



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра графики

В. А. ЛОДНЯ, Е. В. БРЕЛЬ

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ И ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

**Учебно-методическое пособие
для студентов инженерно-технических специальностей**

Гомель 2006

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра графики

В. А. ЛОДНЯ, Е. В. БРЕЛЬ

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ И ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Учебно-методическое пособие для студентов инженерно-технических специальностей

Одобрено методической комиссией механического факультета

Гомель 2006

УДК 744 (075.8)

ББК 22.151.3

Л70

Р е ц е н з е н т – канд. техн. наук, доцент Заворотный А. В. (УО «БелГУТ»).

Лодня, В. А.

Л70 Геометрическое и проекционное черчение: учебно-метод. пособие для студентов инженерно-технических специальностей / В. А. Лодня, Е. В. Брель. – Гомель: УО «БелГУТ», 2006. – 62 с.
ISBN 985-468-132-7

Изложены основы технического черчения: рассмотрены разделы геометрического и проекционного черчения, изучаются способы, приемы и особенности выполнения чертежей. Рассмотрен порядок и объем выполняемых работ. Приведены примеры оформления основных заданий. Исходные данные и задания к контрольной работе являются многовариантными и требуют индивидуального творческого подхода к ним.

Предназначено для студентов инженерно-технических специальностей.

УДК 744 (075.8)

ББК 22.151.3

ISBN 985-468-132-7

© Лодня В. А., Брель Е. В., 2006

© Оформление. УО «БелГУТ», 2006

ВВЕДЕНИЕ

Пособие рассчитано на студентов инженерно-технических специальностей, изучающих черчение или инженерную графику. В пособии изложены основы технического черчения, изучаются способы, приемы и особенности выполнения чертежей. Пособие разработано в соответствии с программами по курсам технического черчения и инженерной графики.

Чертеж – средство графического выражения инженерной мысли. Чертежом называют изображение предмета на плоскости, по которому можно судить о его форме, назначении, размерах, материале, из которого он сделан, и т.п.

Чертежи и другие конструкторские документы во всех отраслях народного хозяйства выполняют по правилам, установленным стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Чертежи, составленные с нарушением стандартов, не утверждаются директивными организациями и являются недействительными. Прежде всего студентам необходимо усвоить и знать на память те стандарты, которые применяются в каждом чертеже, независимо от его содержания. К ним относятся стандарты, связанные с оформлением чертежей (форматы, масштабы, линии, шрифты и т.д.).

В каждом разделе пособия рассмотрены примеры, которые облегчают восприятие изучаемого материала. Пособие содержит также задания по основным темам изучаемого курса и методические указания к их выполнению, даны образцы выполнения графических работ.

1 ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

1.1 Форматы

Чертежи и другие конструкторские документы выполняют на листах определенных форматов (размеров), установленных ГОСТ 2.301–68*. Форматы листов определяются размерами внешней рамки. Размеры и обозначения основных форматов даны в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Обозначение и размеры сторон форматов

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата, мм	841x1189	594x841	420x594	297x420	210x297

Формат A0 с размерами сторон 841x1189 мм имеет площадь, равную 1 м². Для получения каждого последующего основного формата предыдущий делят на две равные части, при этом линия деления (тонкая) должна быть параллельна меньшей стороне делимого формата. При необходимости допускаются дополнительные форматы, образованные увеличением сторон основных форматов на величину, кратную размерам формата A4. Перед выполнением чертежа в каждом формате основной линией проводят рамку на расстоянии 5 мм от границ. У левого края листов рамку проводят на расстоянии 20 мм от границы формата. В правом нижнем углу располагают основную надпись. На форматах A4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны листа, а на других форматах ее можно располагать как вдоль короткой, так и вдоль длинной стороны листа. Текстовые надписи всегда наносятся параллельно основным надписям. ГОСТ 2.104–68 устанавливает формы основных надписей на чертежах. Для чертежей и схем устанавливается форма 1 (рисунок 1), а для текстовых конструкторских документов первого или заглавного листа – форма 2 (рисунок 2).

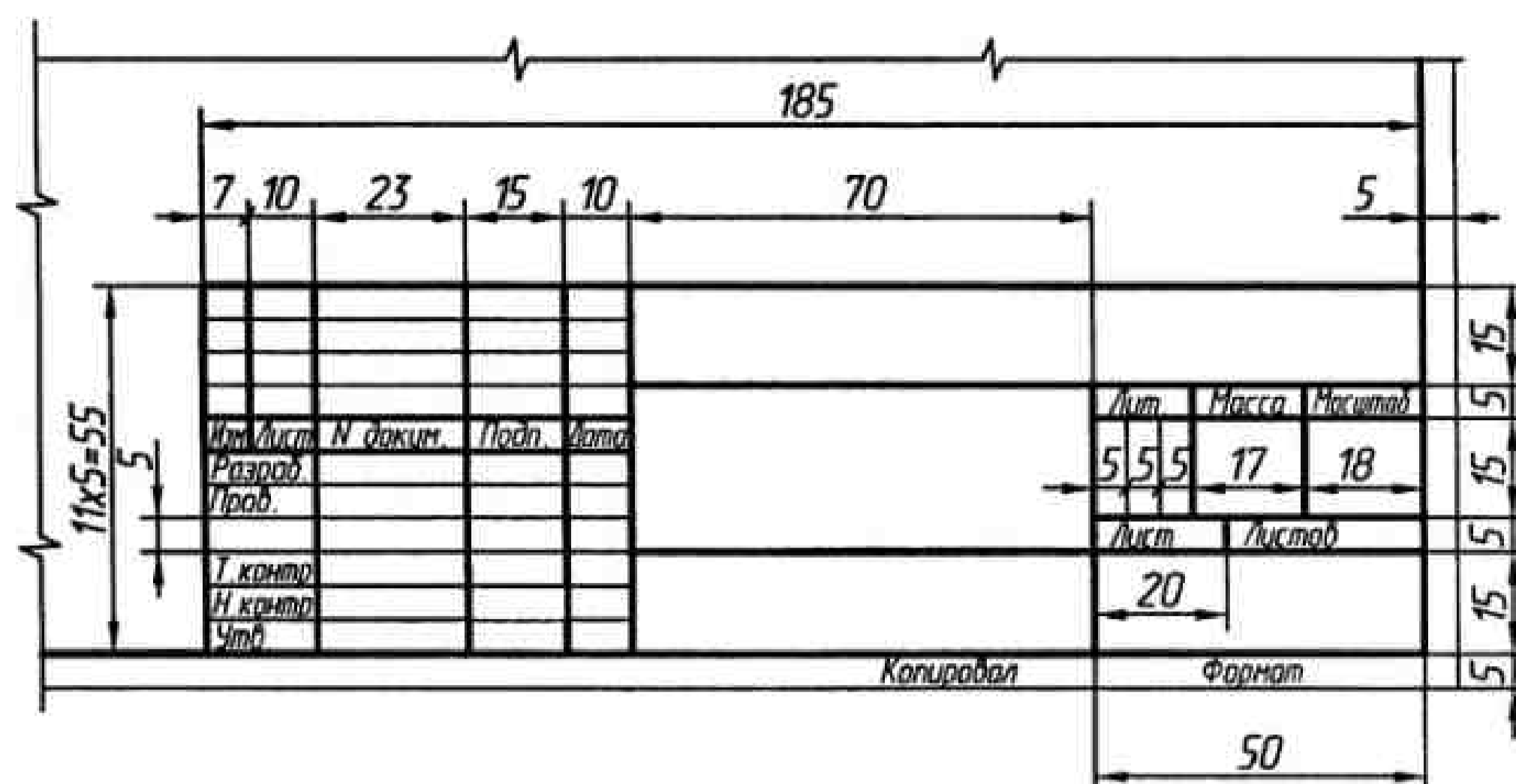


Рисунок 1

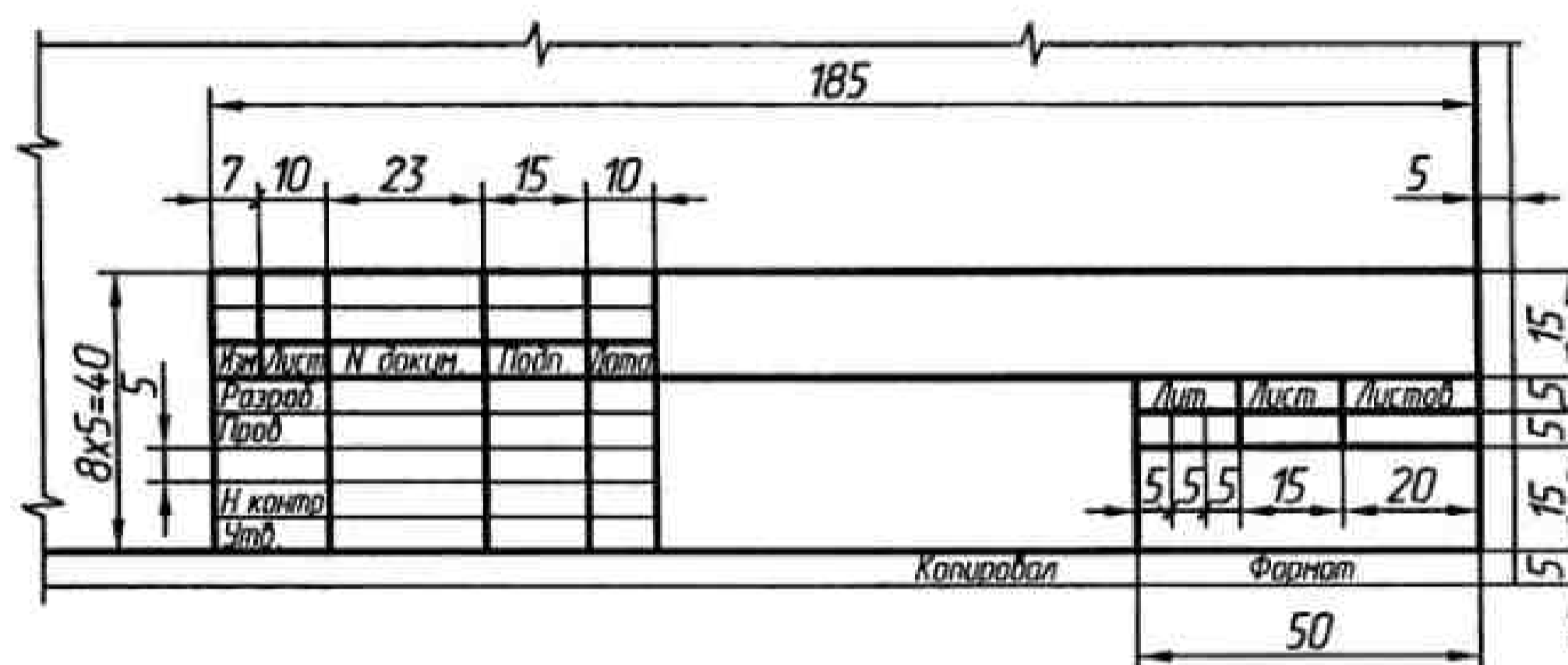


Рисунок 2

1.2 Масштабы

Предметы в зависимости от величины, сложности и назначения чертежа могут быть вычерчены в натуральную величину или в определенном масштабе. Масштабом называется отношение линейных размеров изображения предмета на чертеже к его действительным размерам. Масштабы и их обозначение на чертежах для всех отраслей промышленности и строительства установлены ГОСТ 2.302–68* и представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Масштабы

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1



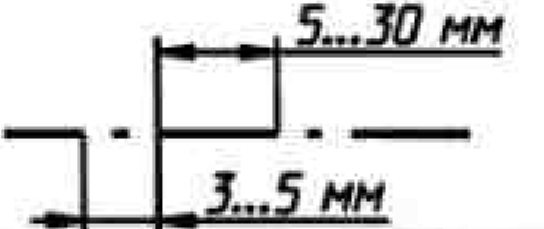

При выборе масштаба следует руководствоваться прежде всего удобством пользования чертежом. Масштабы, указанные в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, должны обозначаться по типу 1:1, 1:2, 2:1 и т.д. Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, указывают в скобках рядом с обозначением изображения, например, А (2:1), Б–Б (2:1). Следует помнить, что на чертеже наносят действительные размеры изображаемого предмета независимо от применяемого масштаба.

1.3 Линии чертежа

Выразительность чертежа зависит от его правильной обводки линиями различной толщины и начертания. Названия, начертания, толщина линий и основные назначения их на чертежах установлены ГОСТ 2.303–68* и приведены в таблице 3. Толщина S сплошной основной линии принята от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от размеров и сложности изображения и от формата чертежа.

Таблица 3 дает представление о толщине линий и о наименьшем расстоянии между ними в зависимости от формата чертежа. Длина штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях зависит от размеров изображения. Штрихи, а также промежутки между ними должны быть по всему чертежу одинаковыми. Штрихпунктирные линии должны начинаться, заканчиваться и пересекаться только штрихами. Центр окружности во всех случаях определяется пересечением штрихов штрихпунктирной (центральной) линии. Если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур на изображении меньше 12 мм, то штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центральных, следует заменять сплошными тонкими. Осевые и центровые линии должны выходить за границы изображения на 3 – 5 мм.

Т а б л и ц а 3 – Линии чертежа

Наименование	Толщина	Начертание	Основное назначение
Сплошная толстая основная	S (0,6 – 1,5 мм)		Линии видимого контура.
Сплошная тонкая	$S/2 - S/3$		Линии размерные и выносные. Линии штриховки и др.
Сплошная волнистая	$S/2 - S/3$		Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза.
Штриховая	$S/2 - S/3$		Линии невидимого контура. Линии перехода невидимые.
Штрихпунктирная тонкая	$S/2 - S/3$		Линии осевые, центровые. Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или выносных сечений.
Штрихпунктирная утолщенная	$S/2 - 2/3 S$		Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию. Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью (наложенная проекция).
Разомкнутая	S до 1,5 S		Линии сечений
Сплошная тонкая с изломами	$S/2 - S/3$		Длинные линии обрыва
Штрихпунктирная с двумя точками тонкая			Линии сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях. Линии для изображения развертки, совмещенной с видом.

1.4 Шрифты чертежные

Надписи на чертежах и других технических документах выполняют чертежными шрифтами, установленными ГОСТ 2.304–81. Размером шрифта h называется высота прописной буквы в миллиметрах, измеренная перпендикулярно к основанию строки. Толщина d линии шрифта зависит от размера шрифта и его типа. Все элементы букв измеряются в долях h и содержат целое число величины толщины линии шрифта d . Например, высота строчных букв $c = 10/14 h$ или $c = 10 d$. Установлены два типа шрифта: тип

А с толщиной линии $1/14 h$; тип Б с толщиной линии $1/10 h$. Шрифты обоих типов могут выполняться с наклоном приблизительно 75° или без наклона. Для правильного начертания букв они вписываются во вспомогательную сетку. На рисунке 3 даны примеры написания прописных и строчных букв русского алфавита шрифтом типа Б с наклоном 75° .

Размер шрифта нужно выбирать из следующего ряда: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20 мм. Размеры элементов шрифтов сведены в таблицы 4 и 5.

Т а б л и ц а 4 – Шрифт типа А ($d = 1/14 h$)

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм			
			3,5	5,0	7,0	10,0
Размер шрифта – высота прописных букв	h	$14d$	3,5	5,0	7,0	10,0
Высота строчных букв	c	$10d$	2,5	3,5	5,0	7,0
Расстояние между буквами	a	$2d$	0,5	0,7	1,0	1,4
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	$22d$	5,5	8,0	11,0	16,0
Минимальное расстояние между словами	e	$6d$	1,5	2,1	3,0	4,2
Толщина линий шрифта	d	d	0,25	0,35	0,5	0,7

Т а б л и ц а 5 – Шрифт типа Б ($d = 1/10 h$)

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм			
			3,5	5,0	7,0	10,0
Размер шрифта – высота прописных букв	h	$10d$	3,5	5,0	7,0	10,0
Высота строчных букв	c	$7d$	2,5	3,5	5,0	7,0
Расстояние между буквами	a	$2d$	0,7	1,0	1,4	2,0
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	$17d$	6,0	8,5	12,0	17,0
Минимальное расстояние между словами	e	$6d$	2,1	3,0	4,2	6,0
Толщина линий шрифта	d	d	0,35	0,5	0,7	1,0

Задание на выполнение работы «Шрифты чертежные».

На листе чертежной бумаги формата А4 выполнить следующие надписи:

- 1 Шрифтом размера 10 написать русский алфавит (буквы прописные и строчные).
- 2 Шрифтом размера 10 написать знак № и цифры арабские: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
- 3 Шрифтом размера 10 выполнить надпись «Чертеж – язык техники».
- 4 Шрифтом размера 7 выполнить надпись «Начертательная геометрия – грамматика этого языка» и шрифтом размера 5 написать фамилию В. И. Курдюмов (основоположник начертательной геометрии).
- 5 Шрифтом размера 5 написать свою фамилию, имя и отчество.
- 6 Заполнить основную надпись чертежным шрифтом.

Выполнение работы должно начинаться с изучения ГОСТ 2.304–81, который содержит таблицы с параметрами шрифта. Затем на листе формата А4 правильно распределить и провести линии, ограничивающие строки. Сделать разбивку букв и промежутков между ними по ширине. Провести под углом 75° к строке наклонные линии, ограничивающие буквы. Провести в строчках среднюю линию и вне их линии, ограничивающие элементы для строчных букв. Тонкими линиями от руки нанести буквы, после чего выполнить обводку карандашом твердости ТМ или М. Заточить карандаш нужно так, чтобы он проводил линию нужной толщины. Образец выполнения работы показан на рисунке 4.

10 А В В Г Д Е Ж З И К Л М Н О П Р С
 10 Т У Ф Х Ц Ч Щ Ъ Ы Э Ю Я
 10 а б в г д е ж з и к м н о п р с т у
 10 ф х ц ч щ ъ ы э ю я
 10 № 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 10 Чертеж - язык техники.
 7 Начертательная геометрия -
 грамматика этого языка.
 5 В.И. Курдюмов
 5 Фамилия Имя Отчество

				УК 12.03.24.00			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Полякова				И		1
Пров.	Лодня				БелГУТ Кафедра "Графика"		
И.контр.							
Утв.					Шрифты чертежные		

Рисунок 4

1.5 Нанесение размеров

Правила нанесения размеров на чертежах изложены в ГОСТ 2.307–68. При размещении видов на формате нужно учитывать, что размеры будут проставляться главным образом вне их контуров. Поэтому для простановки размеров нужно предусмотреть дополнительное место. Высота размерных чисел на чертежах, выполненных карандашом, не должна быть менее 3,5 мм. Размерные числа нужно писать четко и строго по стандарту. Размерные числа пишутся над размерными линиями так, чтобы между числом и линией был просвет шириной приблизительно 1 мм. Размерная линия должна заканчиваться стрелками, указывающими границы измерения. Стрелки размерных линий должны быть одинаковой величины, которая зависит от выбранной на чертеже толщины линии видимого контура S (рисунок 5).

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки заменяют засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям (рисунок 6). Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями – 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм. Выход выносной линии за конец размерной линии должен быть равным 1 – 5 мм (рисунок 7).

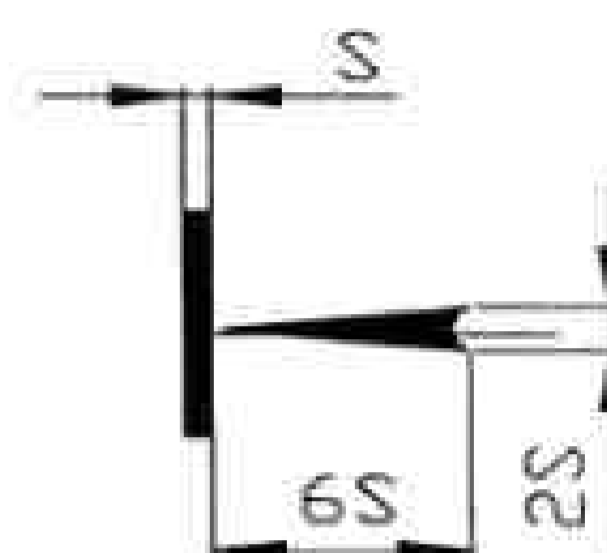


Рисунок 5

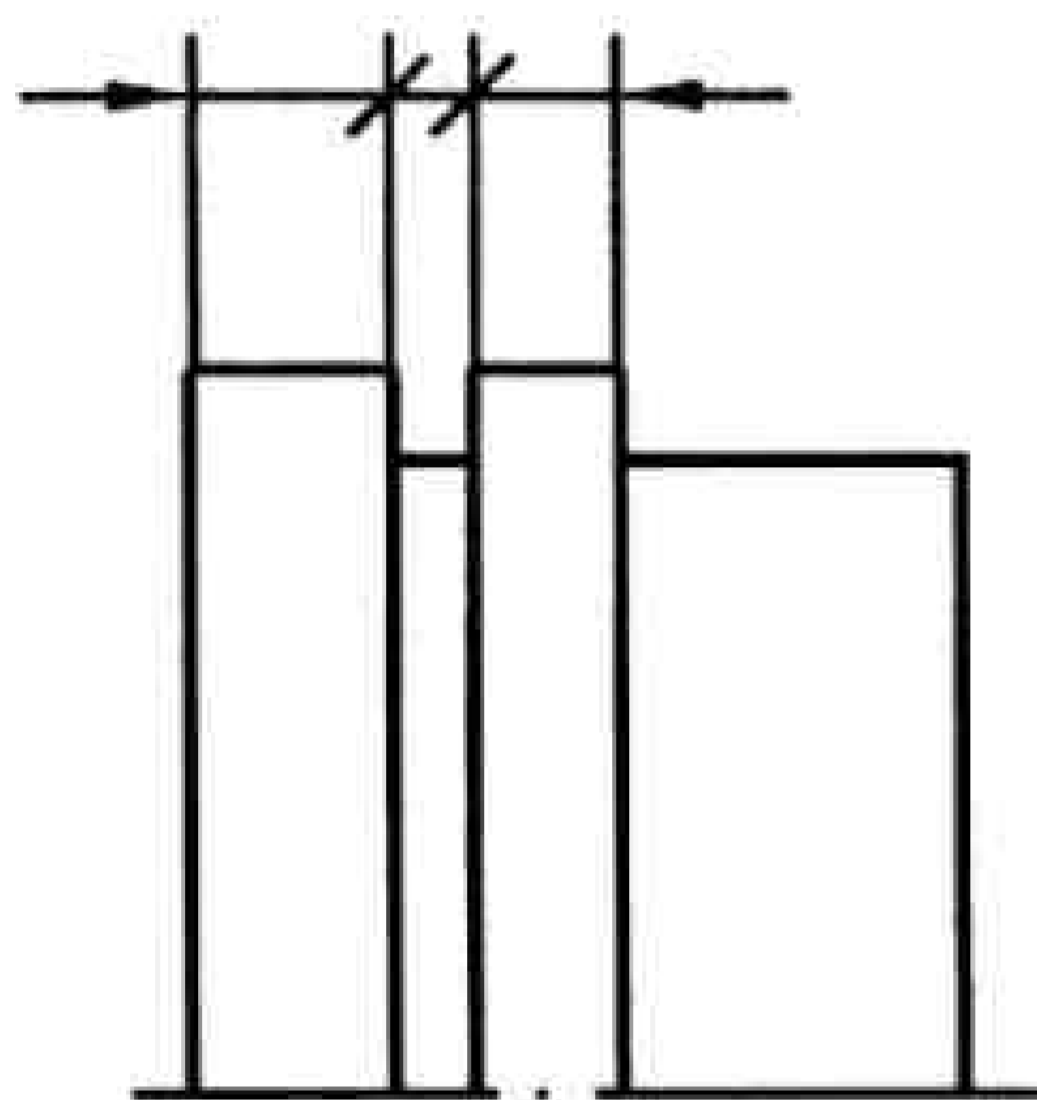


Рисунок 6

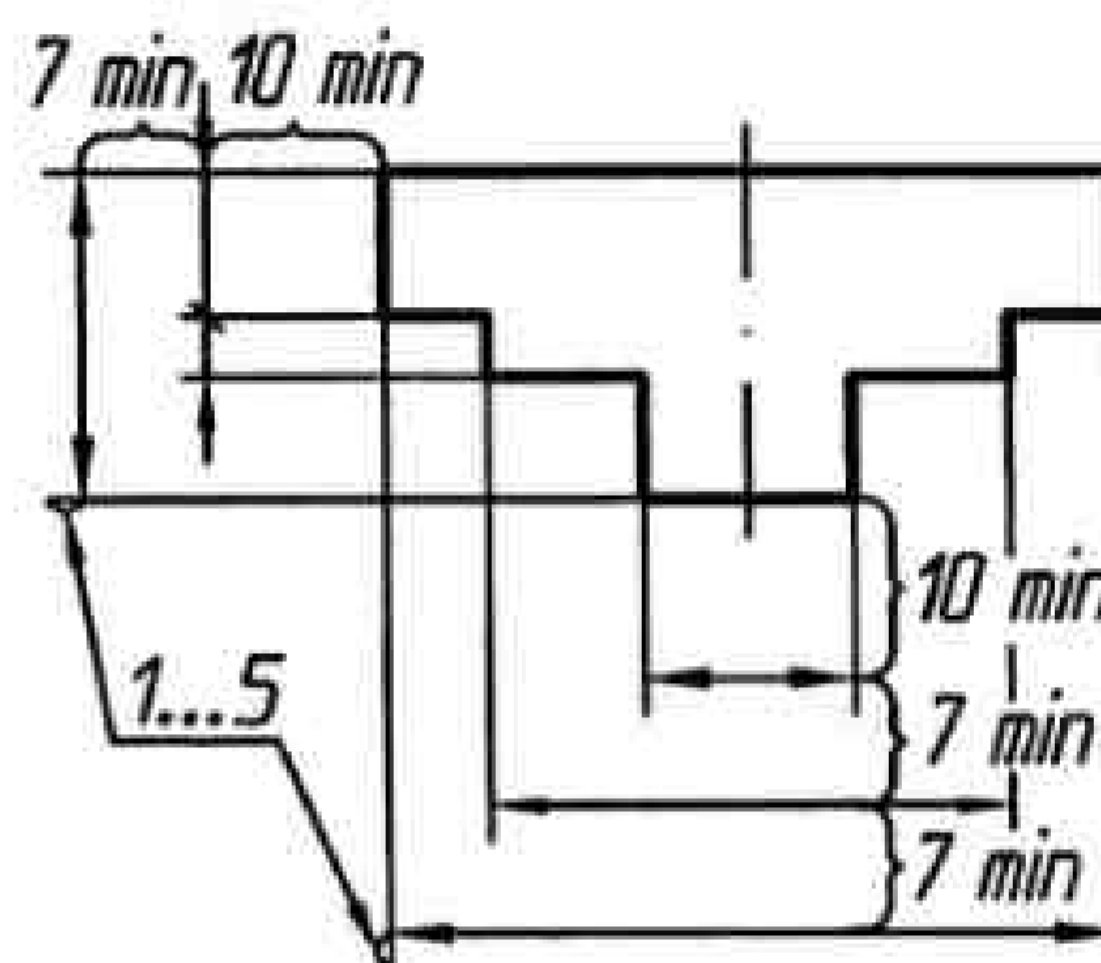


Рисунок 7

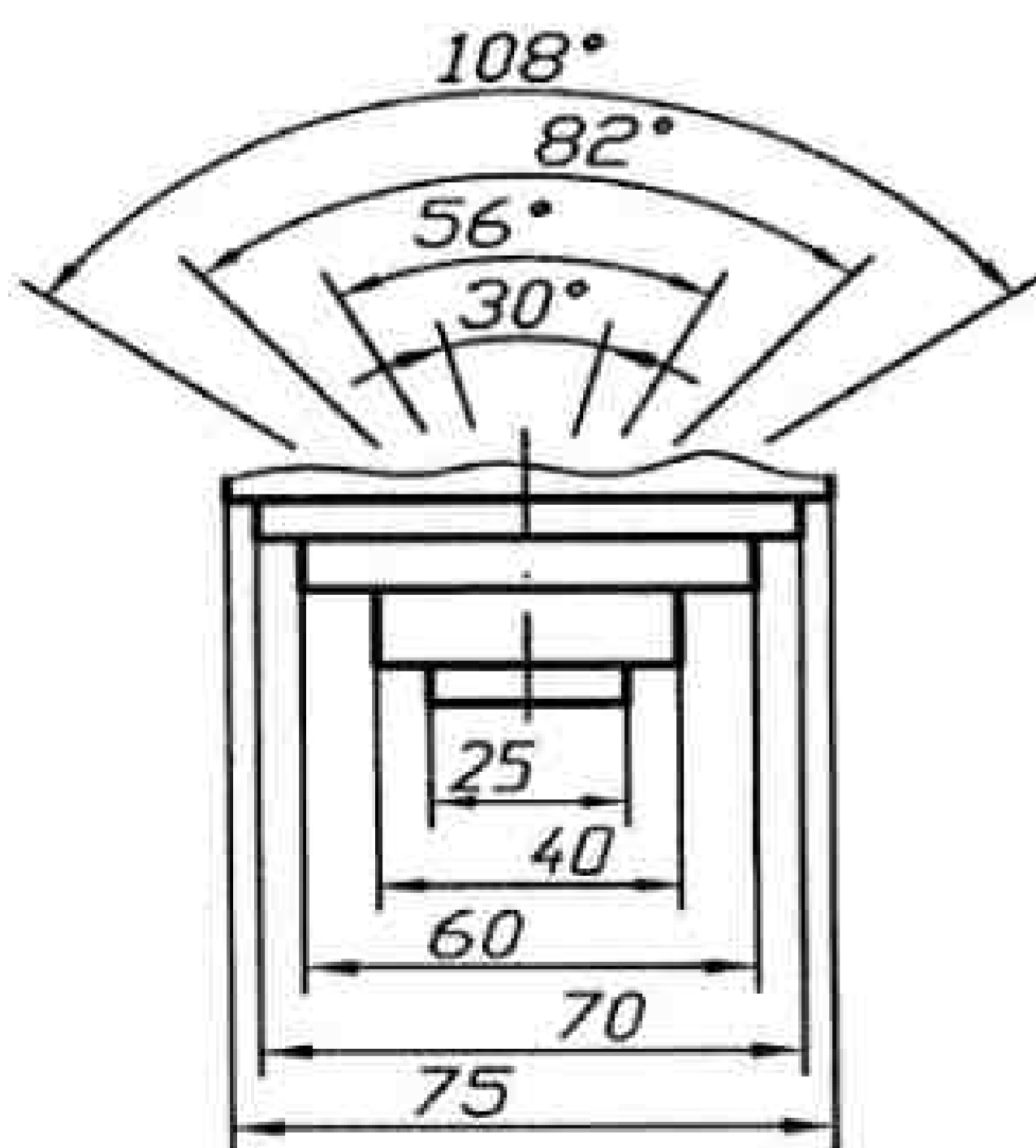


Рисунок 8

Размеры у симметричных изделий наносят, как показано на рисунке 8. Размерные числа наносят над размерной линией ближе к ее середине. Над параллельными или концентричными размерными линиями размерные числа располагают в шахматном порядке.

При совмещении половины вида с половиной разреза (рисунок 9) размерные линии ограничивают одной стрелкой, другой конец размерной линии обрывается за центром или осью симметрии. Рекомендуется группировать размеры, относящиеся к наружным и внутренним очертаниям детали, и располагать их по разные стороны изображения (рисунок 9).

Размеры, относящиеся к одному элементу детали, рекомендуется группировать на изображении, на котором этот элемент показан наиболее полно, как, например, отверстие и его привязка к контурам детали на рисунке 10.

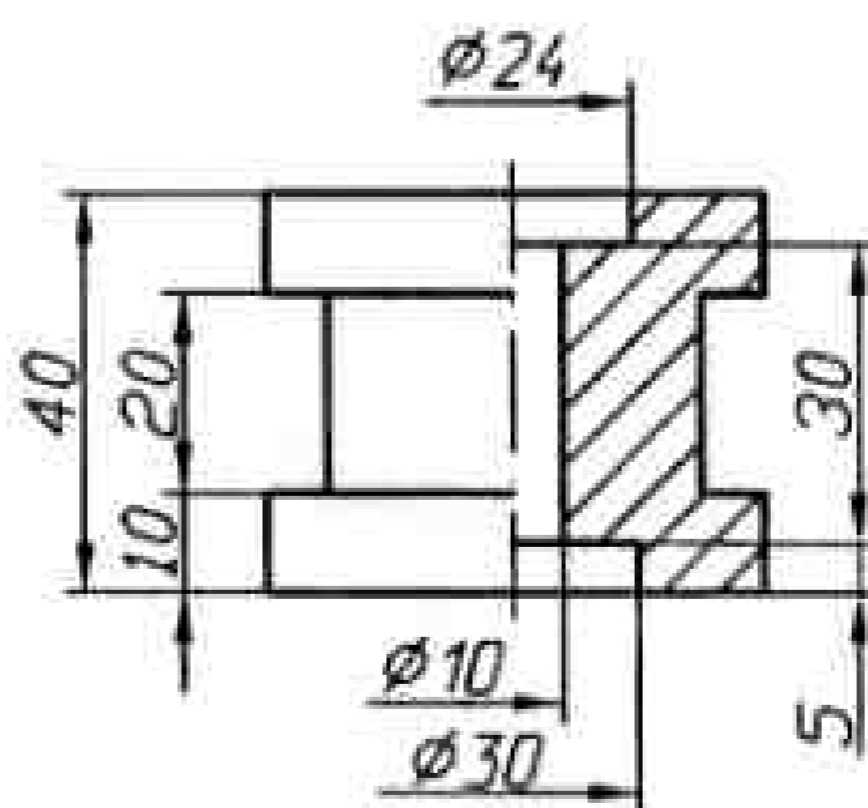


Рисунок 9

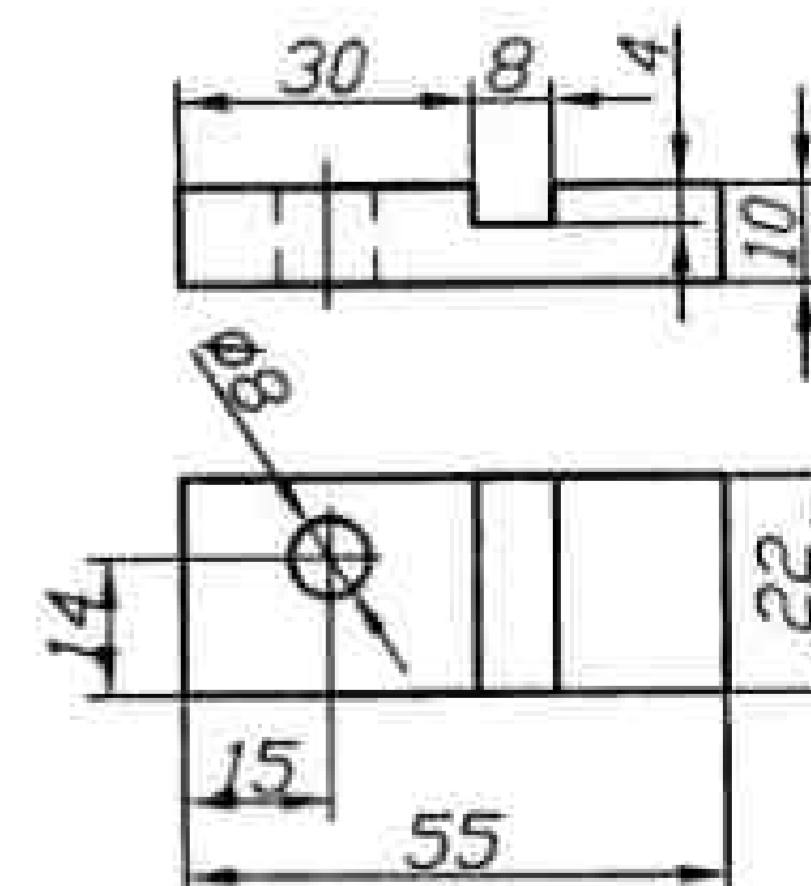


Рисунок 10

Допускается указывать толщину или длину детали на полке линии-выноски, например $S4$, $L200$, если при этом отпадает необходимость вычерчивать дополнительное изображение (рисунок 11).

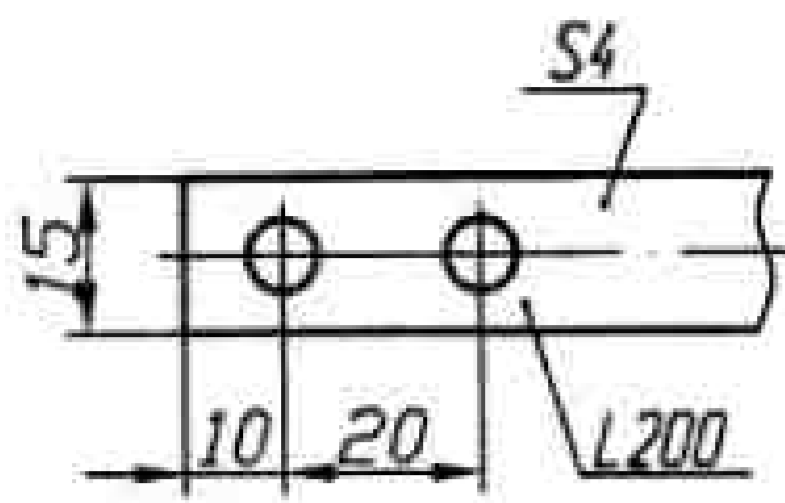


Рисунок 11

Линейные размеры указывают в миллиметрах без обозначения единицы, угловые – в градусах, минутах, секундах, с обозначением единицы. Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки следует прерывать.

При нанесении размеров элементов (например, отверстий), равнорасположенных по окружности, вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение их между собой, указывают только их количество (рисунки 12, 13).

Если отверстия расположены по окружности равномерно, но не произвольно по отношению к другим элементам (например, пазу), то одно из отверстий привязывают угловым размером к этому элементу (рисунок 14). Диаметр центральной окружности указывают в любом случае (см. рисунки 12, 13, 14).

Размерные линии можно проводить с обрывом и при указании размера диаметров окружности независимо от того, изображена ли окружность полностью или частично, при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (см. рисунок 12).

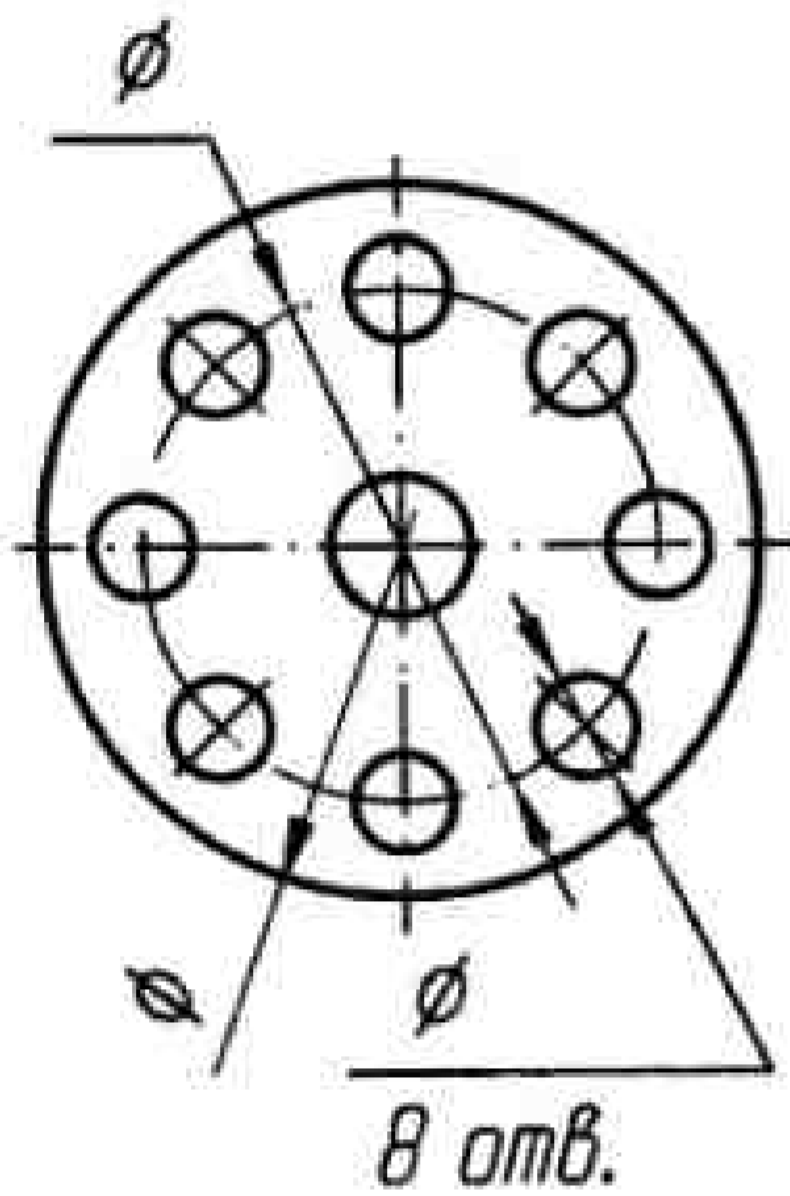


Рисунок 12

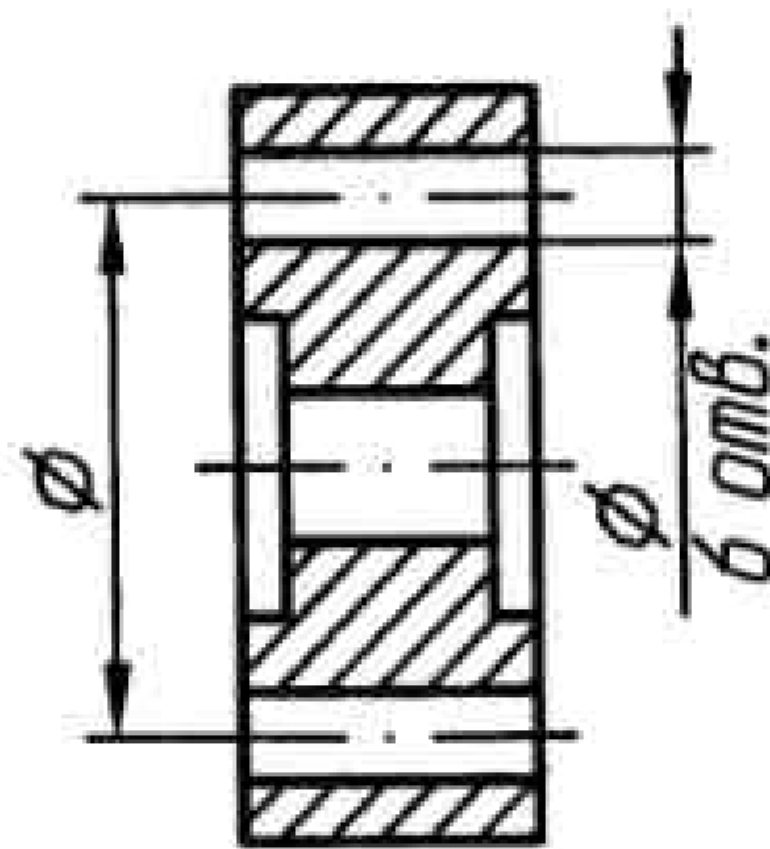


Рисунок 13

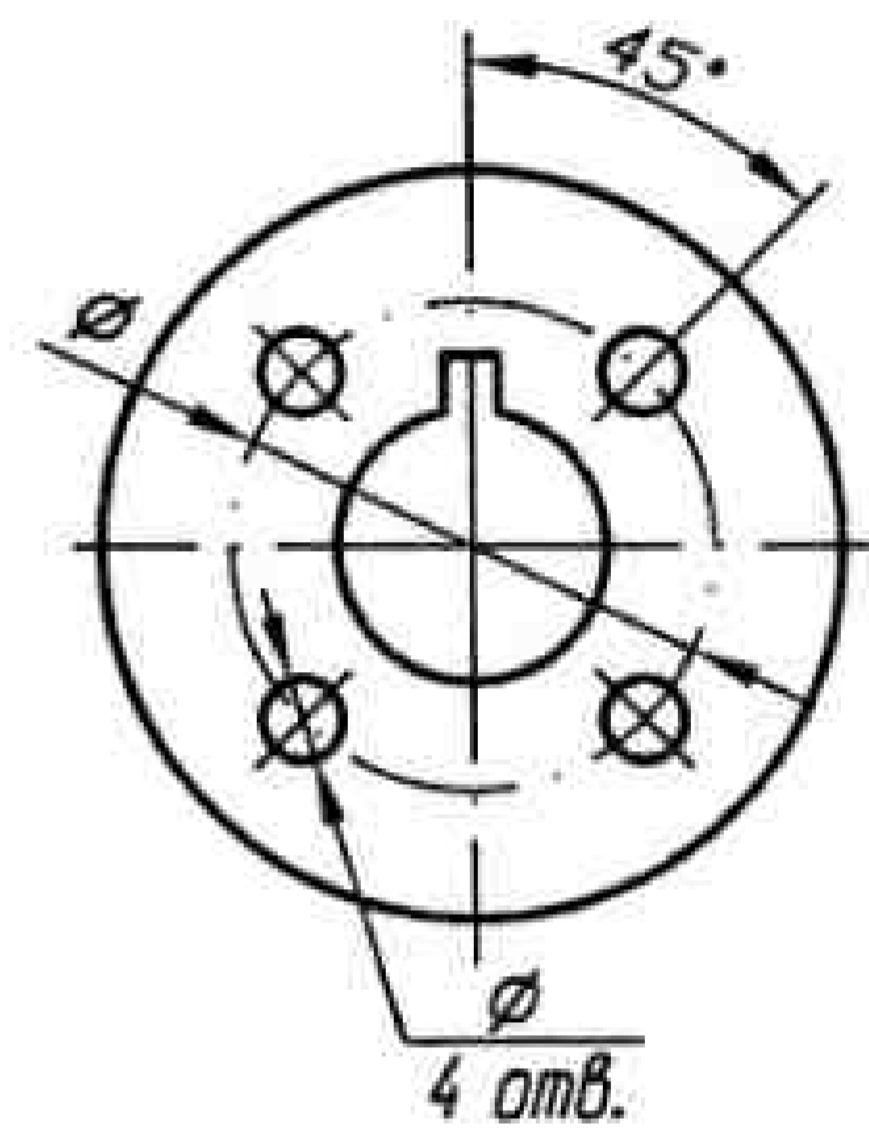


Рисунок 14

Метод нанесения линейных и угловых размеров на эскизах и чертежах зависит от точности изготовления детали. Если повышенная точность изготовления детали не требуется, то размеры можно наносить цепочкой (рисунки 15, 16) или так, как показано на рисунках 17, 18 для деталей с одинаковым расстоянием между отверстиями. Замыкание цепочки не допускается, за исключением случаев, когда один размер указан как справочный.

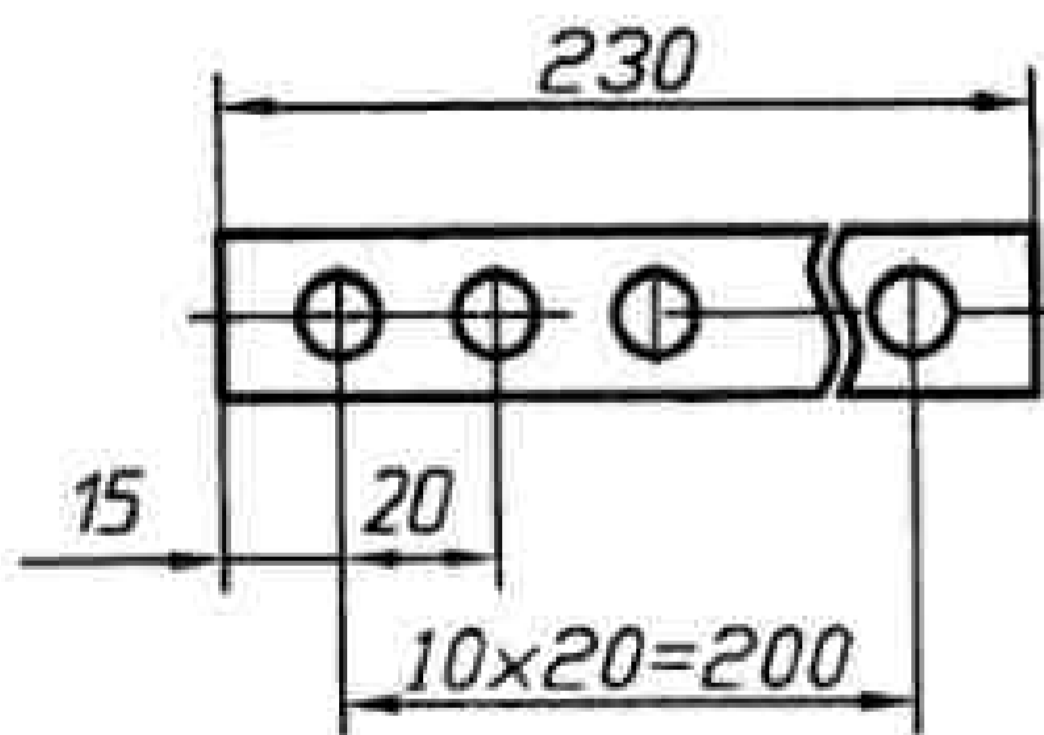


Рисунок 15

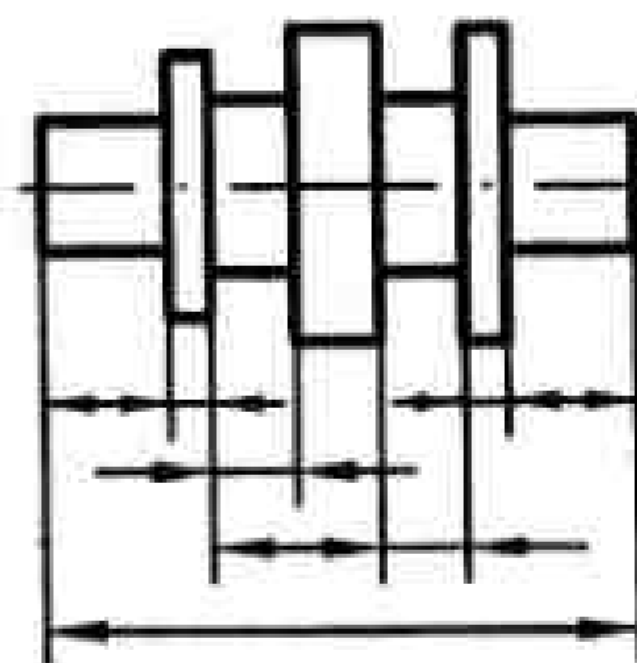


Рисунок 16

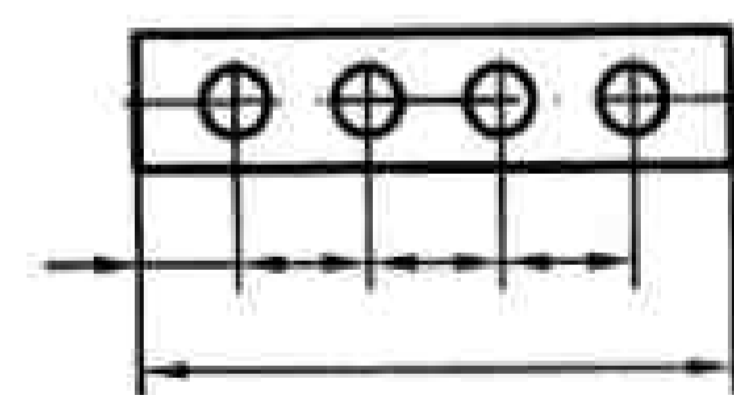


Рисунок 17

При повышенной точности изготовления детали размеры наносятся от общей базы (рисунки 19, 20).

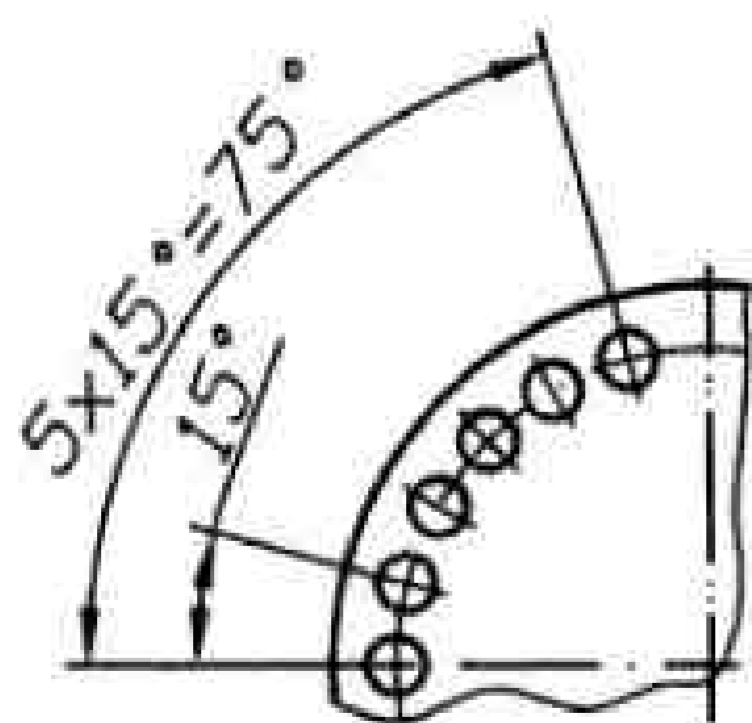


Рисунок 18

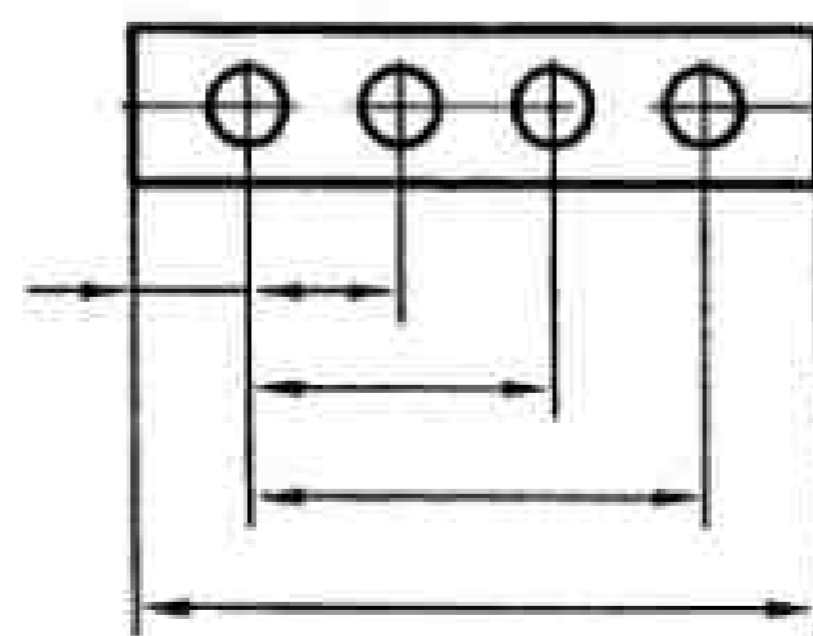


Рисунок 19

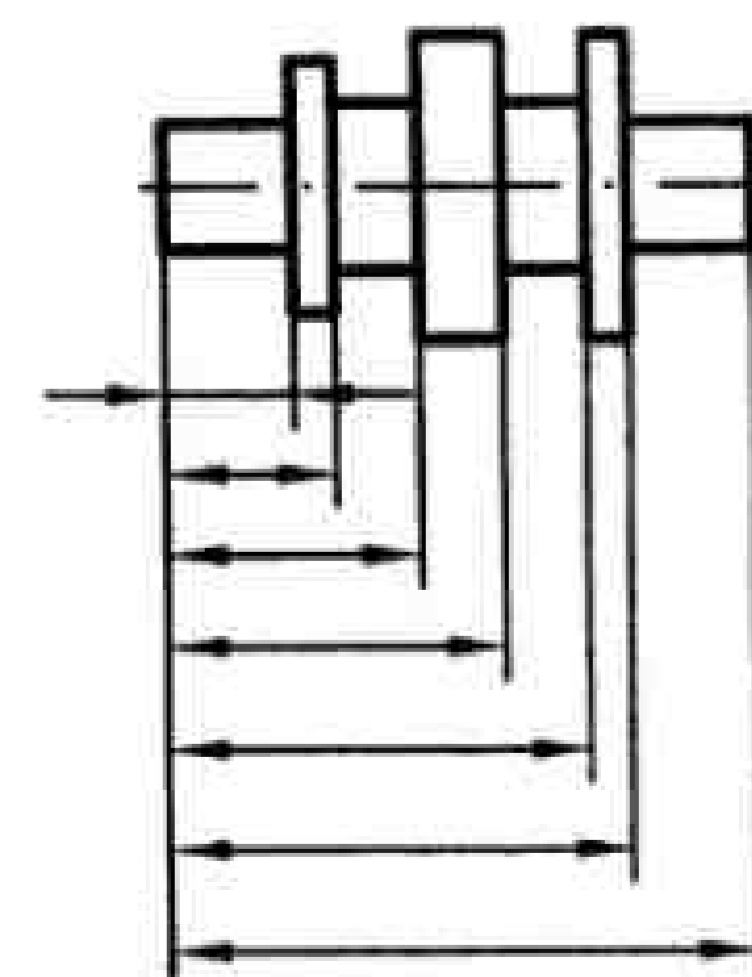


Рисунок 20

Обозначение фасок показано на рисунке 21. Фасками называют скошенные кромки стержня, бруска, листа или отверстия. Фаска задается двумя линейными размерами или одним линейным и одним угловым. Размер фаски с углом наклона 45° наносится двумя цифрами через знак умножения, например $2 \times 45^\circ$. Первое число размера фаски, выполненной на поверхности вращения, указывает на высоту усеченного конуса в миллиметрах, второе – на угол наклона образующей конуса к его оси в градусах. Фаски малых линейных размеров (на чертеже 1 мм и менее), выполненные под углом 45° , допускается не изображать. Размеры таких фасок указывают над полкой линии-выноски, проведенной от грани (на рисунке фаска $0,6 \times 45^\circ$).

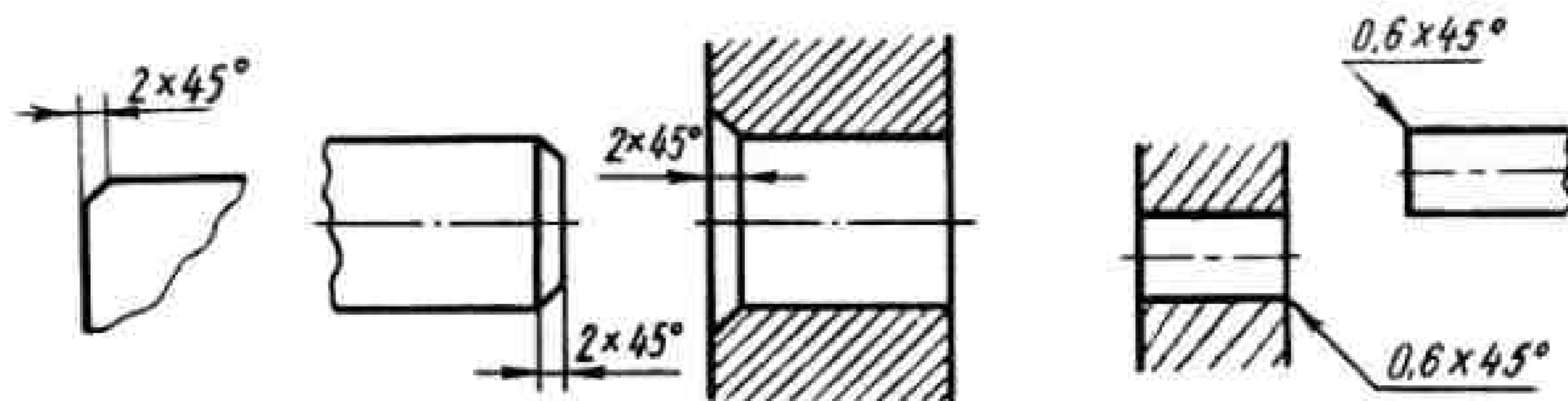


Рисунок 21

Если на чертеже имеется несколько одинаковых фасок с углом 45° , то обозначения наносятся на одну из них с указанием общего количества фасок.

Каждая фаска, выполненная под углом, отличным от 45° , указывается линейным и угловым размерами или двумя линейными (рисунок 22).

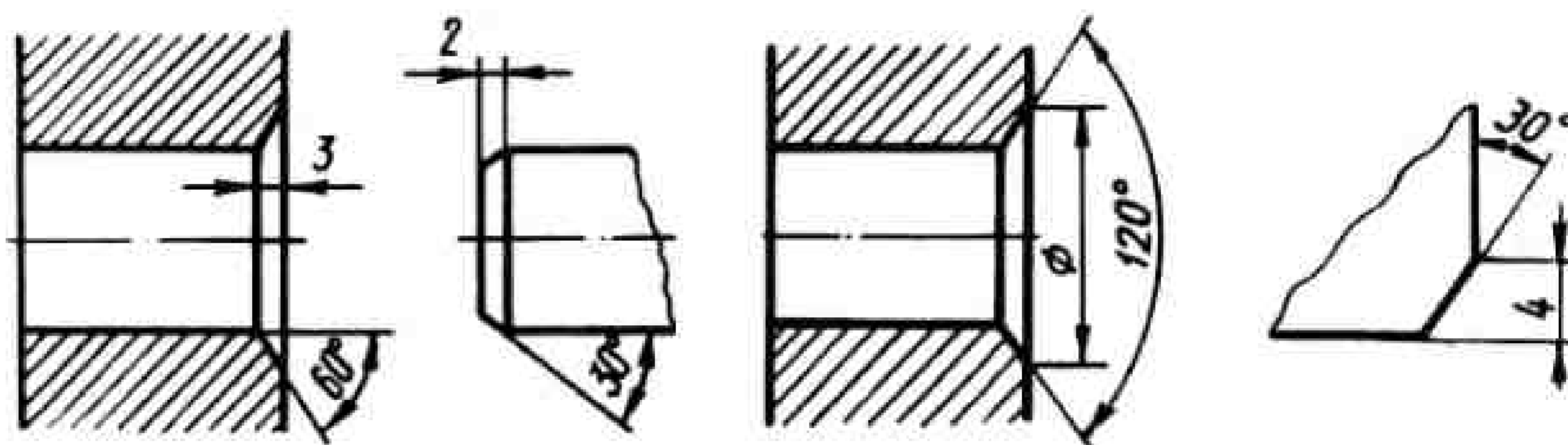


Рисунок 22

1.6 Геометрические построения (уклон, конусность, сопряжения)

Уклон – это величина, которая характеризует наклон одной линии по отношению к другой. Уклон i прямой BC (рисунок 23) относительно прямой AB определяется как отношение разности высот двух точек A и C к горизонтальному расстоянию между ними: $i = AC/AB$. Для проведения прямой, имеющей уклон $i = 1 : n$ (рисунок 24) от произвольно выбранной точки E на заданной прямой откладывают n частей, равных h , а на перпендикуляре CD , восстановленном из точки C к прямой, – одну такую часть. Гипотенуза DE прямоугольного треугольника EDC определяет искомую прямую с уклоном $i = 1 : n$.

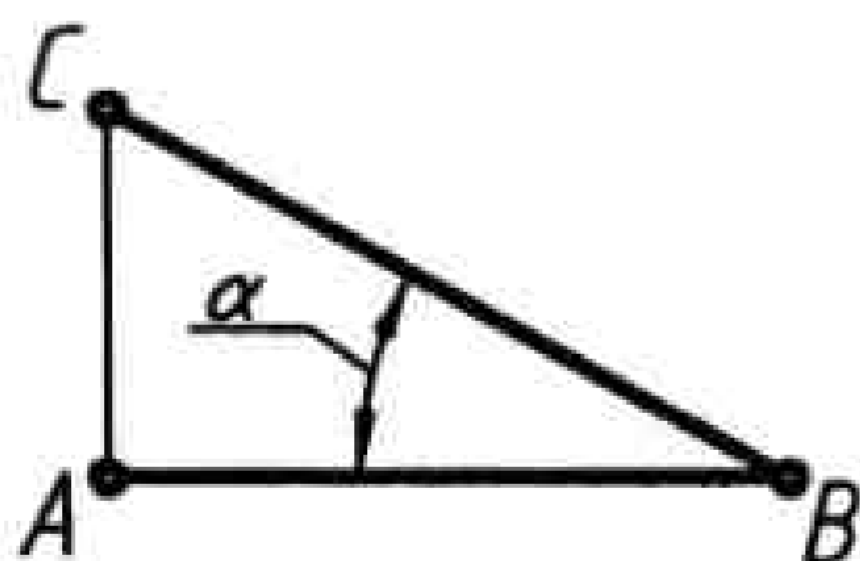


Рисунок 23

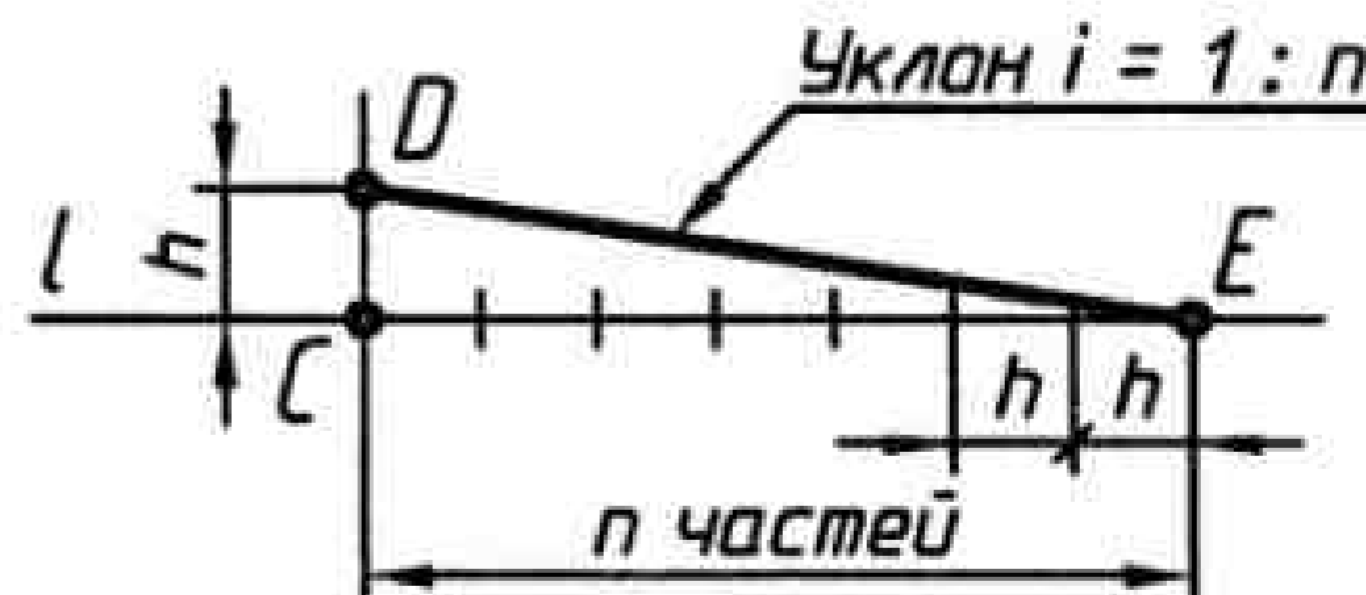


Рисунок 24

Уклон может быть выражен простой дробью, десятичной или в процентах. В соответствии с ГОСТ 2.307–68 значение уклона на чертежах записывается на полке линии-выноски, расположенной параллельно направлению, по которому определяется величина уклона. Перед размерным числом, определяющим уклон, наносят знак, острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона (рисунок 25). На этом же рисунке показано построение прямой CE , проходящей через точку C и имеющей уклон $1:10$ по отношению к прямой AB . Проведя через точку C прямую, параллельную AB , на ней от точки C

вправо откладывают 10 раз произвольно взятую единицу длины. Из полученной точки D восстанавливают перпендикуляр к прямой CD , на котором от точки D вниз откладывают одну единицу длины, получая точку E . Соединяют точки E и C прямой, которая имеет уклон 1:10.

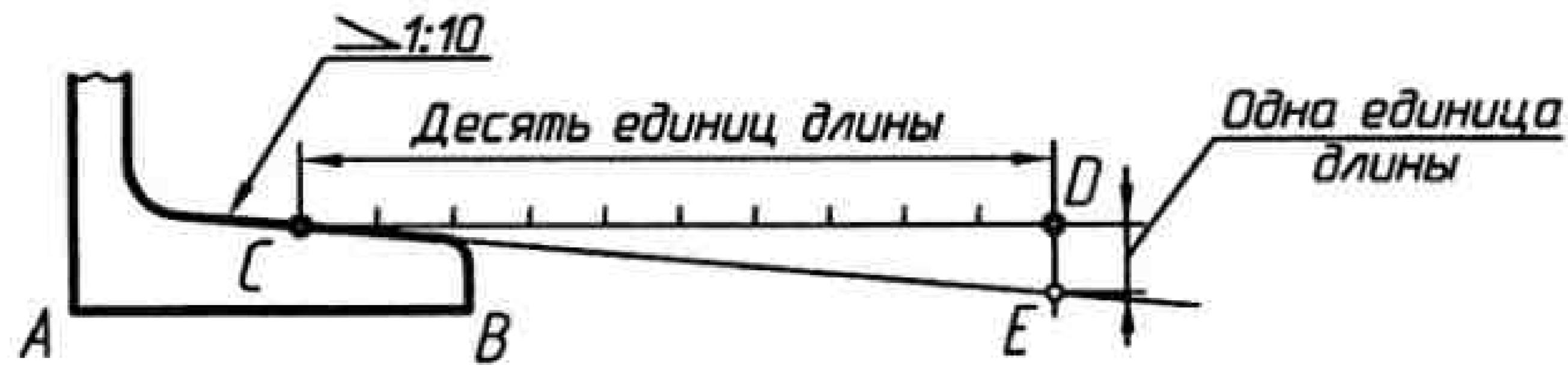


Рисунок 25

Конусностью K называют отношение диаметра основания конуса к его высоте. Для усеченного конуса конусность определяется как отношение разности диаметров D и d двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними: $K = (D - d)/l$ (рисунок 26). Угол между образующими конуса в осевом сечении именуется углом конуса – 2α , где α (угол между образующей и осью конуса) представляет собой угол уклона в конусе.

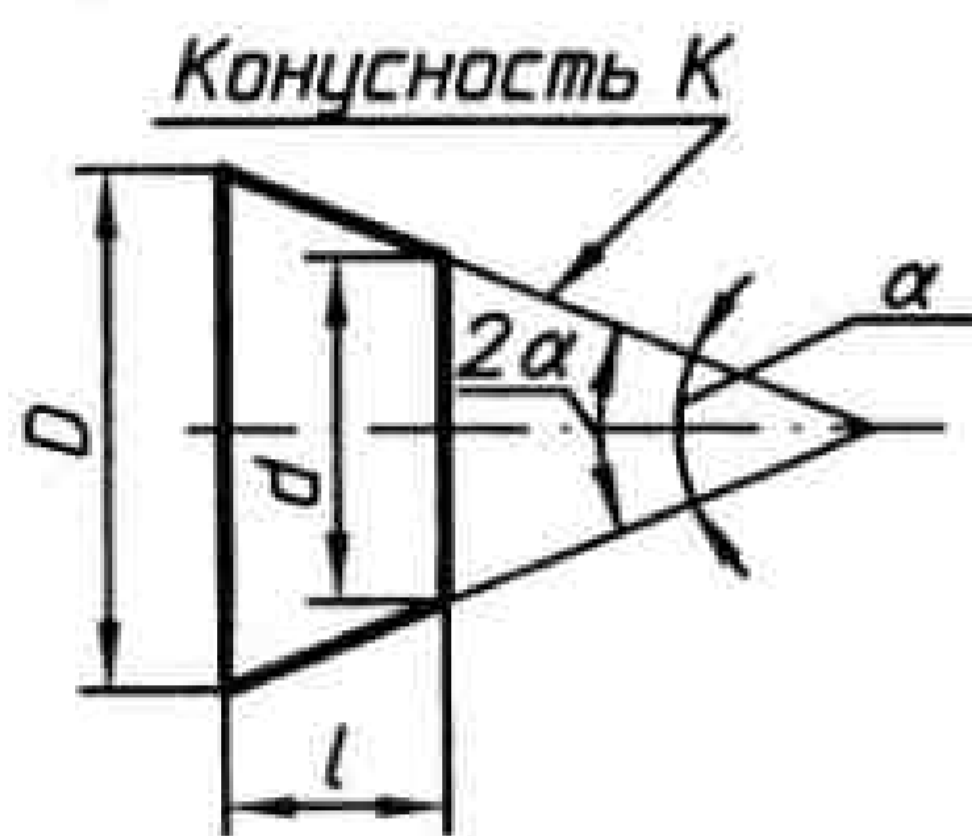


Рисунок 26

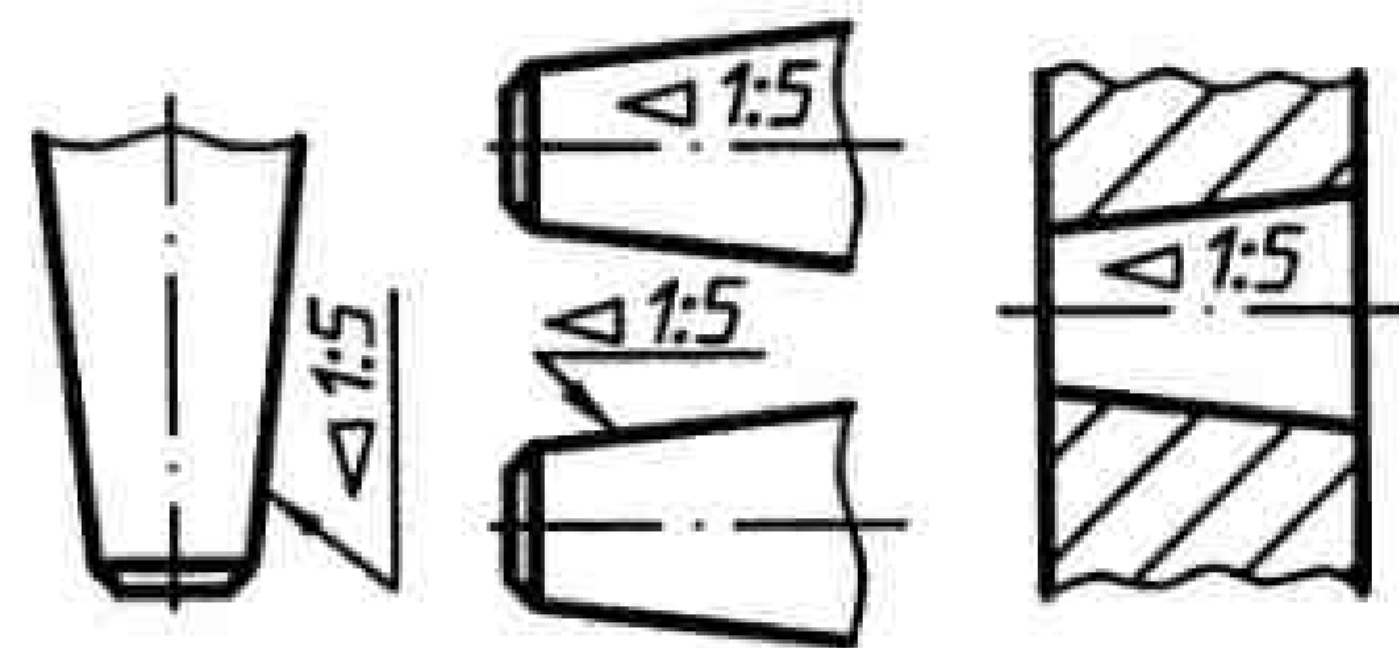


Рисунок 27

Конусность, как и уклон, выражается простой дробью, десятичной или в процентах. Числовое значение конусности в соответствии с ГОСТ 2.307–68 записывается на полке линии-выноски, расположенной параллельно оси конуса, либо на оси конуса. Перед размерным числом конусности ставится знак, острый угол которого направлен в сторону вершины конуса (рисунок 27).

Сопряжением называется плавный переход одной линии в другую, выполненный при помощи промежуточной линии. Общую точку, в которой осуществляется плавный переход, называют точкой сопряжения. При сопряжении дуг с прямой линией различают внешнее сопряжение и внутреннее. Для сопряжения дуги окружности и прямой линии дугой заданного радиуса при внешнем и внутреннем сопряжениях следует найти центр радиуса сопряжения и точки сопряжения.

На рисунке 28 представлено внутреннее сопряжение заданной дуги радиусом R_1 и прямой AB дугой радиусом R . Центр O сопрягающей дуги находится в точке пересечения дуги радиусом $R_1 - R$, проведенной из центра O_1 , и прямой, параллельной AB , проведенной на расстоянии R от последней. Точка сопряжения C будет находиться в точке пересечения прямой AB с перпендикуляром, опущенным из центра O , точка C_1 – в точке пересечения дуг (сопрягаемой и сопрягающей) с продолженной линией центров $O O_1$. Из центра O проводят сопрягающую дугу радиусом R между точками C и C_1 .

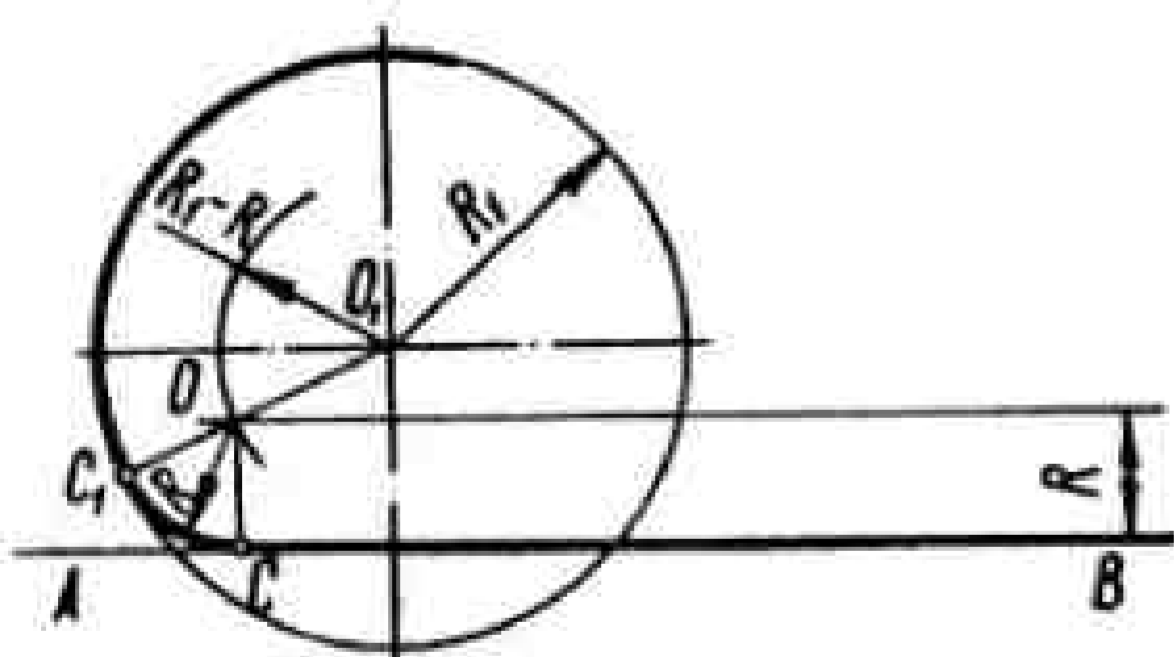


Рисунок 28

На рисунке 29 дано внешнее сопряжение дуги радиусом R_1 и прямой AB дугой радиусом R . Для определения центра O сопрягающей дуги проводят дугу радиусом $R_1 + R$ из центра O_1 до пересечения ее с прямой, проведенной параллельно заданной прямой AB на расстоянии R от последней. Точка сопряжения C будет находиться в точке пересечения прямой с перпендикуляром, опущенным из центра O на заданную прямую AB , точка C_1 – в точке пересечения дуг (сопрягаемой и сопрягающей) с линией центров $O O_1$. Из центра O проводят сопрягающую дугу радиусом R между точками C и C_1 .

Различают внешнее и внутреннее сопряжения дуг. При заданных сопрягаемых дугах и радиусе сопряжения в том и другом случаях определяют центр радиуса сопряжения и точки сопряжения.

На рисунке 30 представлено внешнее сопряжение дуг радиусами R_1 и R_2 дугой радиусом R . Центр O сопрягающей дуги находят в точке пересечения дуги радиусом $R_1 + R$, проведенной из центра O_1 , с дугой

радиусом $R_2 + R$, проведенной из центра O_2 . Точки сопряжения C_1 и C_2 будут находиться в точках пересечения заданных дуг с линиями центров OO_1 и OO_2 . Из центра O между точками C_1 и C_2 проводят дугу радиусом R , сопрягающую заданные дуги. Удалив линии построений, производят обводку дуг до соответствующих точек сопряжения.

На рисунке 31, а дано внутреннее сопряжение дуг радиусами R_1 и R_2 дугой радиусом R_3 . Центр O сопрягающей дуги определяют в точке пересечения дуги радиусом $R_3 - R_1$, проведенной из центра O_1 , и дуги радиусом $R_3 - R_2$, проведенной из центра O_2 . Точки сопряжения K и K_1 находят в точках пересечения продолженных линий центров OO_1 и OO_2 с соответствующими сопрягаемыми дугами. Из центра O проводят дугу радиусом R_3 , сопрягающую заданные дуги. Удалив линии построений, производят обводку дуг до соответствующих точек сопряжения.

На рисунке 31, б показано сопряжение дуг внутреннего и внешнего касания. Даны окружности радиусами r_1 и r_2 с центрами O_1 и O_2 . Требуется построить дугу сопряжения радиусом R так, чтобы она имела с одной из данных окружностей внутреннее касание, а с другой – внешнее. Центр искомой дуги находится в точке пересечения двух дуг, описанных из центра O_1 радиусом $R - r_1$ и из центра O_2 радиусом $R + r_2$. Точки K и K_1 – точки сопряжения. Из центра сопряжения проводят дугу радиусом R , сопрягающую заданные окружности. Удалив линии построений, производят обводку дуг до соответствующих точек сопряжения.

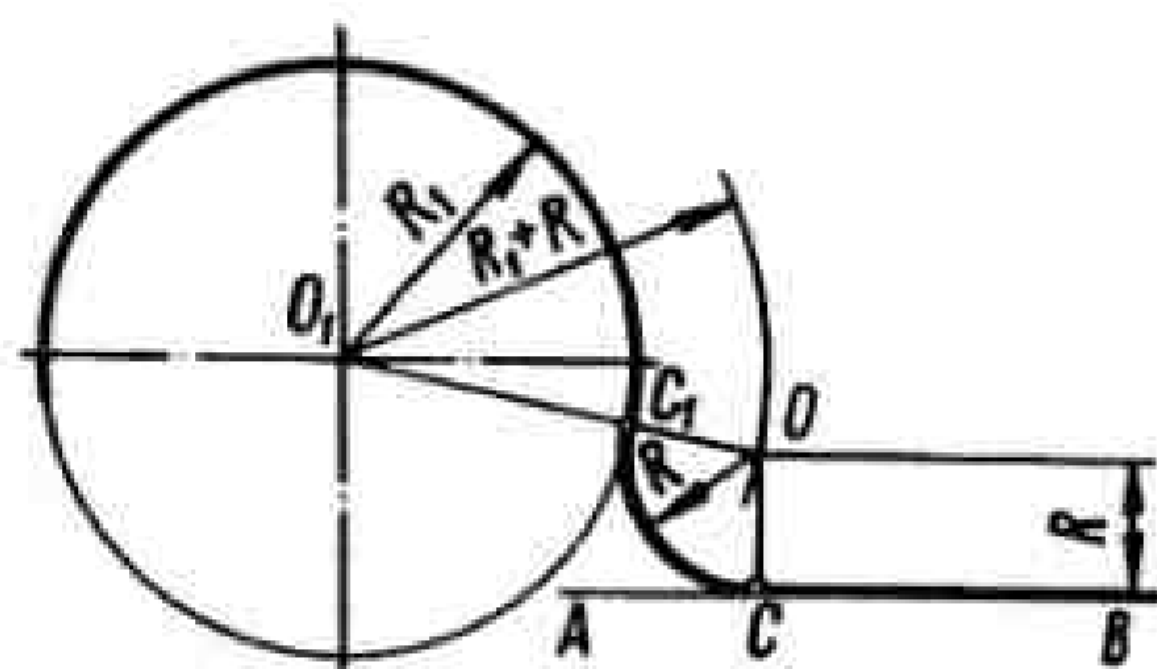


Рисунок 29

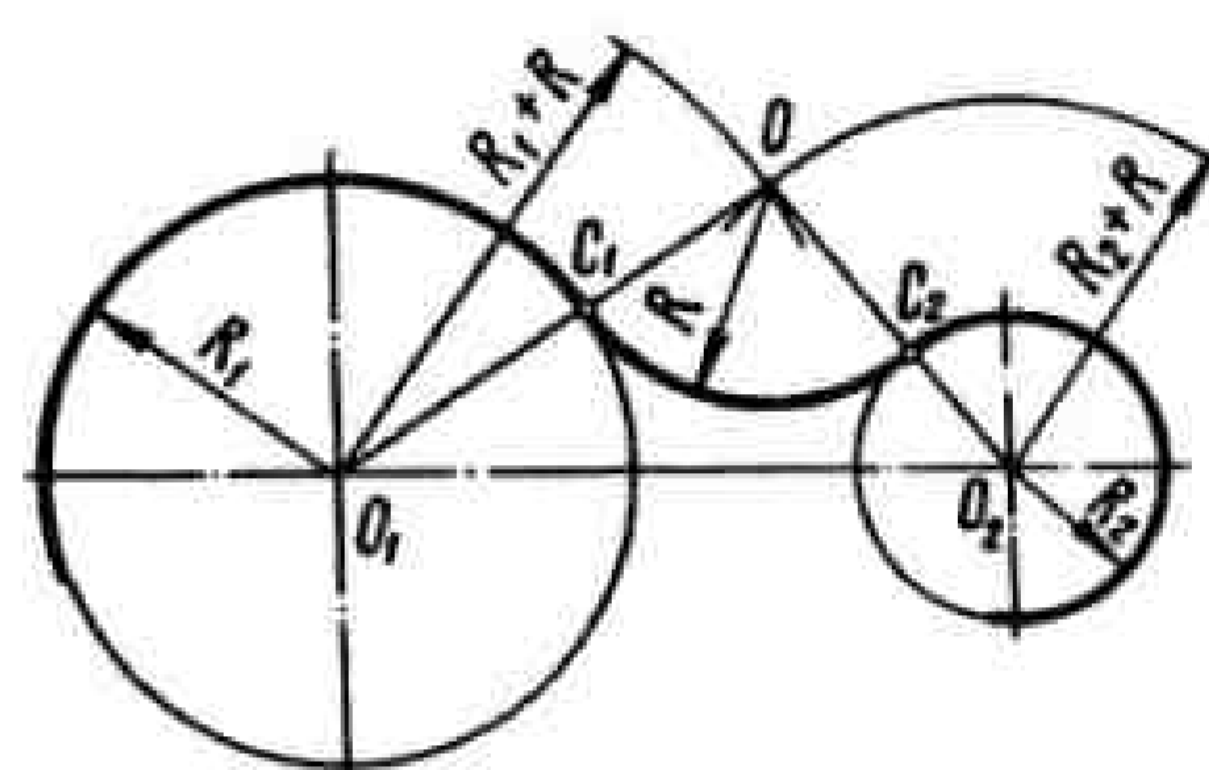


Рисунок 30

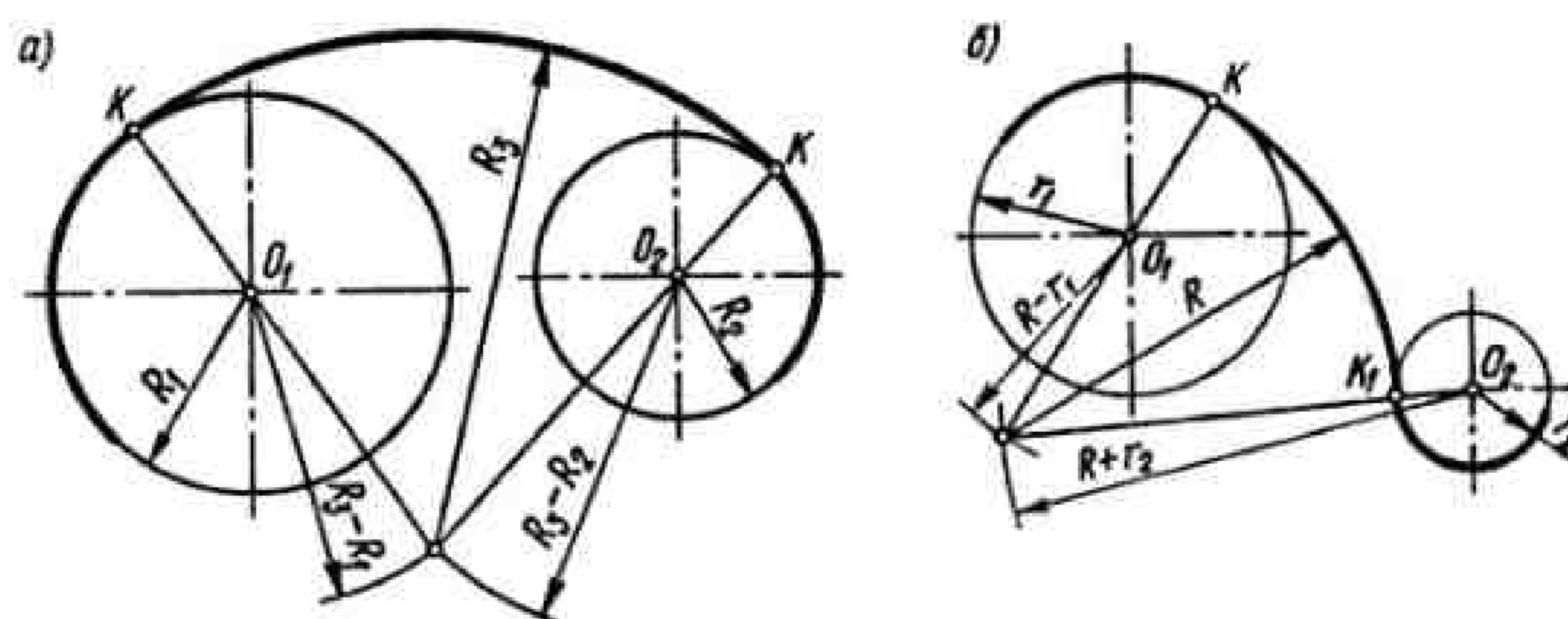


Рисунок 31

Указания к выполнению работы «Геометрическое черчение»

Работа выполняется в карандаше на чертежной бумаге формата А3. В работе требуется выполнить геометрические построения четырех деталей с простановкой необходимых размеров. Каждое задание на изображение детали и простановку размеров имеет 30 вариантов. Номером варианта является порядковый номер студента в списке группы. Кроме этого выполняется упражнение в написании шрифта. Надпись выполняется шрифтом типа Б, размер 10, буквы прописные. Основание строки отстоит от верхней внутренней рамки на 20 мм. Содержание надписи: «НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПО ГОСТ 2.307-68 И СОПРЯЖЕНИЯ». Над изображениями деталей выполнить надписи названий деталей чертежным шрифтом типа Б, размер 10, буквы строчные.

