это невозможно, то сопряженные детали нужно штриховать различным шагом, то есть расстояния между линиями штриховки различны.

На чертеже общего вида нужна поставить следующие размеры:

1) габаритные; 2) присоединительные - размеры между осями элементов крепления узла; 3) размеры, проверяемые при сборке, диаметры валов, расстояния между крепежными элементами сборки и т.д.; 4) обозначить все резьбы и резьбовые соединения, кроме стандартных изделий, указываемых в спецификации; 5) размеры и необходимые обозначения элементов, которые обрабатываются. В процессе сборки, например, совместное засверливание для

стопорения деталей и прочее; 6) размеры, определяющие ход подвижных частей сборки.

Следующим этапом оформления чертежа общего вида является простановка позиций на чертеже. На детали ставится точка, из нее проводится выносная линия, чтобы она не была параллельна линиям чертежа штриховки. Выносная линия заканчивается полкой. Выносная линия и полка проводятся тонкой сплошной линией, над полкой проставляется позиция детали арабской цифрой шрифтом 5. Полка располагается на чертеже строго по горизонтальным и по вертикальным направлениям, порядок цифр позиций на чертеже может быть произвольным.

Спецификация - текстовый документ, выполняется на листах чертежной бумаги формата А4.; форма, размеры и порядок заполнения спецификации даны в приложении 2.

Задание по теме 8.

Выполнить на листе чертежной бумаги формата А1 или А2 чертеж общего вида изделия, детали которого выполнялись в предыдущей теме.

Чертеж желательно выполнить в увеличенном масштабе по размерам, поставленным на эскизах в теме 7.

Тема 9. Чтение и детализовка чертежа общего вида

Изучение инженером курса машиностроительного черчения заканчивается изучением методов и приемов чтения чертежа общего вида и вычерчиванием рабочих деталей, составляющих механизм, изображенный на чертеже.

Чтение чертежа общего вида начинается со знакомства с основной надписью чертежа, краткого описания изображенного механизма, чтения спецификации и одновременного изучения детали на чертеже. Прочитать деталь на чертеже общего вида - это значит найти изображения этой детали на всех видах, разрезах и сечениях. Поиск ведется с помощью проекционной связи, установленной между изображениями, и штриховки, присущей только этой детали. Когда деталь на чертеже определена, нужно сделать геометрический анализ формообразующих поверхностей, то есть выявить, из каких геометрических форм образуется поверхность и полости детали, как они сопрягаются между собой. После такого анализа можно приступить к выбору главного и других необходимых видов для данной детали, определить разрезы и сечения для вскрытия внутреннего строения детали. учесть все условности и упрощения изображения элементов детали на чертеже, выбрать масштаб изображения и соответствующий формат, на котором будет строиться рабочий чертеж.

Требования к построению рабочего чертежа аналогичны требованиям построения эскиза детали, только чертеж строится с помощью чертежного инструмента.

Задание по теме 9.

Для практического усвоения этой темы студенту выдается чертеж общего вида, на котором указываются детали для выполнения рабочих чертежей. Студент самостоятельно решает вопросы выбора масштаба изображения и величины формата чертежа, выбора главного вида и других необходимых видов, разрезов и сечений, рациональной простановки размеров (в работе нужно проставить только номинальные размеры). При сдаче преподавателю :этой темы студент обязан кратко и ясно рассказать строение механизма, порядок сборки деталей, их соединение и взаимодействия, изложить функциональное назначение (работа) узла или сборочной единицы на чертеже общего вида, мотивировать выбор главного вида деталей на рабочих чертежах, необходимость и достаточность других изображений.

Тема 10. Курсовая работа

Цикл обучения студентов графическим дисциплинам завершается выполнением курсовой работы. Тематика курсовых работ соответствует специальности студента.

Студенты механических специальностей (ГЭМ, ГМК, ГРМ, АСГ) выполняют в качестве курсовой работы чертеж общего вида по описанию механизма (машины), по альбому рабочих чертежей деталей и перечню стандартных изделий. Задание на курсовую работу выдается преподавателем в период установочных лекций, консультации по выполнению работы проводятся ведущим преподавателем. Работа завершается защитой:

Студент должен кратко и четко рассказать с демонстрацией на чертеже строение узла, взаимодействие деталей, порядок сборки, характер соединения, функциональное назначение и порядок работы.

Студенты горно-технических специальностей (ПРМ, МД,ШС, ОГР) изучают горно-графическую документацию (ГГД), сборник стандартов, регламентирующих требования к горным графическим документам. Ведущий преподаватель читает установочную лекцию по теме «Проекции с числовыми отметками» и выдает задание на курсовую работу, студент берет на кафедре методическое пособие по выполнению курсовой работы и выполняет работу на листе формата А1 с последующей защитой. Студенты специальности ОПИ выполняют курсовую работу по теме "Взаимное пересечение кривых поверхностей второго порядка" на примере конструирования аэро- и гидродинамического аппарата с развертками составляющих поверхностей. Работа выполняется на листе формата А1.

Литература

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. - М.: Машиностроение, 1980. - Т.1. – 128 с.; Т.2. – 560 с.; Т.3. – 560 с. '
2. Богданов В.Н., Малезик И.Ф. и др. Справочное руководство по черчению. - М.: Машиностроение, 1989. – 864 с.
3. Вяткин Г.П., Андреева А.Н. Машиностроительное черчение. - М.: Машиностроение, 1985. -368 с.
4. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей (ГОСТ 2.301-68 ...ГОСТ 2.321 - 84). М.: Издательство стандартов, 1988. ~ 240 с.
5. Федоренко Б. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. - М.: Машиностроение, 1987. – 416 с.

09.05. 140001. 070					70				14																									
185																																		
7	10	23	15	10					15	17	18																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Изм.</td> <td style="width: 15%;">Лист</td> <td style="width: 20%;">№ докум.</td> <td style="width: 15%;">Подп.</td> <td style="width: 15%;">Дата</td> </tr> <tr> <td>Студент</td> <td>Соколов</td> <td>Зав</td> <td>10.09</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Рук</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Консульт</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н. контр</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Студент	Соколов	Зав	10.09		Рук					Консульт					Н. контр					09.05. 140001. 070				
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																									
					Студент	Соколов	Зав	10.09																										
					Рук																													
					Консульт																													
Н. контр																																		
КОРПУС					Лит		Масса	Масшт																										
					1:1																													
					Лист		Листов																											
Ст. 3. ГОСТ 380 - 71					УГТУ		ОГР - 09315																											
Зав. каф. Шангина					70		50																											
210																																		

297

15

5

15

5

15

[illegible]

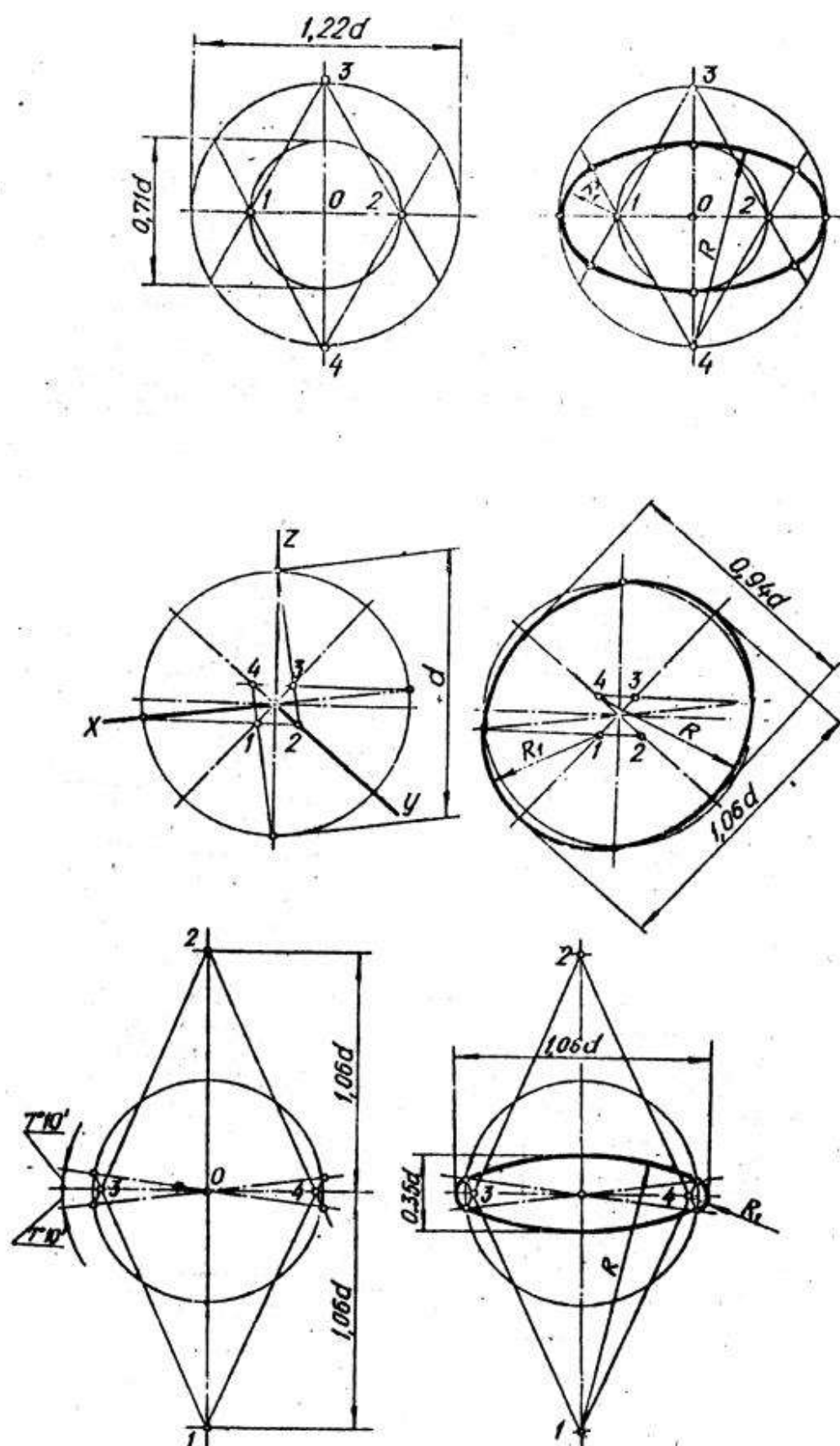


Рис. 15.

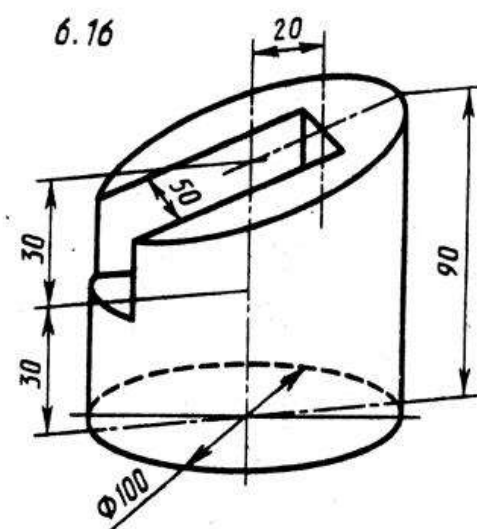
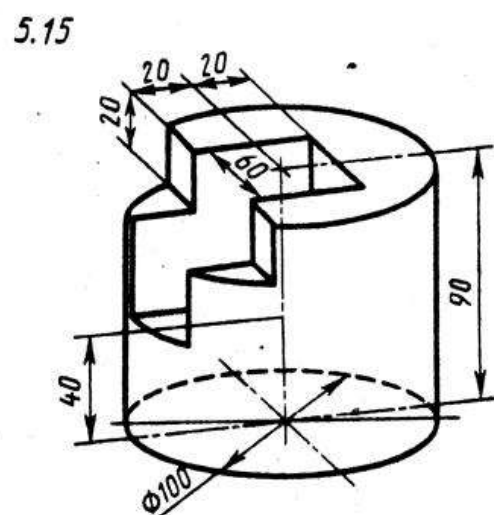
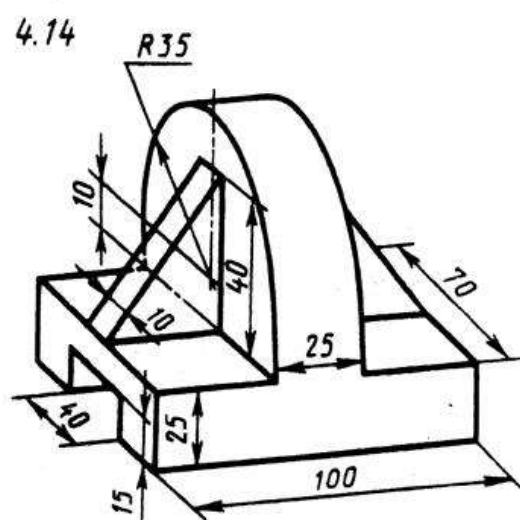
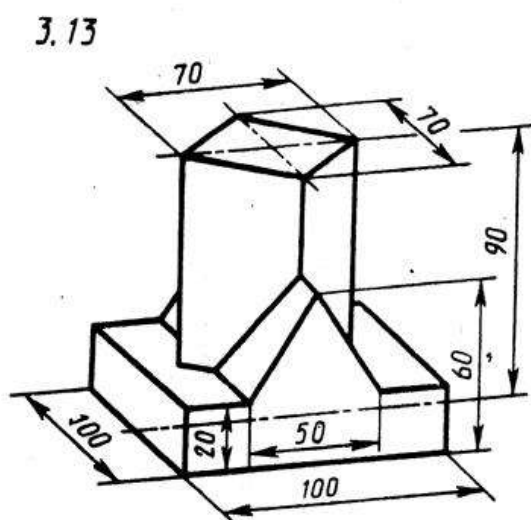
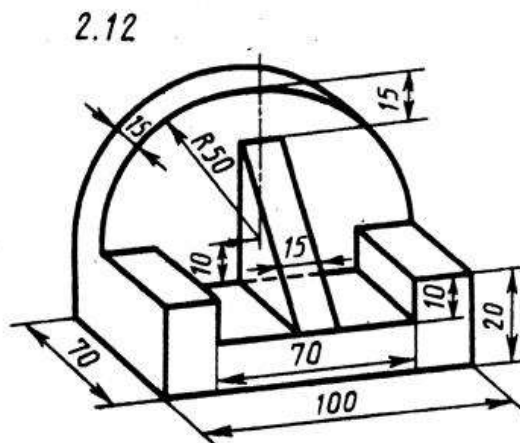
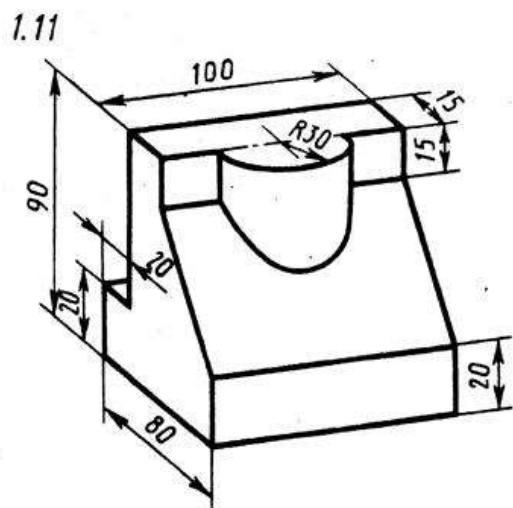


Рис. 16

(окончание)

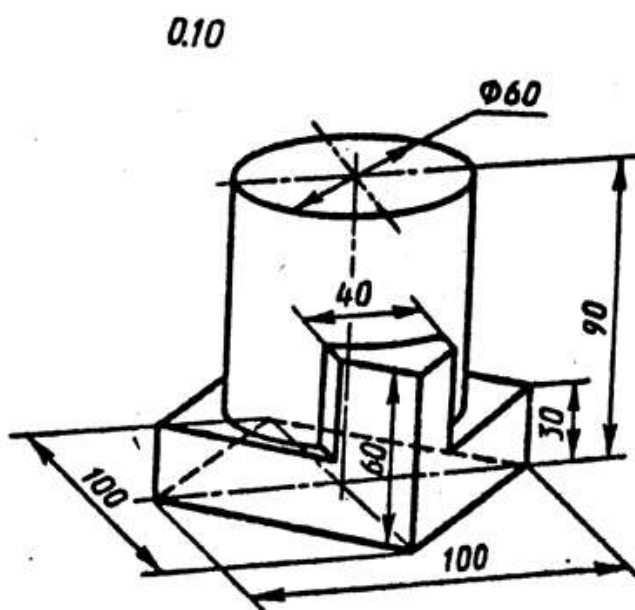
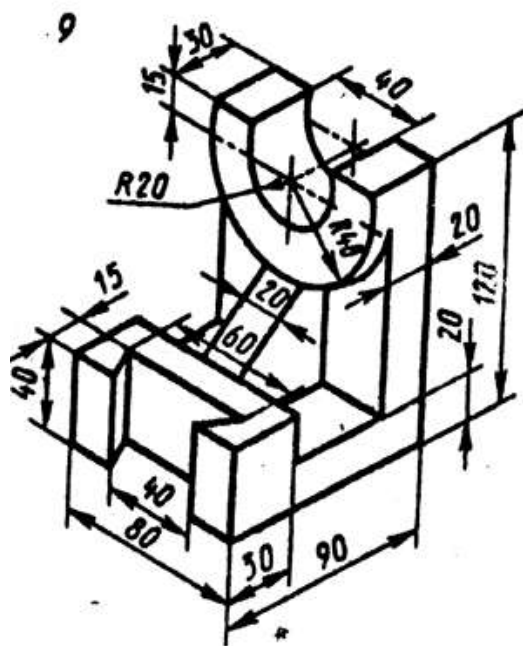
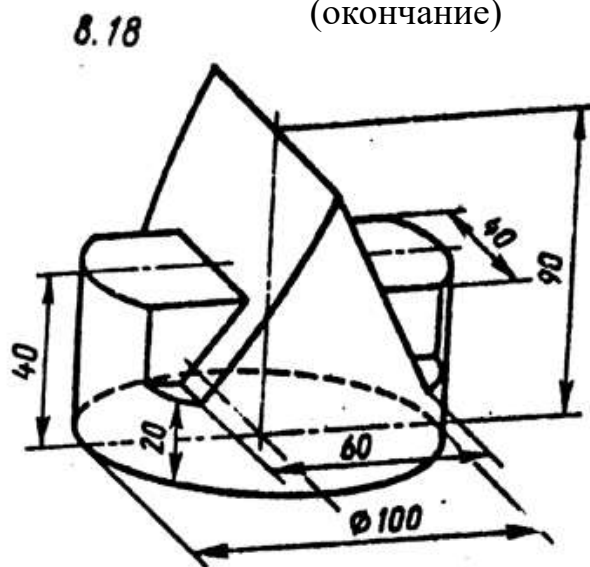
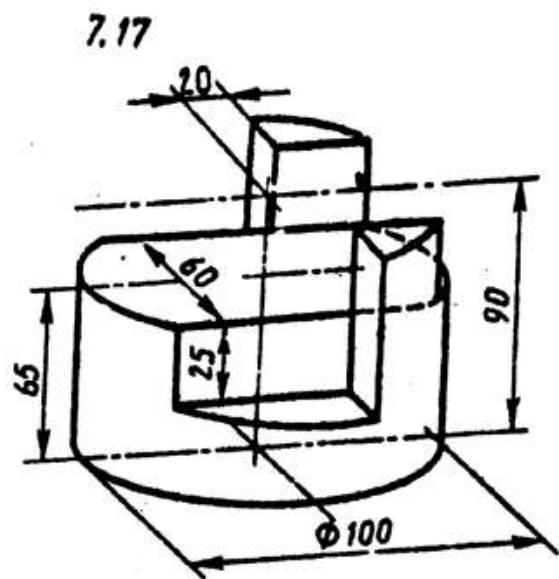


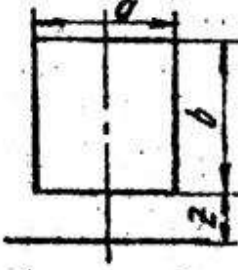
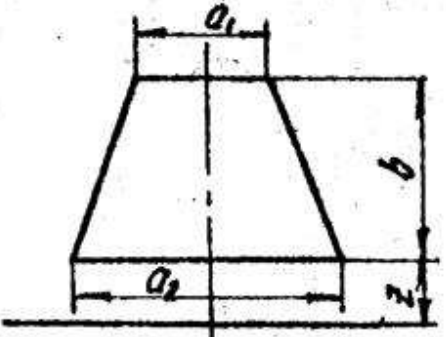
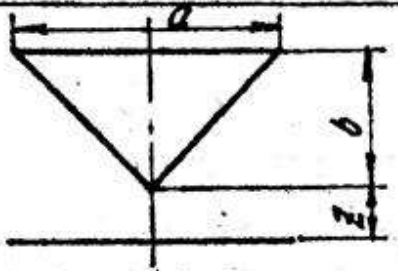
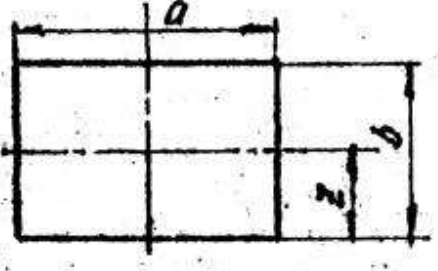
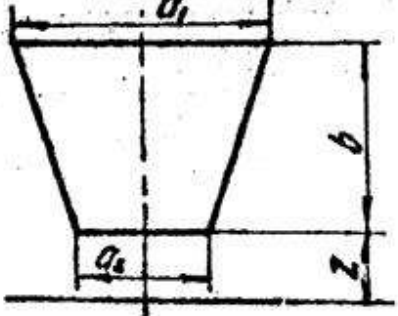
Рис. 16 (окончание)