Деталь 1. Прокладка.

На рисунке 32 изображена прокладка в масштабе 1:2,5. Вычертить ее в масштабе 1:2 и нанести размеры. Уклон элемента *AB* взять из таблицы 6. Точка *A* – фиксированная, точка *B* смещается в зависимости от заданного уклона. Размеры, относящиеся к отверстиям 1, 2, 3 проставить координатным способом.

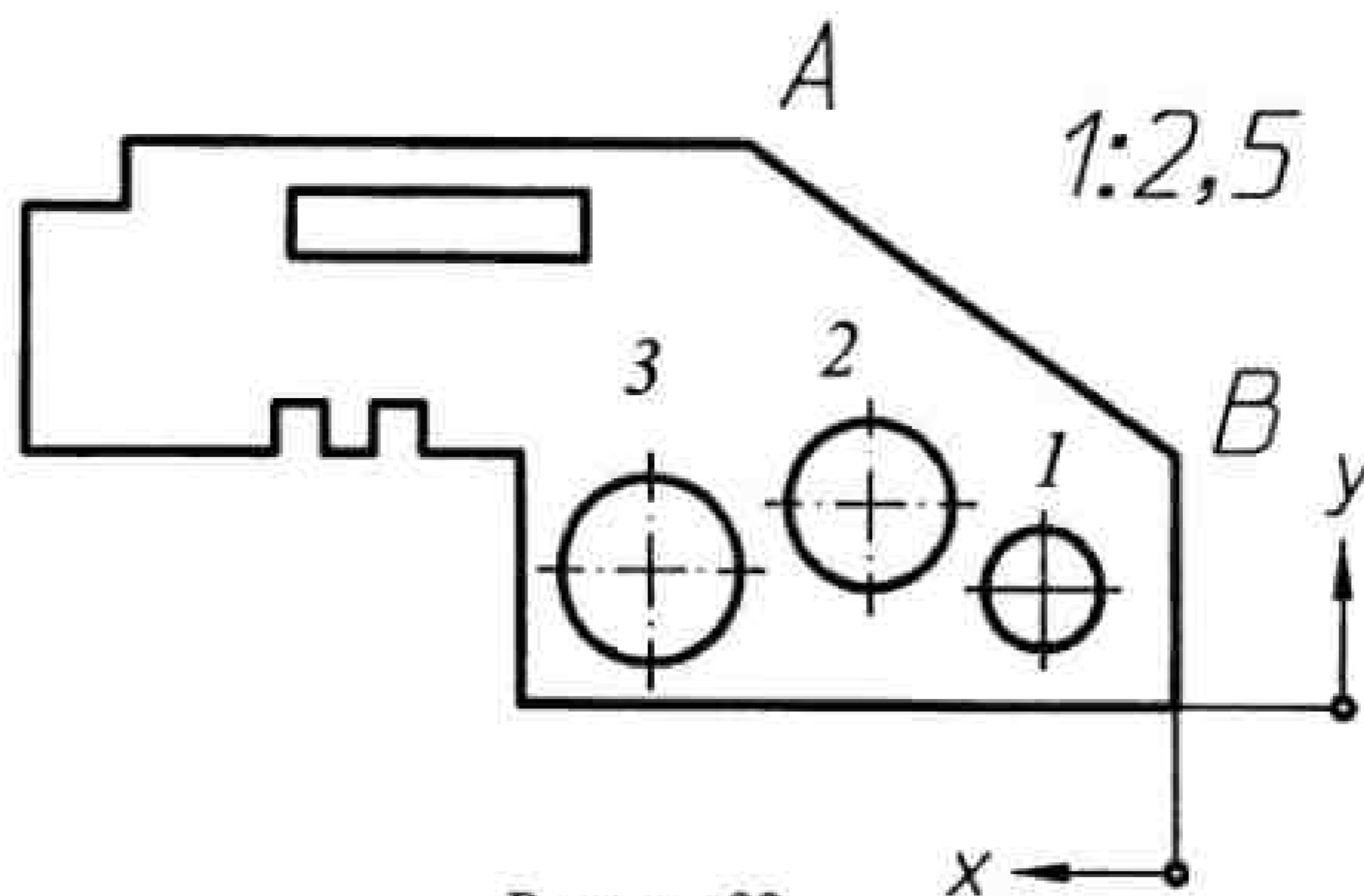


Рисунок 32

Таблица 6 – Варианты уклона

Варианты						Уклон
1	5	10	15	20	25	1:1
2	6	11	16	21	26	1:1,5
3	7	12	17	22	27	1:2
4	8	13	18	23	28	1:3
9	14	19	24	29	30	1:4

Деталь 2. Пробка.

На рисунке 33 изображена пробка. Вычертить ее в масштабе 1:1 по размерам, указанным в таблице 7. Хвостовик пробки справа имеет квадратное сечение со стороной квадрата *C*. Глубина фаски – ее величина, измеренная параллельно оси стержня.

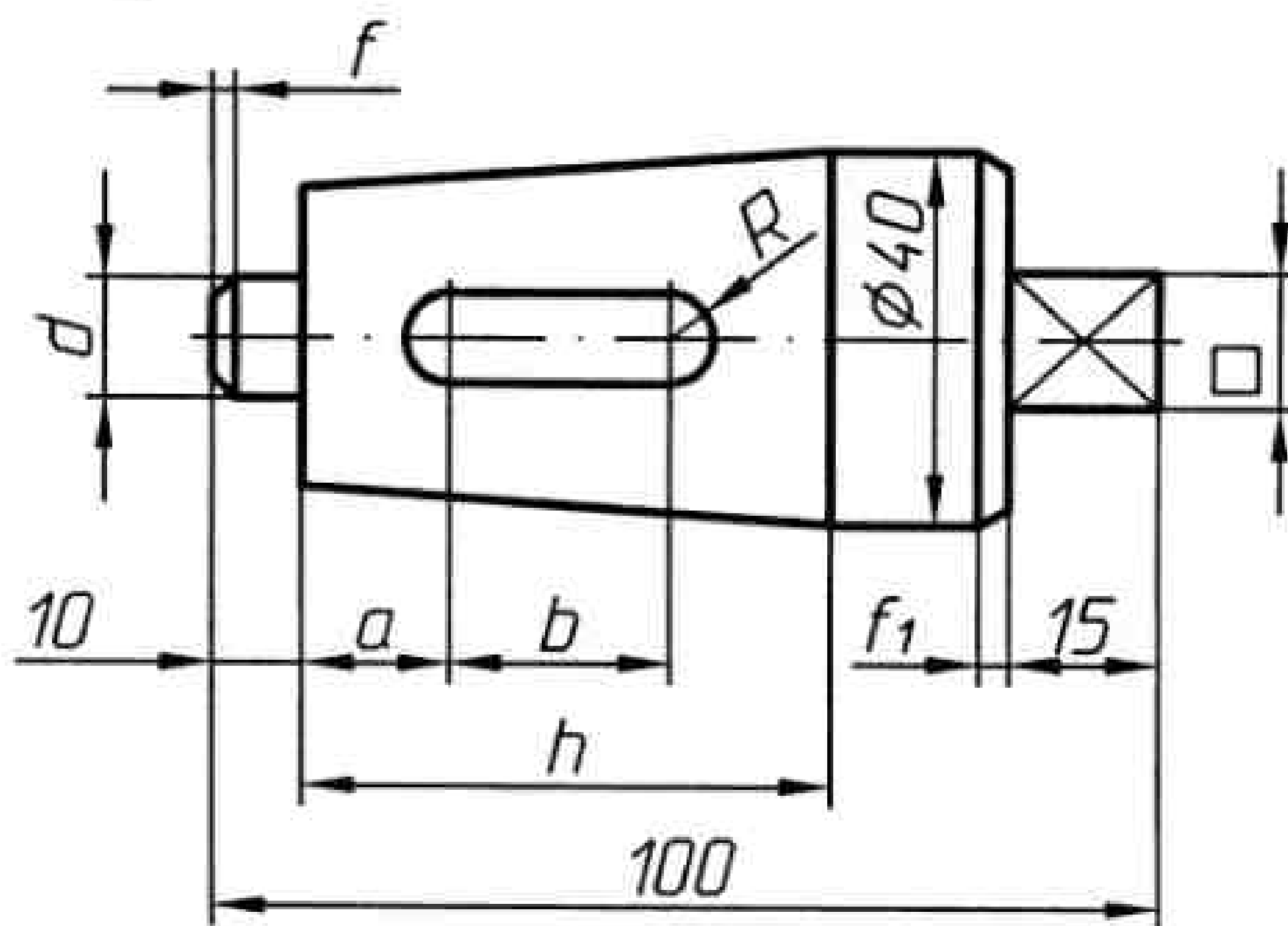


Рисунок 33

Таблица 7 – Размеры пробки

В миллиметрах

Вариант	<i>h</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i>	<i>C</i>	<i>d</i>	Конусность	Фаска <i>f</i> ₁		Фаска <i>f</i> ×45°, глубина
								глубина	угол с осью пробки	
1, 2, 3	55	17	21	7	10×10	12	1:5	3	60	2
4, 5, 6	60	16	28	6	12×12	16	1:7	2	60	2,5
7, 8, 9	50	17	16	7	15×15	14	1:5	5	30	2
10, 11, 12	45	15	15	5	17×17	10	1:3	2	30	1,5
13, 14, 15	60	18	24	8	20×20	18	1:8	3	60	2,5

Продолжение таблицы 7

Вариант	h	a	b	R	C	d	Конусность	Фаска f_1		Фаска $f_{\times 45^\circ}$, глубина
								глубина	угол с осью пробки	
16, 17, 18	52	17	18	7	13x13	14	1:5	3	30	2,5
19, 20, 21	60	18	24	8	12x12	20	1:10	2	60	1
22, 23, 24	55	16	23	6	10x10	16	1:7	2	60	3
25, 26, 27	60	16	28	6	12x12	14	1:5	3	30	2
28, 29, 30	55	18	19	8	15x15	18	1:8	3	60	2

Деталь 3. Криволинейный контур.

Вычертить деталь в форме криволинейного контура (рисунок 34) в масштабе 2:1 и проставить размеры, определяющие положение шести фиксированных точек. Размеры получить измерением на заданном чертеже детали.

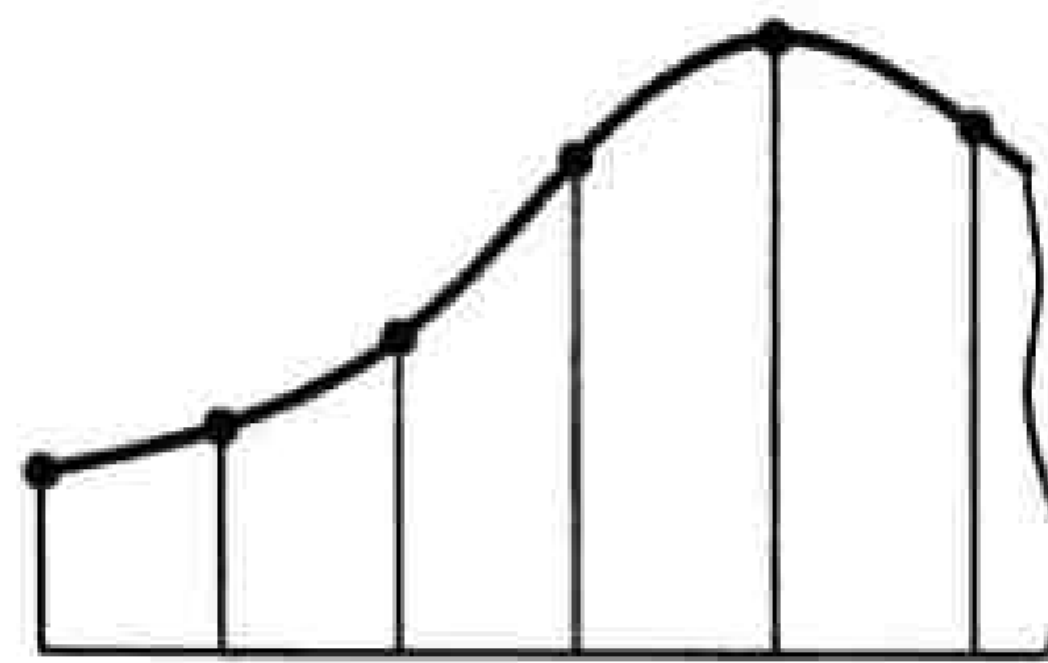


Рисунок 34

Деталь 4. Контур детали.

В соответствии с рисунком 35 и таблицей 8 вычертить в масштабе 1:1 контур детали, разместить на ней отверстия и проставить размеры. Предварительно изучить построение сопряжений, а также правила нанесения размеров, определяющих расстояния между равномерно расположенными одинаковыми элементами (например, центрами отверстий) и от отметки «0».

Все построения циркульных кривых должны быть сохранены (центры, точки сопряжений).

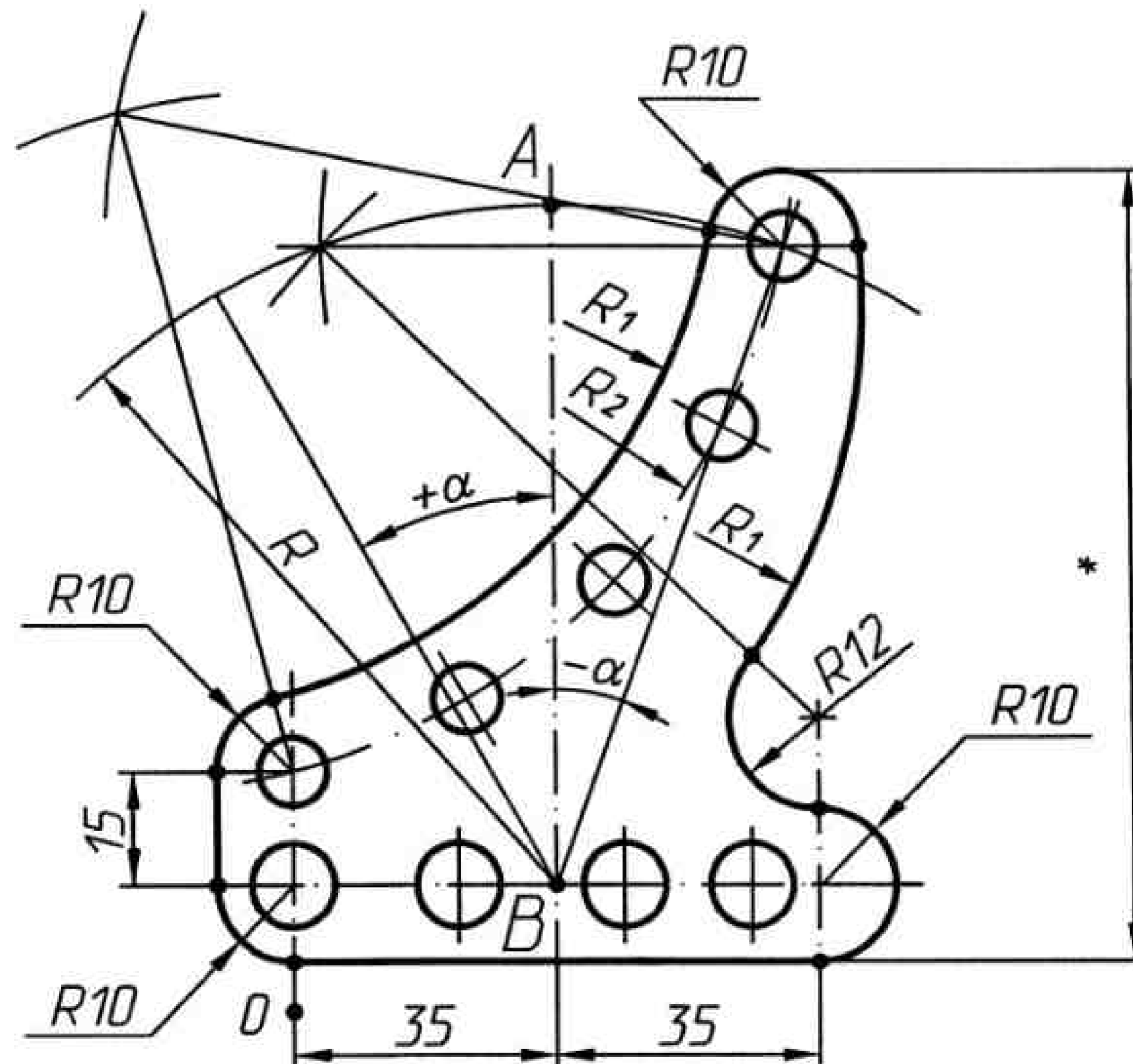


Рисунок 35

Образец работы «Геометрическое черчение» показан на рисунке 36.

Т а б л и ц а 8 – Варианты заданий на сопряжения и нанесения размеров

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	R 100	R ₁ 90	R ₂ 100
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	R 90	R ₁ 80	R ₂ 90
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	R 80	R ₁ 70	R ₂ 80
Угол, градус	25	20	15	10	5	-5	-10	-15	-20	-25			
Примечание – Углы со знаком «+» откладываются влево от оси АВ, со знаком «-» – вправо.													

2 ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Раздел технического черчения, в котором рассматриваются закономерности построения плоских изображений пространственных форм в ортогональных и аксонометрических проекциях, называется проекционным черчением. Его изучение с выполнением практических работ позволит понять условности, принятые в черчении, применять на практике правила, устанавливаемые стандартами ЕСКД, научит анализировать формы пространственных предметов, выполнять и читать технические чертежи.

2.1 Основные виды

Правила изображения предметов на чертежах установлены ГОСТ 2.305–68. Изображения предметов выполняют методом прямоугольного проецирования, располагая предмет между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба, внутри которого мысленно помещают предмет и проецируют его на внутреннюю сторону поверхности граней (рисунок 37, а). Для получения чертежа необходимо развернуть грани куба и совместить с одной плоскостью. В результате совмещения получим развертку шести плоскостей, а проекции, полученные на них с помощью прямоугольного проецирования, будут представлять собой комплексный чертеж, содержащий шесть основных видов (рисунок 37, б).

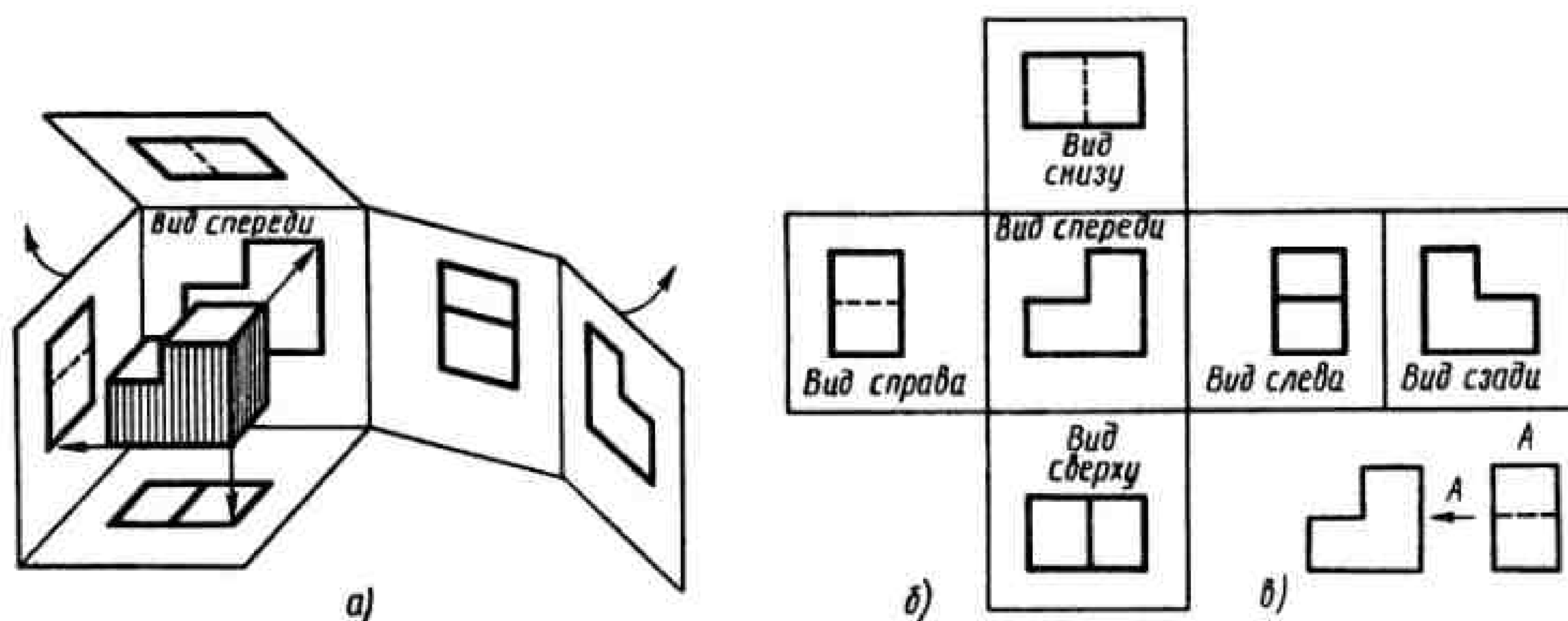


Рисунок 37

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Количество видов, применяемых на чертеже должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимают за главный вид. Главное изображение выбирать надо так, чтобы оно давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Виды следует располагать в проекционной связи (линии проекционных связей не показывают). Если один из основных видов по каким-то причинам расположен не в проекционной связи с другими видами, то к нему следует выполнить буквенное обозначение, например А, и указать направление взгляда стрелкой с этой же буквой (рисунок 37, в).

2.2 Разрезы

Разрезом называется условное изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими секущими плоскостями. При этом мысленное рассечение предмета относится только к данному изображению и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости, и то, что расположено за ней.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на простые и сложные. К простым разрезам относятся такие, которые получаются при мысленном рассечении предмета одной секущей плоскостью (рисунок 38).

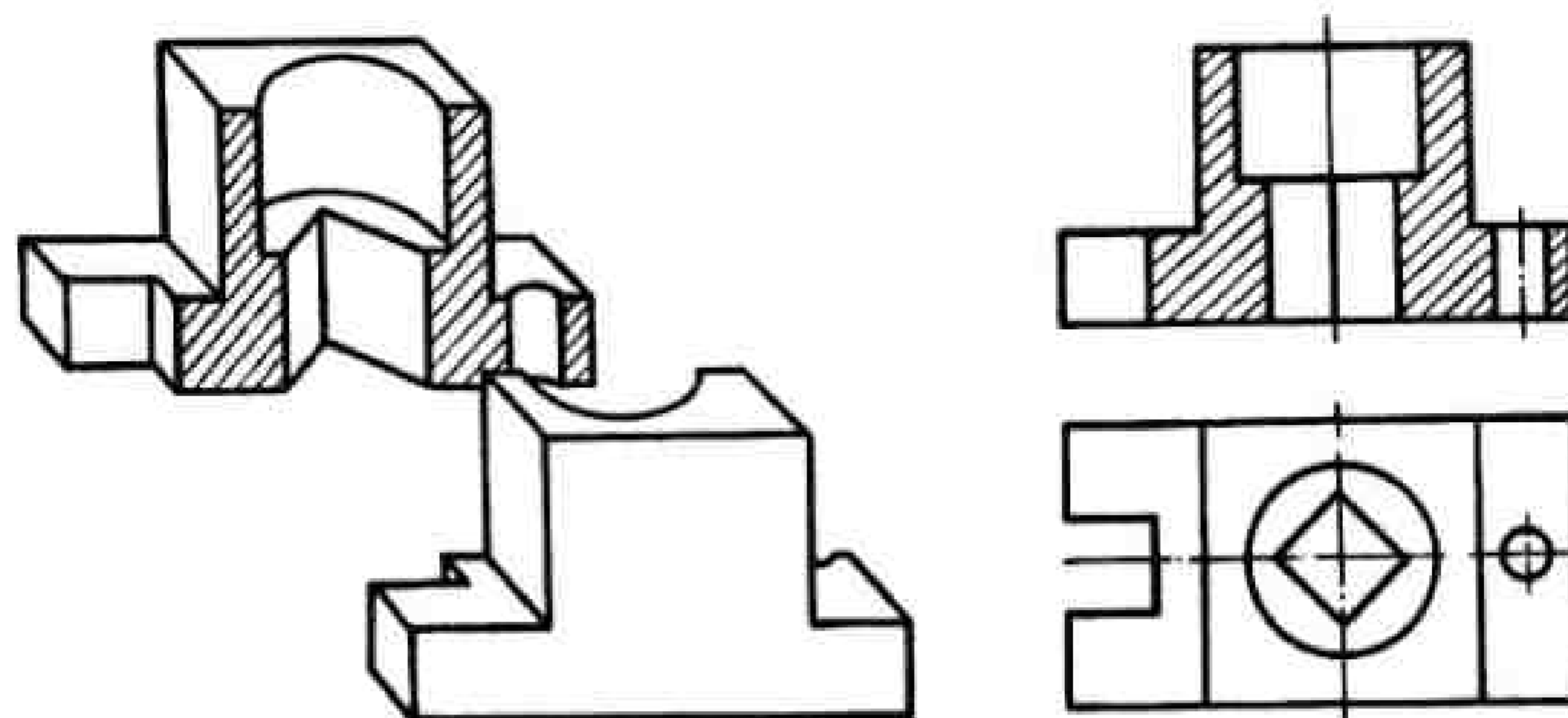


Рисунок 38

В зависимости от конструкции внутренней формы детали секущие плоскости приходится располагать по-разному: вертикально, горизонтально, наклонно.

Если секущая плоскость расположена параллельно горизонтальной плоскости проекций, то разрез называют *горизонтальным* (рисунок 39).

Если секущая плоскость расположена наклонно к горизонтальной плоскости проекций (под углом, отличным от прямого), то разрез называют *наклонным* (рисунок 40).

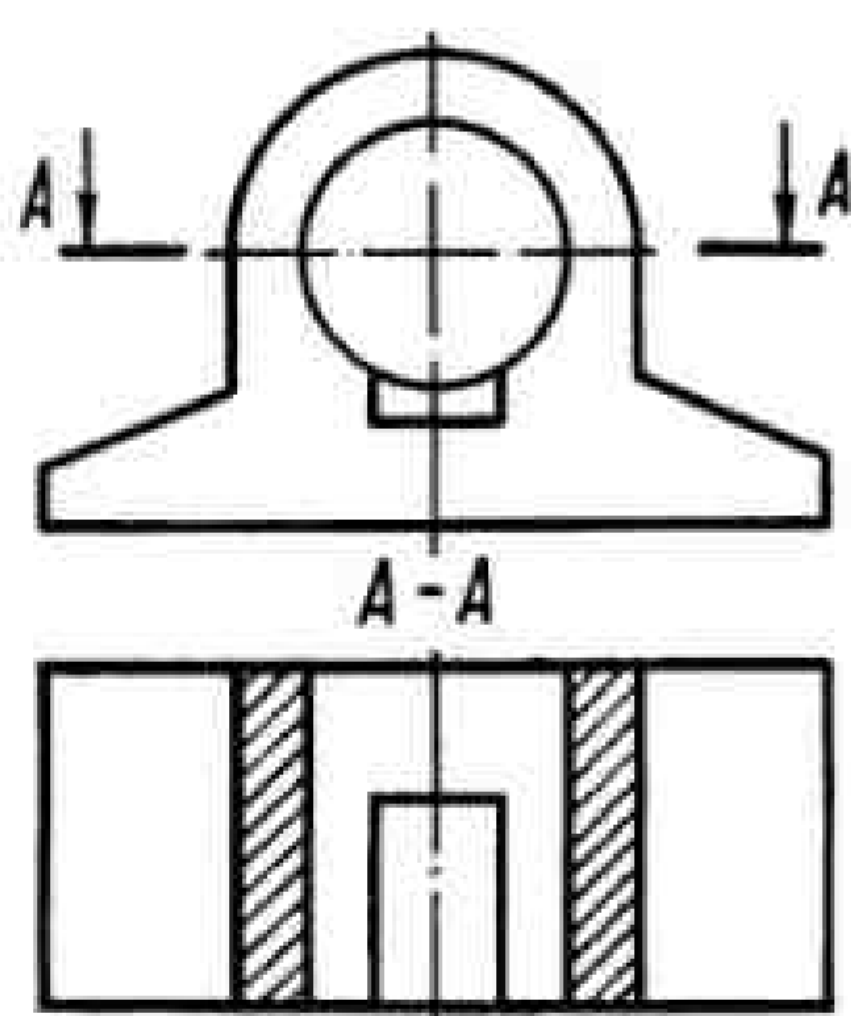


Рисунок 39

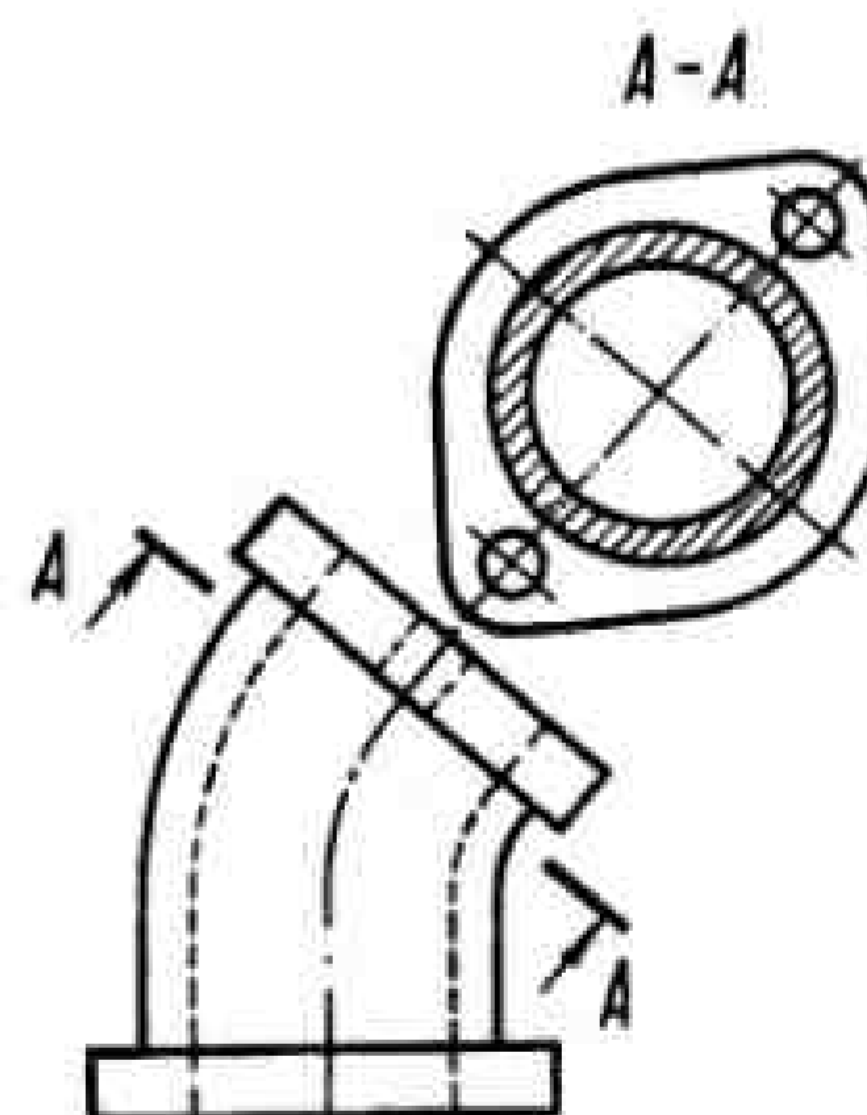


Рисунок 40

Если секущая плоскость расположена перпендикулярно к горизонтальной плоскости проекций, то разрез называют *вертикальным*. Вертикальные разрезы в свою очередь подразделяются на *фронтальные* (рисунок 41, а) и *профильные* (рисунок 41, б). Разрез называют фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций. Иногда разрезы называют продольными или поперечными. В продольных разрезах секущая плоскость направлена вдоль длинной стороны или высоты предмета, а в поперечных – перпендикулярно к длинной стороне или высоте предмета. На фронтальном разрезе изображение продольного разреза тонких ребер обводится контурной линией, но не штрихуется. Такой разрез ребра показан на рисунке 41, а.

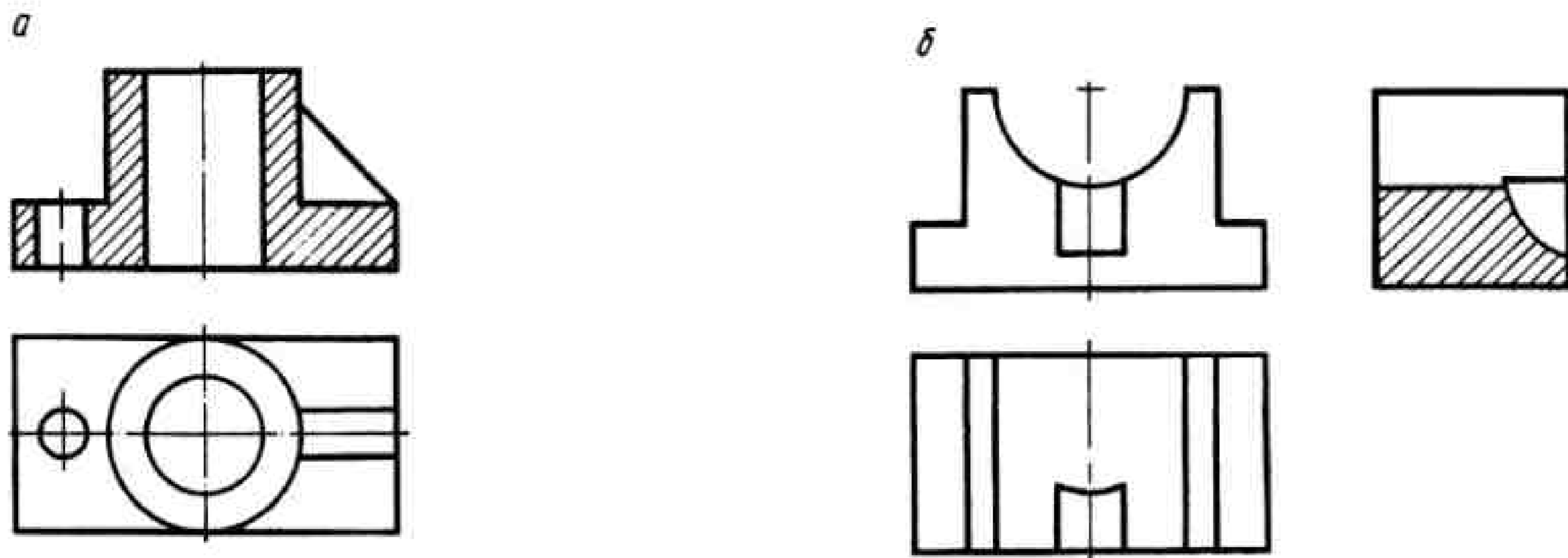


Рисунок 41

Изделие может рассекается целиком, тогда разрез называется полным. Оно может рассекается и частично на отдельном участке, тогда разрез называют местным (рисунок 42). Граница местного разреза выделяется на виде сплошной волнистой линией, проведенной от руки. Эта линия не должна совпадать с какими-либо линиями контура изображения.

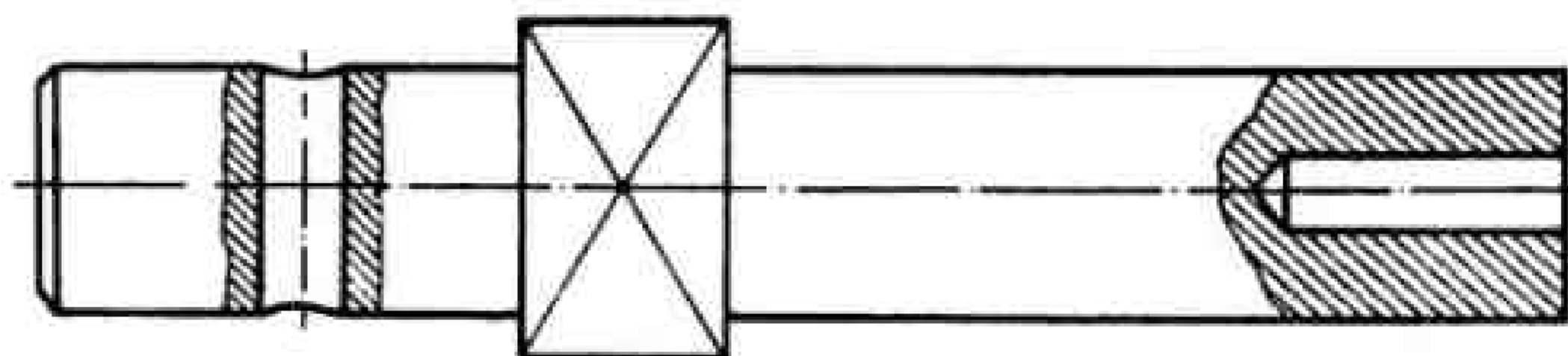


Рисунок 42

Если изображаемое изделие проецируется в виде симметричной фигуры, то целесообразно вычерчивать не полный разрез, а половину, совмещая с половиной соответствующего вида. Разделяющей линией между половиной вида и половиной разреза должна служить в этом случае ось симметрии. При этом в разрезе изображают всегда правую или нижнюю симметричную половину предмета (рисунок 43).

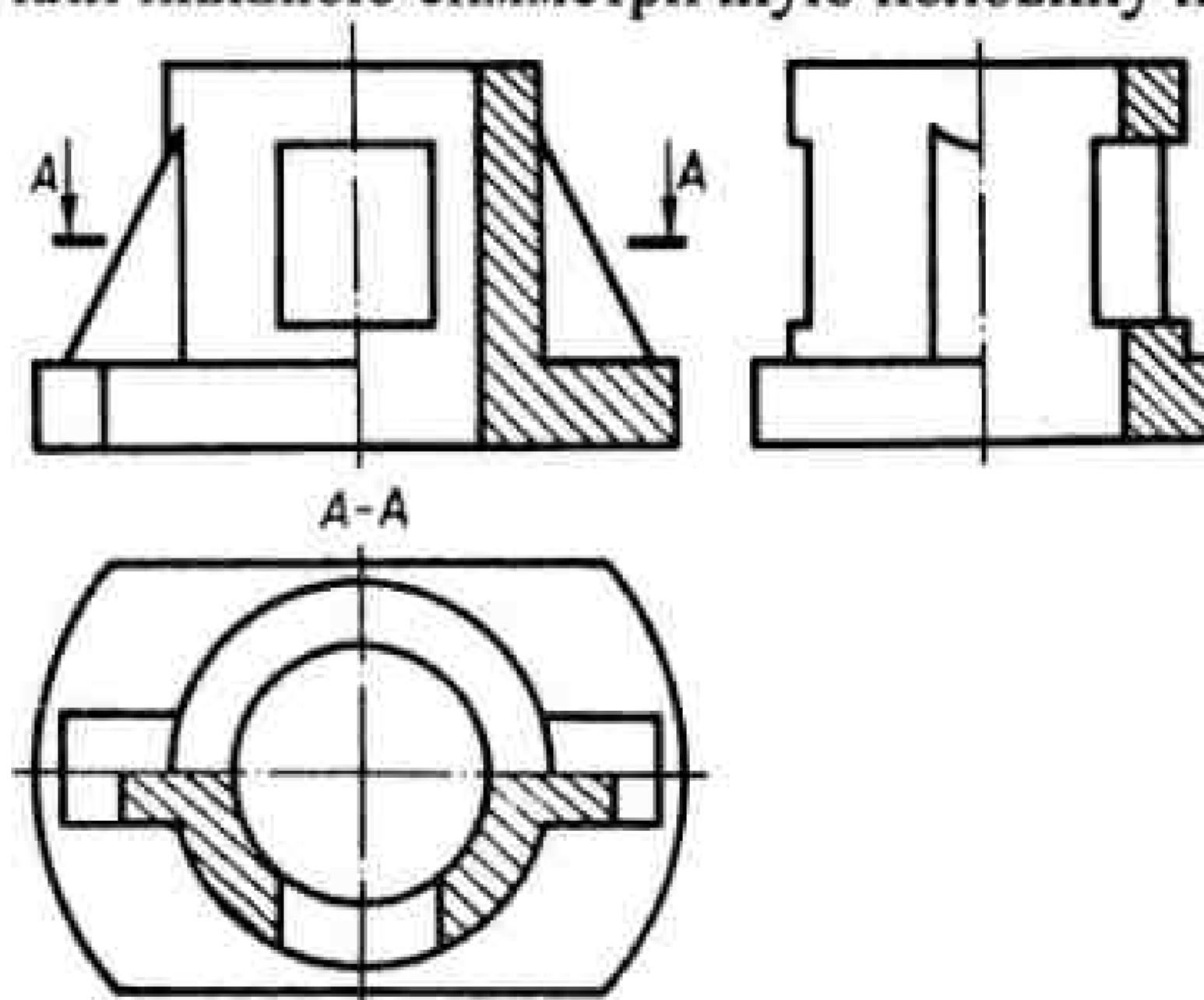


Рисунок 43

Если на ось симметрии проецируется линия видимого контура, то вид и разрез должна разделять сплошная волнистая линия, проведенная рядом с осью симметрии с таким расчетом, чтобы была видна линия видимого контура, проецирующаяся на ось (рисунок 44). При этом разделяющую волнистую линию необходимо проводить правее оси симметрии, чтобы сохранить на виде наружное видимое ребро (рисунок 44, а), или левее, чтобы в разрезе открыть внутреннее, ранее невидимое ребро (рисунок 44, б).

Если на ось симметрии проецируются и наружное и внутреннее ребра одновременно, то вид и разрез разделяются сплошной волнистой линией, как показано на рисунке 44, в.

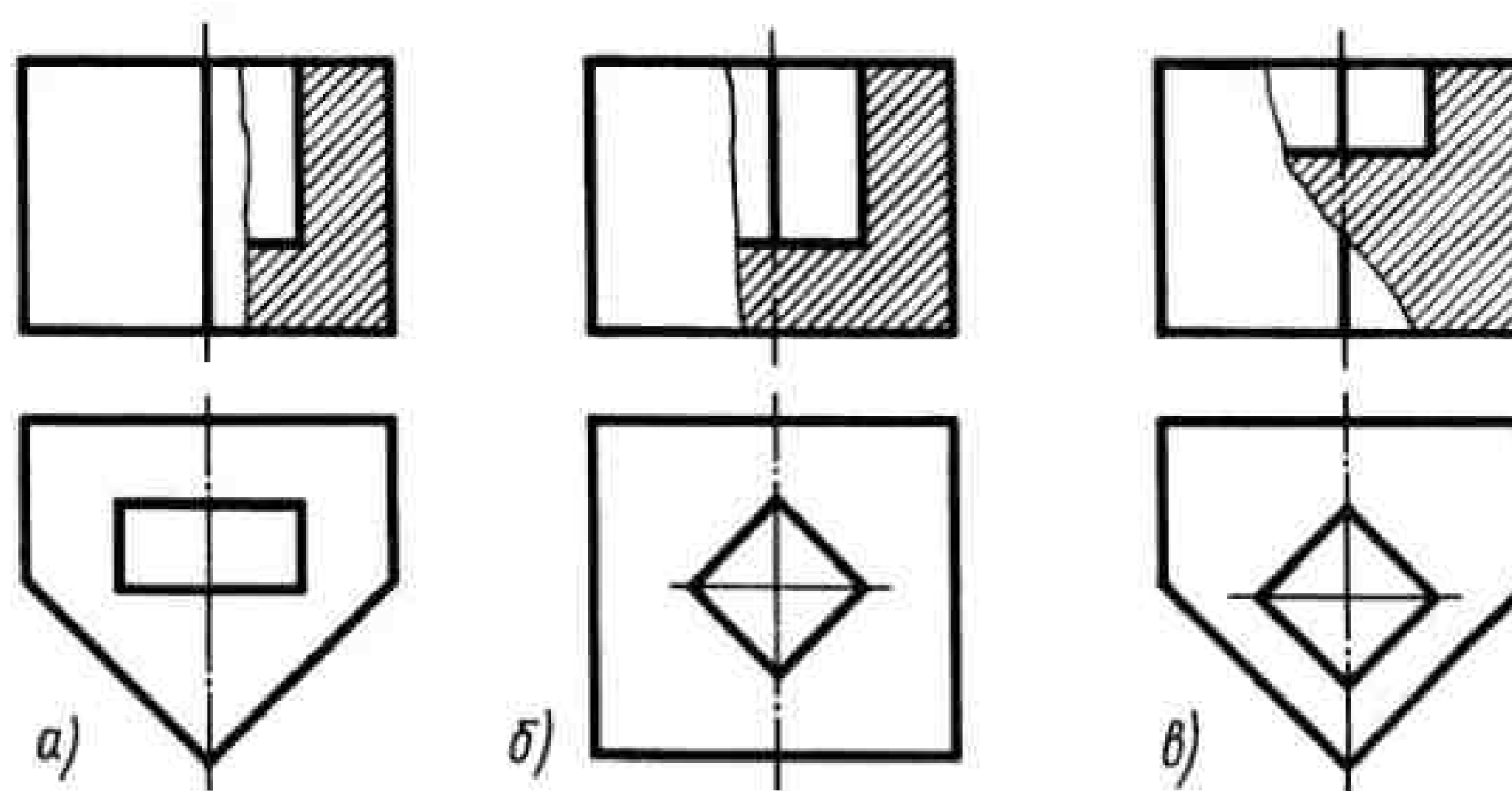


Рисунок 44

Разрез называют сложным, если он выполнен несколькими секущими плоскостями. В зависимости от расположения секущих плоскостей сложные разрезы подразделяются на ступенчатые и ломаные. Ступенчатые разрезы получаются при параллельном расположении секущих плоскостей (рисунок 45), ломаные – если секущие плоскости между собой пересекаются (рисунок 46).

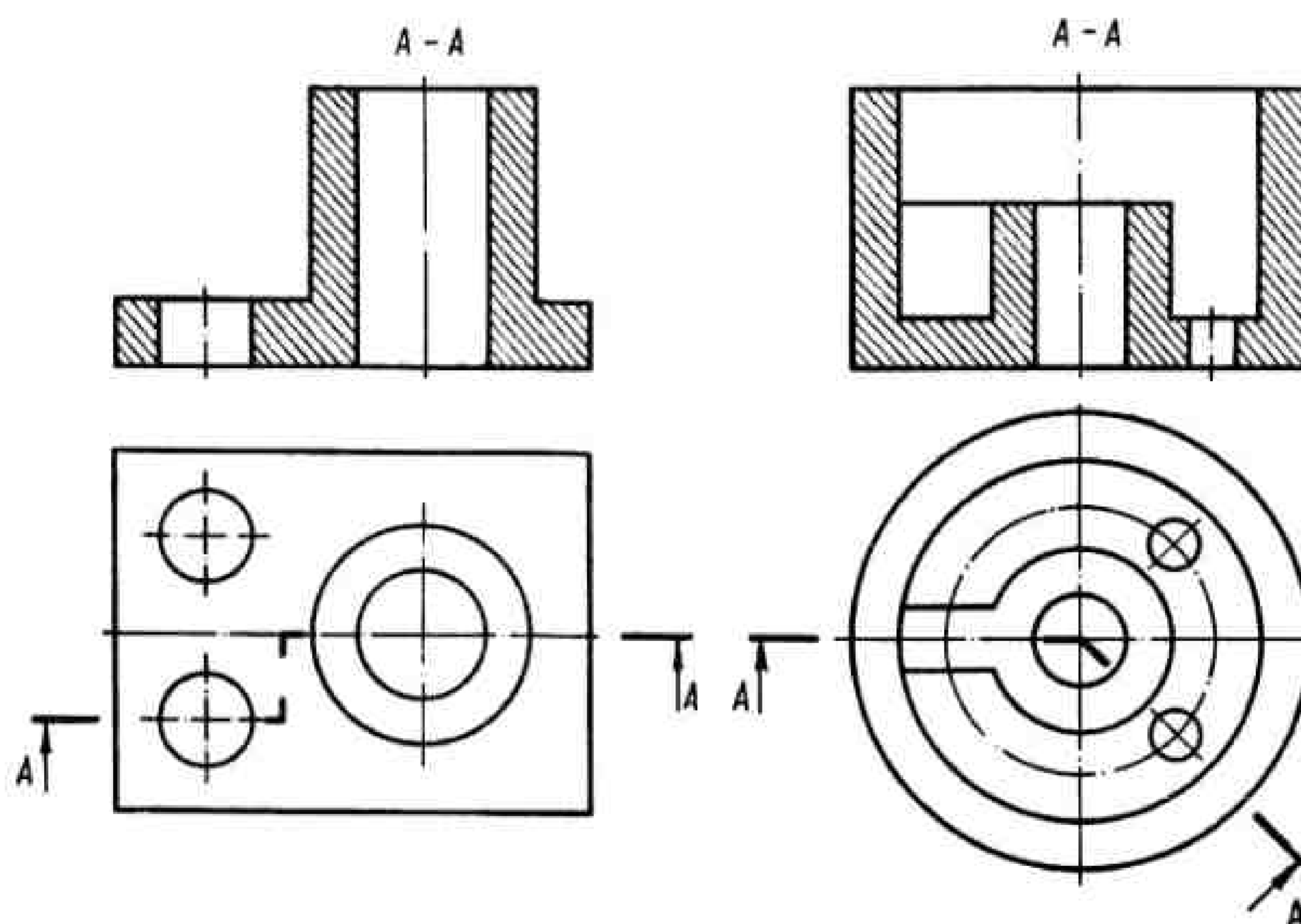


Рисунок 45

Рисунок 46

При выполнении сложных разрезов секущие плоскости условно поворачиваются (в ломаных) или перемещаются (в ступенчатых) до совмещения их в одну плоскость. Элементы предмета, расположенные за секущей плоскостью, поворачивать не рекомендуется. Их вычерчивают так, как они проецировались на соответствующую плоскость до совмещения. Граница секущих плоскостей не выделяется, т.е. вся площадь сечения штрихуется, как в простом разрезе.

Положение секущей плоскости указывается на чертеже линией сечения. Для линии сечения применяется разомкнутая линия. На начальном и конечном штрихах ее, перпендикулярно к ним, ставят стрелки, указывающие направление взгляда. С внешней стороны стрелки наносится прописная буква русского алфавита. Выполненные разрезы надписываются теми же буквами через тире, примерно посередине над изображением, по типу А-А.

2.3 Аксонометрические проекции

Аксонометрическими проекциями называют наглядные изображения предмета, получаемые параллельным проецированием его на одну плоскость проекций вместе с осями прямоугольных координат, к которым этот предмет отнесен.

Аксонометрические проекции могут быть прямоугольными, если получены проецированием, направление которого перпендикулярно к аксонометрической плоскости проекций, и косоугольными при направлении проецирования, не перпендикулярном к аксонометрической плоскости.

Коэффициенты искажения – отвлеченные числа, показывающие, в каком отношении изменяются длины отрезков, параллельных координатным осям в ортогональных проекциях, при проецировании их на аксонометрическую плоскость.

ГОСТ 2.317–69* устанавливает виды аксонометрических проекций (таблица 9): прямоугольные (изометрические и диметрические) и косоугольные (фронтальная изометрическая, горизонтальная изометрическая и фронтальная диметрическая). Для прямоугольных и косоугольных аксонометрических проекций в таблице представлено в обобщенном виде: расположение и направление осей, построение эллипсов (приближенное) как проекций окружностей, расположенных в координатных плоскостях, штриховка сечений.

Перед построением аксонометрических проекций необходимо выбрать рациональное расположение изделия относительно направления проецирования. В практике наиболее применяемыми являются:

1 Прямоугольная изометрическая проекция. Она наиболее удобна для деталей криволинейной формы, так как обеспечивает достаточную наглядность в сочетании с простотой построения.

Расположение изометрических осей показано в таблице 9. Коэффициенты искажения по осям x , y и z равны 0,82. На практике коэффициенты искажения принимают равными единице, что упрощает перевод натуральных координат в изометрические, облегчает и ускоряет процесс построения. Изометрическими проекциями окружностей, расположенных в плоскостях xOy , xOz и yOz (или в плоскостях, параллельных им), являются эллипсы. Для ускорения и упрощения вычерчивания эллипсы (лекальные кривые) заменяют овалами (циркульными кривыми), построение которых показано в таблице 9. Определив направление и величину большой оси $AB = 1,22d$ и малой $CD = 0,71d$ (d – диаметр изображаемой окружности), из точки O тонкими линиями проводят окружности диаметрами AB и CD , затем из центров O_1 и O_2 проводят дуги радиусами R , а из центров O_3 и O_4 – дуги радиусами r . Точки сопряжения получают в точках пересечения продолженной линии центров с сопрягающимися дугами радиусами R и r .

2 Прямоугольная диметрическая проекция. Ее рационально применять для изделий призматической и пирамидальной форм, а также для изделий, у которых длина и ширина незначительно отличаются друг от друга.

Расположение осей показано в таблице 9. Коэффициент искажения по осям x и z равен 0,94, по оси y – 0,47. Практически по осям x и z его принимают равным единице, по оси y – 0,5. Диметрические эллипсы, изображающие окружности, заменяют овалами, построение которых показано в таблице 9.

3 Косоугольная фронтальная диметрическая проекция.

Этот вид аксонометрической проекции рекомендуется для тех случаев, когда требуется изобразить неискаженными элементы, находящиеся во фронтальной плоскости.

Расположение осей во фронтальной диметрии показано в таблице 9. Коэффициент искажения по осям x и z равен единице, по оси y – 0,5. Окружности, расположенные в плоскости xOz или в плоскости, ей параллельной, изображаются без искажения в натуральную величину. Во фронтальной косоугольной диметрической проекции целесообразно изображать детали типа многоступенчатых валиков или детали с большим количеством цилиндрических отверстий. Окружности в этом случае проводятся циркулем.

Как правило, аксонометрический чертеж изделия выполняется по его комплексному чертежу из ортогональных проекций.

Аксонометрический чертеж детали, имеющей пустоты, следует выполнять с вырезами для выявления не только наружной, но и внутренней формы детали.

Аксонометрические проекции деталей, не имеющих внутренних пустот, выполняются без вырезов и только в некоторых случаях для определения формы отдельных элементов делают местные разрезы.

Таблица 9 – Аксонометрические проекции

Прямоугольные проекции		Косоугольные проекции		
изометрическая	диметрическая	фронтальная изометрическая	горизонтальная изометрическая	фронтальная диметрическая
Расположение и направление осей эллипса				
<p>$AB = 1,22d$ $CD = 0,71d$ $AB \perp CD$</p>	<p>$AB = 1,06d$ $CD = 0,95d$ $C_1D_1 = 0,35d$ $AB \perp CD$</p>	<p>$AB = 1,3d$ $CD = 0,54d$ $AB \perp CD$</p>	<p>$A_1B_1 = 1,22d$ $C_1D_1 = 0,71d$ $AB = 1,37d$ $CD = 0,37d$ $AB \perp CD$</p>	<p>$AB = 1,07d$ $CD = 0,33d$ $AB \perp CD$</p>
Построение эллипсов (приближенное)				
<p>$R = CO_2$ $r = BC_4$</p>	<p>$R = C_1O_2$ $r = 1/4 C_1D_1$</p>	<p>$AN = NK$ $R = CO_2$ $r_1 = BO_4$</p>	<p>$AN = NK$ $R = CO_2$ $r_1 = BO_4$</p>	<p>$R = CO_2$ $r = 1/4 CD$</p>
Штриховка сечений в аксонометрических проекциях				

Указания к выполнению работы «Проекционное черчение» и варианты заданий

Объем работы включает: выполнение основных видов деталей, применение простых и сложных разрезов, выполнение аксонометрических изображений деталей. Работа выполняется в карандаше на листах формата А3. Работа включает 6 заданий, каждое из которых выполняется на отдельном листе. В каждом задании представлено изображение ортогональных проекций детали (двух видов). Задания являются многовариантными, каждое задание на изображение детали имеет 30 вариантов. Номером варианта является порядковый номер студента в списке группы.

Задание 1. Тема «Фронтальный разрез». По двум заданным видам детали построить третий вид, выполнить фронтальный разрез на главном виде (вид спереди). На виде слева построить профильный разрез. Если деталь симметричная, то выполнить соединение половины вида с половиной разреза на виде слева. Изобразить деталь в изометрии с выполнением разреза. Варианты заданий приведены на рисунках 47 – 51 (с. 24 – 28).

Задание 2. Тема «Ребро жесткости». По двум заданным видам детали построить третий вид детали, имеющей тонкое ребро (ребро жесткости). Выполнить необходимые разрезы на виде спереди и на виде слева (учитывая симметричность детали). Изобразить деталь в изометрии с выполнением разреза. Варианты заданий приведены на рисунках 52 – 56 (с. 29 – 33).

Задание 3. Тема «Ребро по оси симметрии». По двум заданным видам детали, имеющей ребро по оси симметрии, построить третий вид детали. Выполнить необходимые разрезы на виде спереди и на виде слева. Изобразить деталь в изометрии с выполнением разреза. Варианты заданий приведены на рисунках 57 – 61 (с. 34 – 38).

Задание 4. Тема «Местный разрез». По двум заданным видам детали построить третий вид. На видах выполнить местные разрезы. Изобразить деталь в диметрии с выполнением разреза. Варианты заданий приведены на рисунках 62 – 66 (с. 39 – 43).

Задание 5. Тема «Ступенчатый разрез». По двум заданным видам детали построить третий вид, выполнить обозначенные сложные ступенчатые разрезы на виде спереди и на виде слева. Изобразить деталь в диметрии с выполнением разреза. Варианты заданий приведены на рисунках 67 – 71 (с. 44 – 48).

Задание 6. Тема «Ломаный разрез». Построить заданные виды детали (вид слева не выполнять). На главном виде (вид спереди) выполнить указанный сложный ломаный разрез. Изобразить деталь в диметрии с выполнением разреза. Варианты заданий приведены на рисунках 72 – 76 (с. 49 – 53).

После выполнения всех заданий листы сшиваются в виде альбома как расчетно-графическая работа с титульным листом формата А3. Образец титульного листа показан на рисунке 77, с. 54.

Образец выполнения работы «Фронтальный разрез» показан на рисунке 78, с. 55.

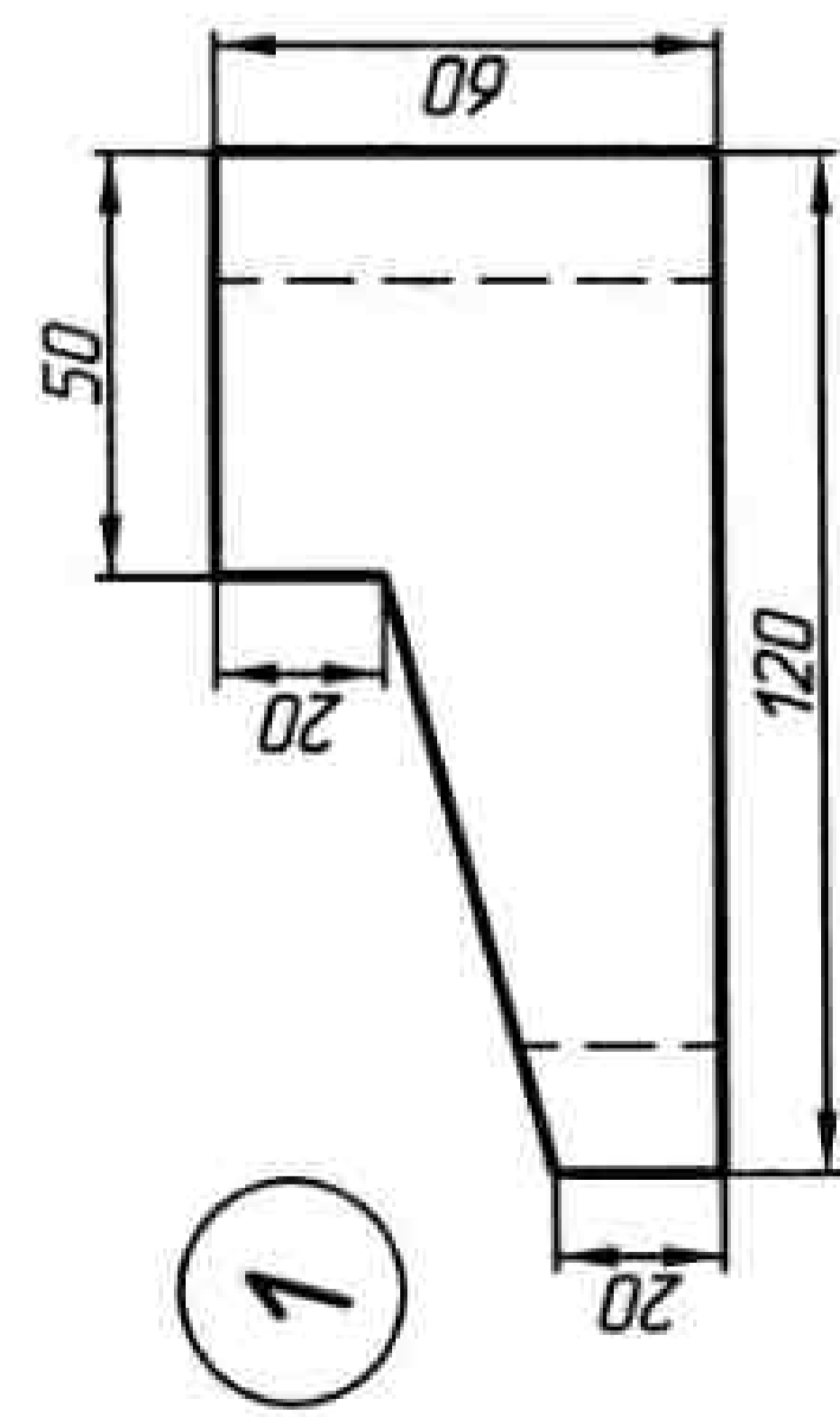
Образец выполнения работы «Ребро жесткости» показан на рисунке 79, с. 56.

Образец выполнения работы «Ребро по оси симметрии» показан на рисунке 80, с. 57.

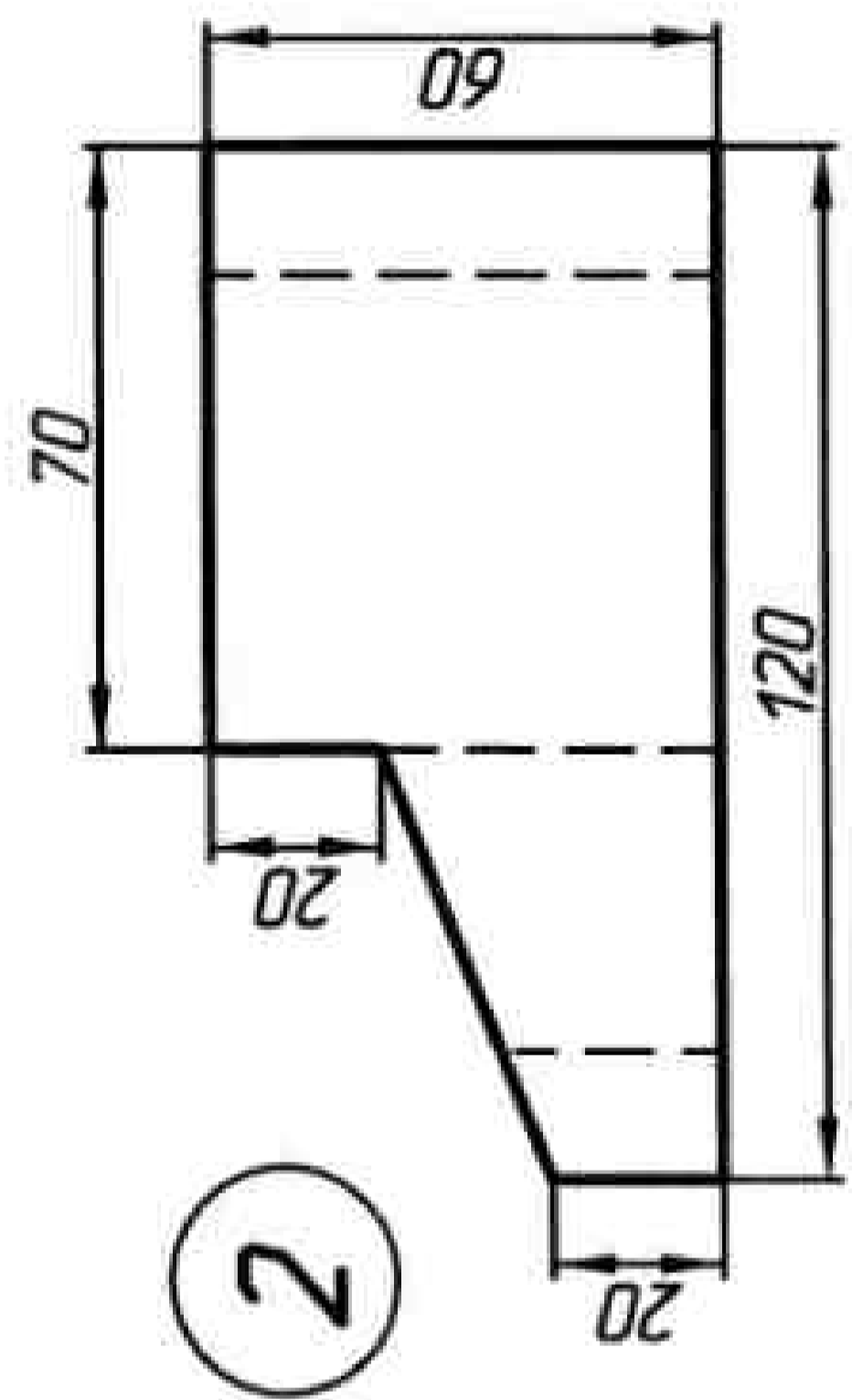
Образец выполнения работы «Местный разрез» показан на рисунке 81, с. 58.

Образец выполнения работы «Ступенчатый разрез» показан на рисунке 82, с. 59.

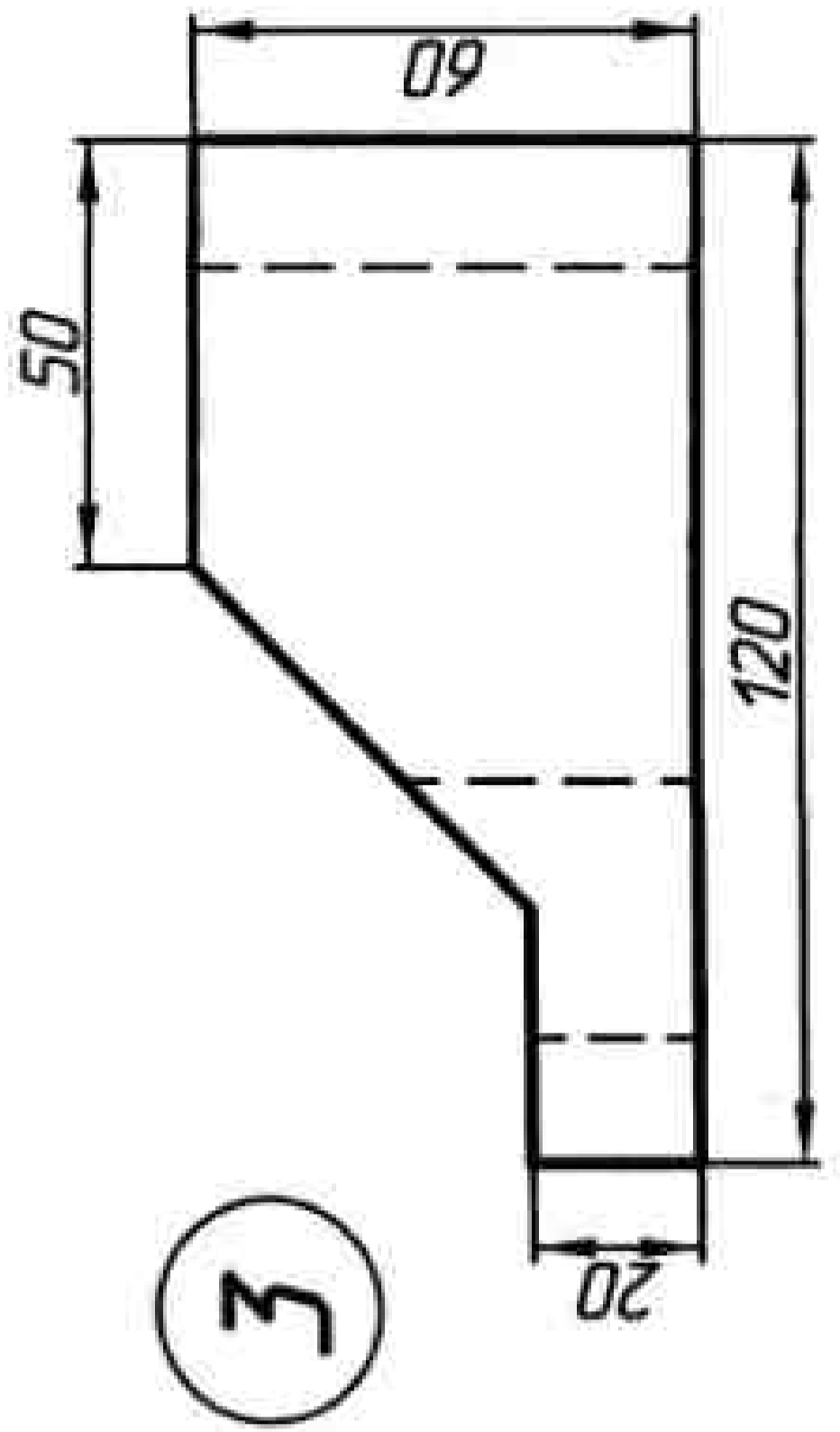
Образец выполнения работы «Ломаный разрез» показан на рисунке 83, с. 60.



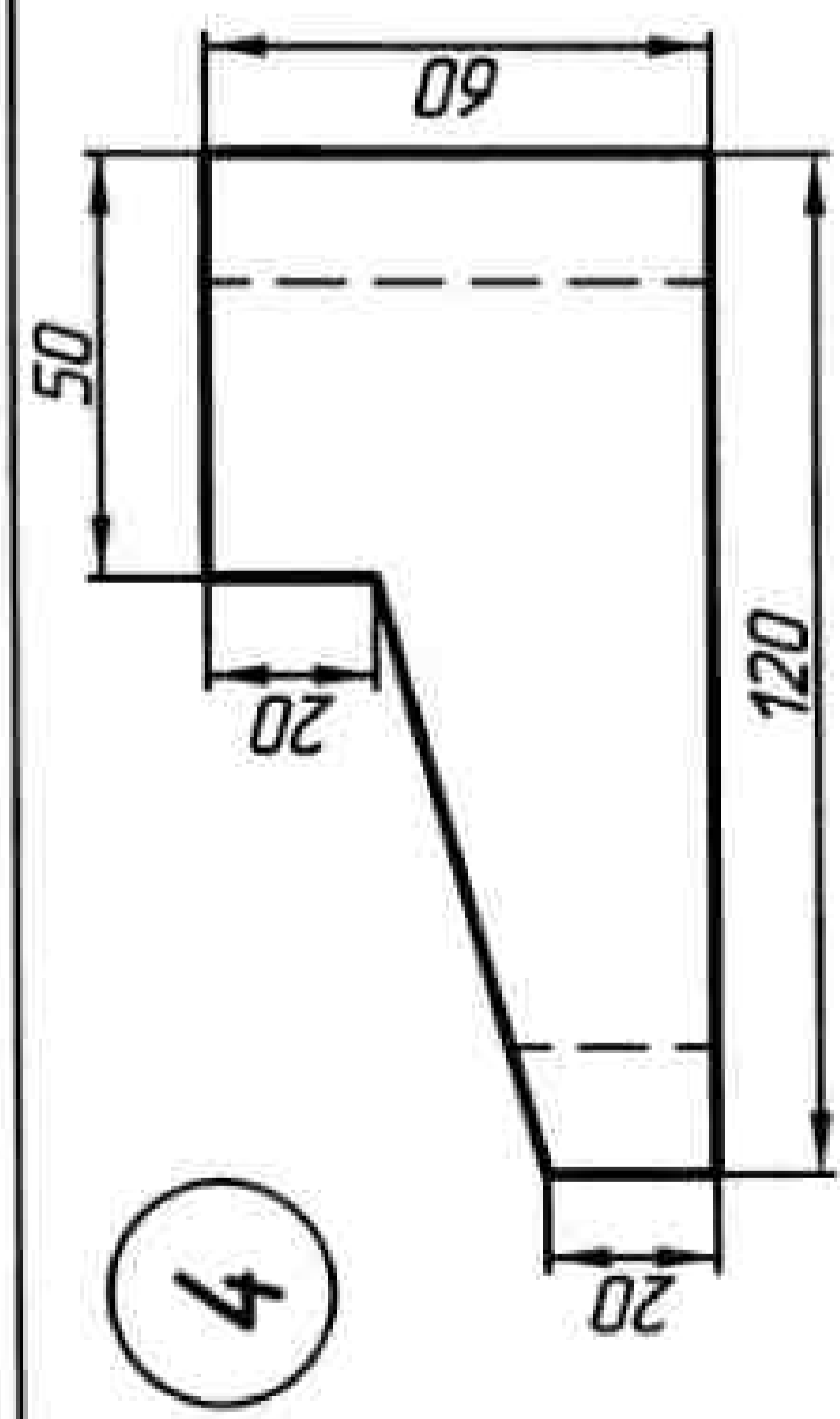
1



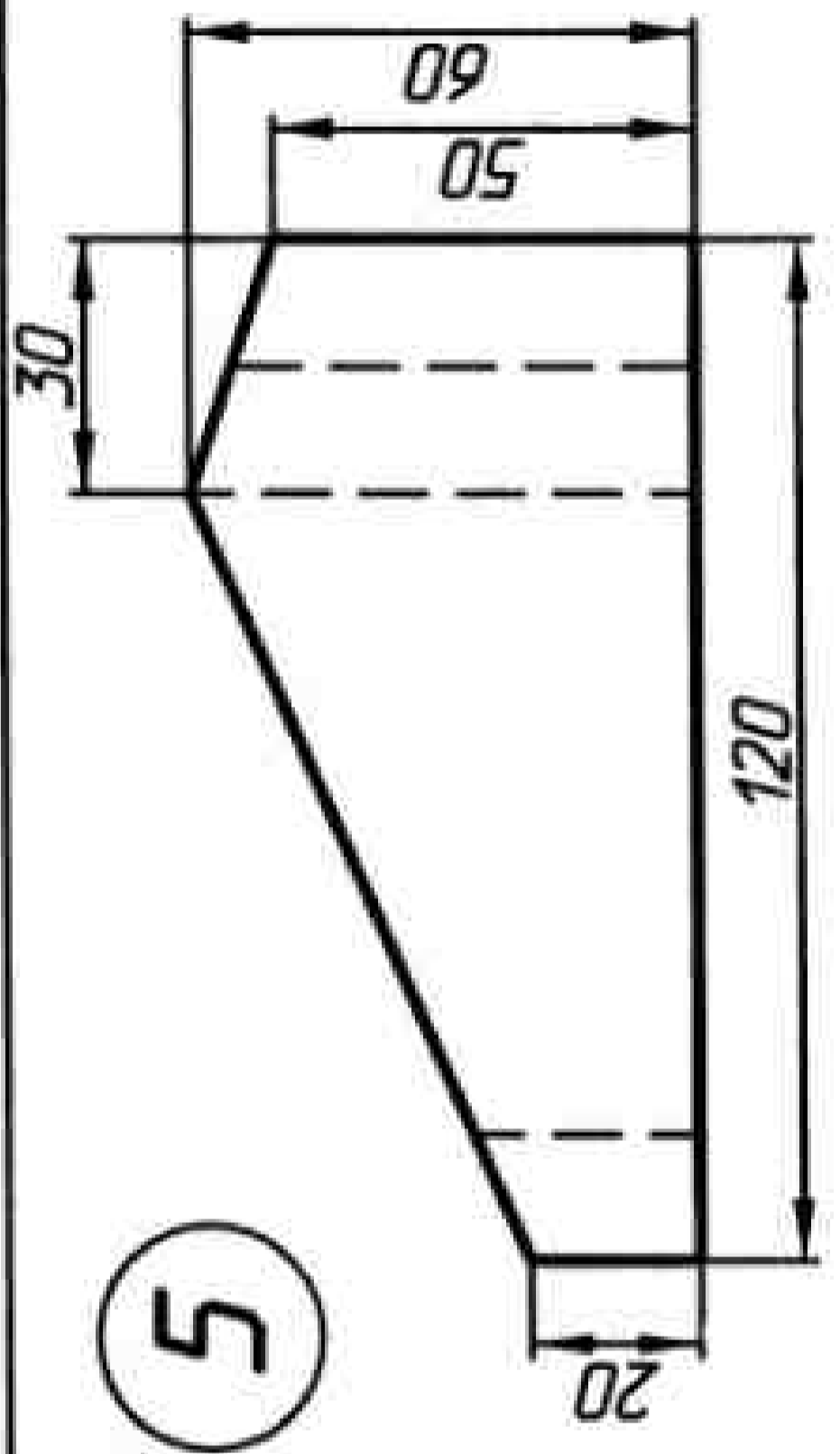
2



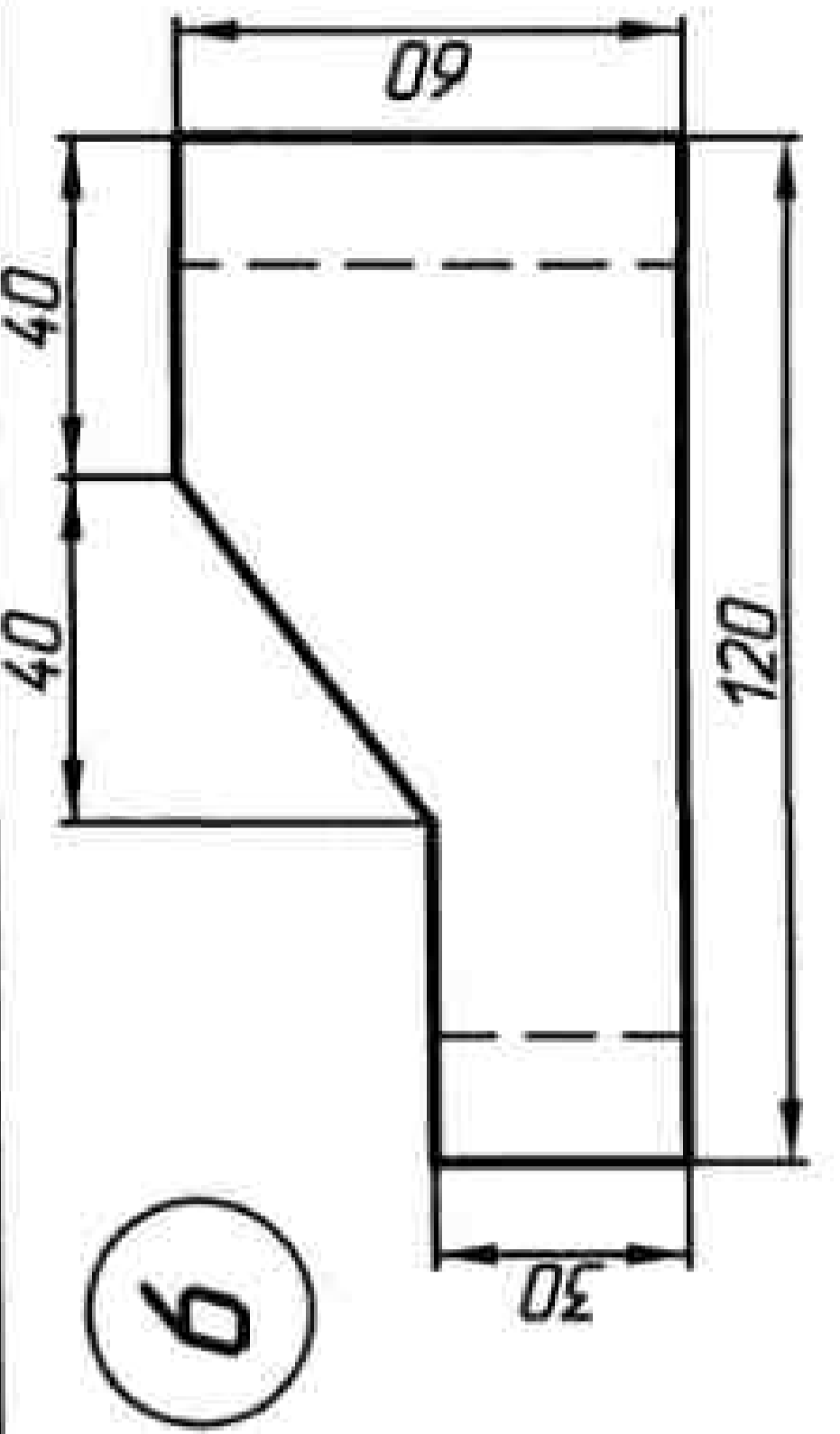
3



4



5



6

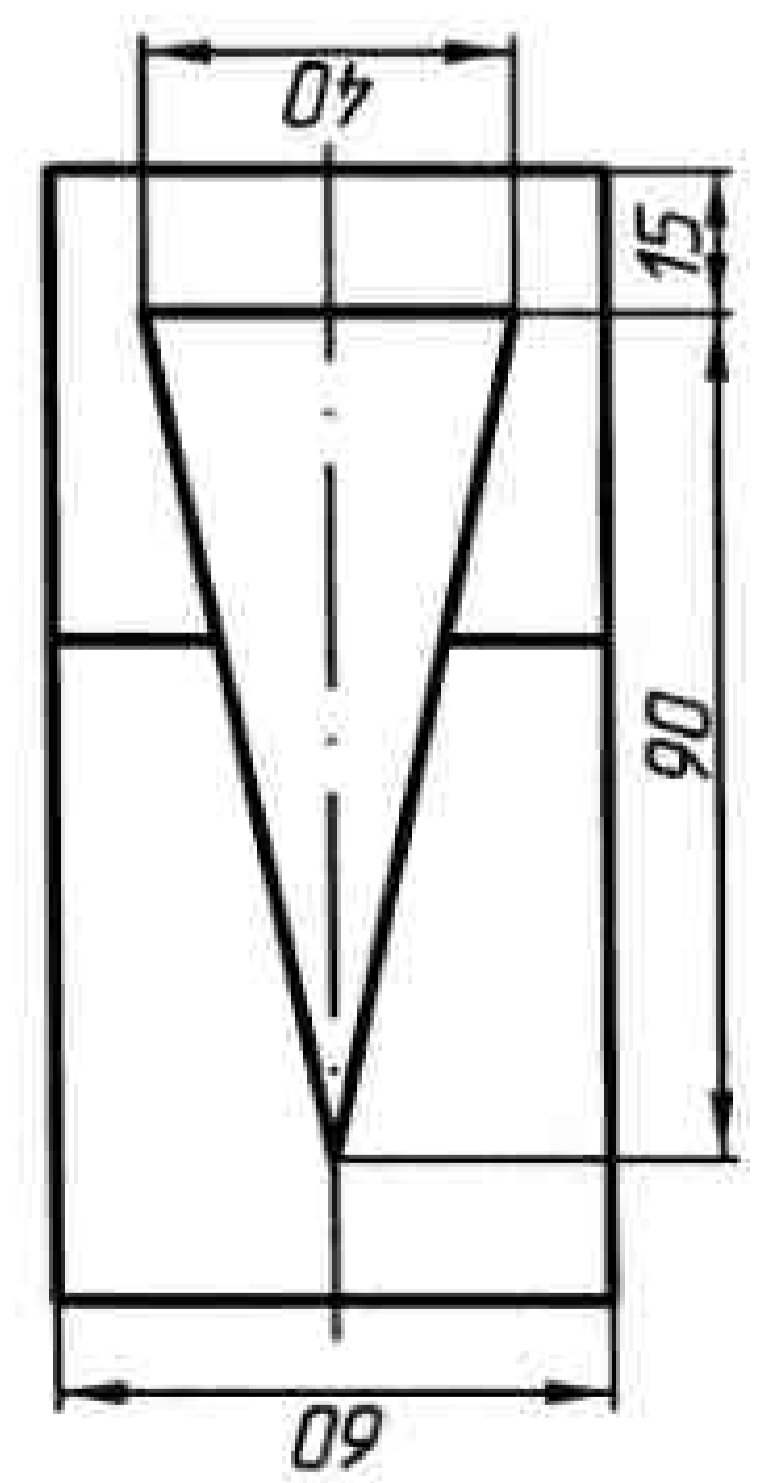


Рисунок 47

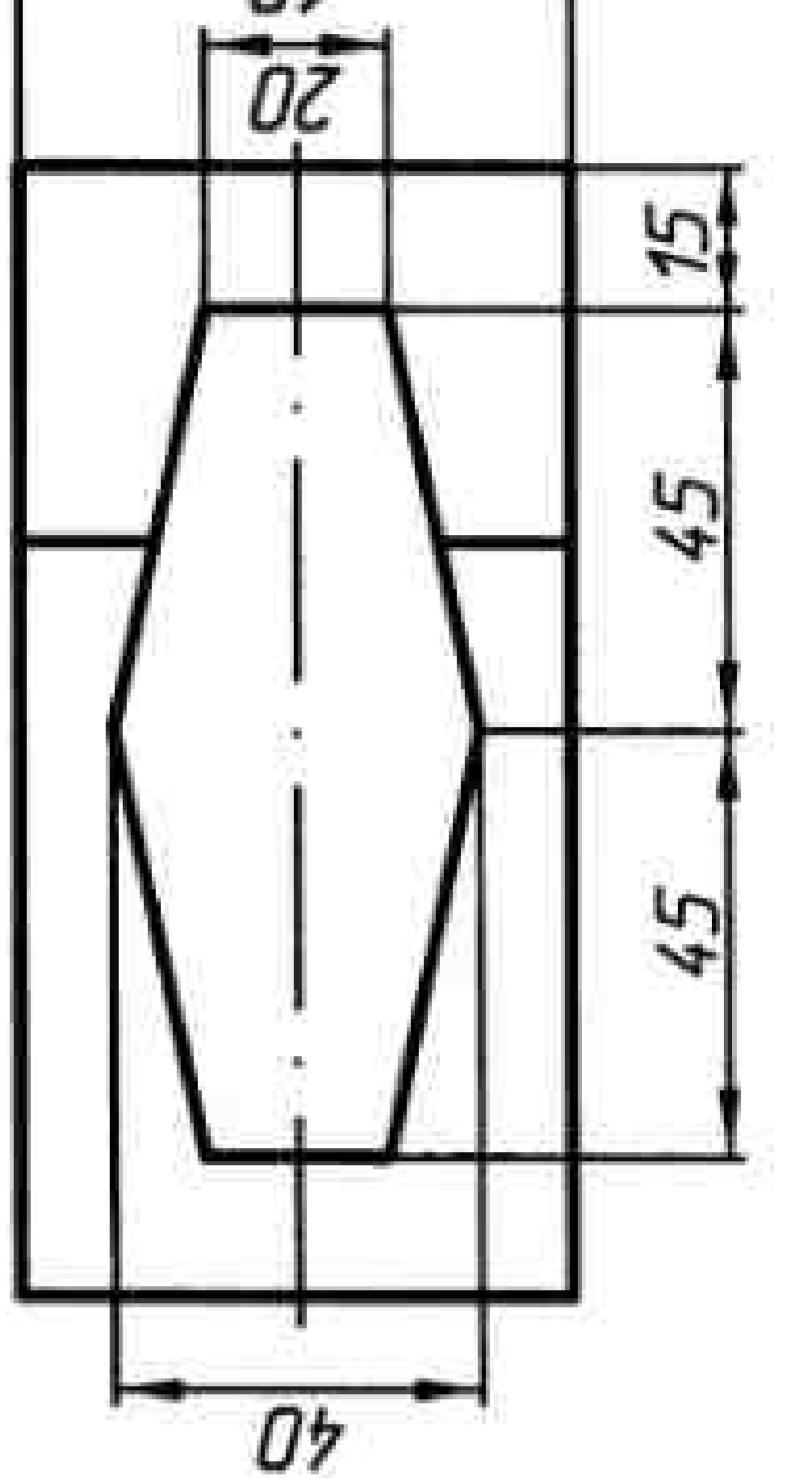
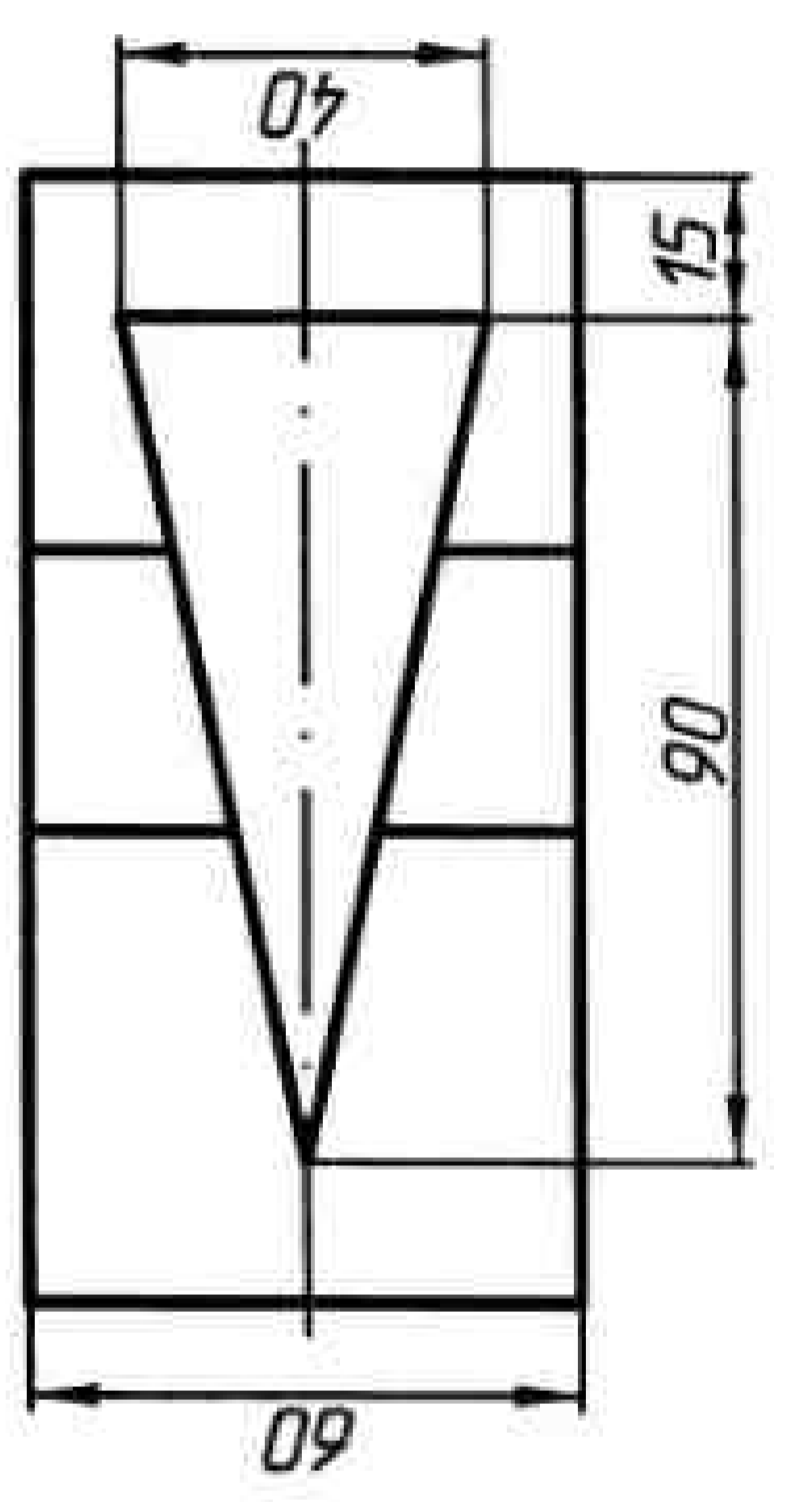
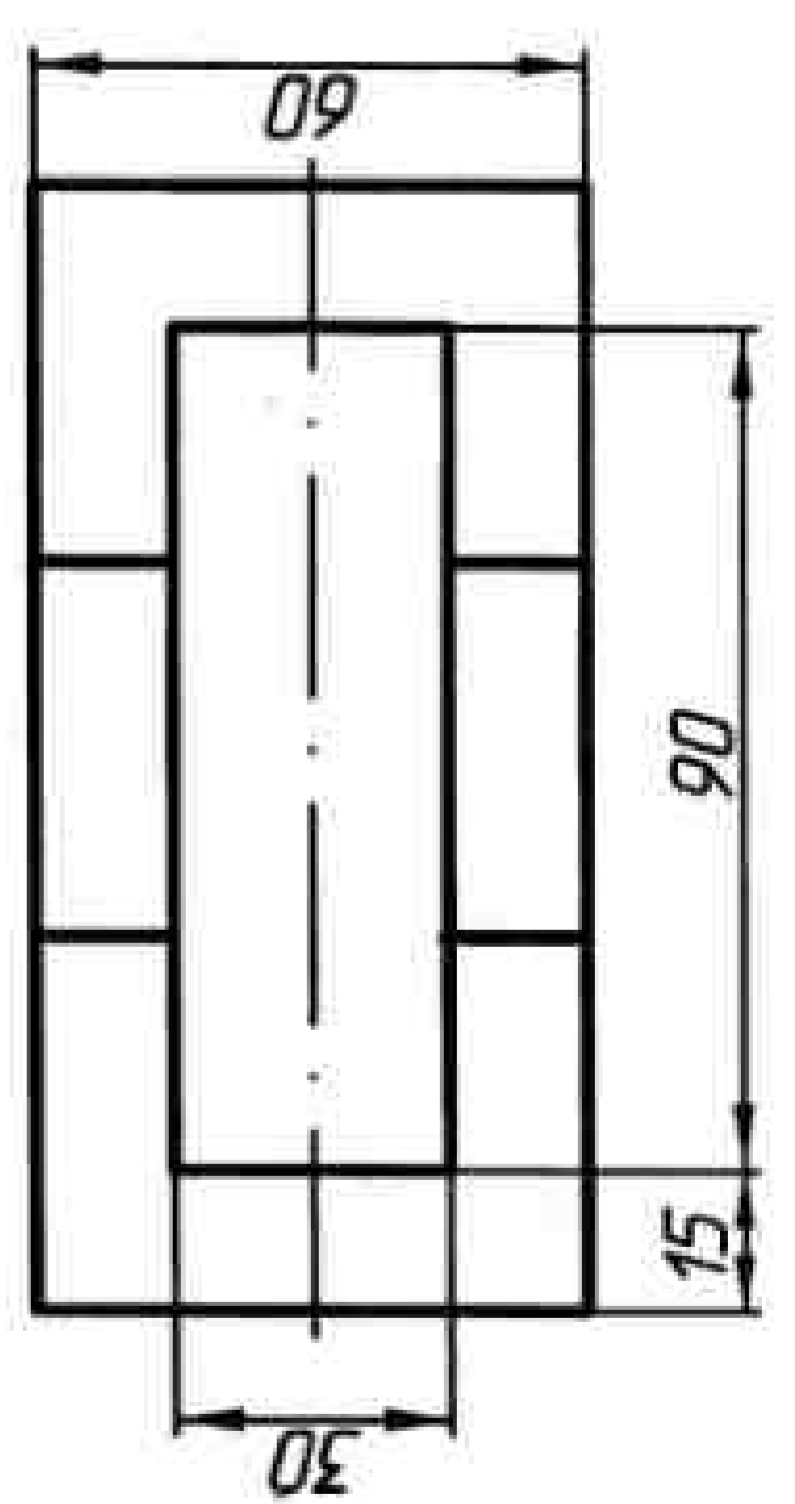
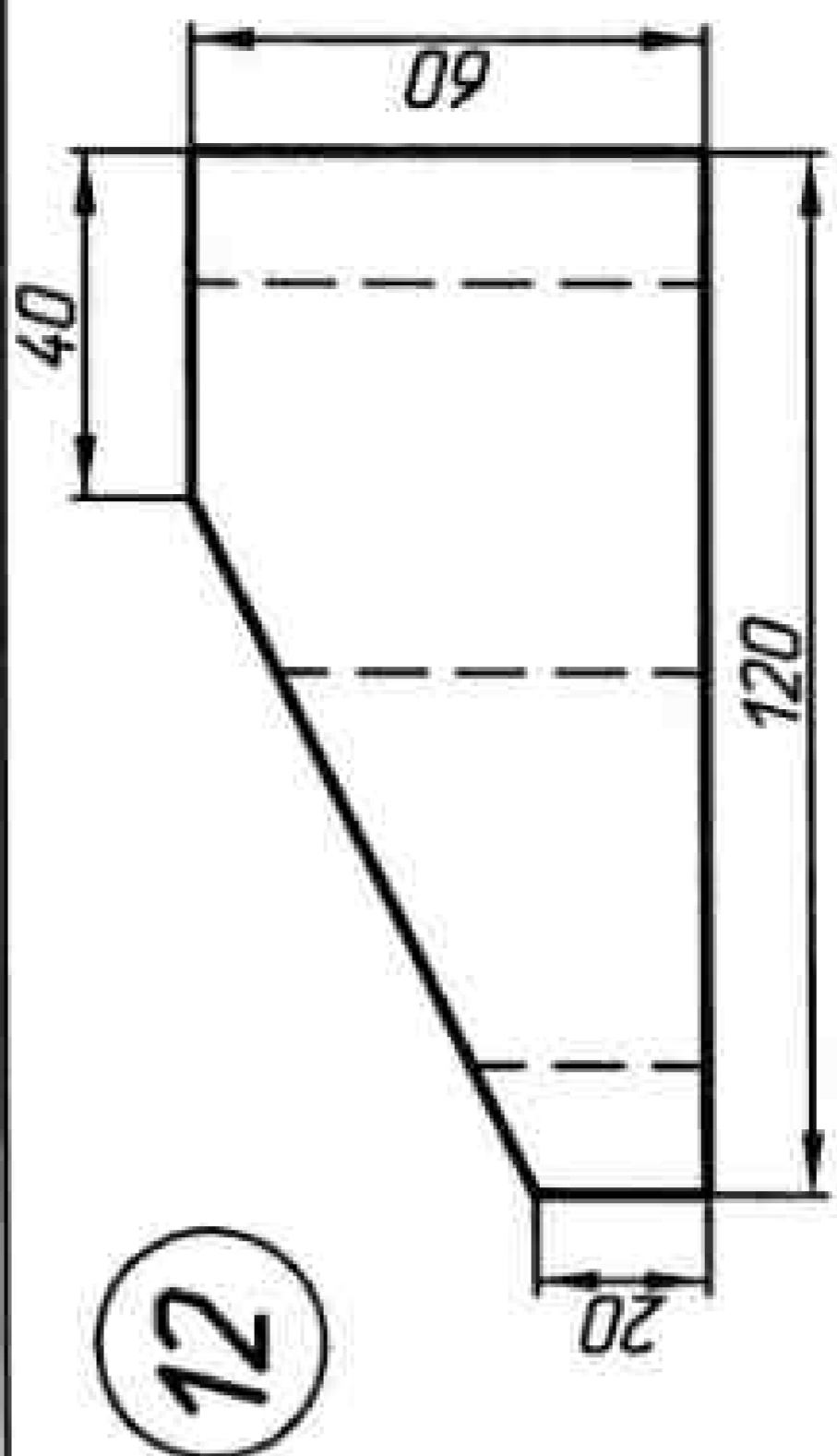
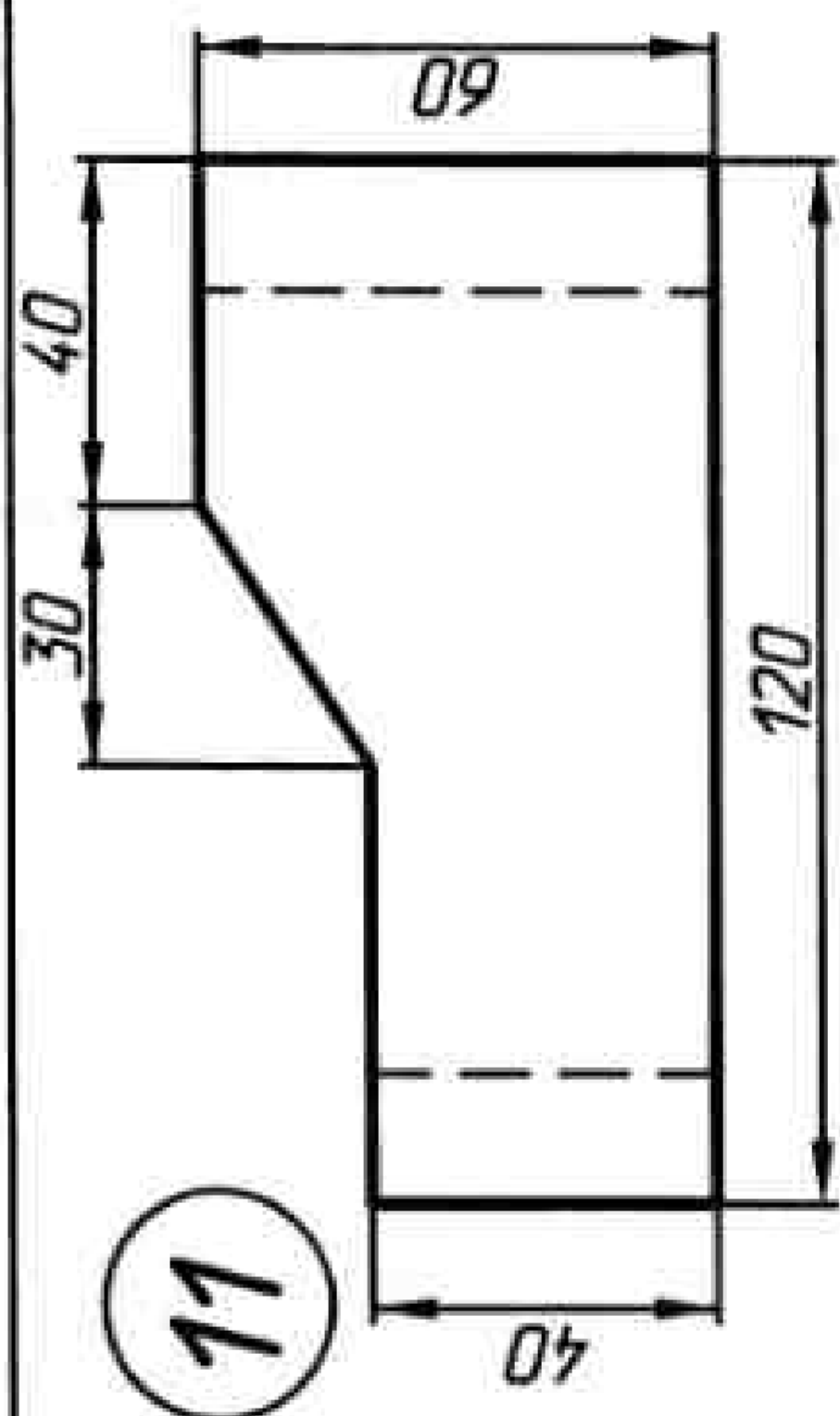
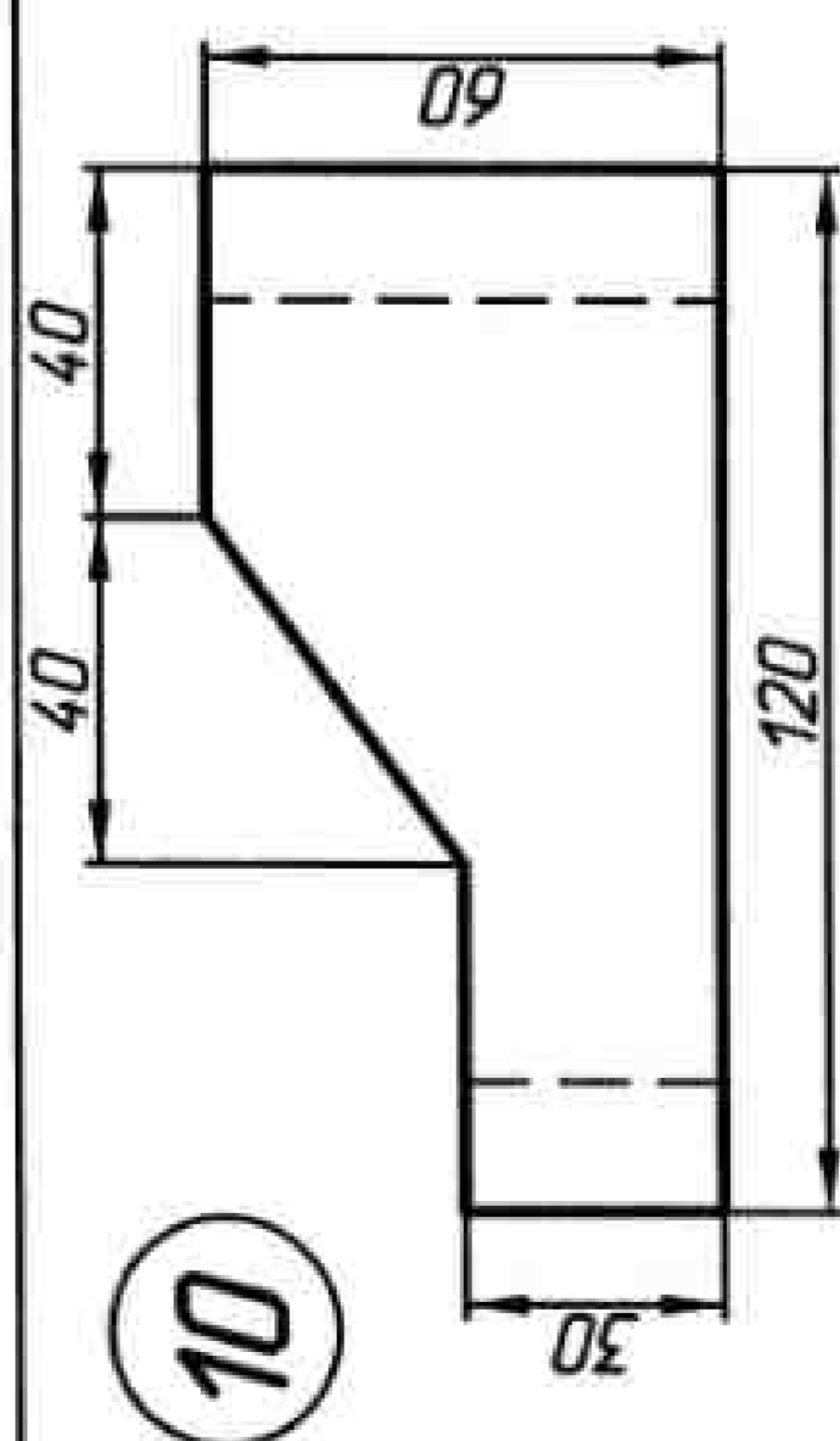
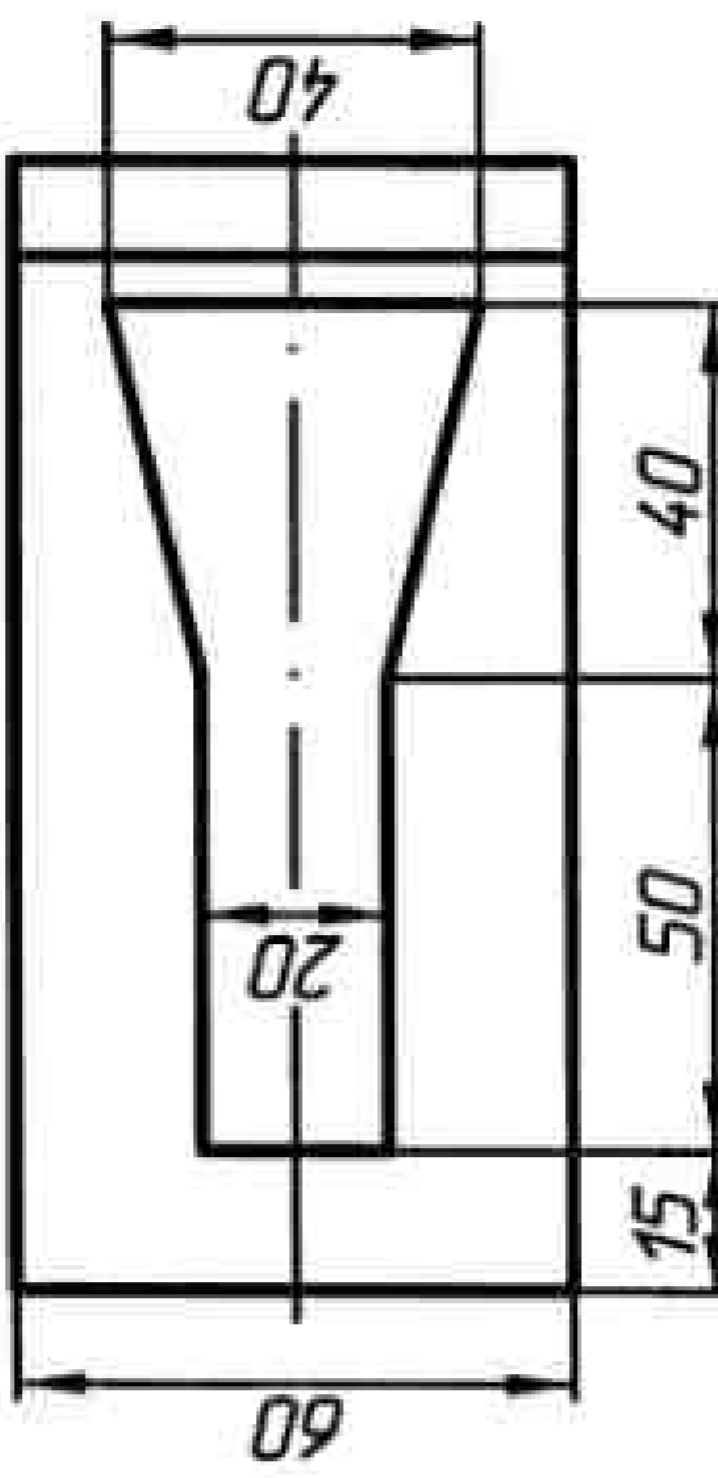
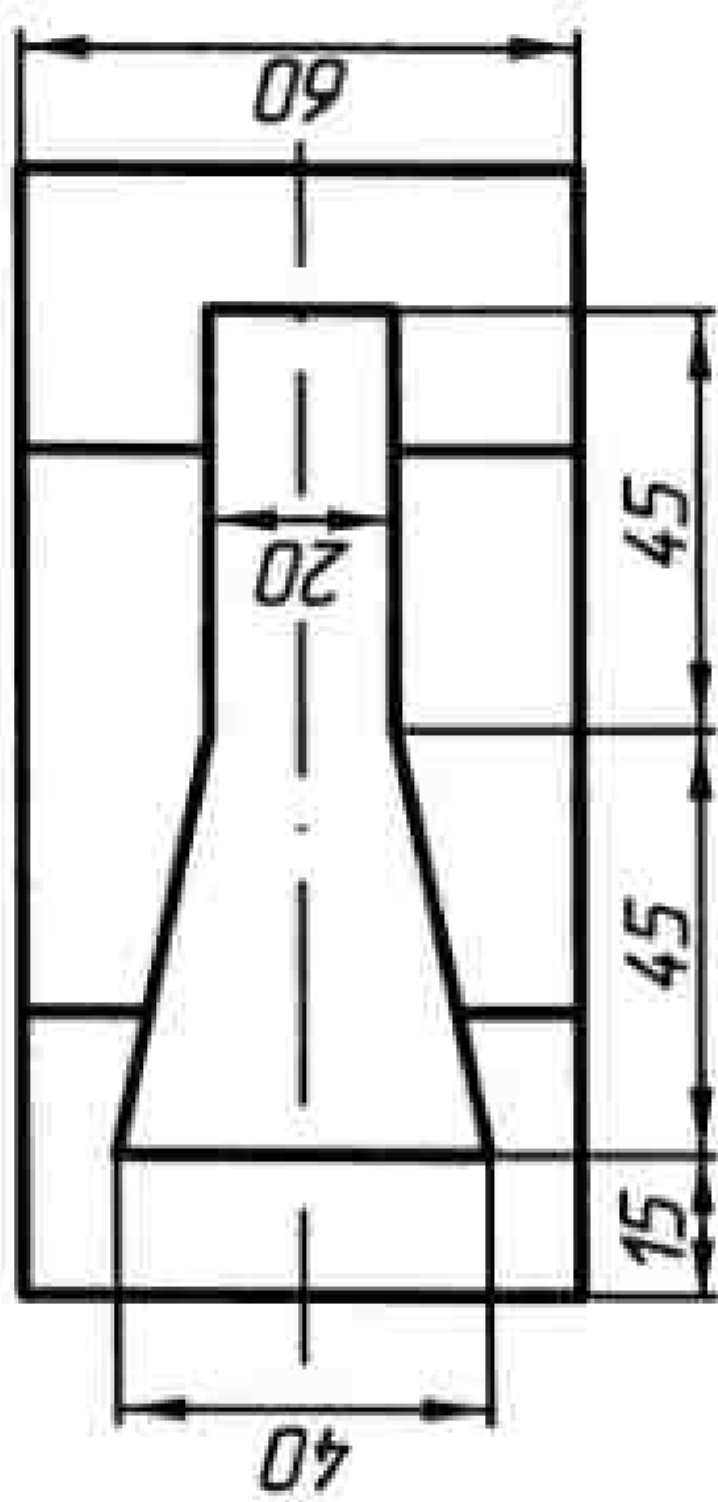
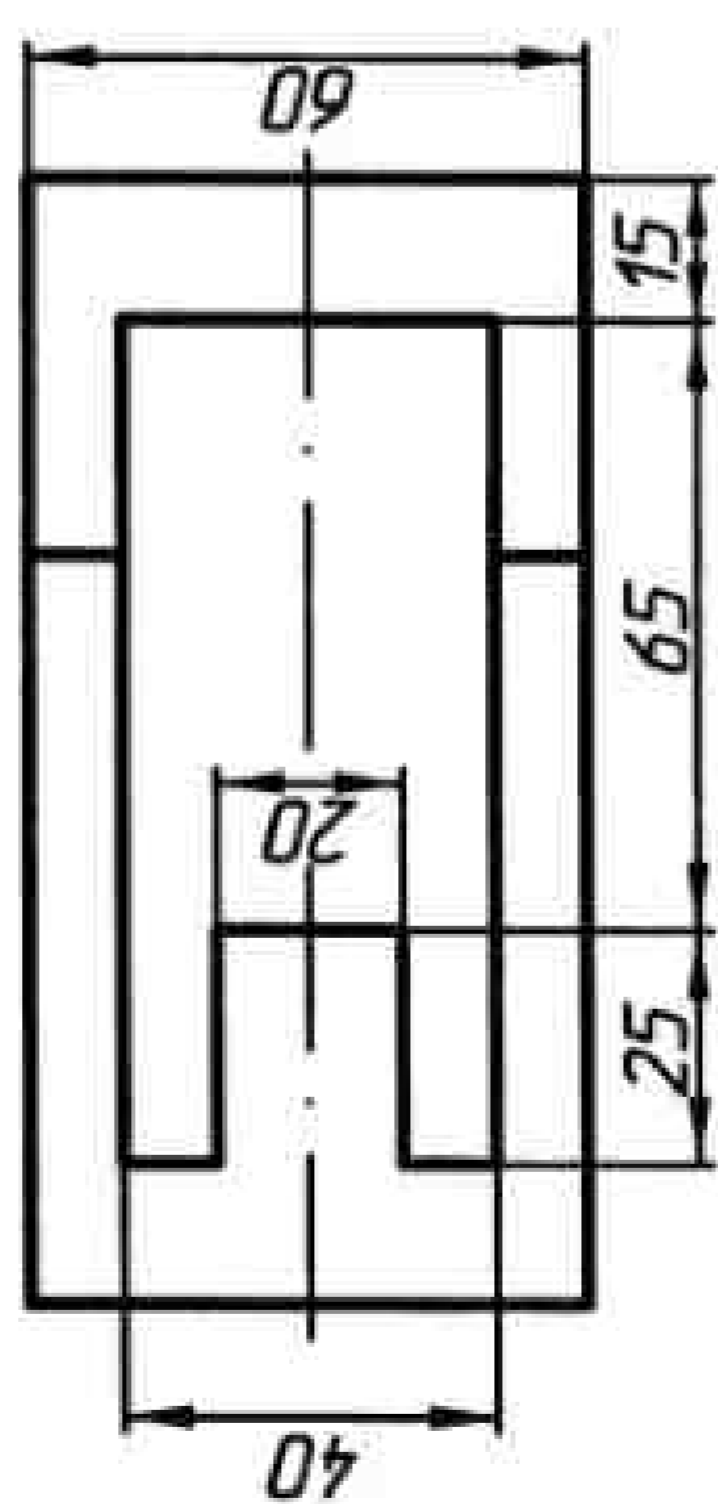
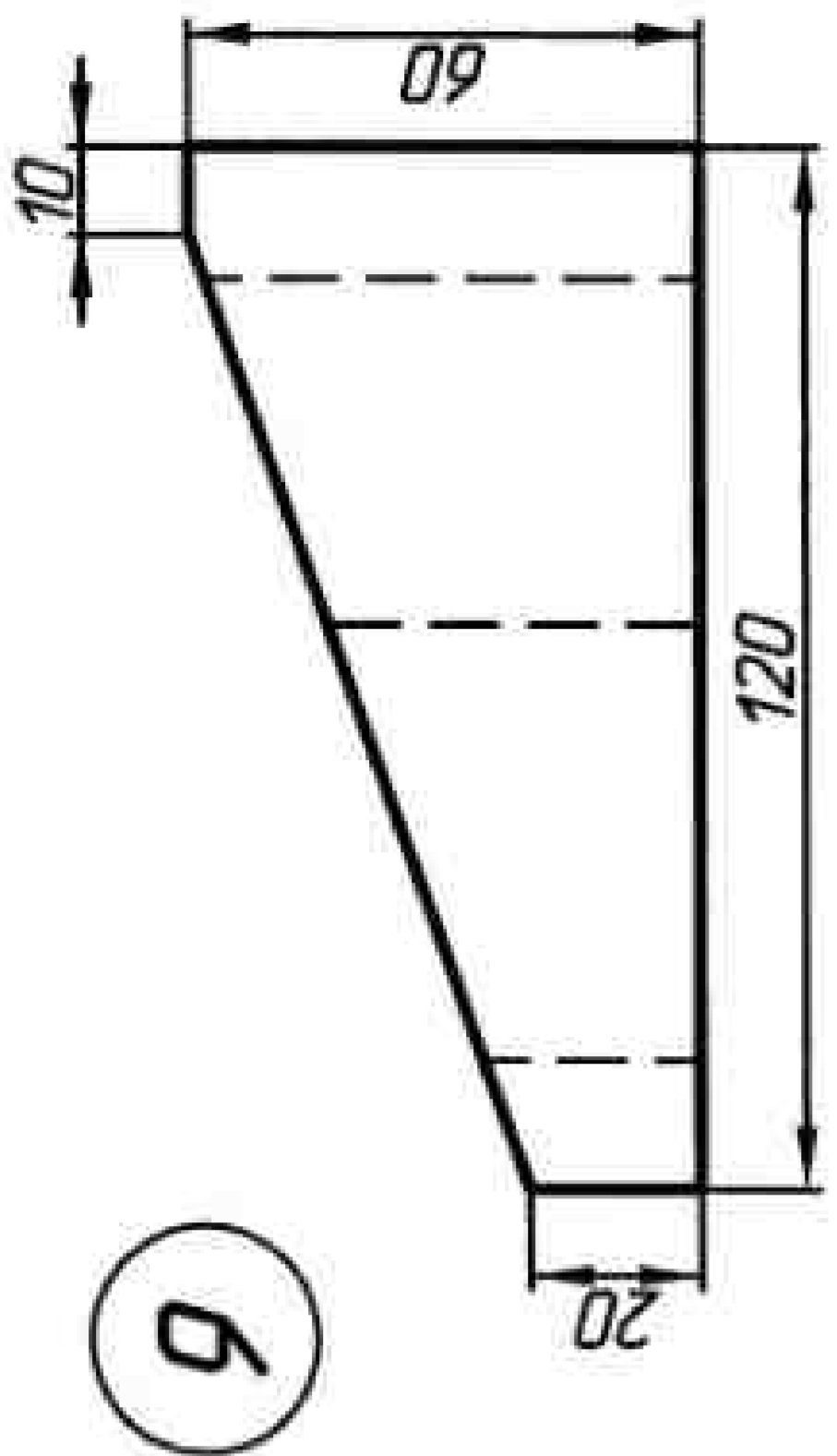
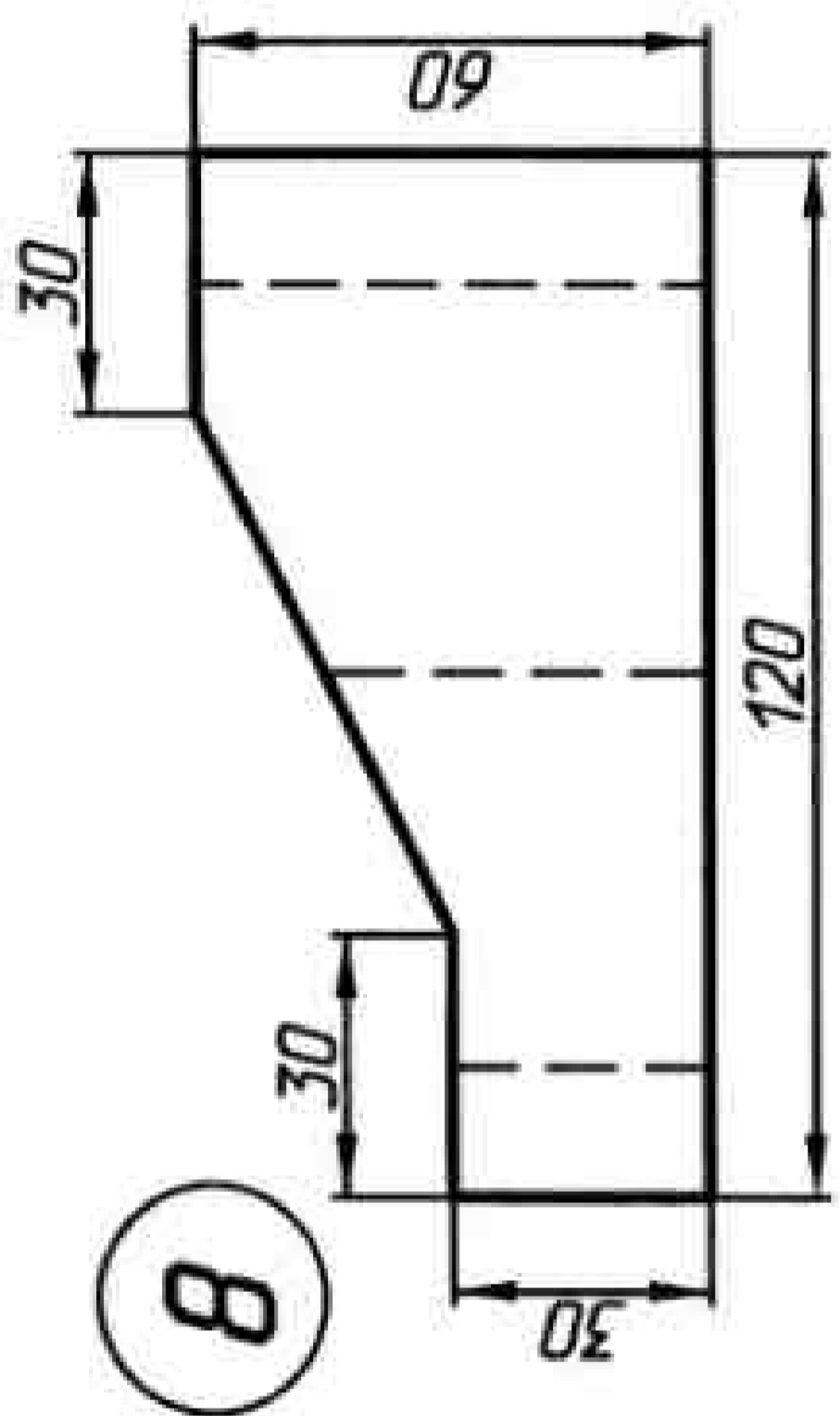
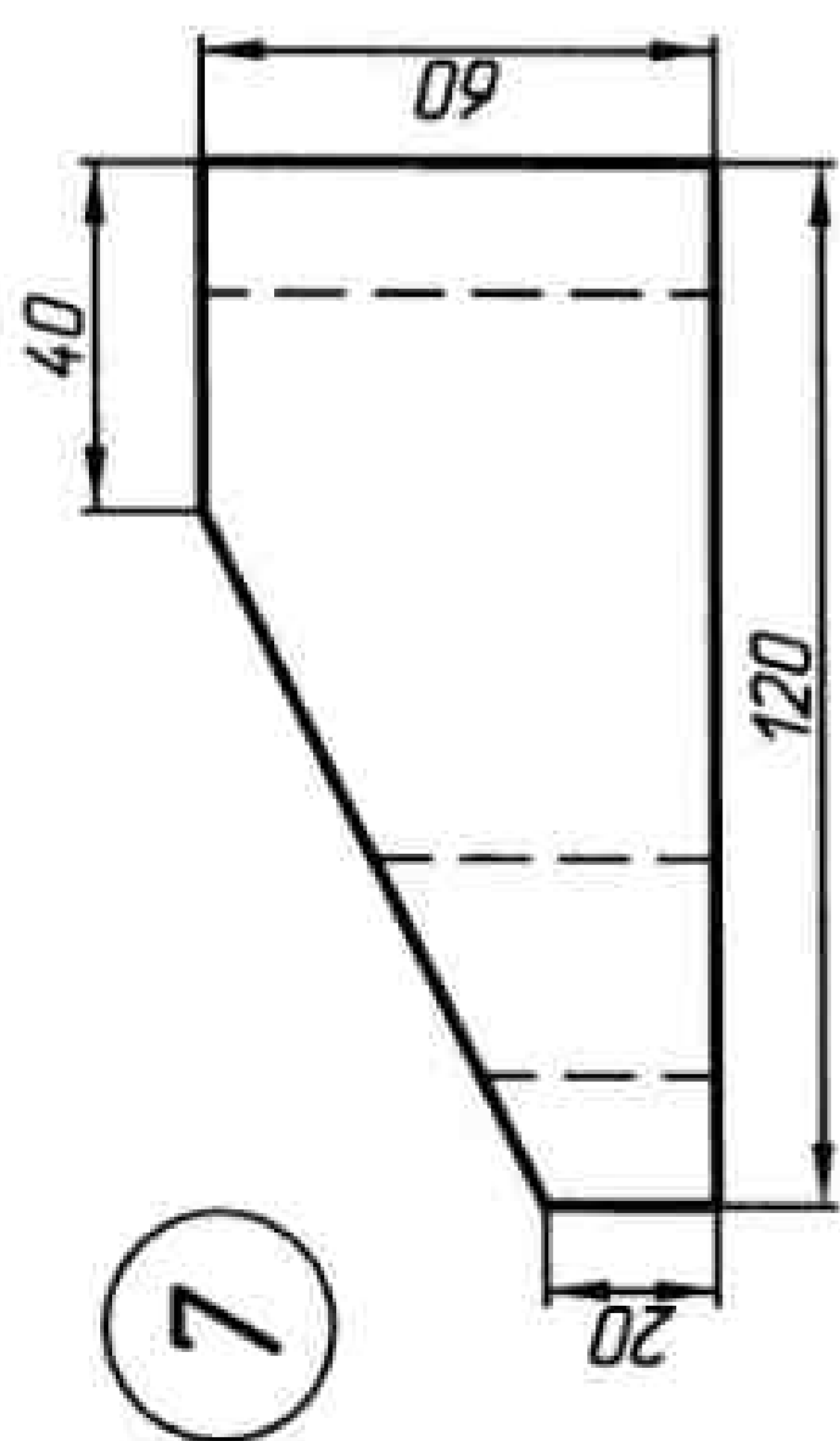
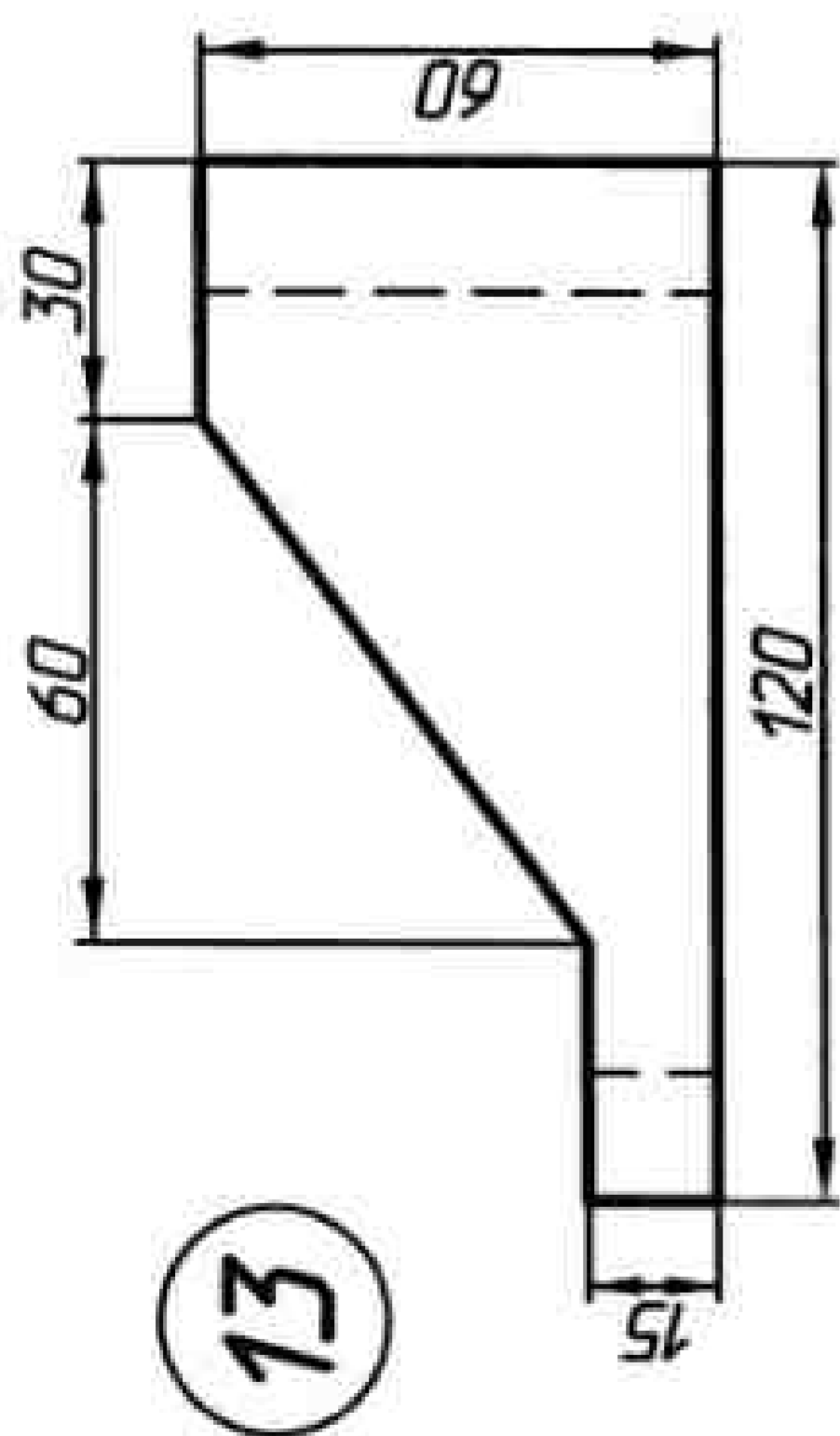
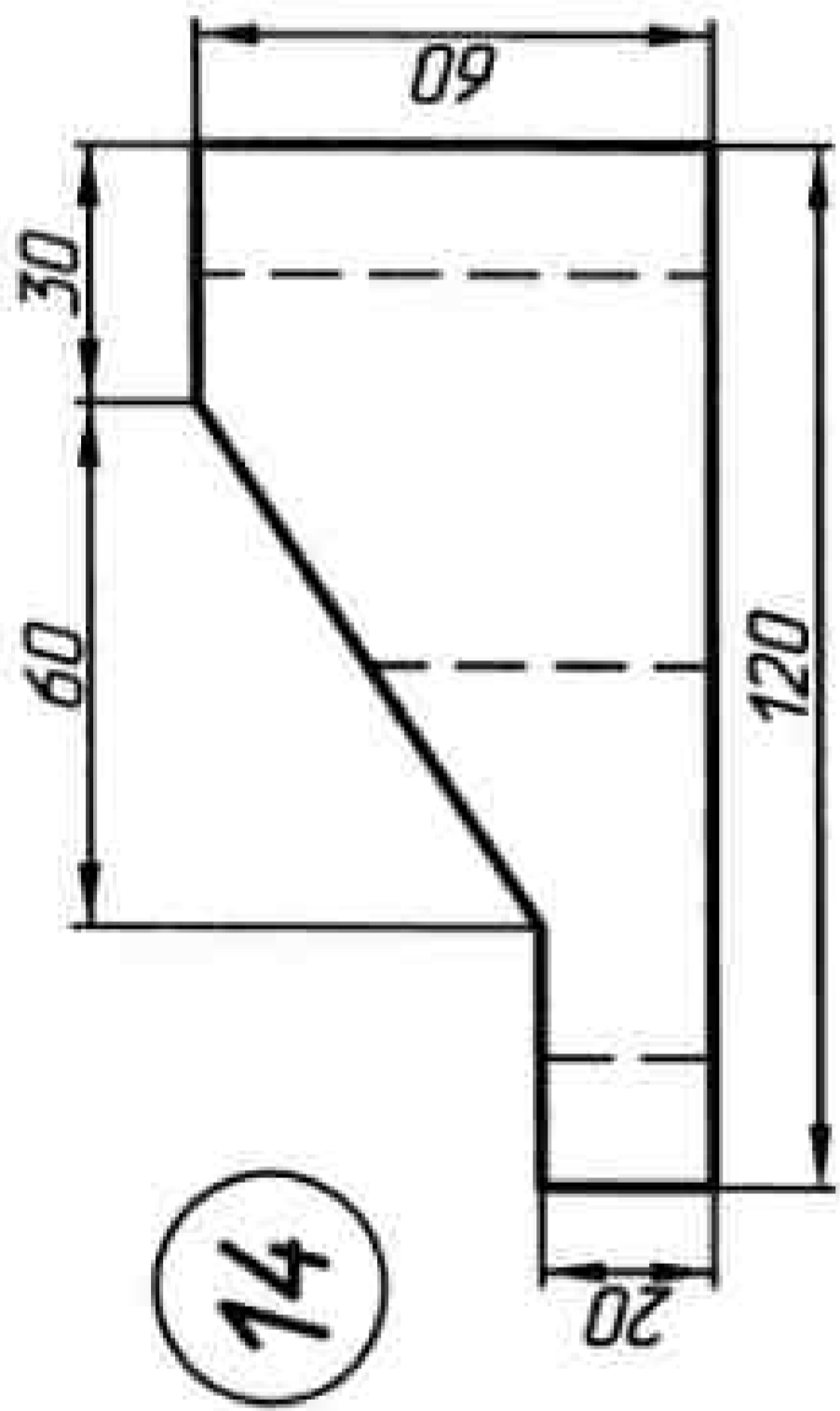


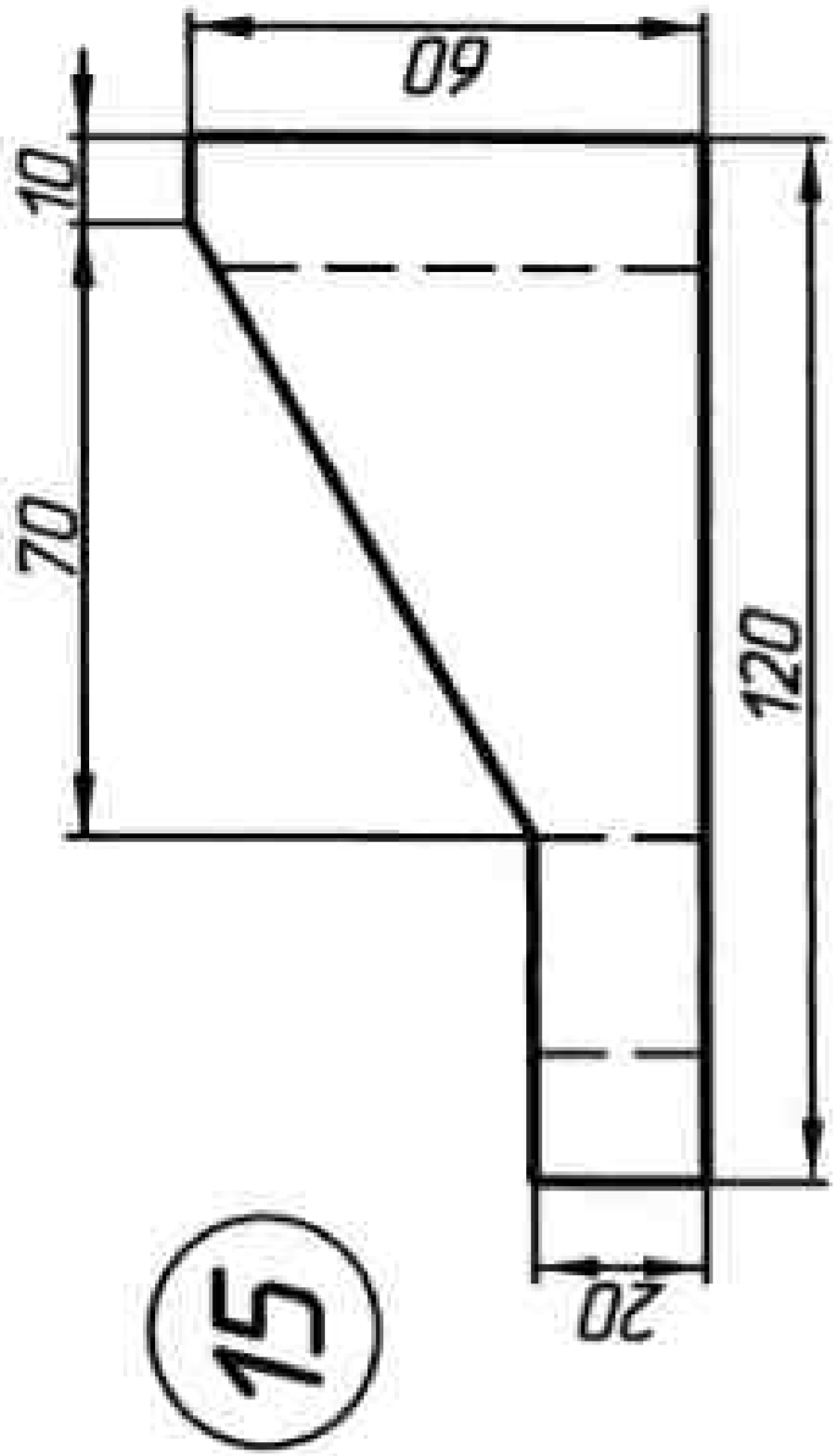
Рисунок 48



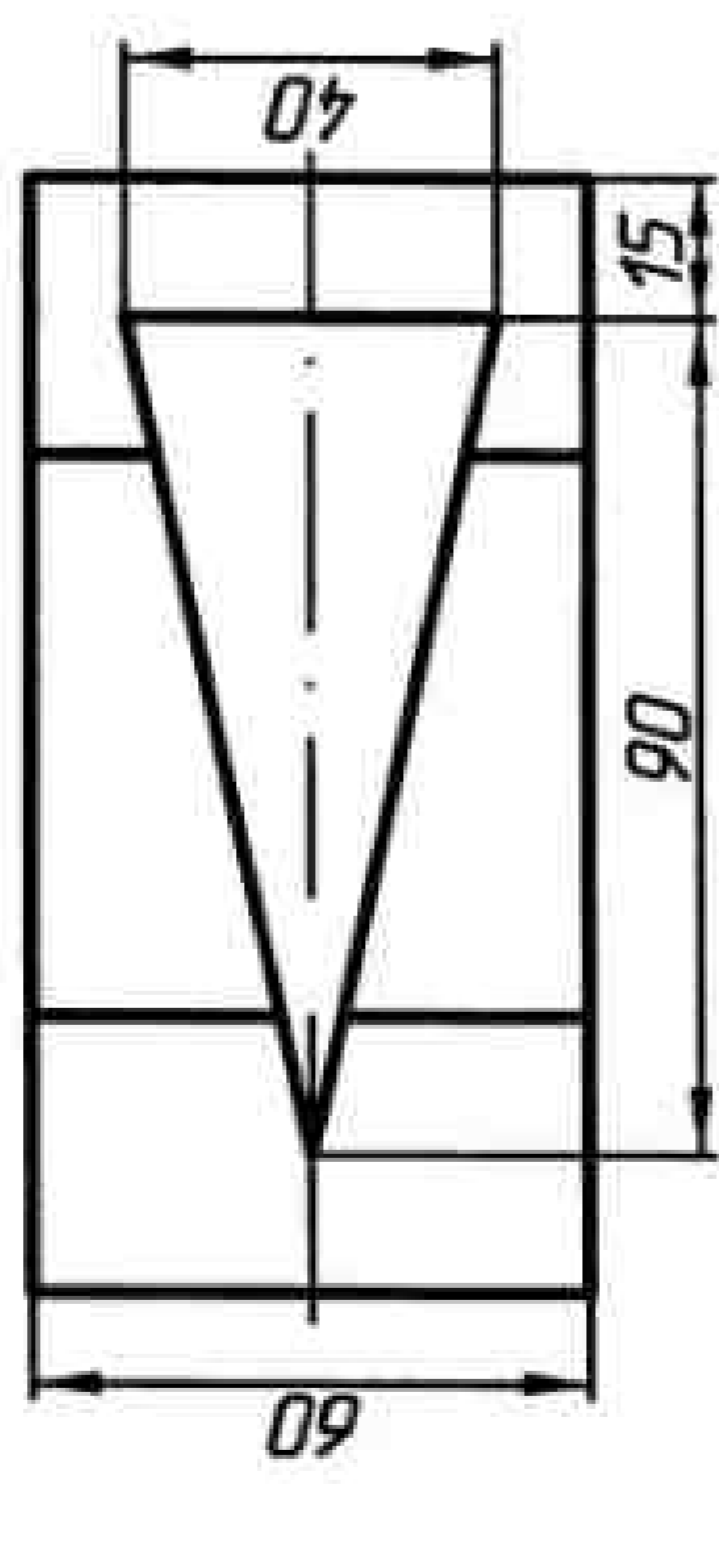
13



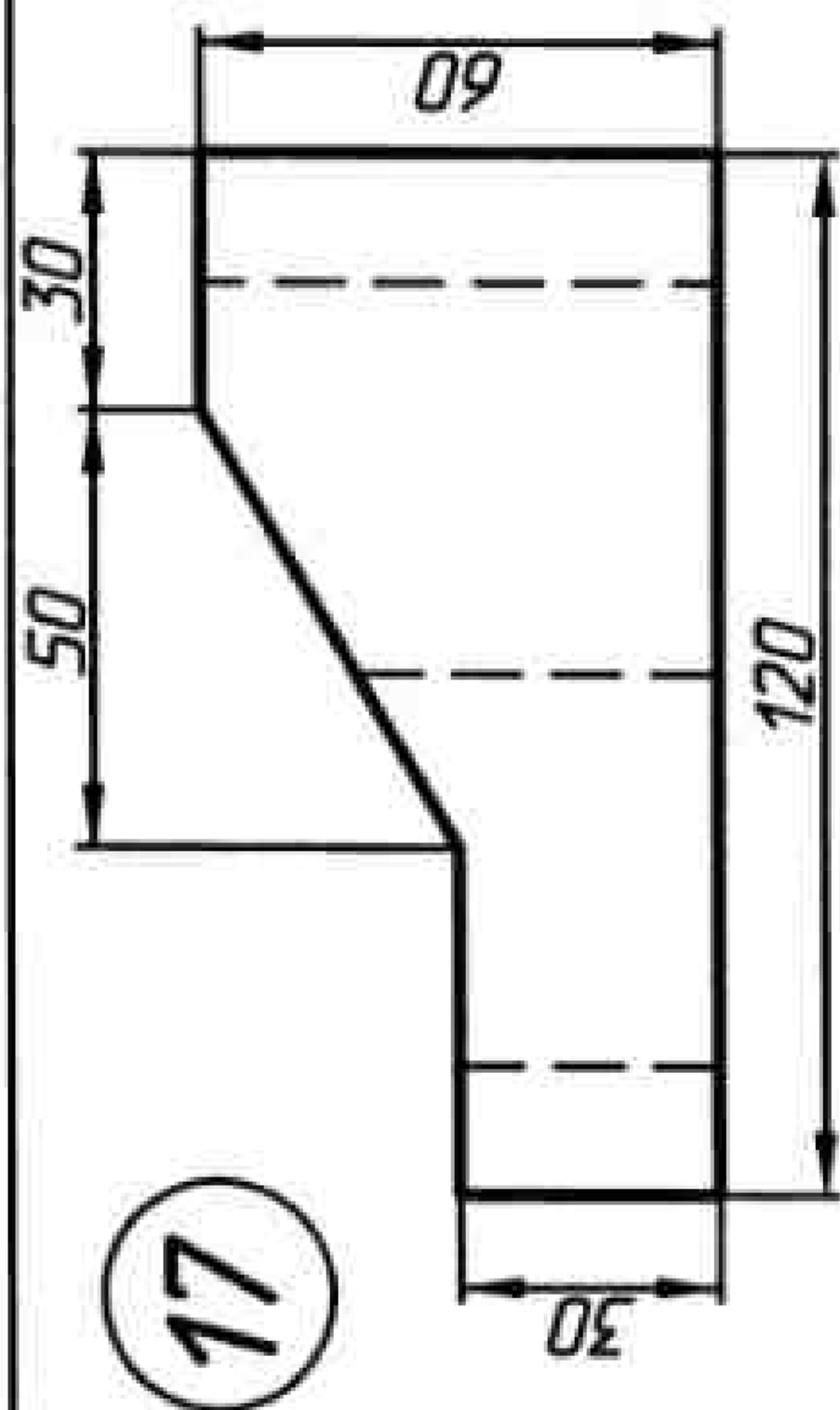
14



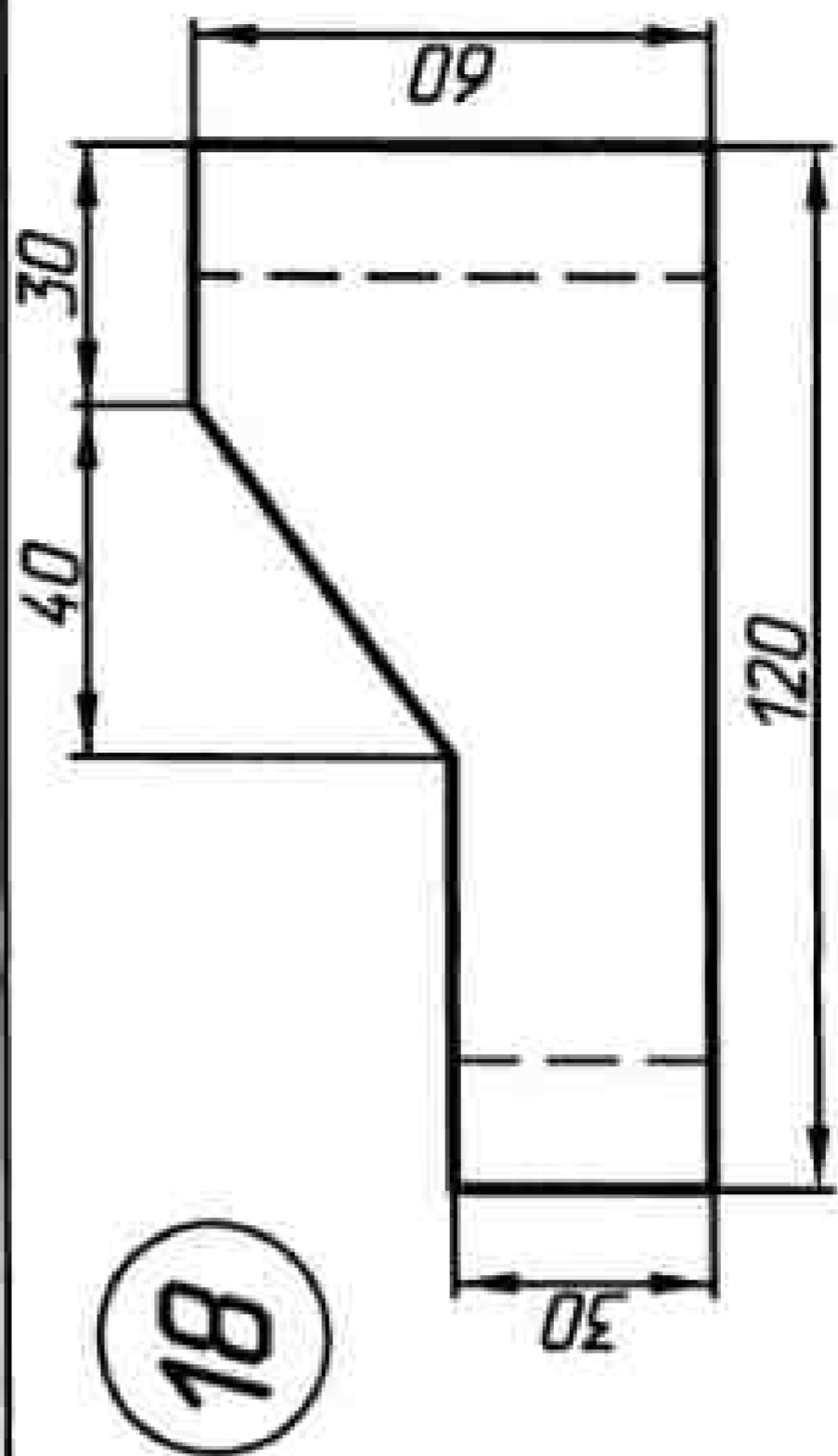
15



16



17



18

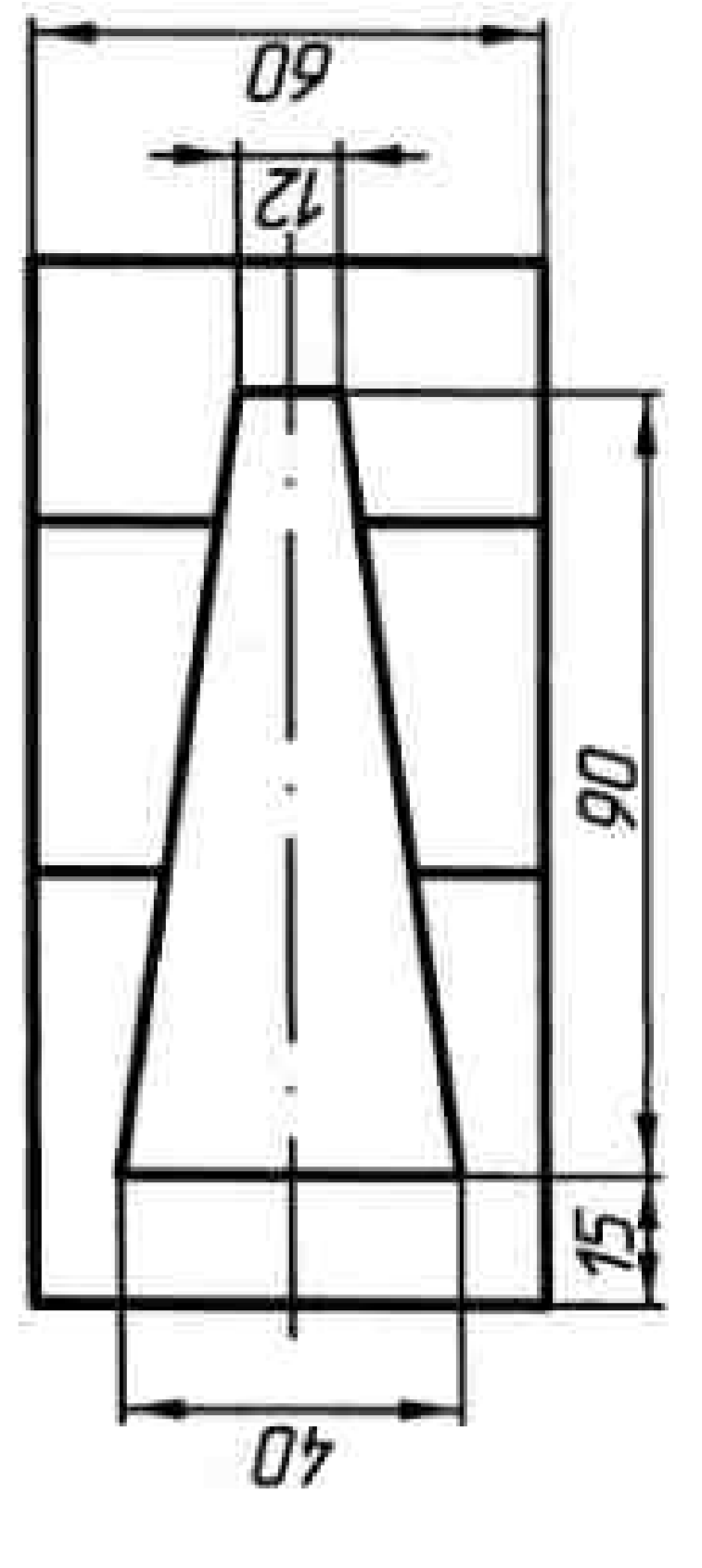
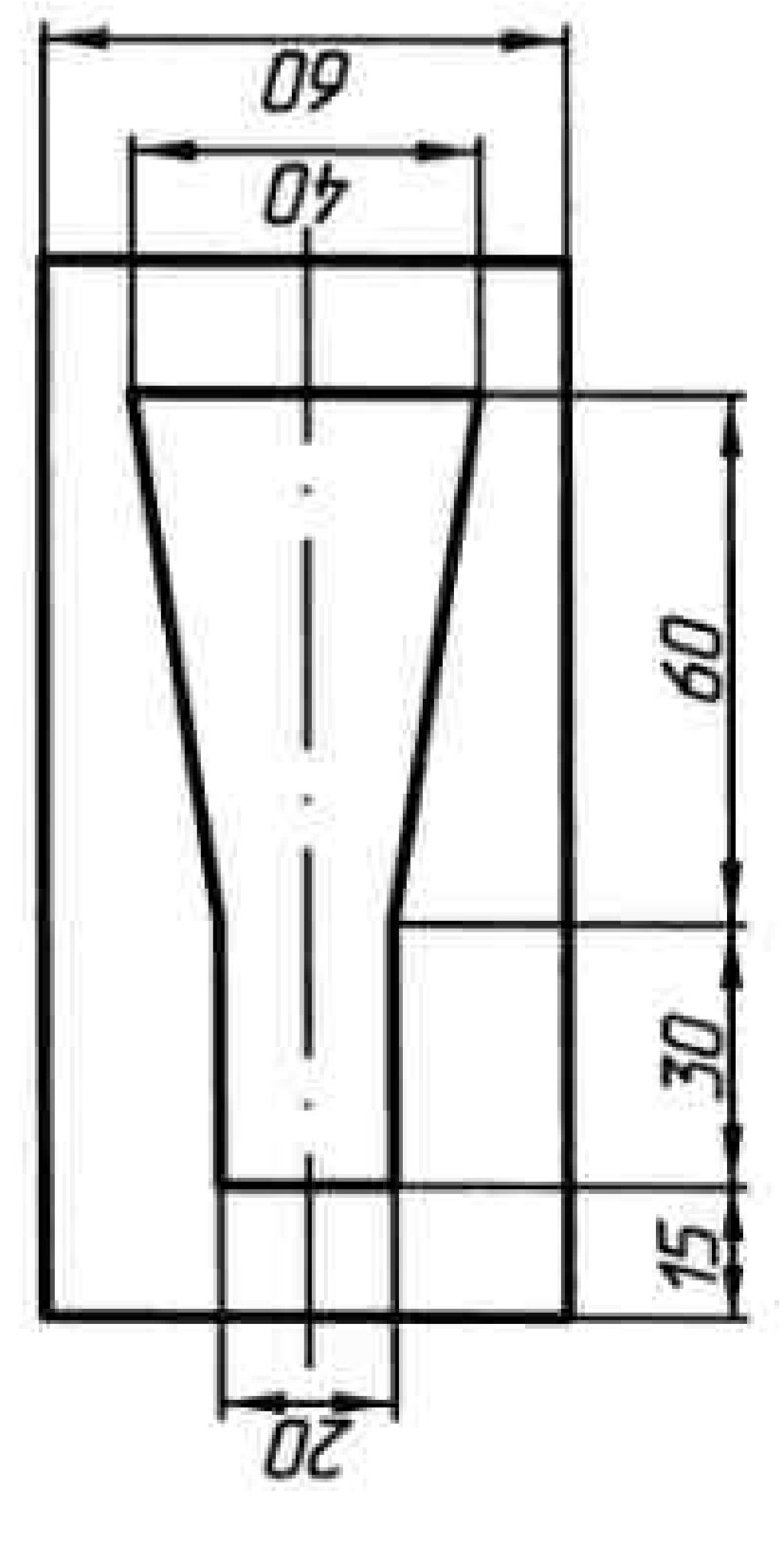
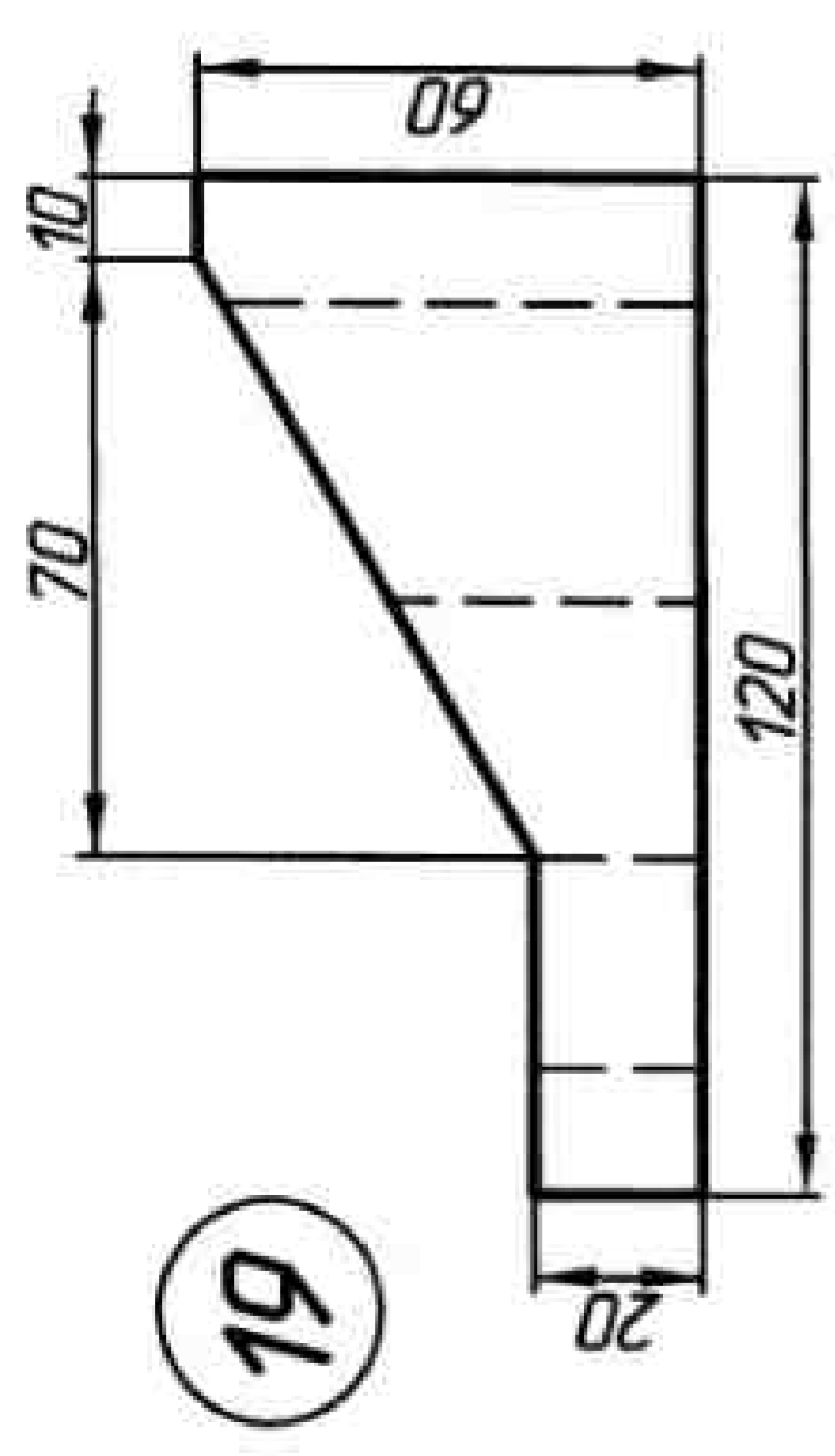
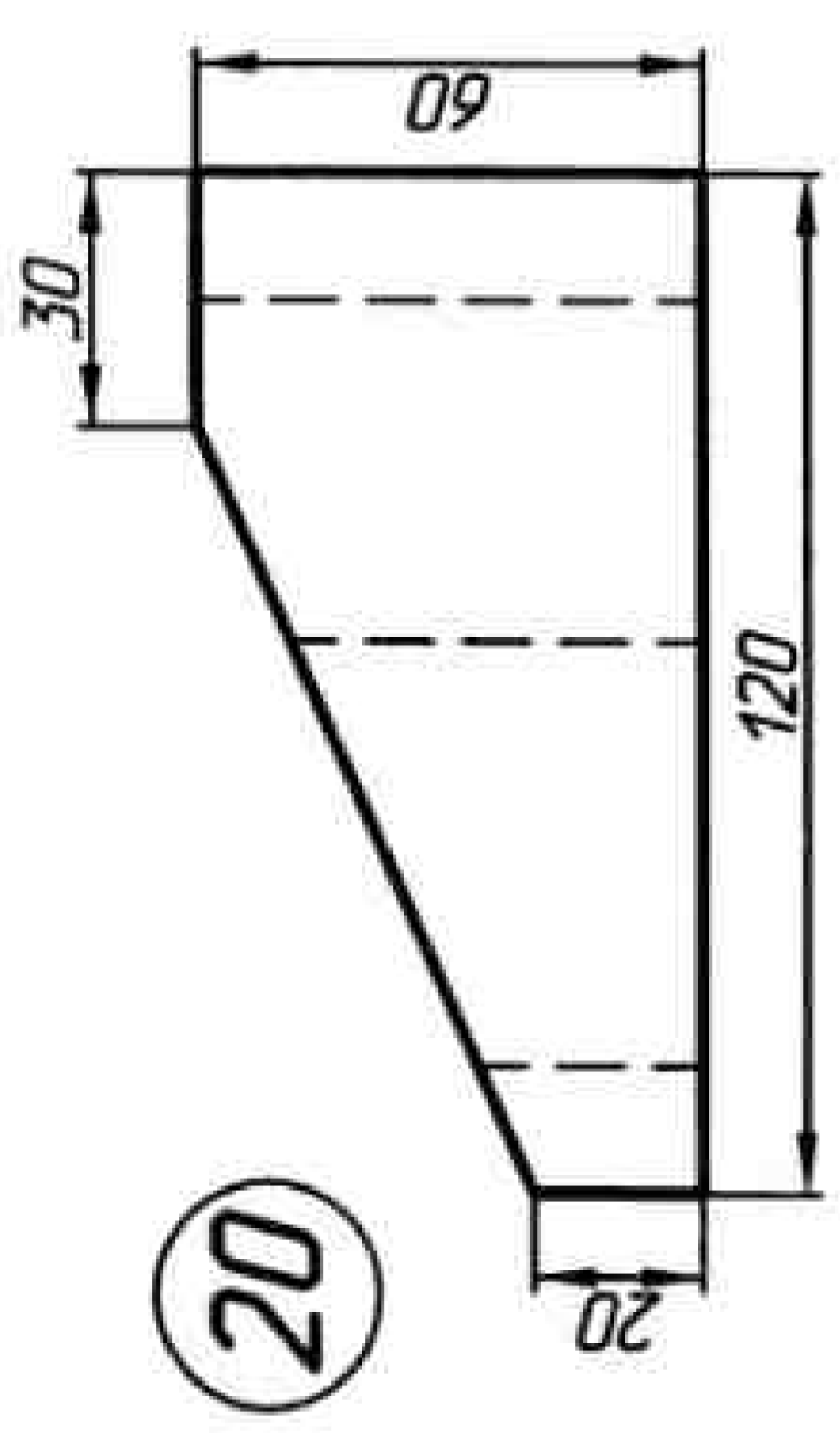