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица 1

№ варианта	Внешняя форма предмета	Цилиндрическое отверстие
1.11	Шестиугольная правильная призма. Диаметр окружности, описанной вокруг шестиугольника основания, равен 90 мм. Две вершины основания лежат на горизонтальной оси симметрии. Высота призмы 100 мм.	Сквозное отверстие с вертикально расположенной осью, проходящей через центр шестиугольника. Диаметр отверстия 30 мм
2.12	Пятиугольная правильная призма. Пятиугольник основания вписан в окружность диаметром 90 мм. Одна из вершин пятиугольника лежит на вертикальной оси симметрии основания и является ближайшей к глазу наблюдателя. Высота призмы 100 мм.	Диаметр отверстия 30 мм. Вертикально расположенная ось проходит через центр пятиугольника
3.13	Четырехугольная правильная призма. Сторона основания квадрата 70 мм. Вершины квадрата лежат на горизонтальной и вертикальной осях симметрии основания. Высота призмы 100 мм.	Диаметр отверстия 25 мм. Вертикально расположенная ось проходит через центр квадрата
4.14	Прямой круговой цилиндр. Диаметр основания 90 мм. Высота цилиндра 100 мм.	Вертикально расположенное отверстие диаметром 25 мм проходит до верхней плоскости призматического отверстия
5.15	Сфера диаметром 100 мм. На высоте 30 мм от экватора сфера срезана горизонтальной	Сквозное отверстие диаметром 30 мм. Ось отверстия совпадает с вертикальной осью сферы

	плоскостью	
6.16	Четырехугольная правильная призма. Сторона квадрата основания 70 мм. Вершины квадрата лежат на горизонтальной и вертикальной осях симметрии основания. Высота призмы 100 мм.	Сквозное отверстие диаметром 30 мм. Вертикально расположенная ось отверстия проходит через центр квадрата
7.17	Шестиугольная правильная призма Диаметр окружности, вписанной в шестиугольник основания, равен 80 мм. Две вершины основания лежат на вертикальной оси симметрии. Высота призмы 100 мм.	Сквозное отверстие диаметром 25 мм. Вертикально расположенная ось отверстия проходит через центр шестиугольника
8.18	Сфера диаметром 100 мм. На уровне 30 мм под экватором сфера срезана горизонтальной плоскостью	Сквозное отверстие диаметром 25 мм. Ось отверстия совпадает с вертикальной осью сферы
9	Пятиугольная правильная призма. Пятиугольник основания вписан в окружность диаметром 90 мм. Одна из вершин пятиугольника лежит на вертикальной оси симметрии основания и является ближайшей к глазу наблюдателя. Высота 100 мм.	Сквозное отверстие диаметром 25 мм. Вертикально расположенная ось проходит через центр пятиугольника
10	Прямой круговой цилиндр. Диаметр основания 90 мм. Высота цилиндра 100 мм.	Вертикально расположенное отверстие диаметром 30 мм проходит до верхней плоскости призматического отверстия

Номер варианта	Размеры отверстия и расположение его от нижнего основания предмета (или центра сферы)	Форма призматического отверстия
1.11	$a=35$ $b=60$ $z=20$	
6.16	$a=40$ $b=50$ $z=30$	
2.12	$a_1=30$ $a_2=45$ $b=50$ $z=30$	
7.17	$a_1=35$ $a_2=45$ $b=50$ $z=25$	
3.13	$a=40$ $b=50$ $z=30$	
8.18	$a=30$ $b=50$ $z=25$	
4.14	$a=40$ $b=40$ $z=20$	
9	$a=35$ $b=35$ $z=17,5$	
5.15	$a_1=40$ $a_2=30$ $b=50$ $z=30$	
10	$a_1=45$ $a_2=35$ $b=50$ $z=25$	

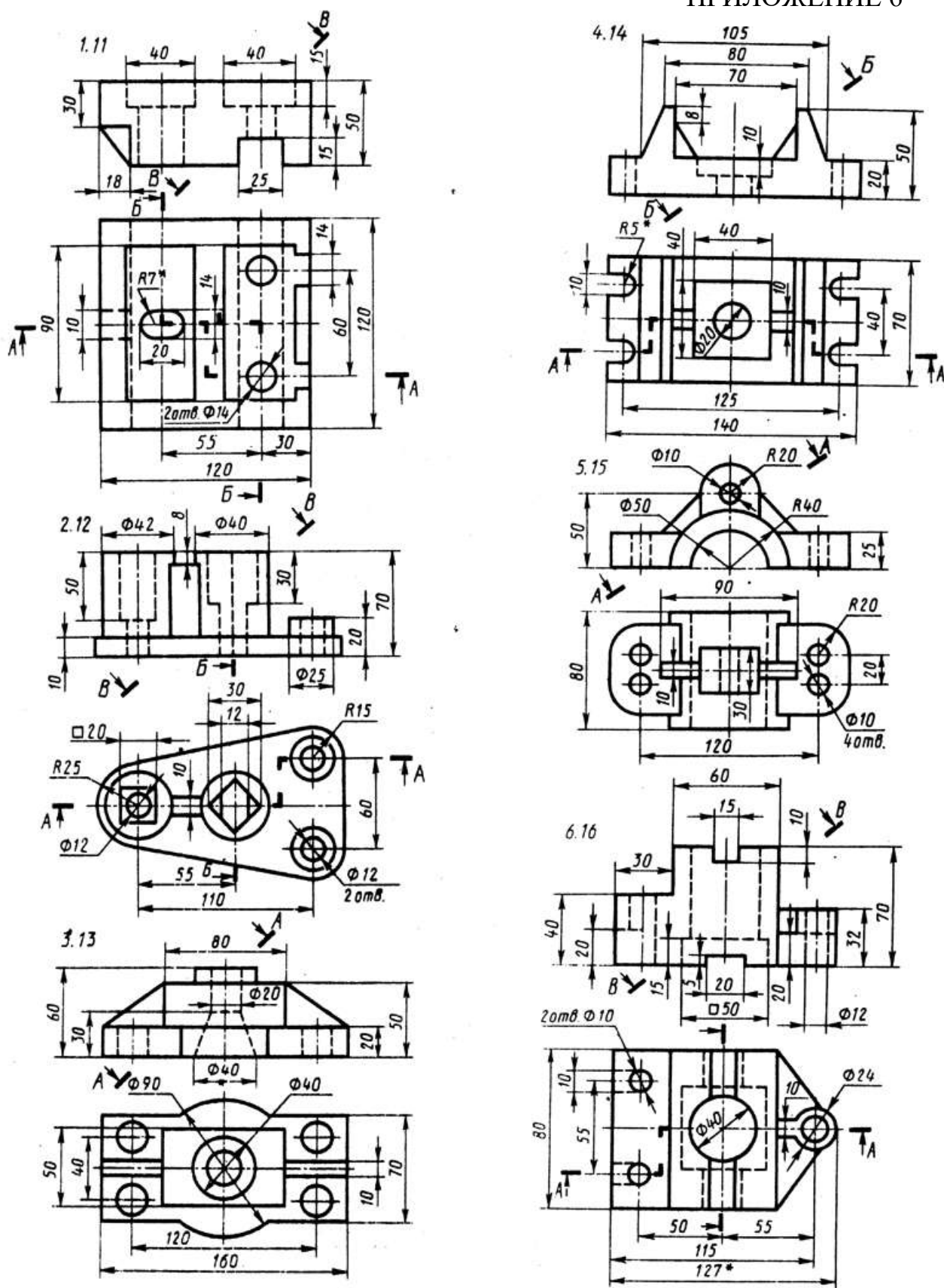


Рис. 17

(окончание)

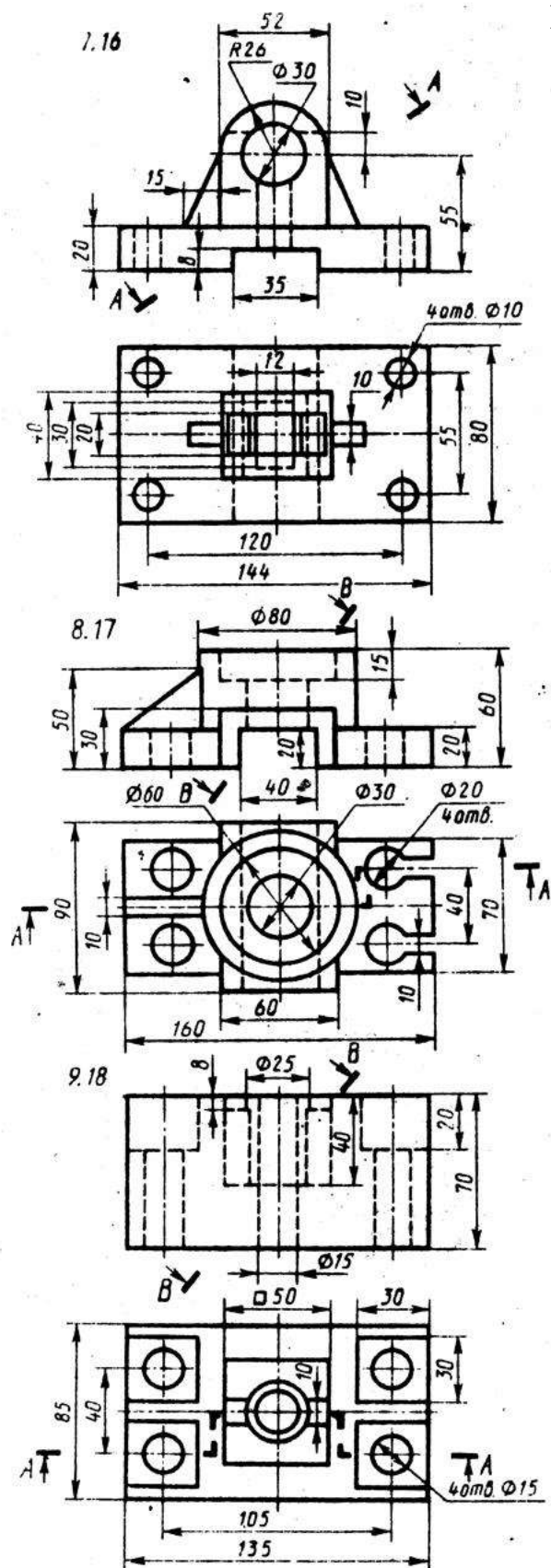
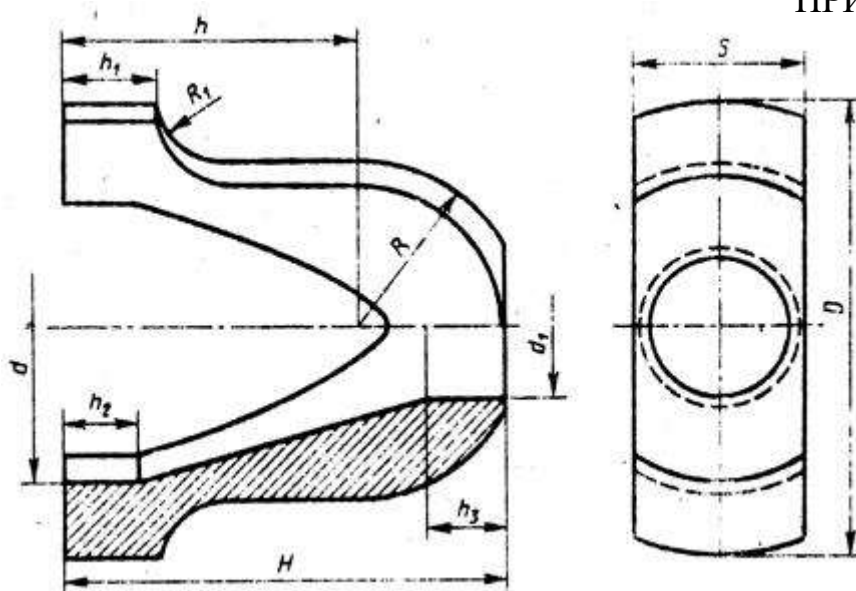
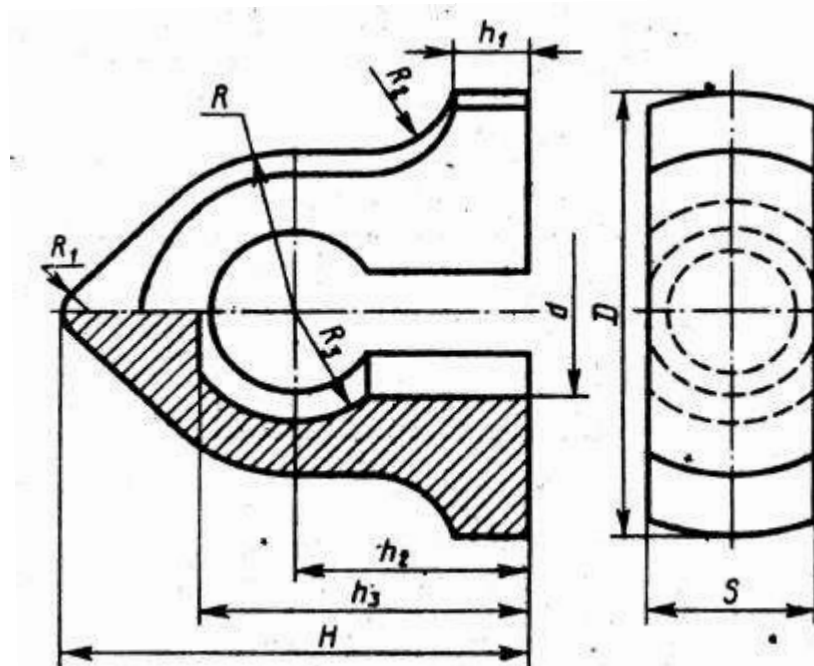


Рис. 17 (окончание)



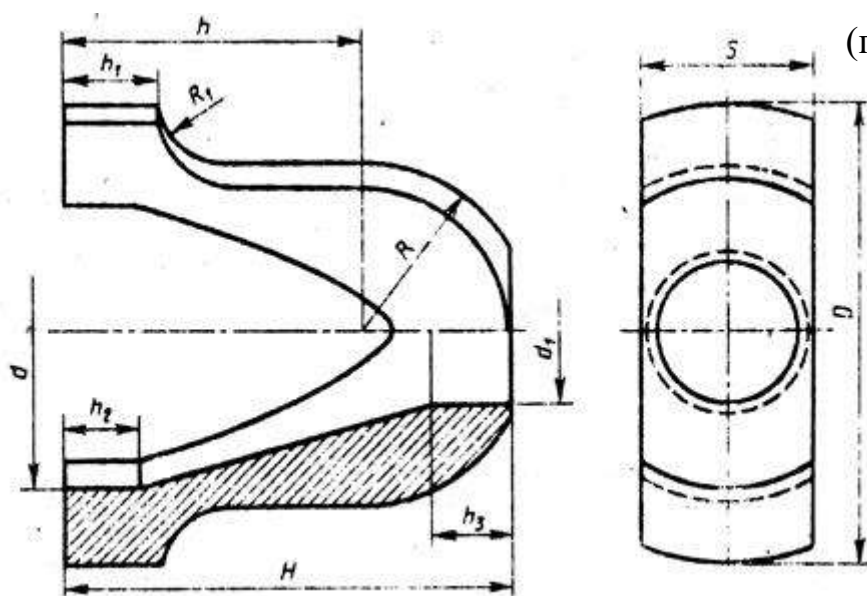
Вариант	H	D	S	h_1	h_2	h_3	R	R_1	d	d_1
1	100	110	50	65	20	75	40	15	70	30
7	115	120	55	78	22	85	45	20	85	32
13	120	125	56	80	25	90	46	22	86	35



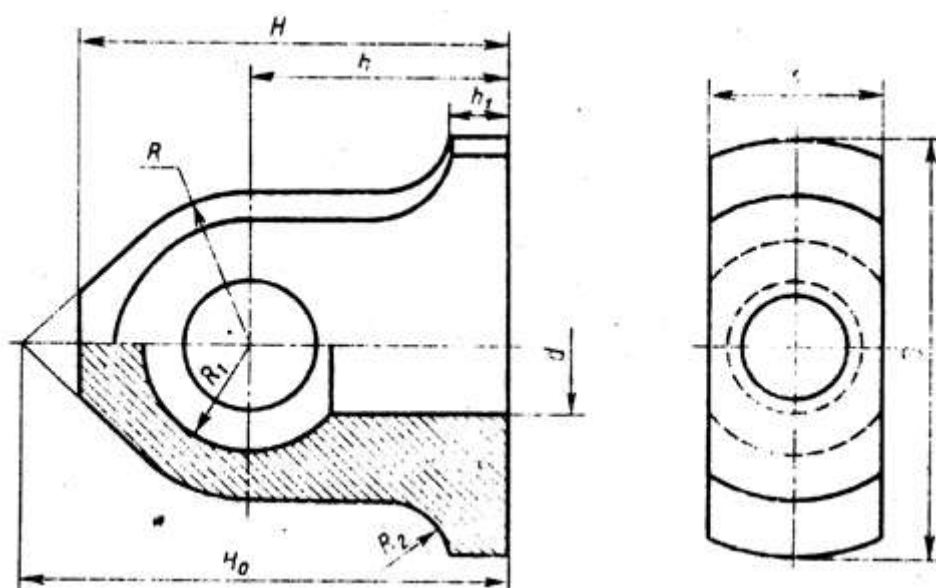
Вариант	H	D	S	h_1	h_2	h_3	R	R_1	R_2	R_3	d
2	100	110	45	15	46	70	40	8	18	30	50
8	110	130	52	20	60	90	45	10	22	35	60
14	160	140	55	25	75	105	50	15	25	36	58

Рис. 18

(продолжение)

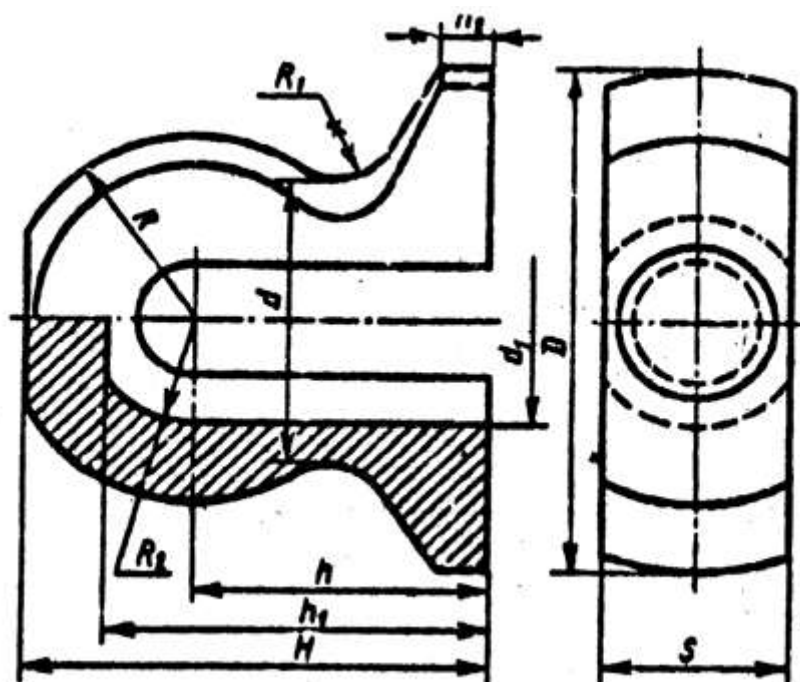


Вариант	H	D	S	h	h_1	R	R_1	d	d_1	h_2	h_3
4	148	150	60	100	30	52	25	100	40	25	30
10	155	140	55	110	35	50	22	95	35	20	25
16	160	145	58	112	40	51	21	105	38	32	35

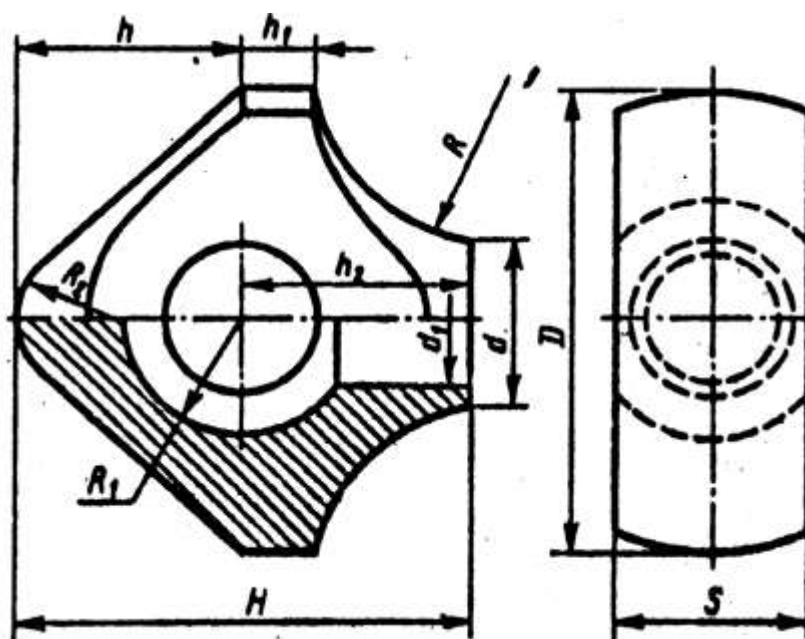


Вариант	H_0	H	D	S	R	h	h_1	d	R_1	R_2
3	158	140	142	50	40	75	20	40	30	20
9	165	145	130	46	48	90	31	45	32	22
15	200	170	140	52	50	104	40	42	34	24