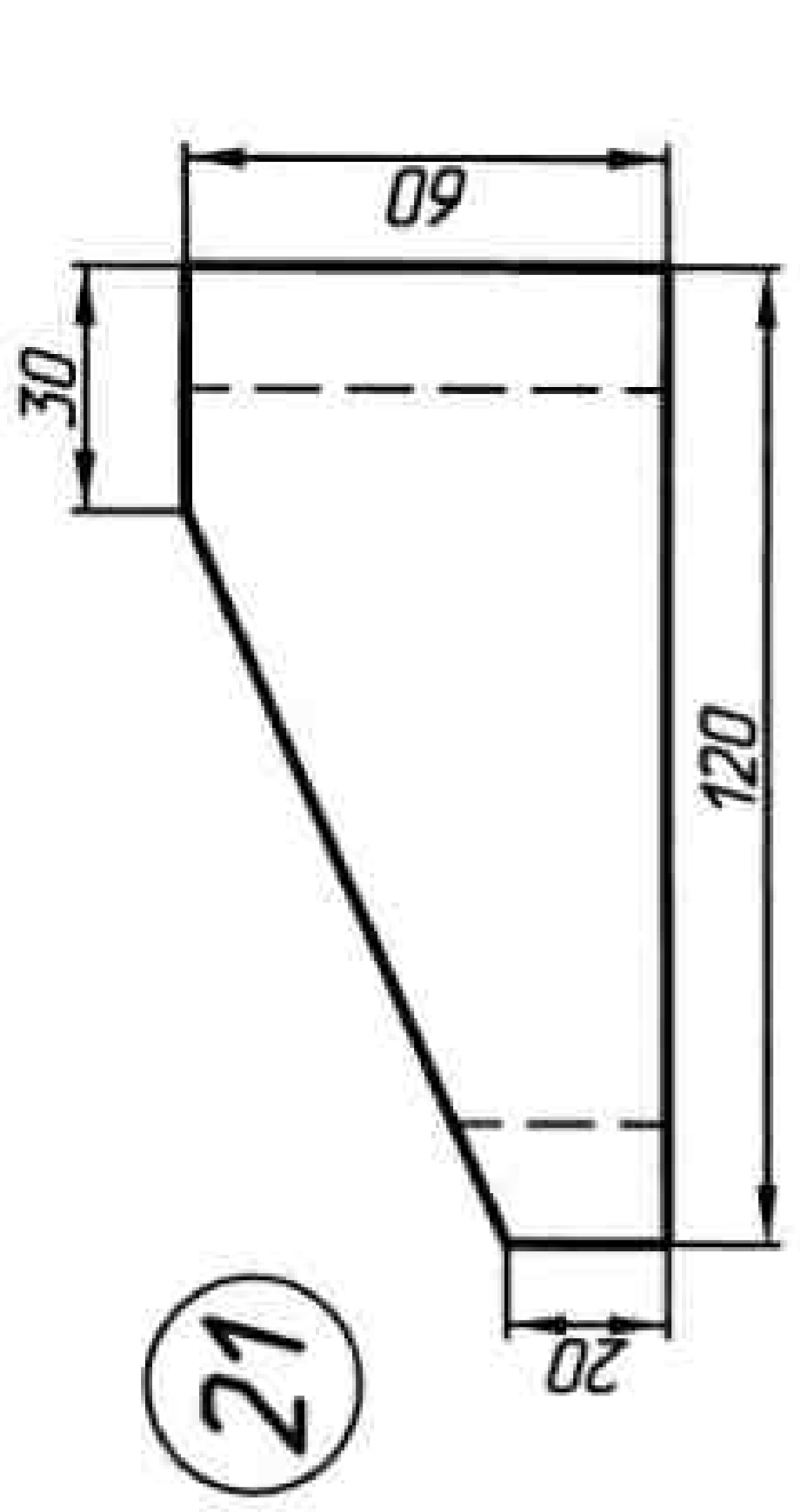
Рисунок 49



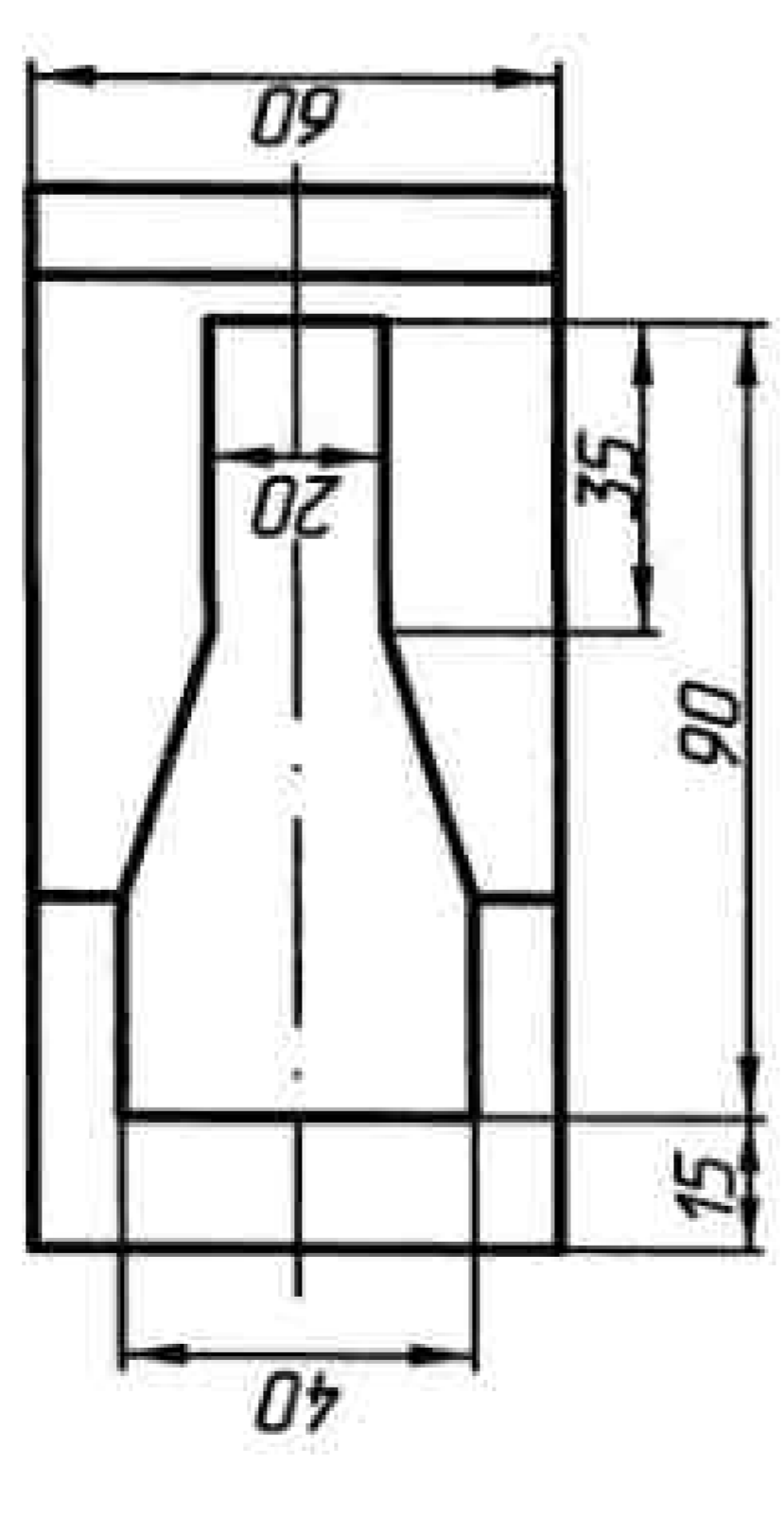
19



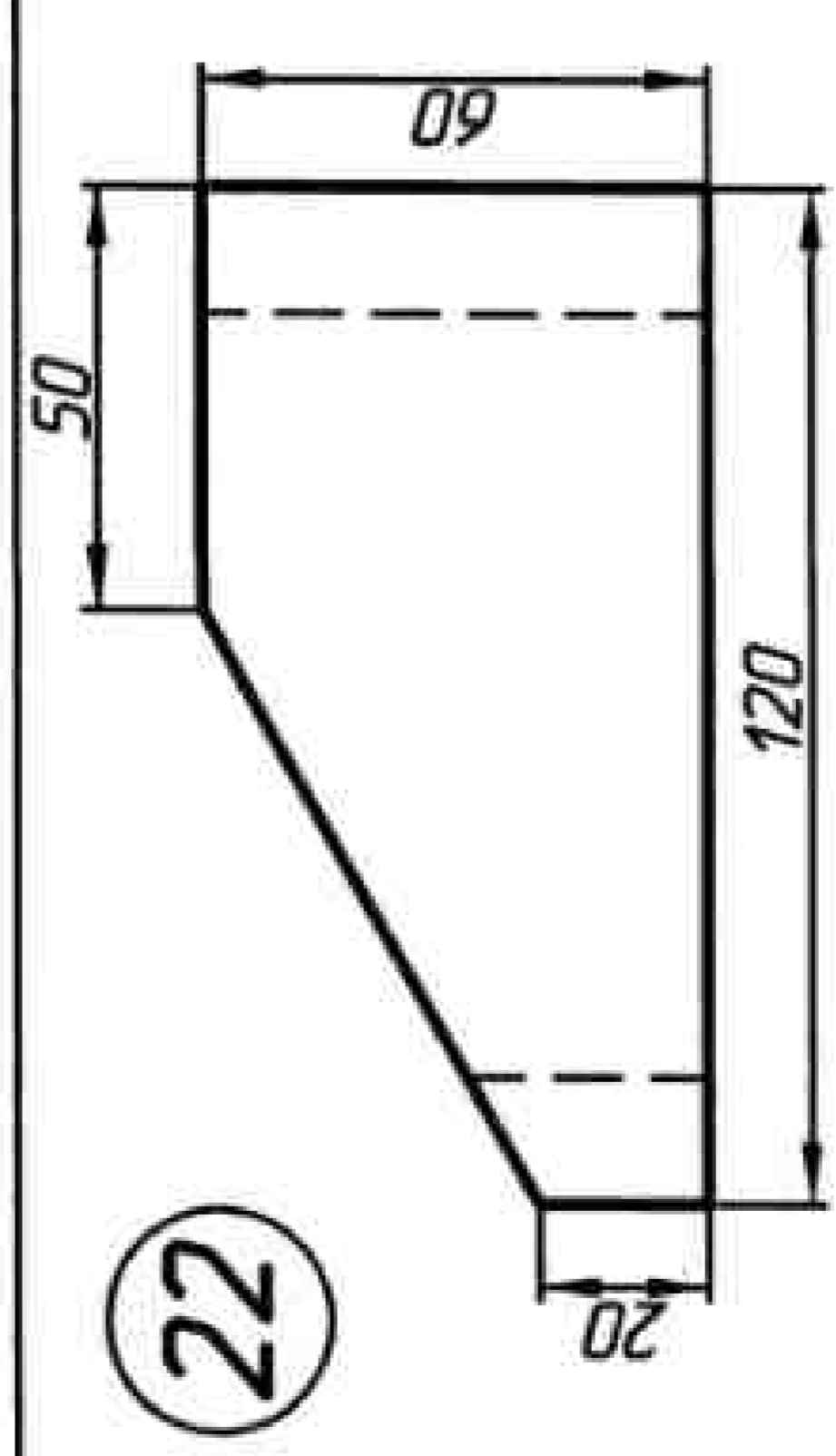
20



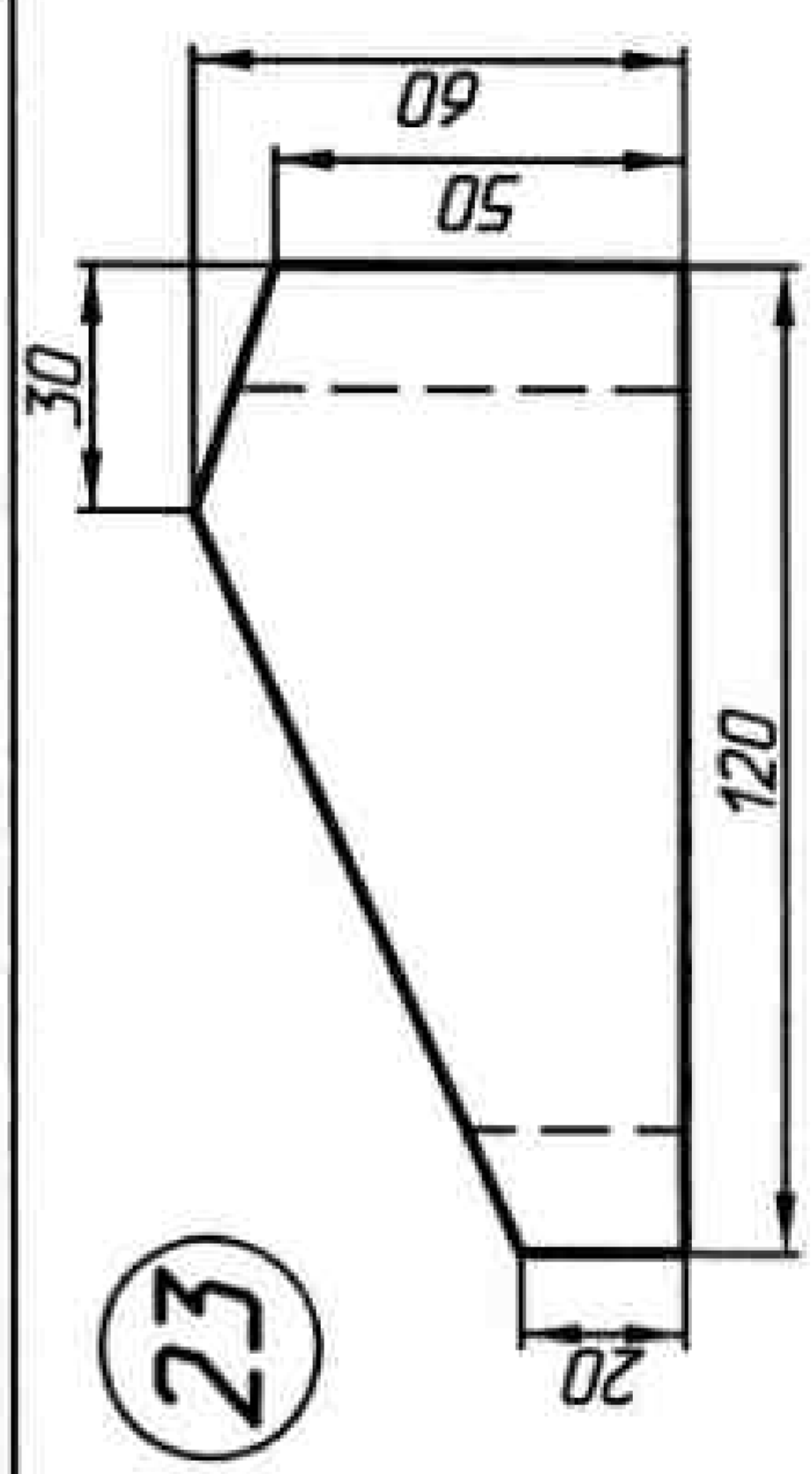
21



22



23



24

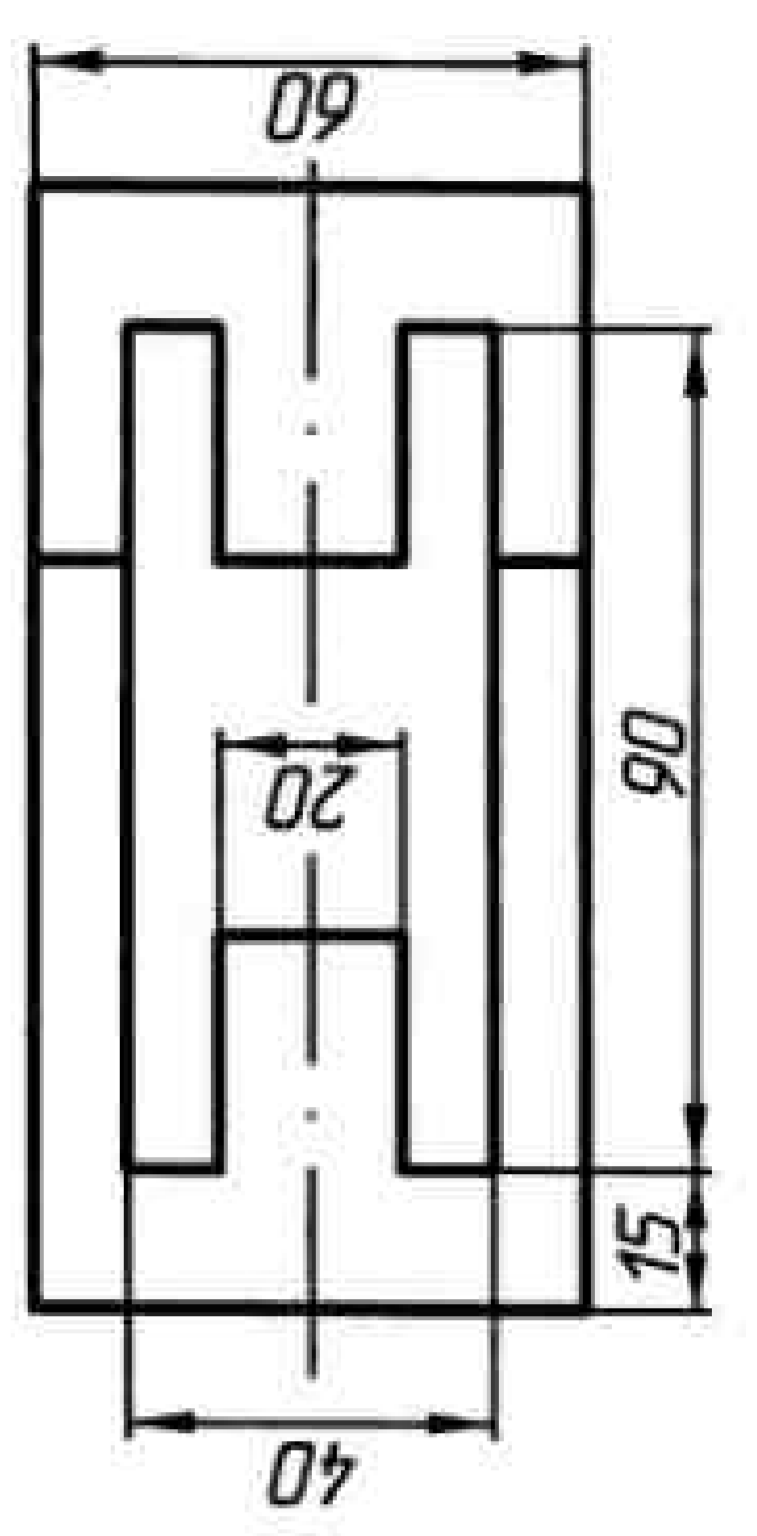
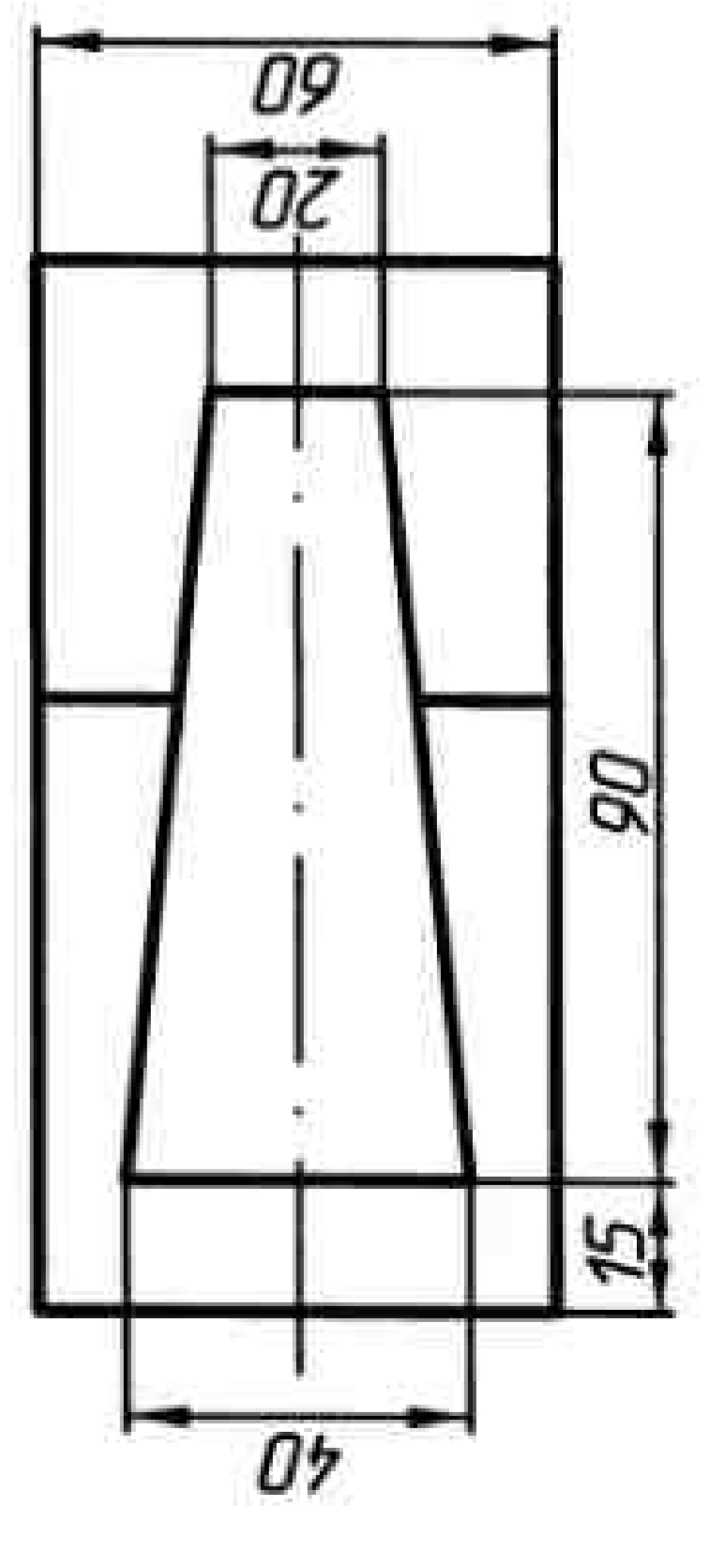
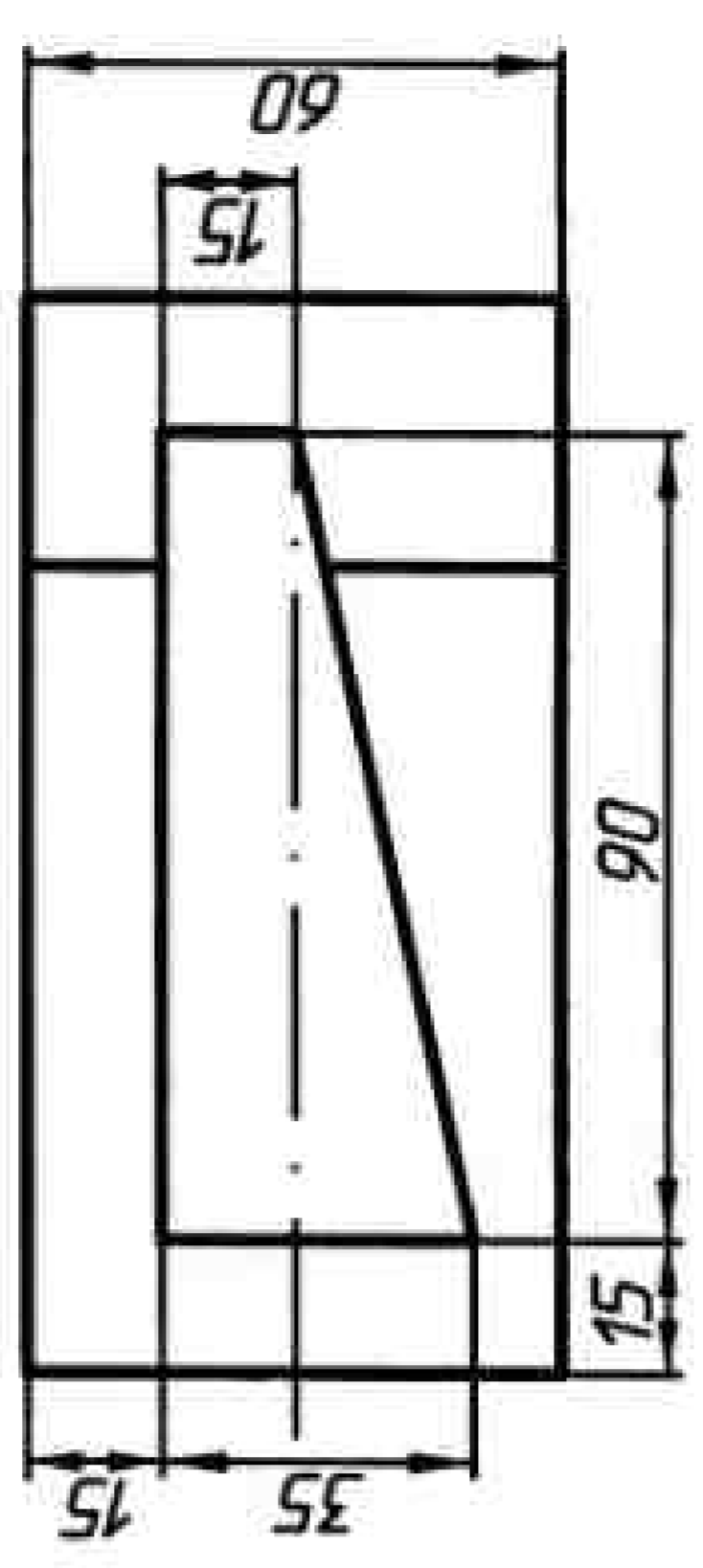
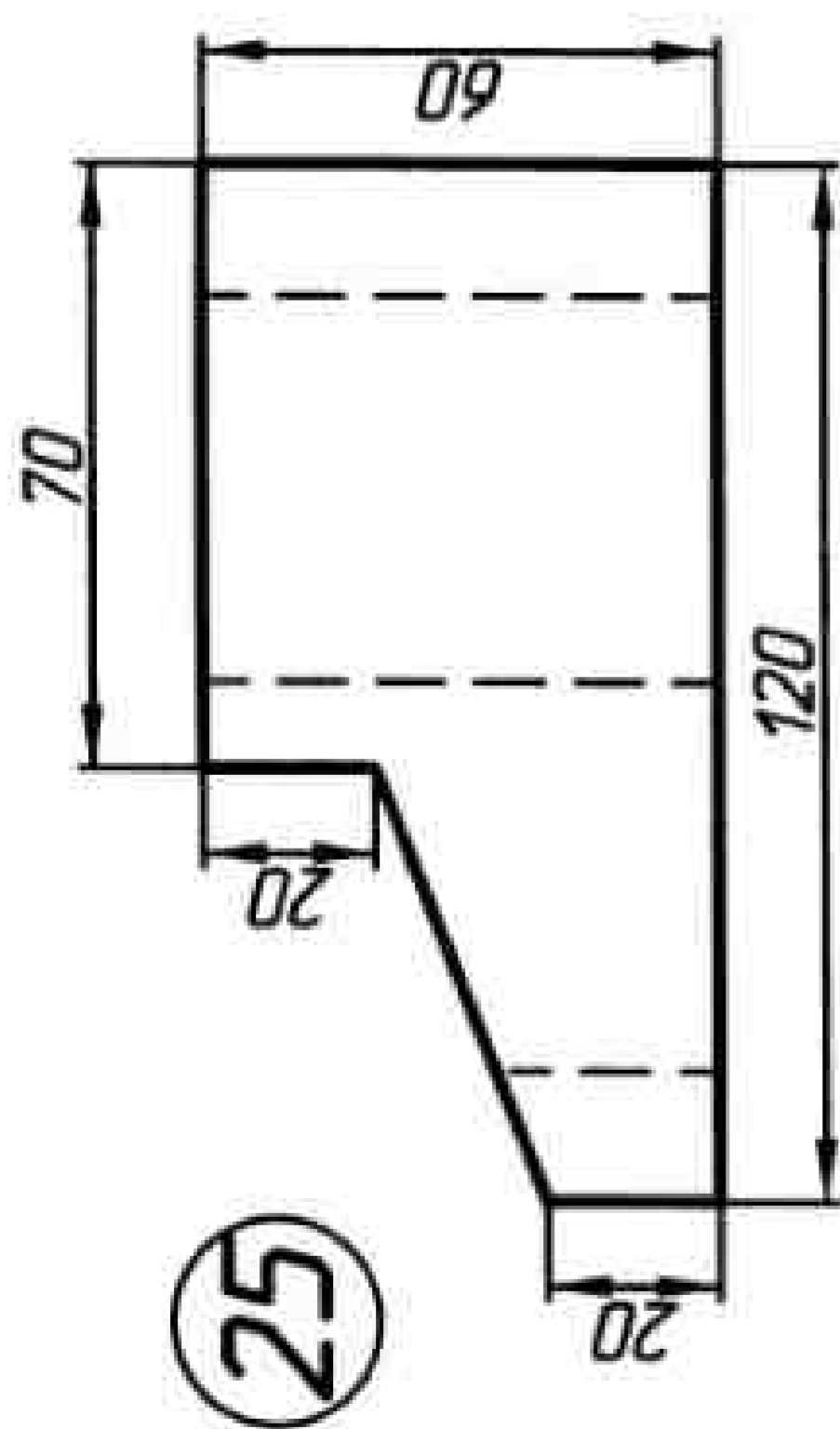
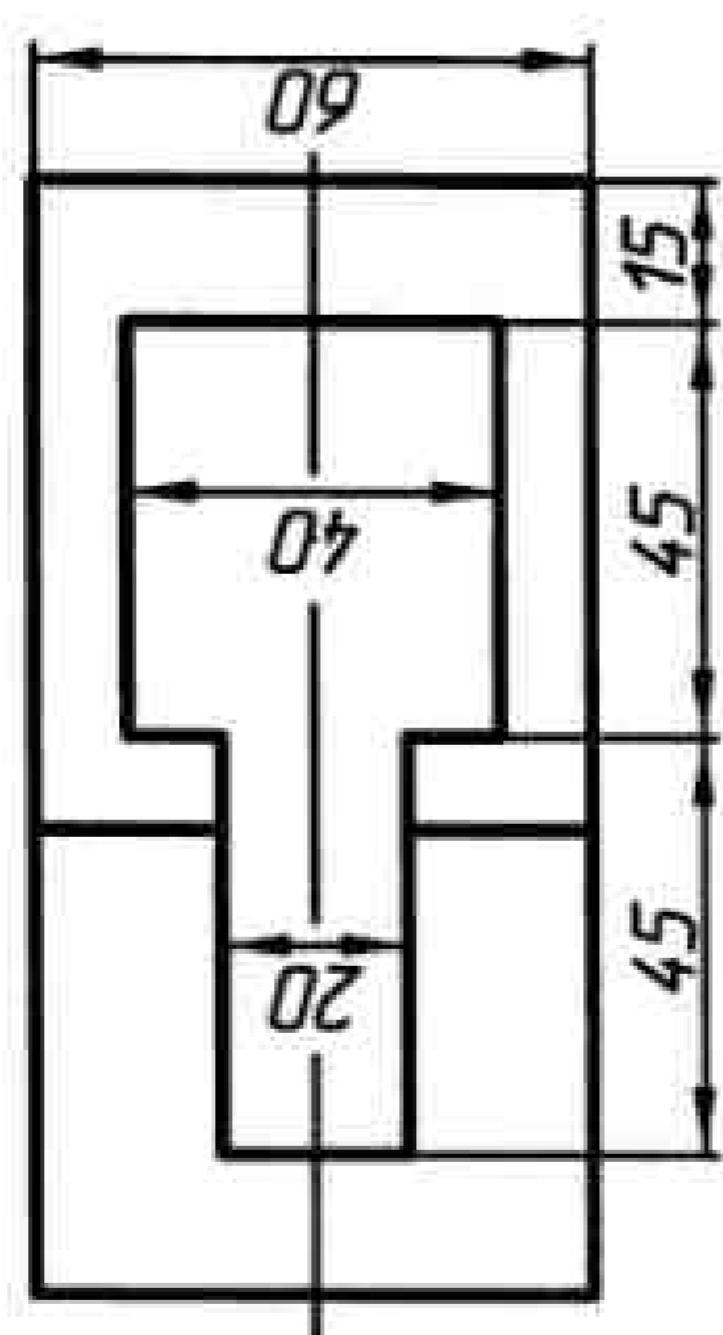


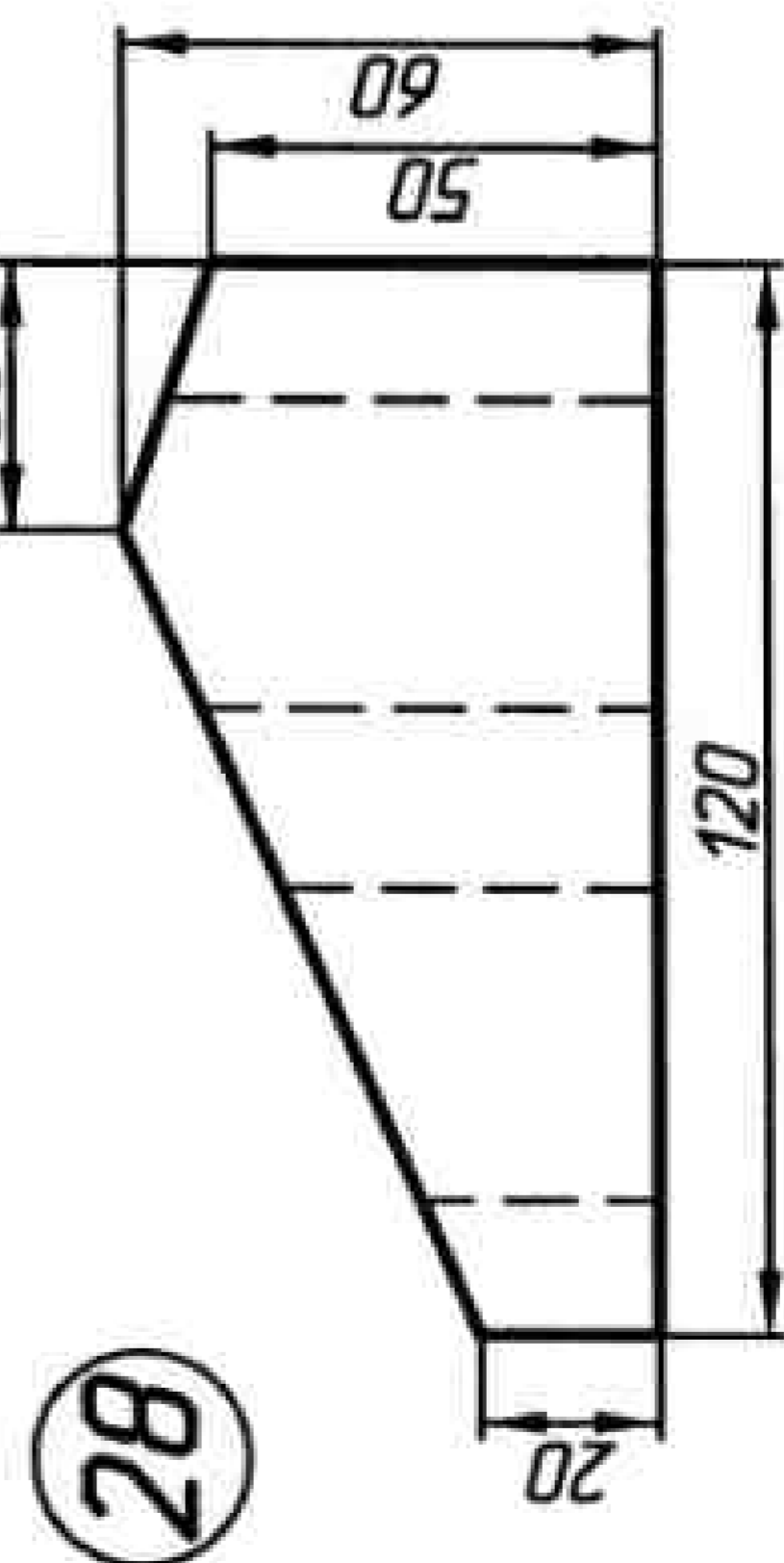
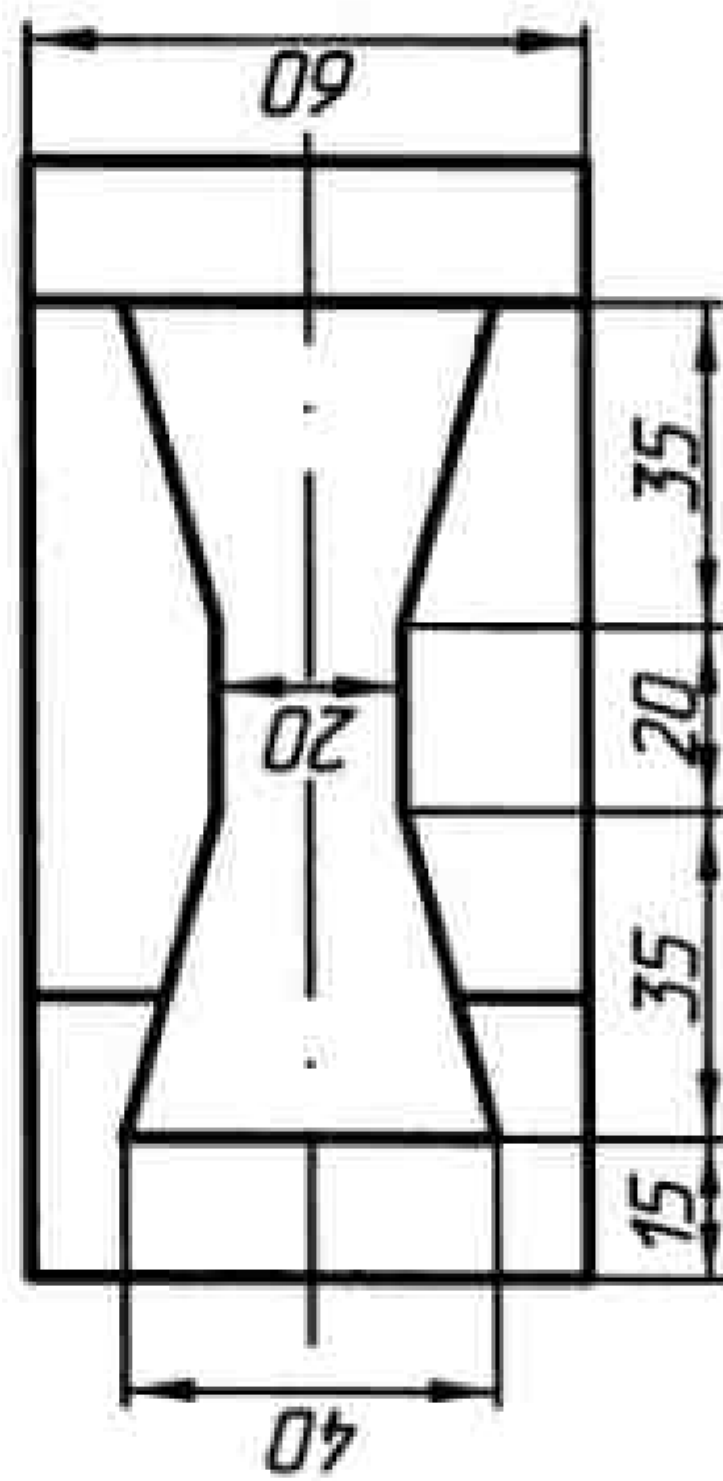
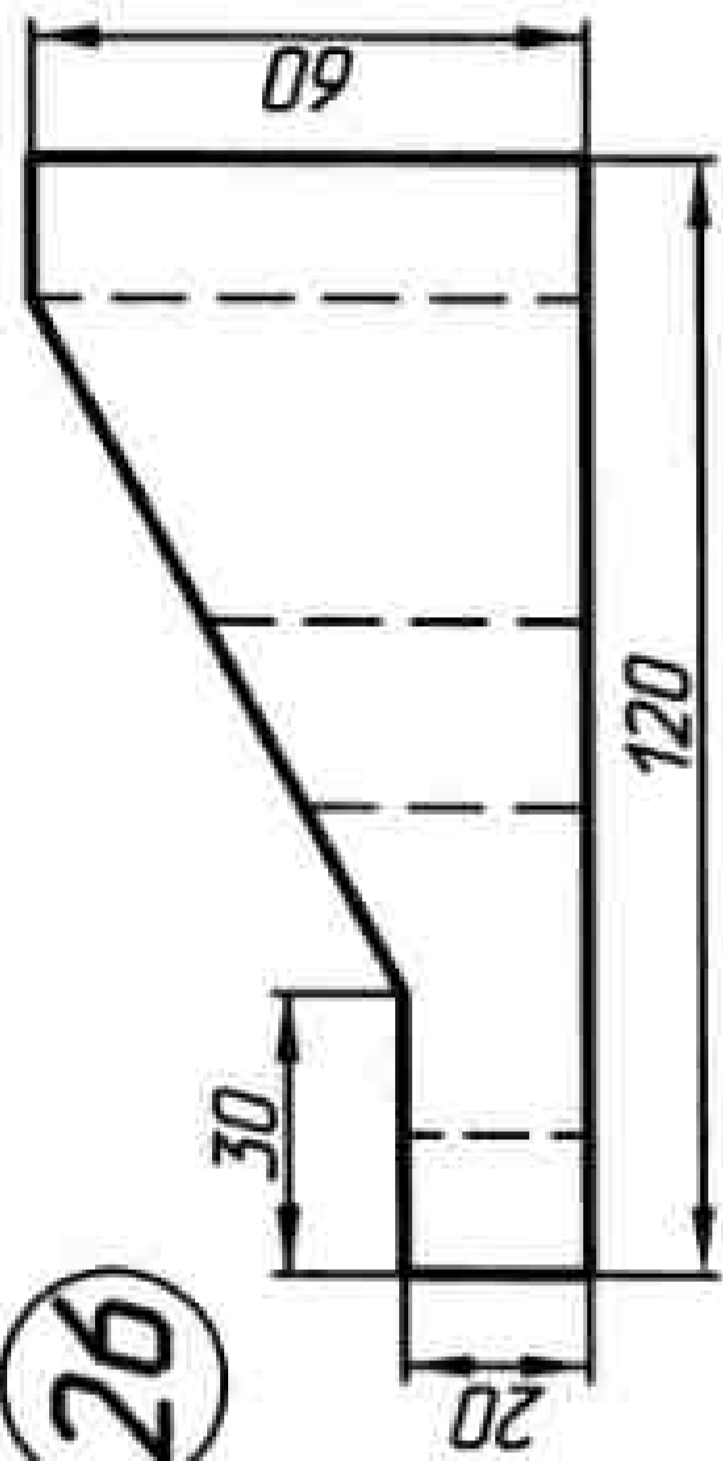
Рисунок 50



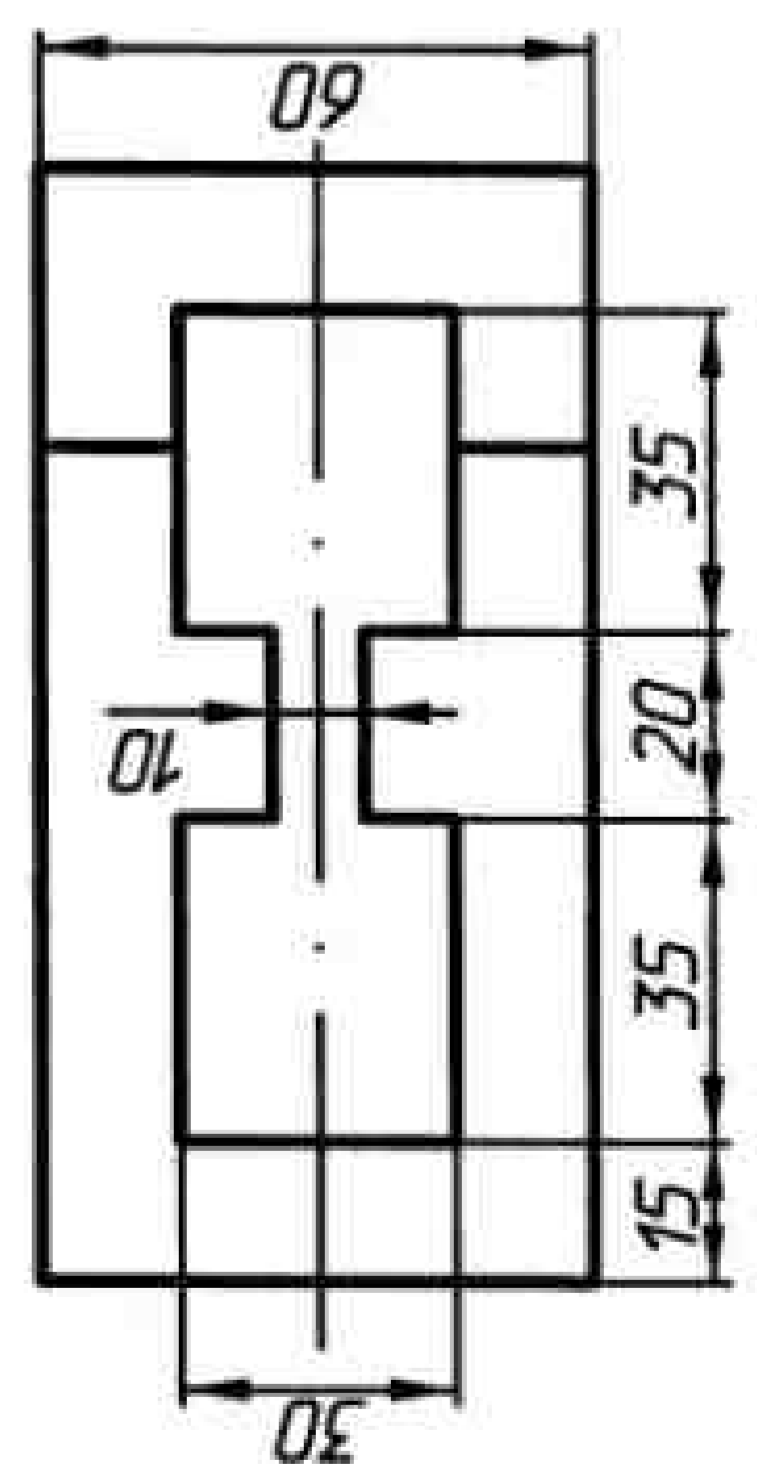
25



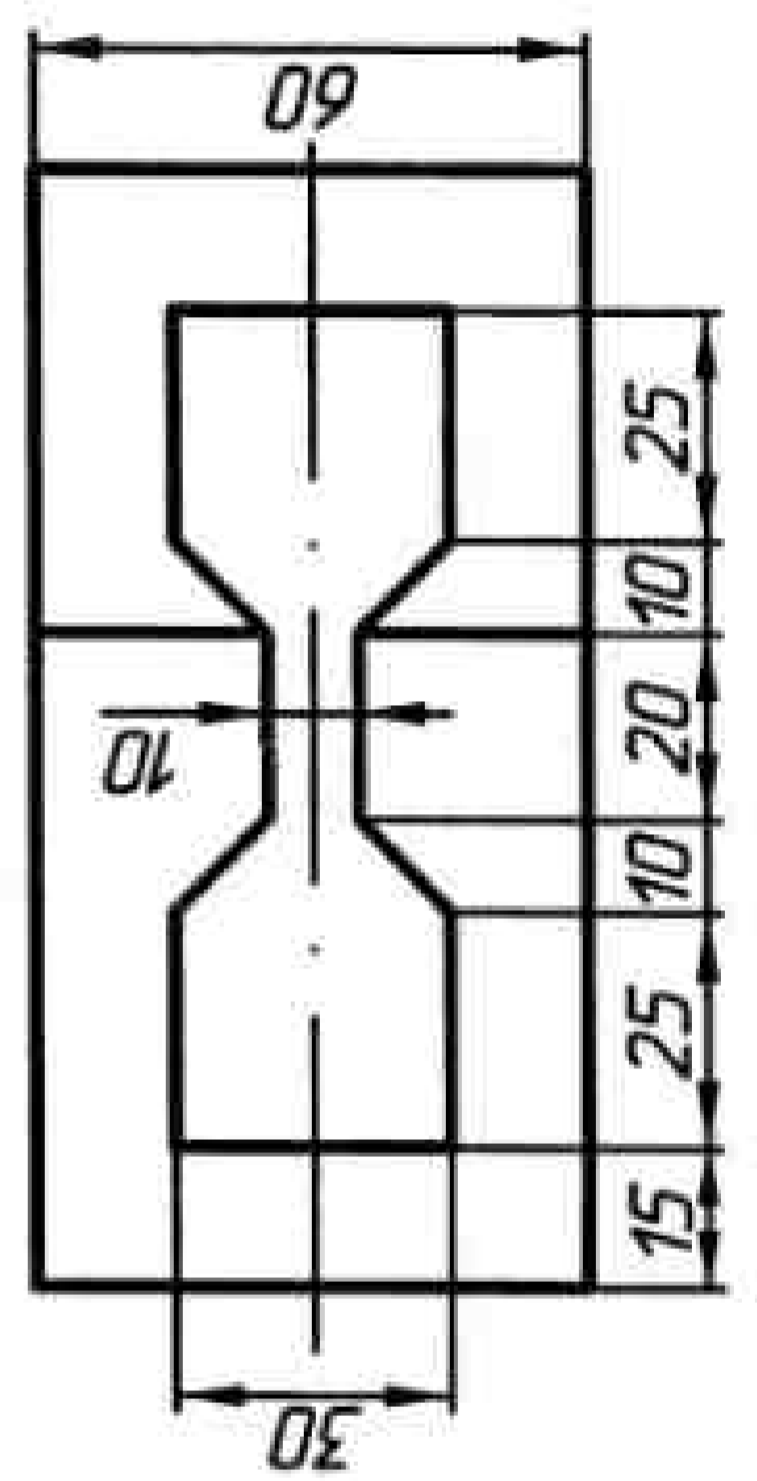
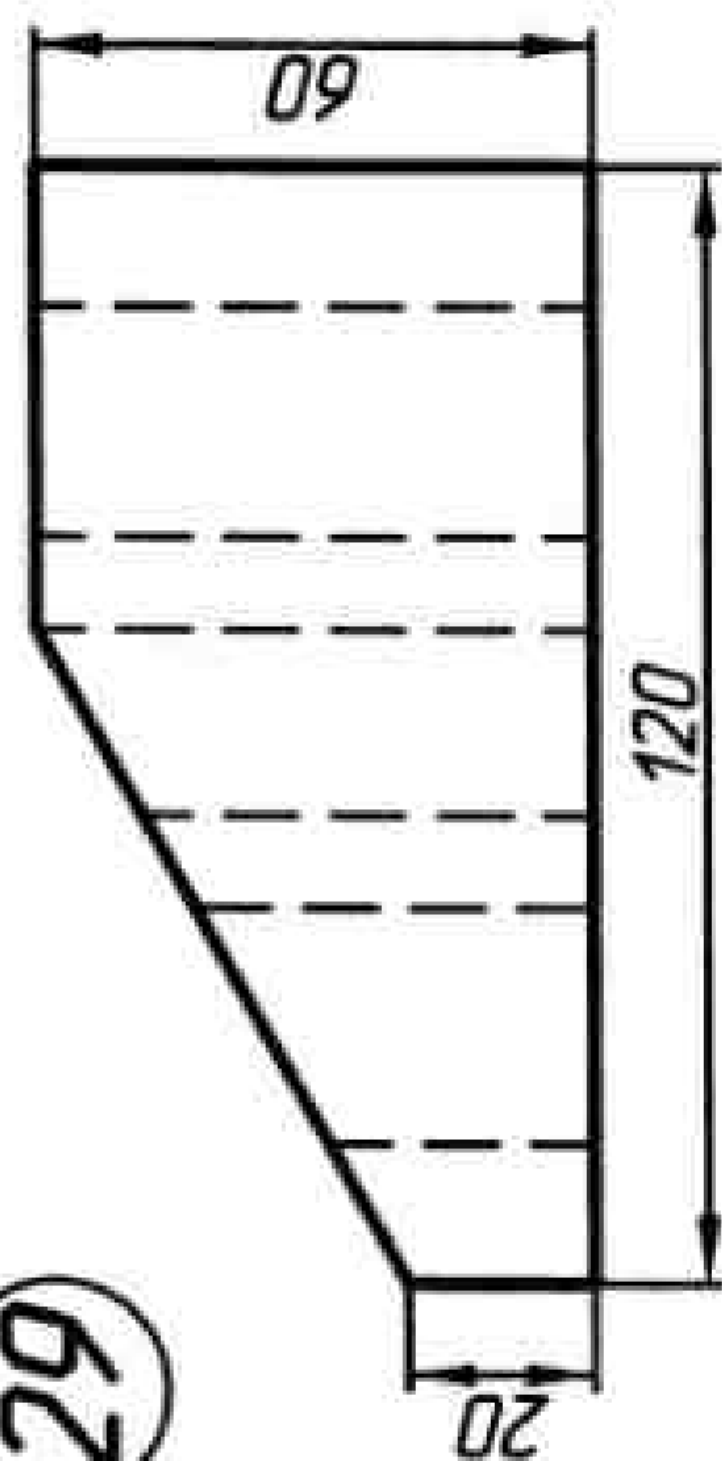
26



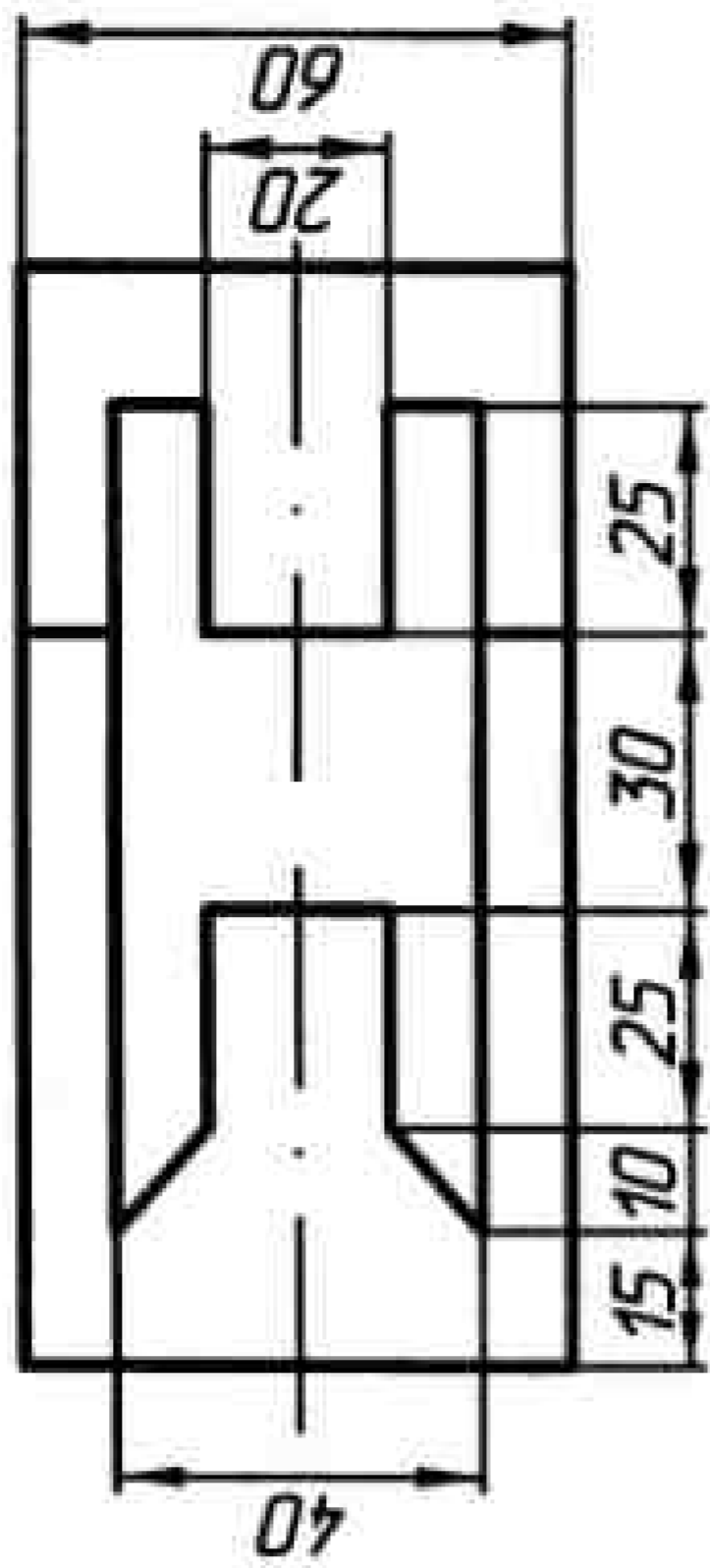
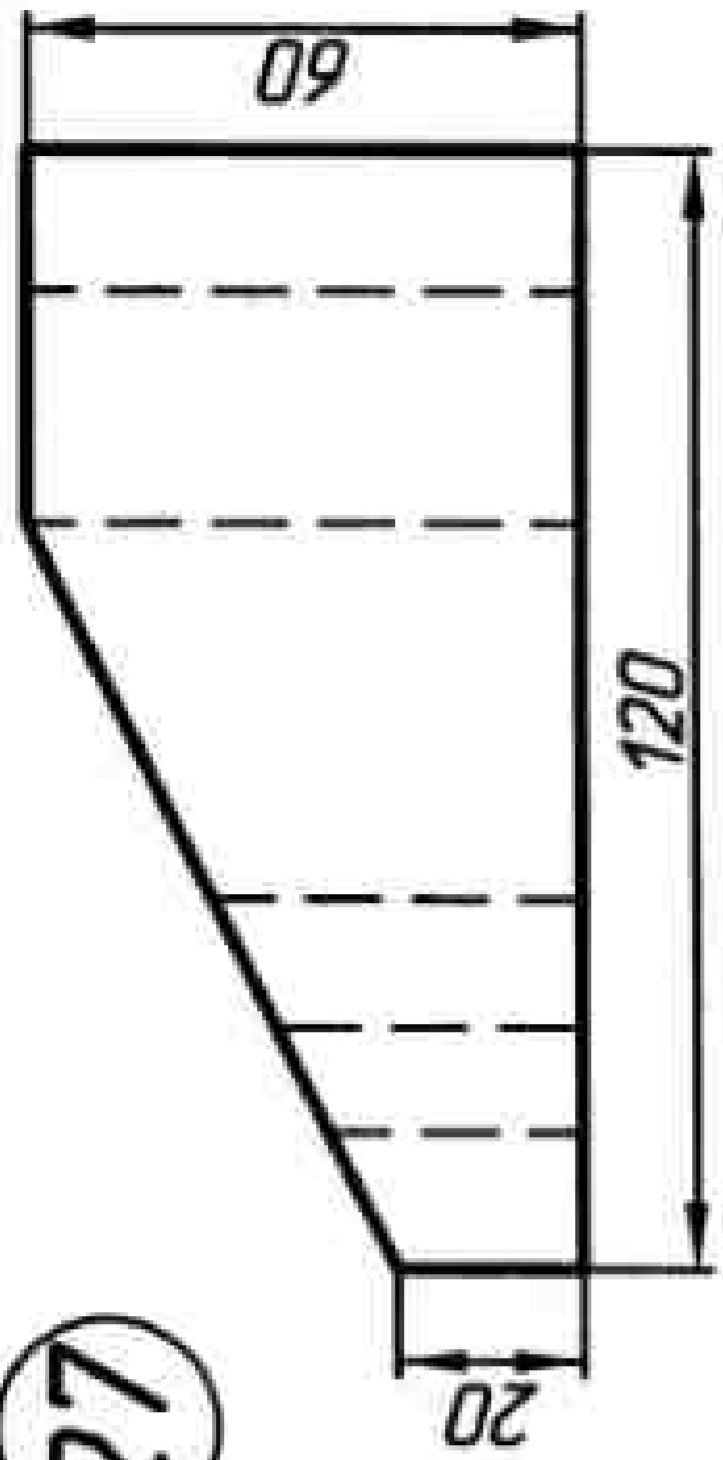
28



29



27



30

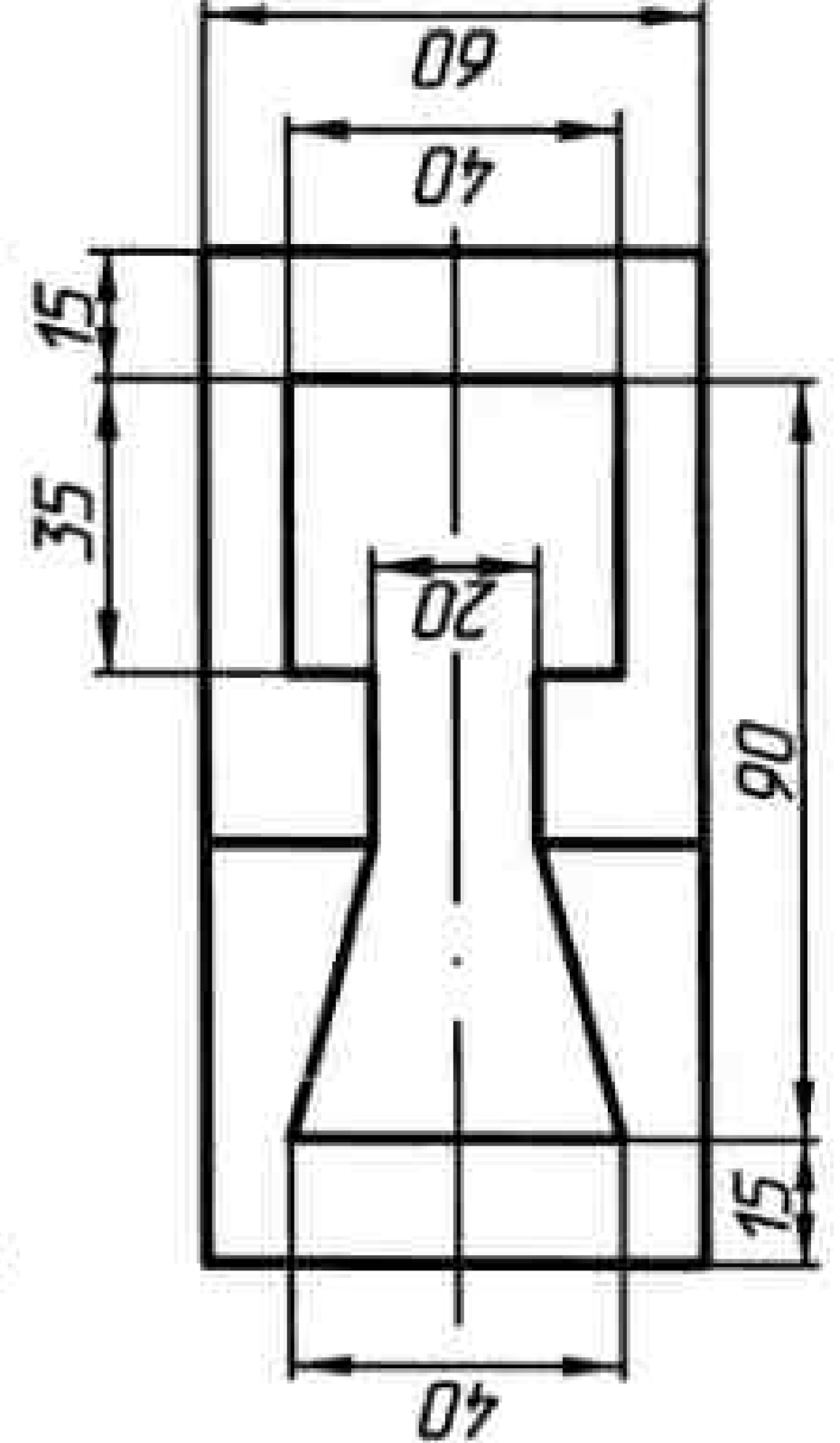
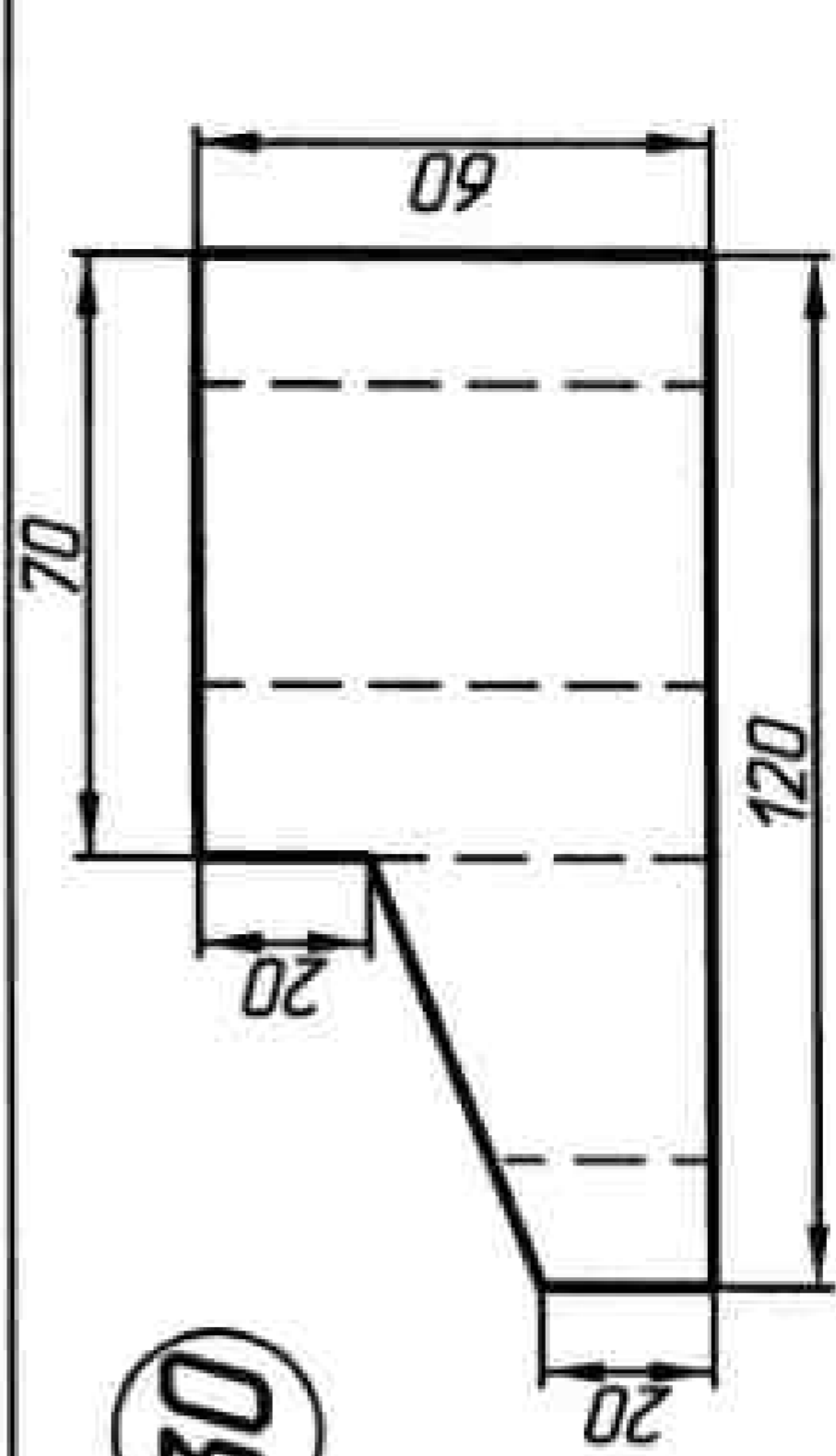


Рисунок 51

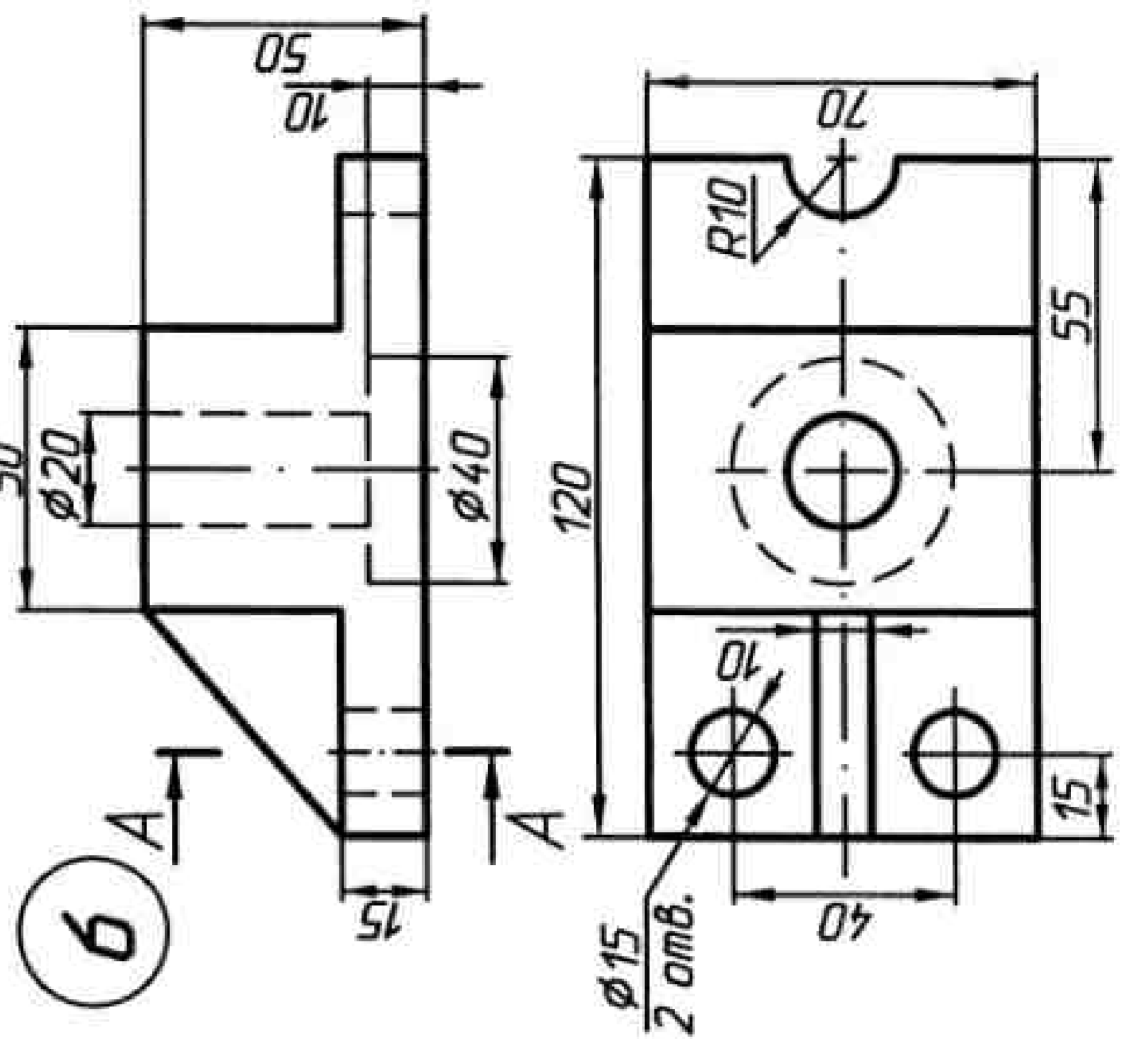
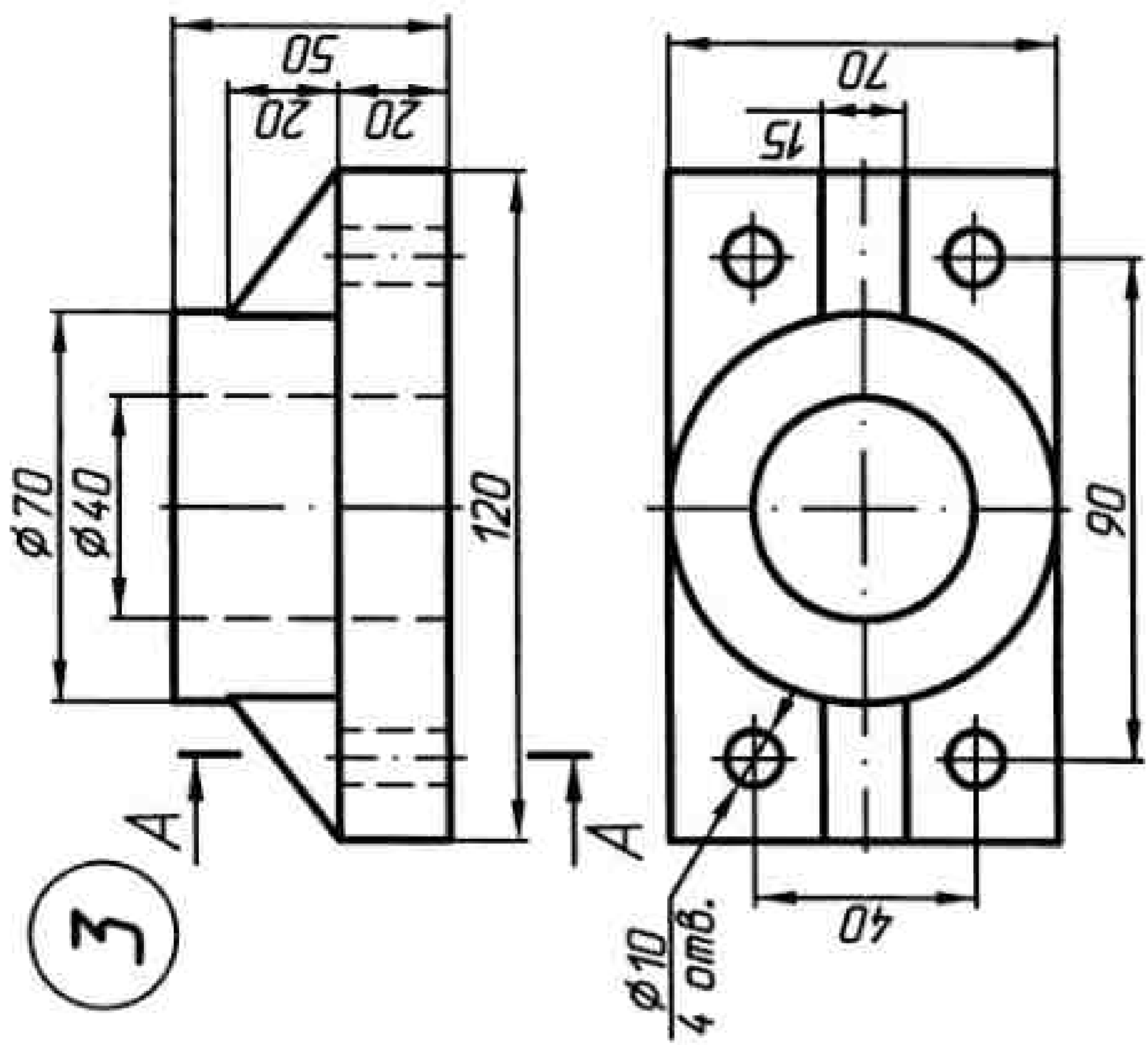
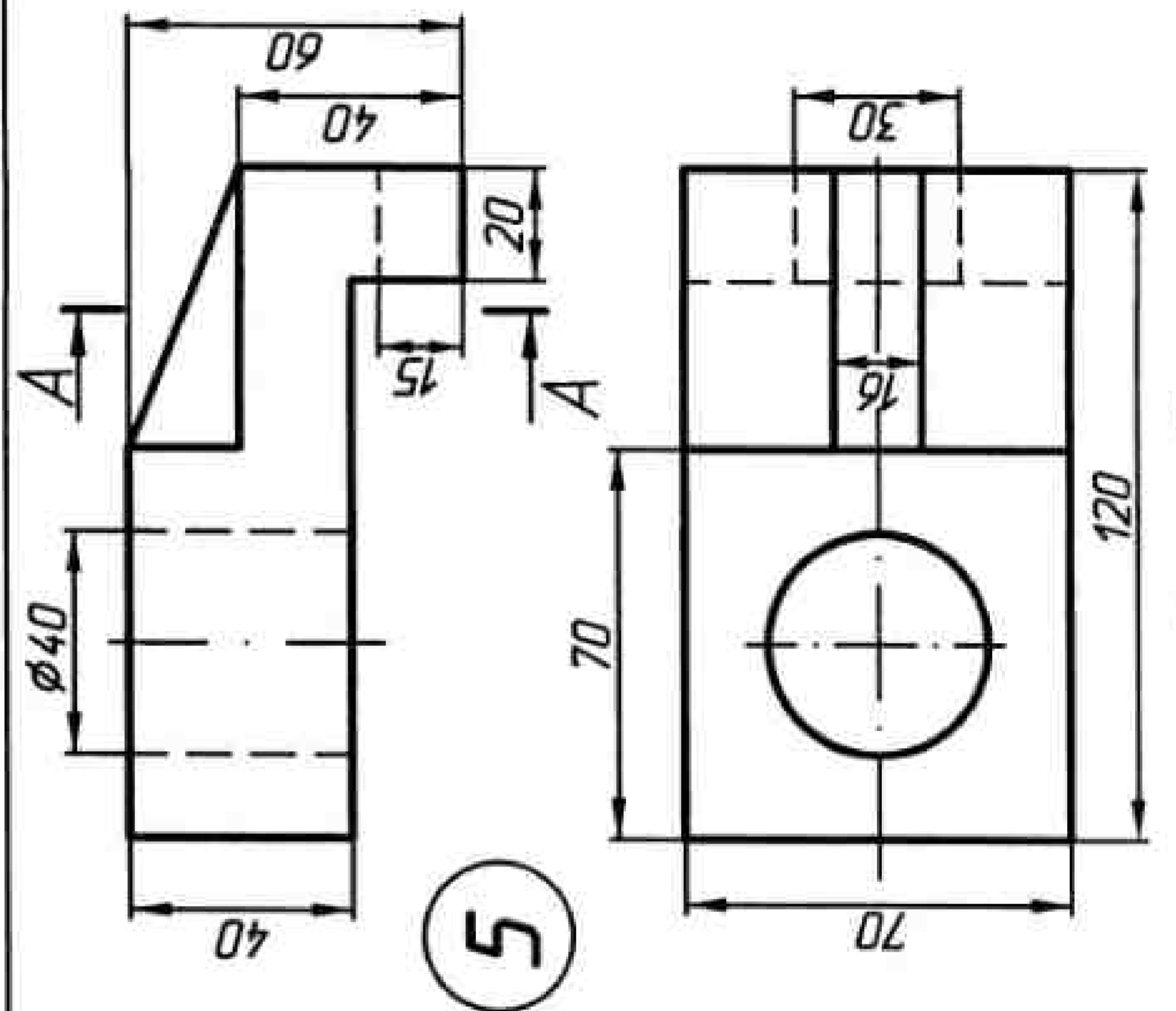
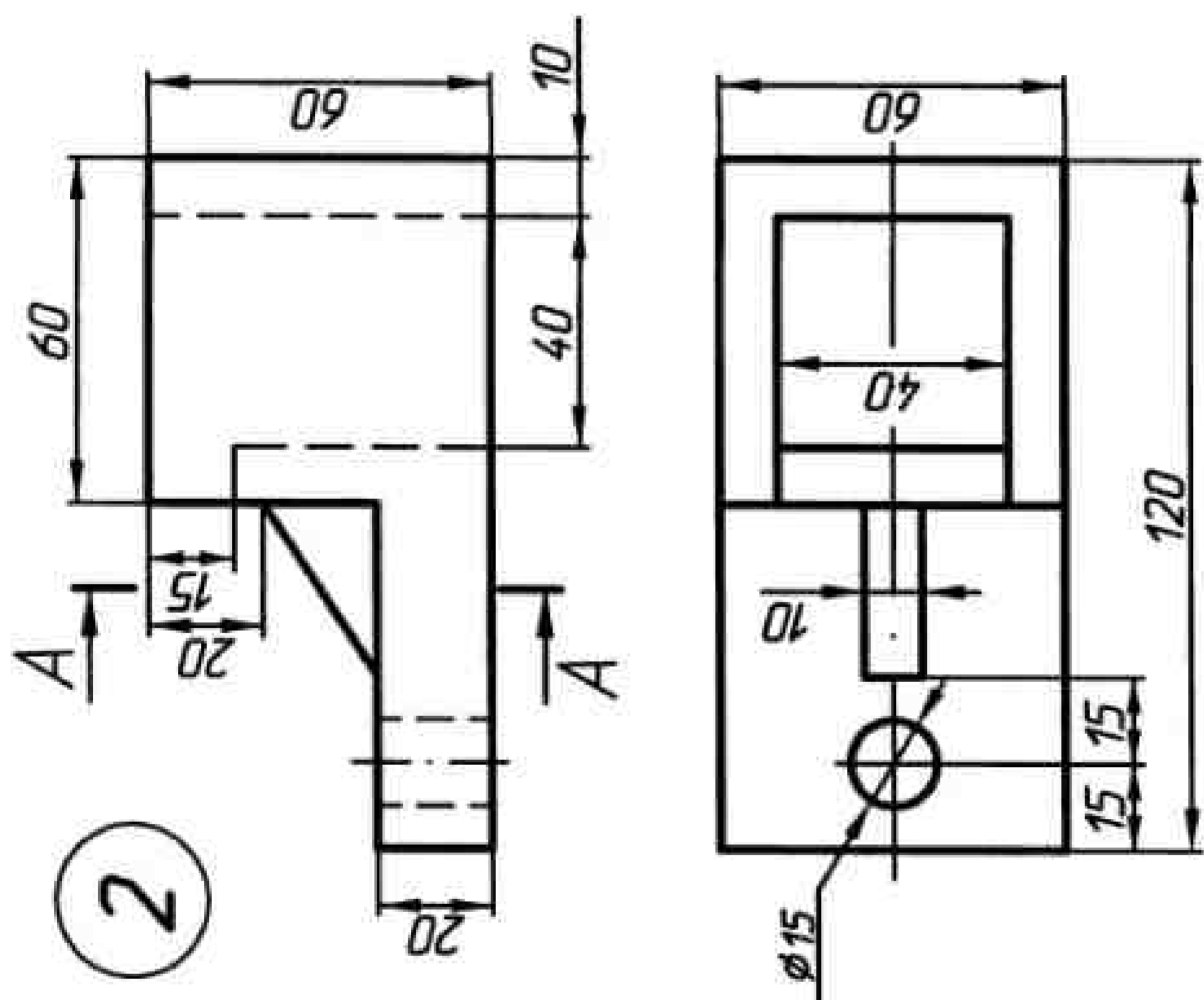
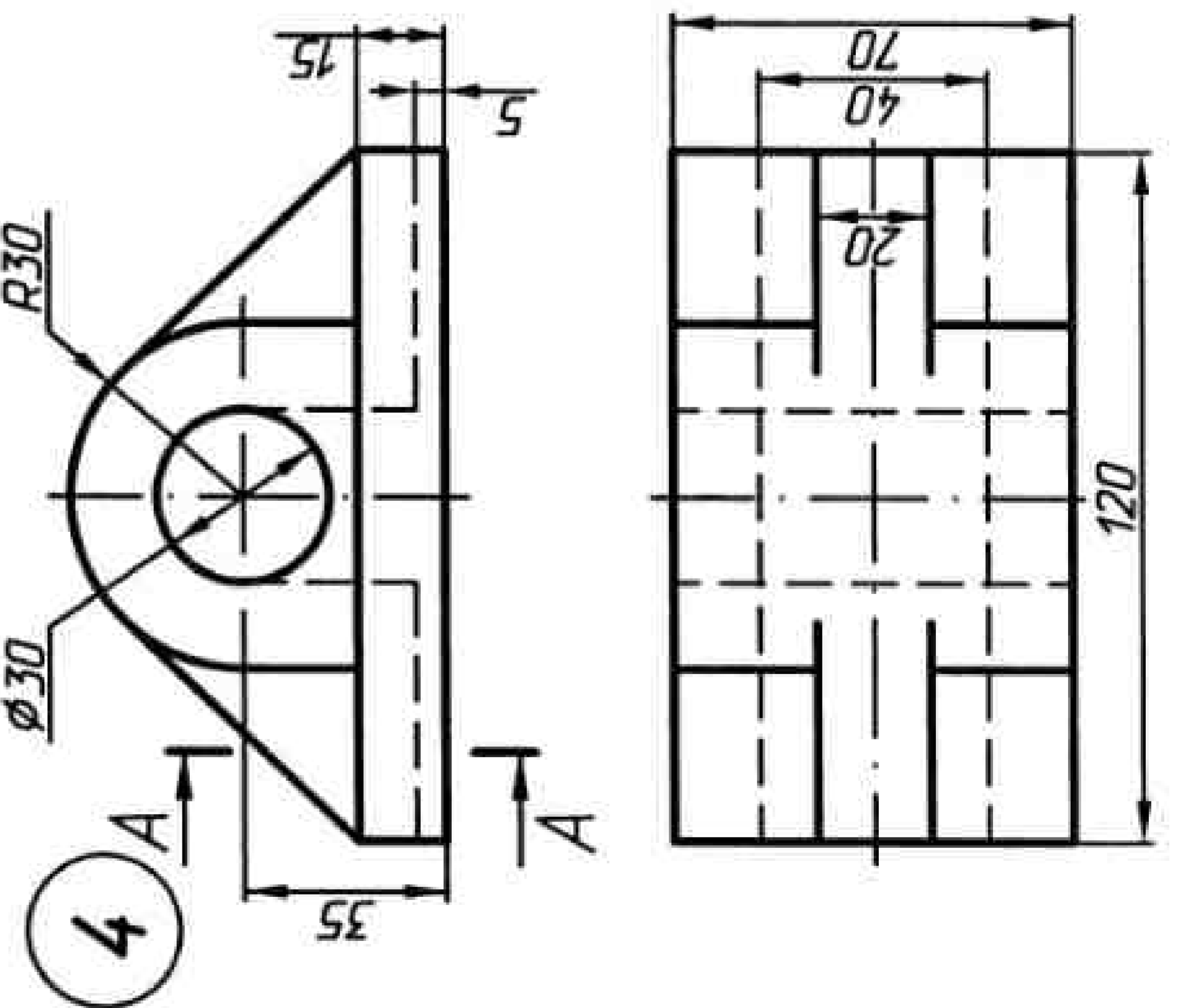
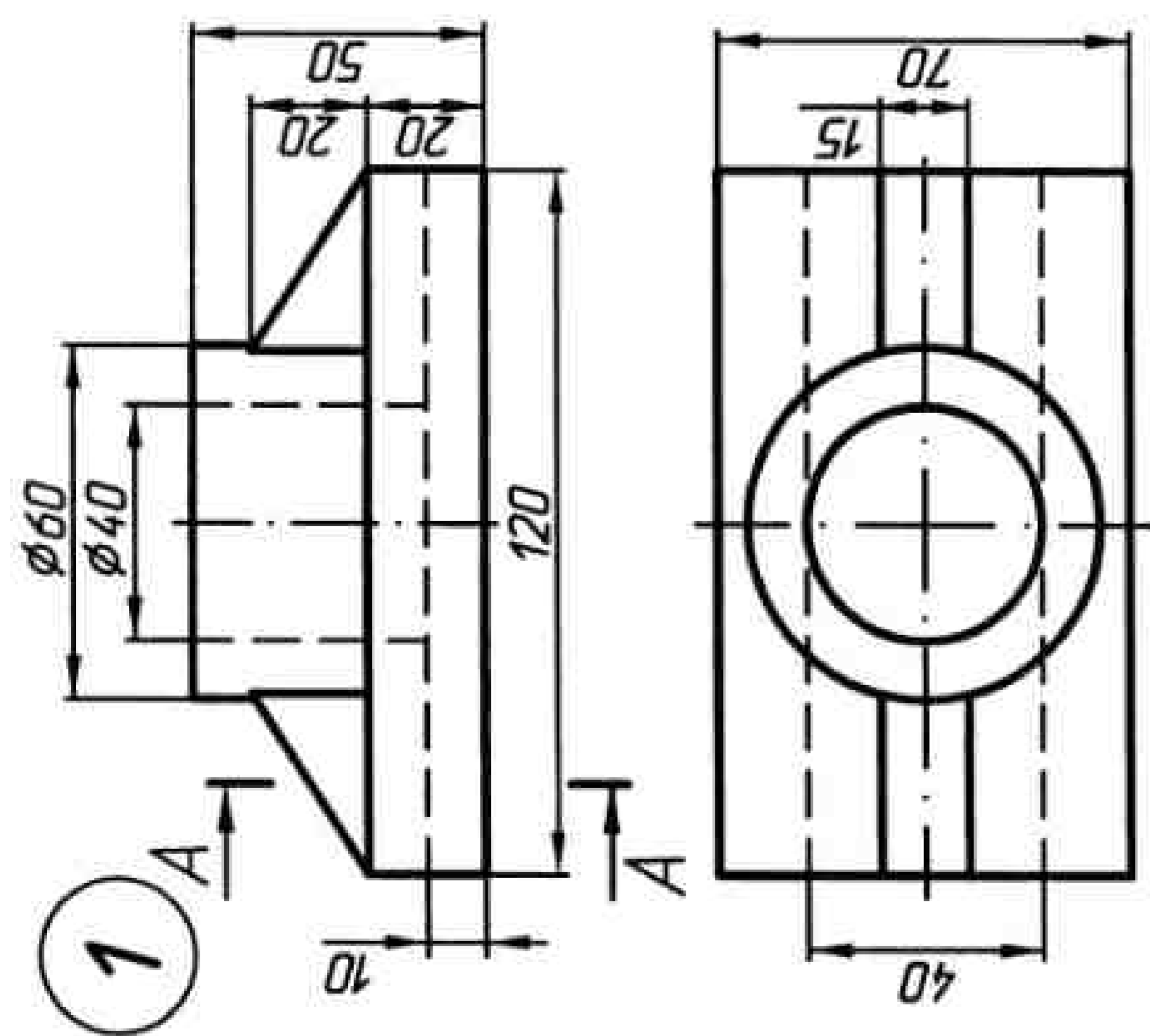


Рисунок 52

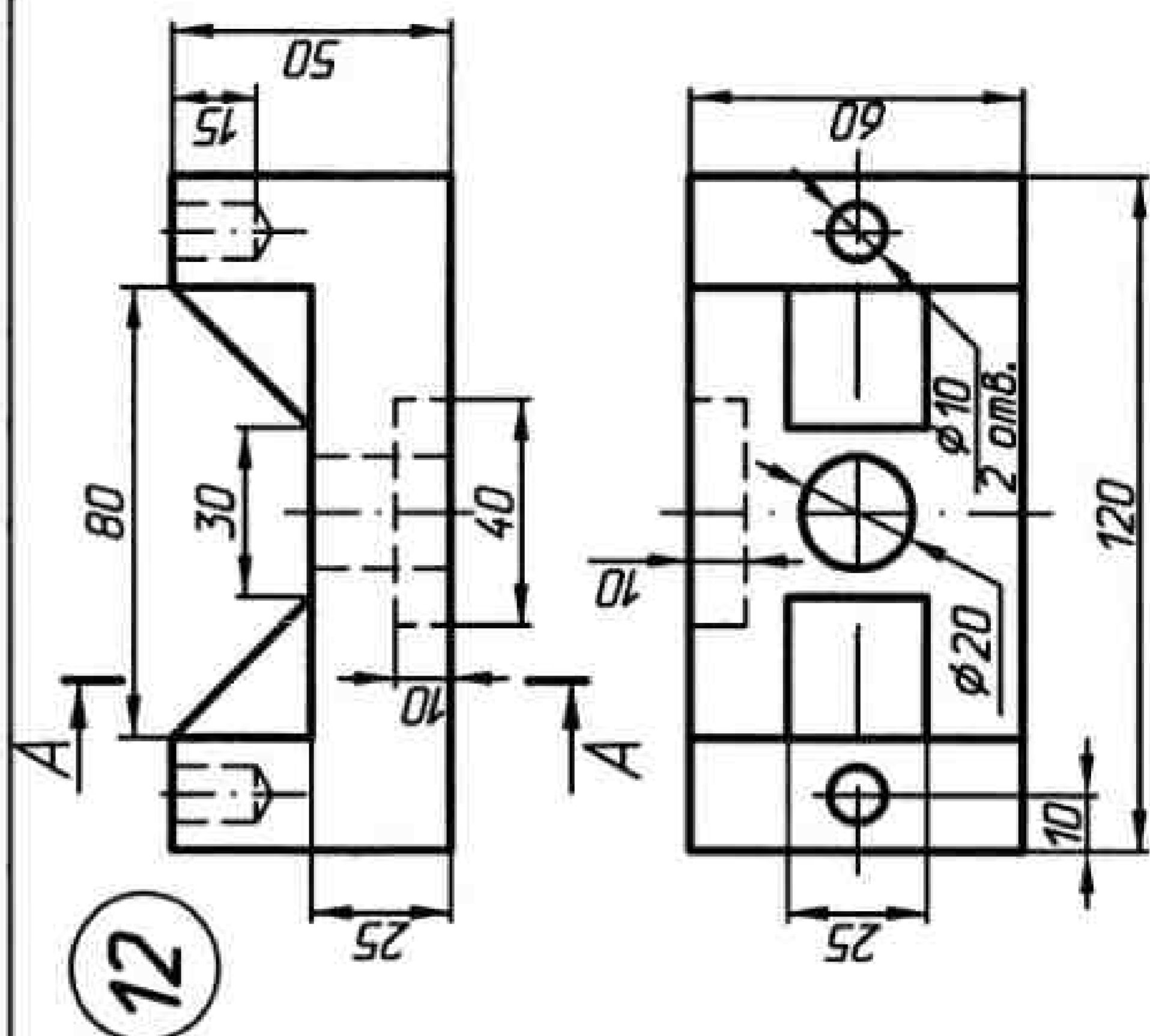
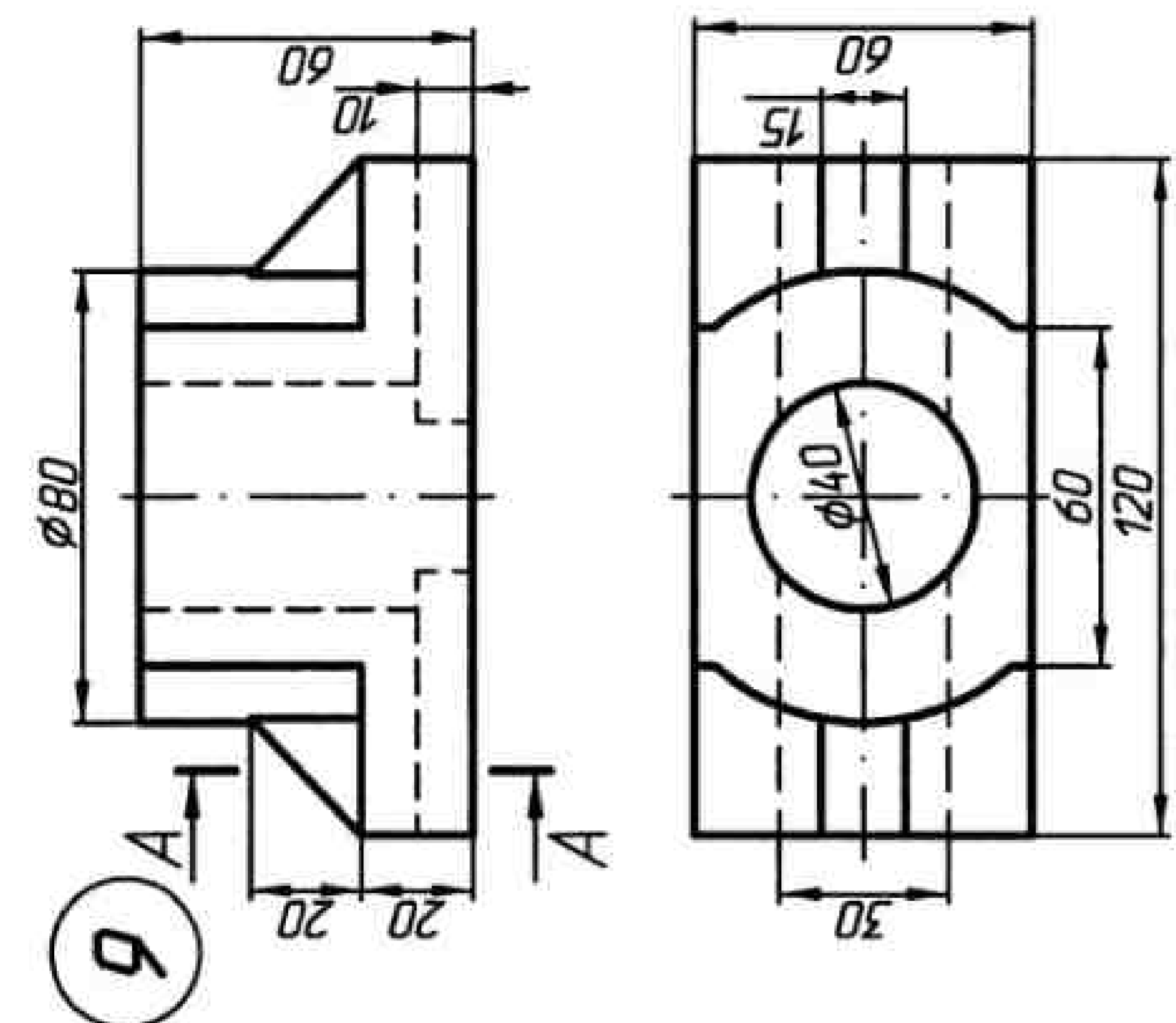
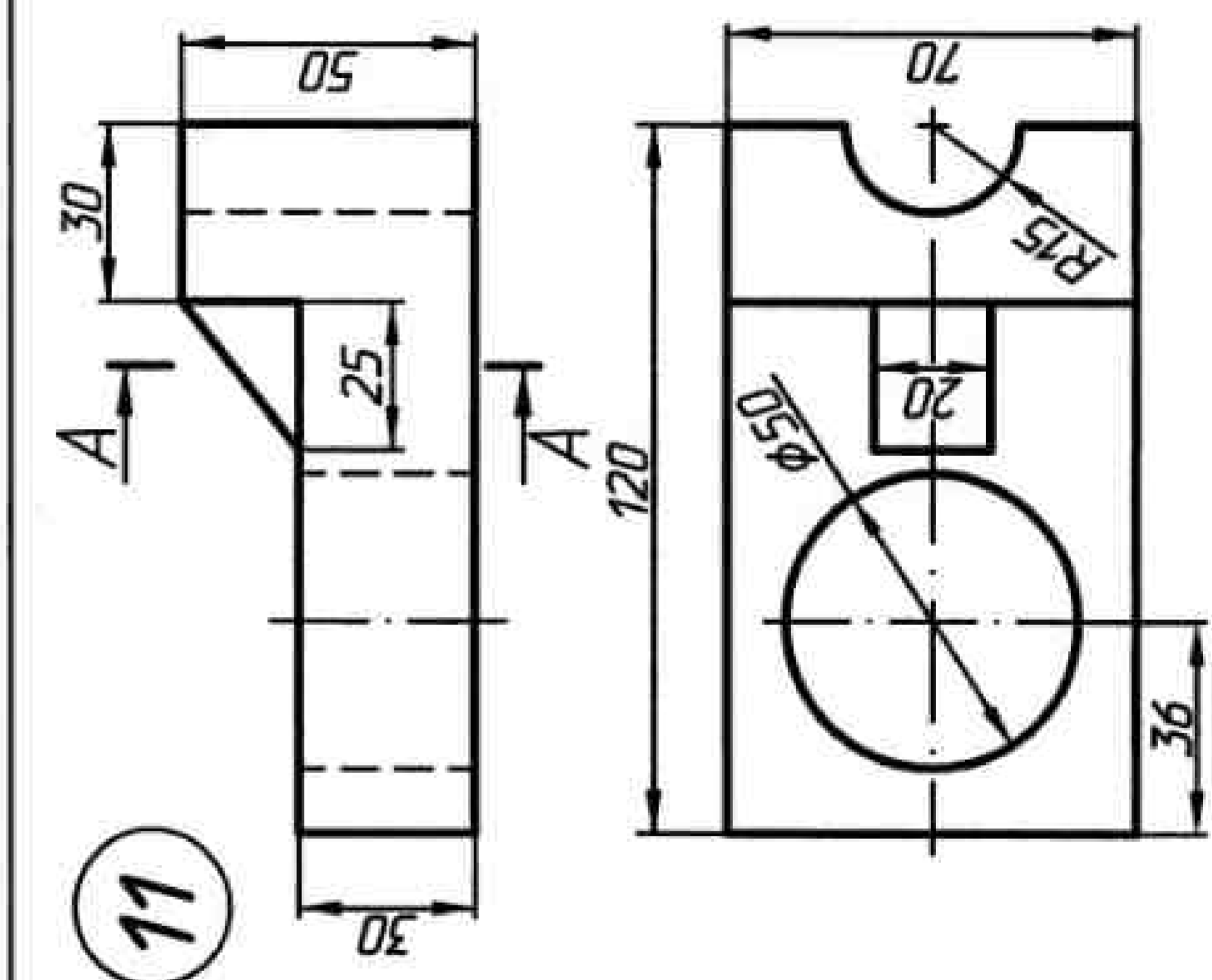
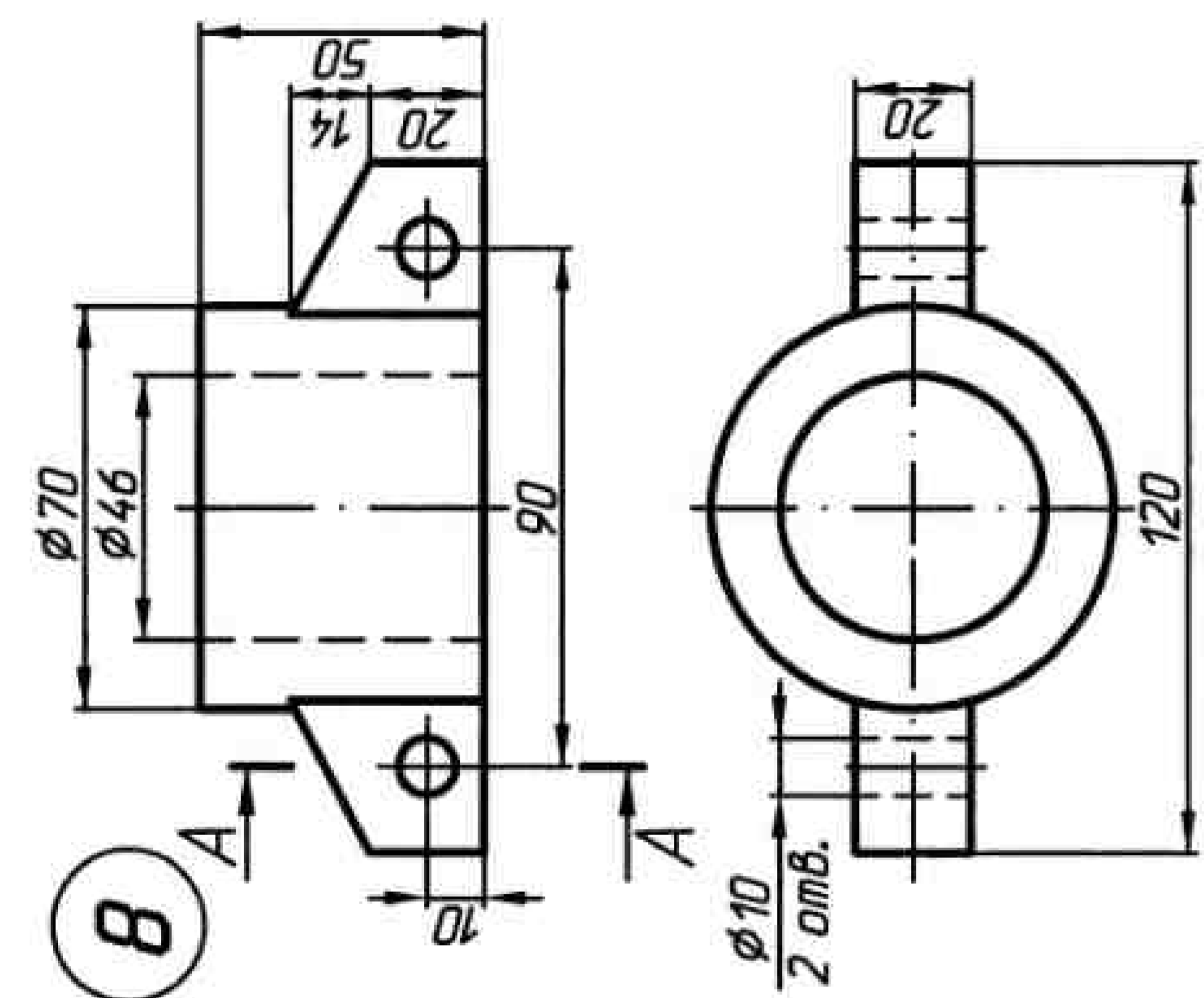
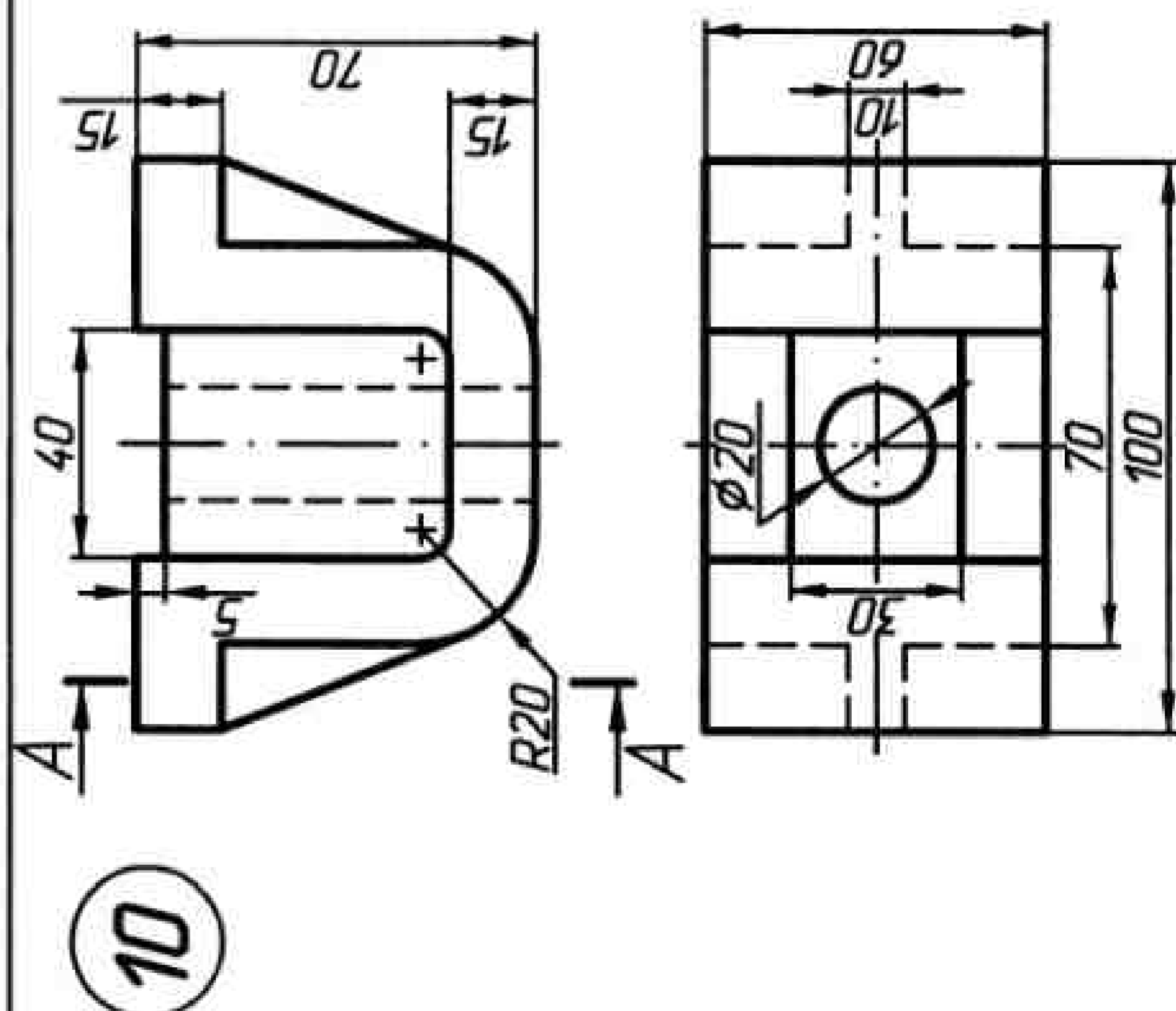
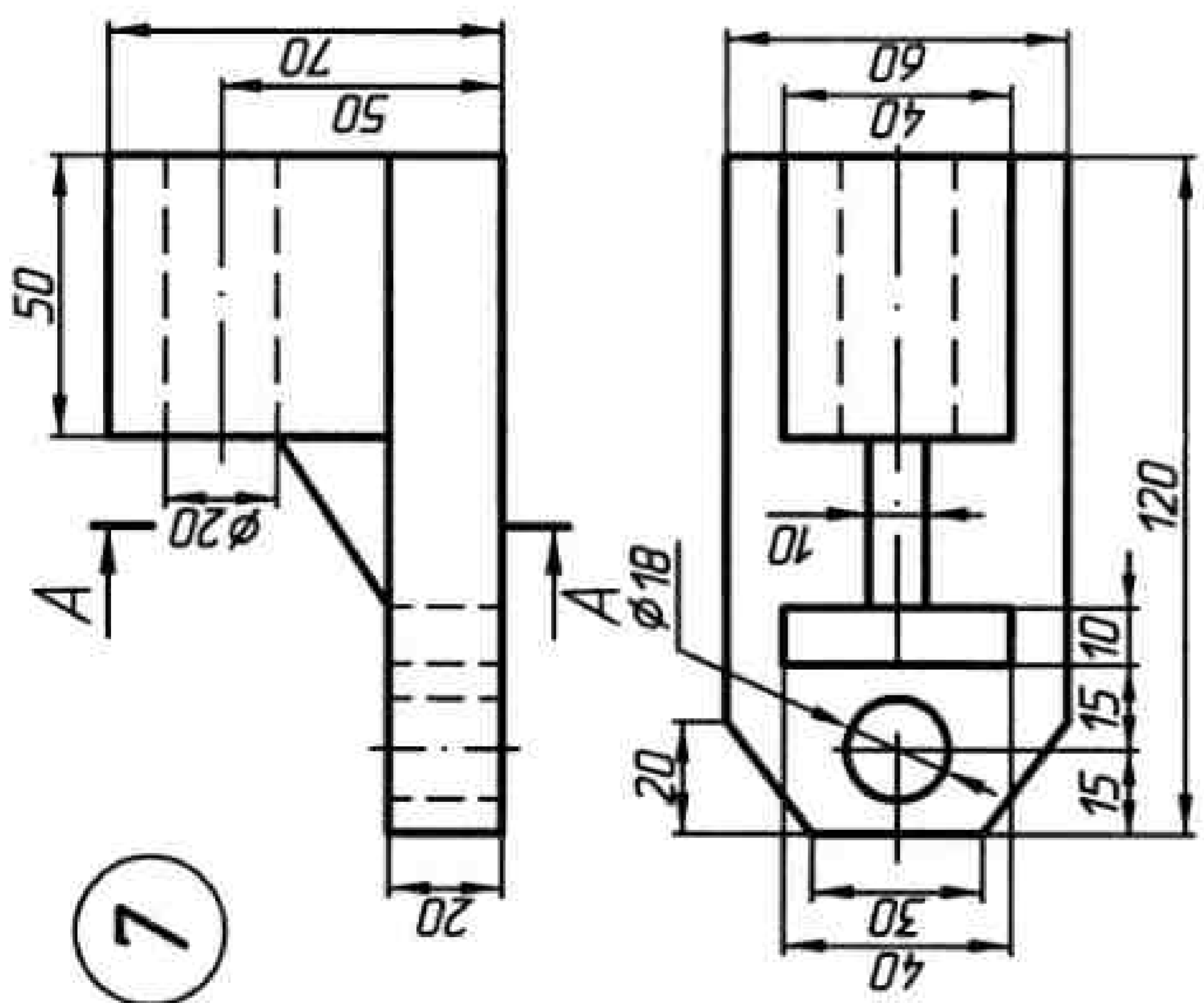
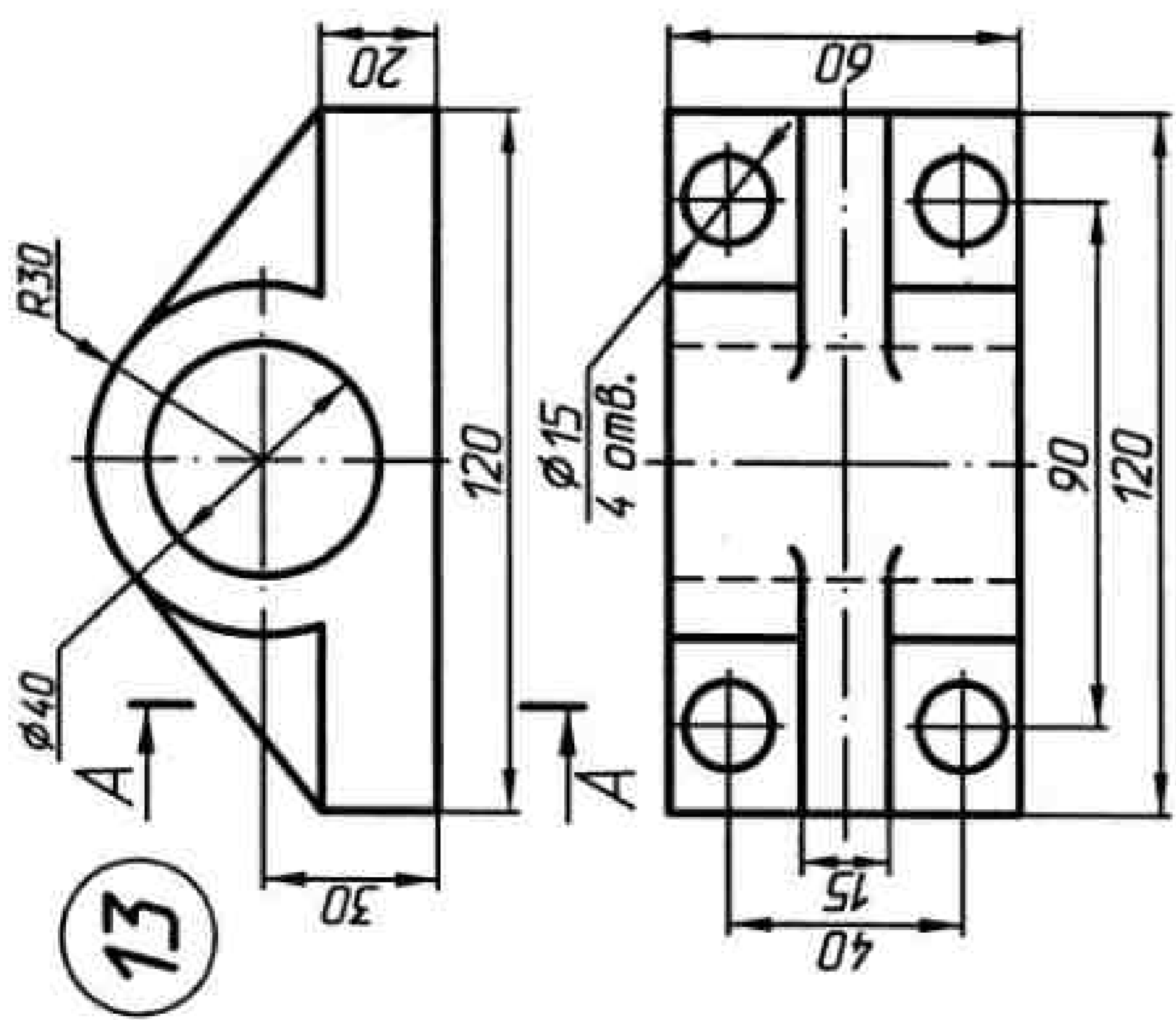
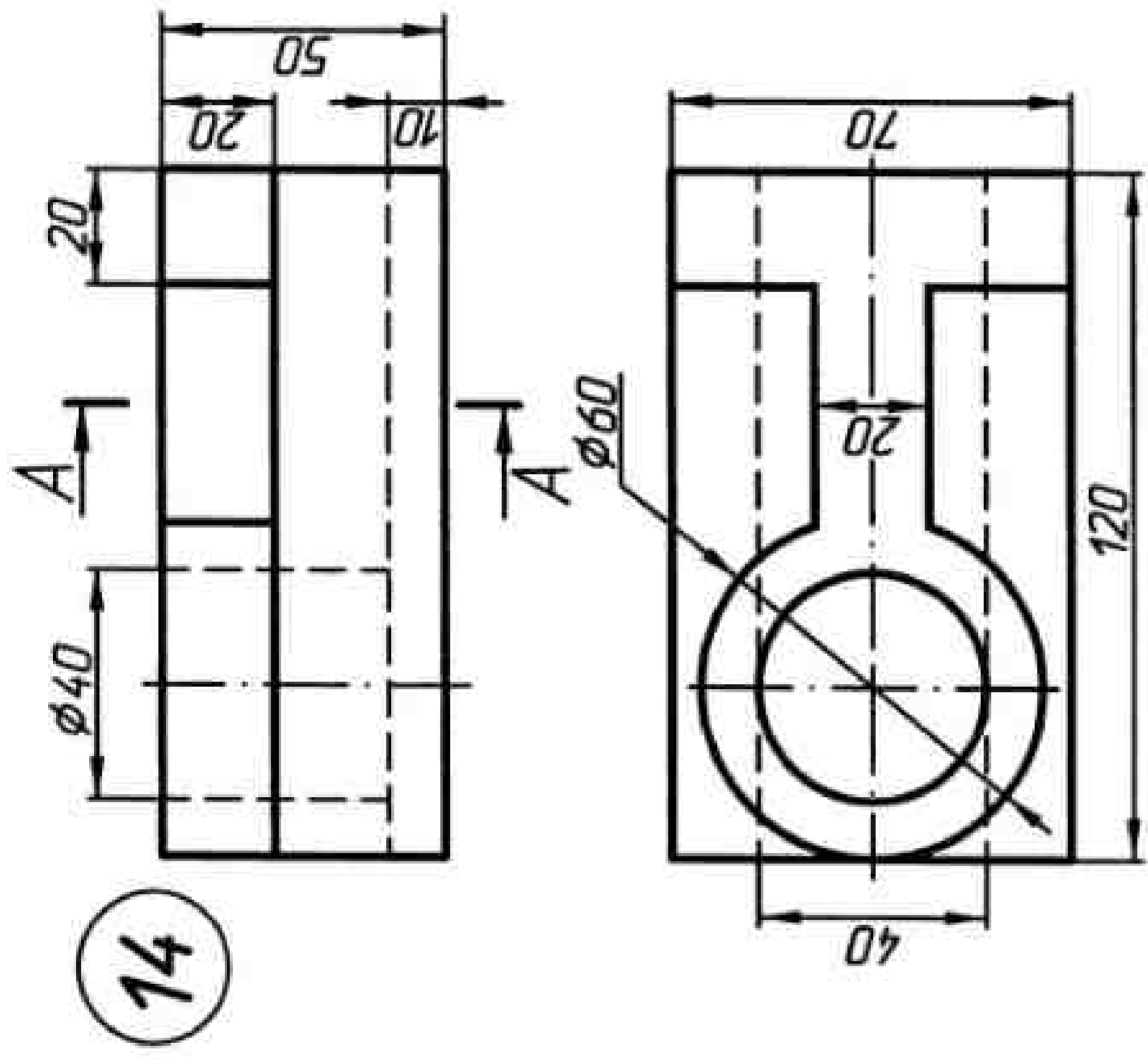


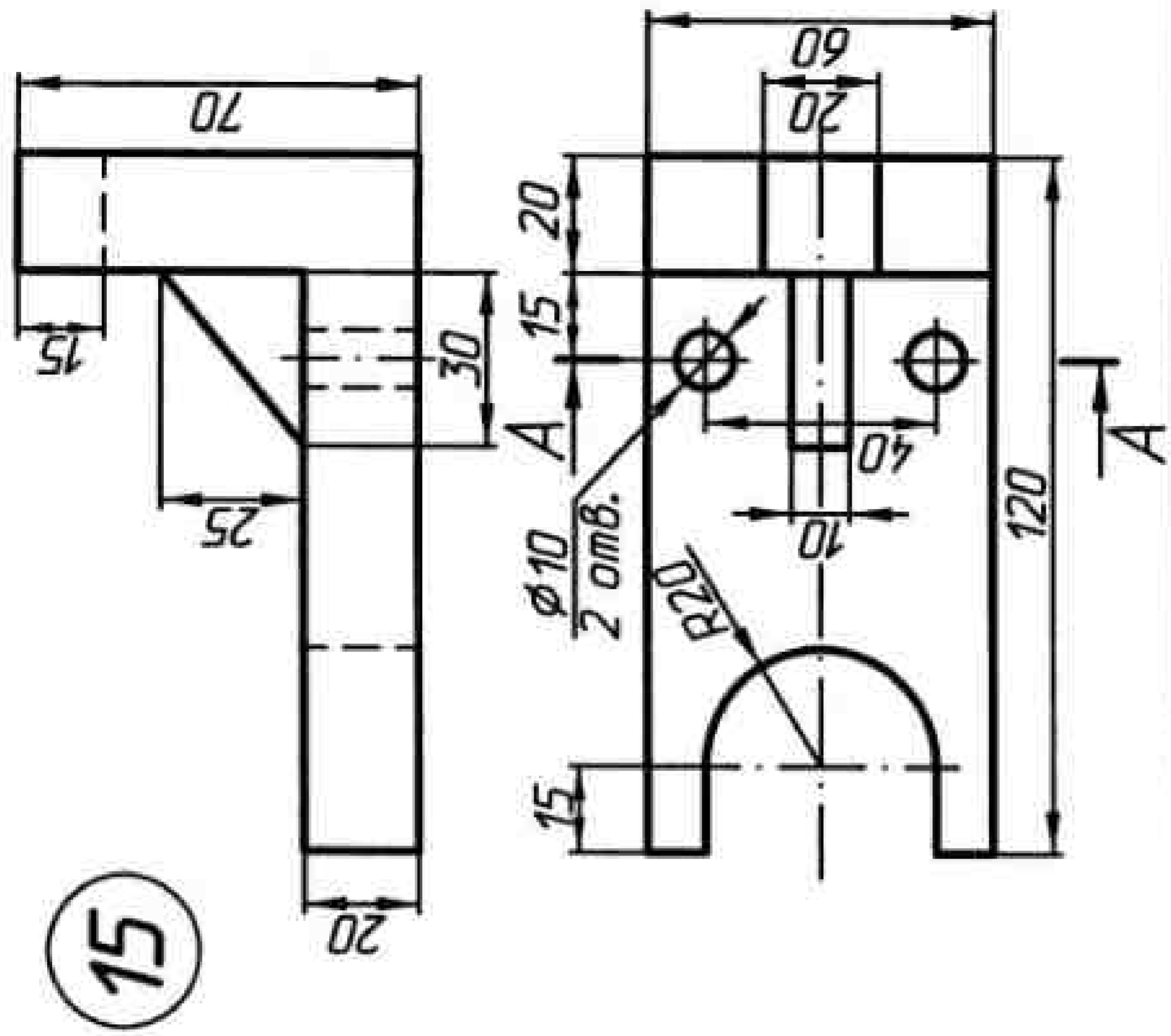
Рисунок 53



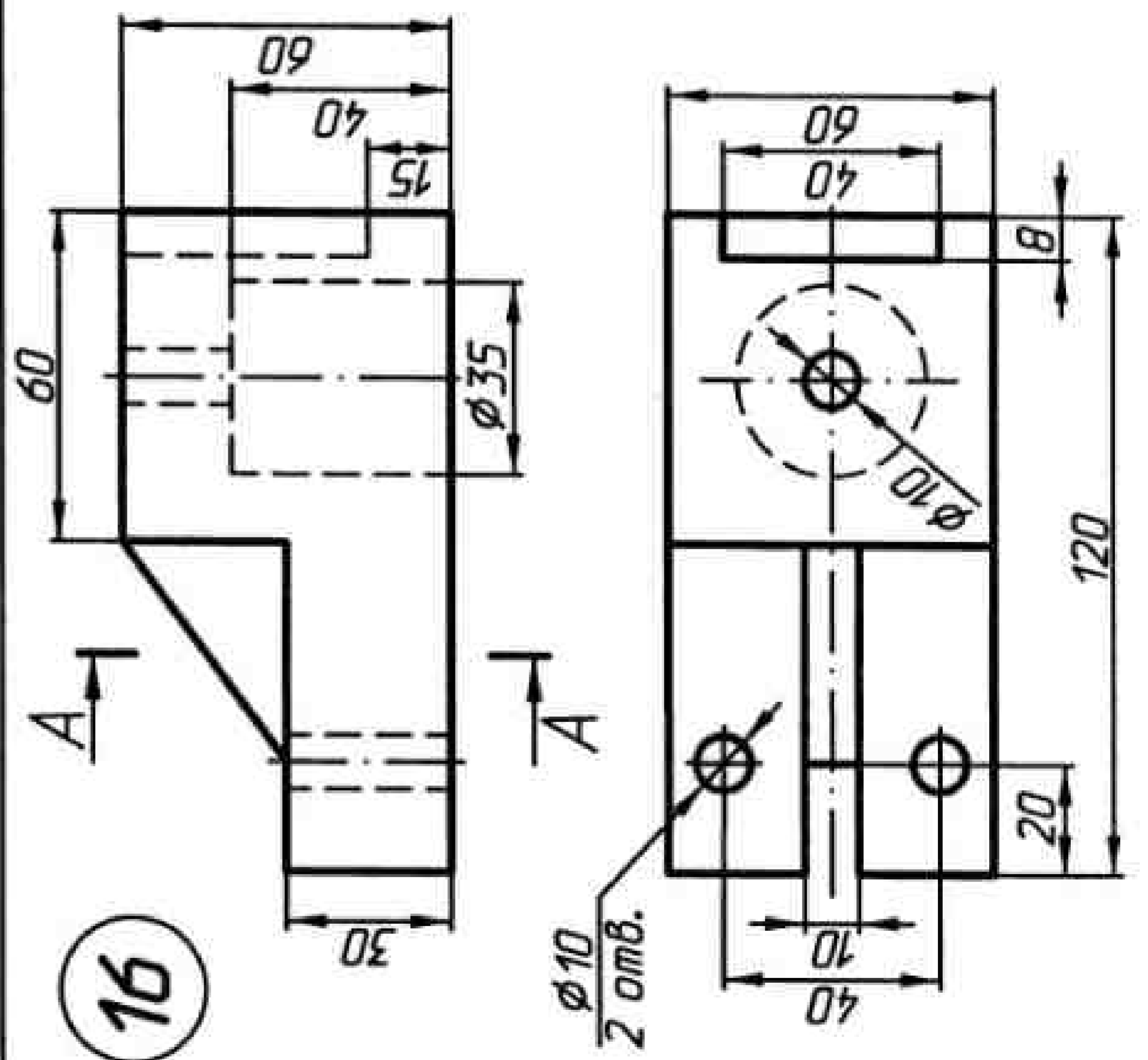
13



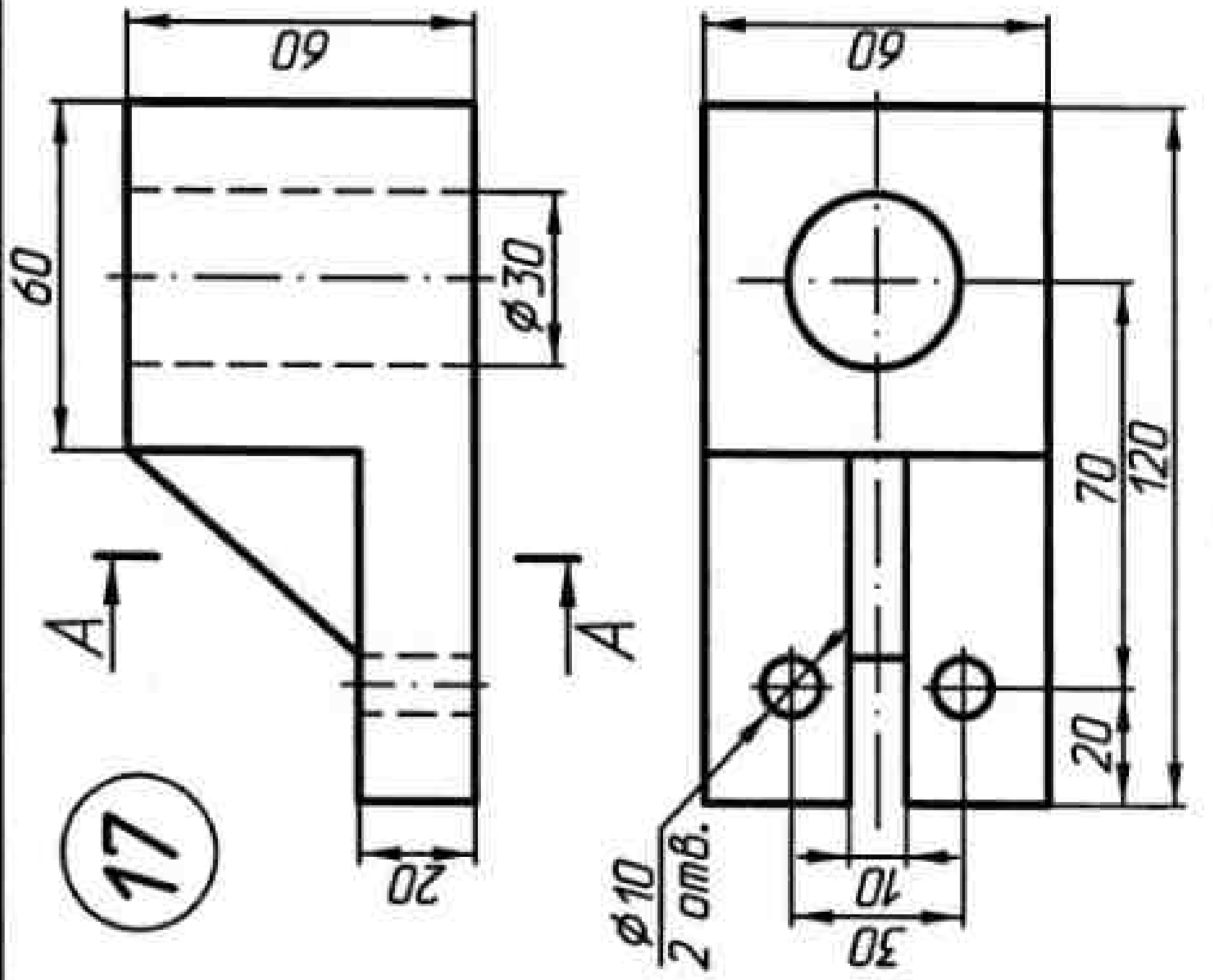
14



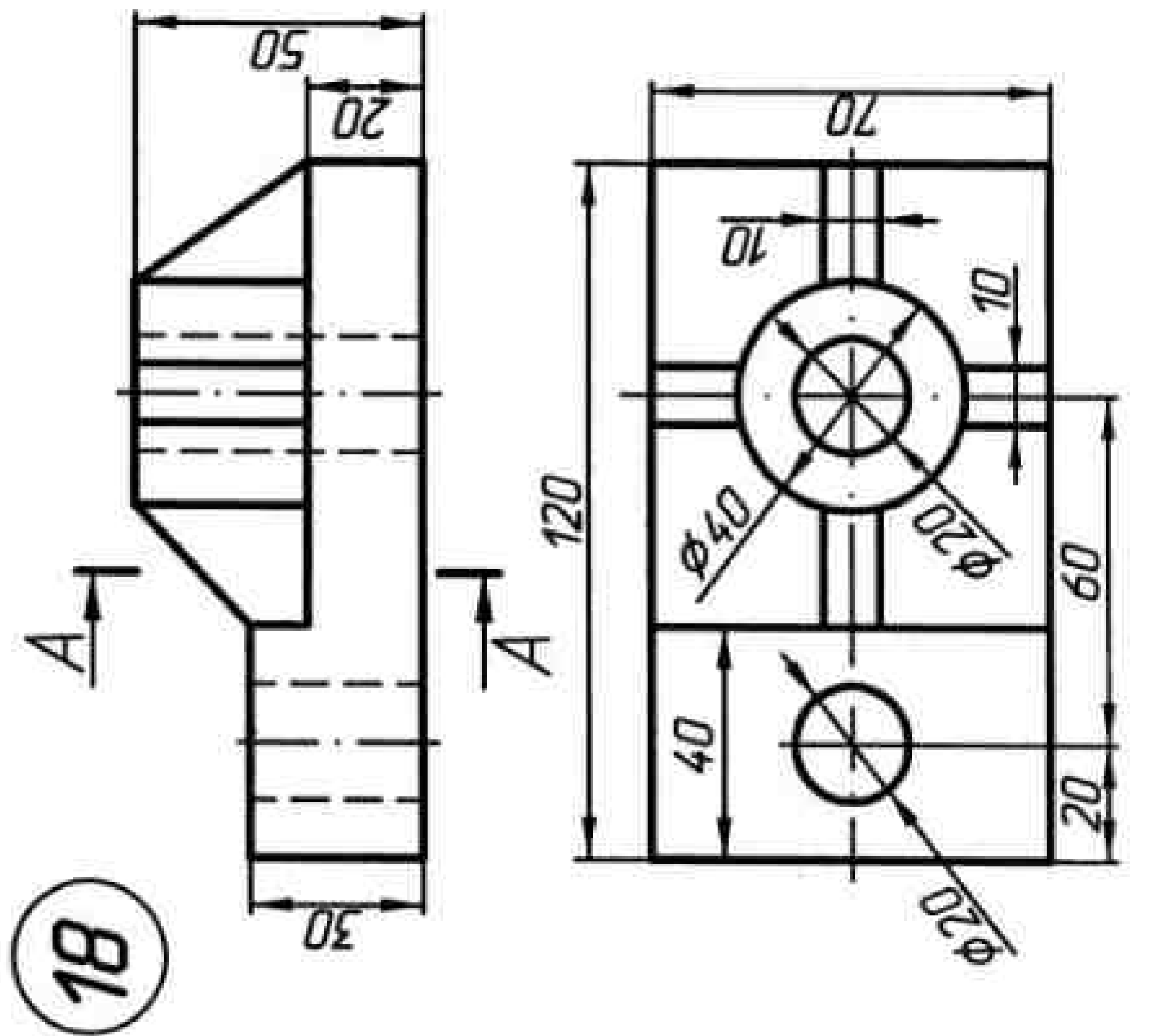
15



16



17



18

Рисунок 54

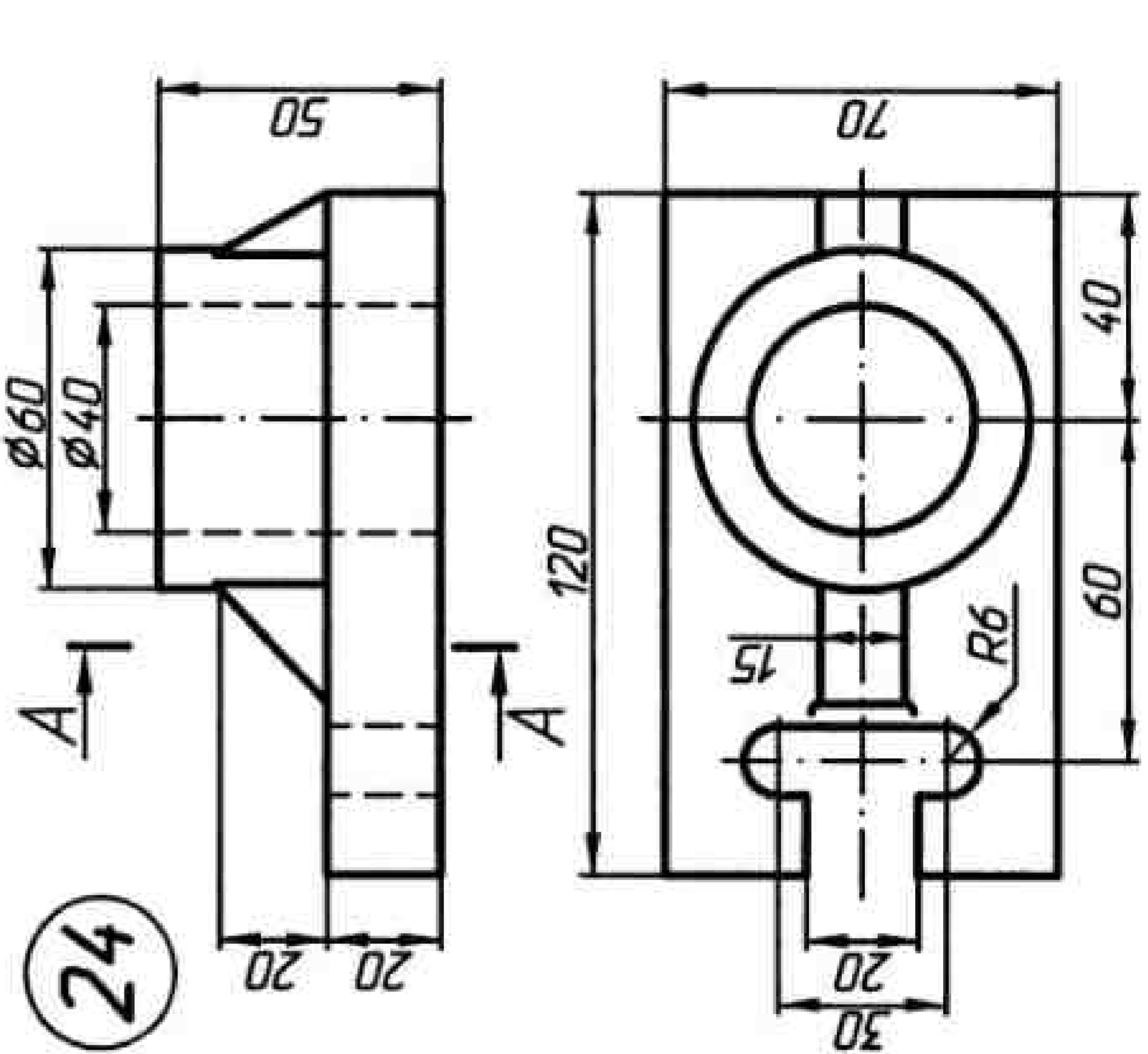
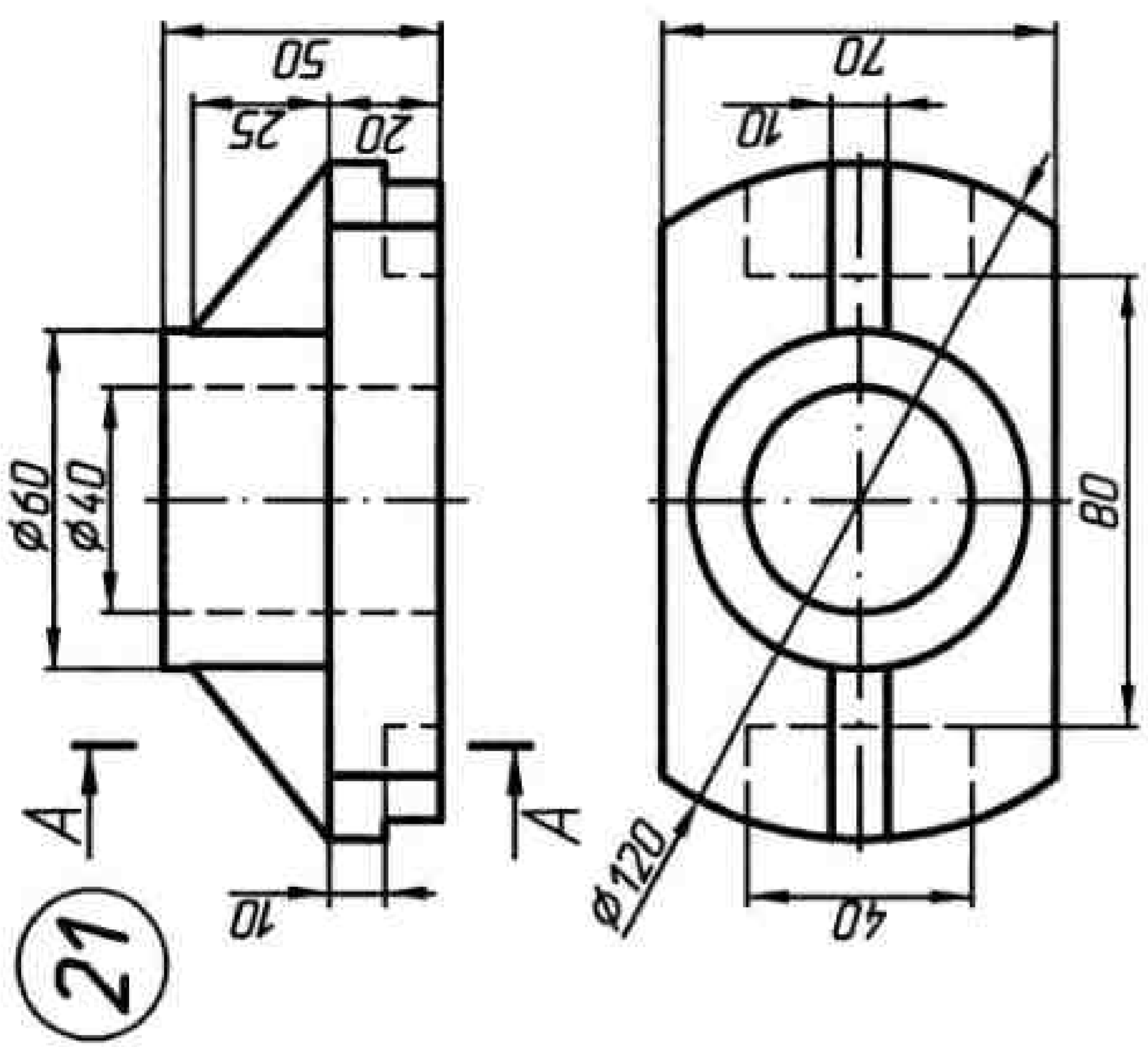
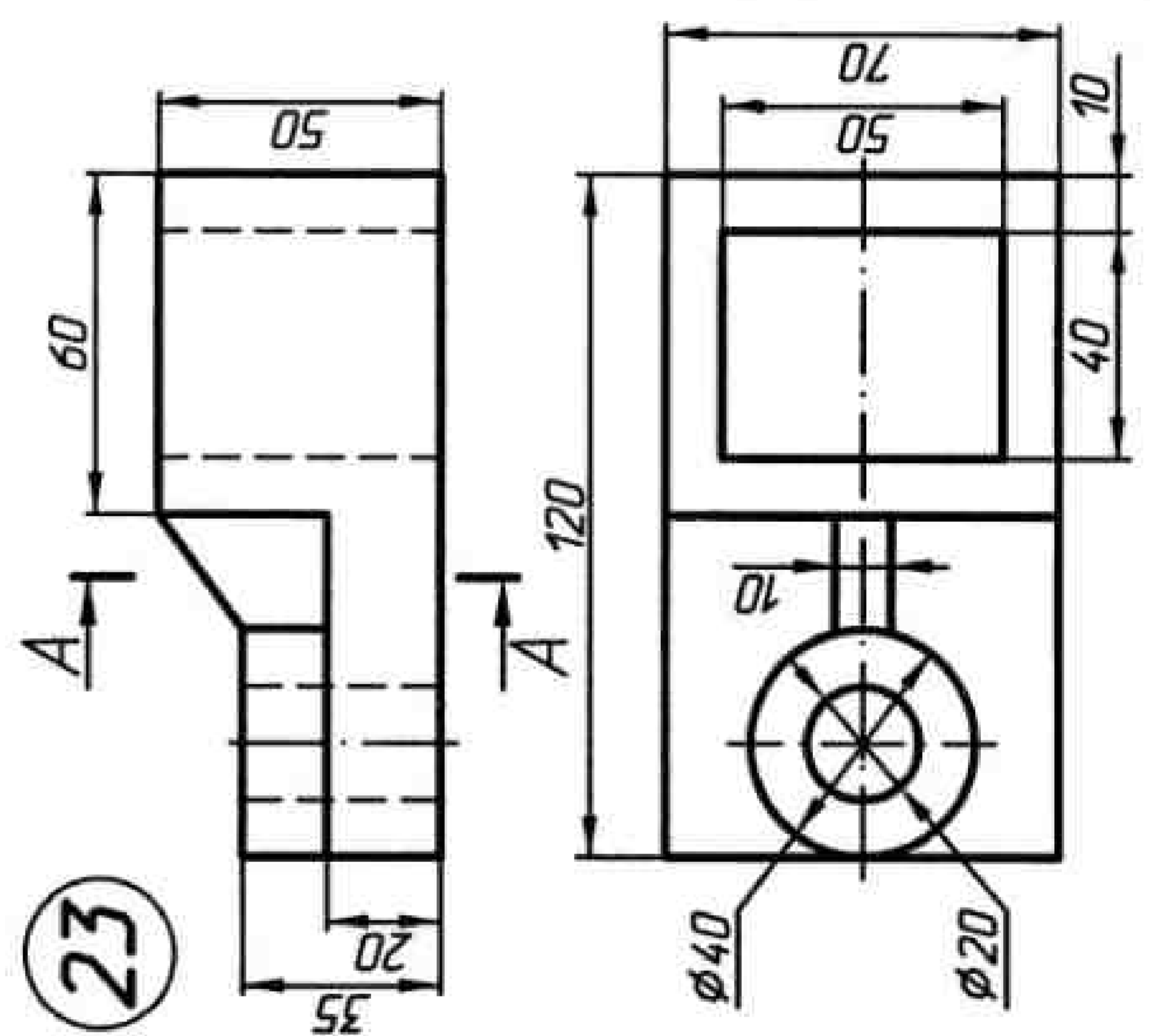
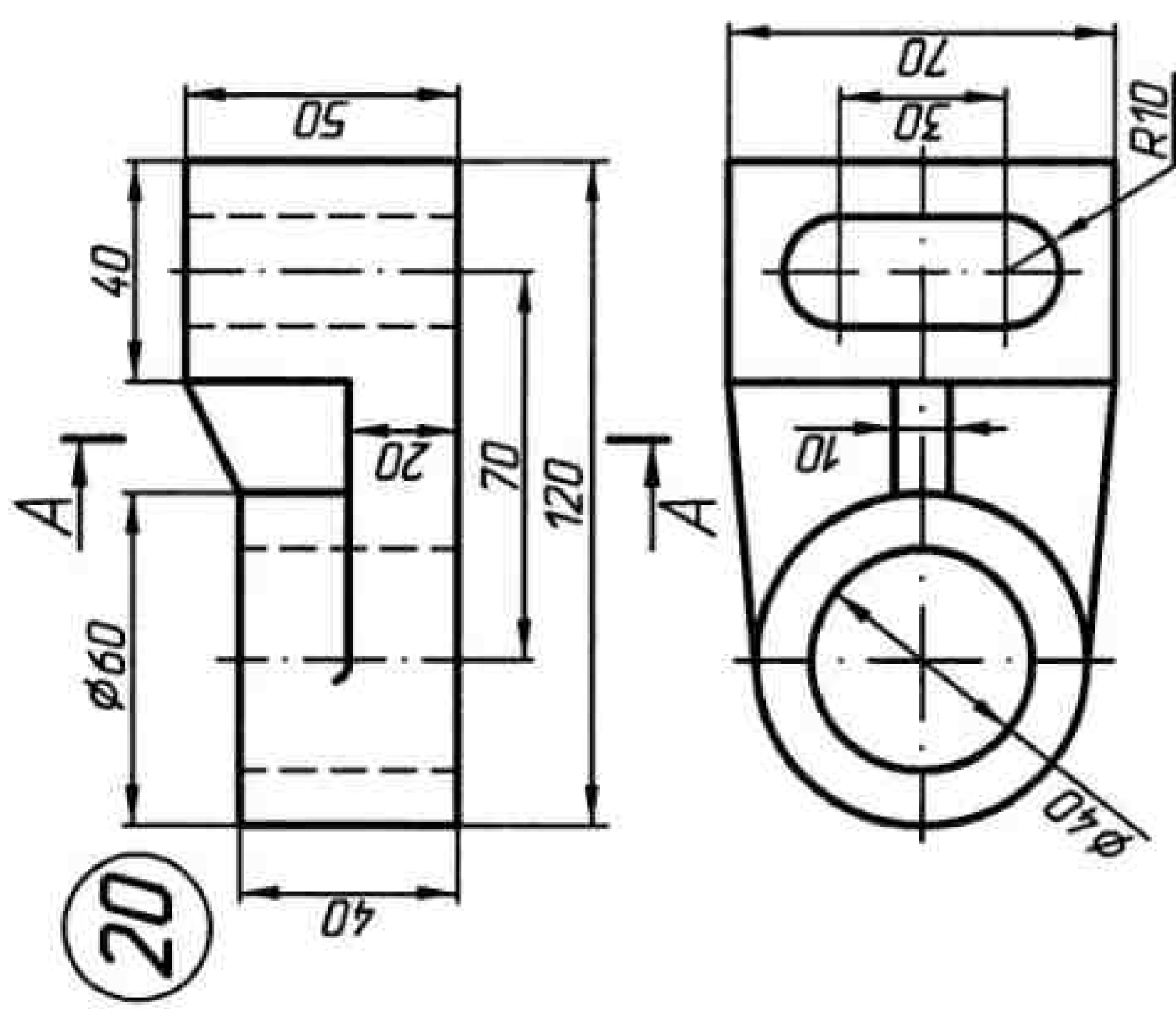
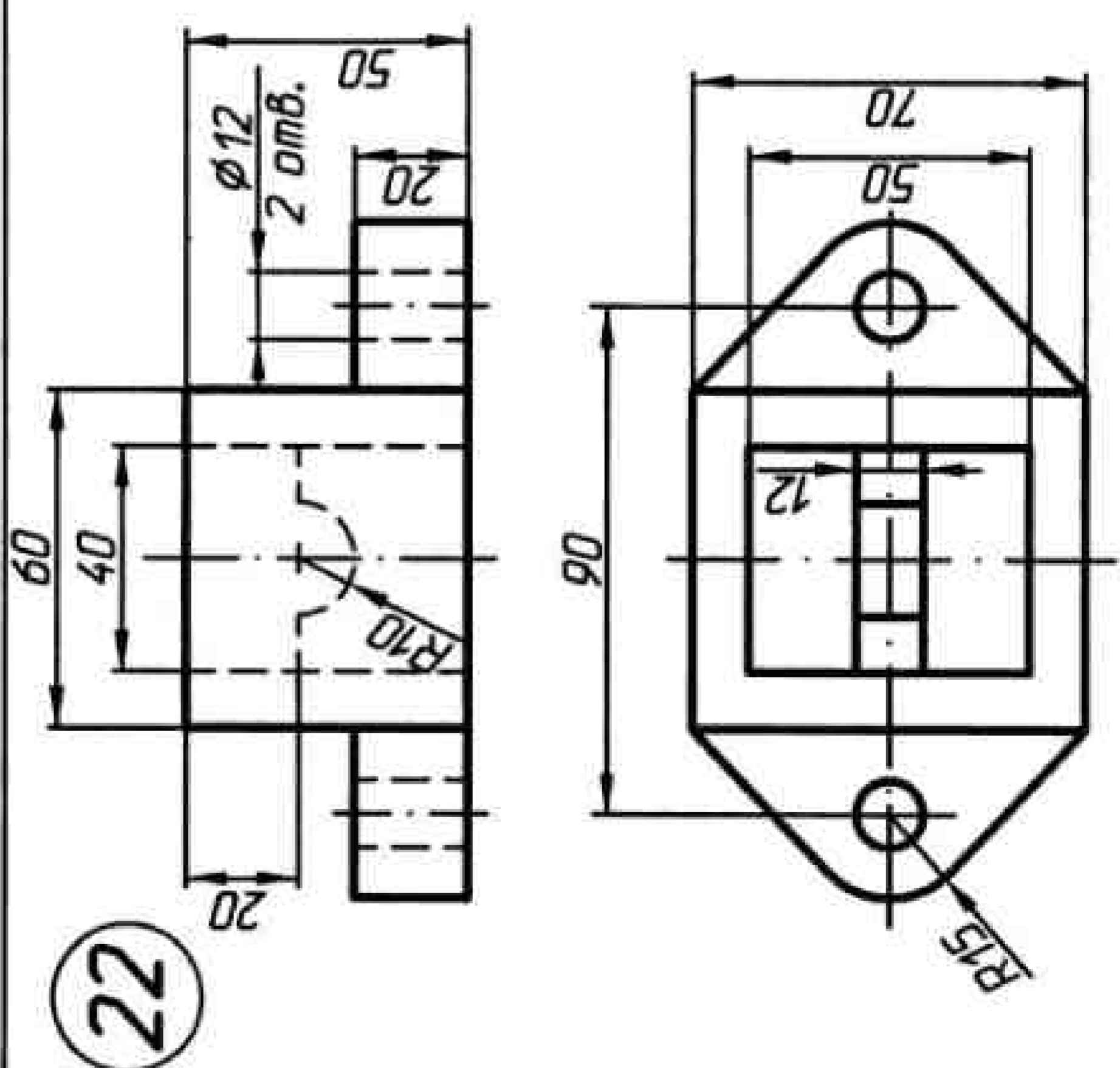
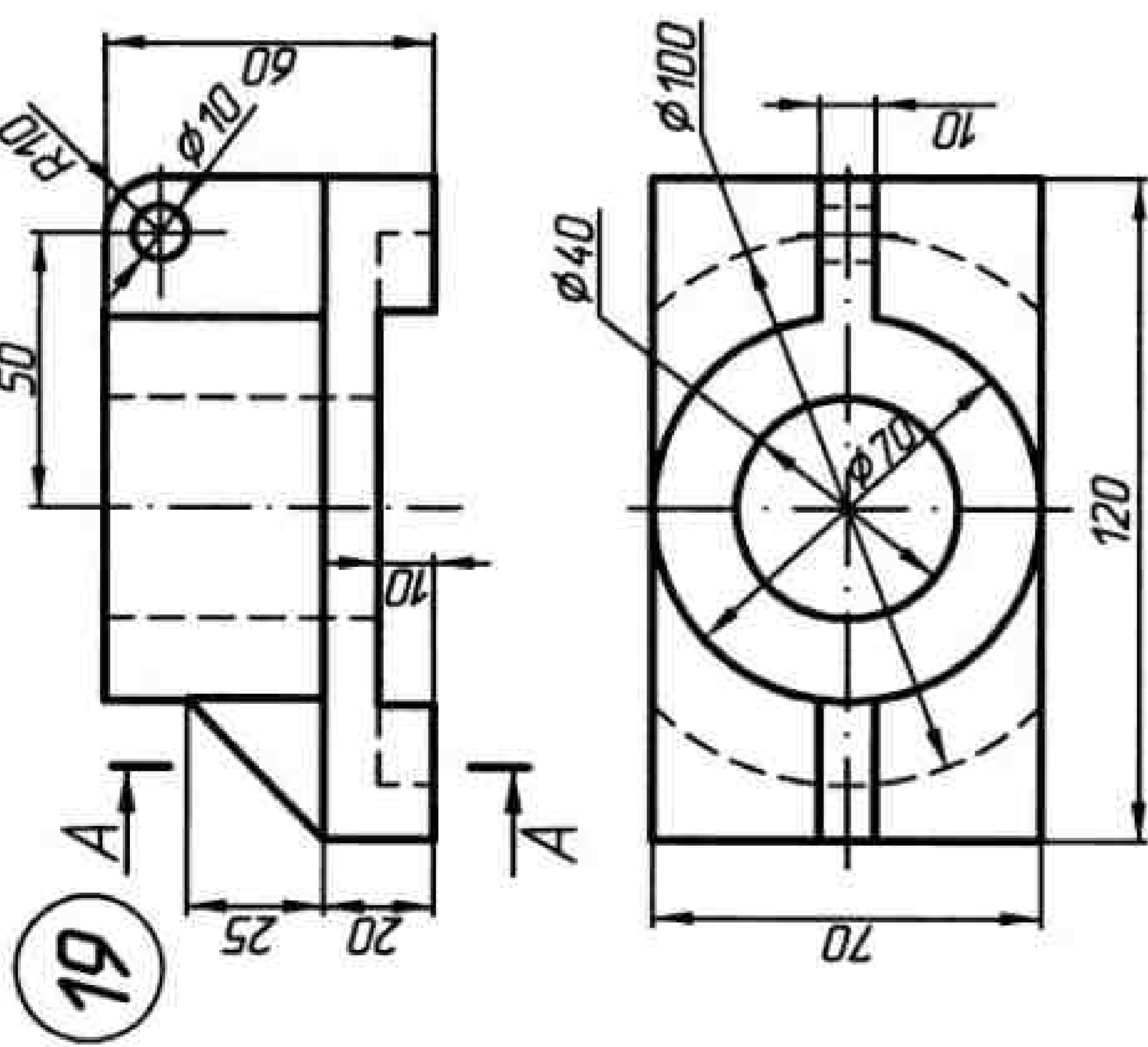


Рисунок 55

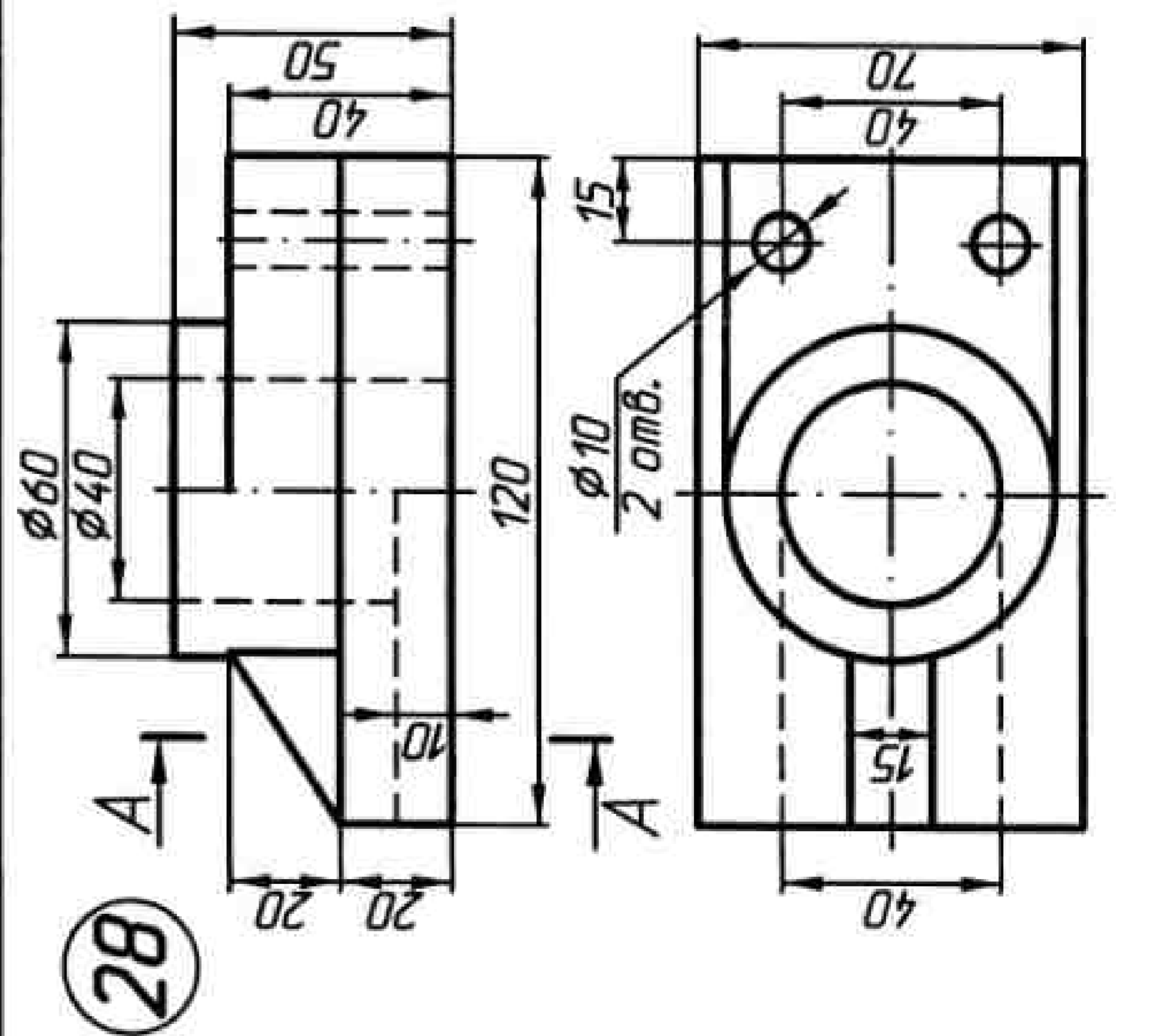
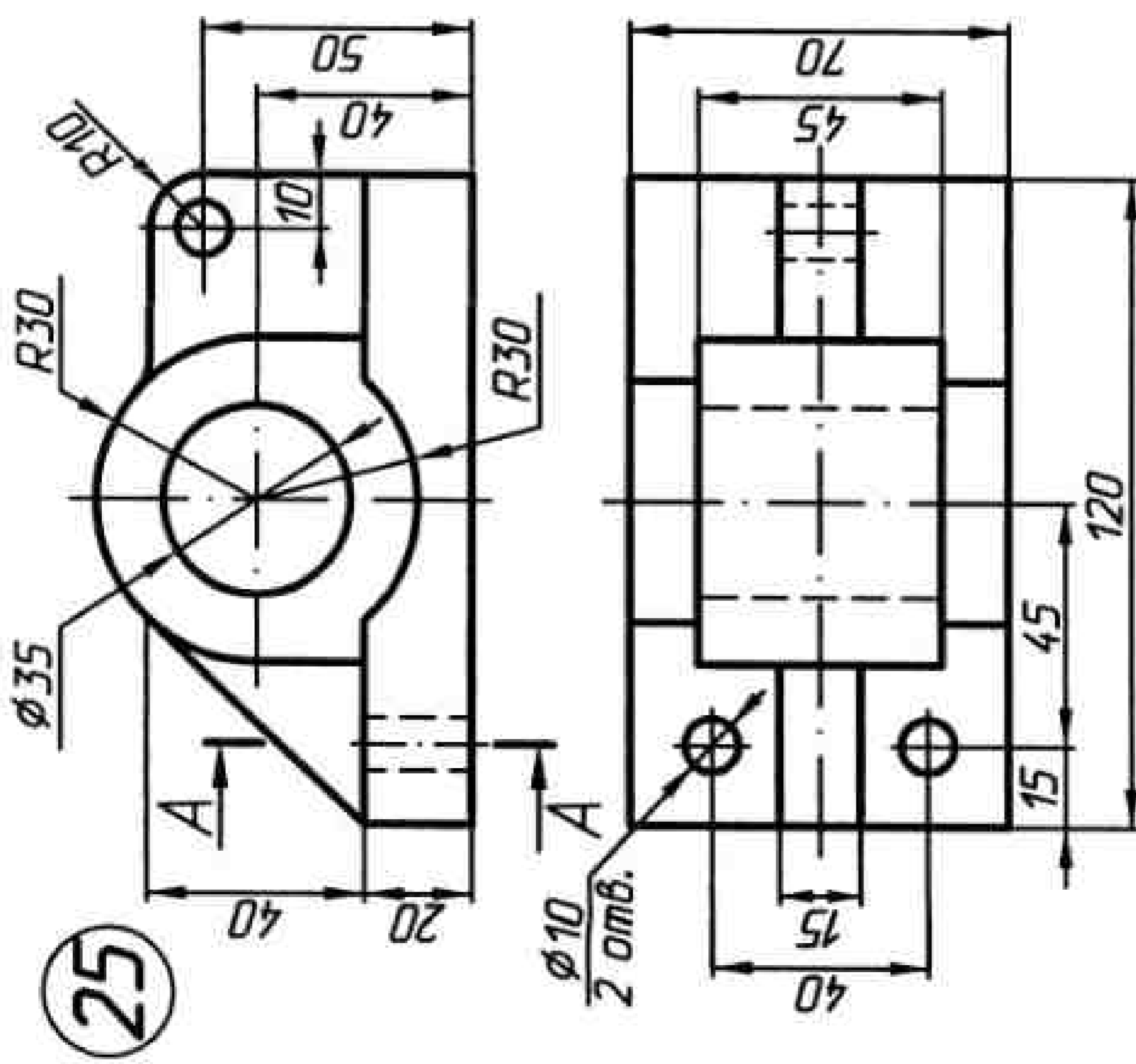
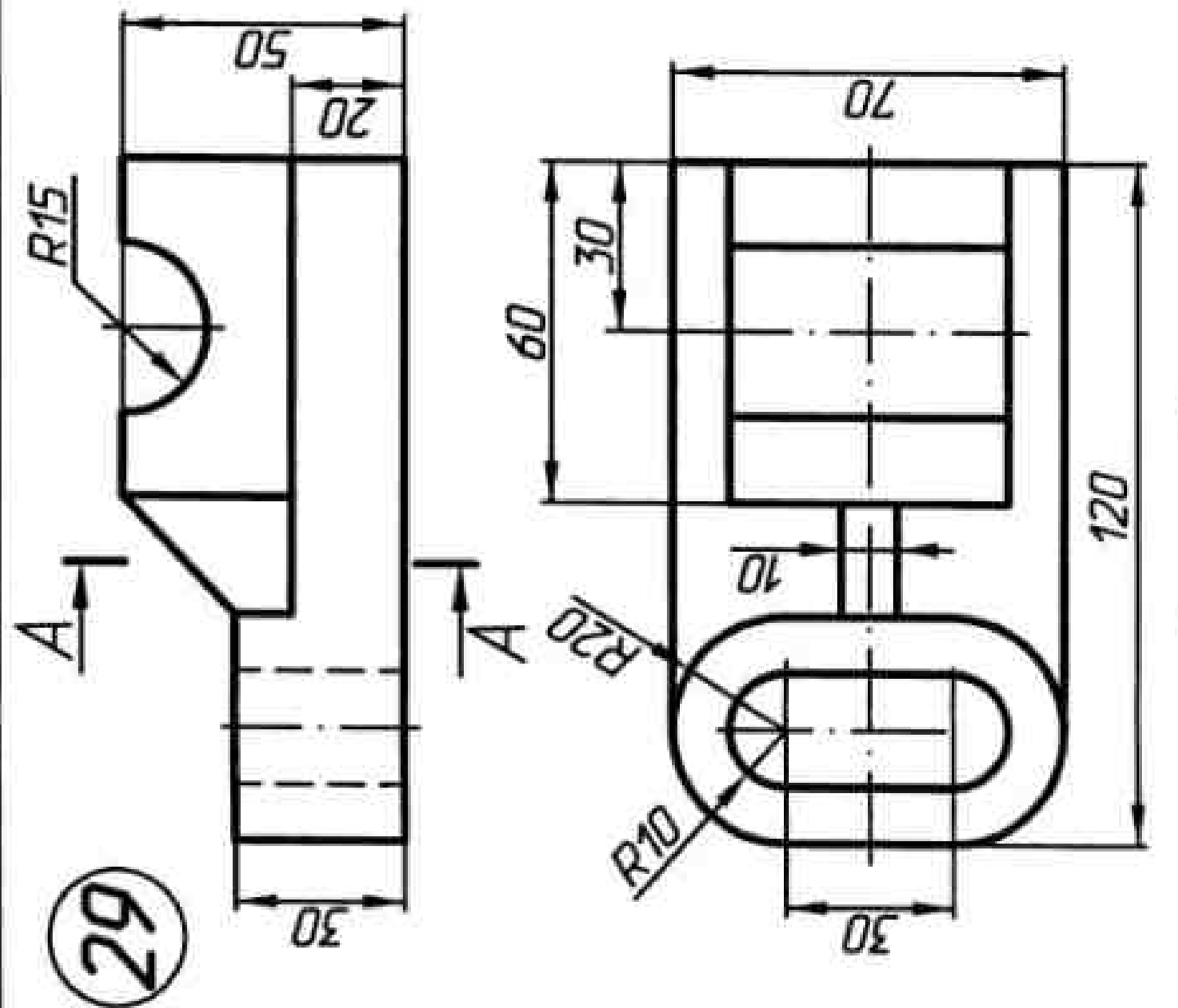
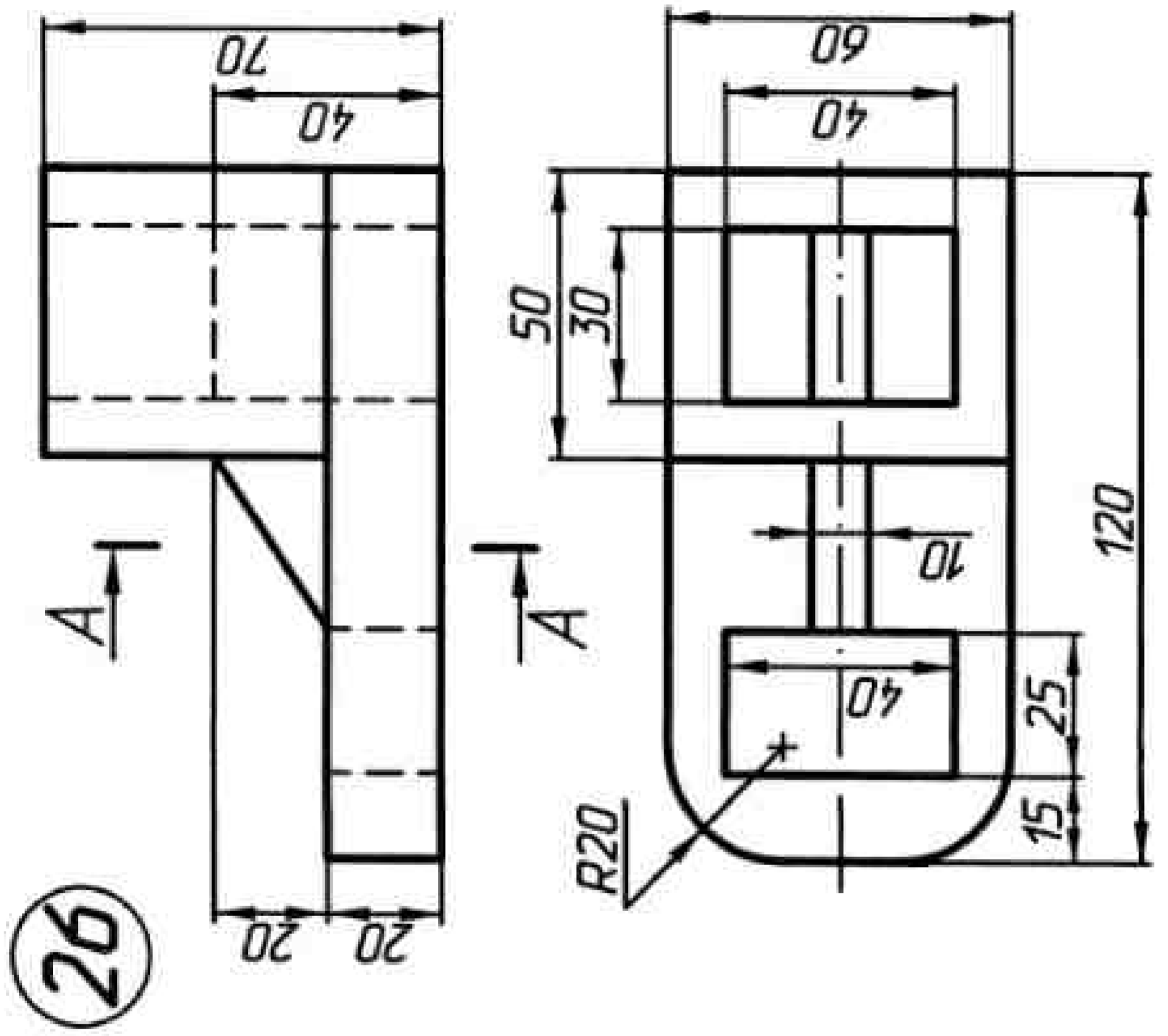
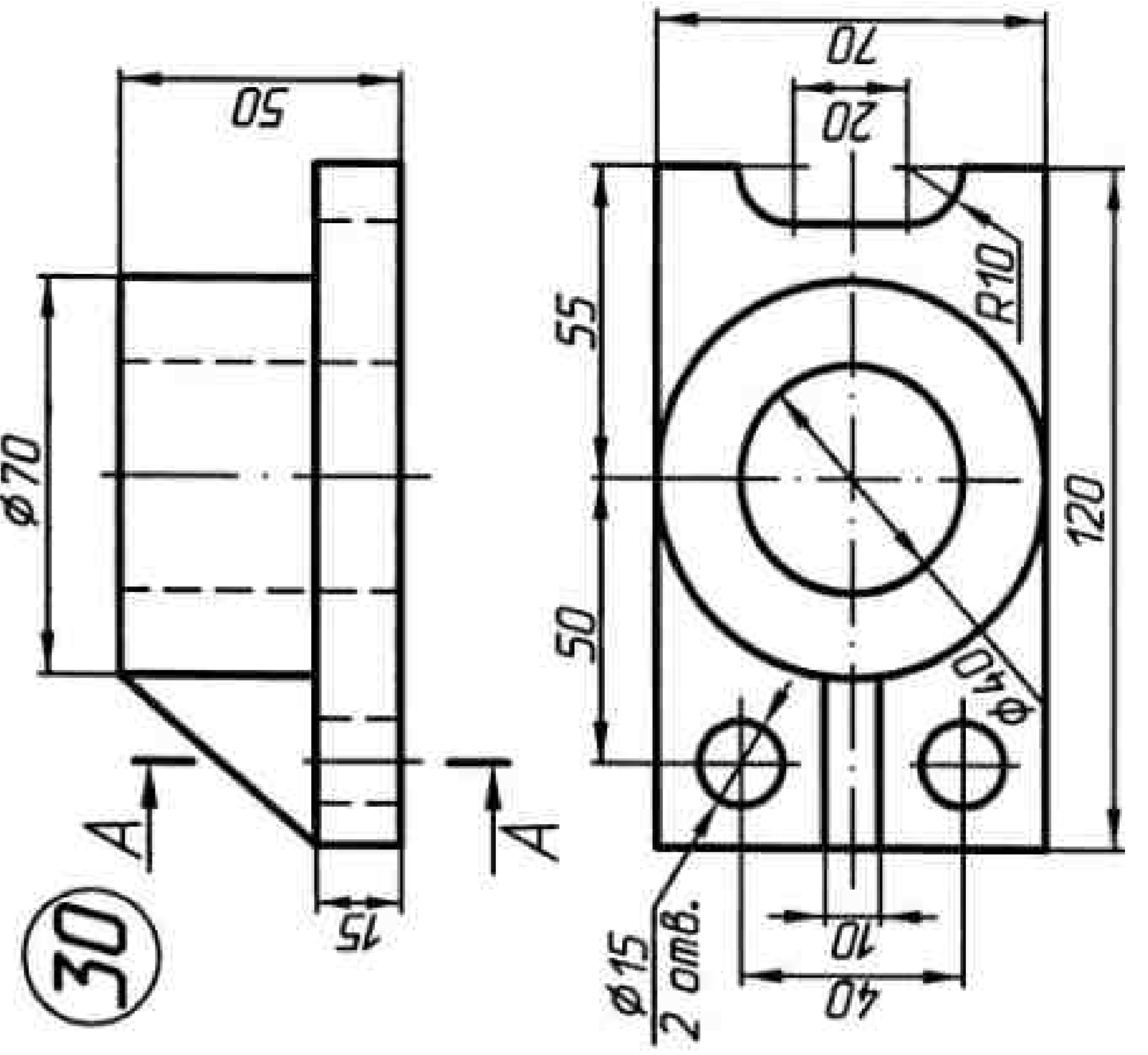
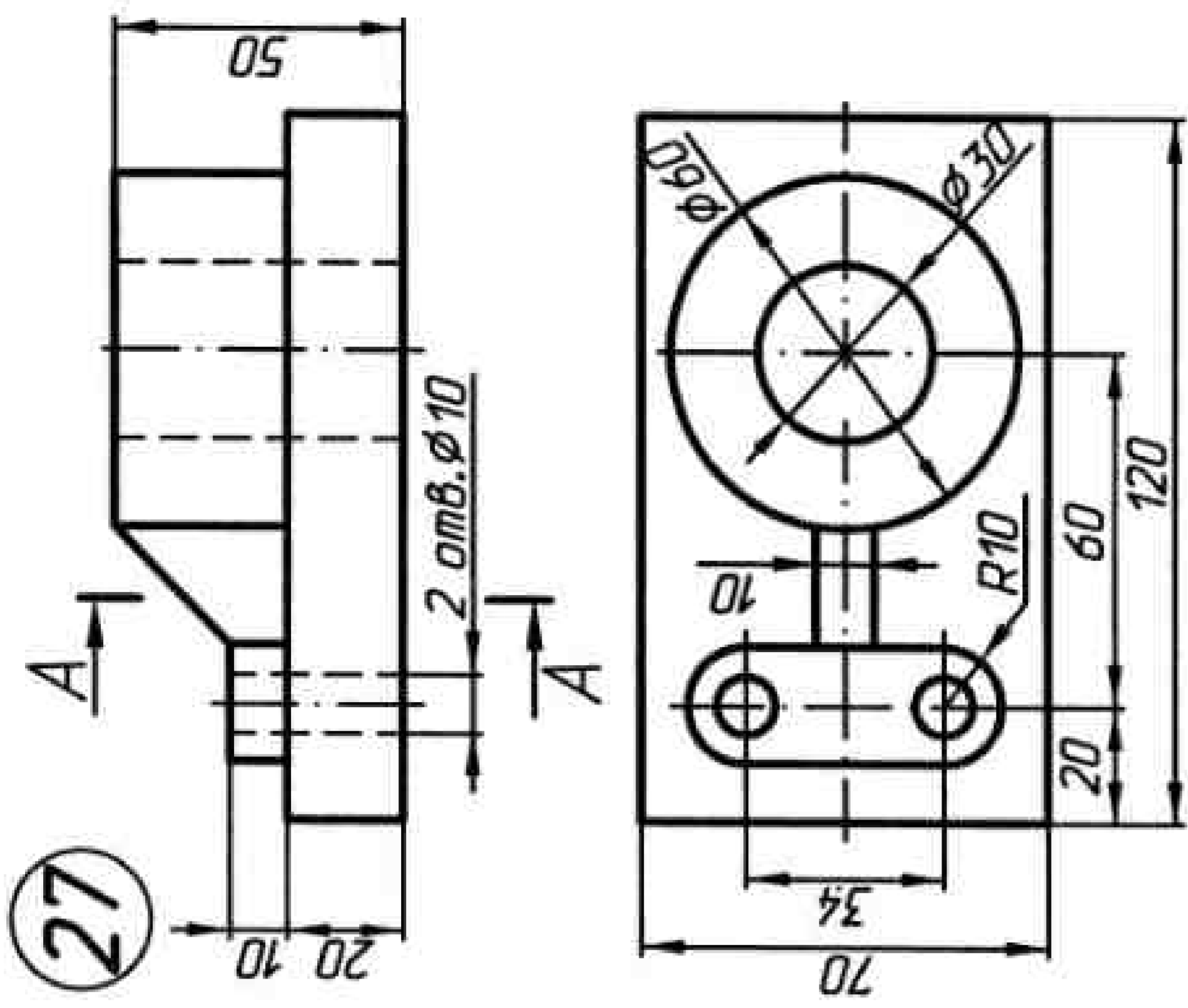