Рис. 18 (продолжение)



Вариант	H	D	S	h	h_1	h_2	R	R_1	R_2	d	d_1
5	120	125	52	78	100	12	48	18	30	75	60
11	105	120	50	68	92	10	43	15	28	70	56
17	140	130	65	95	122	20	50	20	32	78	64



Вариант	H	D	S	h	h_1	h_2	R	R_1	R_2	d	d_1
6	100	110	48	50	15	45	50	30	25	40	30
12	105	120	50	55	18	48	45	32	20	45	25
18	115	125	52	60	20	50	48	35	22	46	28

Рис. 18 (окончание)

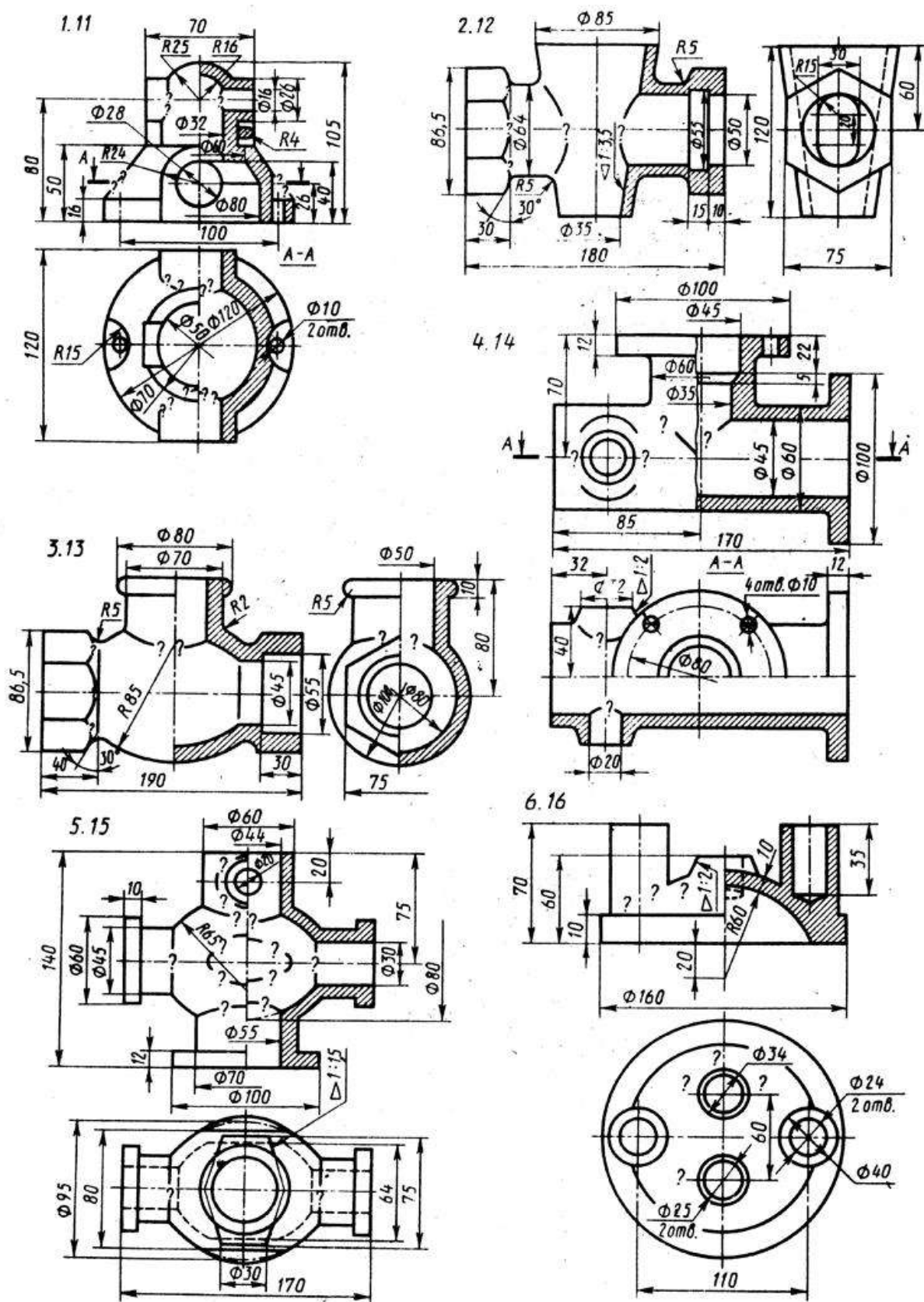


Рис. 19

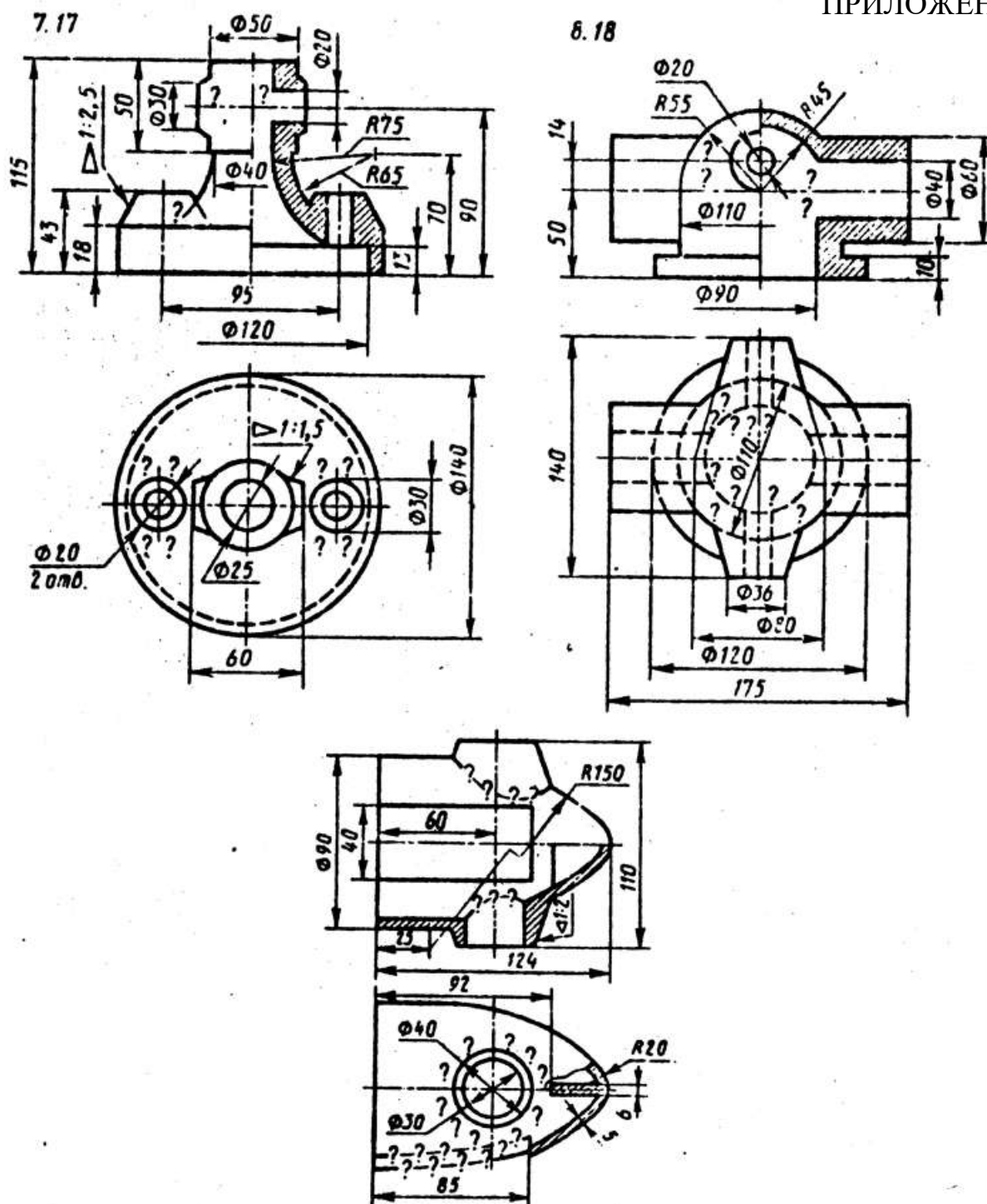


Рис. 19 (окончание)

Приложение 9

Вариант	Резьба	Длина болта	Исполнение			ГОСТ		
			болта	гайки	шайбы	болта	гайки	шайбы
1, 10, 19	M16	70	1	1	1	7798-70	5915-70	11371-78
2, 11, 20	M18×1,5	80	2	2	-	7796-70	15521-70	6402-70
3, 12, 21	M20	90	1	1	2	7805-70	5927-70	11371-78
4, 13, 22	M16×1,5	70	2	2	-	7798-70	5918-73	6402-70
5, 14, 23	M18	80	1	1	1	7796-70	15521-70	11371-78
6, 15, 24	M 20×1,5	90	2	2	-	7805-70	5918-73	6402-70
7, 16, 25	M16	70	1	1	-	7805-70	5927-70	6402-70
8, 17, 26	M 18×1,5	80	2	2	2	7798-70	5918-73	11371-78
9, 18, 27	M20	90	1	1	2	7796-70	15521-70	11371-78

ПРИЛОЖЕНИЕ 9 (окончание)

Вариант	Резьба	Длина шпильки, мм	Исполнение			ГОСТ		
			шпильки	гайки	шайбы	шпильки	гайки	шайбы
1, 10, 19	M16×1,5	50	-	1	-	22036-76	5918-73	6402-70
2, 11, 20	M18	55	-	1	1	22034-76	5915-10	11371-78
3, 12, 21	M20×1,5	60	-	2	-	22032-76	5918-73	6402-70
4, 13, 22	M16	50	-	1	1	22038-76	5916-70	11371-78
5, 14, 23	M18×1,5	55	-	2	-	22036-76	5918-73	6402-70
6, 15, 24	M20	60	-	1	1	22034-76	5915-70	11371-78
7, 16, 25	M16×1,5	50	-	1	2	22040-76	5918-73	11371-78
8, 17, 26	M18	55	-	1	-	22036-76	5916-70	6402-70
9, 18, 27	M20×1,5	60	-	2	2	22032-76	5918-13	11311-78

Литература

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1980. – Т. 1. – 128 с.; Т. 2. – 560 с.; Т. 3. – 560 с.
2. Богданов В. Н. , Малежик И. Ф. и др. Справочное руководство по черчению – М.: Машиностроение, 1989. – 864 с.
3. Вяткин Г. П., Андреева А. Н. Машиностроительное черчение. – М.: Машиностроение, 1985. – 368 с.
4. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей (ГОСТ 2. 301-68 ...ГОСТ 2.321-84). –М.: Издательство стандартов, 1988. – 240 с.
5. Федоренко В. А., Шошин А. И. справочник по машиностроительному черчению. - – М.: Машиностроение, 1987. – 416 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть I. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ	3
Введение.....	4
Контрольная работа №1	5
Контрольная работа №2	14
Контрольная работа №3	24
ПРИЛОЖЕНИЕ (11 таблиц).....	30
Литература.....	41
Часть II. МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ.....	42
Контрольная работа №4	43
Тема 1. Построение трех видов геометрической формы по данному изображению.....	43
Вопросы для самопроверки.....	45
Тема 2. Построение трех изображений и аксонометрической проекции геометрического тела по его описанию.....	47
Вопросы для самопроверки	48
Тема 3. Построение трех изображений по двум данным. Выполнение разрезов и сечений	49
Вопросы для самопроверки	50
Тема 4. Построение линий среза	53
Тема 5. Построение третьего изображения по двум данным и линий перехода поверхностей	56
Контрольная работа №5	59
Тема 6. Изображение и обозначение резьб на деталях машин. Изображение резьбовых соединений. Изображение и обозначение крепежных деталей.....	59
Тема 7. Составление эскизов деталей машин	65
Тема 8. Выполнение чертежа общего вида машиностроительного изделия	69
Тема 9. Чтение и детализовка чертежа общего вида машиностроительного изделия	71
Тема 10. Курсовая работа	72
Литература	73

ПРИЛОЖЕНИЯ	74
Приложение 1	74
Приложение 2	75
Приложение 3	76
Приложение 4	77-78
Приложение 5	79-81
Приложение 6	82-83
Приложение 7	84-86
Приложение 8	87-88
Приложение 9	89-90
Литература	91

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
Горно-технологического факультета

 Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. БОЛТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ	5
СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ	6
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ	13
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	18

ВВЕДЕНИЕ

Болтовые соединения широко применяются во всех отраслях промышленности и строительства, трудно представить себе машину или механизм без этого вида соединения.

При выполнении машиностроительных чертежей значительную часть времени конструктор затрачивает на вычерчивание изображения крепежных деталей и в частности болтов, гаек и т.д.

В этой связи необходимо отметить, что выполнение всех правил, установленных соответствующими стандартами, а также рекомендаций справочников, учебников, основанных на опыте конструкторов, значительно облегчают и упрощают этот трудоемкий процесс.

Настоящее методическое пособие предназначено для изучения и закрепления знаний, указанных правил и рекомендаций.

Работа содержит исходные данные индивидуальных заданий, описание основных крепежных деталей болтового соединения, методику определения размеров, необходимых для выполнения чертежа соединения деталей болтами различных конструкций, а также принципы формирования условных обозначений крепежных деталей.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Чертеж болтового соединения является частью задания «Условности машиностроительного черчения». Это задание выполняют студенты технологических и механических специальностей университета.

Работу выполняют в формате А 4 карандашом. Оформляется чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД. Масштаб изображения следует выбирать в зависимости от размеров крепежных деталей.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Чертеж болтового соединения (рис. 2) содержит три изображения: полный фронтальный разрез, расположенный на месте главного вида, вид сверху и вид слева; на изображениях следует нанести обозначения резьбы, длину болта и размер под ключ. Кроме того, чертеж должен содержать условные обозначения крепежных изделий.

В качестве исходных параметров для выполнения чертежа дана толщина соединяемых деталей и вид крепежных изделий, определенный стандартами, а также размер резьбы болта. Эти данные приведены в таблице 1.

Общие сведения о крепежных деталях болтового соединения.

Соединение деталей болтом обычно состоит из трех стандартных крепежных изделий: болт, гайка и шайба. В некоторых случаях, обычно когда болтовое соединение работает в условиях повышенной вибрации, для предотвращения самопроизвольного отвинчивания гайки применяются шплинты (рис. 1). **Шплинтом** называется изделие, изготовленное из стальной проволоки полукруглого сечения, сложенной вдвое и предназначенное для фиксирования болта относительно гайки. Основными параметрами шплинта является его длина l и условный диаметр d_0 . Условный диаметр шплинта равен диаметру отверстия болта под шплинт.

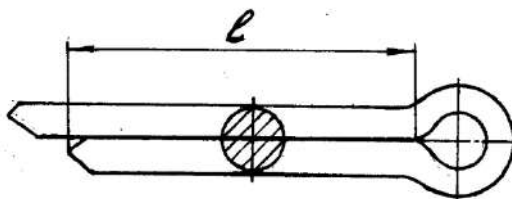


Рис. 1. Шплинт

Болт М24-6g×80.58 ГОСТ 7798-70

Гайка М24-6Н.5 ГОСТ 5915-70

Шайба 2.24 ГОСТ 11371-78

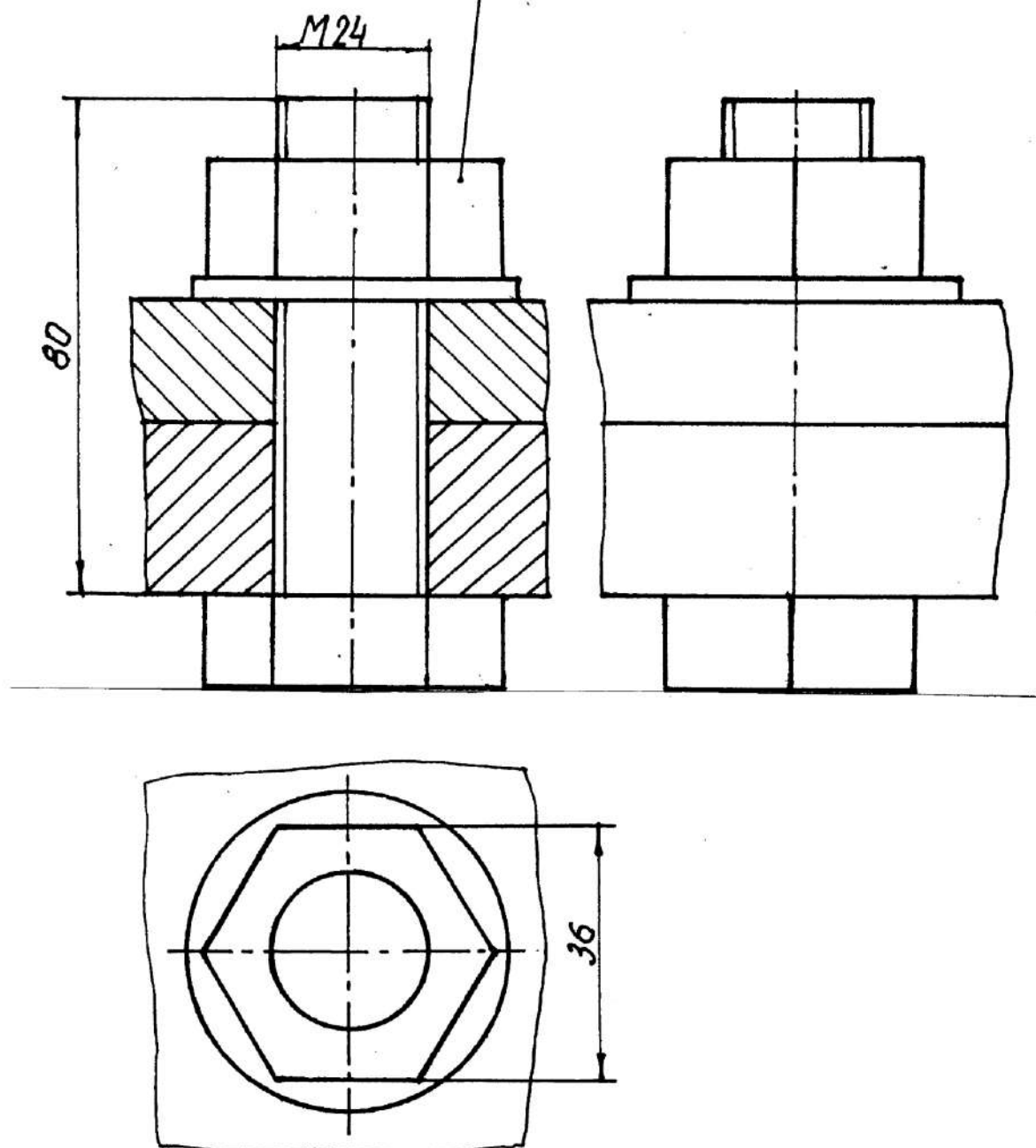


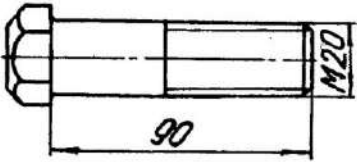
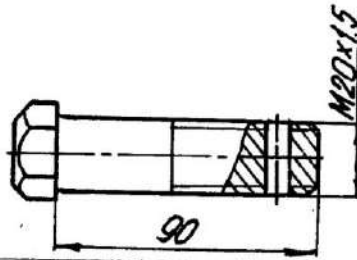
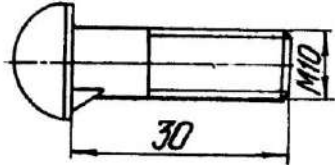
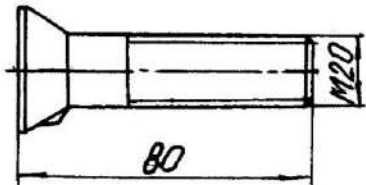
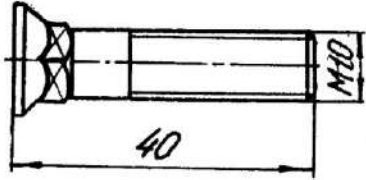
Рис. 2. Чертеж болтового соединения