Рисунок 56

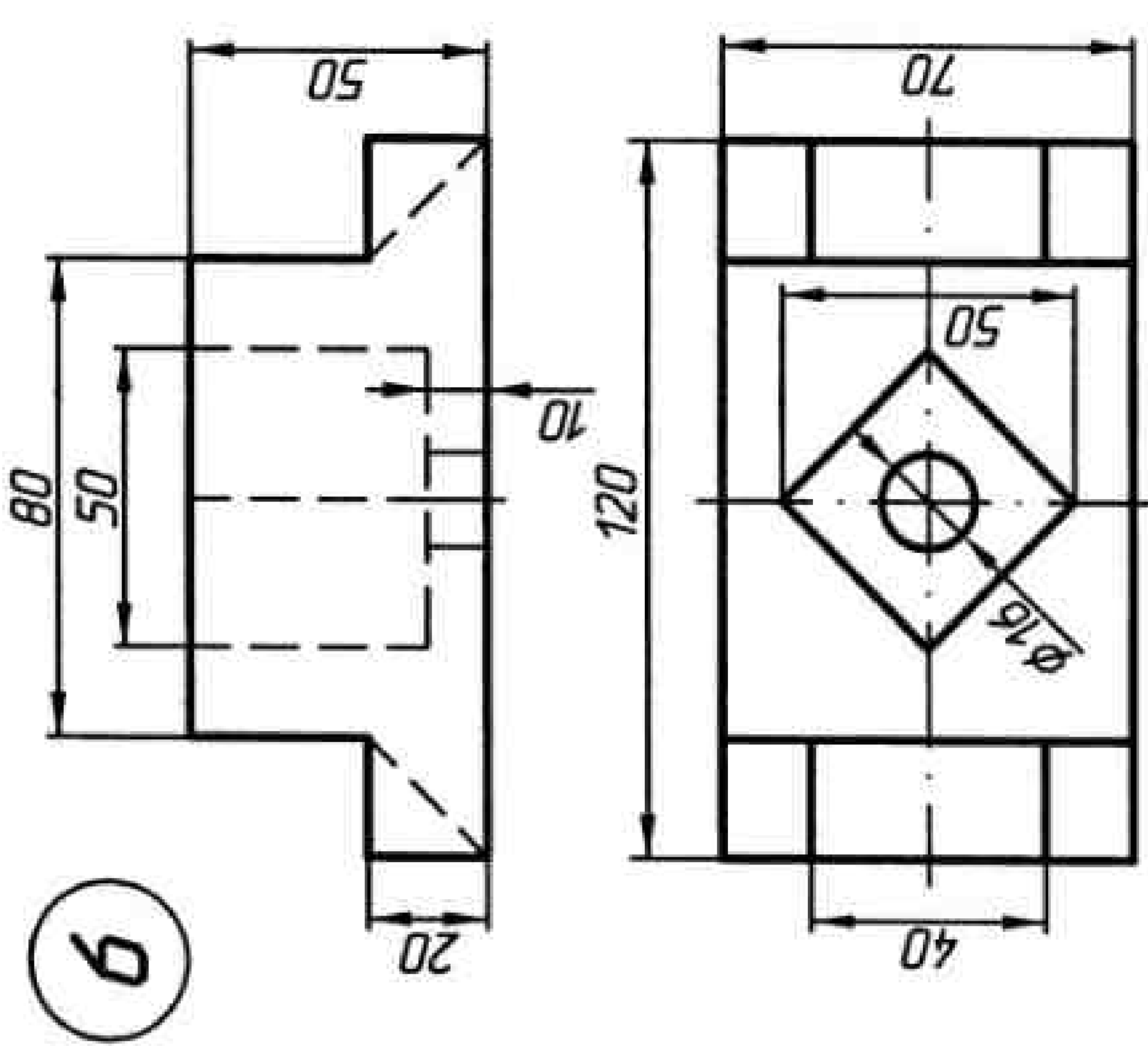
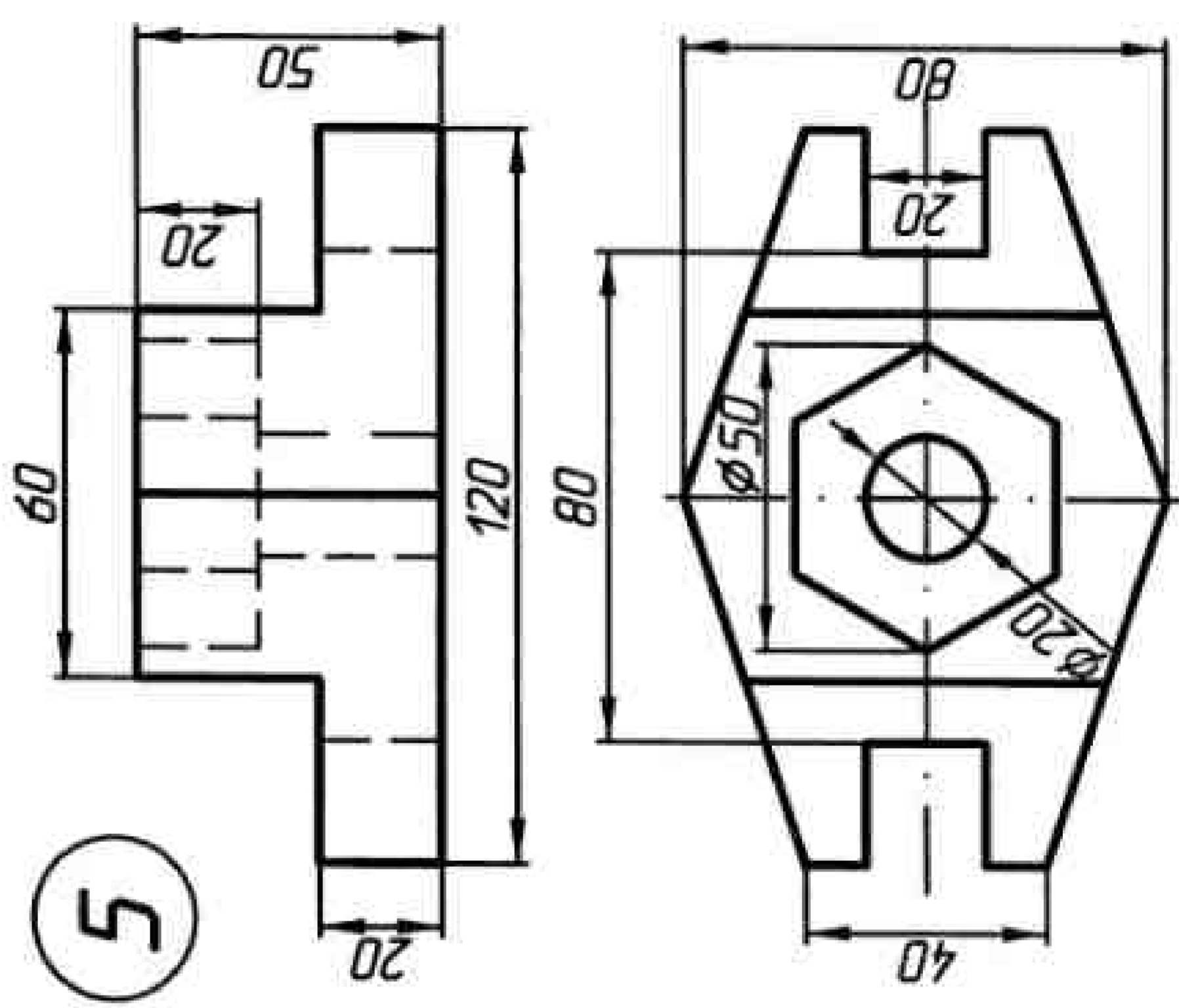
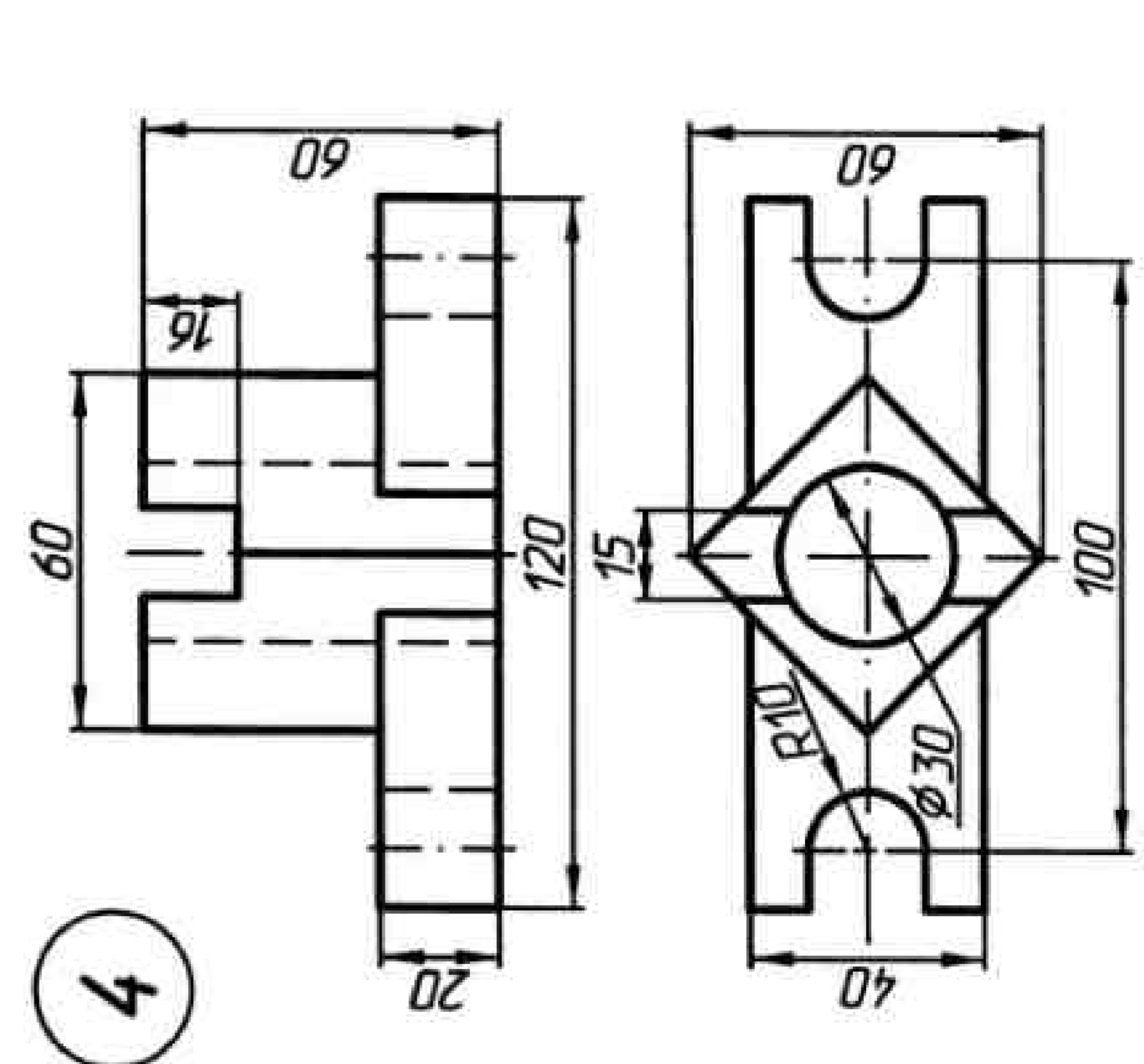
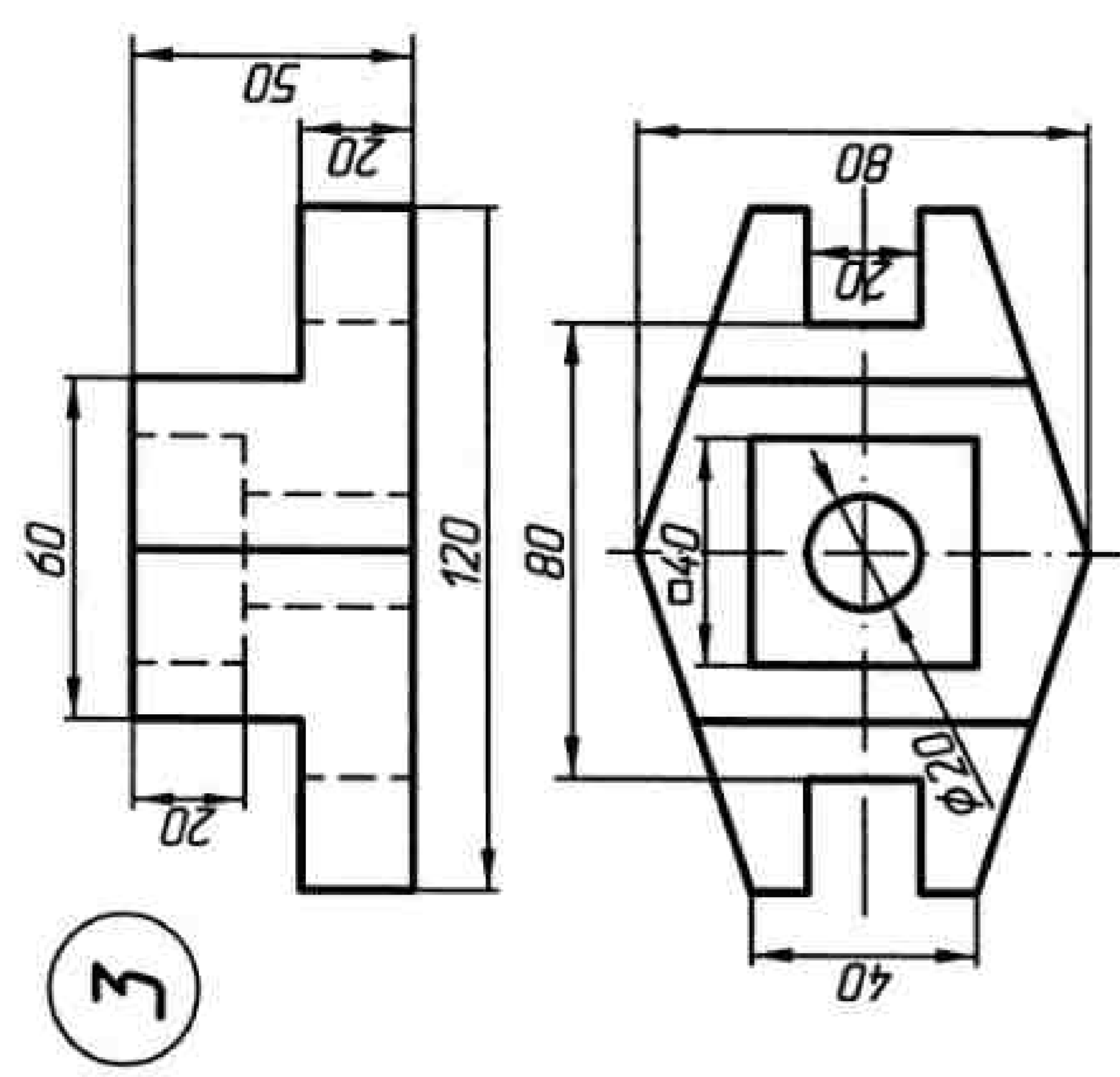
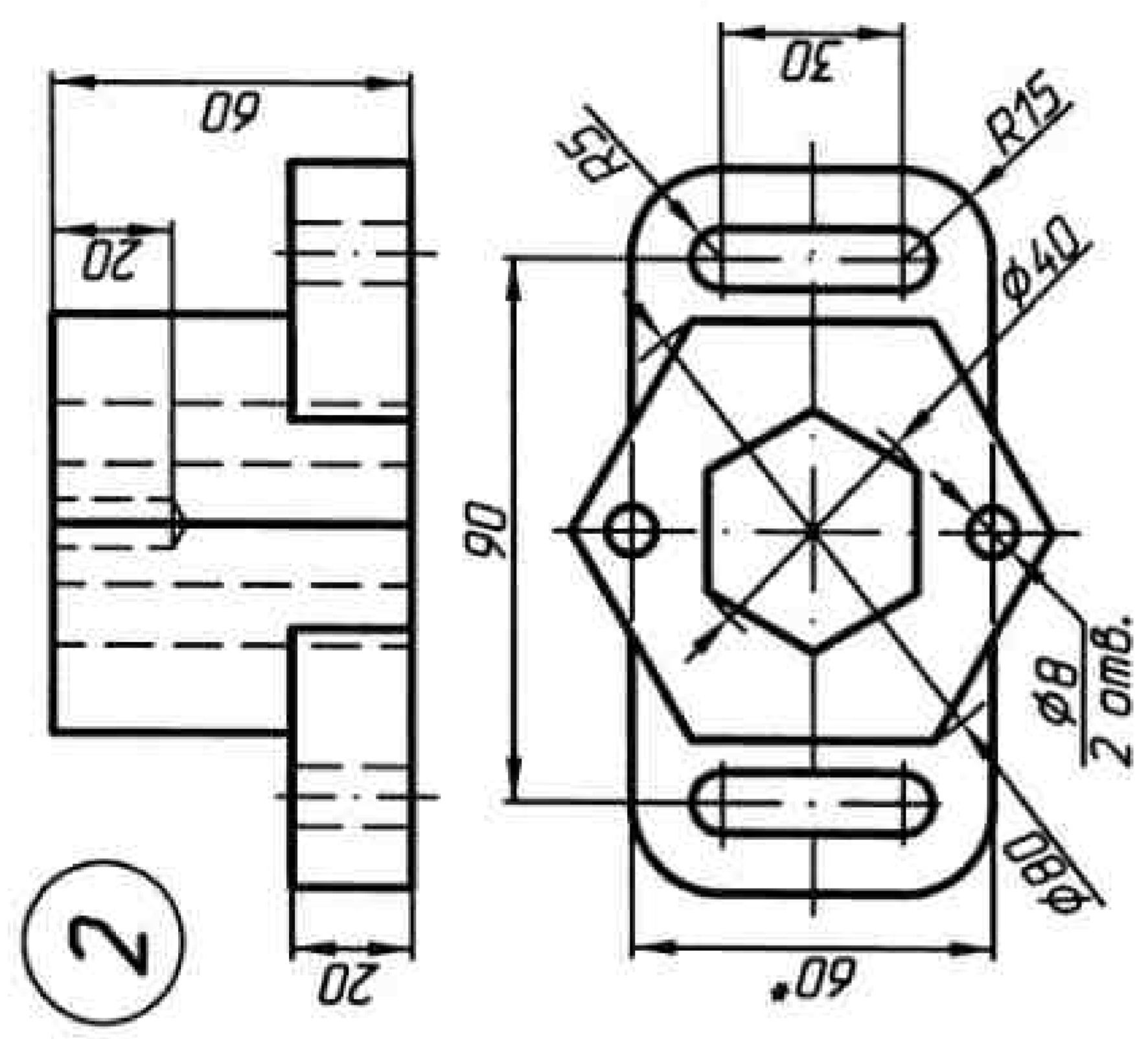
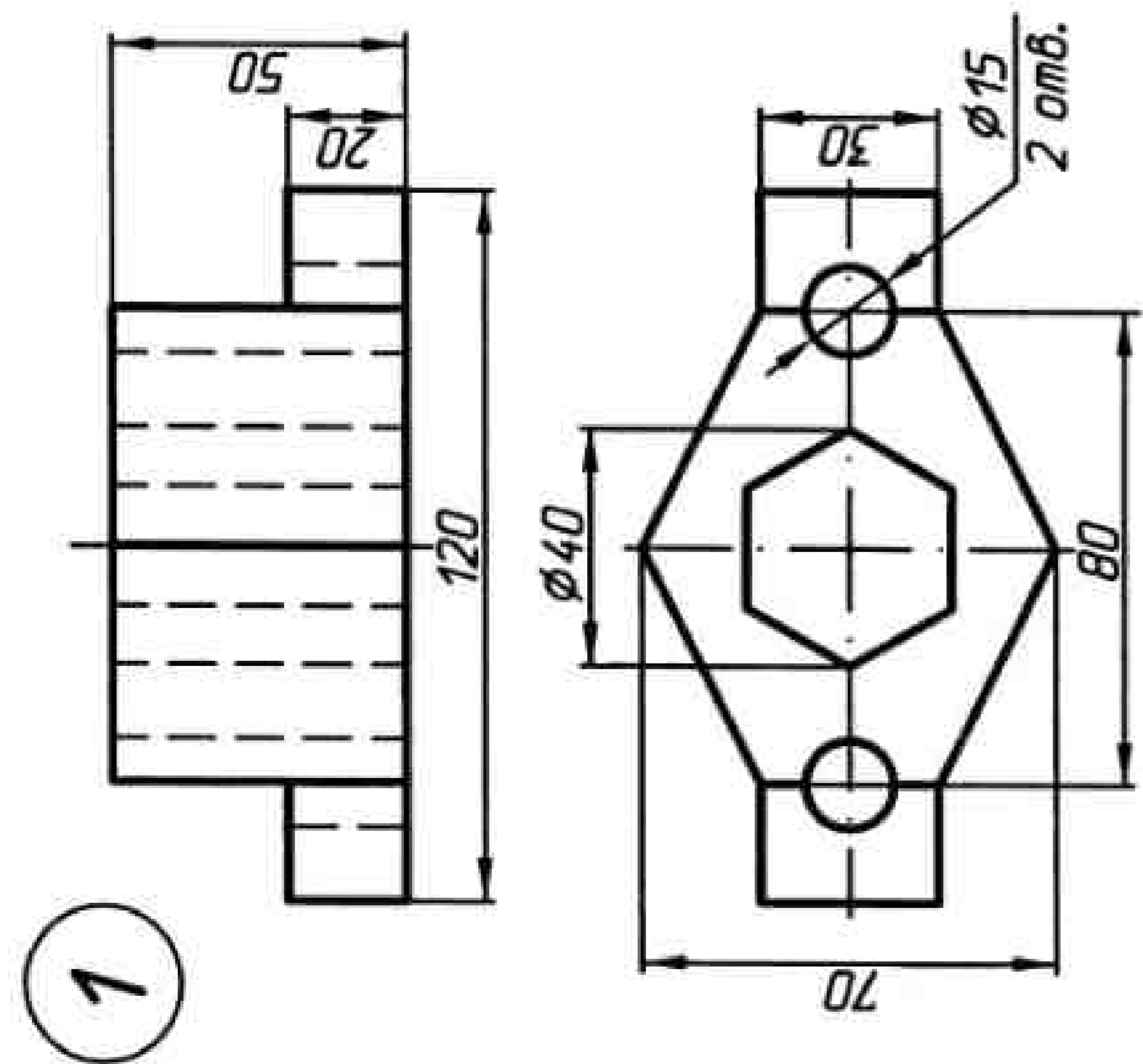


Рисунок 57

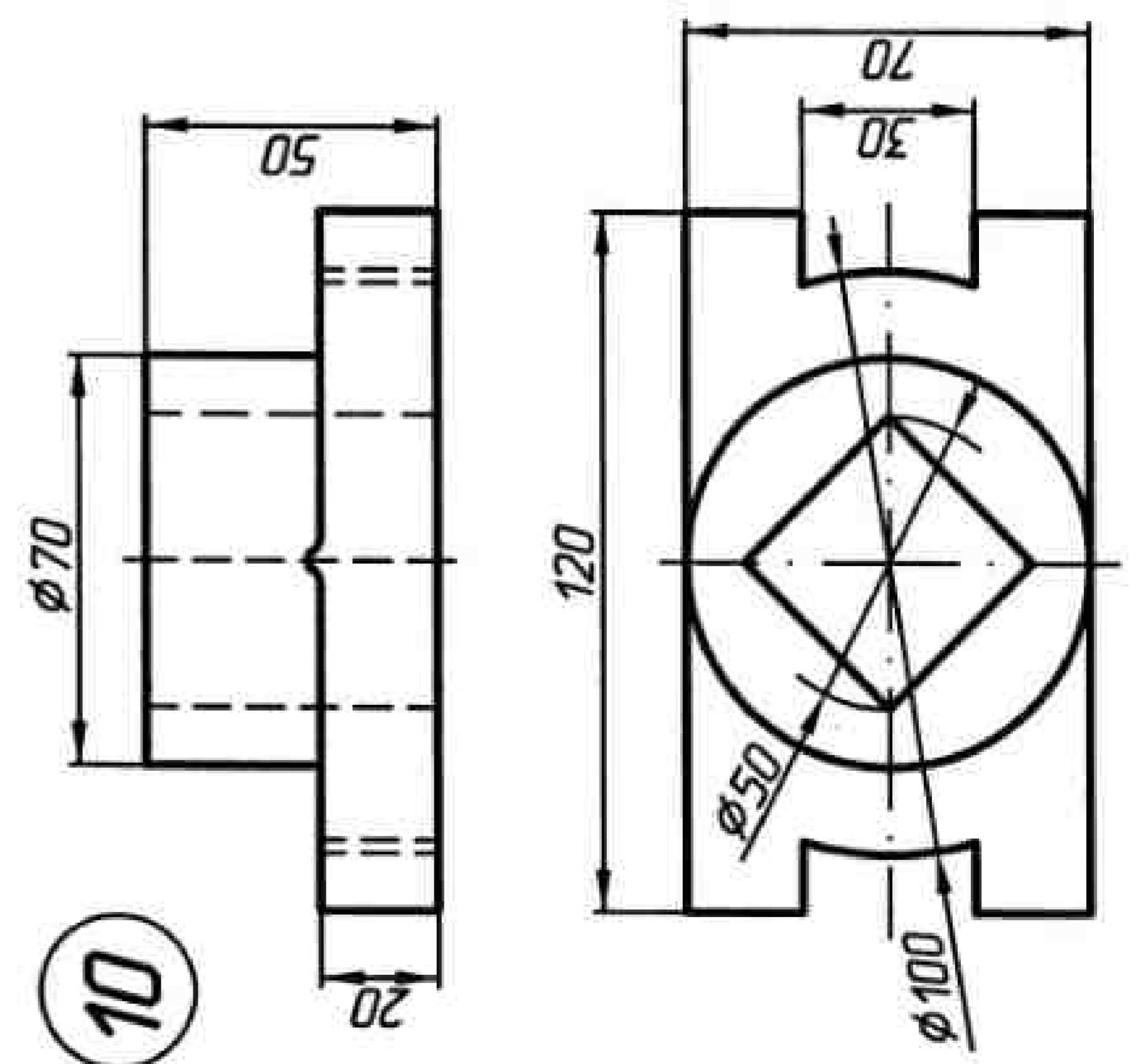
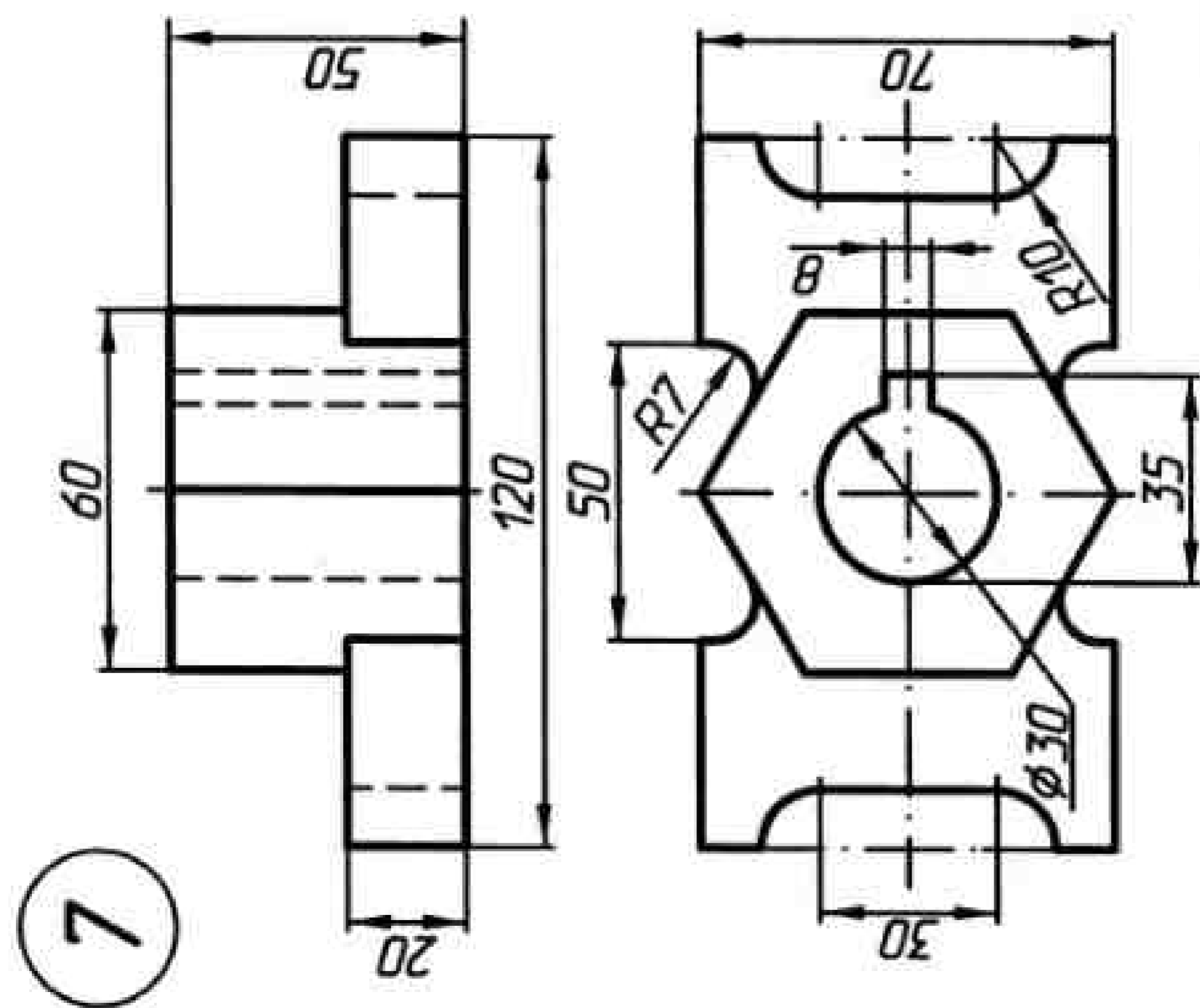
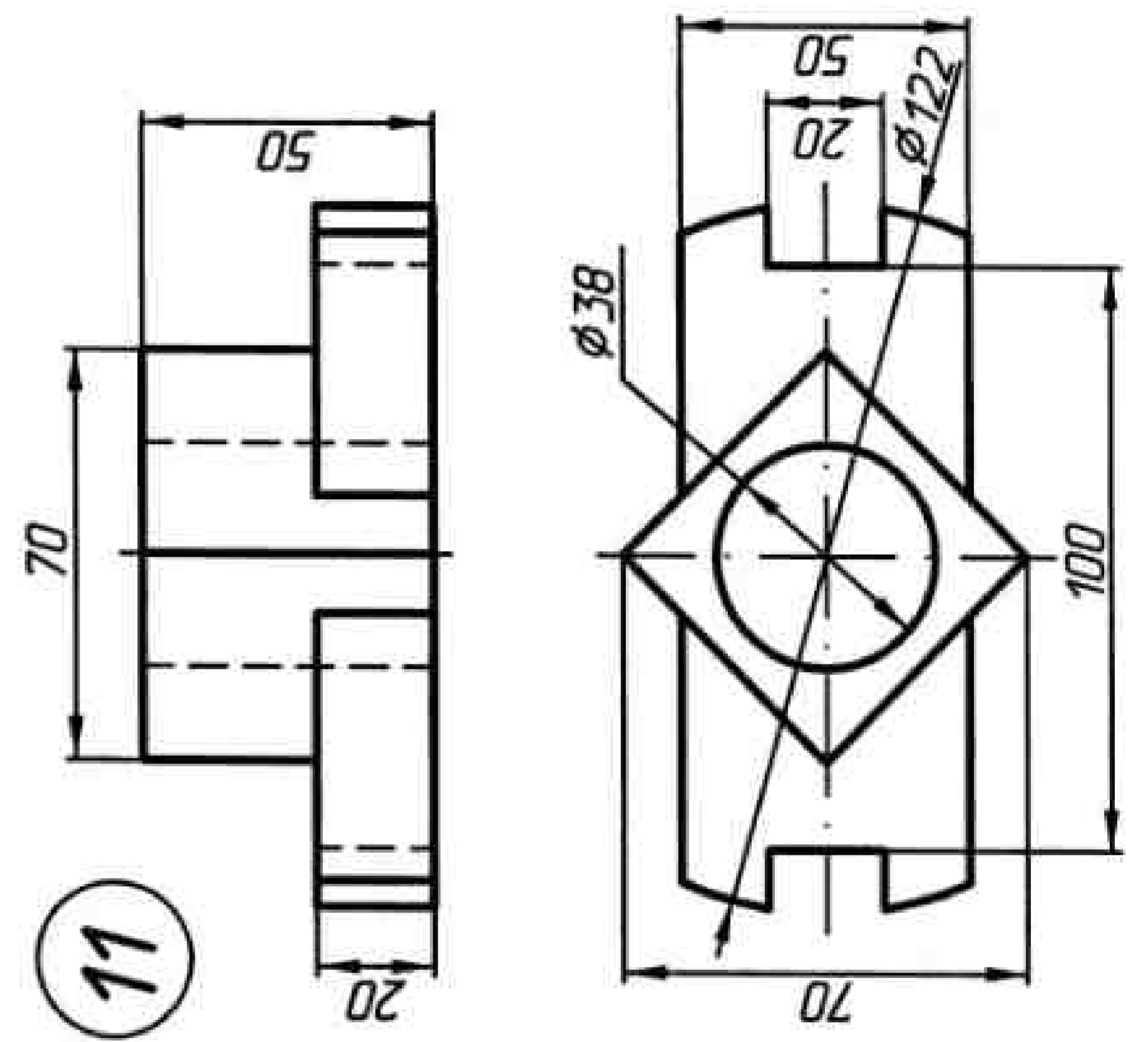
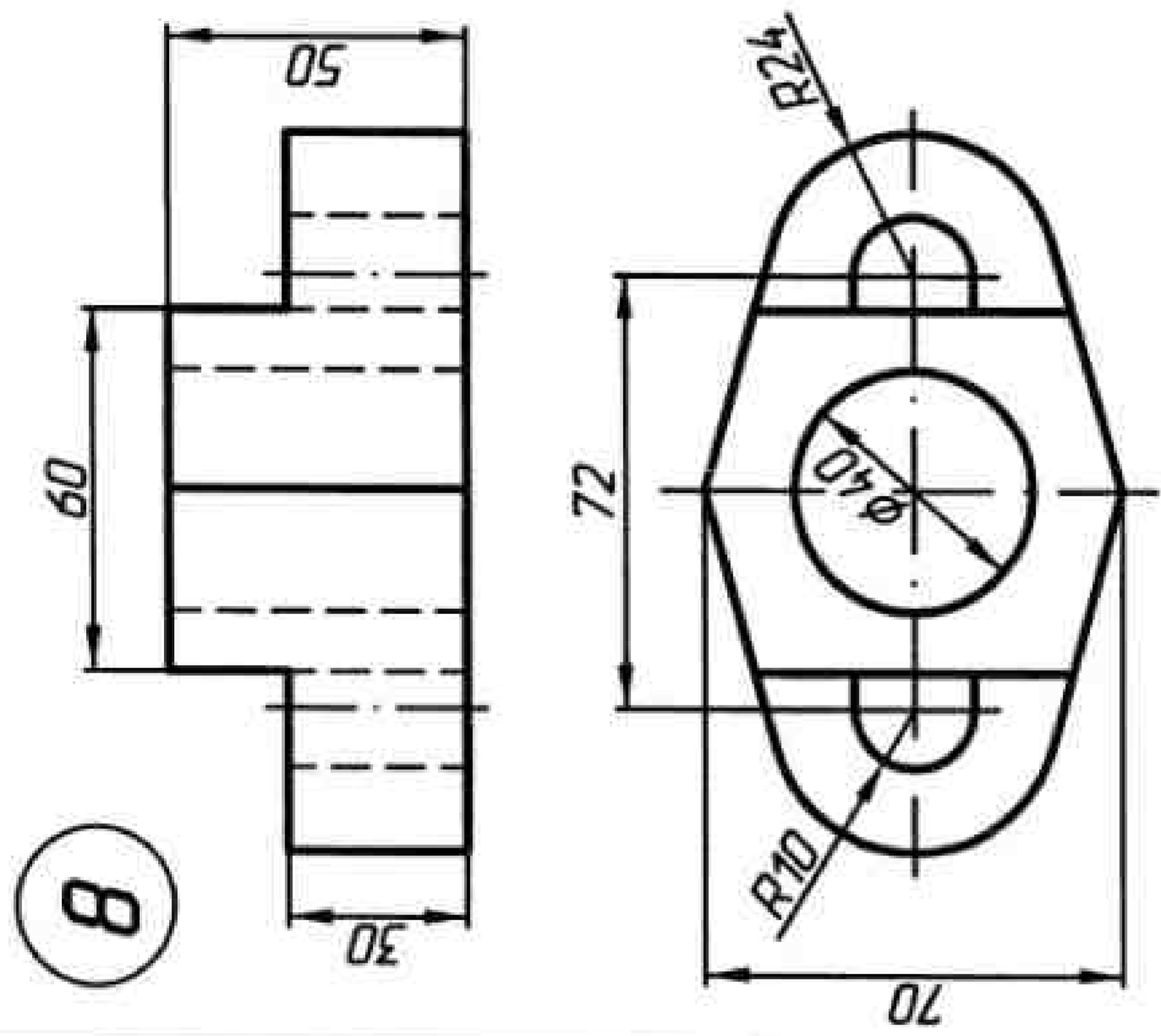
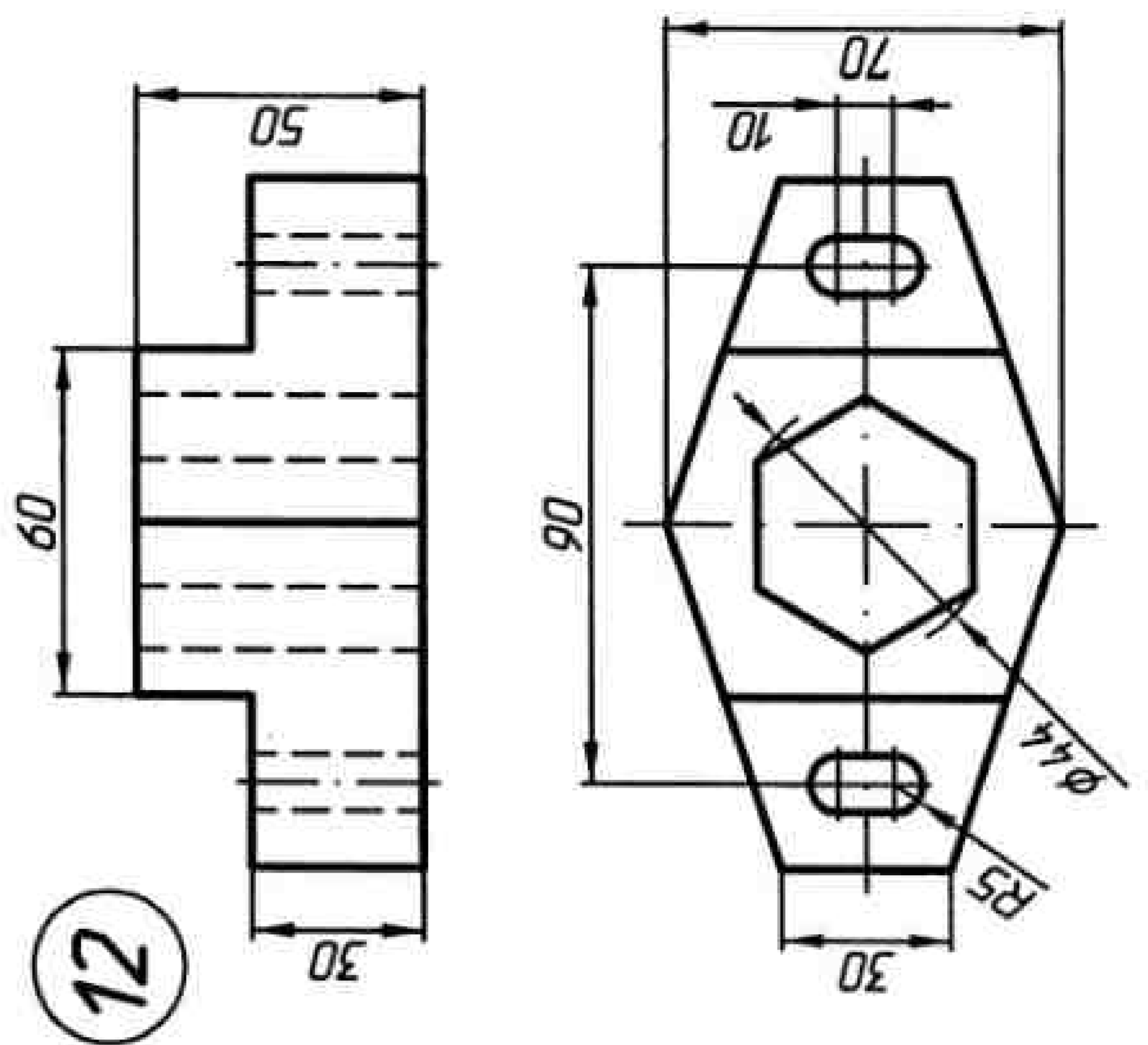
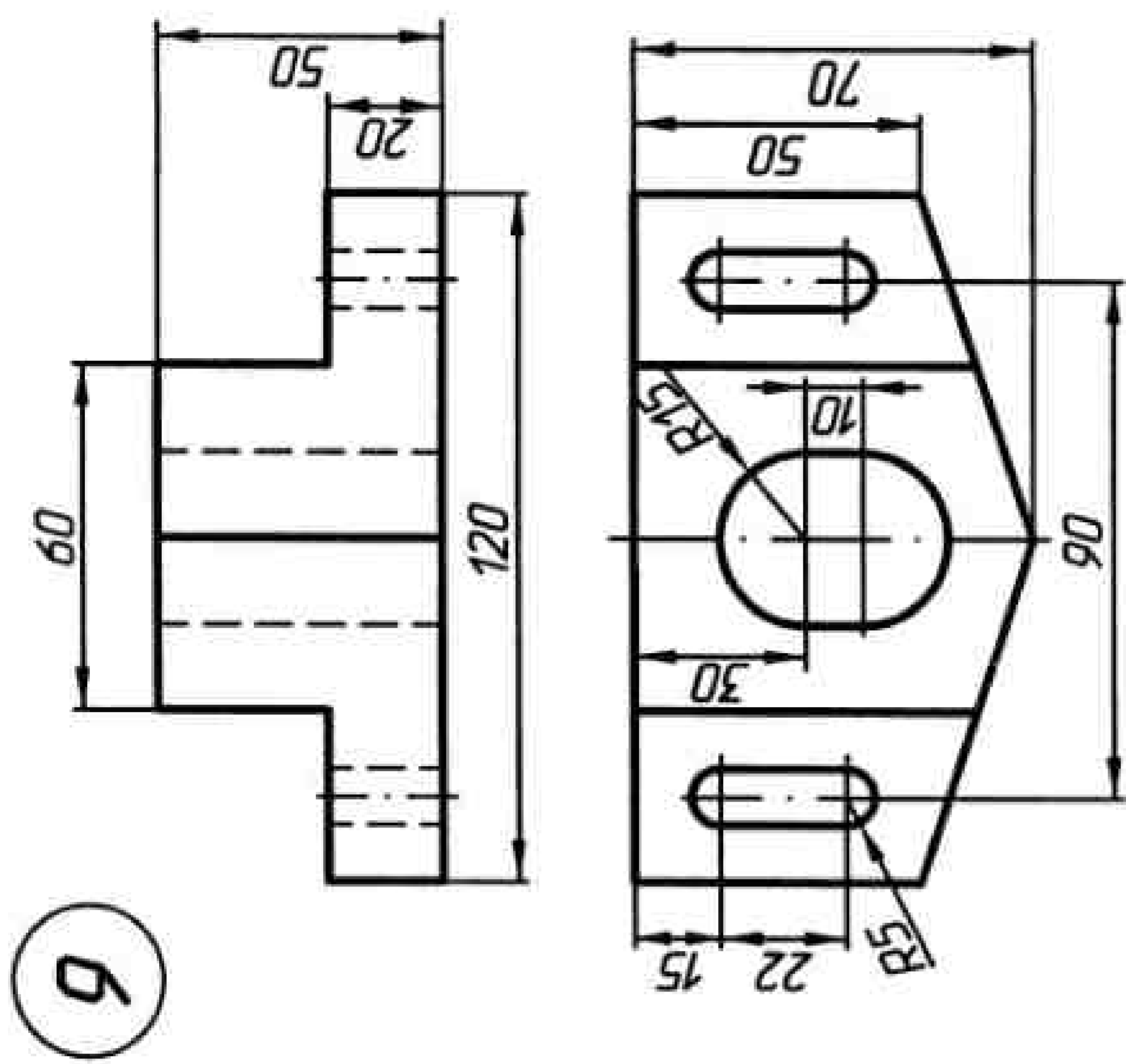


Рисунок 58

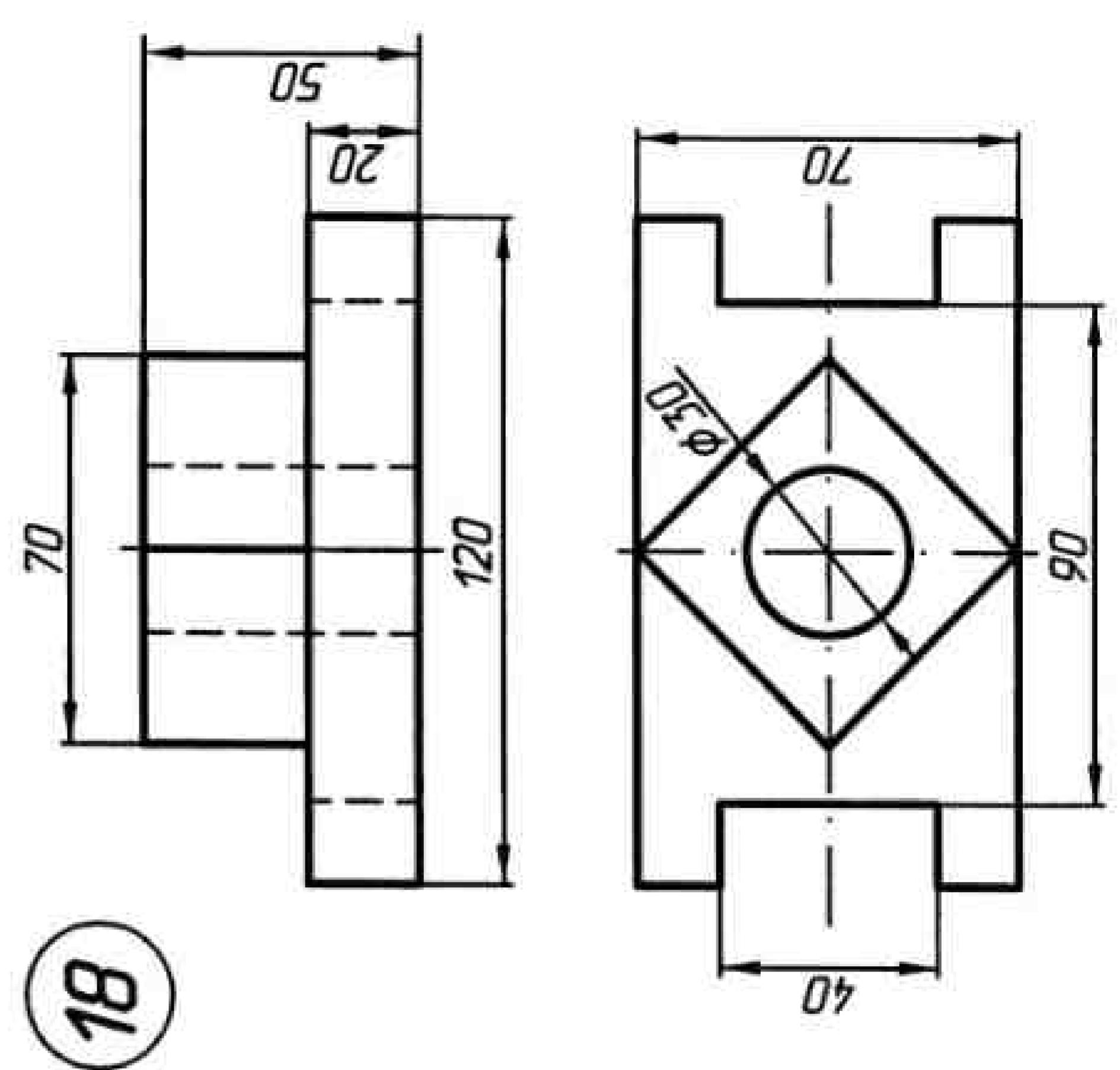
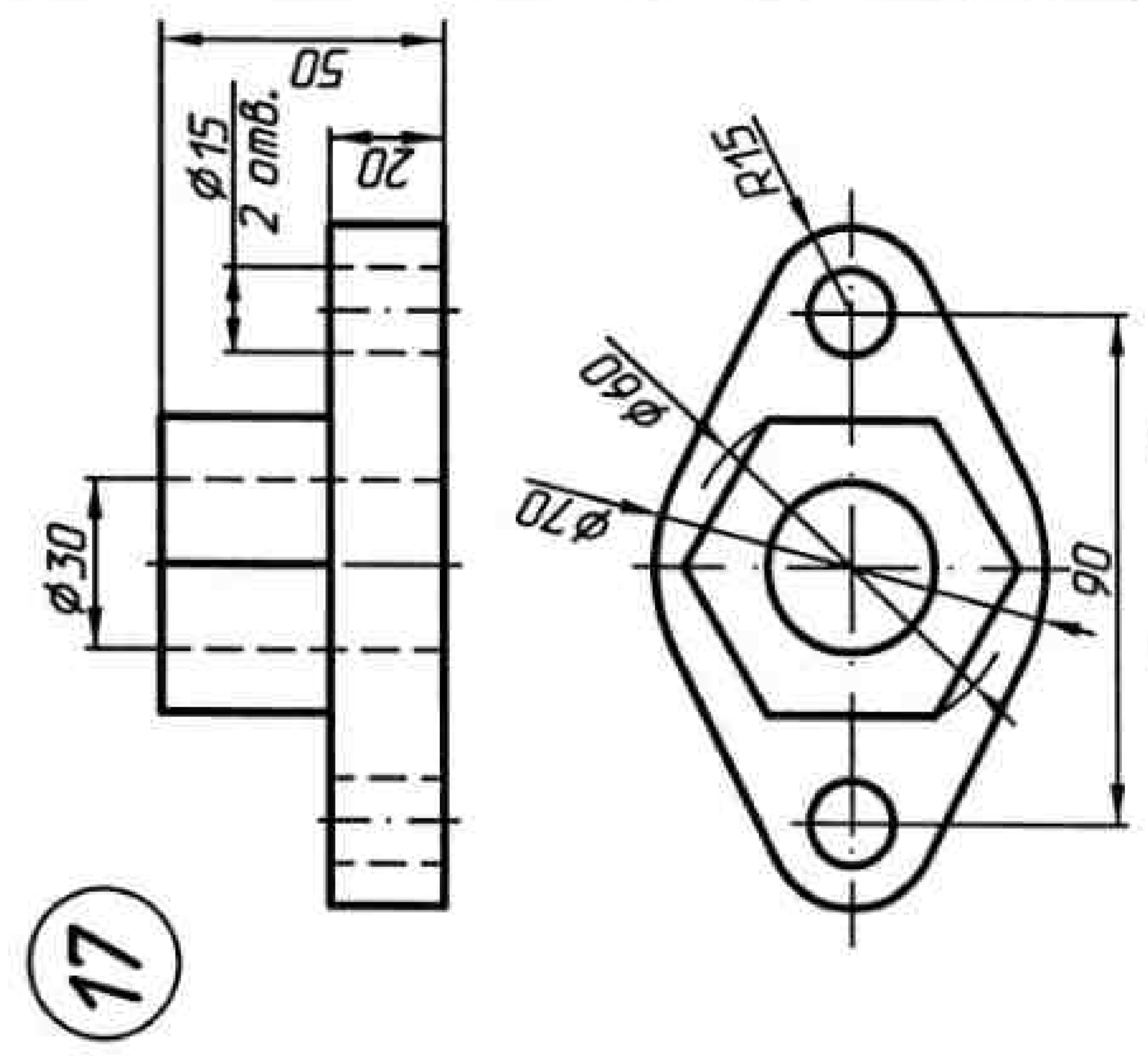
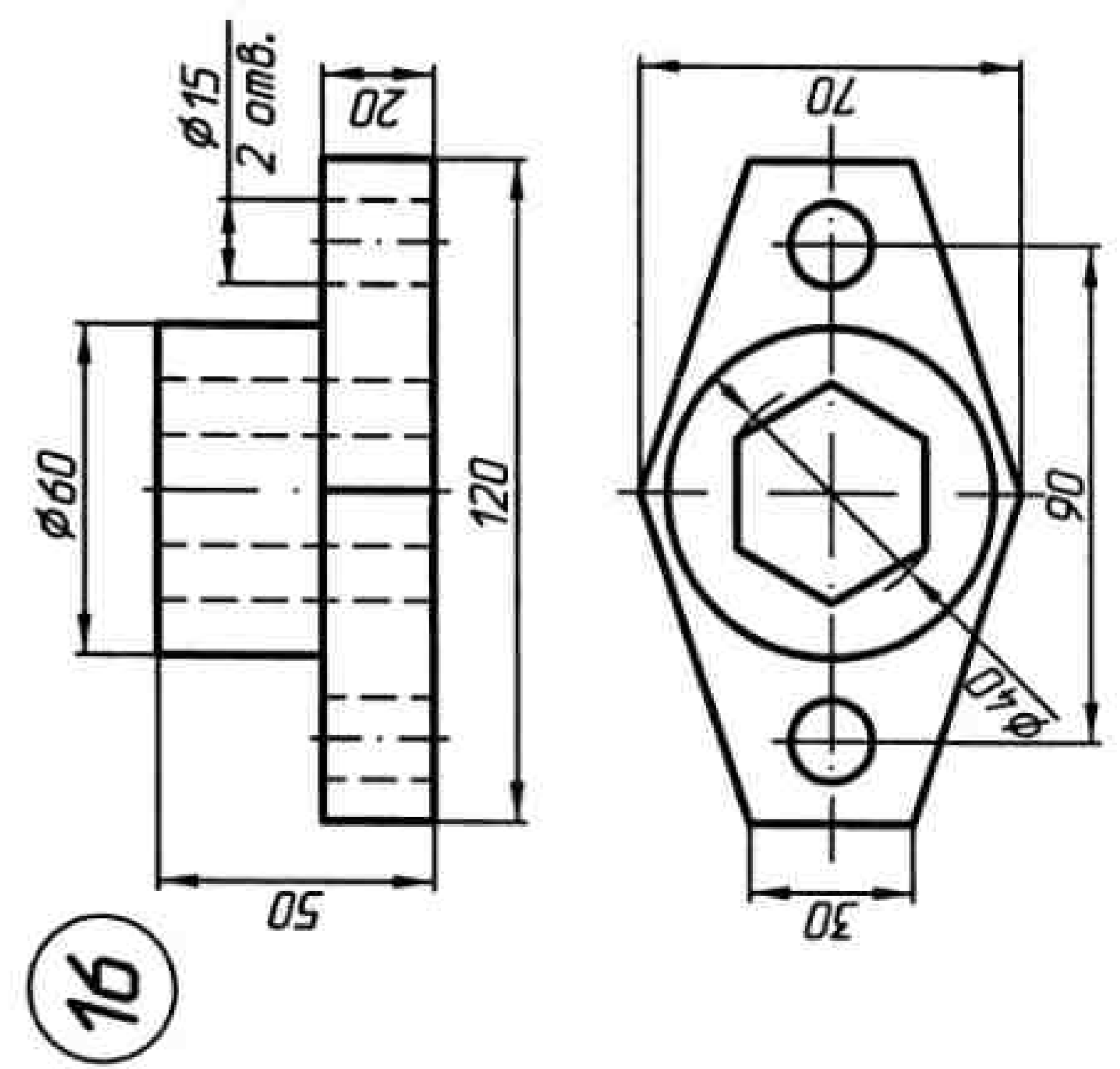
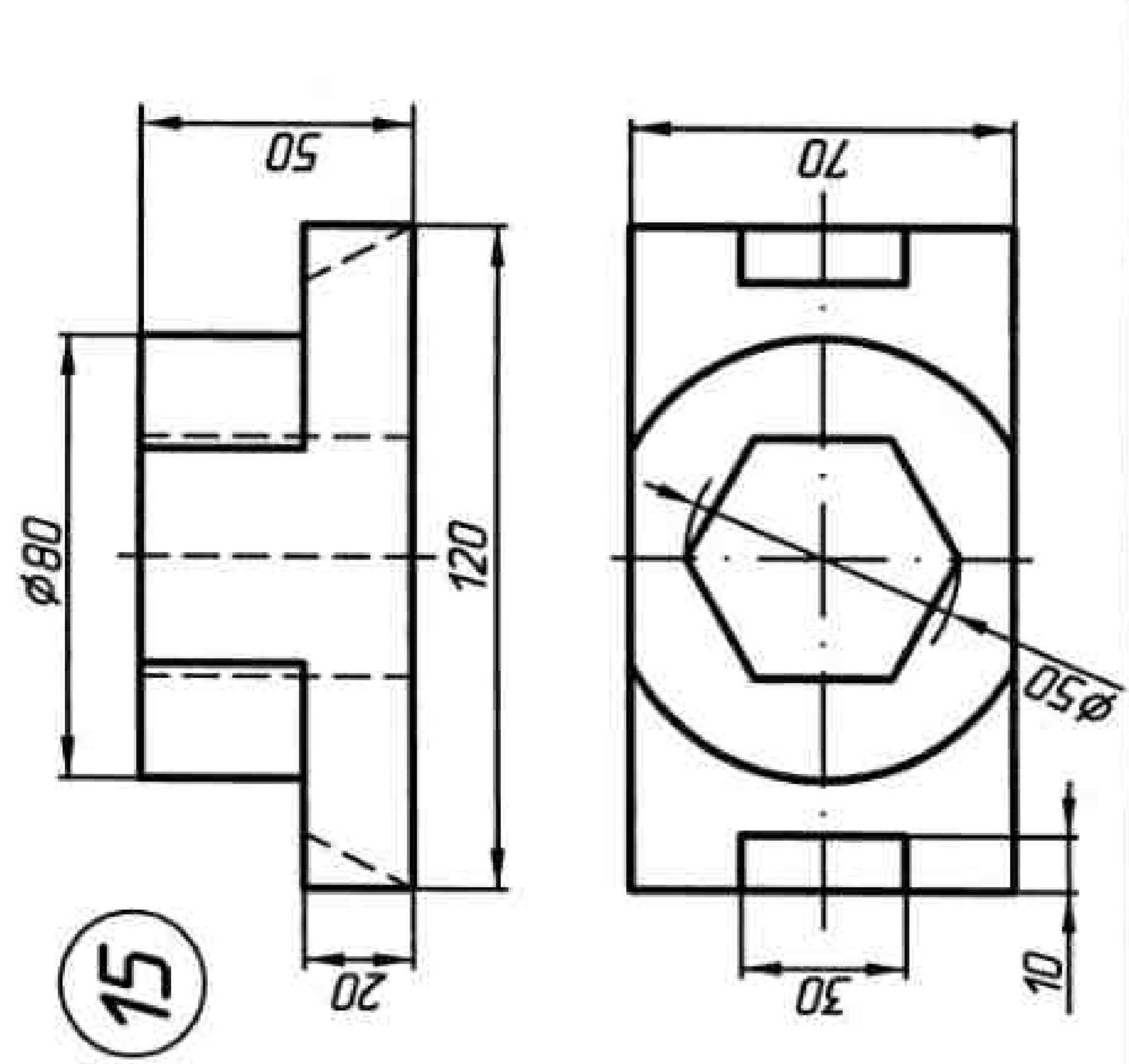
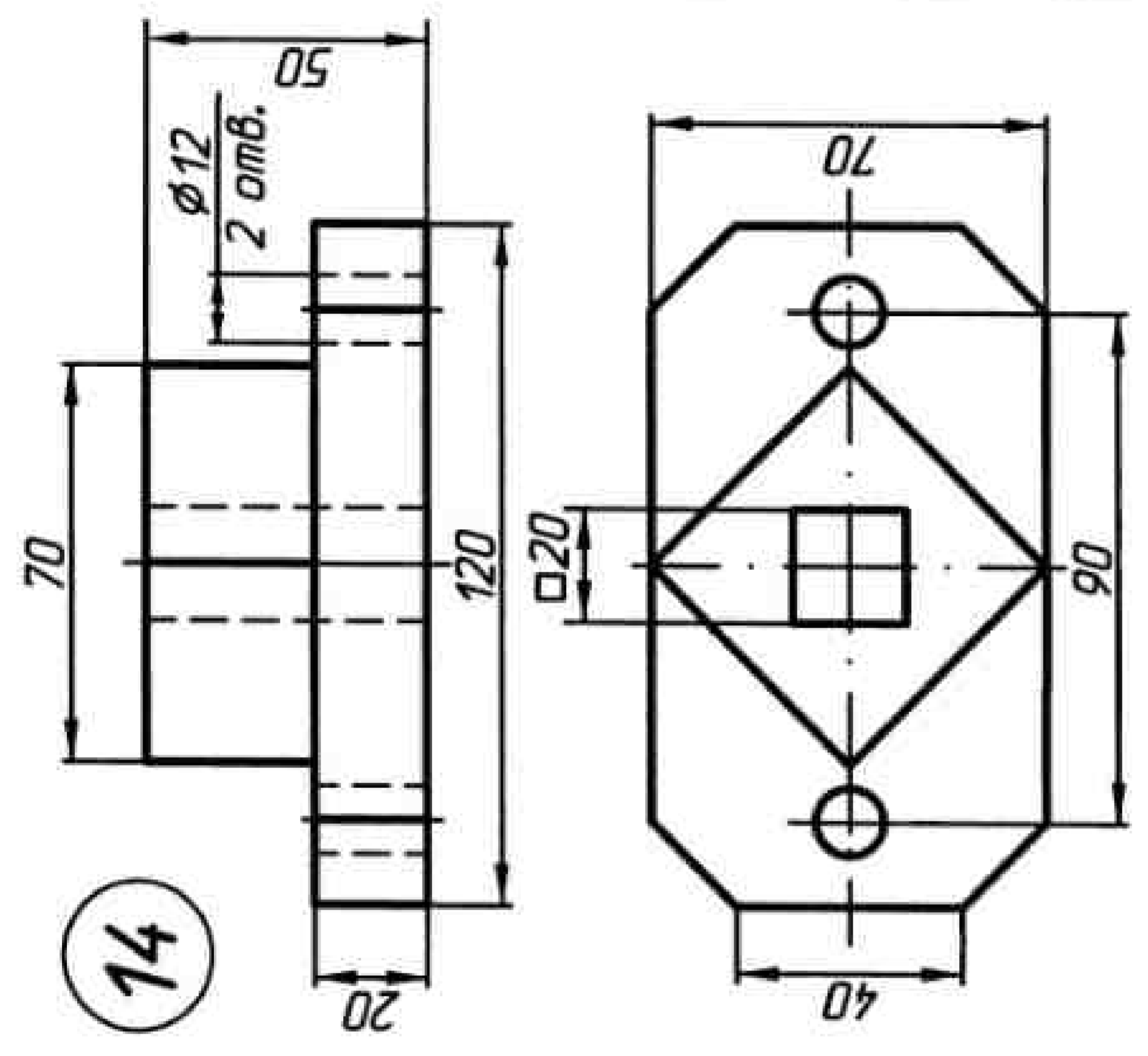
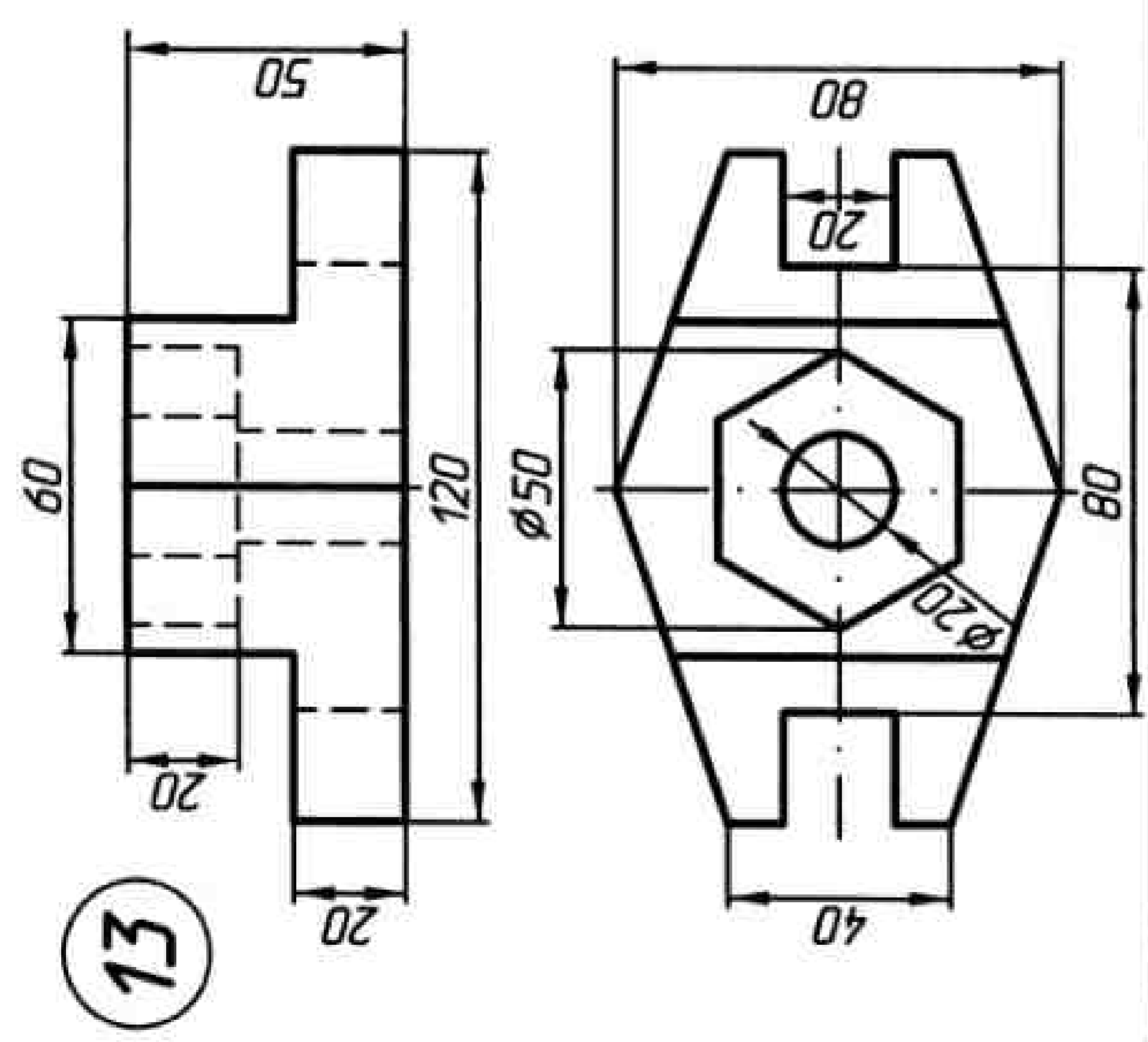


Рисунок 59

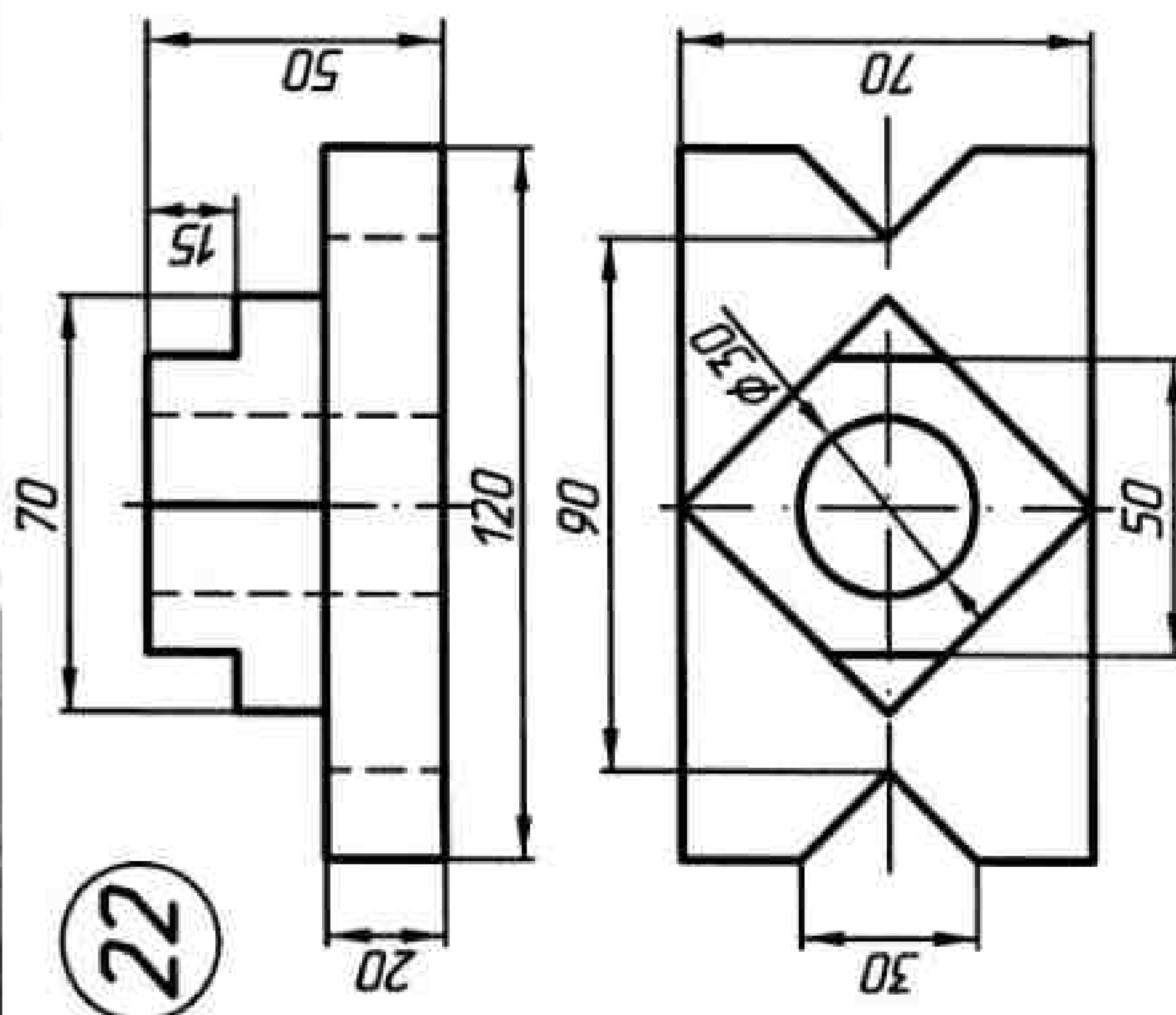
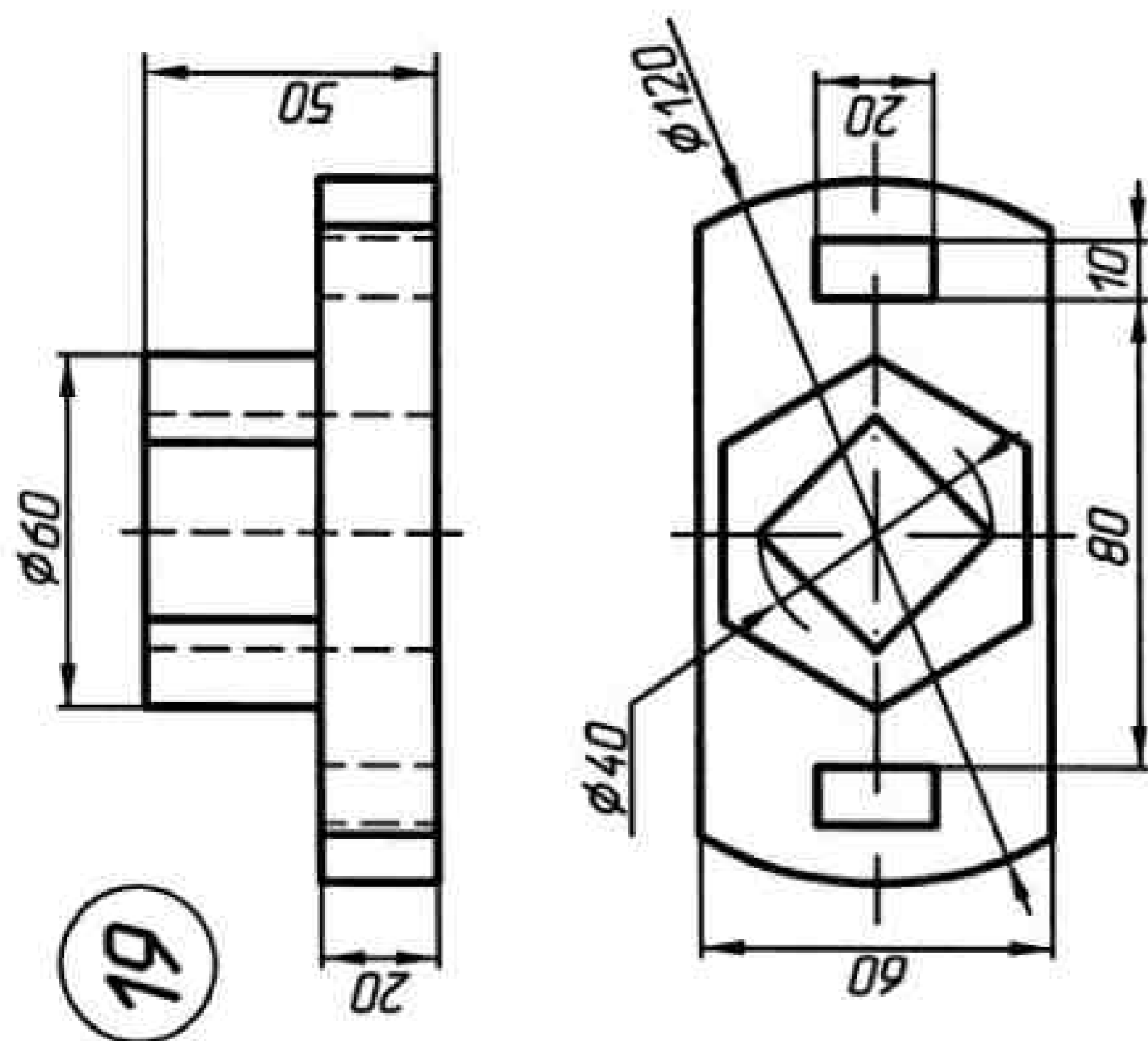
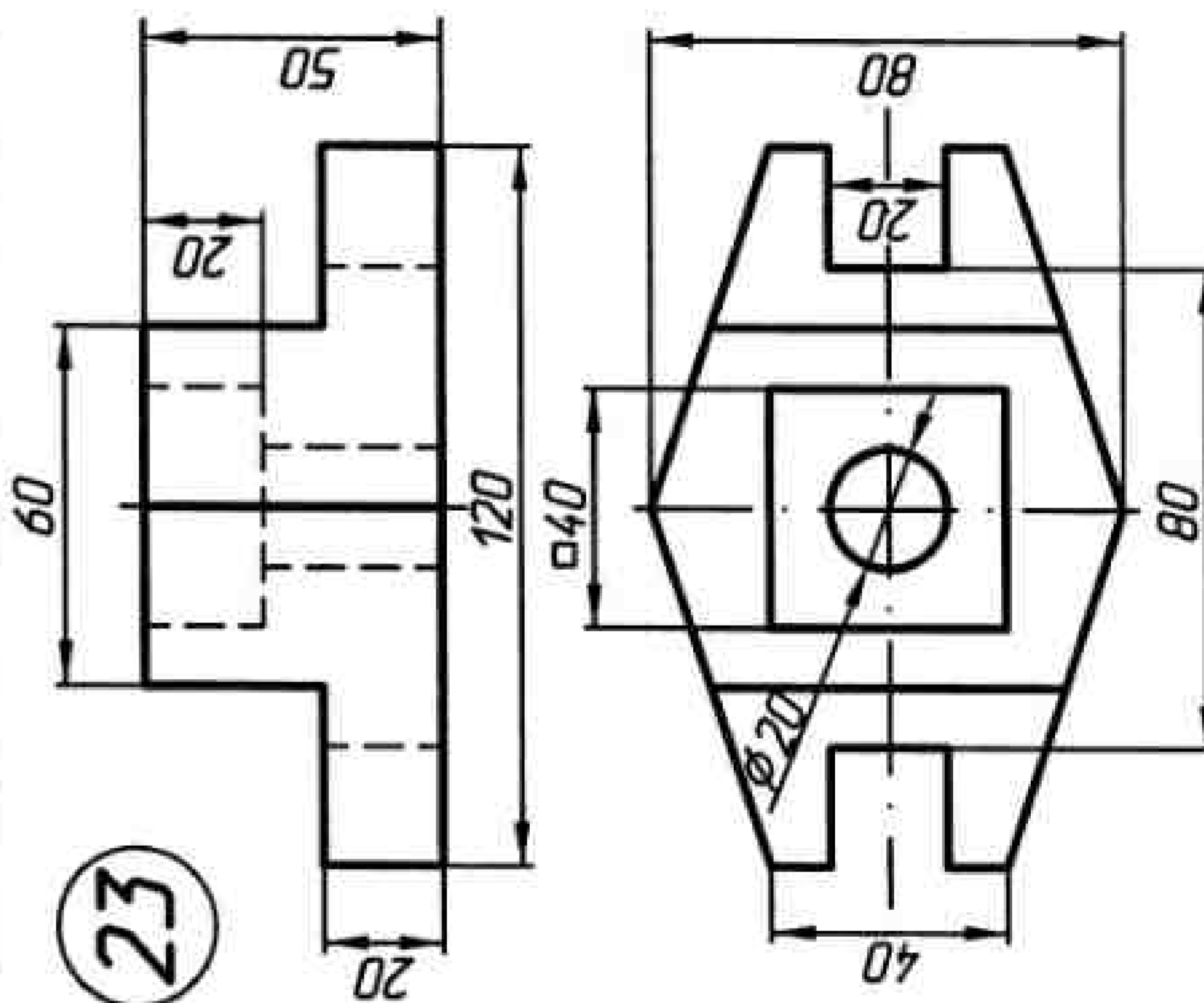
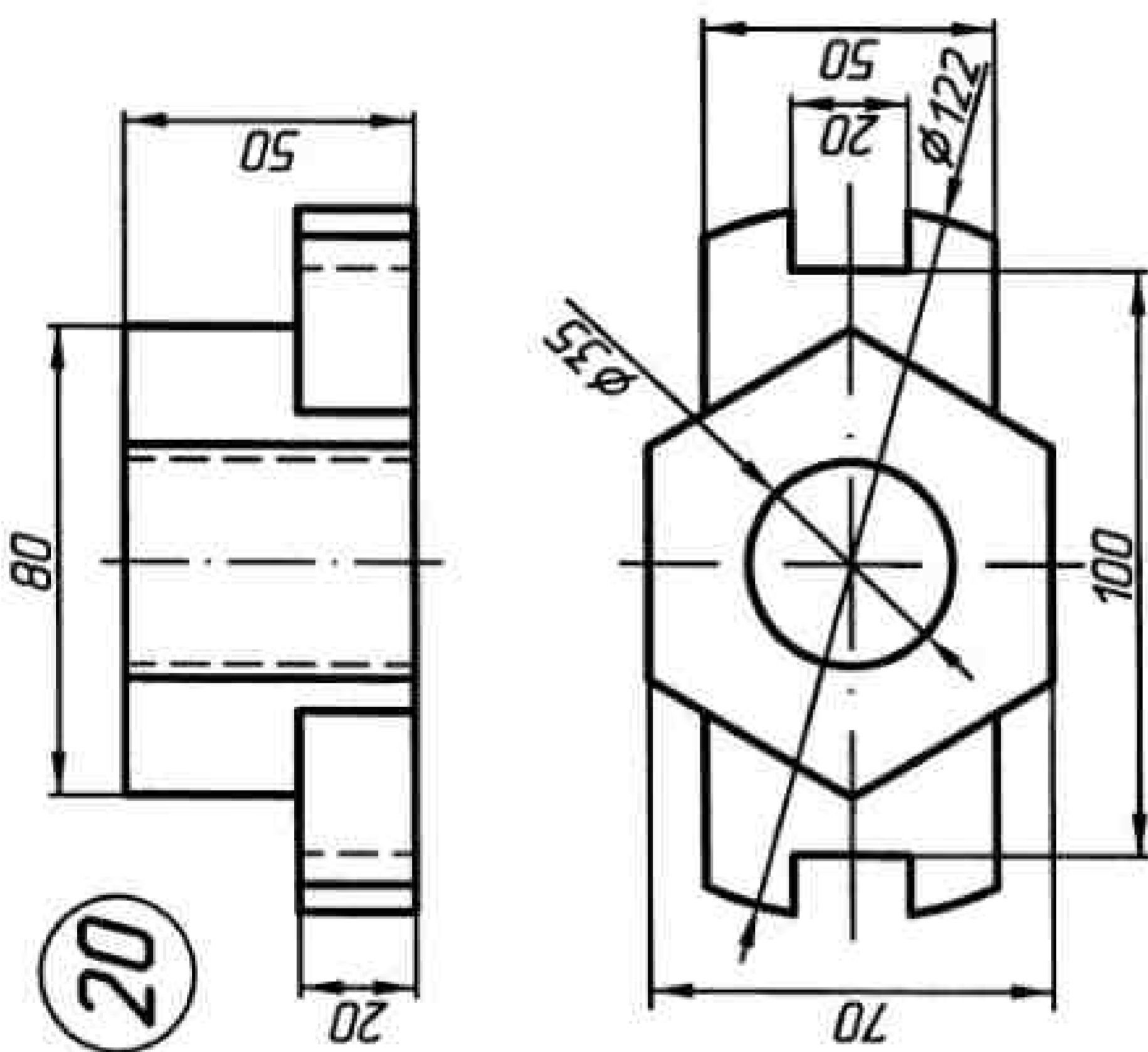
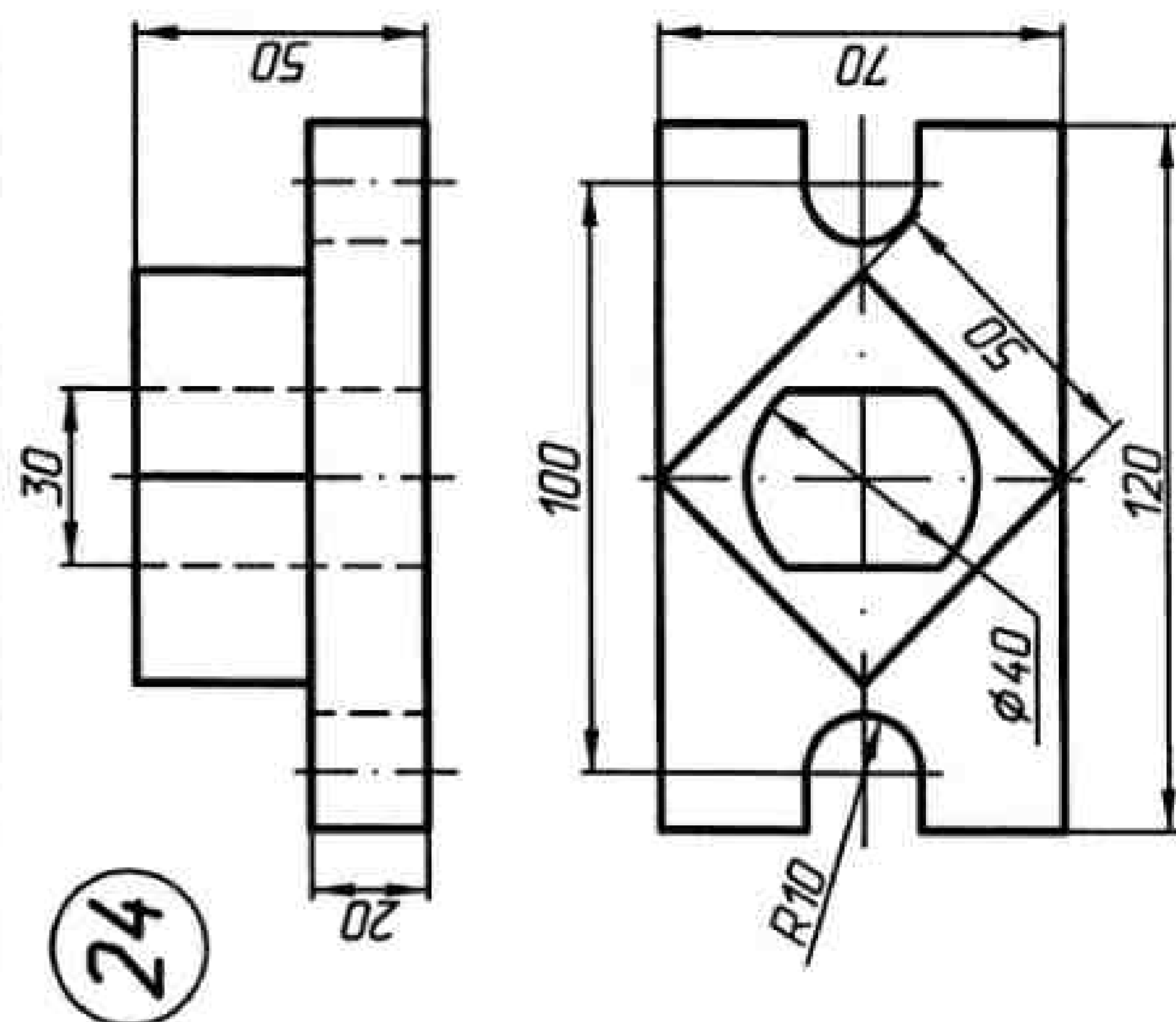
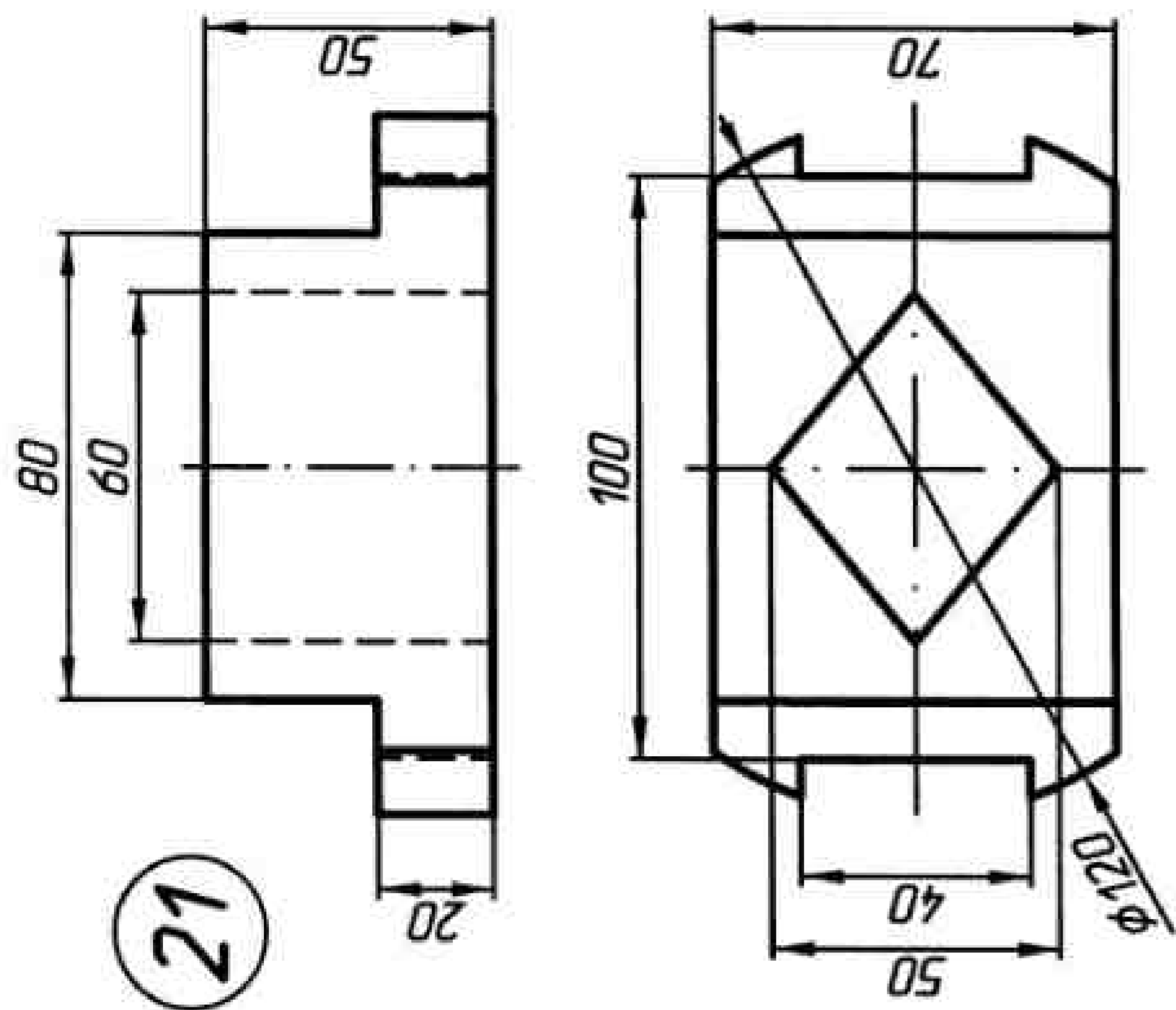