Номер варианта	БОЛТ						ГАЙКА		Шайба
	Номиналь ный диа- метр резь- бы, мм	Шаг резьбы, мм	Исполне- ние	Толщина деталей	Номер ГОСТ	Исполне- ние	Номер ГОСТ	Номер ГОСТ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	20	2,5	1	40 40	7796-70	2	5915-70	11371-78	
2	10	1,5	1	30 30	7783-81	1	5916-70	11371-78	
3	10	1,25	4	10 20	7798-70	2	5918-73	6958-78	
4	12	1,75	2	20 40	7785-81	2	5916-70	11371-78	
5	12	1,25	1	15 20	7805-70	-	5927-70	10450-78	
6	16	2,0	-	20 20	7786-81	1	5915-70	11371-78	
7	24	2,0	2	30 40	7796-70	1	5918-73	11371-78	
8	10	1,5	1	30 30	7783-81	1	3032-76	10450-78	
9	12	1,75	3	20 30	7798-70	-	15523-70	6402-70	
10	12	1,75	-	20 50	7786-81	2	3032-76	6958-78	
11	16	2,0	2	30 30	7805-70	-	5918-73	11371-78	
12	16	2,0	1	40 40	7785-81	1	3032-76	10450-78	
13	30	3,5	3	50 40	7796-70	1	5916-70	6958-78	
14	20	2,5	2	30 50	7783-81	2	3032-76	6958-78	
15	16	1,5	2	20 20	7798-70	1	5918-73	10450-78	
16	10	1,5	2	15 15	7785-81	1	3032-76	10450-78	
17	20	1,5	3	40 10	7805-70	-	5927-70	11371-78	
18	12	1,75	-	10 40	7786-81	2	3032-76	6958-78	
19	40	3,0	4	50 50	7796-70	2	5918-73	6958-78	
20	16	2,0	1	40 30	7783-81	1	3032-76	10450-78	
21	12	1,75	1	20 10	7798-70	-	15523-70	6402-70	
22	20	2,5	1	30 30	7785-81	2	3032-76	6958-78	
23	24	3,0	1	50 40	7805-70	-	5927-70	10450-78	

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
24	10	1,5	-	30 50	7786-81	1	3032-76	10450-78
25	16	2,0	1	20 40	7796-70	2	5916-70	11371-78
26	12	1,75	2	20 30	7783-81	2	5915-70	11371-78
27	24	2,0	4	20 30	7798-70	-	15523-70	6402-70
28	16	2,0	1	20 40	7785-81	1	5916-70	11371-78
29	30	3,5	3	40 40	7798-70	-	15523-70	6958-78
30	20	2,5	-	20 40	7786-81	2	5916-70	11371-78
31	12	1,25	2	30 20	7796-70	1	5918-73	10450-78
32	16	2,0	1	15 25	7783-71	1	3032-76	10450-78
33	30	2,0	2	30 40	7805-70	2	5918-73	11371-78
34	6	1,0	1	10 10	7785-81	1	5915-70	6958-78
35	8	1,0	3	10 20	7805-70	-	5927-70	6402-70
36	8	1,25	-	15 20	7786-81	2	3032-76	10450-78
37	10	1,5	3	20 10	7796-70	1	5916-70	11371-78
38	10	1,5	2	20 10	7783-81	2	5915-70	6958-78
39	36	3,0	2	50 10	7798-70	1	5918-73	6958-78
40	12	1,75	2	20 25	7785-81	1	3032-76	10450-78
41	10	1,25	1	15 25	7805-70	-	5927-70	6402-70
42	16	2,0	-	20 15	7786-81	1	5915-70	6968-78
43	20	1,5	5	30 20	7796-70	2	5915-70	11371-78
44	16	2,0	1	10 30	7783-81	2	3032-76	10450-78
45	20	2,5	1	10 30	7798-70	-	15523-70	6402-70
46	6	1,0	1	10 8	7785-81	2	5915-70	6958-78
47	16	1,5	2	30 20	7805-70	2	5918-73	11371-78
48	8	1,25	-	10 12	7786-81	1	3032-76	10450-78
49	24	3,0	1	20 40	7796-70	2	5916-70	6958-78
50	10	1,5	2	10 25	7783-81	1	5915-70	11371-78

Изображение и обозначение болтов

Изображение	Условные обозначение	Расшифровка обозначения
	Болт М20-6g×90.58 ГОСТ 7798-70	Болт исполнения 1, диаметром резьбы d=20 мм, длиной l=90мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия.
	Болт 2М20×1,5-6g×90.58 ГОСТ 7798-70	Болт исполнения 2, диаметром резьбы d=20 мм, длиной l=90мм, с мелким шагом резьбы с полем допуска 6g, класса прочности 5.8, без покрытия.
	Болт С М10-6g×30.46.019 ГОСТ 7783-81	Болт с диаметром резьбы d=10 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6g, длиной l=30 мм, класса прочности 4.6, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.
	Болт С М20-6g×80.56.019 ГОСТ 7785-81	Болт с диаметром резьбы d=20 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6g, длиной l=80 мм, класса прочности 5.6, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.
	Болт С М10-6g×40.46.019 ГОСТ 7786-81	Болт с диаметром резьбы d=10 мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6g, длиной l= 40 мм, класса прочности 4.6, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.

Условное обозначение шплинта должно содержать условный диаметр, длину, условное обозначение материала и покрытия, толщину покрытия и наименование стандарта. Если шплинт изготовлен из низкоуглеродистой стали, то условное обозначение материала не указывается. При отсутствии покрытия шплинта его вид и толщина в обозначении не указываются.

Например, шплинт с условным диаметром 8 мм, длиной 32 мм из низкоуглеродистой стали без покрытия: *Шплинт 8×32 ГОСТ 379 - 70.*

Основными деталями болтового соединения являются болт и гайка. **Болт** представляет собой цилиндрический стержень с головкой на одном конце и резьбой на другом. На резьбовую часть болта навинчивается гайка.

Обычно в болтовом соединении применяются стандартные болты. В зависимости от условий работы и функционального назначения болты могут иметь различную форму стержня, форму и размер головки, параметры резьбы, характер исполнения и т. п. Все эти характеристики детали установлены соответствующим стандартом.

Условное обозначений болта, в общем случае, должно содержать следующие данные: название детали, класс точности, исполнение, условное обозначение резьбы, поле допуска, длину болта, класс прочности, характеристику материала, обозначение вида покрытия, толщину покрытия, условное обозначение стандарта. В условном обозначении болта не указывают исполнение 1, отсутствие покрытия, а также характеристику материала, если деталь выполнена из углеродистой нелигированной стали и соответствует техническим требованиям ГОСТ 1759.4 - 87. Кроме того, не указывают класс точности В, если стандартом на изделие предусмотрено два класса точности (А и В).

Примеры условного обозначения болтов различных конструкций приведены в таблице 2.

Гайка представляет собой деталь, имеющую отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку. Как правило, в соединениях применяются стандартные гайки. В некоторых случаях, вследствие специфических условий, могут быть применены гайки нестандартные.

В зависимости от условий эксплуатации соединения устанавливают гайки различных конструкций, например, для соединений работающих в условиях повышенной вибрации, обычно применяют про-

резные и корончатые гайки со шплинтами. В тех случаях, когда необходимо навинчивать гайку вручную, используют гайки–барашки.

Условное обозначение гайки, в общем случае, должно содержать следующие характеристики: название детали, класс точности, исполнение, условное обозначение резьбы, поле допуска, класс прочности, характеристику материала, обозначение вида покрытия, толщину покрытия, условное обозначение стандарта. В условном обозначении гайки не указывают исполнение 1, отсутствие покрытия, а также характеристику материала, если деталь выполнена из углеродистой нелигированной стали и соответствует требованиям ГОСТ 17595-87. Не указывается в обозначении класс точности В, если стандартом на эту деталь установлено два класса точности (А и В). Примеры обозначения стандартных гаек различных конструкций приведены в таблице 3.

Шайбой называется деталь, которую устанавливают между гайкой или головкой болта и поверхностью одной из деталей. Она служит для предохранения материала детали от повреждения, а также для предотвращения самопроизвольного развинчивания крепежных деталей.

Условные обозначения шайбы включают следующую информацию: название детали, класс точности, если стандарт предусматривает два класса, исполнение, диаметр резьбы крепежной детали, толщину шайбы, условное обозначение марки (группы) материала, обозначение вида покрытия, толщину покрытия. Толщина шайбы указывается только в том случае, если стандартом на данный вид шайбы такой толщины не предусмотрено. Марка материала указывается только в том случае, если шайба изготовлена из материала не соответствующего техническим требованиям, установленным ГОСТ 18123 - 82. При отсутствии покрытия не указываются его условные обозначения и толщина. Примеры условных обозначений шайб приведены в таблице 4.

Изображение и обозначение гаек

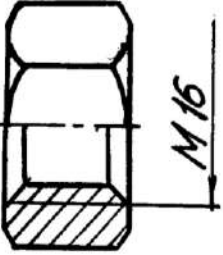
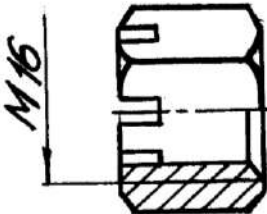
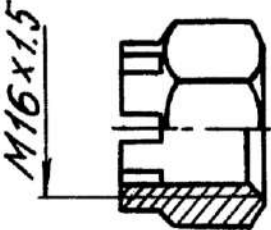
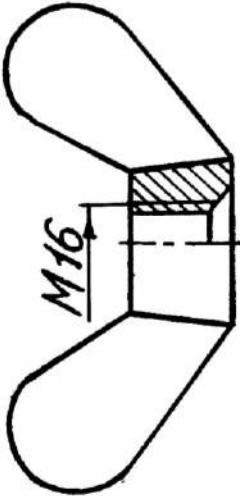
Изображение	Условные обозначения	Расшифровка обозначения
	Гайка М16-6Н.5 ГОСТ 5915-70	Гайка исполнения 1, с диаметром резьбы $d=16$ мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса прочности 5, без покрытия.
	Гайка М16-6Н.5 ГОСТ 5918-73	Гайка класса точности В, исполнения 1, с диаметром резьбы $d=16$ мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса точности 5, без покрытия.
	Гайка 2 М16×1,5-6Н.5.019 ГОСТ 5918-73	Гайка класса точности В, исполнения 2, с диаметром резьбы $d=16$ мм, с мелким шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса точности 5, с покрытием 01 толщиной 9 мкм.
	Гайка М16-6Н.6 ГОСТ 3032-76	Гайка - барашек с диаметром резьбы $d=16$ мм, с крупным шагом резьбы с полем допуска 6Н, класса прочности 6, без покрытия.

Таблица 4

Изображения и обозначения шайб

Изображение	Условные обозначения	Расшифровка обозначения
	Шайба 2.12 ГОСТ 11371-78	Шайба круглая исполнения 2 для крепежной детали диаметром 12 мм из материала, соответствующего техническим условиям, без покрытия
	Шайба 10 65 Г ГОСТ 6402-70	Шайба пружинная исполнения 1 для крепежной детали диаметром 10 мм из стали 65 Г, без покрытия

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

На сборочных чертежах и чертежах общего вида применяются упрощенные и условные изображения крепежных деталей. Эти изображения установлены ГОСТ 2.315 - 68; их применение в значительной мере сокращают затраты труда конструктора. Крепежные детали, у которых диаметр стержня на чертеже менее 2 мм, изображают условно. В остальных случаях следует применять упрощенные изображения. Пример упрощенного изображения соединения деталей болтом с шестигранной головкой приведен на рис. 1.

При выполнении упрощенного изображения болтового соединения применяются следующие упрощения:

- фаски, проточки, галтели не показываются;
- резьба изображается выполненной по всей длине цилиндрической части болта;
- на виде сверху внутренний диаметр резьбы не показывается;
- зазоры между соединяемыми деталями и стержнем болта не показываются;

- изображения крепежных деталей выполняются по относительным размерам.

Если в соединении применен болт с шестигранной головкой, то размеры изображения деталей определяем по формулам, приведенным на рис.3. Приведенные формулы не установлены стандартом и рекомендованы на основе длительного опыта конструкторских и чертежных работ.

Основными параметрами, в зависимости от которых определяются относительные размеры изображения, являются размеры резьбы болта и толщина соединяемых деталей. Длину болта определяем по формуле, приведенной на рис. 3. Полученное значение необходимо сравнить со стандартной величиной длины болта. Как правило, они не совпадают, в этом случае выбираем ближайшее стандартное значение.

Относительные размеры конструктивных элементов болтов с различными формами головки приведены на рис. 4 и на рис. 5.

На чертеже необходимо проставить следующие размеры:

- условное обозначение резьбы болта;
- длину болта;
- размер под ключ гайки.

Длина болта и размер под ключ определяются по таблице соответствующего стандарта. Для определения размеров изображений болтов других конструкций пользуемся рис. 4 и рис. 5.

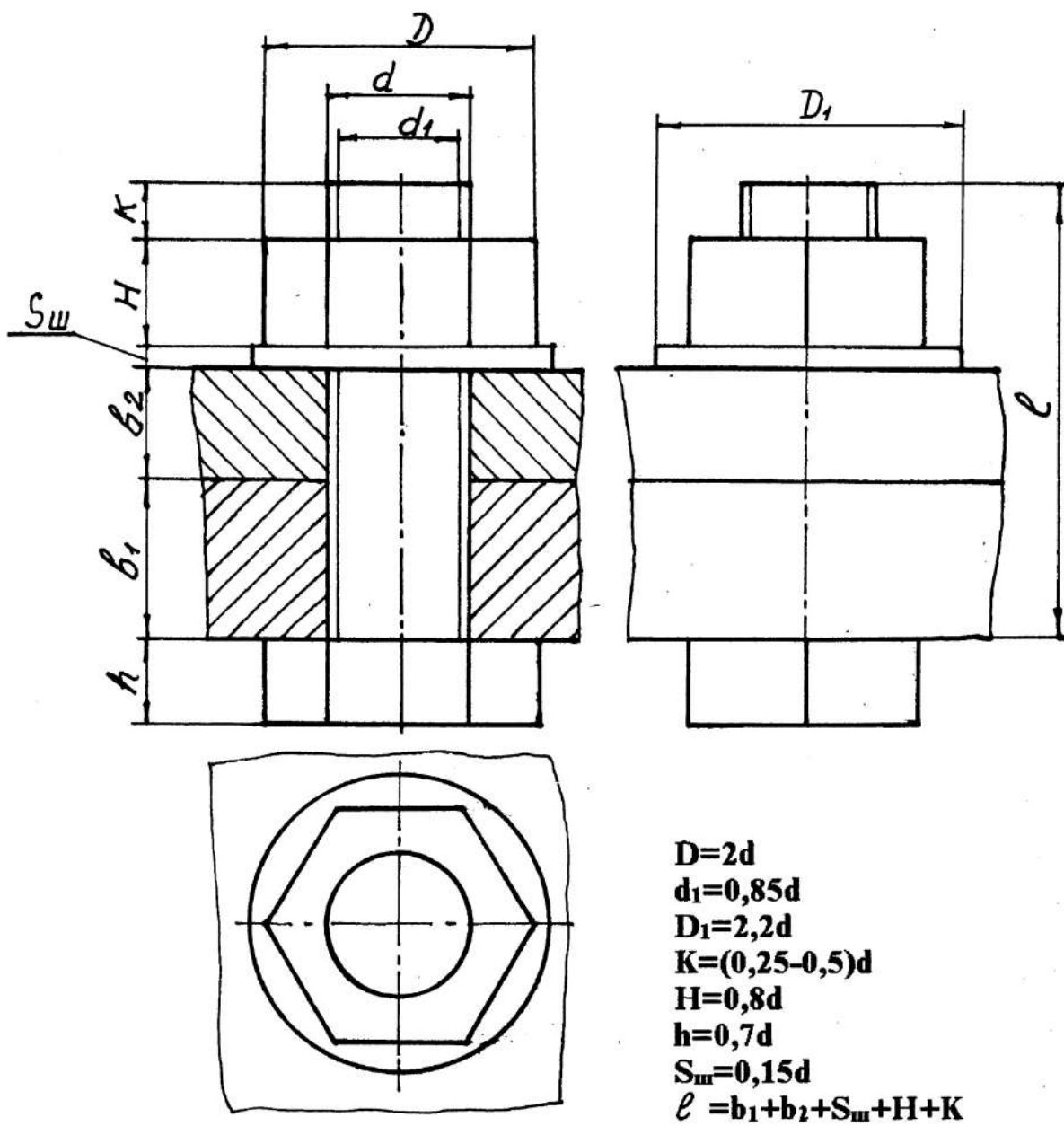


Рис. 3. Определение размеров упрощенного изображения болтового соединения

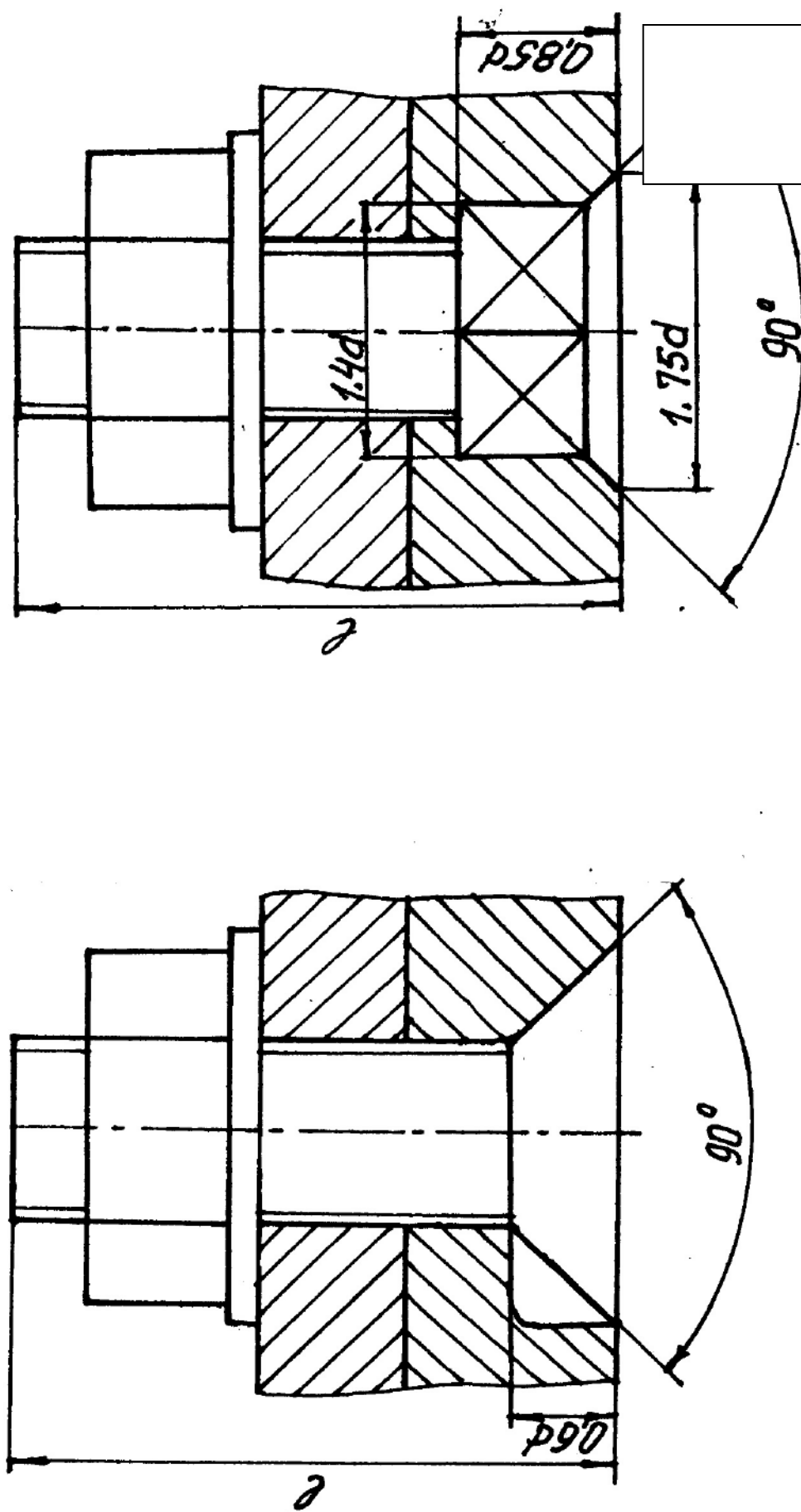


Рис. 4. Определение размеров упрощенного изображения болтового соединения

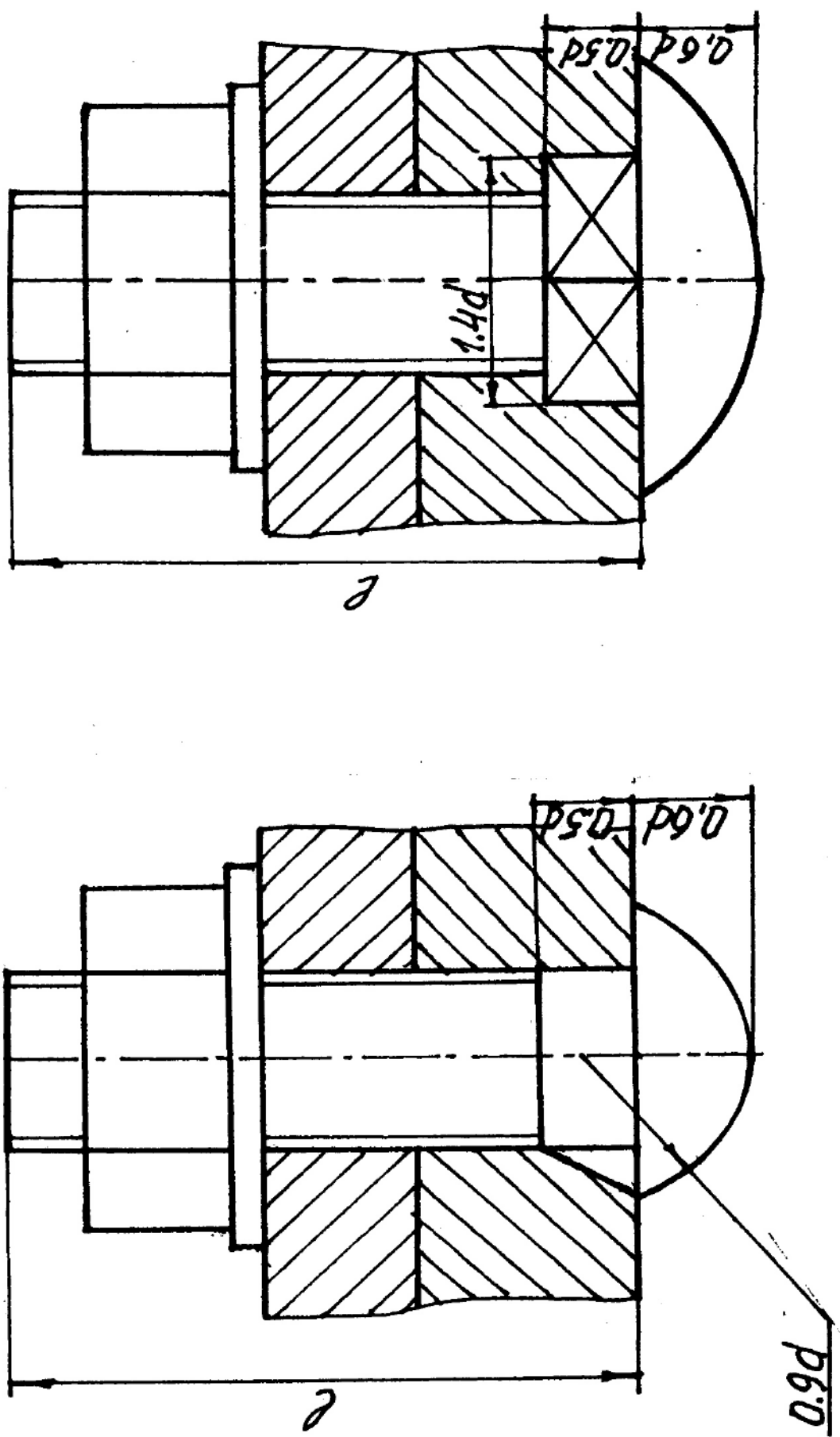


Рис. 5. Определение размеров упрощенного изображения болтового соединения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Анурьев В. И. Справочник конструктора – машиностроителя: в 3 т. т. 1. - 9 -е изд., перераб. и доп/ под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с.: ил.

Чекмарев А. А., Осипов В. К. Справочник по машиностроительному черчению: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2008. – 493 с.

Федоренко В. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. – Изд. Альянс, 16-е изд., переработанное, 2007. – 416 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
Горно-технологического факультета

 Н. В. Колчина

И. Б. Белоносова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

БЛОК-ДИАГРАММА

Методическое пособие

по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Издание УГГУ

Екатеринбург, 2018

ВВЕДЕНИЕ

Эпюр выполняется на формате А1 (594× 841) в масштабе 1:1000 и включает в себя решение следующих задач:

- построение линии выхода пласта на поверхность;
- построение прямого разреза (вкрест простираения);
- построение вертикальных профилей АВ, ВС, СД, ДА, определяемых сторонами заданного плана;
- построение линии среза пласта по горизонту 92,5;
- построение блок-диаграммы (ячеечной), ограниченного вертикальными профилями АВ, ВС, CD, DA и плоскостью нулевого уровня в аксонометрии с линией выхода пласта на поверхность.

Исходные параметры всех вариантов сведены в таблицу №1 и задаются следующим образом:

1. Месторождение ограничено двумя параллельными плоскостями - плоскостью кровли пласта (верхняя плоскость) и плоскостью подошвы (нижняя плоскость). Плоскость кровли пласта задаётся точкой $F(x,y,z)$, азимутом падения α , интервалом I (масштабом падения плоскости), параметры которых представлены в табл. 1.

2. Горизонтальная мощность H_r пласта нужна для построения плоскости, называемой подошвой, которая также задана в табл. 1.

3. Построение блок-диаграммы осуществляется в стандартной аксонометрической проекции, указанной ее номером. В конце таблицы для каждой стандартной аксонометрической проекции этот номер присвоен. Пример выполнения графической работы представлен на рис. 7.

Построение линии выхода пласта на поверхность

Для нахождения линии пересечения плоскости с топографической поверхностью необходимо найти ряд общих точек, которые одновременно принадлежат плоскости и заданной поверхности. На плане топографическая поверхность задается изогипсами - плоскими линиями, параллельными горизонтальной плоскости проекций, каждая из которых имеет свою высотную отметку. Надо построить горизонтали плоскости кровли, имеющие такие же высотные отметки, что и изогипсы на плане.

Плоскость кровли задана точкой F , азимутом падения α и интервалом I (см. табл.1). Построив плоскость кровли на плане (задав ее масштабом заложения), находим линию пересечения плоскости кровли с топографической поверхностью. Точки, принадлежащие линии пересечения, получаютс

зультате пересечения соответствующих изогипс и горизонталей плоскости кровли, т. е. имеющих одинаковые высотные отметки, если таковые имеются в пределах плана (рис. 1).

Найденные общие точки соединяют плавной кривой, которая будет являться линией пересечения плоскости и топографической поверхности.

Полученная линия кровли пласта обводится красным цветом.

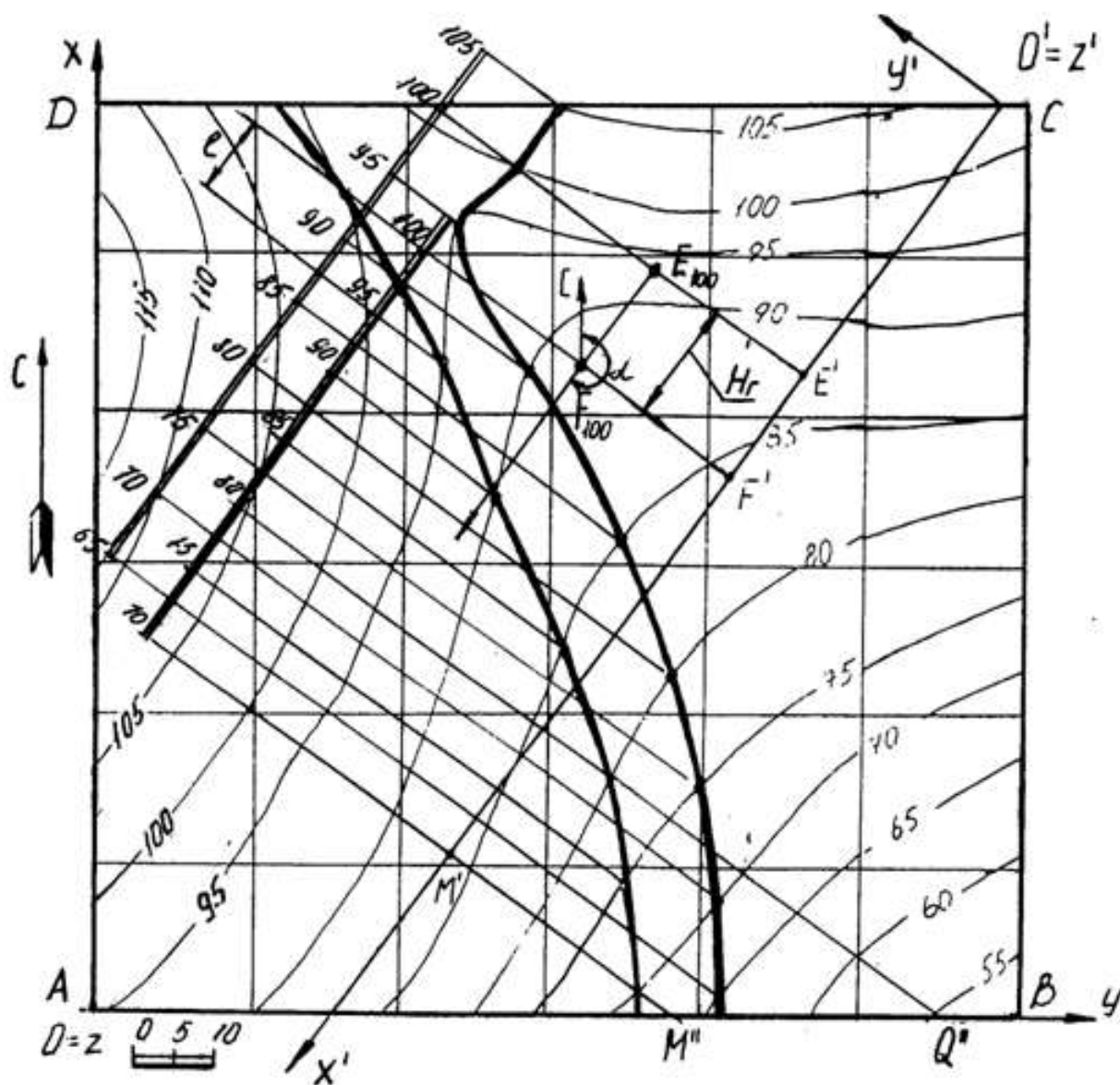


Рис 1

Пересечение плоскости подошвы пласта и топографической поверхности

Плоскость кровли пласта и плоскость подошвы пласта - две параллельные плоскости. Следовательно, на чертеже горизонтали этих плоскостей будут соответственно параллельны, масштабы заложения равны, направления падения их совпадают.

Горизонтальная мощность пласта определяется расстоянием между плоскостями кровли и подошвы пласта, измеряемое в горизонтальном направлении и в нашем случае равна H_r (см. табл.1). Следовательно, отложив от точки **F** расстояние, равное H_r по направлению восстания плоскости пласта (т. к. плоскость подошвы ниже плоскости кровли), получим точку **E** с такой же высотной отметкой, как и у точки **F** (рис.1). Направление и масштаб заложения подошвы пласта будут такими же, как и у кровли пласта. Плоскость подошвы пласта определяется точкой **E**, азимутом падения α и интервалом **I**.

Строят те горизонтали подошвы пласта, высотные отметки которых совпадают с высотными отметками изогипс. Находят общие точки, которые соединяют плавной кривой линией. Полученная линия подошвы пласта обводится синим цветом.

Полное построение линии выхода пласта на поверхность показано на рис.1.

Построение прямого разреза (вкрест простирания)

На плане выбирают вертикальную плоскость, перпендикулярную к горизонталям пласта (в удобном месте, как показано на рис. 1). Полученный разрез называется прямым или вкрест простирания.

Разрез ограничивается нулевой плоскостью, топографической поверхностью и прямыми пересечения плоскости прямого разреза с ближайшими вертикальными плоскостями, ограниченными прямоугольником ABCD.

Для построения прямого разреза вводят декартову систему координат $x'O'y'$ на плане, где ось $O'x'$ совпадает с плоскостью разреза, ось $O'y'$ перпендикулярна к оси $O'x'$ (по часовой стрелке), ось z' проецируется в точку (рис. 1).

Вертикальный прямой разрез будет определяться осью $O'x'$ и осью $O'z'$, где координата z' будет равна числовой отметке соответствующей изогипсы (рис. 2). Таким образом, получают построение вертикального прямого (вкрест простирания) разреза, на котором строят следы пласта.

Для построения следов пласта на разрезе вкрест простирания поступают так. По горизонтали переносят точку **F** на след плоскости вертикального

разреза – ось $O'x'$ и любую из горизонталей (например, 70) – точки F' и M' (рис. 1). На профиле (рис. 2) через полученные точки F' и M' проводят перпендикуляры, на которых откладывают высотные отметки кровли пласта. Затем проводят прямую линию – след кровли пласта.

Подошва пласта отстоит от кровли пласта на расстоянии, равном горизонтальной мощности пласта и строится параллельно плоскости кровли (рис. 2 – профиль ограничен нижней плоскостью с отметкой 40).

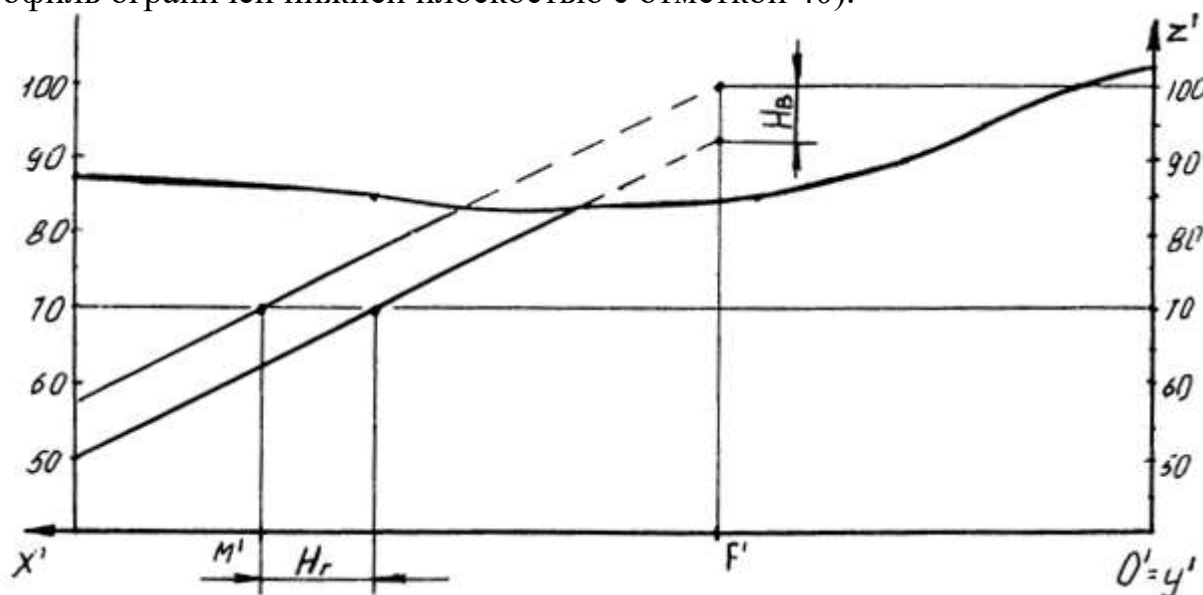


Рис. 2

Построение вертикальных профилей АВ, ВС, CD, DA выполняется аналогично. Пример построения вертикального профиля АВ показан на рис. 3. Для построения подошвы от прямой следа плоскости кровли пласта откладывают вертикальную мощность H_B , взятую с разреза вкрест простиранья и проводят прямую, параллельную следу плоскости кровли.

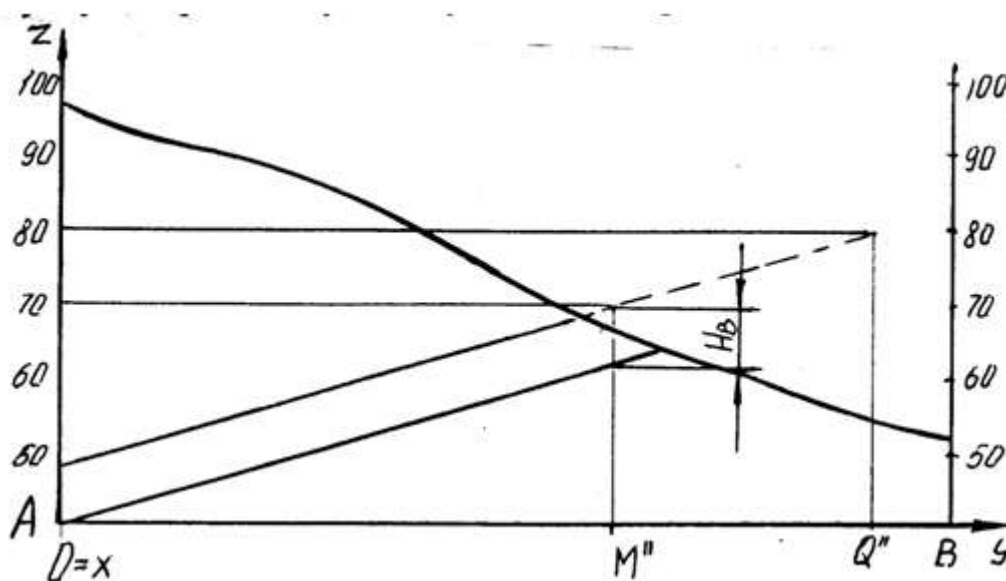


Рис. 3

Нахождение высотной отметки точки, не лежащей на изогипсе

Для построения высотной отметки точки а (рис. 4), не лежащей на изогипсе, поступают следующим образом:

- через точку А проводят кратчайшую прямую I II между изогипсами 50 и 60;
- из точки пересечения с изогипсой 60 проводят прямую под произвольным углом, на которой откладывают отрезок, равный разности высотных отметок (т. е. 10) в заданном масштабе – точка II';
- соединяют полученную точку II' с точкой II, имеющей отметку 50 и с помощью подобных треугольников переносят точку А на прямую I II', которую называют «высотной шкалой».

Таким образом точка А имеет высотную отметку 57.

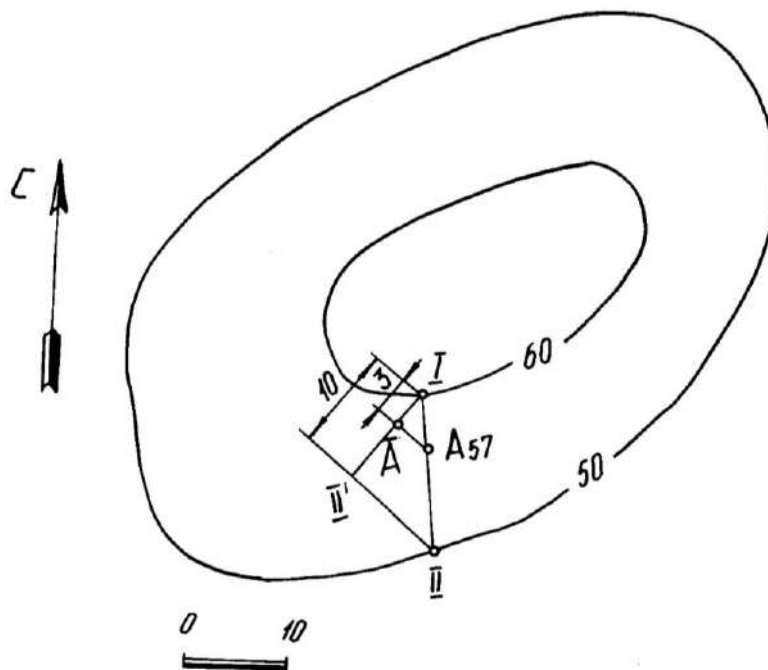
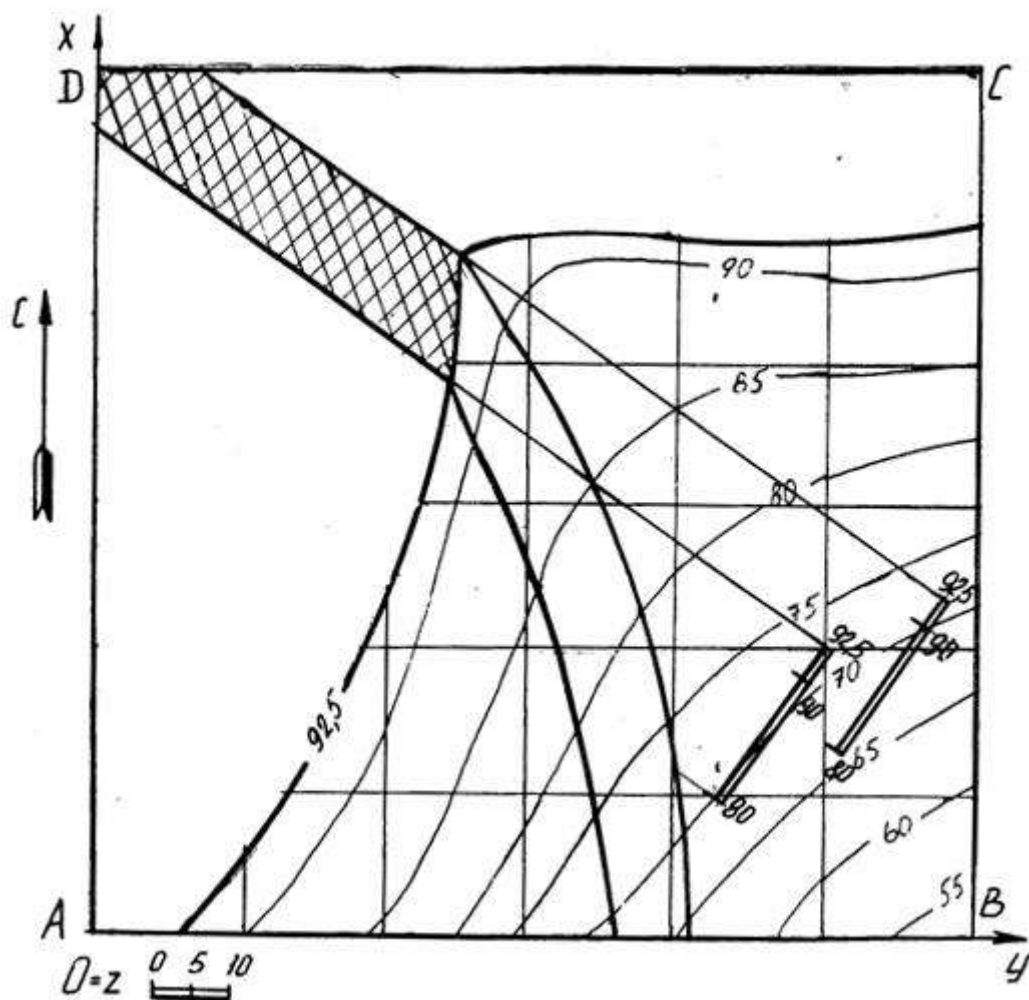


Рис. 4

Построение плана среза по горизонту 92,5

Для построения плана среза воспользуемся умением находить высотные отметки точек, не лежащих на изогипсах, который был рассмотрен ранее.