Рисунок 60

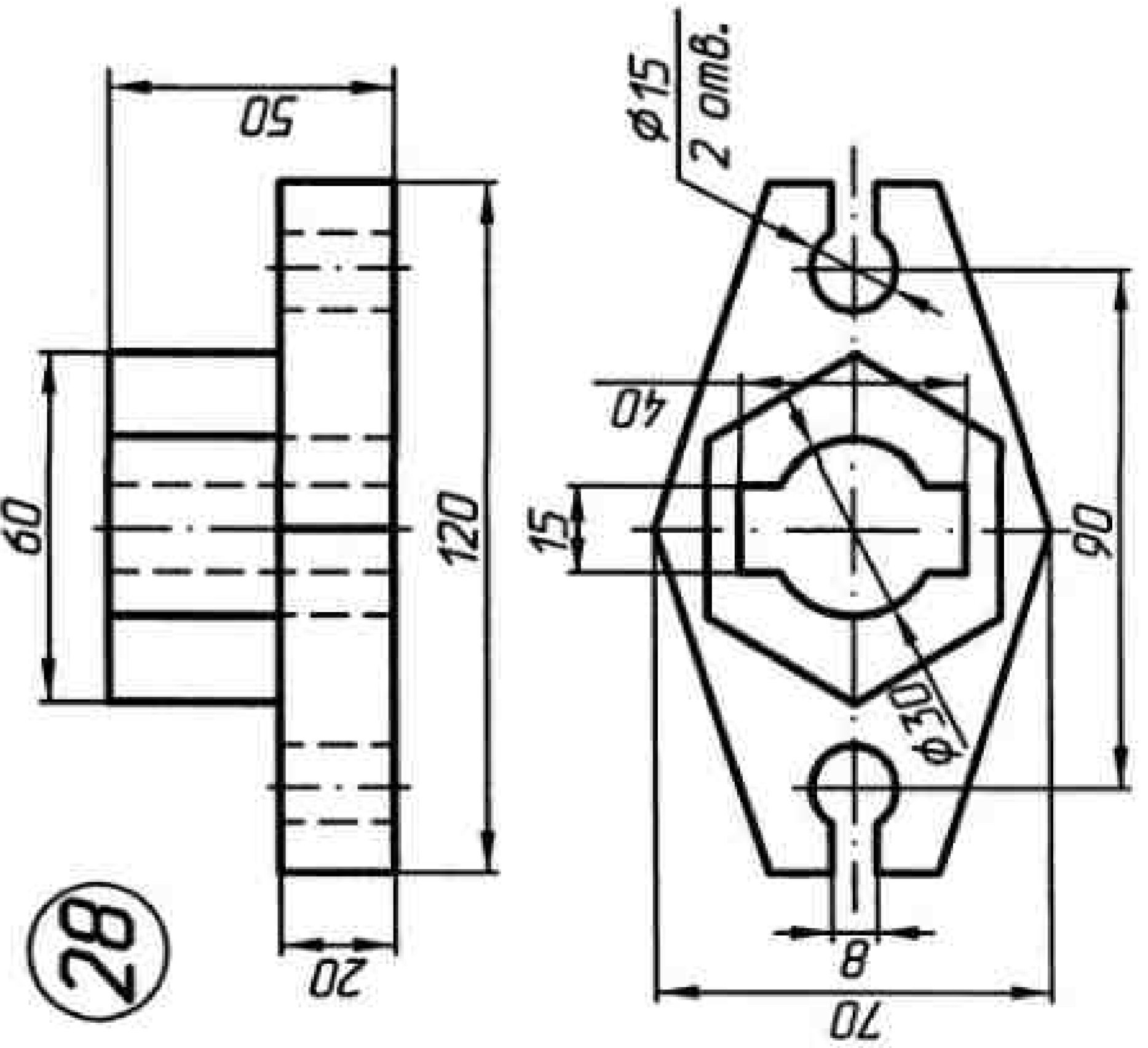
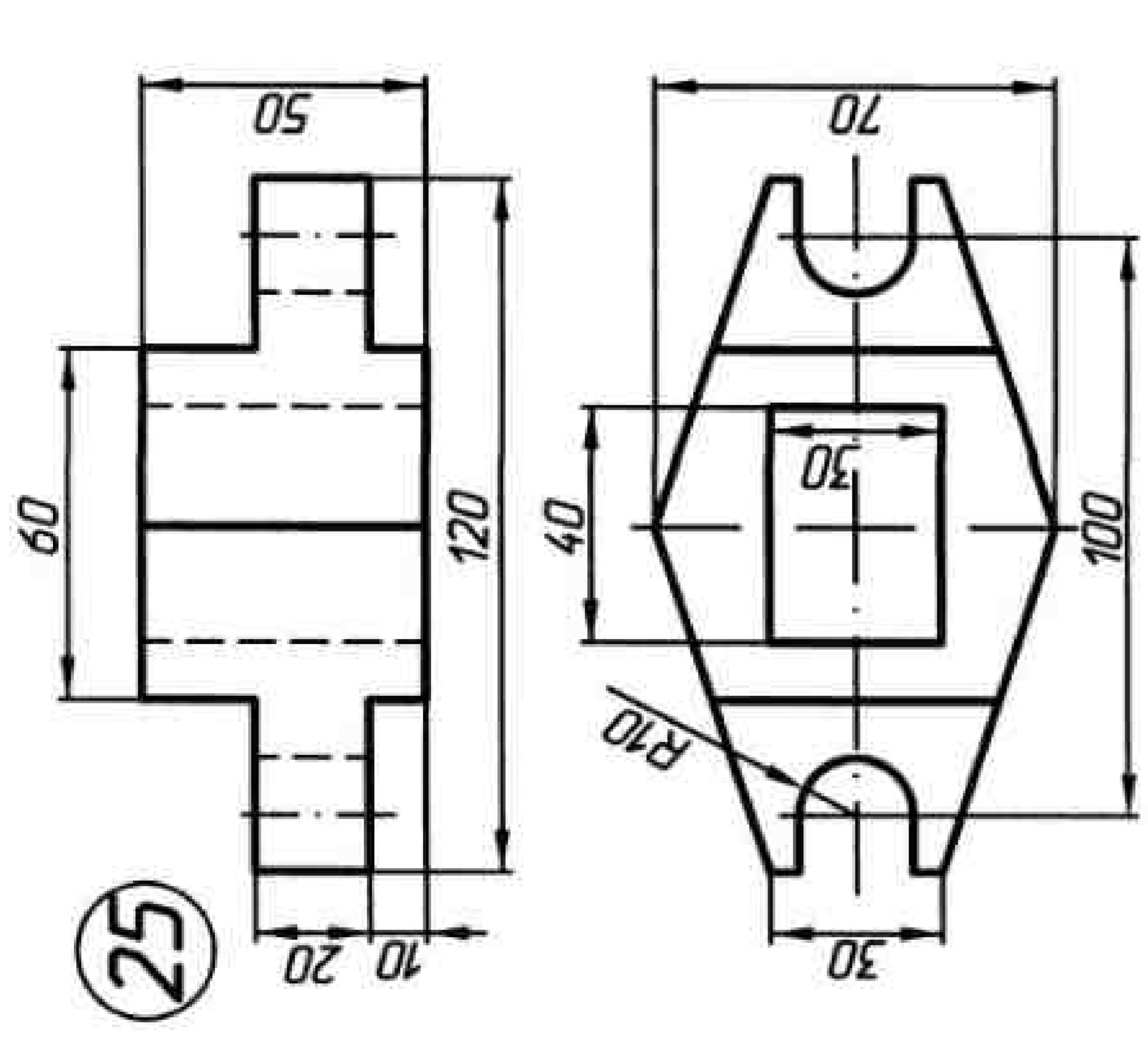
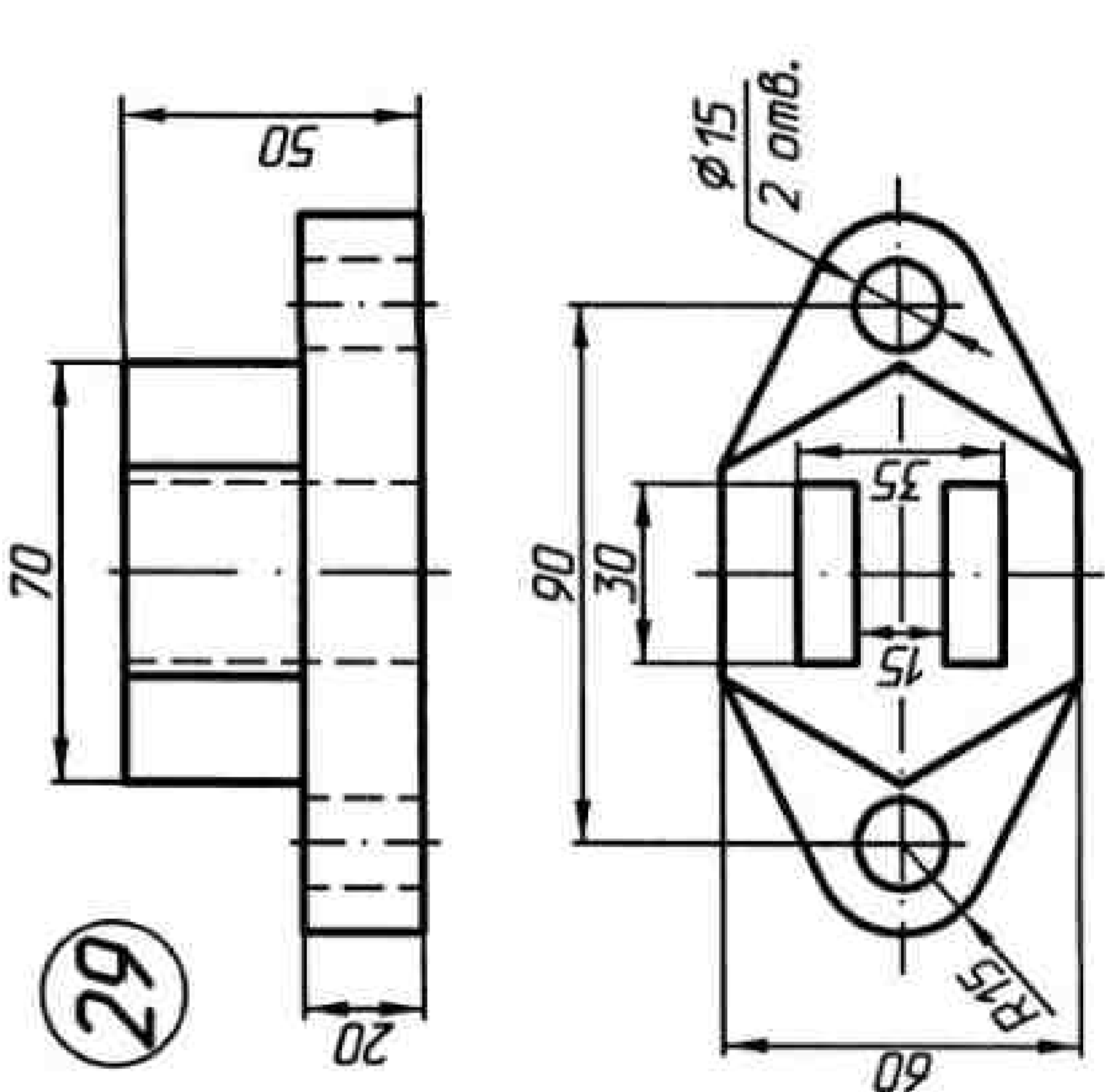
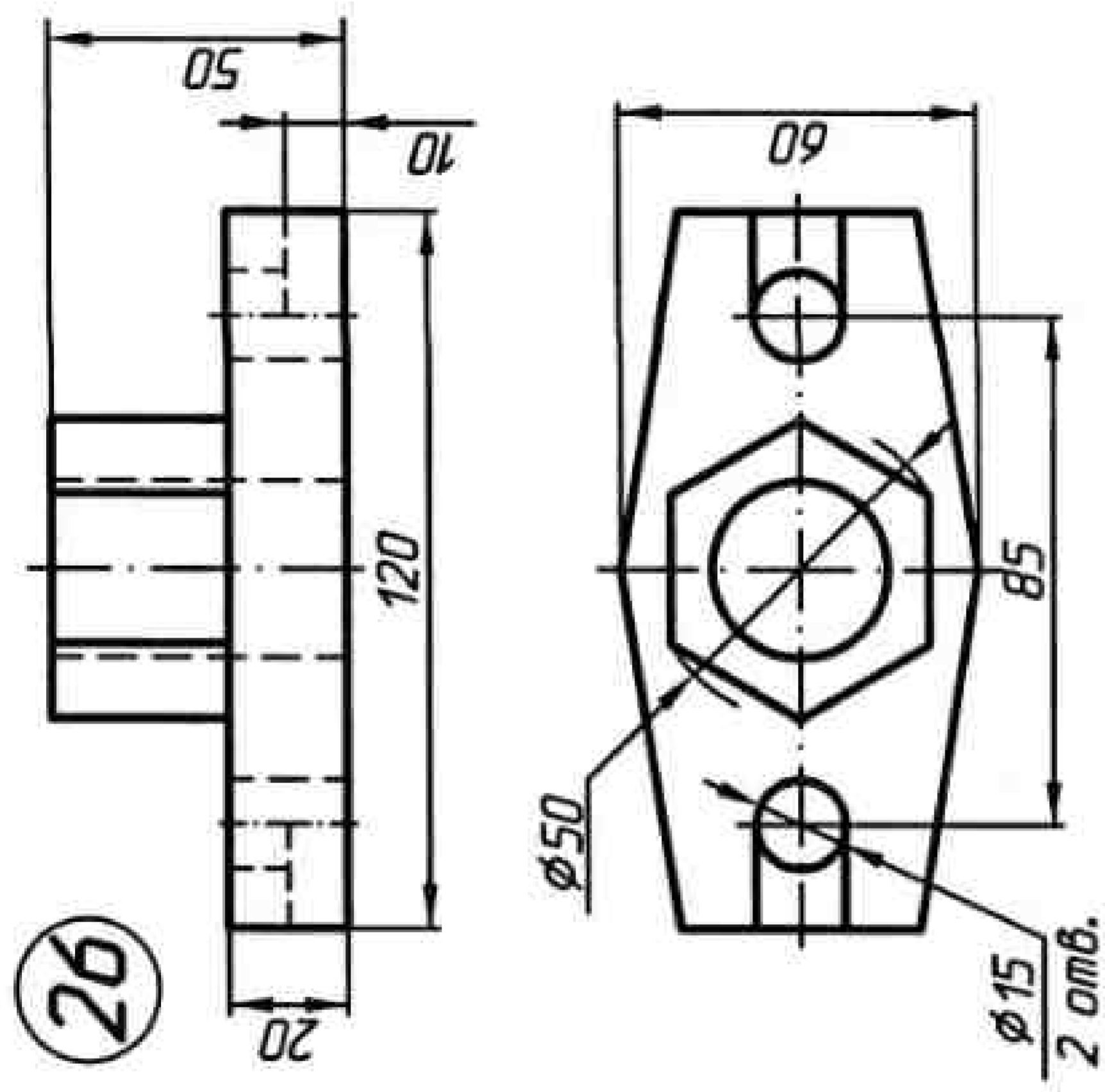
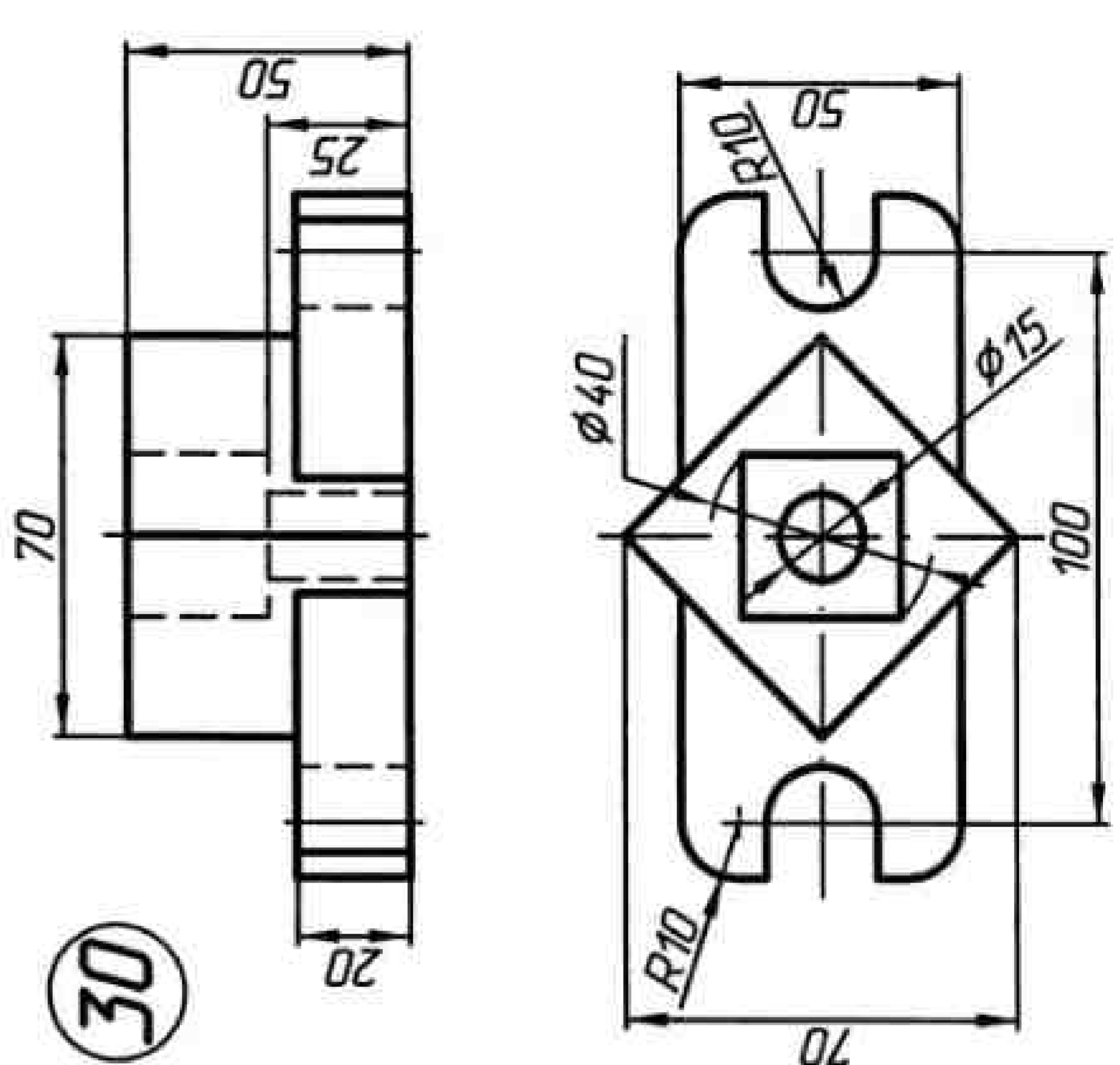
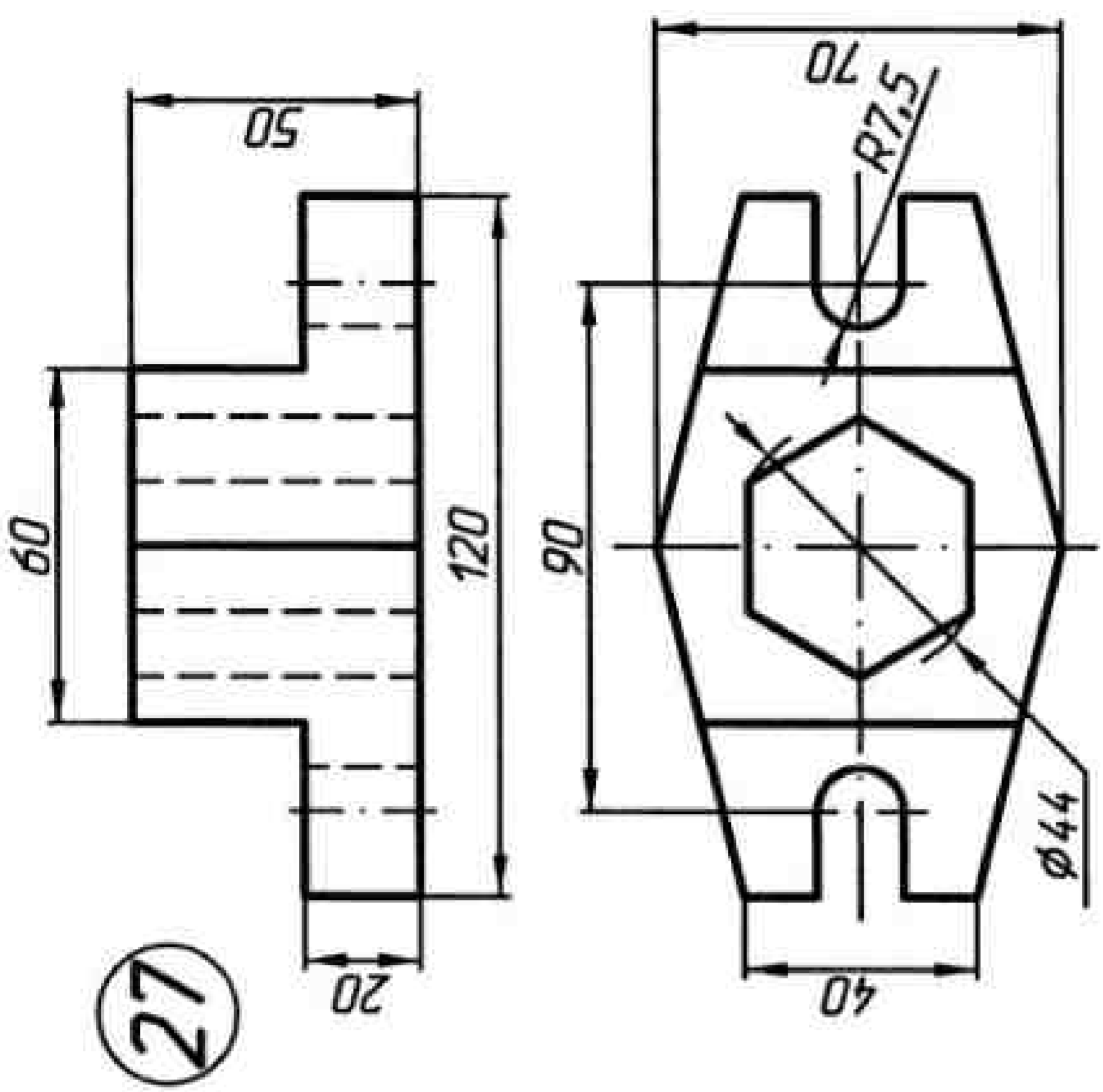
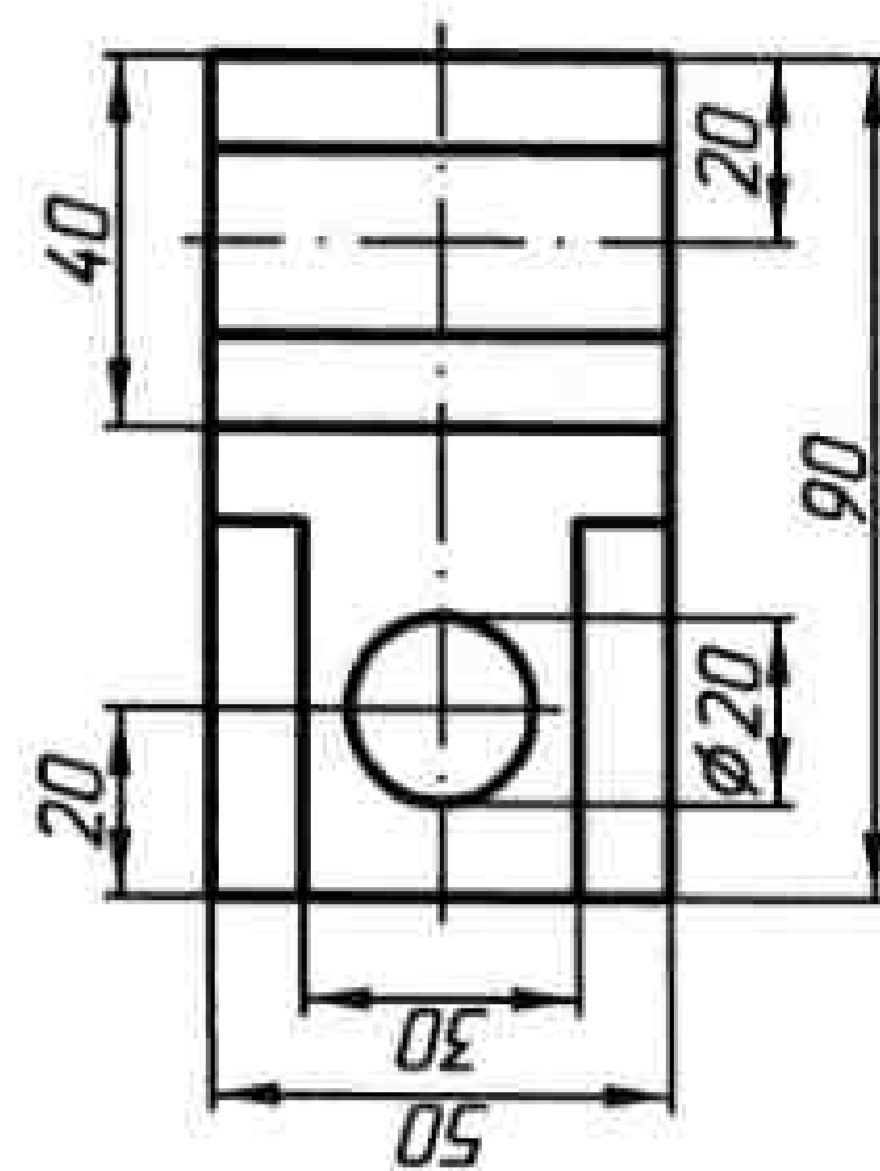
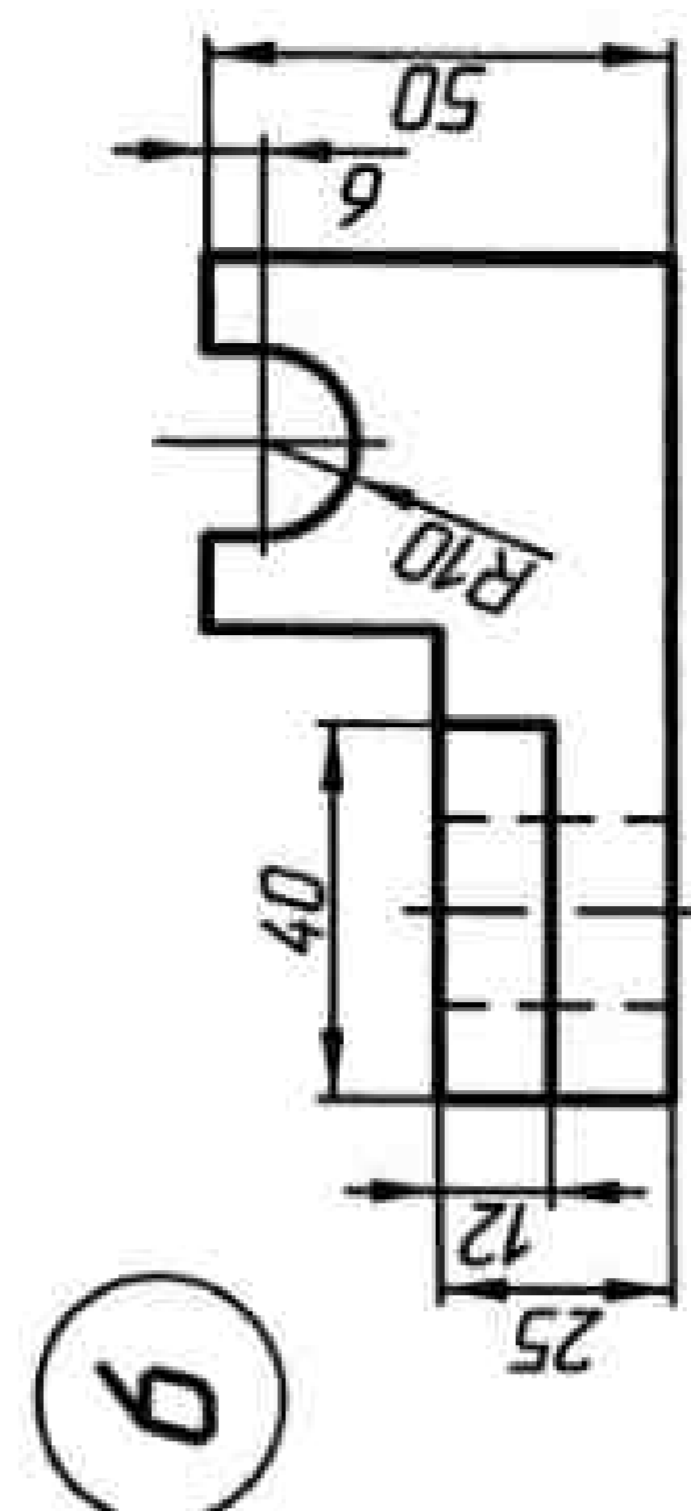
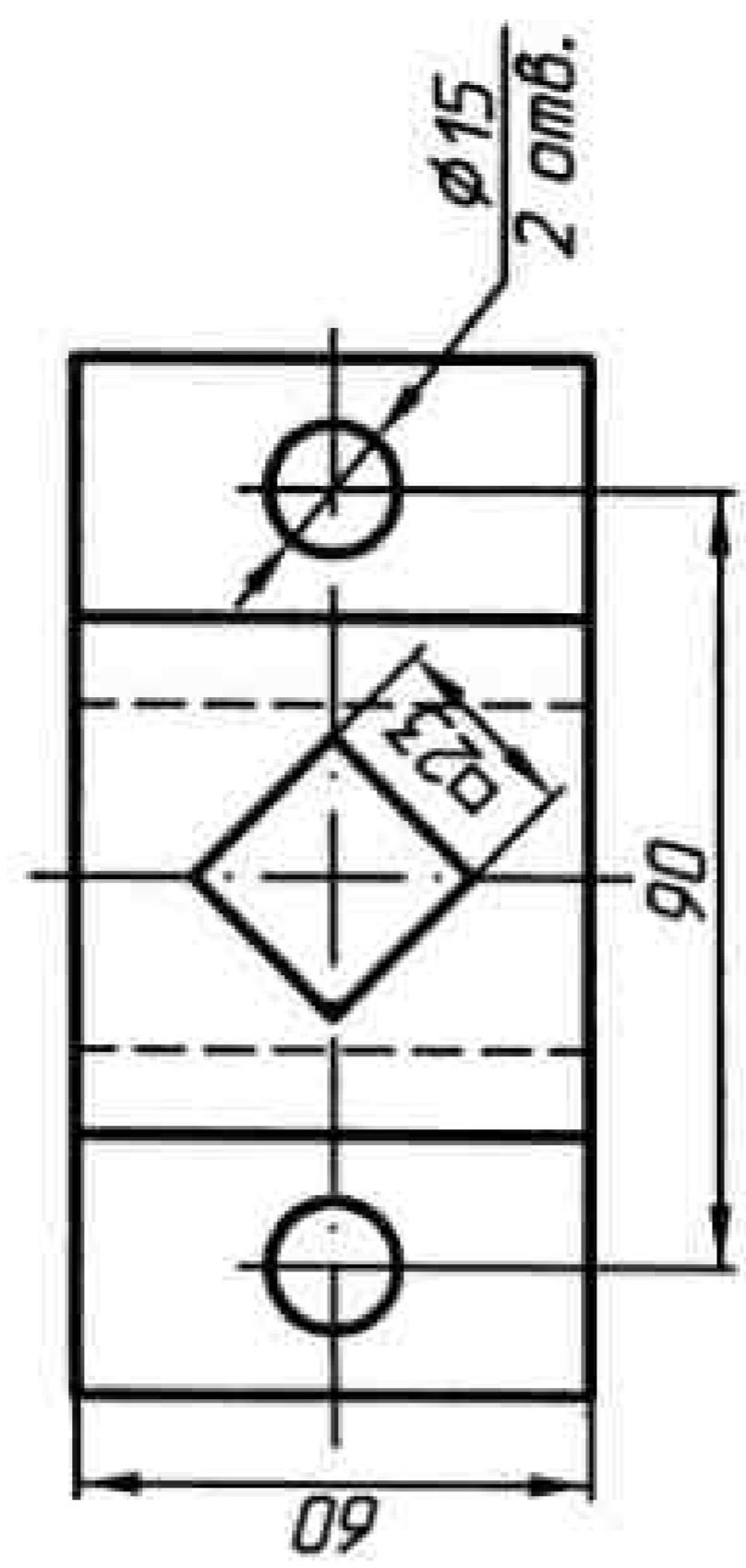
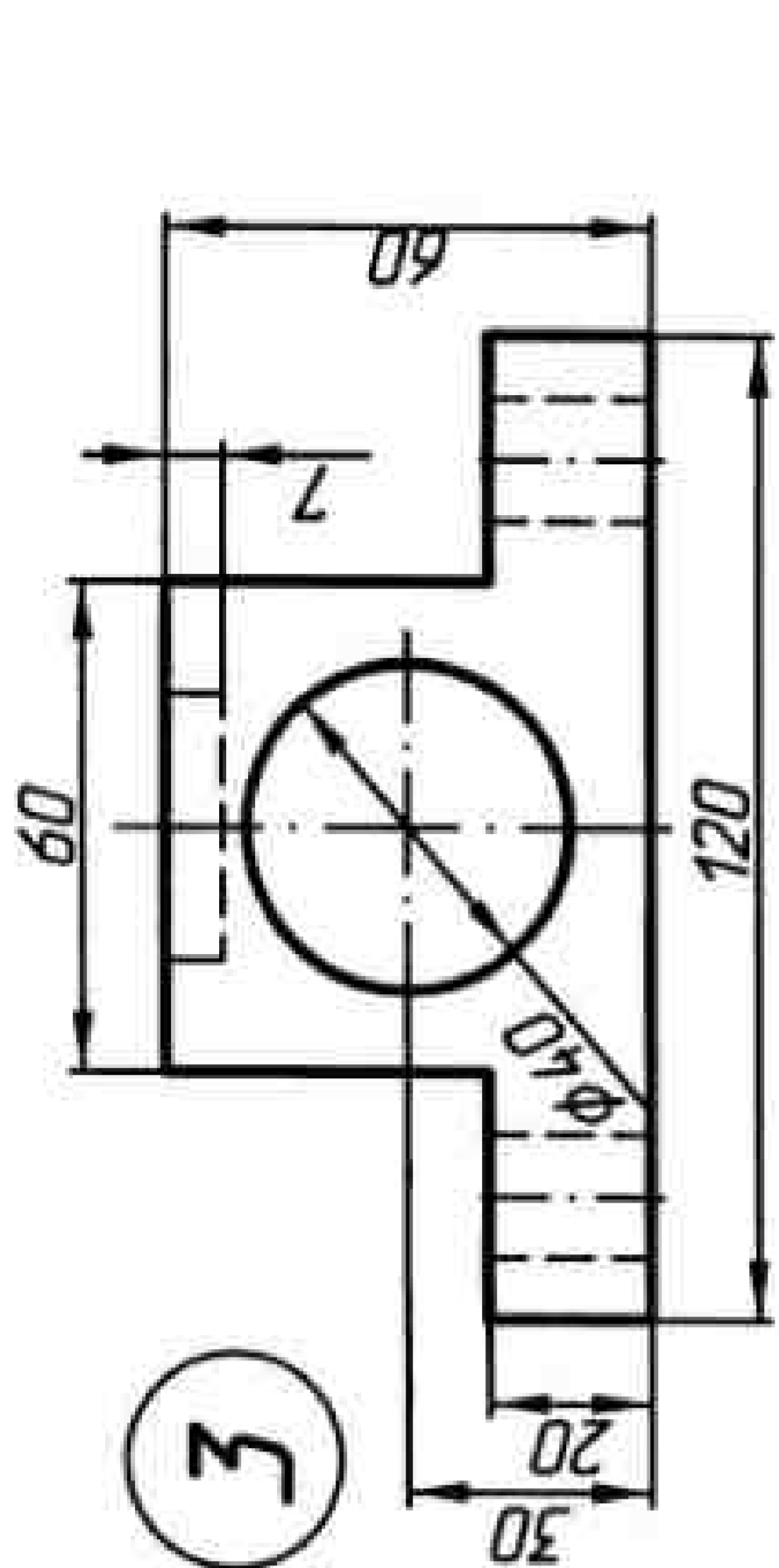
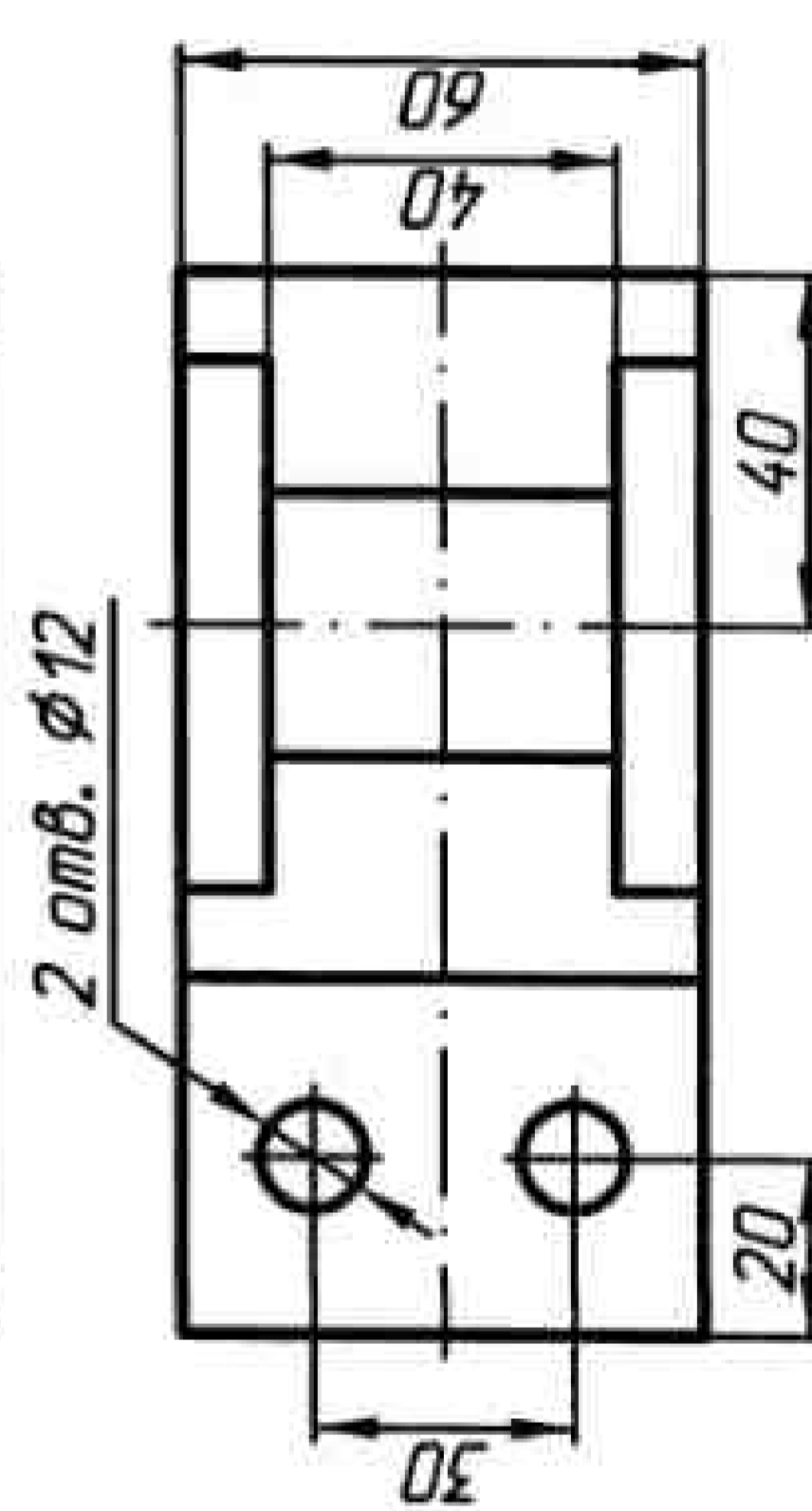
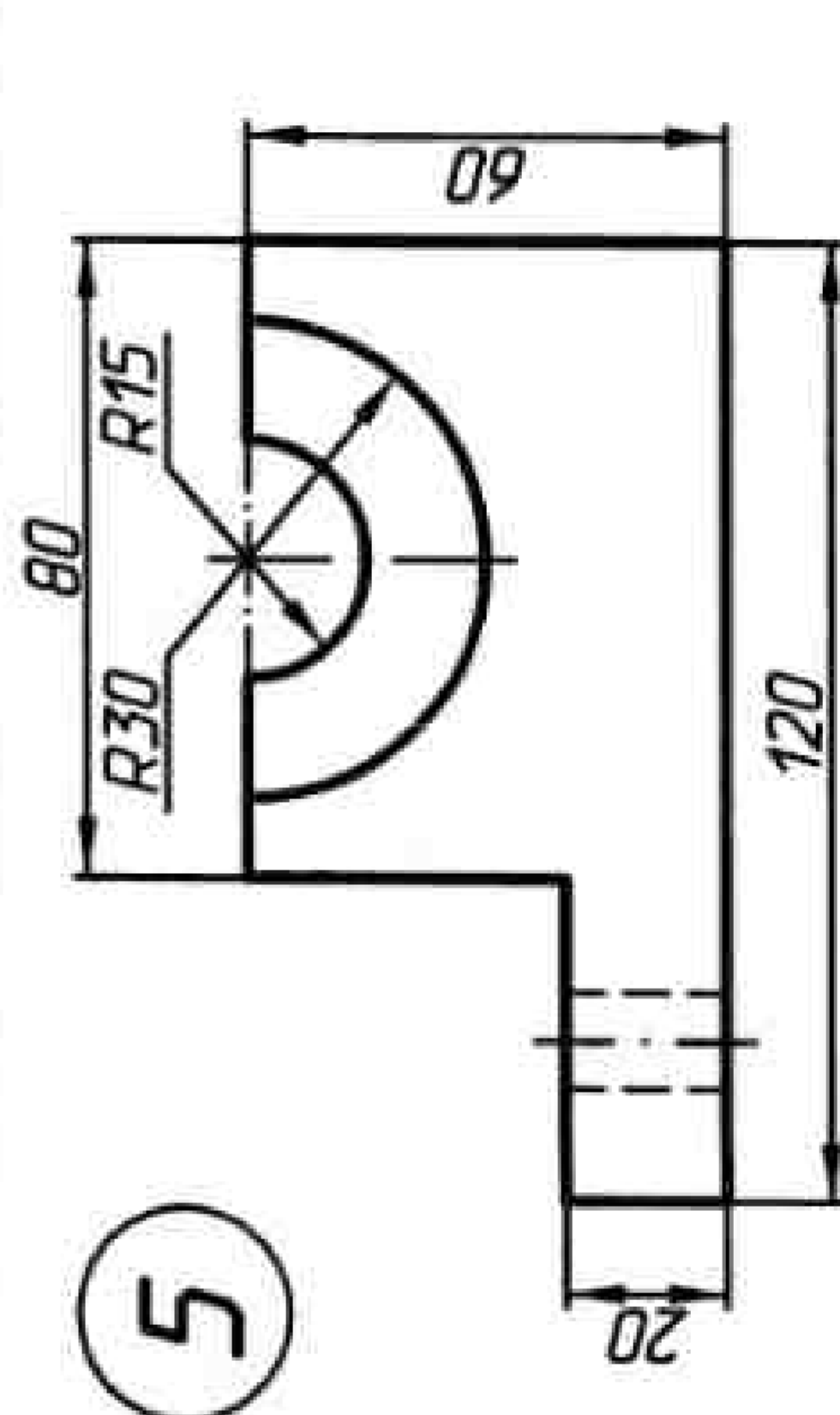
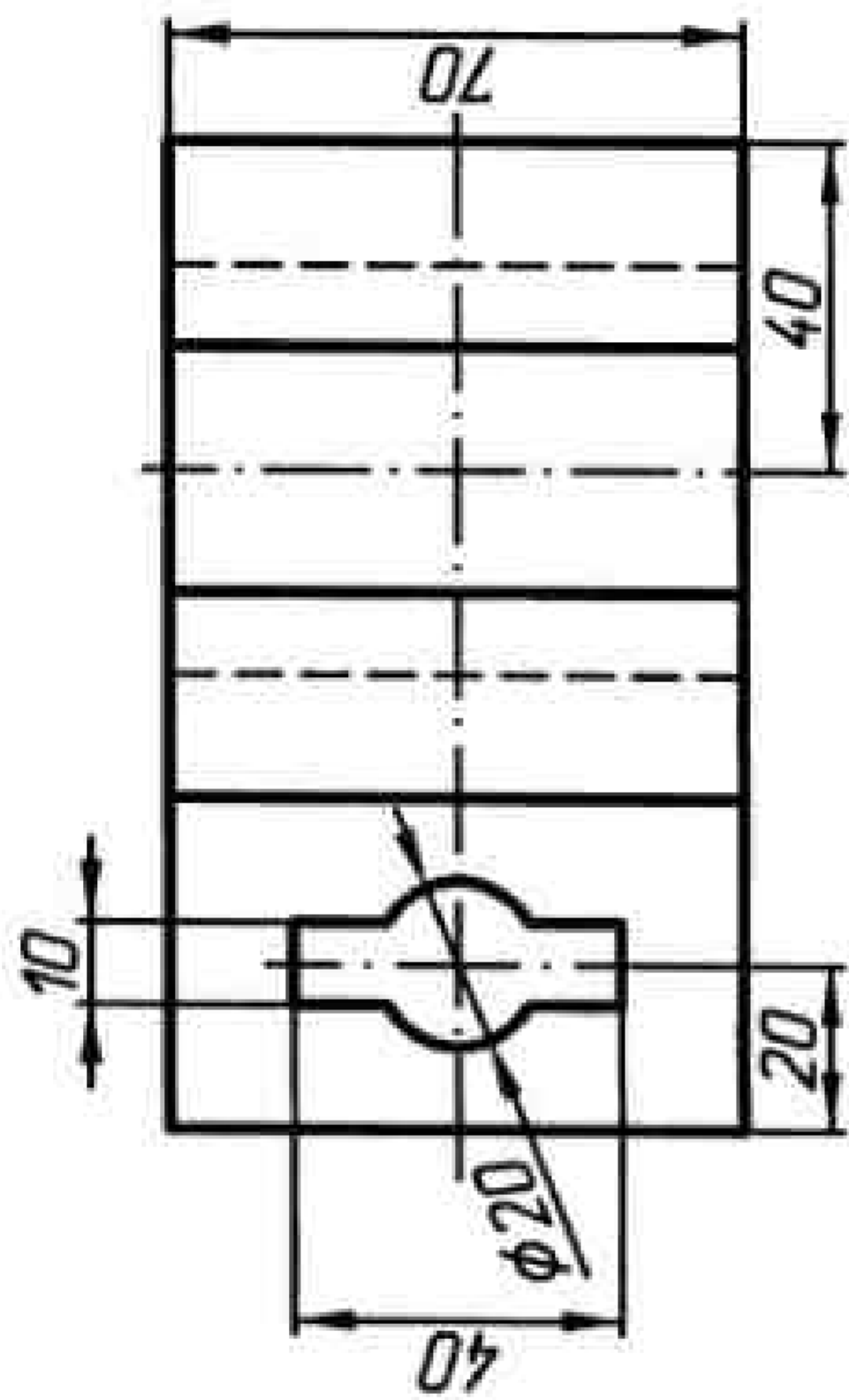
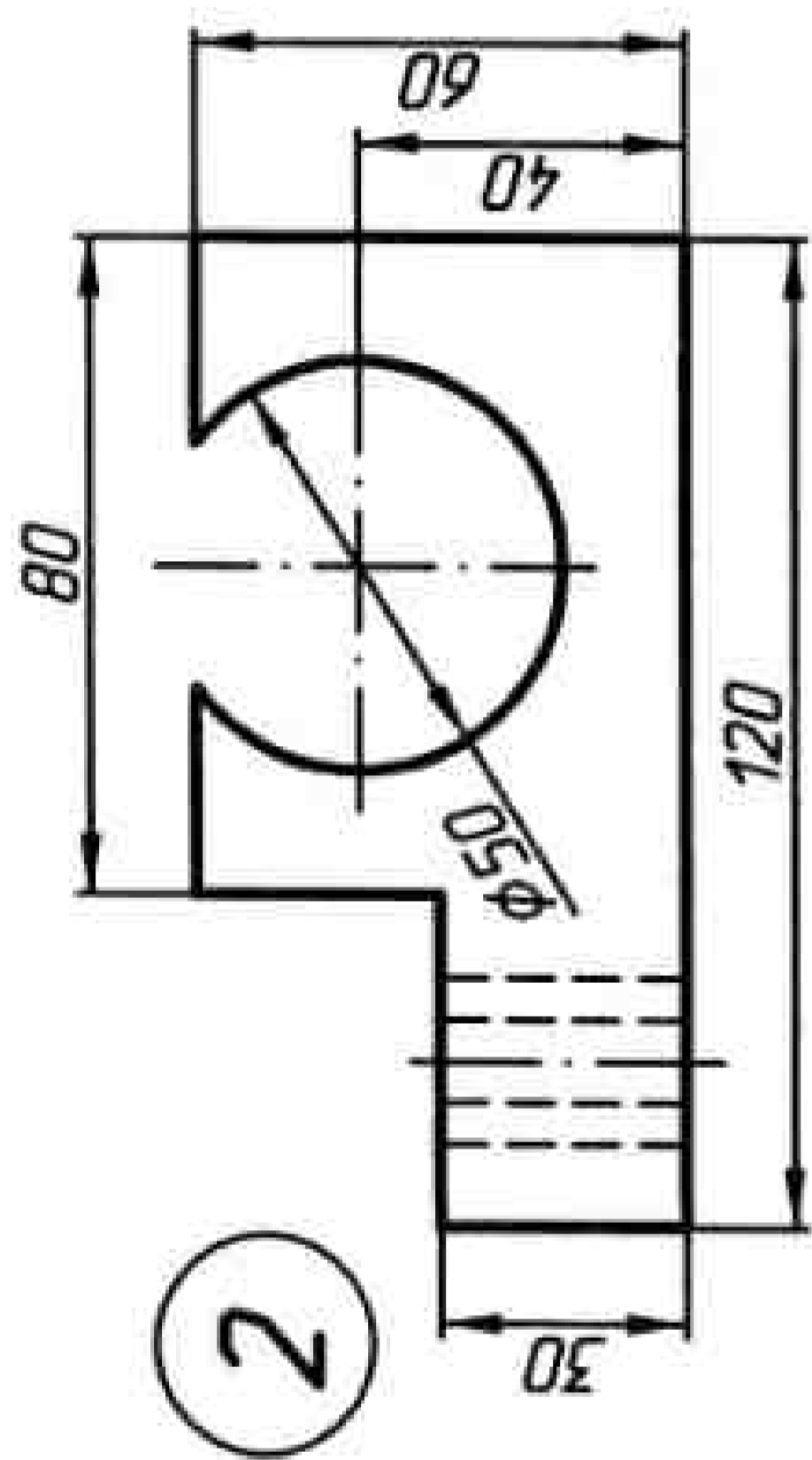
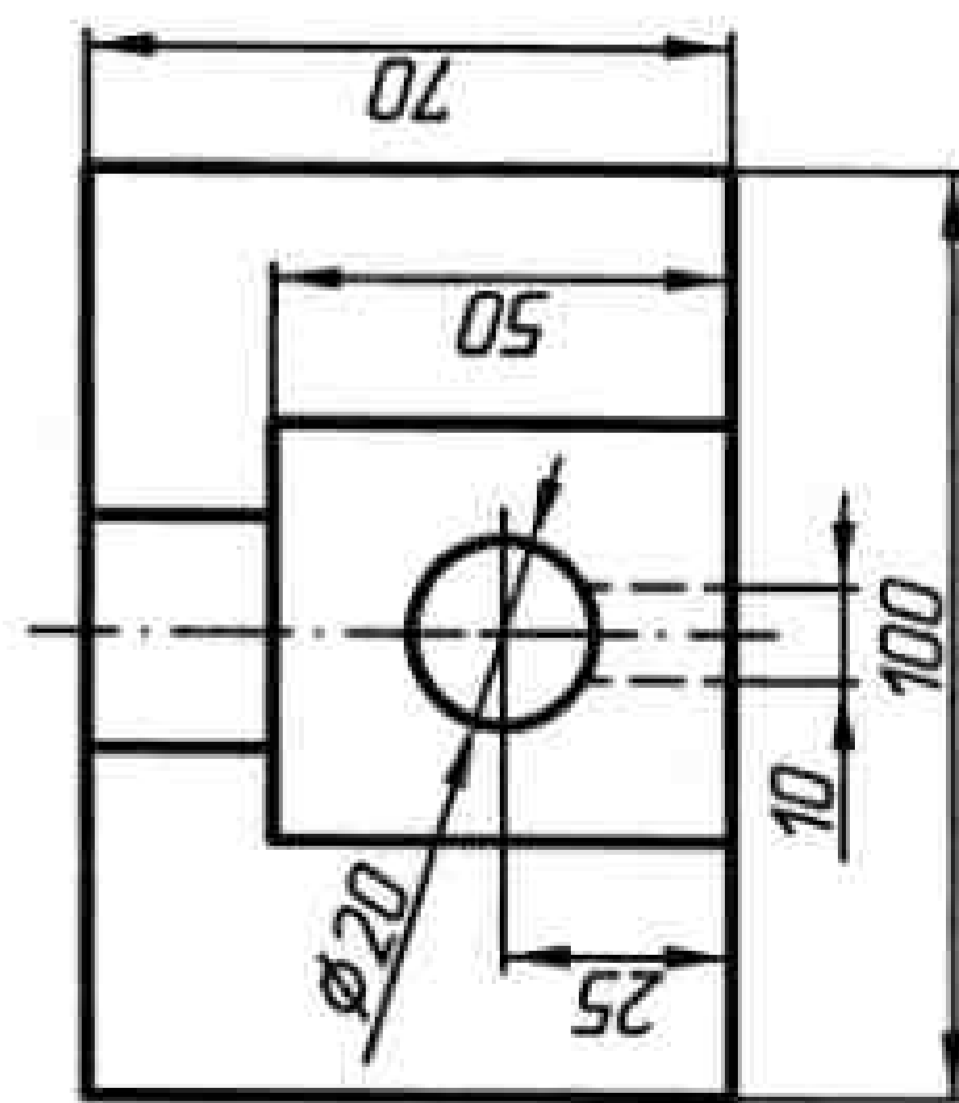
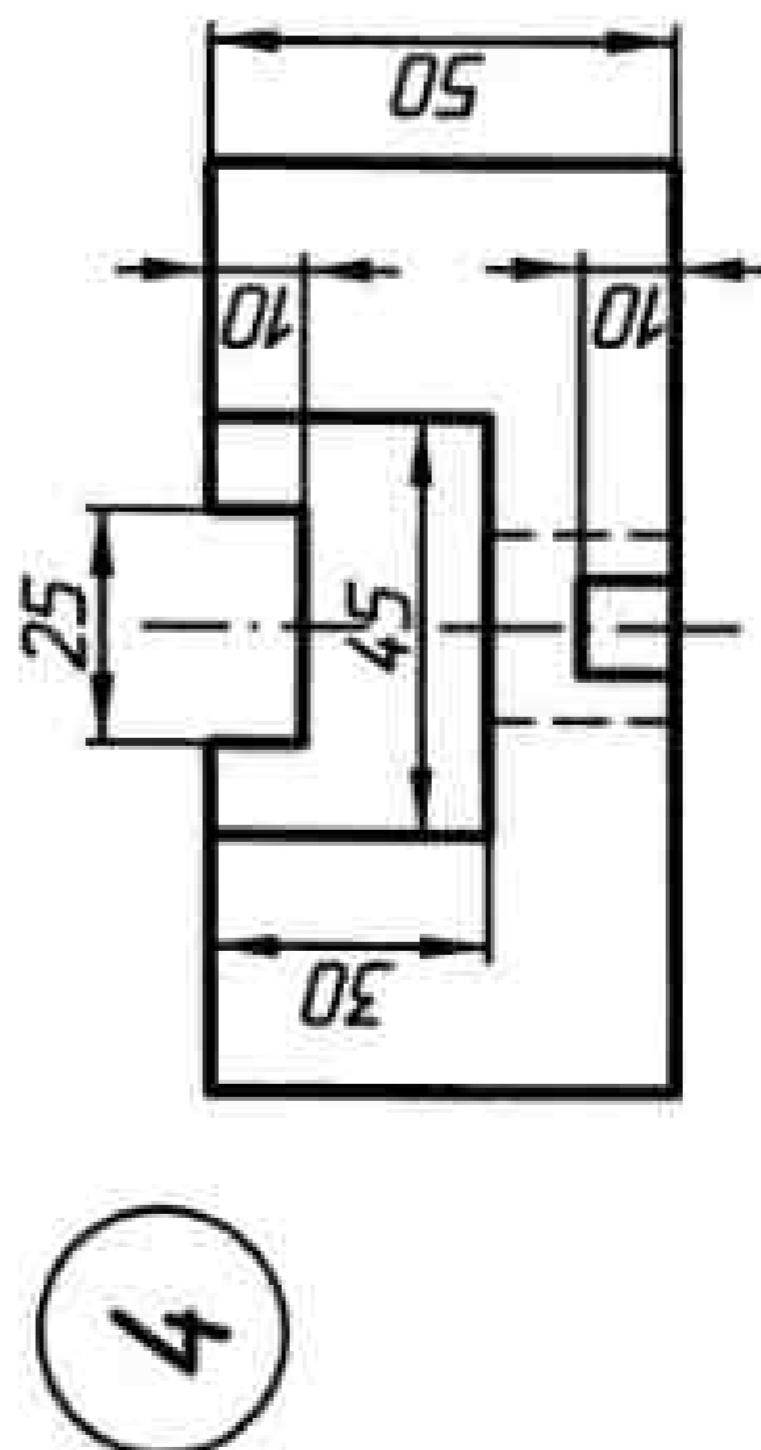
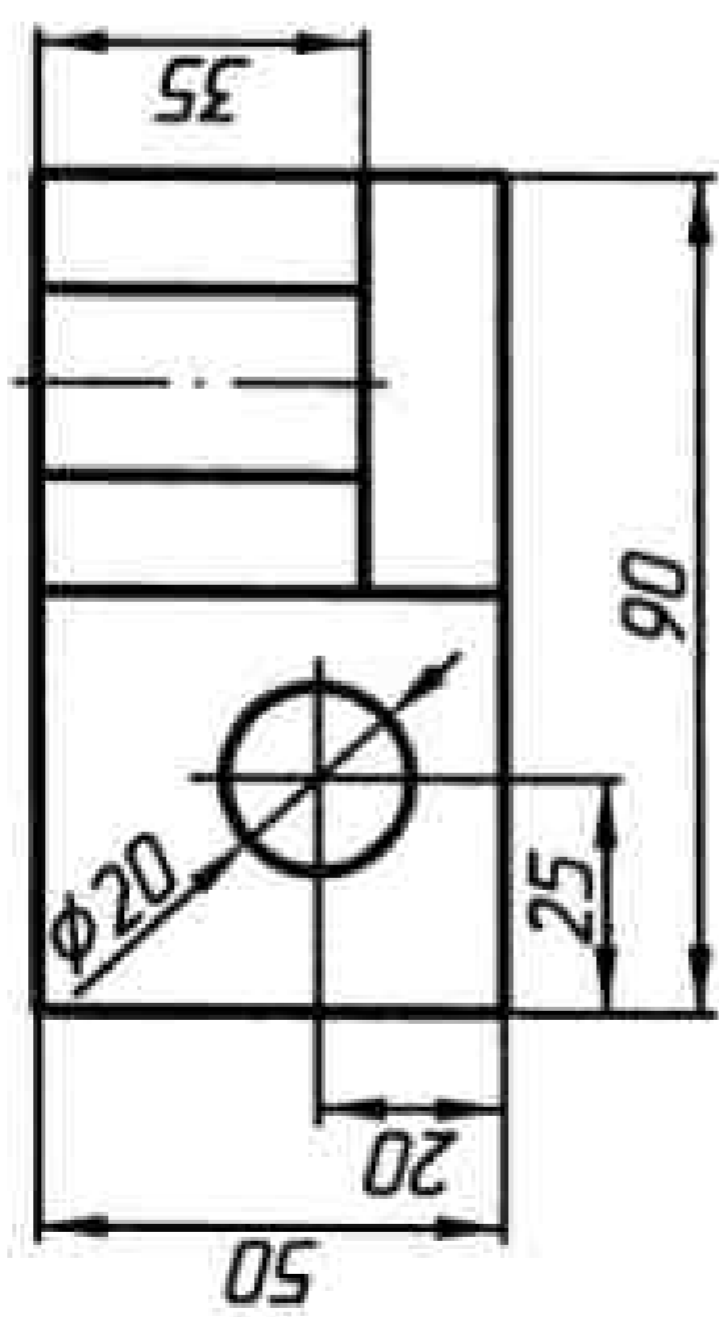
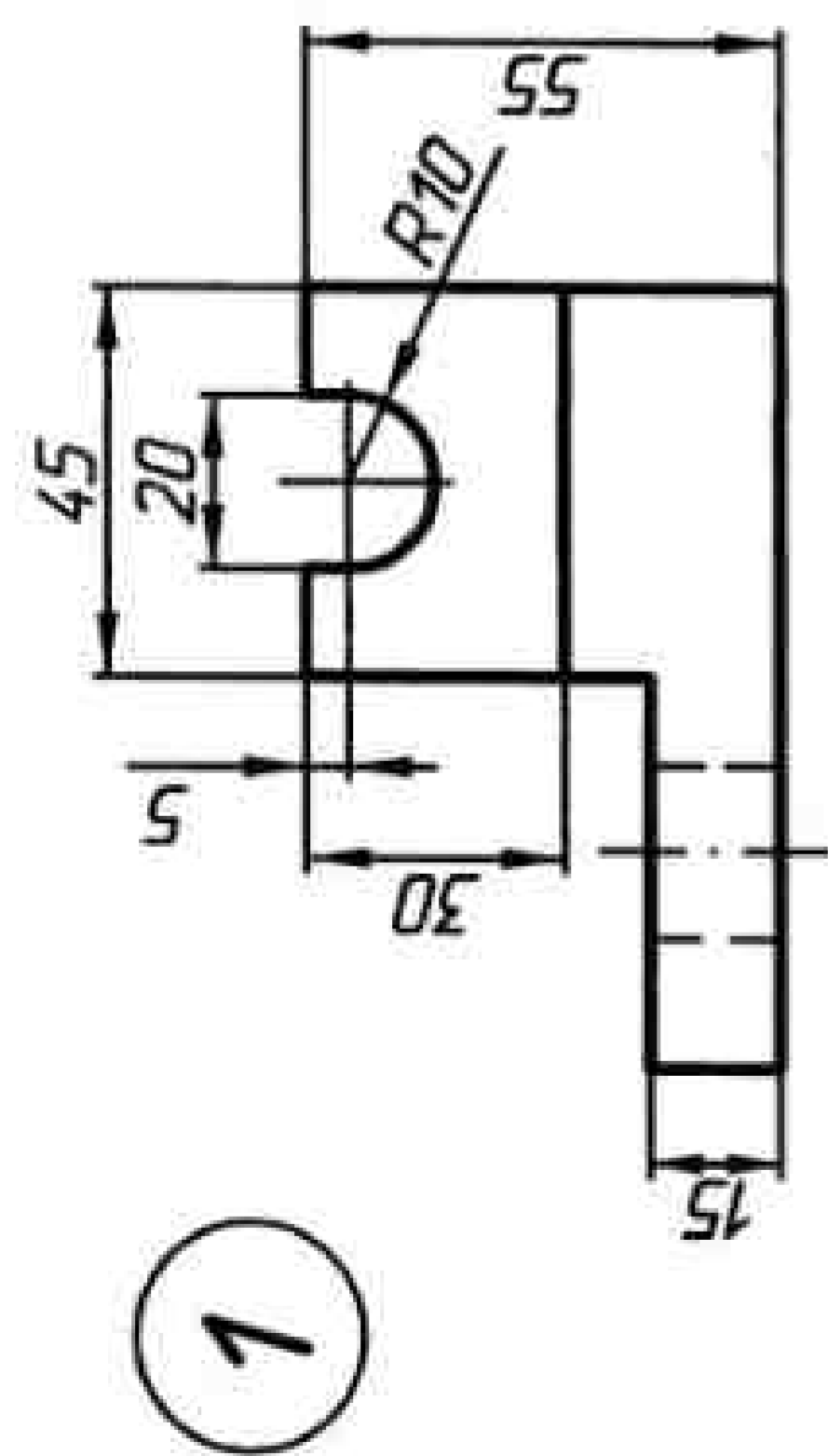


Рисунок 61



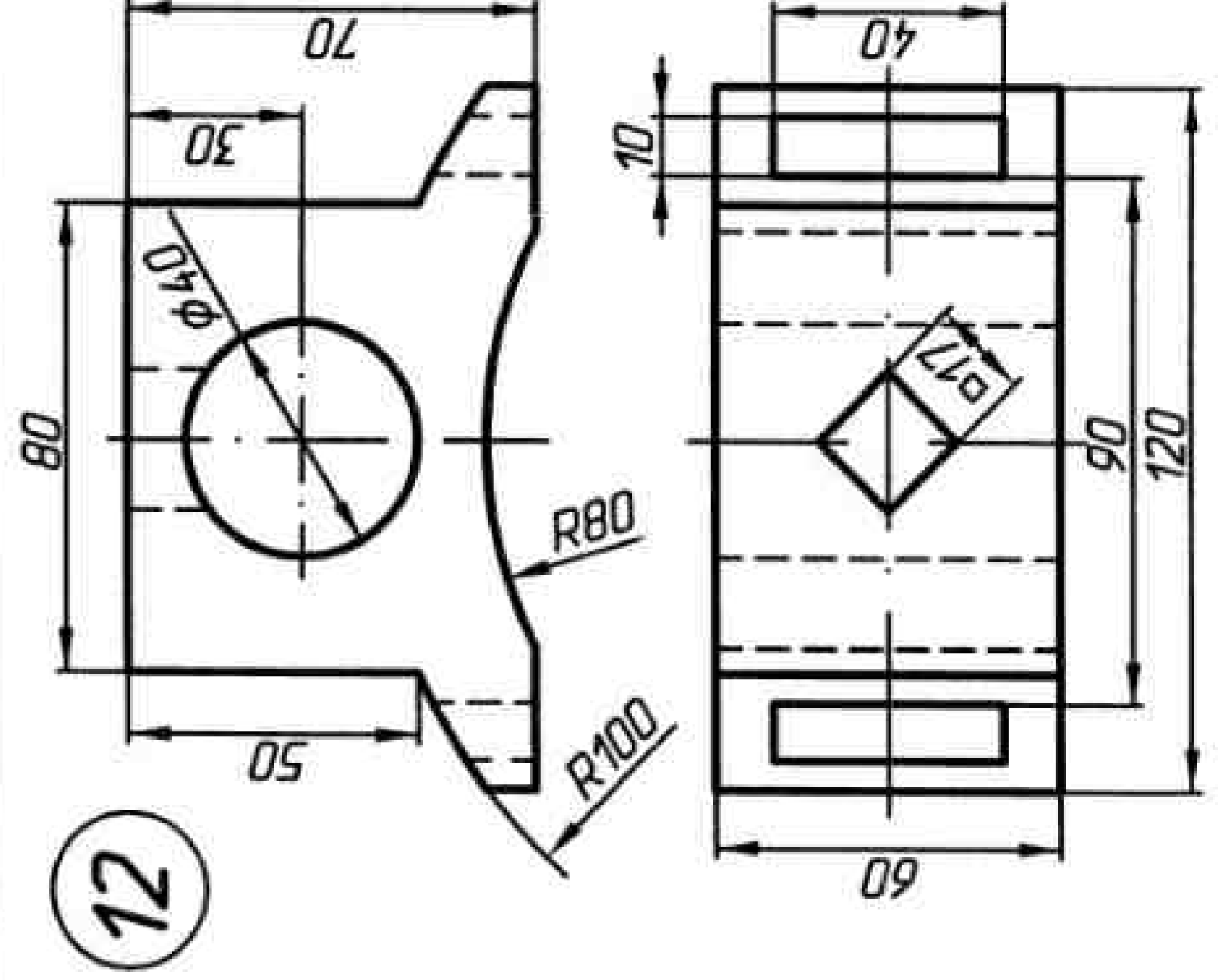
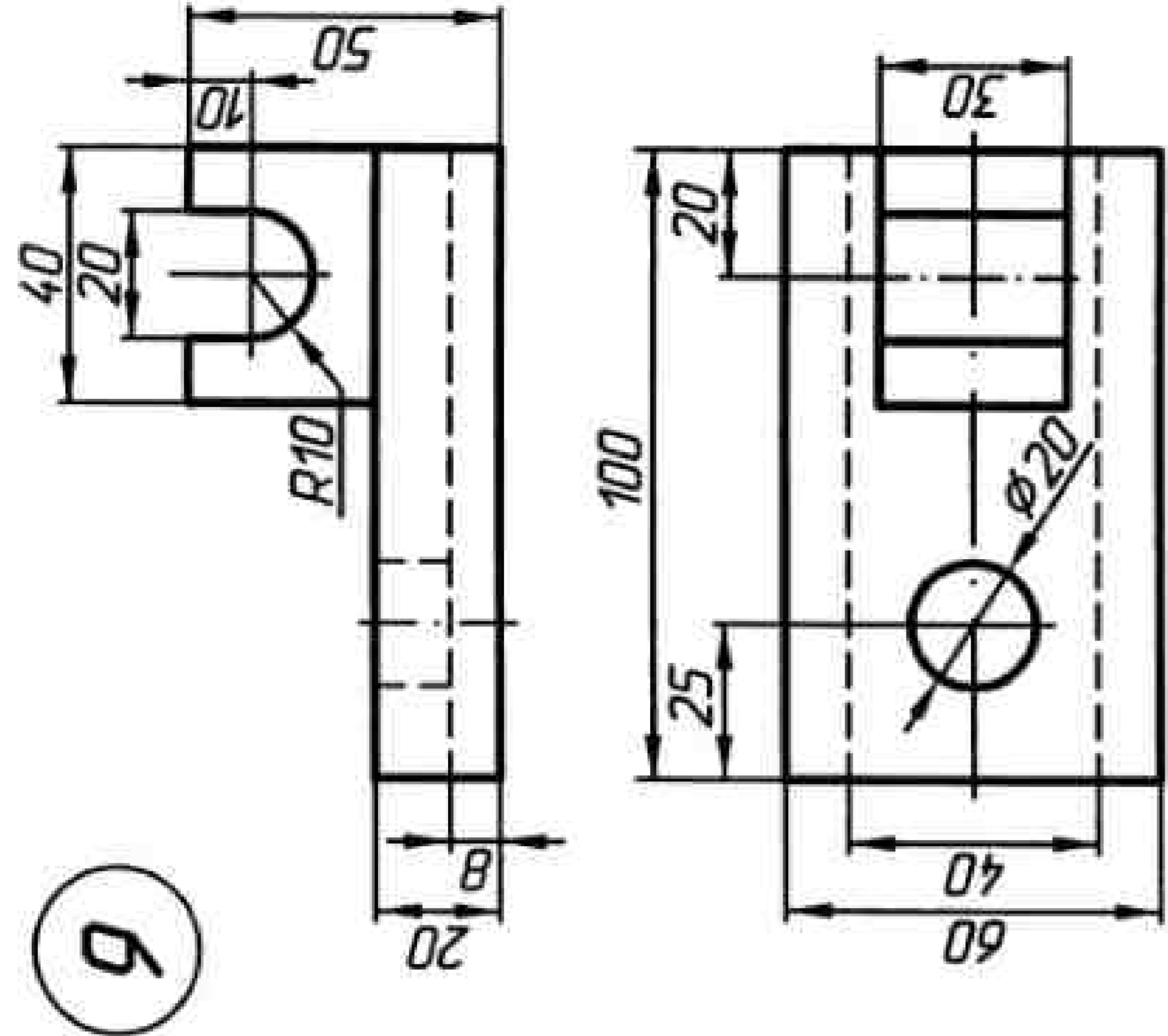
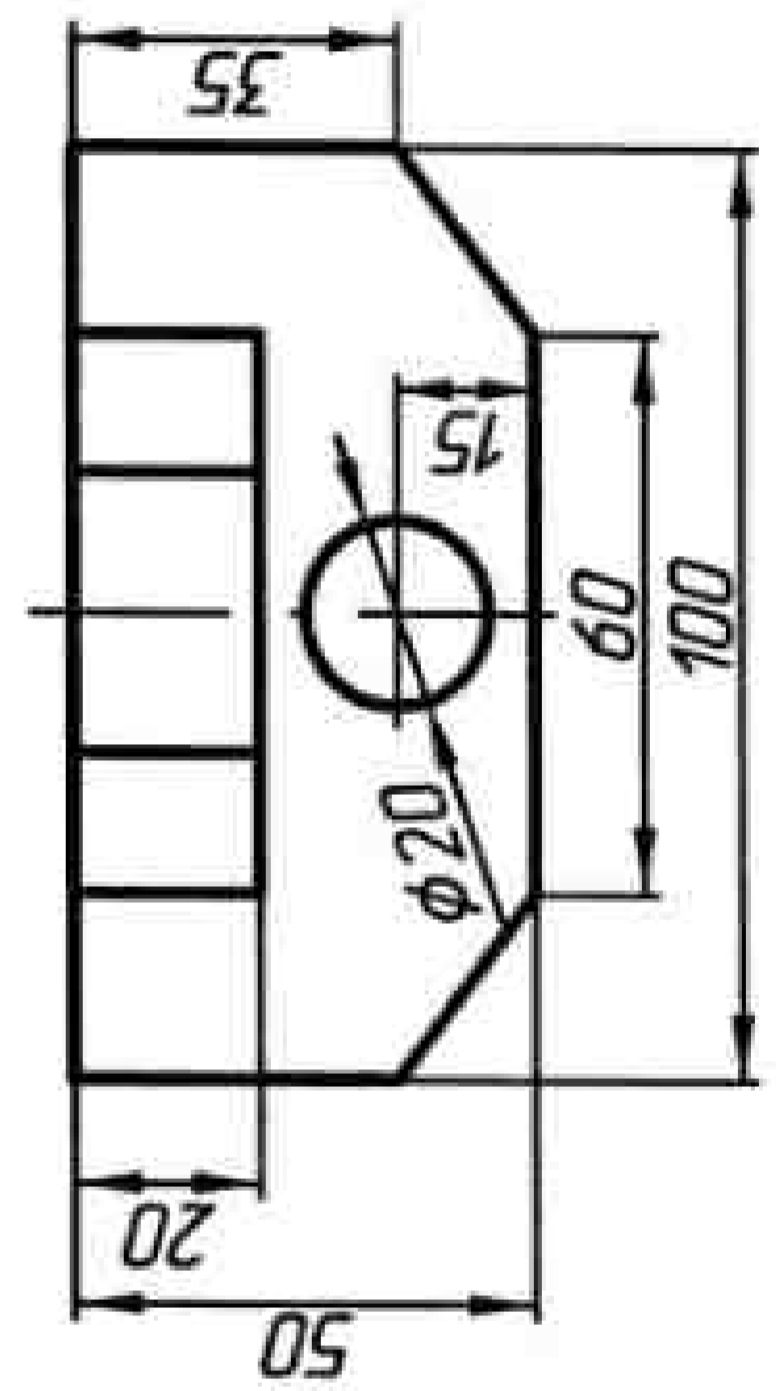
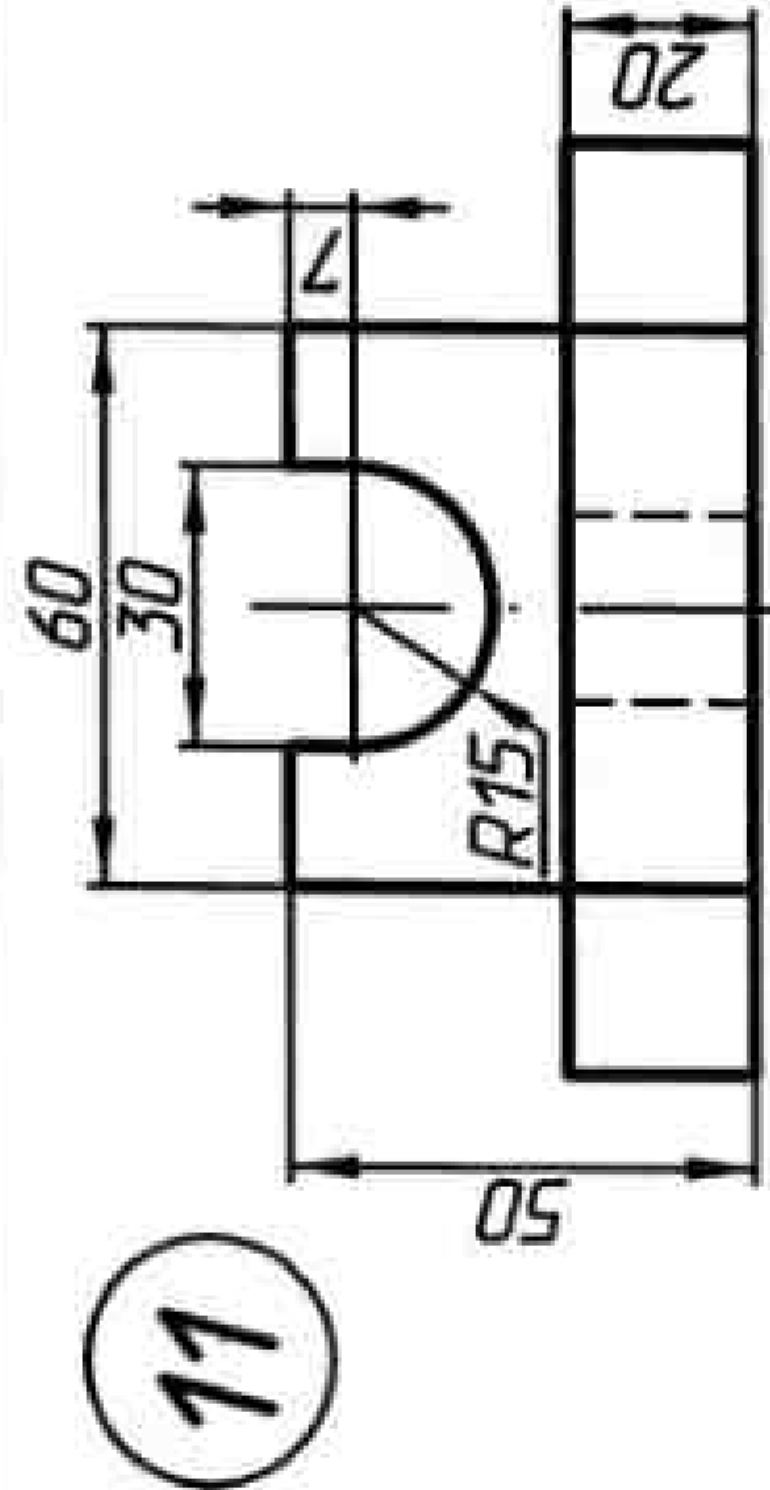
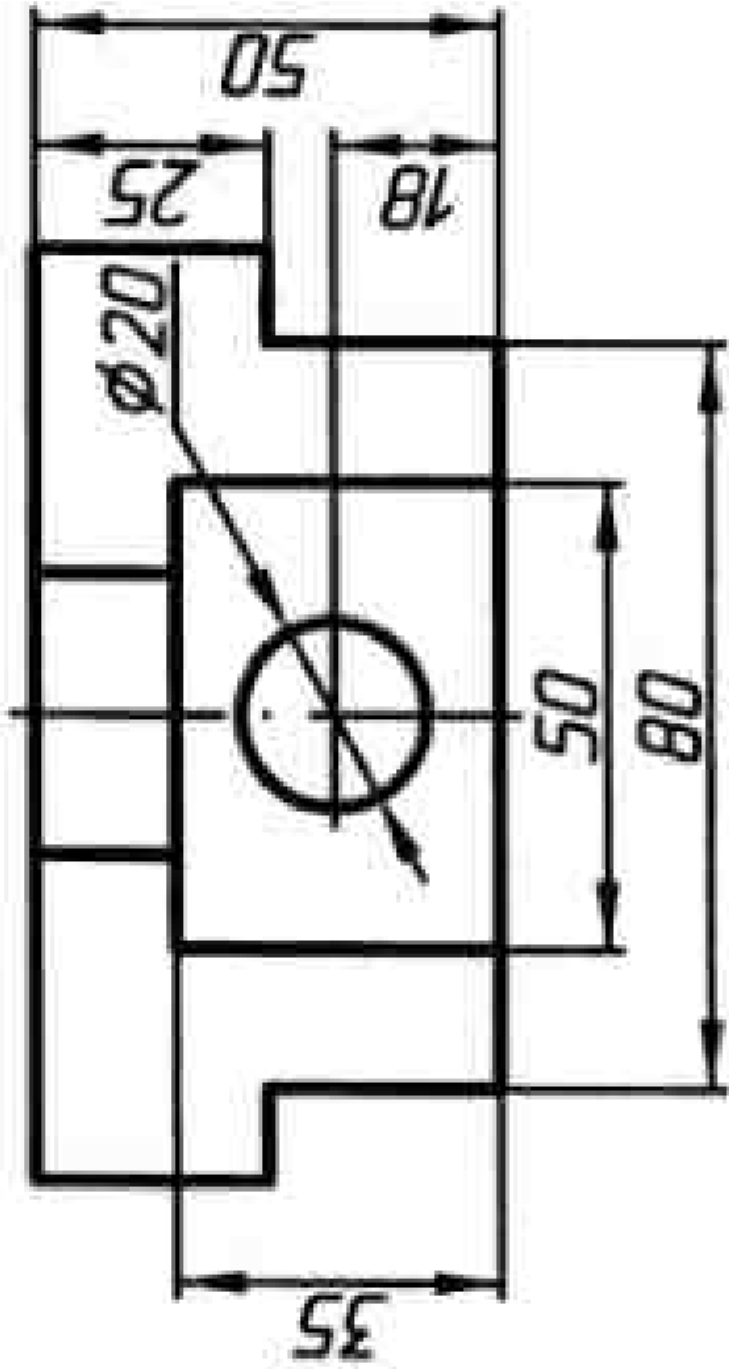
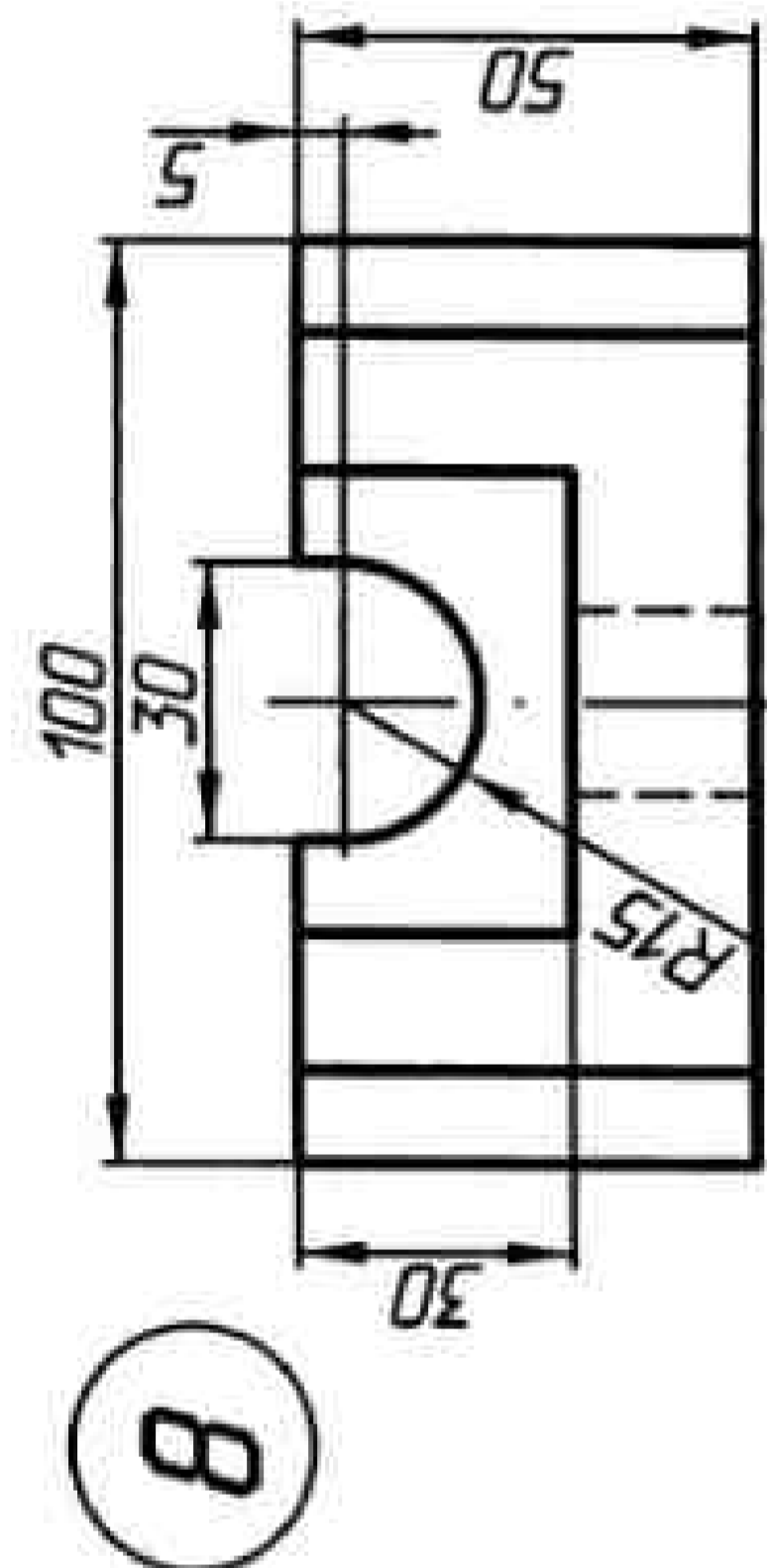
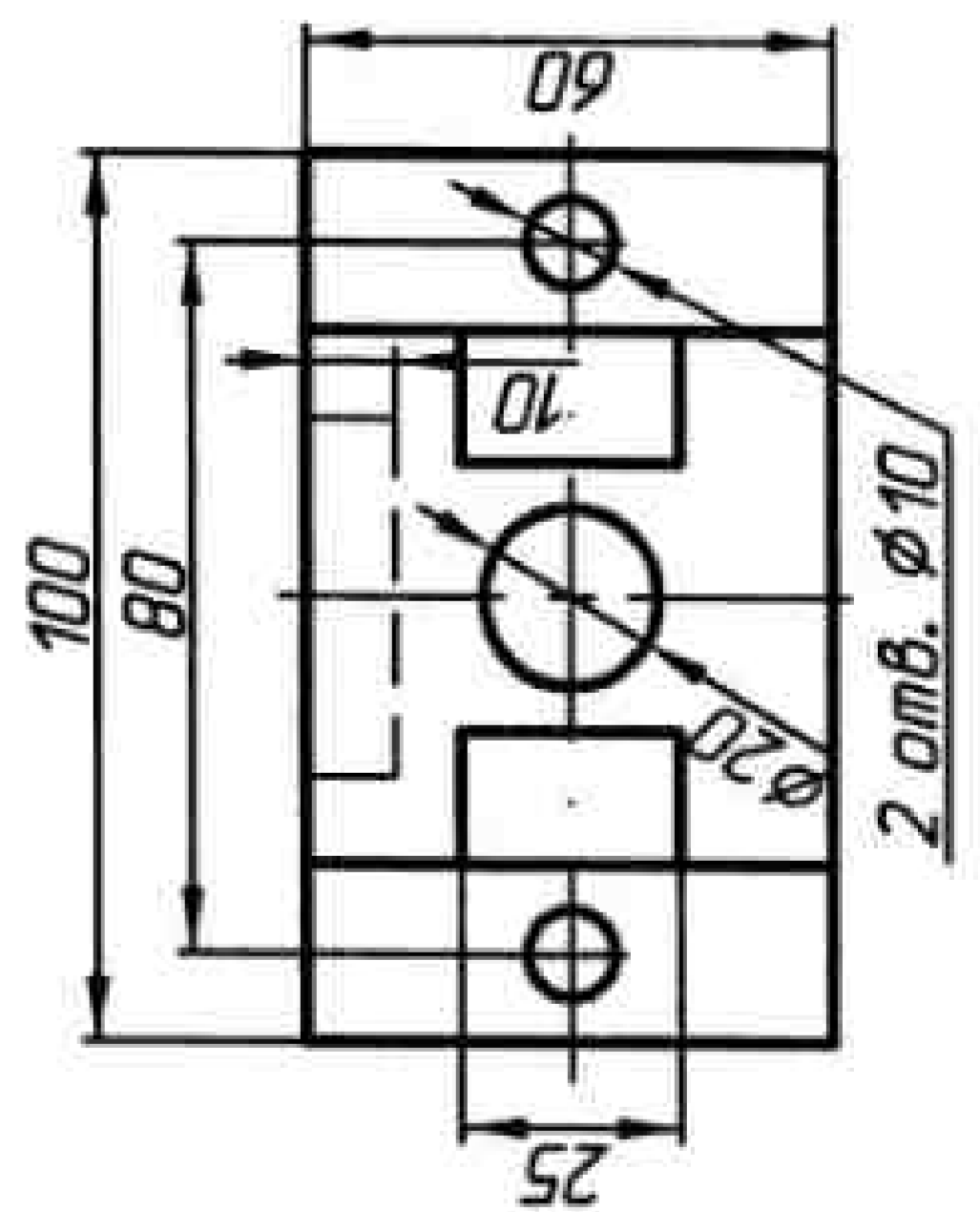
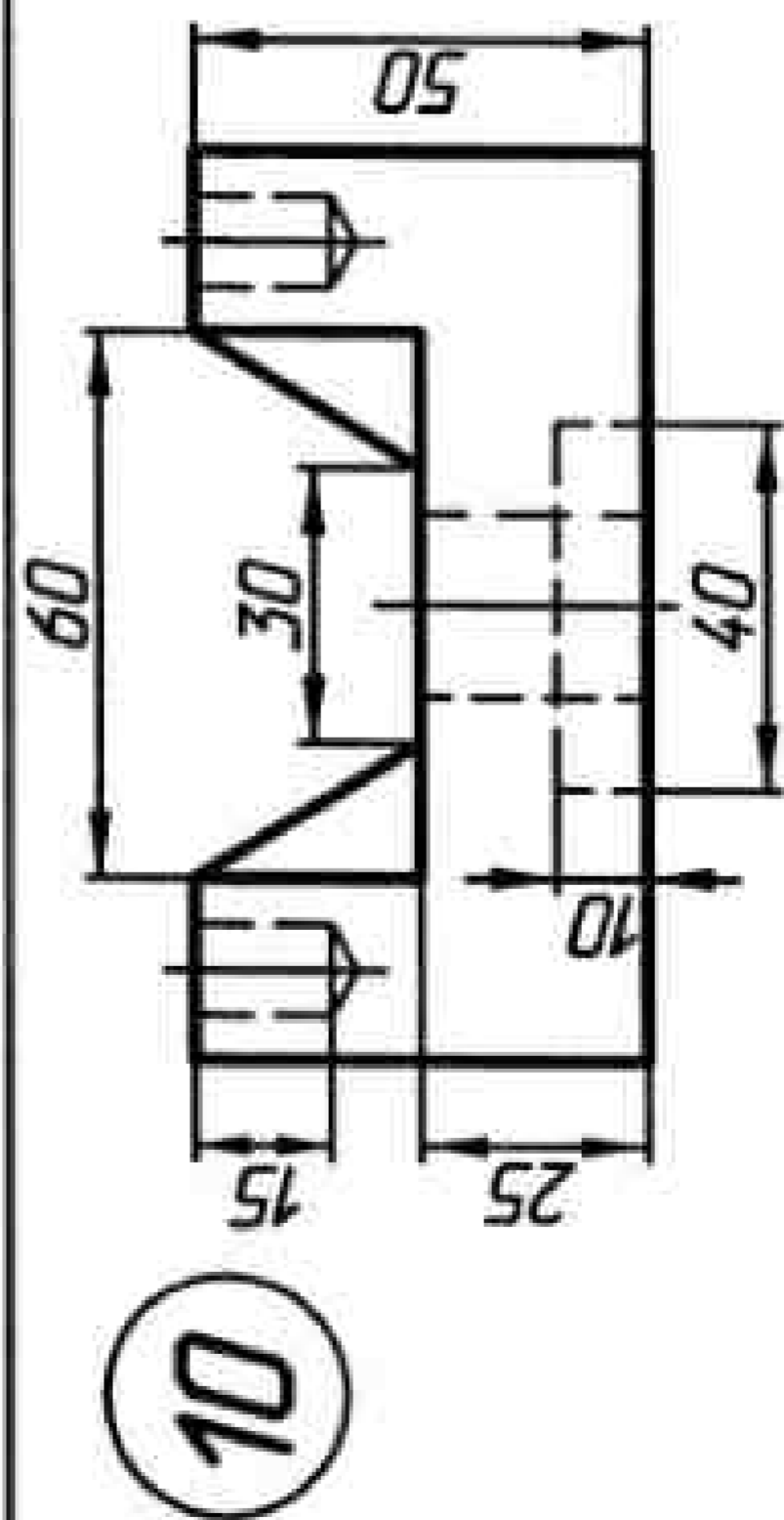
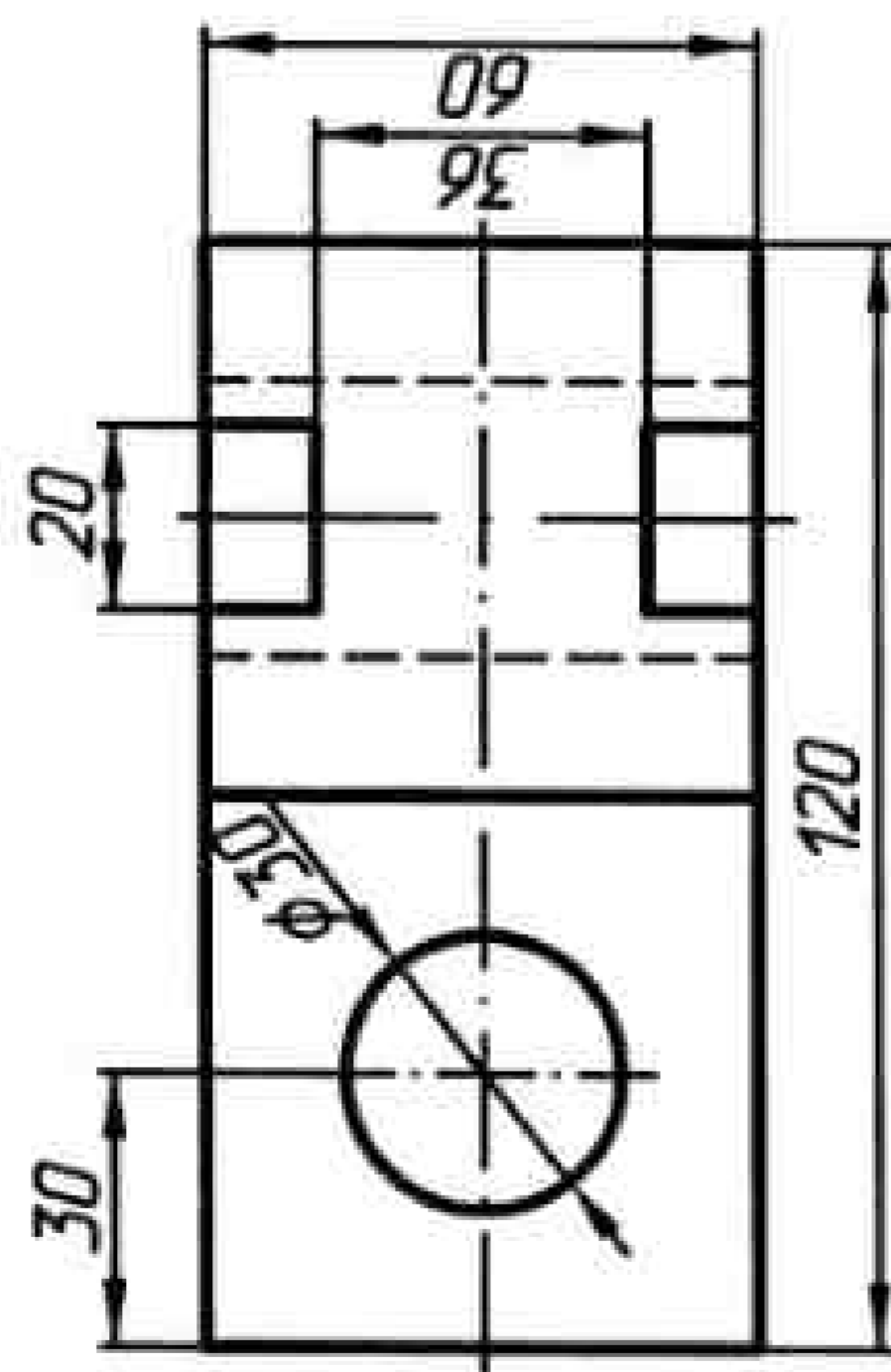
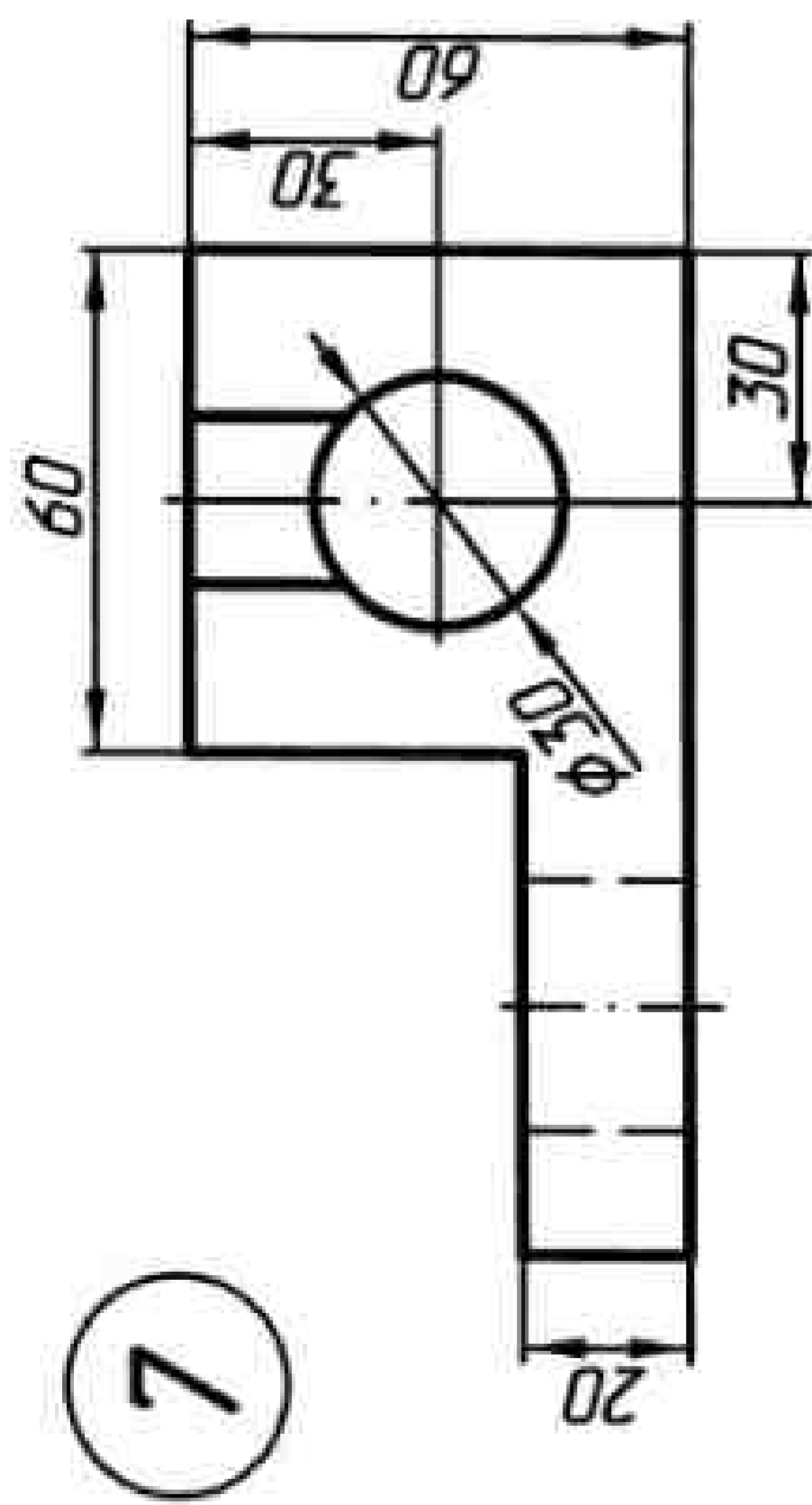