Количество точек, необходимых для построения изогипсы 92,5, определяется самостоятельно в зависимости от конфигурации рядом лежащих изогипс. План среза по горизонту 92,5 показан на рис. 5.



Построение блок диаграммы части месторождения, ограниченного вертикальными профилями АВ, ВС, CD, DA и плоскостью нулевого уровня в аксонометрии с линией выхода пласта на поверхность

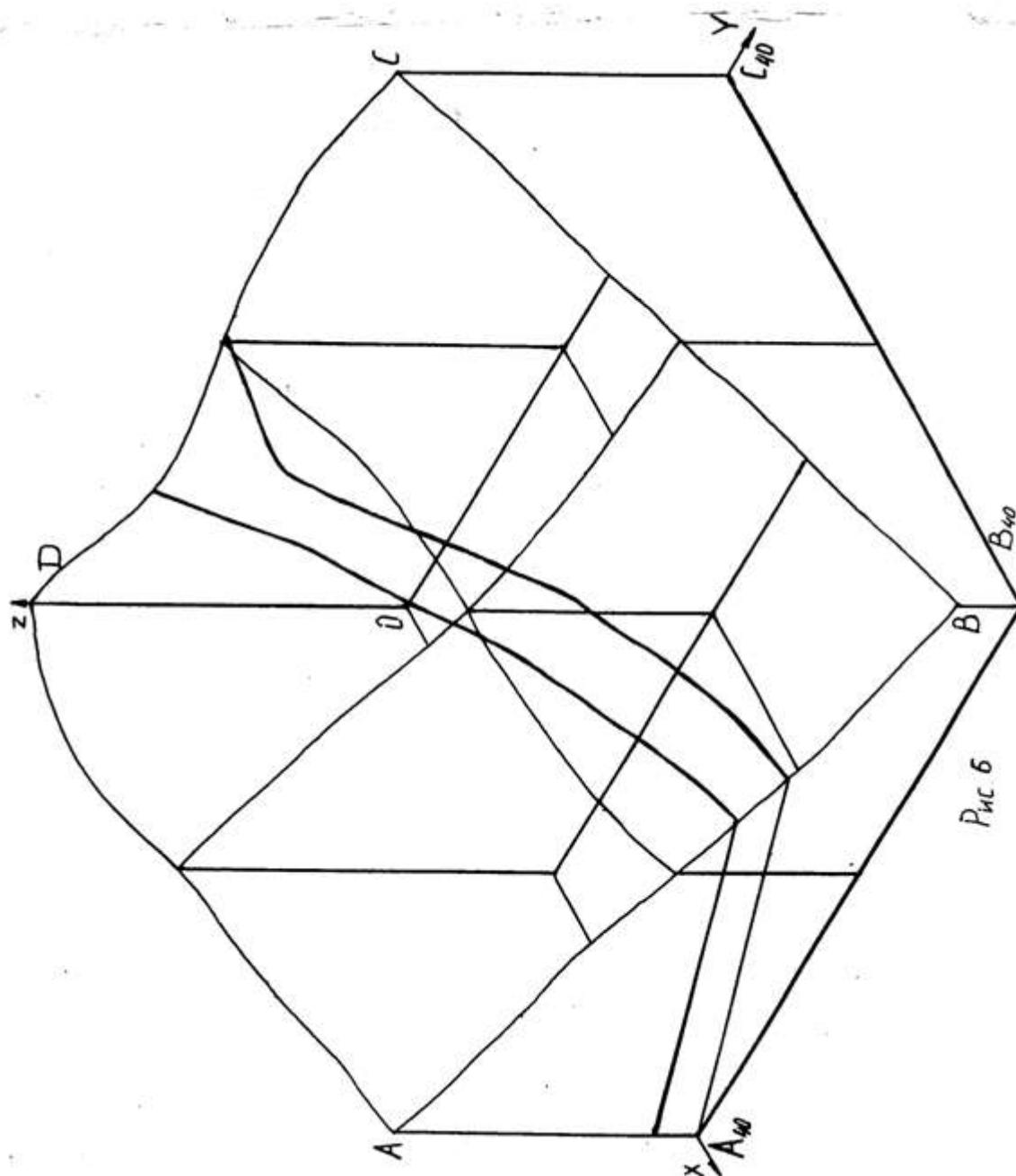
Блок диаграммой будем называть аксонометрическую проекцию части земной коры, ограниченную четырьмя вертикальными плоскостями, горизонтальной плоскостью (например, с отметкой ноль) и топографической поверхностью. Блок диаграмма строится ячеечная, т. е. заданный план разбивается на квадраты, размеры которых 250×250. Затем построения осуществляются по следующему алгоритму.

Алгоритм построения:

- на план наносим декартову систему координат, у которой ось X совпадает с AD, ось Y совпадает с DC, ось Z совпадает с точкой D;
- строим декартову систему координат в указанной аксонометрической проекции (прямоугольная изометрия, прямоугольная диметрия, косоугольная фронтальная диметрия, косоугольная горизонтальная изометрия - военная пер-

спектива, косоугольная фронтальная изометрия – кавальерная проекция) согласно ГОСТ 2.317 – 69;

- построение осуществляется по координатам тех точек, которые имеют точные высотные отметки, с учетом коэффициентов искажения по координатным осям. Пример построения показан на рис. 6.



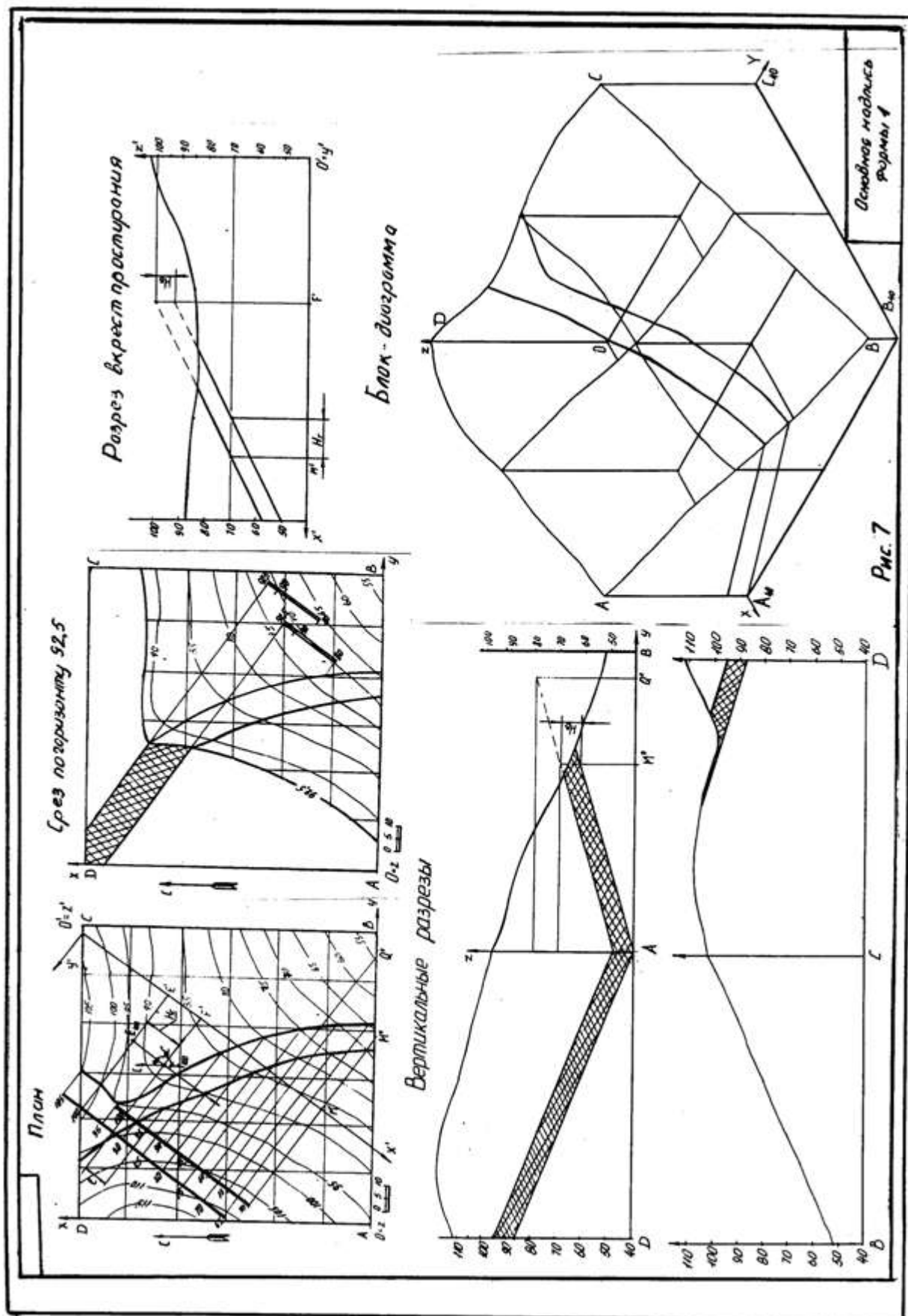


Таблица 1

Номер варианта	Точка F			Азимут падения α°	Интервал плоскости кровли I, мм	Горизон- тальная мощность H_r , мм	Вид аксономет- рии
	x	y	z				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	46	10	120	210	20	180	1
2	20	85	110	170	20	75	2
3	67	40	100	210	20	30	3
4	78	25	120	190	20	50	4
5	98	110	105	80	20	30	5
6	40	135	105	30	20	15	1
7	60	60	85	225	20	45	2
8	38	105	100	135	14	17	3
9	46	10	120	210	20	155	4
10	20	85	110	170	20	95	5
11	67	40	100	210	20	100	1
12	78	25	120	190	20	85	2
13	98	100	105	80	20	15	3
14	40	135	105	30	20	45	4
15	60	60	85	225	20	65	5
16	38	105	100	135	14	31	1
17	55	40	95	190	20	70	2
18	46	10	120	210	20	135	3
19	20	85	110	170	20	110	4
20	67	40	100	210	20	125	5
21	78	25	120	190	20	105	1
22	135	20	120	260	20	135	2
23	20	110	115	30	20	30	3
24	98	35	80	225	20	45	4
25	38	105	100	135	14	60	5
26	46	10	120	210	20	115	1
27	115	135	130	170	20	20	2
28	27	42	100	210	20	75	3
29	115	135	130	170	20	50	4
30	97	95	115	210	20	70	5
31	135	20	120	260	20	145	1
32	58	177	80	135	14	31	2
33	27	42	100	210	20	95	3
34	115	135	130	170	20	65	4
35	97	95	115	210	20	95	5

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
36	58	177	80	135	14	42	1
37	27	42	100	210	20	115	2
38	98	35	80	225	20	25	3
39	58	177	80	135	14	68	4
40	27	42	100	210	20	140	5

1 - прямоугольная изометрия (изометрия)

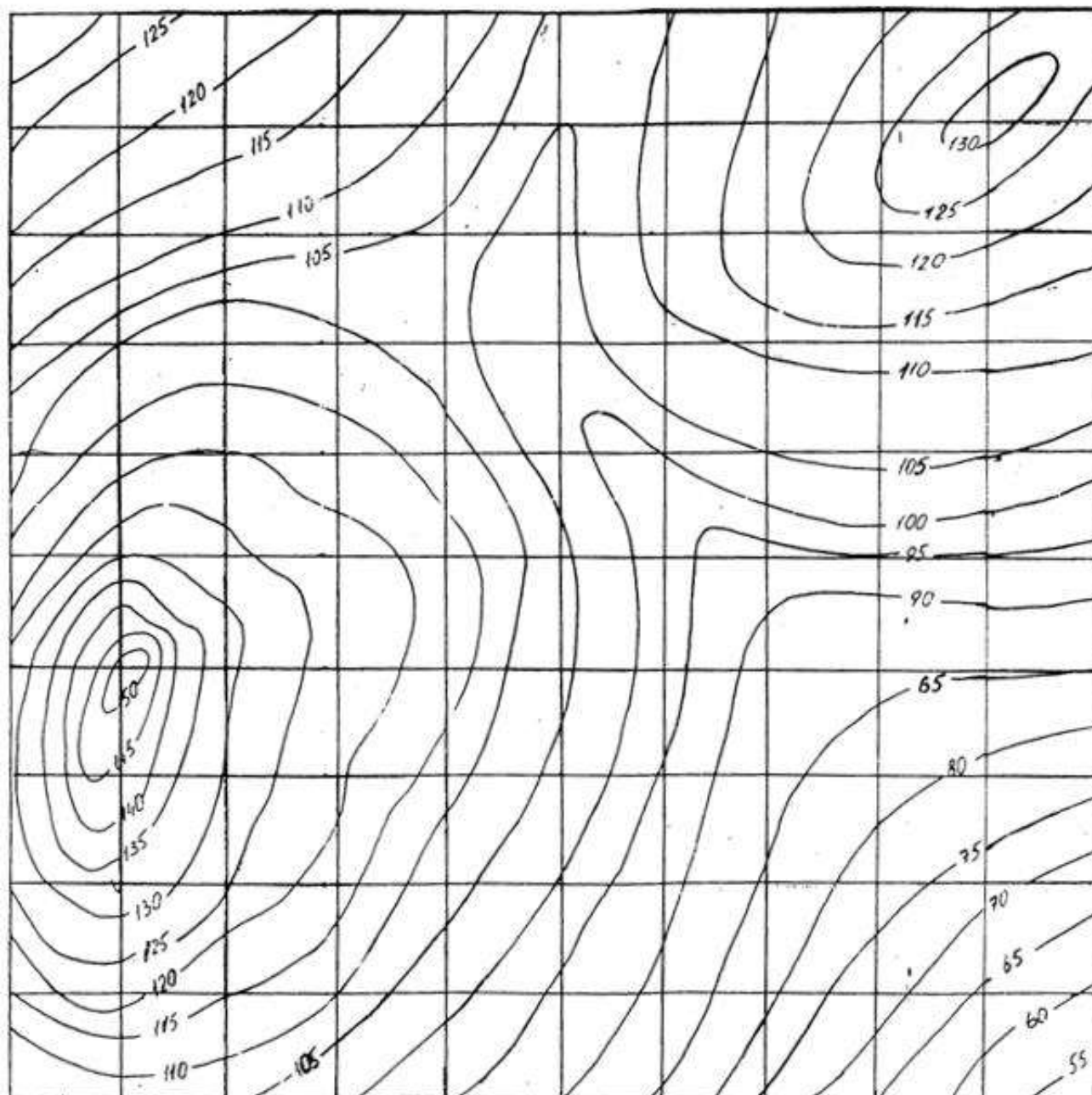
2 - прямоугольная диметрия (диметрия)

3 – косоугольная фронтальная диметрия (кабинетная проекция)

4 - косоугольная фронтальная изометрия (кавалерная проекция)

5 - косоугольная горизонтальная изометрия (военная перспектива)

ПЛАН ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ



СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич В. Н., Шангина Е. И. Начертательная геометрия в проекциях с числовыми отметками: Учебное пособие.- Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1999. – 152 с.
2. Горная графическая документация. – Издание стандартов, 1983. – 200 с.
3. Ломоносов Г. Г. Инженерная графика. – М.: Недра, 1984. – 287 с.
4. Русскевич Н. Л. Начертательная геометрия. – Киев: «Вища школа», 1978. – 312 с.
5. Тарасов Б. Ф. Методы изображения в транспортном строительстве. – Ленинград: Стройиздат, 1987. – 248 с.

Бабич Владимир Николаевич
Шангина Елена Игоревна

Методическое пособие
по выполнению индивидуальной графической
работы «Блок-диаграмма» по дисциплине
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»
для студентов направления 553200 –
«Геология и разведка полезных ископаемых»

2-е издание, стереотипное

Корректурa кафедры инженерной графики

Подписано в печать 17.10.2003 г.

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8

Печ. л. 0,9 Уч. - изд. 0,83. Тираж 100 экз. Заказ №128

Лаборатория педагогики

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Уральская государственная горно-геологическая академия

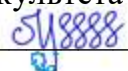
Лаборатория множительной техники

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
Горно-технологического
факультета

 Н. В. Колчина

Е. И. Шангина

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

ЭПЮР №2

Методическое пособие

по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

ВВЕДЕНИЕ

Данная методическая разработка предназначена для оказания помощи студентам при выполнении самостоятельной графической работы «Эпюр №2» курса «Начертательная геометрия. Инженерная графика».

Работа содержит методические указания по ее выполнению. При выполнении эпюра студент решает следующие задачи:

1. Построение заданного многогранника в проекциях с числовыми отметками.
2. Сечение многогранника плоскостью общего положения.
3. Построение натуральной величины фигуры сечения.
4. Построение развертки многогранника с нанесением линии сечения.

Работа выполняется в масштабе 1:1000 на формате А2 в соответствии с требованиями ЕСКД, основная надпись по форме 1. Исходные данные приведены в таблице 1. Пример выполнения приведен на рис. 1.

Пример 1

Задание.

В проекциях с числовыми отметками:

1. Построить правильную шестигранную пирамиду, основание которой принадлежит плоскости OAB . Точка O является центром описанной окружности правильного шестиугольника (центр тяжести) - основания пирамиды (I, II, III, IV, V, VI). Сторона основания (I-II) $a=50$ и параллельна основной плоскости проекций H_0 . Высота пирамиды $h=150$.

Координаты точек плоскости основания:

точка O (150, 90, 60);

точка A (100, 0, 80);

точка B (25, 110, 20).

2. Построить сечение заданной пирамиды плоскостью общего положения Σ_i . Плоскость Σ_i проходит через точку A . Азимут падения α секущей плоскости Σ_i совпадает с азимутом падения плоскости основания. Угол падения плоскости Σ_i : $\delta=30^\circ$.

3. Построить натуральную величину фигуры сечения пирамиды плоскостью Σ_i .

4. Построить развертку боковой поверхности пирамиды с нанесением линии сечения.

Задача 1. 1. Построение пирамиды

По заданным координатам на плане строим точки O, A, B (рис. 1).

В плоскости OAB строим горизонталь, проходящую через т. O . На заложении отрезка прямой $A_{80}B_{20}$ находим точку C с высотной отметкой, равной высотной отметке точки O , т.е. 60. Для этого проградуйруем отрезок AB . Из точки A на плане проводим прямую под произвольным углом, на которой откладываем отрезок, равный разности координат высотных отметок A_{80} и B_{20} , т.е. 60. Затем на этой же прямой от точки A откладываем отрезок, равный разности координат $A_{80}O_{60}$, т.е. 20. С помощью подобных треугольников на заложении $A_{80}B_{20}$ находим точку C_{60} . Соединив точки C_{60} и O_{60} , находим горизонталь плоскости основания (рис. 1).

Для построения основания правильной пирамиды строим ее профиль и натуральную величину правильного шестиугольника. На плане (рис. 1) наносим новую декартову систему координат $\bar{O}\bar{x}\bar{y}\bar{z}$, где ось $\bar{x}$ проходит через точку O_{60} и перпендикулярна горизонтали плоскости $O_{60}C_{60}$. Ось $\bar{y}$ перпендикулярна оси $\bar{x}$ (проводится в удобном месте). Ось $\bar{z}$ совпадает с $\bar{O}$.

На свободном поле чертежа строим профиль (рис. 2), проходящий через $\bar{z}\bar{x}$, а ось $\bar{y}$ проецируется в точку и совпадает с $\bar{O}$. На профиле строим точки A_{80} , O_{60} и B_{20} , которые должны находиться на прямой (коллинейны). Они определяют след плоскости основания пирамиды.

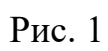


Рис. 1



Затем строим профиль основания пирамиды, т. е. правильный шестиугольник, принадлежащий плоскости основания, причем сторона **I-II** проецируется в точку (по заданию), сторона **IV-V** проецируется в точку, симметричную относительно центра **O**, а точки **III VI** совпадают с центром основания **O**.

Находим высоту пирамиды, которая проходит через точку **O** перпендикулярно к основанию и равна **h=150** (по заданию). Вершину пирамиды **S** соединяем с точками основания пирамиды и определяем на профиле ее высотную отметку, которая равна **195**.

Построенную на профиле пирамиду переносим на план (рис. 1), используя заложения **L_{of}**, **L_{os}**, причем точки (**I, II**), (**V, IV**), (**VI, III**) лежат на горизонталях, высотные отметки которых найдены на профиле. Точка **S** находится на перпендикуляре к горизонтали основания, проходящей через точку **O₆₀** на расстоянии **L_s**.

Полученные точки последовательно соединяем друг с другом и определяем видимость.

Задача 1.2. Сечение тела плоскостью

На профиле строим секущую плоскость Σ_j (рис. 4), которая будет проецироваться в виде прямой линии, т. к. азимут падения α совпадает с азимутом падения основания пирамиды (по заданию). Плоскость Σ_j проходит через точку А под заданным углом падения $\delta=30^\circ$. Секущая плоскость Σ_j пересекает ребра пирамиды в точках D, E, F, K, M, N. Полученные точки с профиля переносим на план (рис. 5) с помощью пропорционального деления (если точка делит отрезок в некотором отношении, то и любая проекция этой точки делит проекцию этого отрезка в том же отношении (рис. 6)).

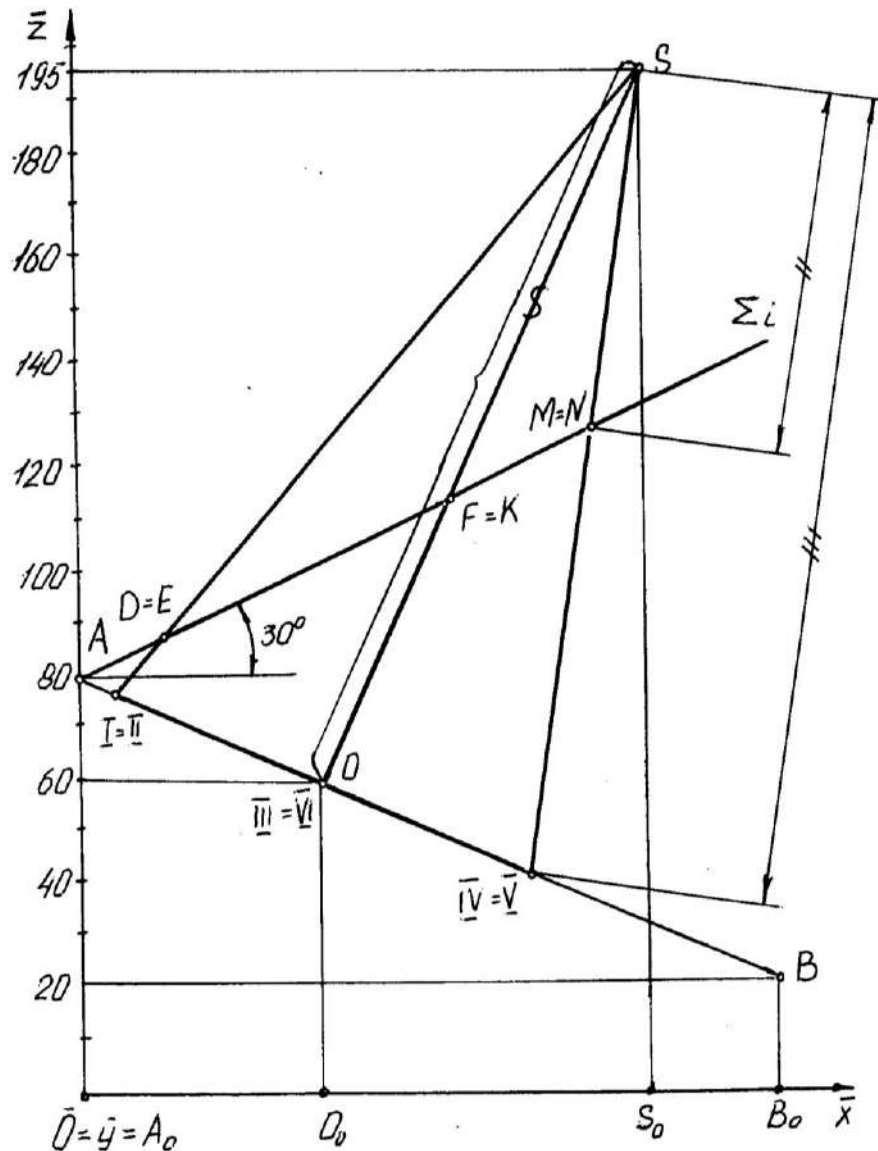


Рис. 4

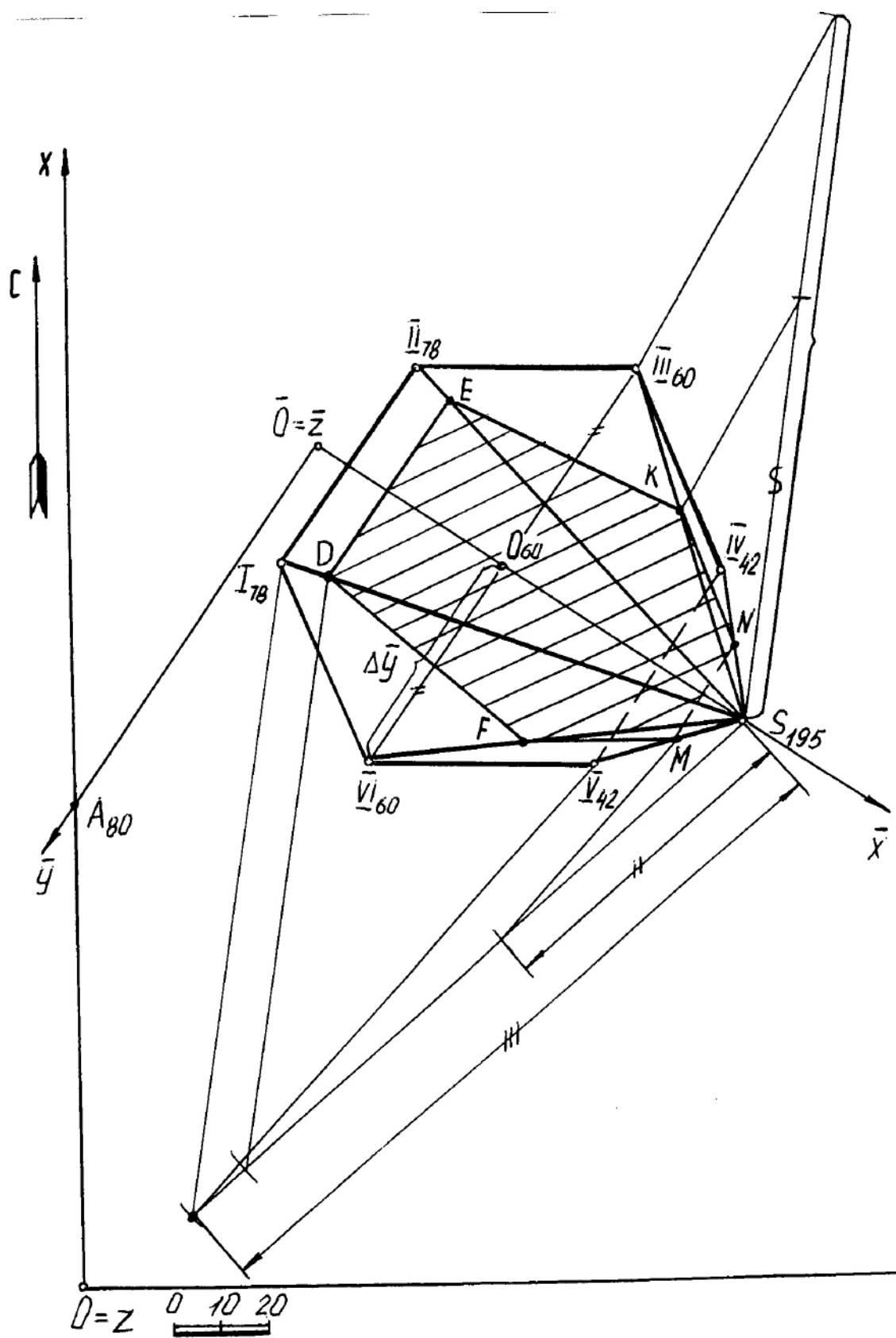


Рис. 5

Полученные точки **D**, **E**, **F**, **N**, **M** лежат на проецирующих прямых (**DE**), (**FK**) (**NM**), являющихся горизонталями (см. рис. 4), поэтому на плане стороны сечения **DE** и **NM** параллельны горизонталям основания пирамиды, а точки **F** и **K** принадлежат одной горизонтали плоскости сечения (рис. 5).

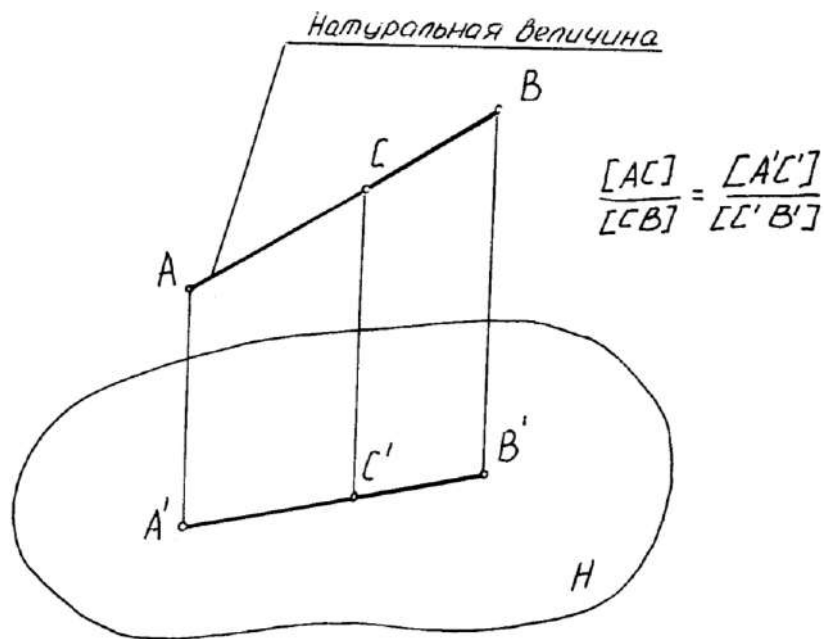


Рис. 6

Задача 1.3. Построение натуральной величины фигуры сечения

Для определения натуральной величины фигуры сечения воспользуемся методом замены плоскостей проекций на профиле, т. к. сечение на этой проекции является проецирующим (рис. 7).

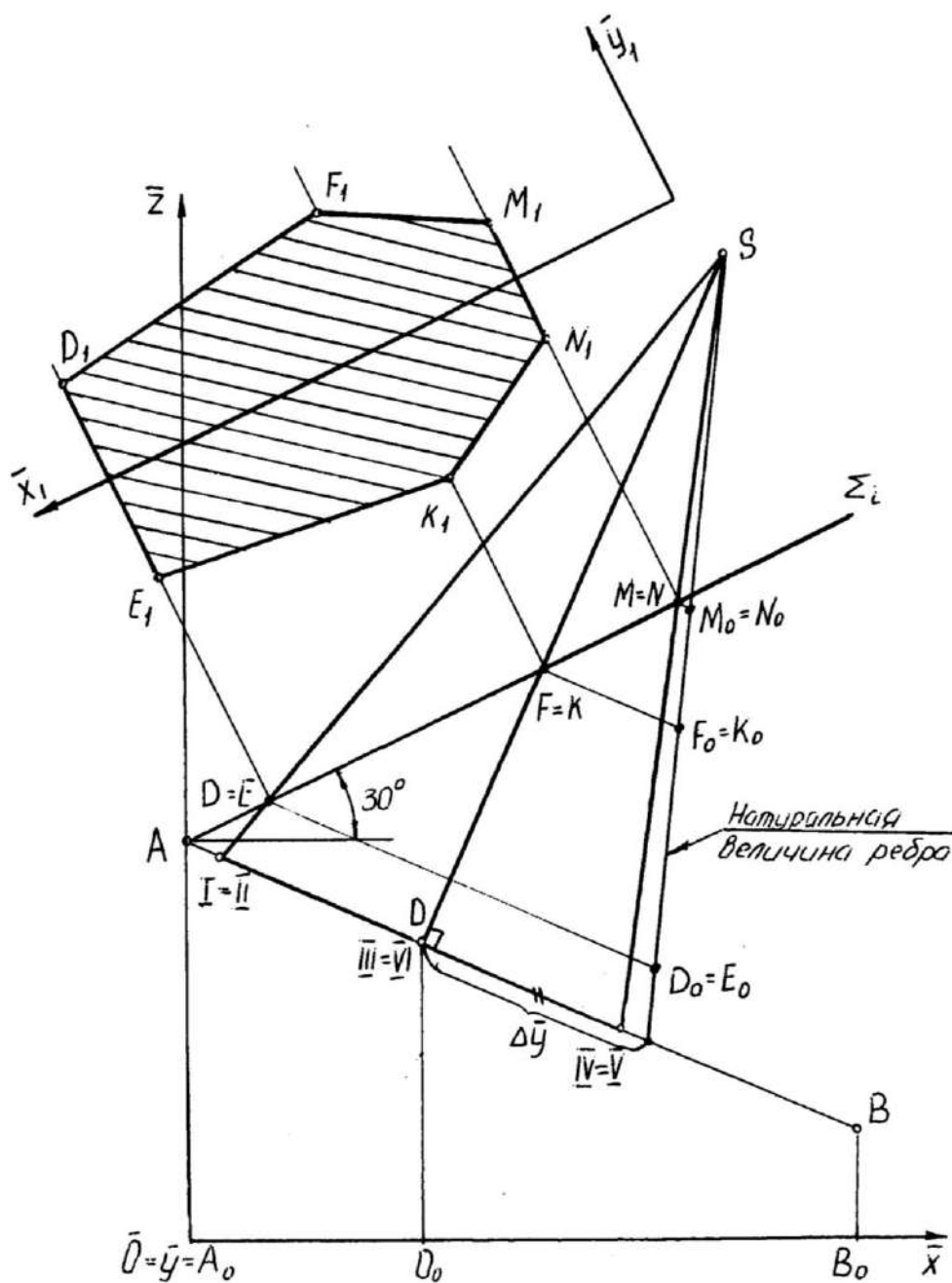


Рис. 7

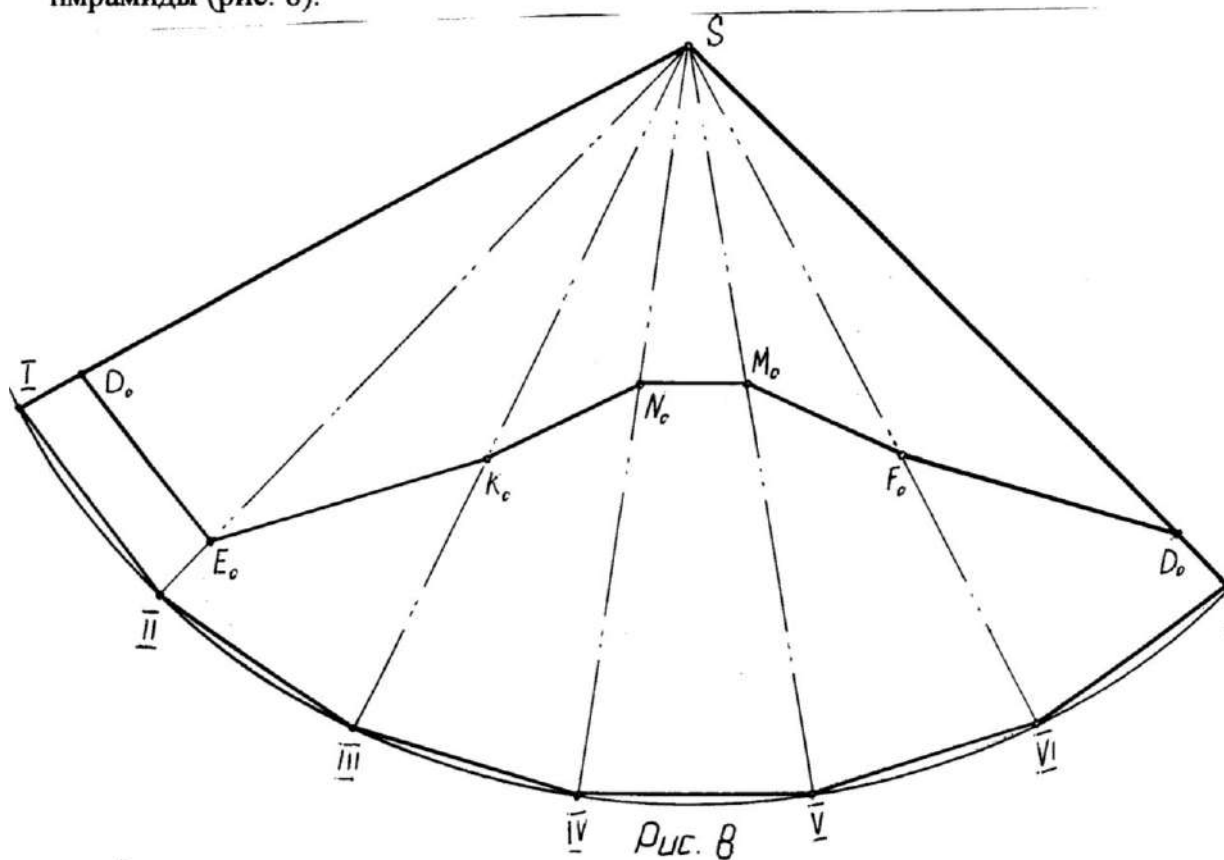
Новую ось $\bar{x}_1$ выбираем параллельно секущей плоскости Σ_i в удобном для нас месте. Из точек D, E, F, K, N, M проводим линии связи перпендикулярно к оси $\bar{x}_1$, на которых откладываем (от оси $\bar{x}_1$) координаты $\bar{y}$ каждой точки, взятой с плана (рис. 5), причем точки E_1, K_1, N_1 имеют отрицательные координаты. Полученные точки последовательно соединяем ломаной линией и получаем натуральную величину фигуры сечения.

Задача 1.4 Построение развертки боковой поверхности пирамиды

Для построения развертки строим натуральную величину ребра правильной пирамиды на профиле (рис. 7) методом прямоугольного треугольника - одним катетом которого является ребро $S III$ ($S VI$), другим катетом прямого угла, который совпадает с основанием пирамиды, является разность координат $\Delta \bar{y}$ концов отрезка, взятых с плана (рис. 5). Гипотенуза прямоугольного треугольника есть натуральная величина всех ребер пирамиды.

Для определения линии сечения на развертке, на натуральную величину ребра переносим (в пропорциональном отношении) точки сечения $D_0, E_0, F_0, K_0, M_0, N_0$ (рис. 7).

На свободном поле чертежа выбираем произвольную точку S и проводим дугу окружности радиусом, равным натуральной величине ребра пирамиды (рис. 8).



На полученной дуге откладываем шесть одинаковых отрезков, равных стороне основания правильной пирамиды. Последовательно соединяем найденные точки и получаем развертку боковой поверхности пирамиды.

Для построения линии сечения на развертке переносим точки **D₀ E₀ F₀ K₀ N₀ M₀**, взятые с профиля натуральной величины (рис. 7), на соответствующие ребра развертки пирамиды. Полученные точки последовательно соединяем ломаной линией. Построение развертки боковой поверхности пирамиды осуществляется таким образом, так как у правильной пирамиды все боковые ребра одинаковые.

Пример 2

Задание:

В проекциях с числовыми отметками:

1. Построить трехгранную призму, основание которой принадлежит плоскости OAB . Точка O - центр описанной окружности правильного треугольника нижнего основания, одна сторона которого параллельна основной плоскости проекций H_0 . Радиус описанной окружности $R=50$.

Точка O' - центр описанной окружности правильного треугольника (тяжести) верхнего основания. Координаты точек:

точка O (150; 90; 60);

точка O' (100; 120; 190);

точка A (100; 0; 80);

точка B (25; 110; 20).

2. Построить сечение заданной призмы плоскостью Σ_i . Плоскость Σ_i проходит через точку L и перпендикулярна к боковым ребрам призмы. Точка L задана координатами: L (110; 160; 70).

3. Построить натуральную величину фигуры сечения призмы плоскостью Σ_i .

4. Построить развертку боковой поверхности призмы с нанесением линии сечения.

Задача 2.1 Построение призмы

По заданным координатам на плане строим точки O, A, B, O' . В плоскости ΔOAB находим горизонталь, проходящую через точку O (см. задачу 1.1).

Для построения нижнего основания призмы на плане строим профиль плоскости OAB методом замены плоскостей проекций (рис. 9) и натуральную величину правильного треугольника $I II III$ (рис. 10).

На плане (рис. 9) наносим новую декартову систему координат $\bar{O}\bar{x}\bar{y}\bar{z}$, где ось $\bar{x}$ перпендикулярна горизонтали плоскости $O_{60}C_{60}$ (выбирается в удобном для нас месте). Ось $\bar{y}$ перпендикулярна оси $\bar{x}$ и проходит через точку A .

В новой системе координат $\bar{O}\bar{x}\bar{y}\bar{z}$, строим профиль плоскости нижнего основания, проходящие через точки $A_1O_1B_1$ (при правильном построении эти точки лежат на одной прямой). На построенном профиле находим нижнее основание призмы (рис. 9). Причем, сторона II_1-III_1 на профиле проецируется в точку (по заданию). На профиле определяем высотные отметки точек нижнего основания. Полученные точки с помощью линий связи переносим на план (сторона $II-III$ проецируется в натуральную величину, а вершина I находится на линии ската, которая проходит через точку O_{60}). Точки $I_{40} II_{70} III_{70}$ определяют нижнее основание призмы.

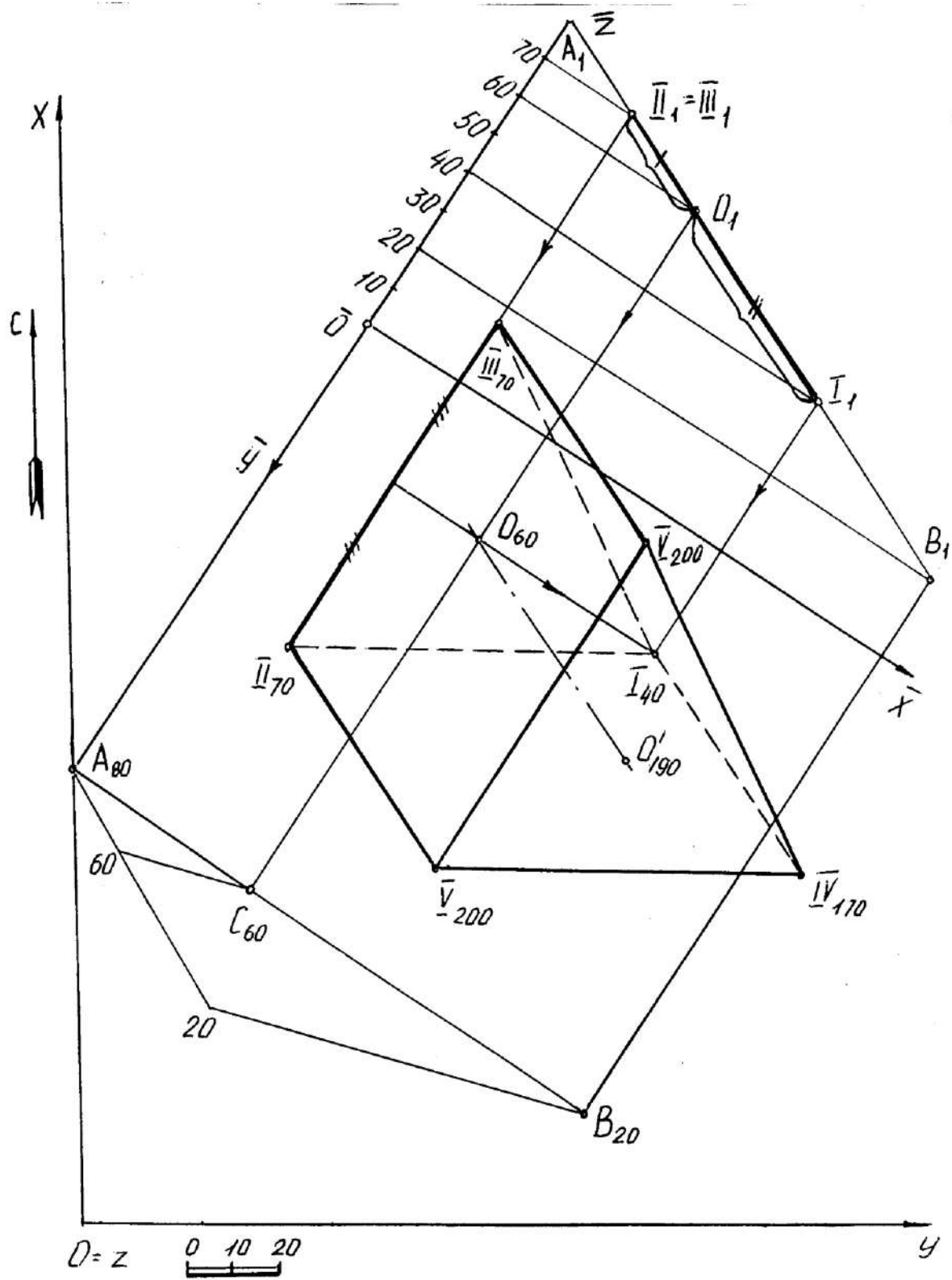


Рис 9

Рис 10

Задача 2.2. Сечение призмы плоскостью

По заданным координатам на плане строим точку L, через которую проходит плоскость Σ_i , перпендикулярная к боковым ребрам призмы (рис. 11).

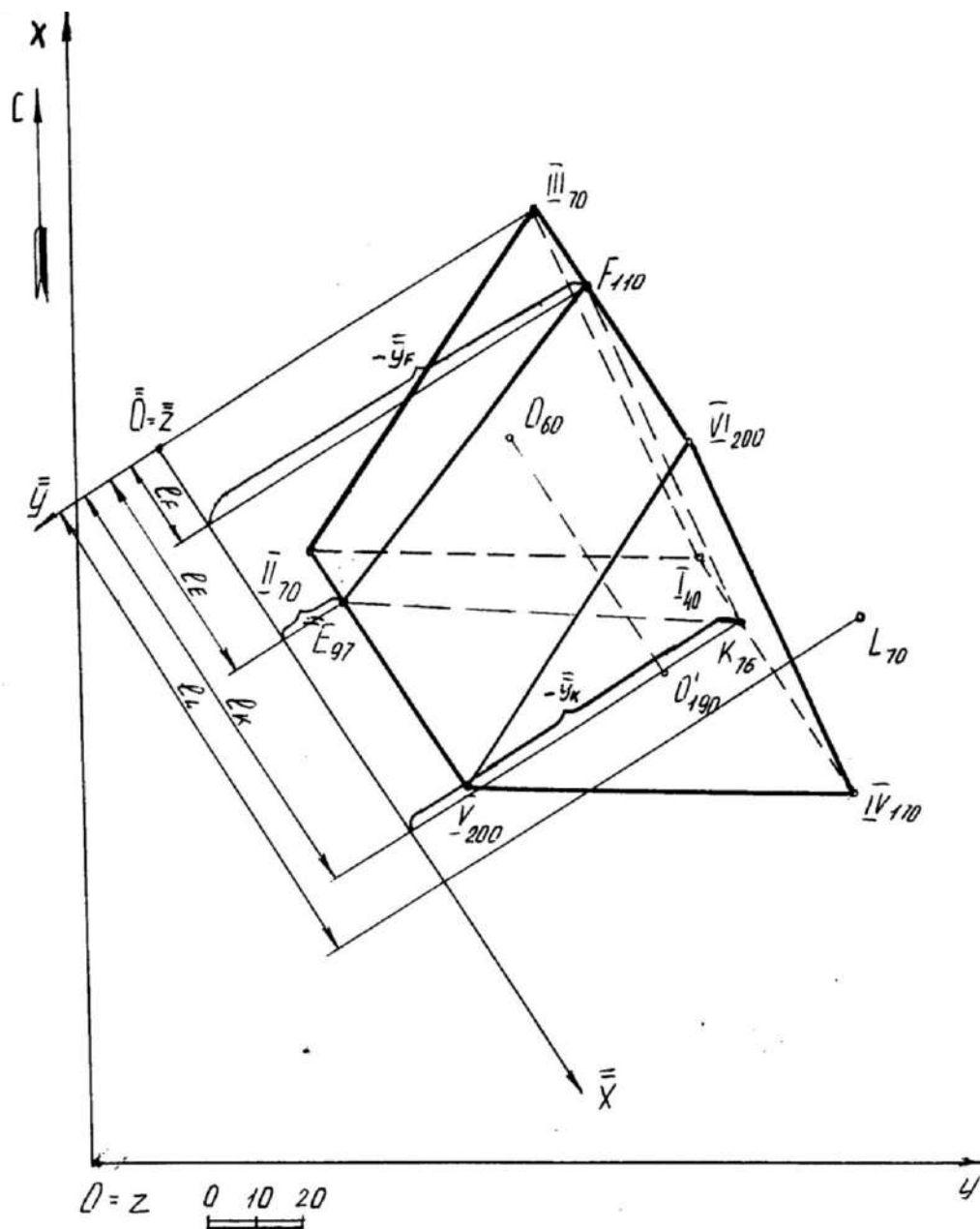


Рис. 11

Для нахождения плоскости Σ_i и сечения призмы этой плоскостью вводим новую декартову систему координат $\overline{Oxyz}$ таким образом, чтобы боковые ребра призмы в этой системе (профиле) проецировались в натуральную величину. Следовательно, ось $\overline{x}$ на плане проводим параллельно

На свободном поле чертежа строим профиль призмы и секущей плоскости Σ_i в системе $\overline{Oxyz}$ (рис. 12). Секущая плоскость Σ_i проходит через точку **L** и проецируется в виде прямой, перпендикулярной к боковым ребрам призмы (по заданию). Найденное сечение **FEK** переносим на план с помощью интервалов (I_F, I_E, I_K) и принадлежности. Определяют видимость сечения (если грань является видимой, то и линия, принадлежащая ей, видима).

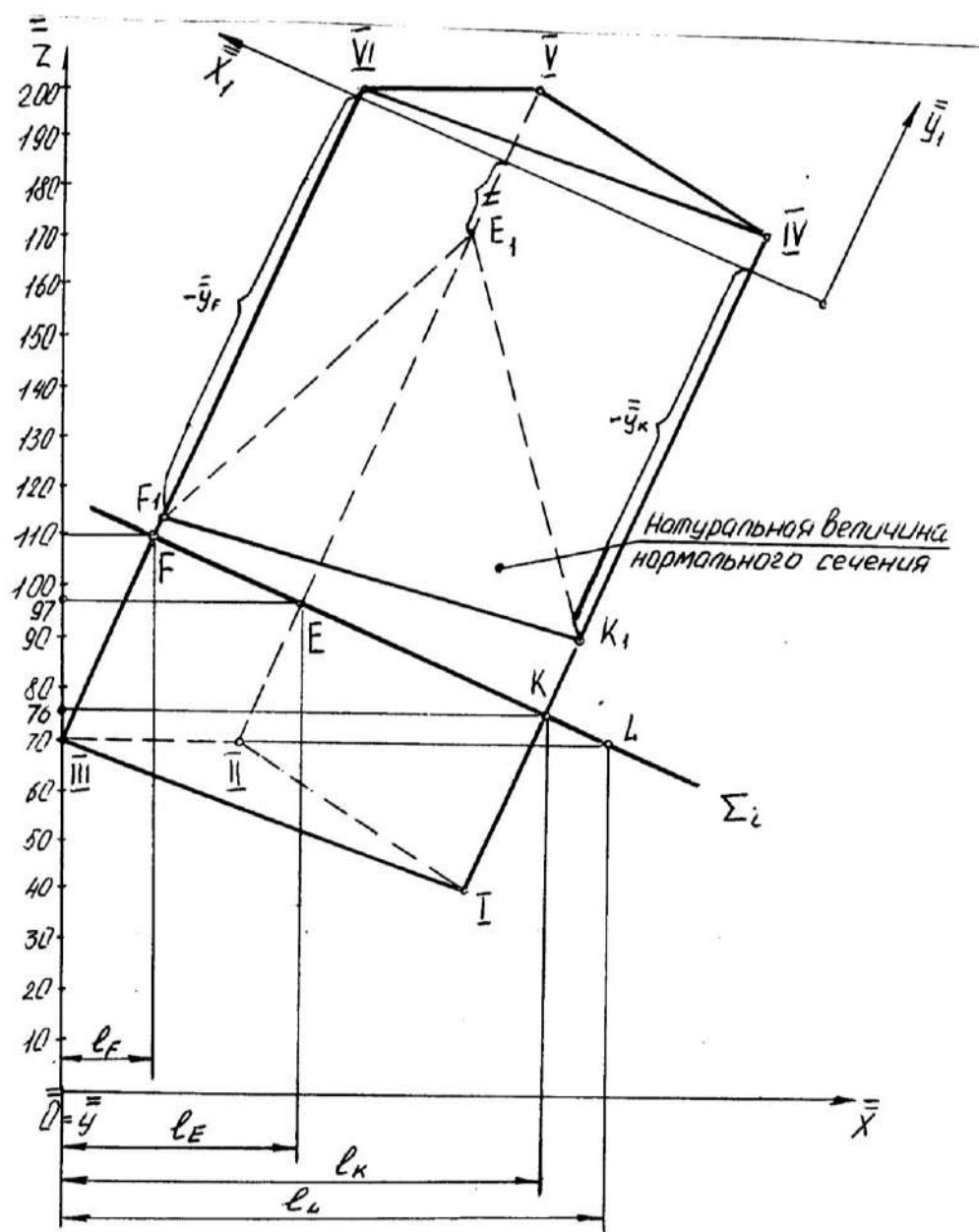


Рис. 12

Задача 2.3 Построение натуральной величины фигуры сечения (нормального сечения)

Для определения натуральной величины фигуры сечения воспользуемся методом замены плоскостей проекций на профиле (рис.12), т.к. сечение на этой проекции является проецирующим. Новую ось $\bar{x}_1$ выбираем параллельно секущей плоскости Σ_i в удобном для нас месте. Из точек F, E, K проводим линии связи, перпендикулярные к $\bar{x}_1$, на которых откладываем (от оси $\bar{x}_1$) координаты $\bar{y}$, взятые с плана (рис. 11). Причем, координаты $\bar{y}$ точек являются отрицательными. Полученные точки последовательно соединяем ломаной линией и получаем натуральную величину фигуры сечения.

Задача 2.4 Построение развертки боковой поверхности призмы

Для построения развертки боковой поверхности призмы воспользуемся методом нормального сечения, т.к. плоскость Σ_i проходит перпендикулярно к боковым ребрам призмы, поэтому сечение FEK является нормальным. На свободном поле чертежа разворачиваем в прямую линию натуральную величину нормального сечения. Через точки FEKF проводим вертикальные линии и откладываем на них (от этих точек) расстояния, равные натуральной величине ребер до верхнего и нижнего основания призмы, взятые с профиля (рис. 13). Найденные точки последовательно соединяют ломаной линией.

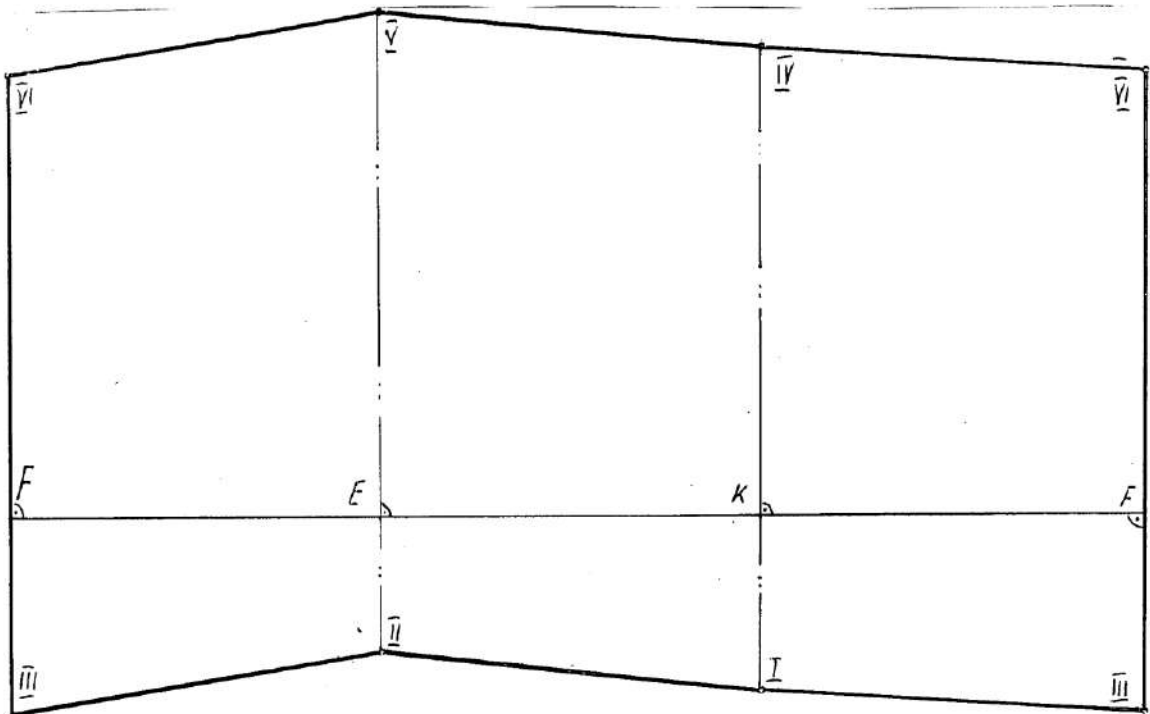


Рис. 13

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

ТАБЛИЦА 1

Номер варианта	Секущая плоскость (угол падения) Σ_i	Пирамида		
		сторона основания (a)	высота (h)	Координаты точек A, B, O
1	30°	40	150	A: $x_A = 100$ $y_A = 0$ $z_A = 80$
3	25°	45	150	
5	20°	50	150	
7	15°	55	150	
9	10°	60	150	
11	0°	40	155	
13	5°	45	155	
15	10°	50	155	
17	15°	55	155	
19	20°	60	155	
21	5°	40	160	B: $x_B = 25$ $y_B = 110$ $z_B = 20$
23	10°	45	160	
25	15°	50	160	
27	20°	55	160	
29	25°	60	160	
31	30°	40	150	
33	25°	45	150	
35	20°	50	150	
37	15°	55	150	
39	10°	60	150	
41	0°	40	155	O: $x_O = 150$ $y_O = 90$ $z_O = 60$
43	5°	45	155	
45	10°	50	155	
				A: $x_A = 100$ $y_A = 0$ $z_A = 80$
				B: $x_B = 30$ $y_B = 115$ $z_B = 250$
				O: $x_O = 140$ $y_O = 80$ $z_O = 50$

Продолжение табл. 1

Но мер вари анта	Призма													Нормальная плоскость		
	R	O			O'			A			B			L		
		x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
2	40	100	50	50	65	125	180	150	30	100	100	130	30	30	110	50
4	40	100	55	50	65	130	185	150	35	100	100	125	30	35	110	55
6	45	100	60	60	65	140	190	150	40	100	100	120	30	30	110	60
8	45	100	65	65	65	145	180	150	20	100	100	115	30	30	110	65
10	50	100	70	70	65	150	170	150	15	100	100	110	30	30	110	65
12	50	150	90	60	95	115	195	110	0	70	20	120	25	105	155	75
14	55	145	85	60	110	120	190	100	0	80	25	110	20	110	160	75
16	45	155	85	60	95	115	195	105	0	80	15	105	20	100	150	80
18	50	110	50	45	50	130	160	160	5	110	110	105	40	30	100	50
20	45	110	55	50	50	135	165	160	10	110	110	110	40	25	100	45
22	40	110	60	55	50	140	170	160	15	110	110	115	40	20	100	55
24	35	110	65	60	50	145	175	160	20	110	110	120	40	35	100	60
26	50	110	70	65	50	150	180	160	25	110	110	125	40	30	100	45
28	40	95	40	60	120	130	160	170	0	120	120	100	50	80	130	60
30	35	95	45	65	120	135	165	170	5	120	120	105	50	85	135	65
32	40	95	50	70	120	140	170	170	10	120	120	110	50	90	140	70
34	40	95	55	75	120	145	175	170	15	120	120	115	50	80	130	70
36	35	95	60	80	120	150	180	170	20	120	120	120	50	85	135	60
38	35	80	30	55	130	135	185	140	10	90	90	110	20	80	150	70
40	30	80	35	60	130	140	190	140	15	90	90	115	20	85	150	75
42	35	80	30	65	130	145	195	140	20	90	90	120	20	80	150	70
44	40	80	35	70	130	150	100	140	25	90	90	125	20	85	150	75
46	40	80	40	75	130	150	105	140	30	90	90	130	20	90	150	80

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич В. Н., Шангина Е. И. Начертательная геометрия в проекциях с числовыми отметками: Учебное пособие.- Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1999. – 152 с.
2. Горная графическая документация. – Издание стандартов, 1983. – 200 с.
3. Ломоносов Г. Г. Инженерная графика. – М.: Недра, 1984. – 287 с.
4. Русскевич Н. Л. Начертательная геометрия. – Киев: «Вища школа», 1978. – 312 с.
5. Тарасов Б. Ф. Методы изображения в транспортном строительстве. – Ленинград: Стройиздат, 1987. – 248 с.

Шангина Елена Игоревна

Методическое пособие
по выполнению индивидуальной графической
работы «Эпюр № 2» по дисциплине
«Начертательная геометрия. Инженерная графика»
для студентов направления 553200 –
«Геология и разведка полезных ископаемых»

2-е издание, стереотипное

Корректурa кафедры инженерной графики

Подписано в печать 17.10.2003 г.

Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8

Печ. л. 1,6 Уч. - изд. 1,39. Тираж 150 экз. Заказ №128

Лаборатория педагогики

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Уральская государственная горно-геологическая академия

Лаборатория множительной техники

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Горно-технологического

ОДОБРЕНО

Методической комиссией
Горно-технологического факультета

 Н. В. Колчина

Е. И. Шангина

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

ЭПЮР №1

Методическое пособие

по теме «Условности машиностроительного черчения»
для самостоятельной работы студентов
всех специальностей и направлений»

Издание УГГУ

Екатеринбург, 2018