Рисунок 63

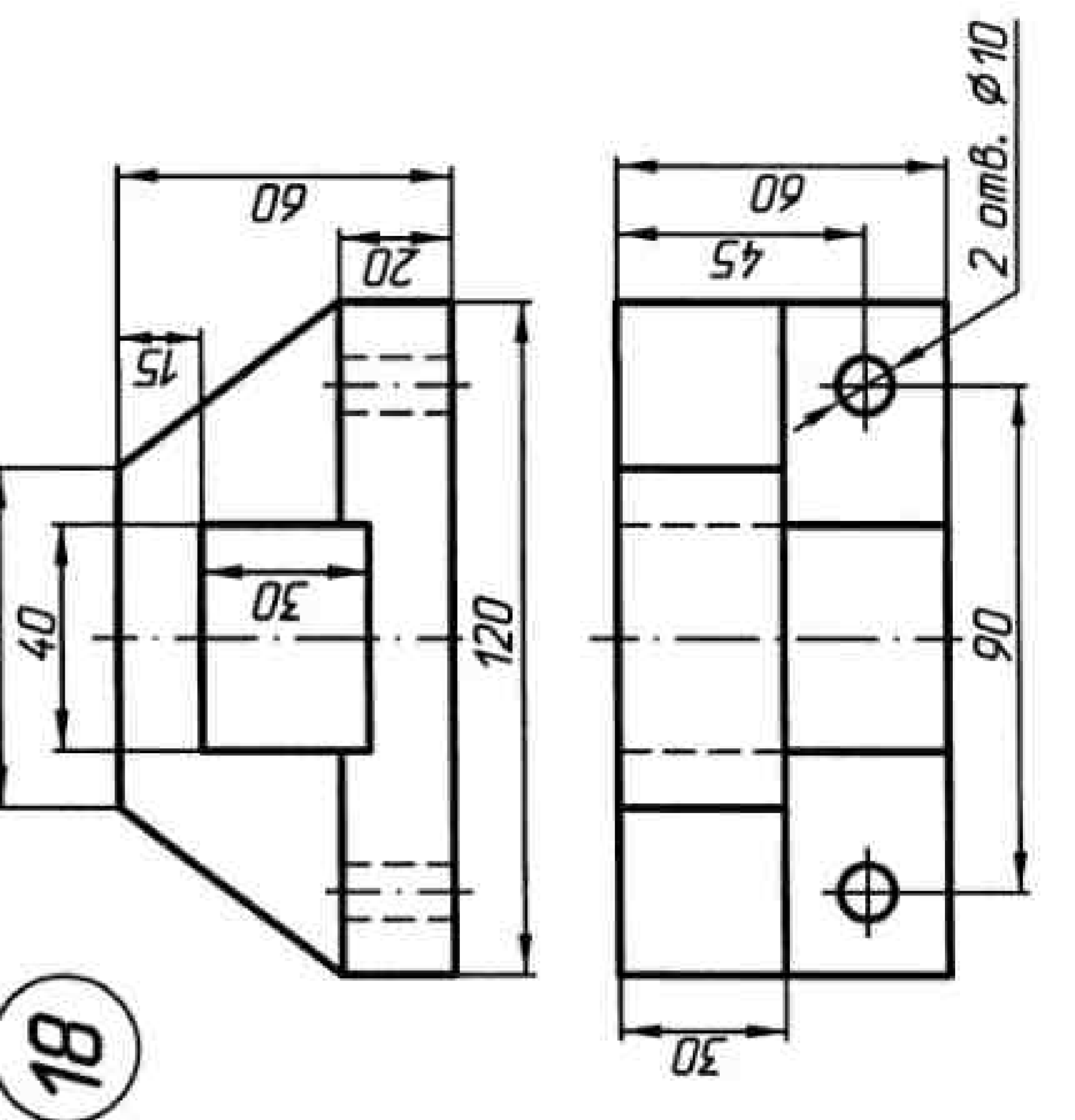
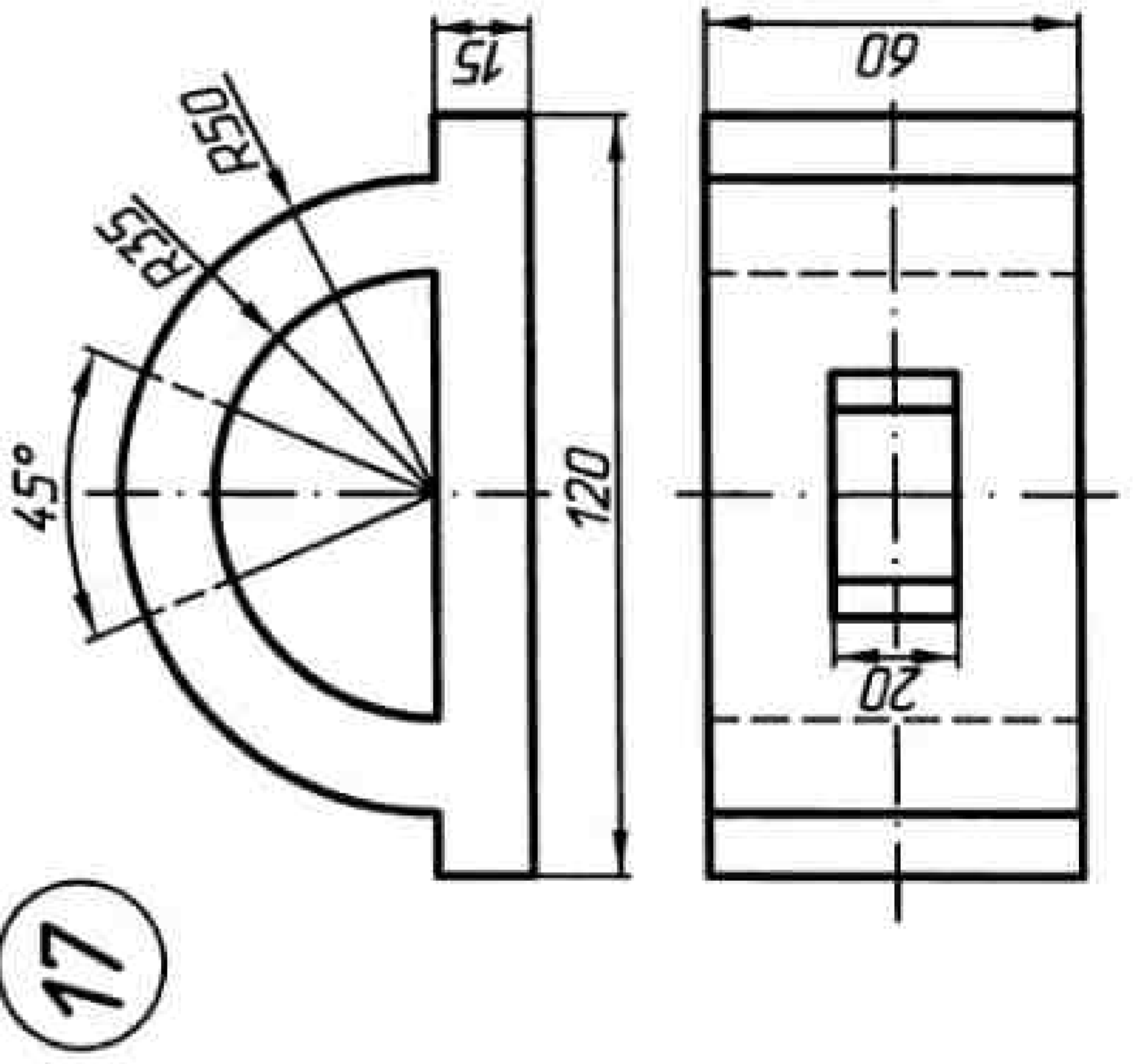
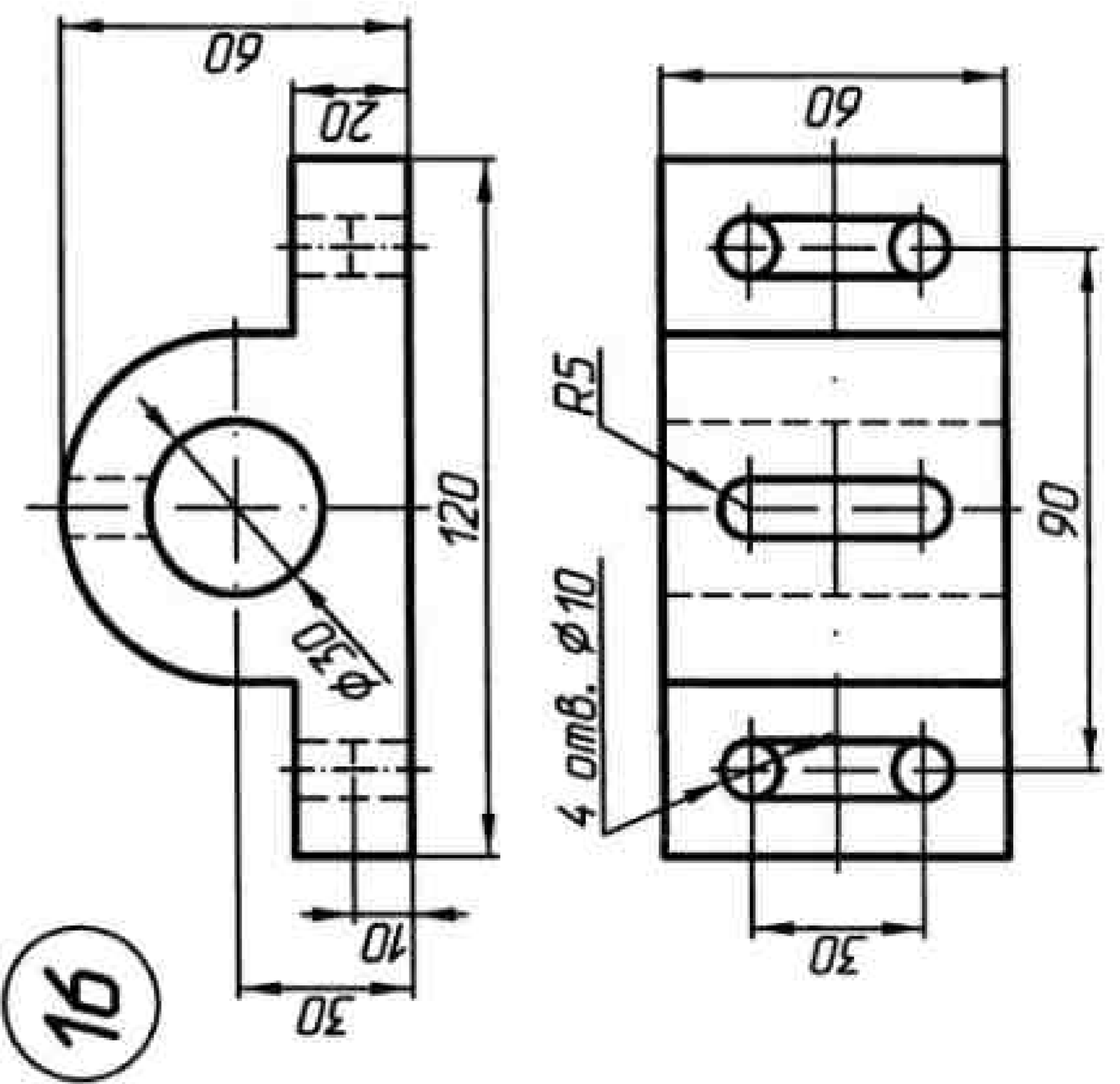
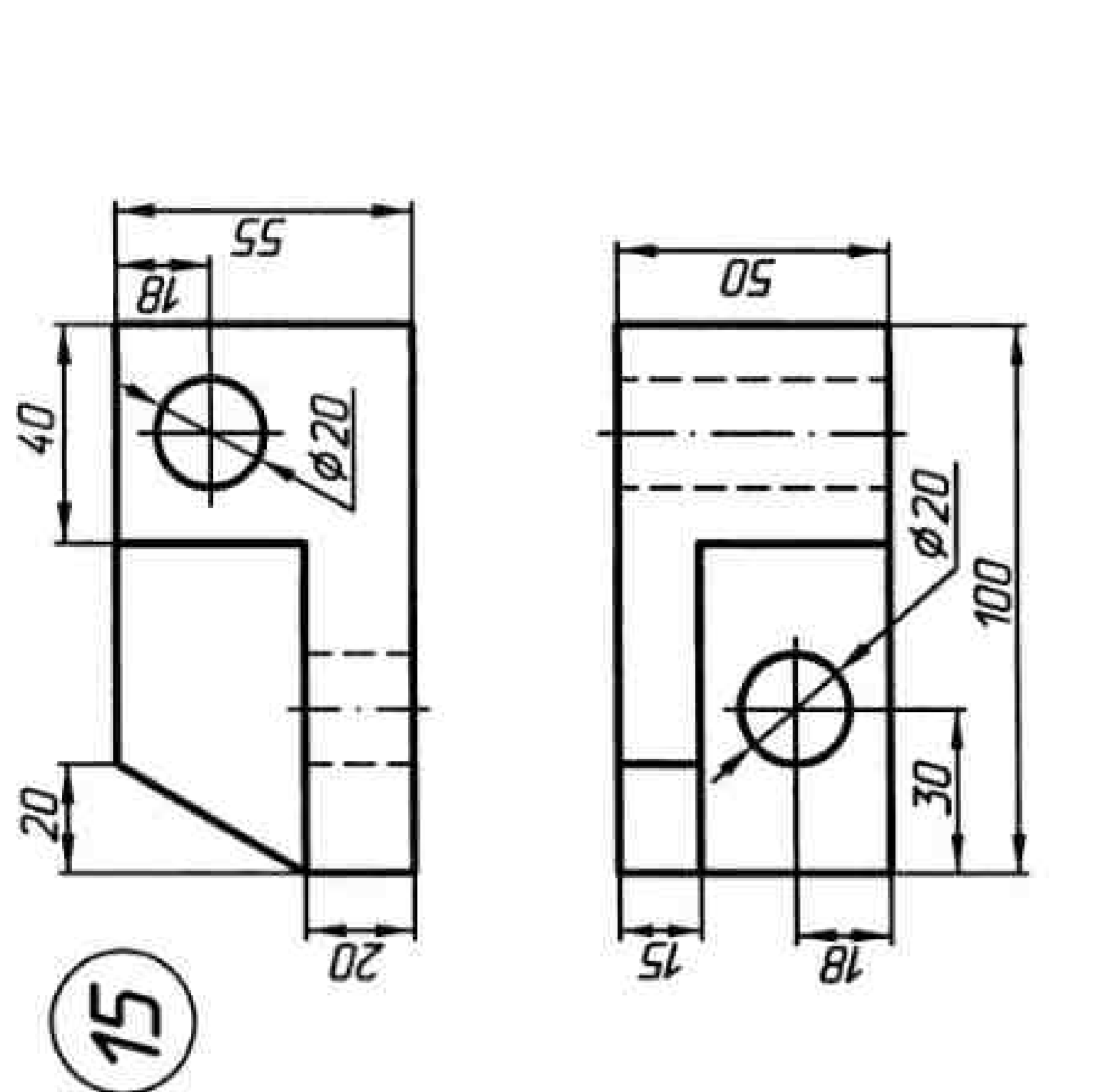
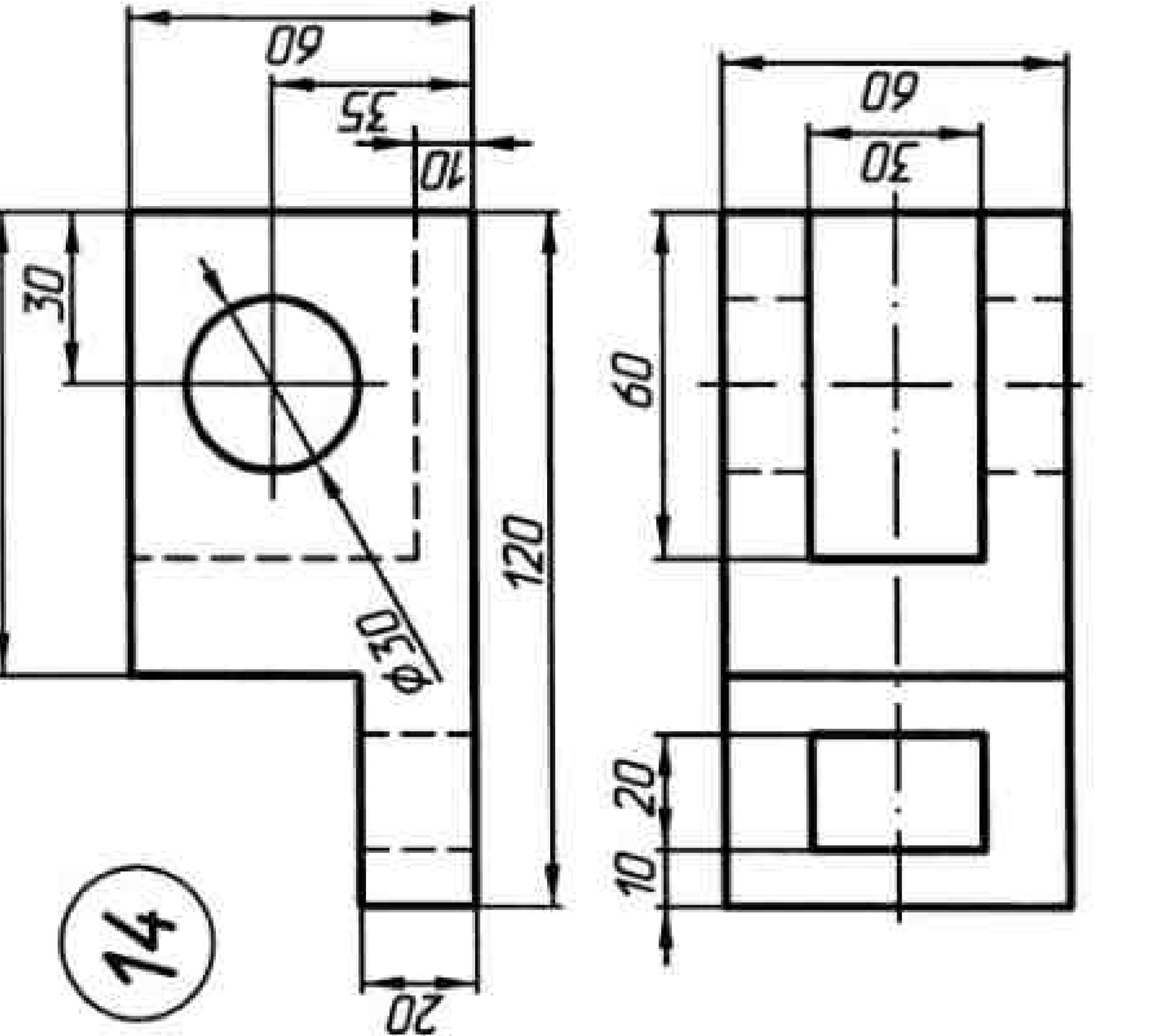
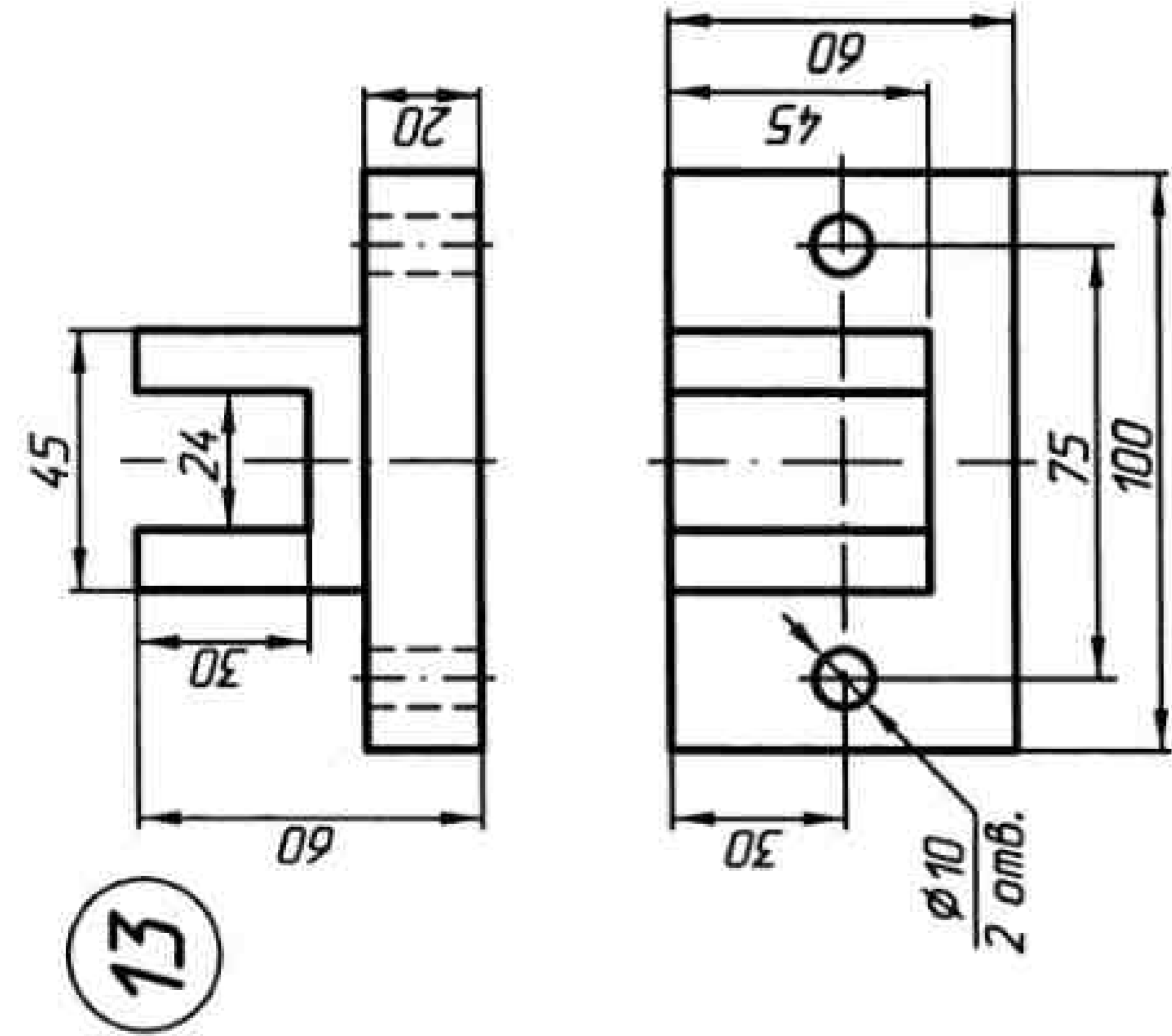
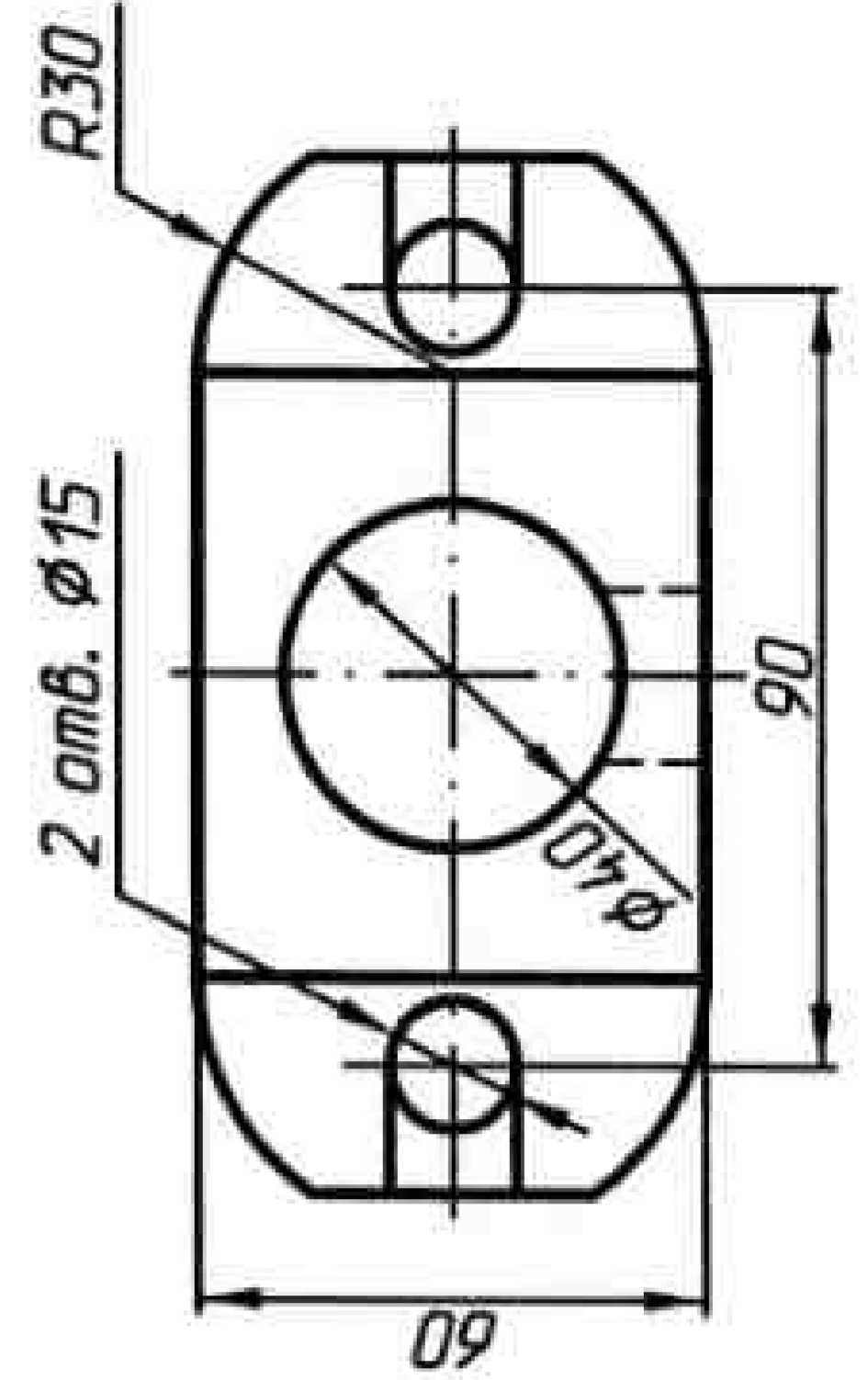
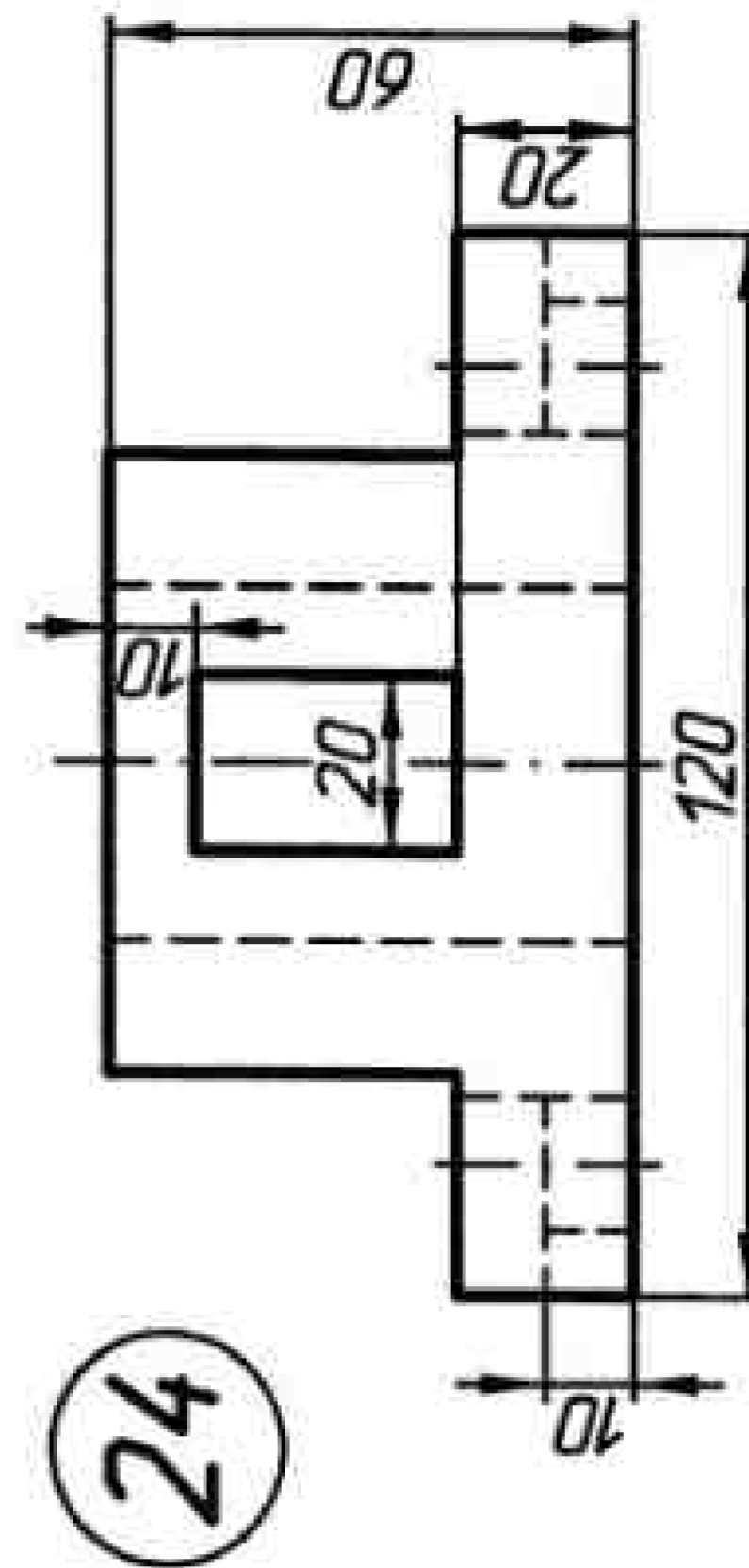
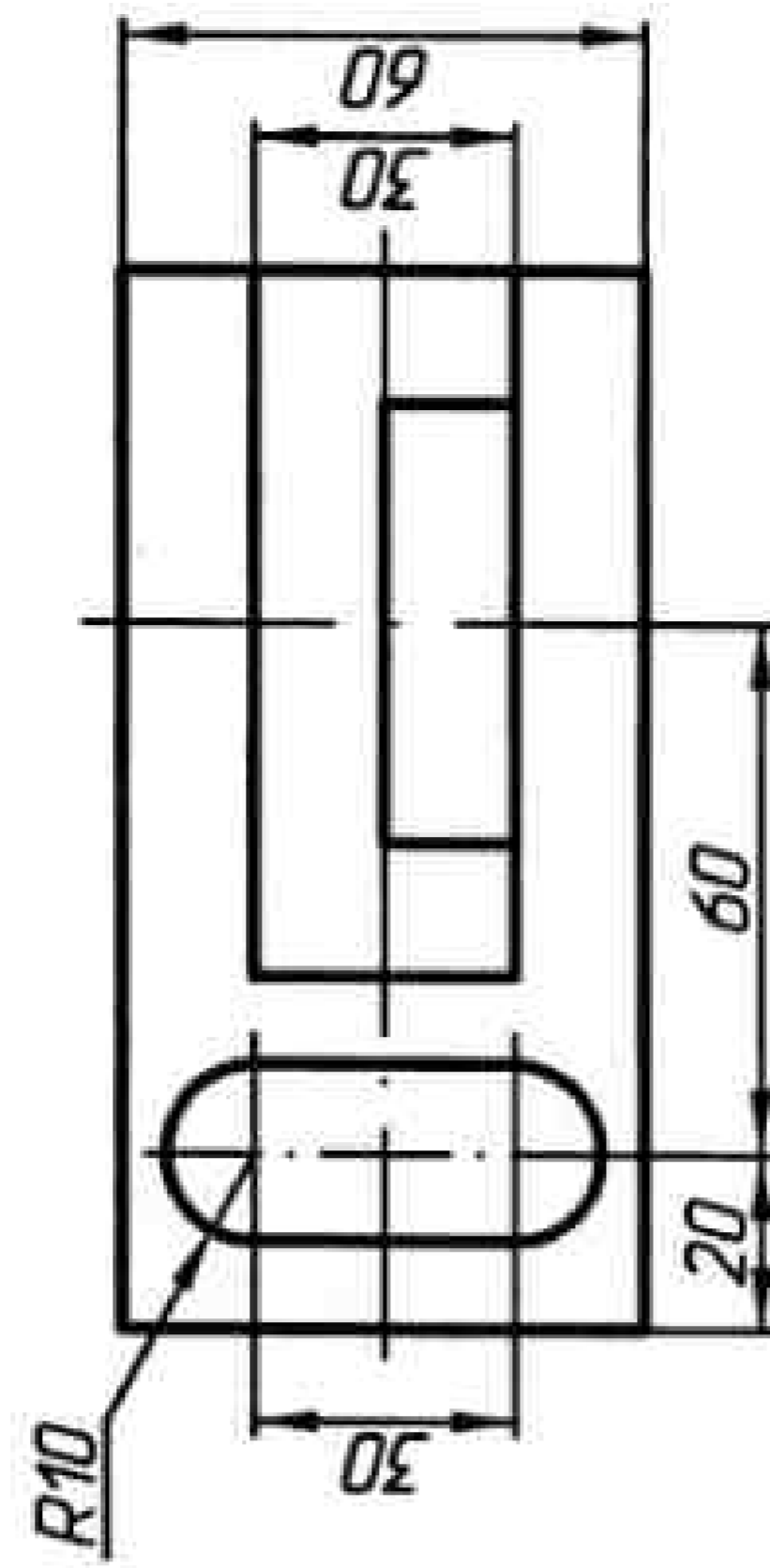
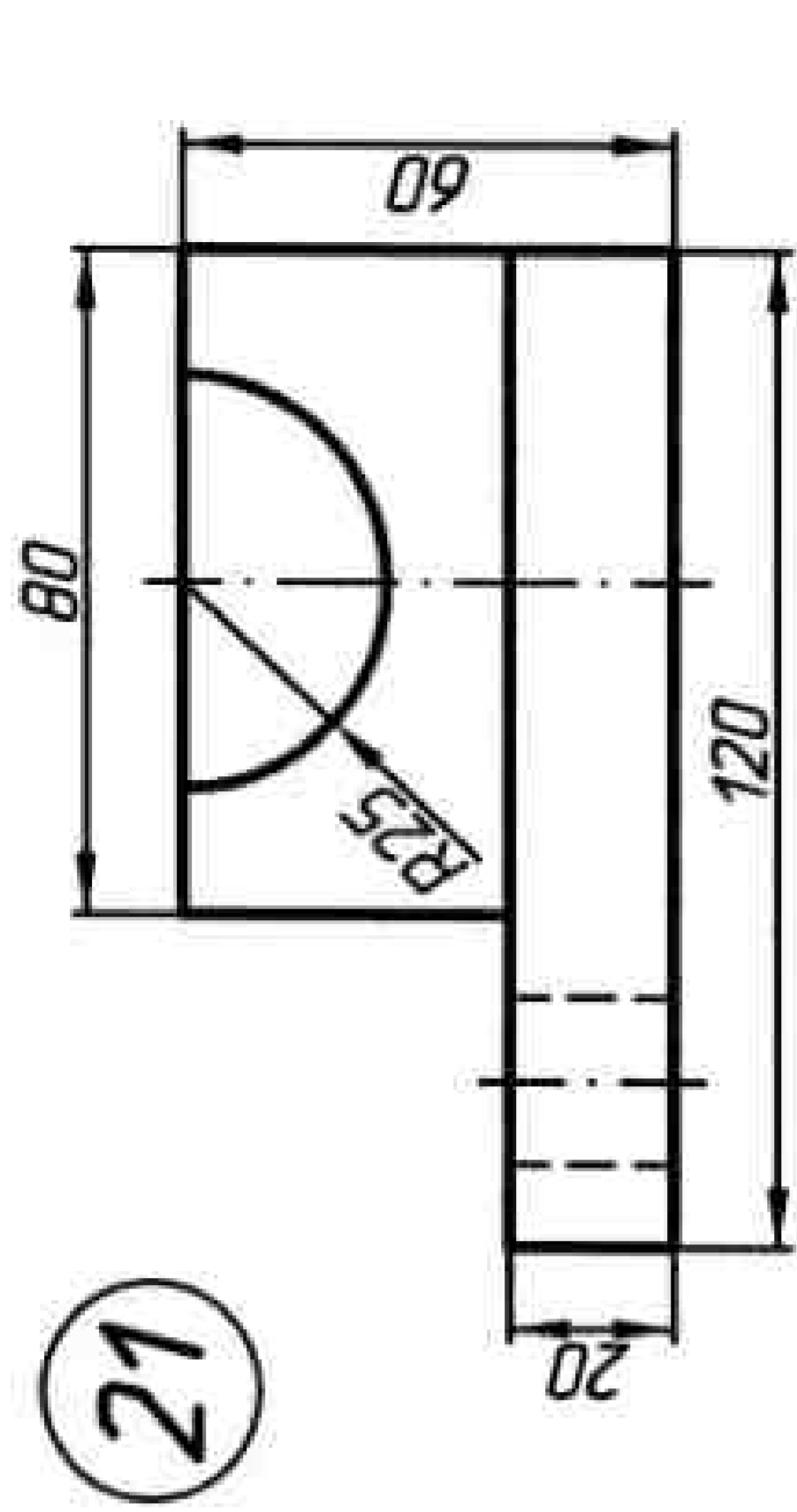
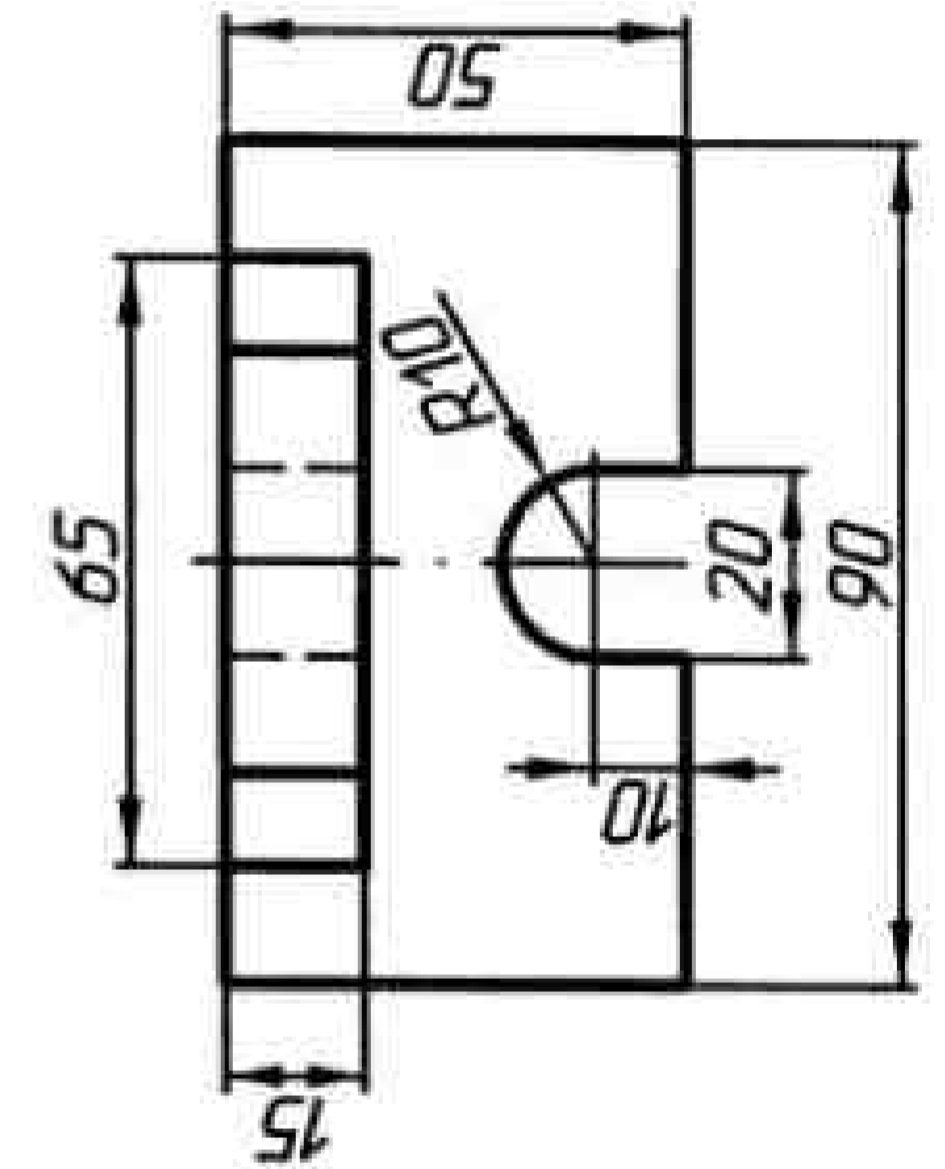
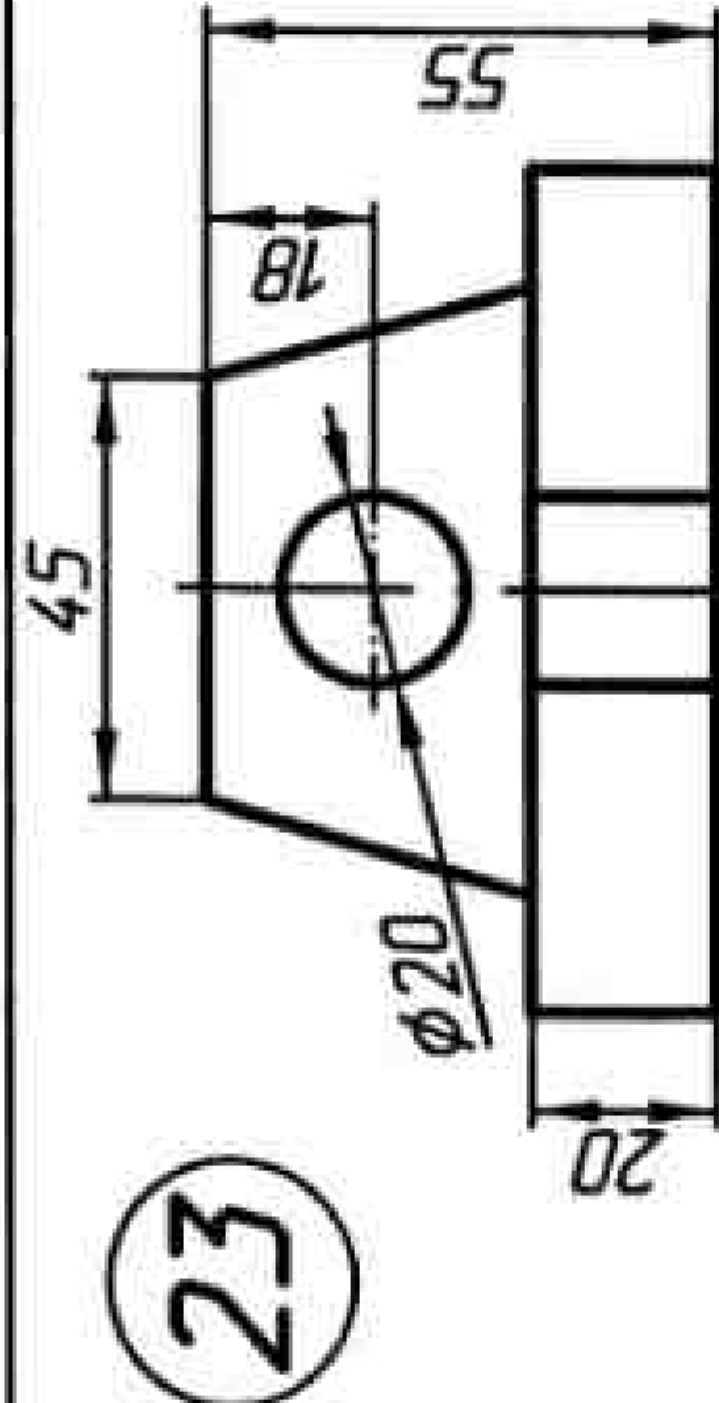
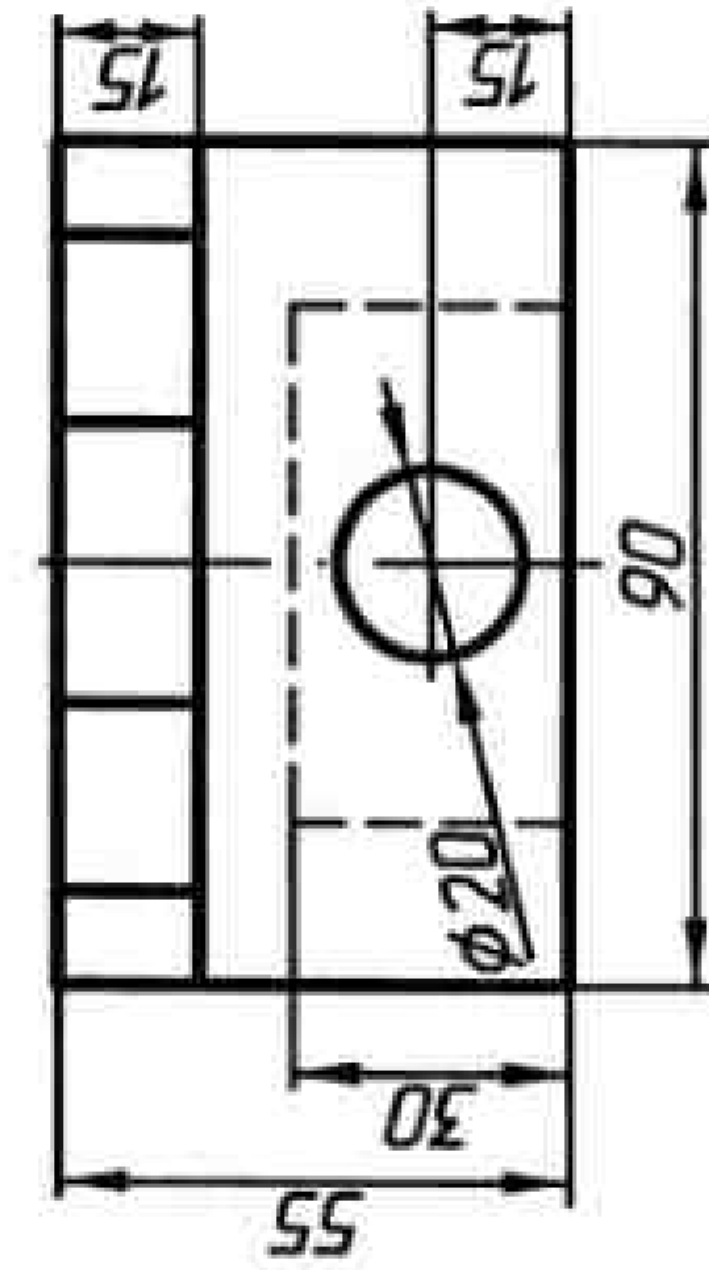
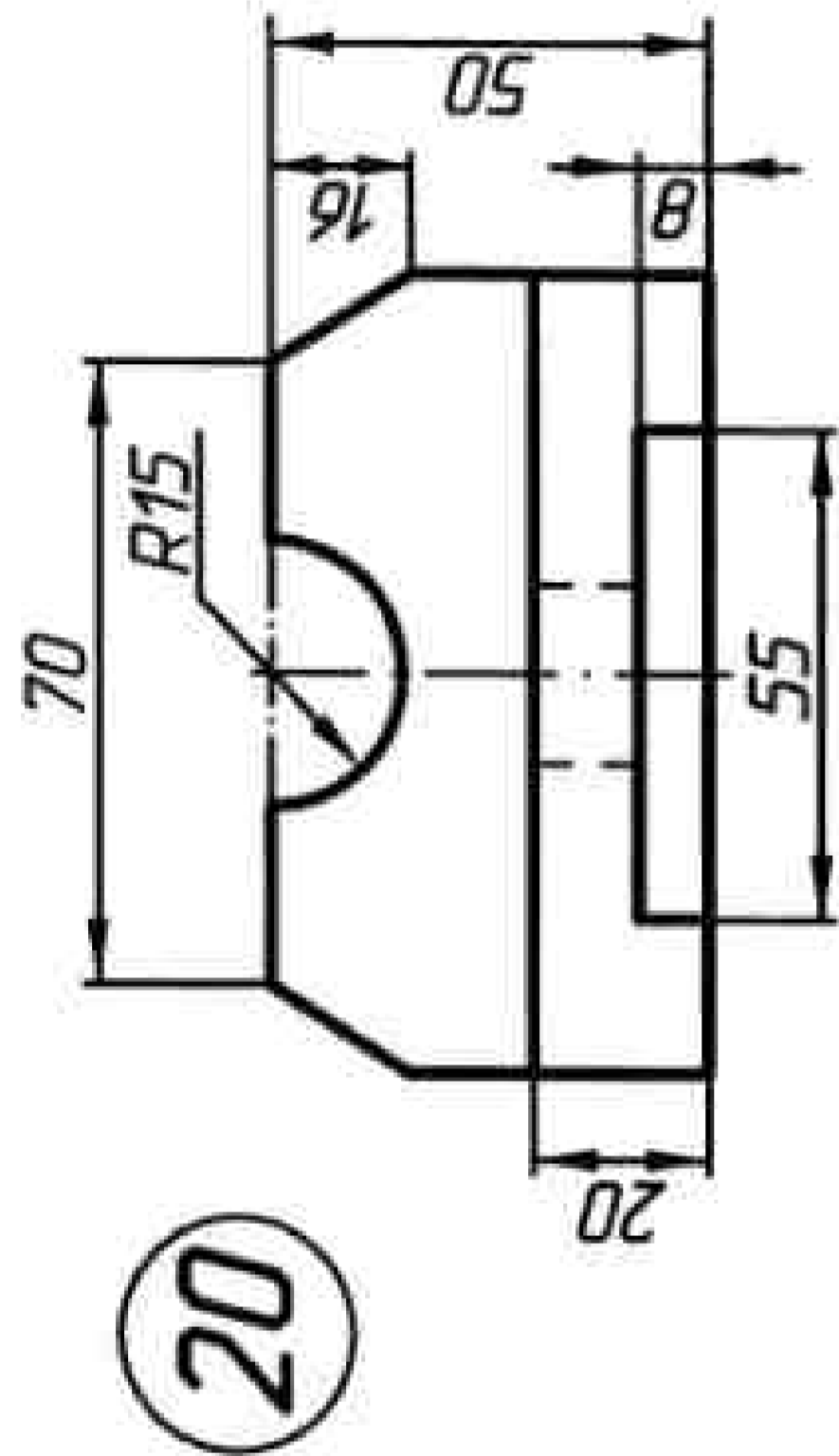
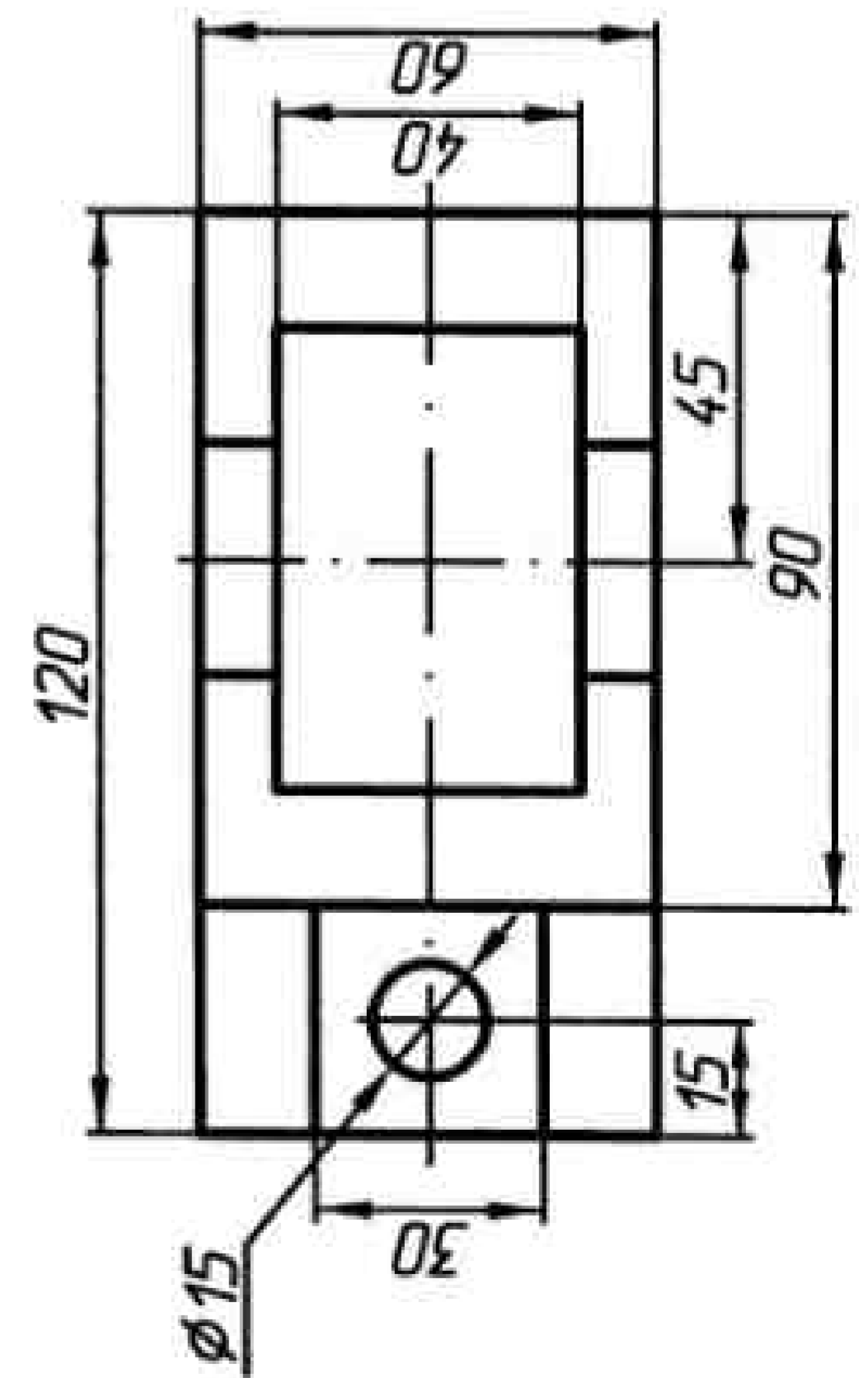
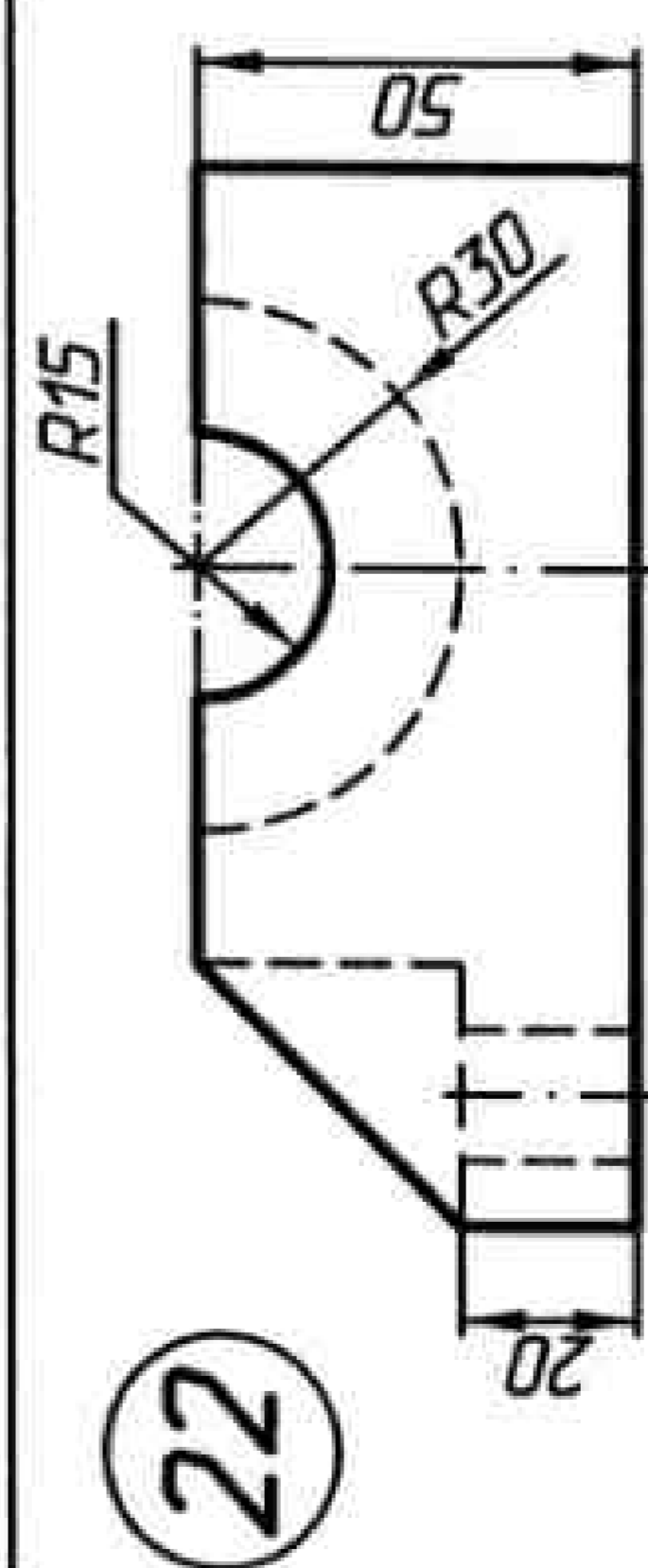
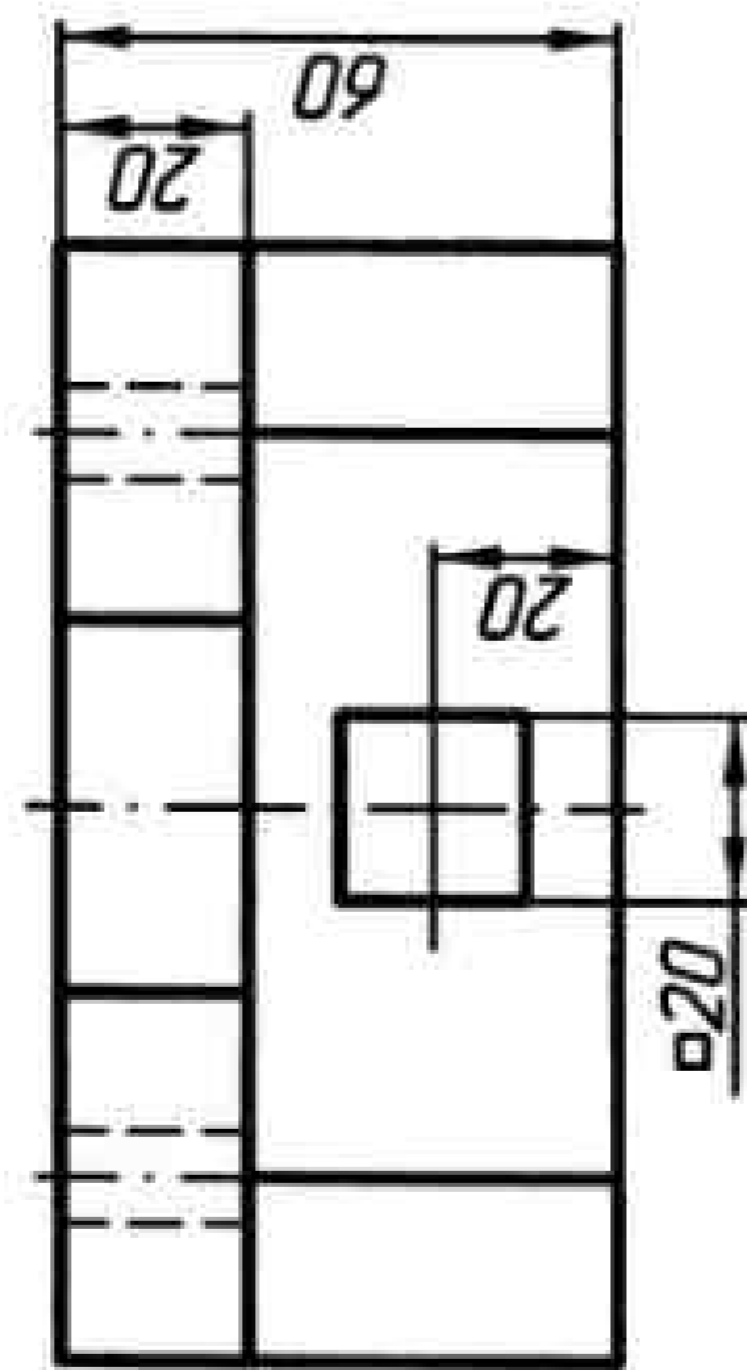
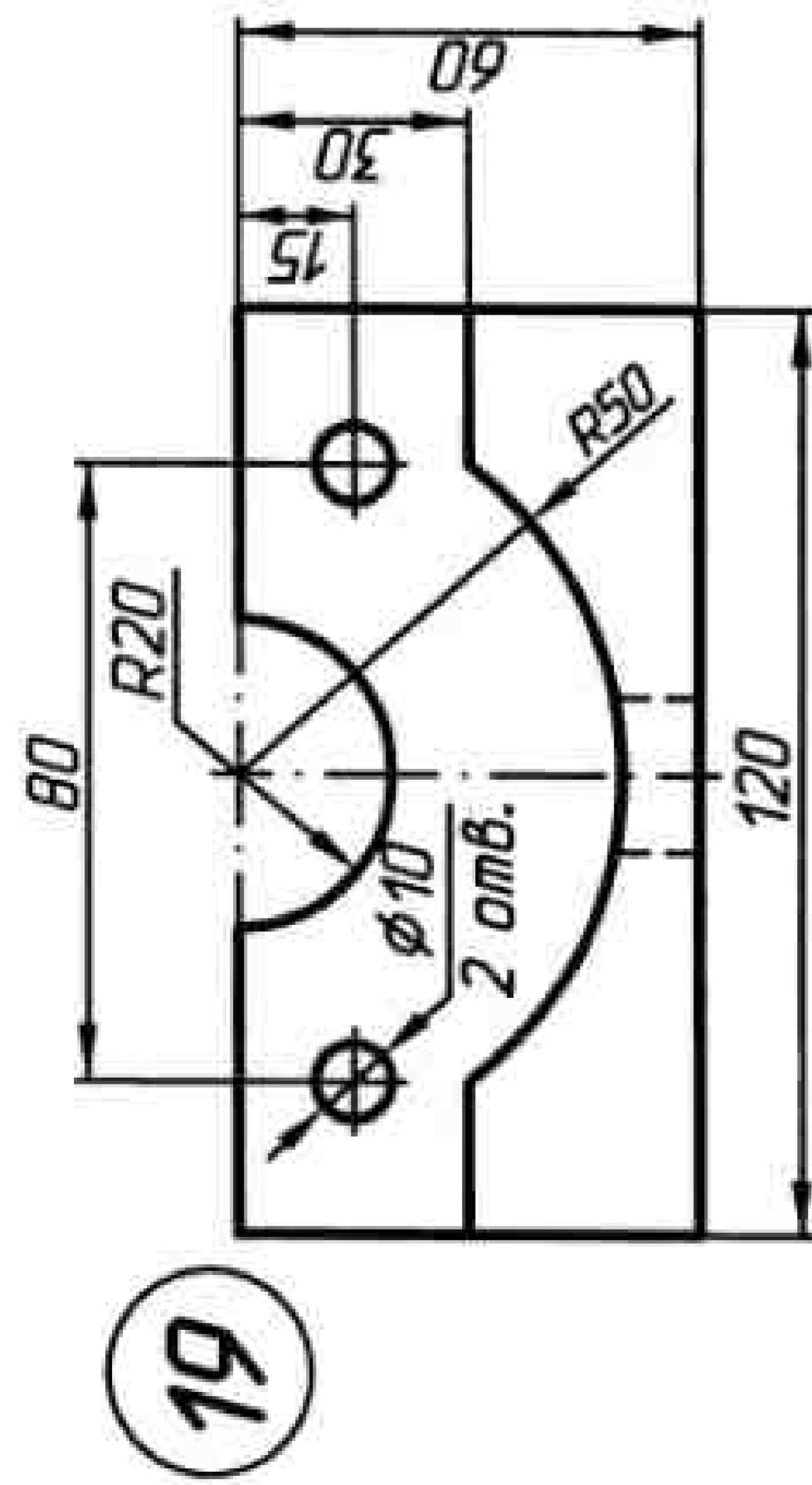


Рисунок 64



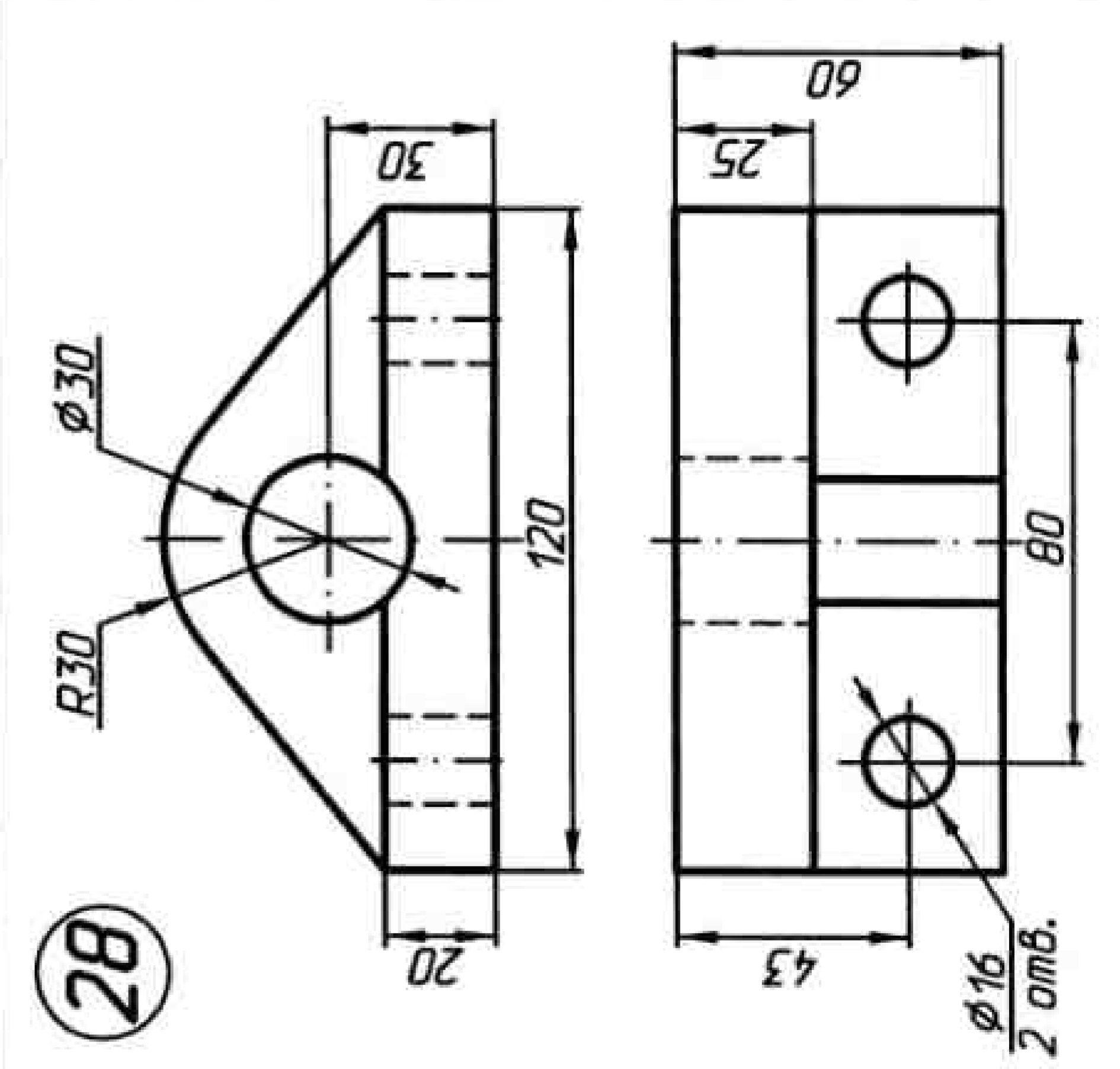
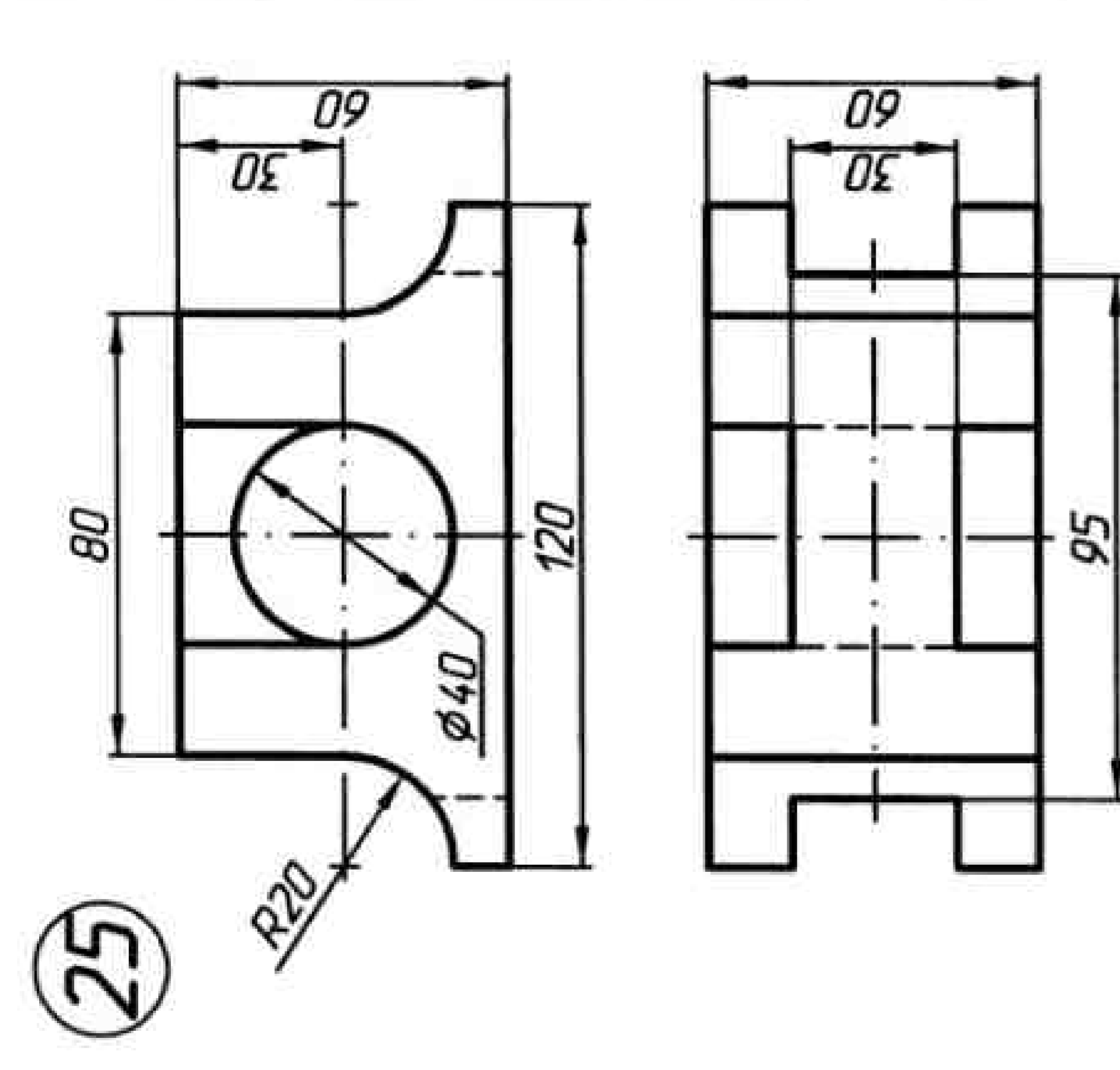
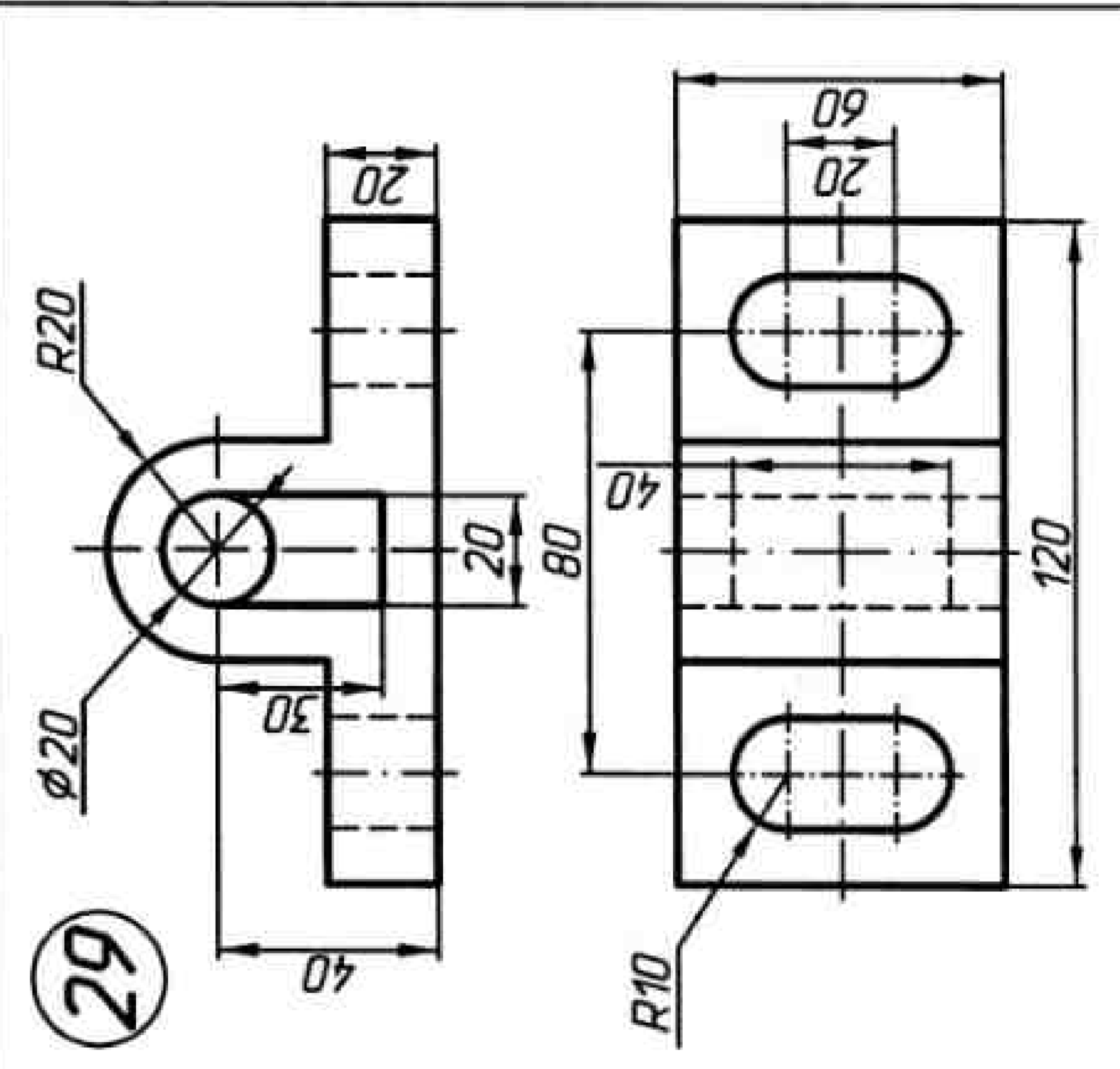
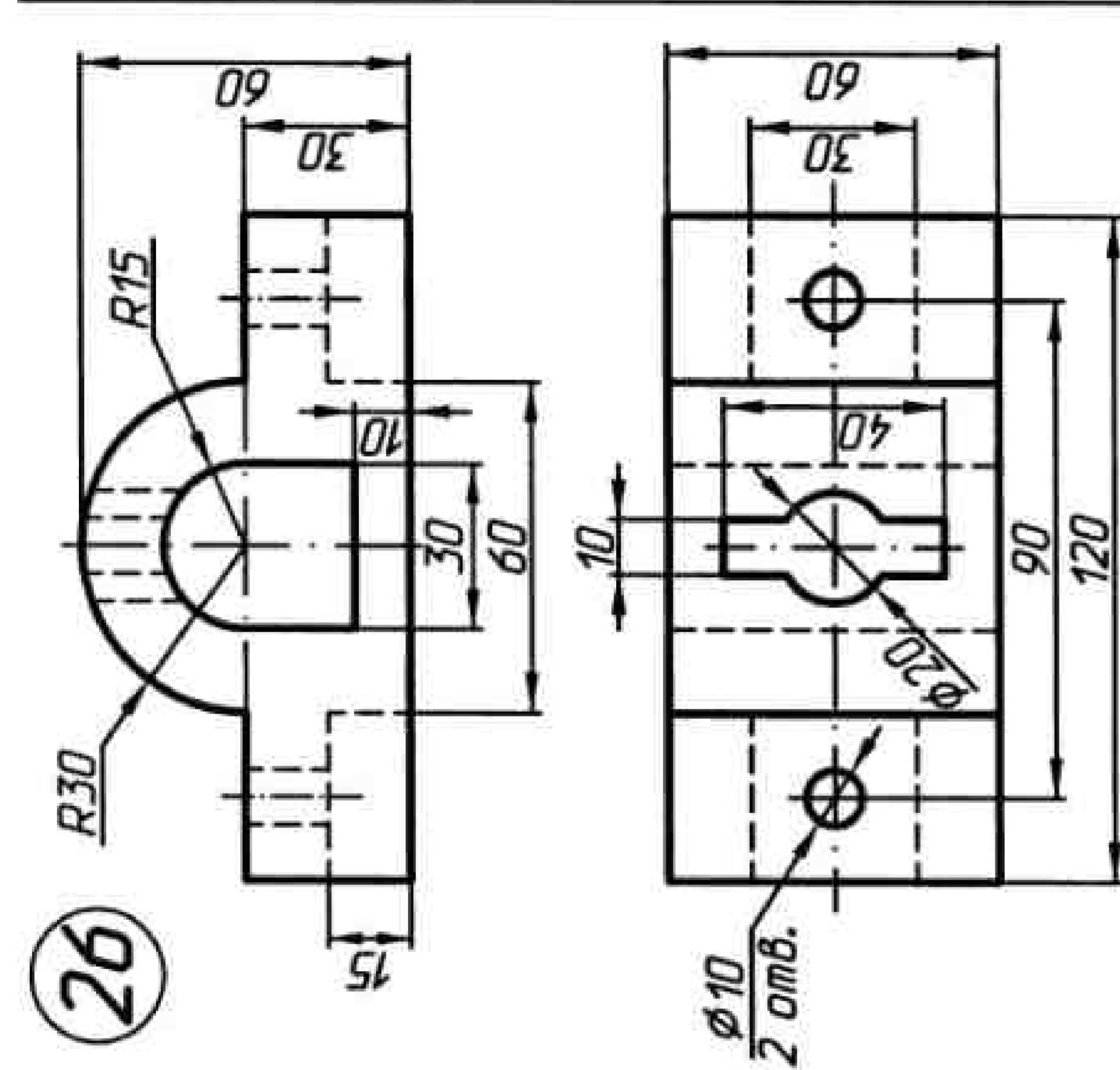
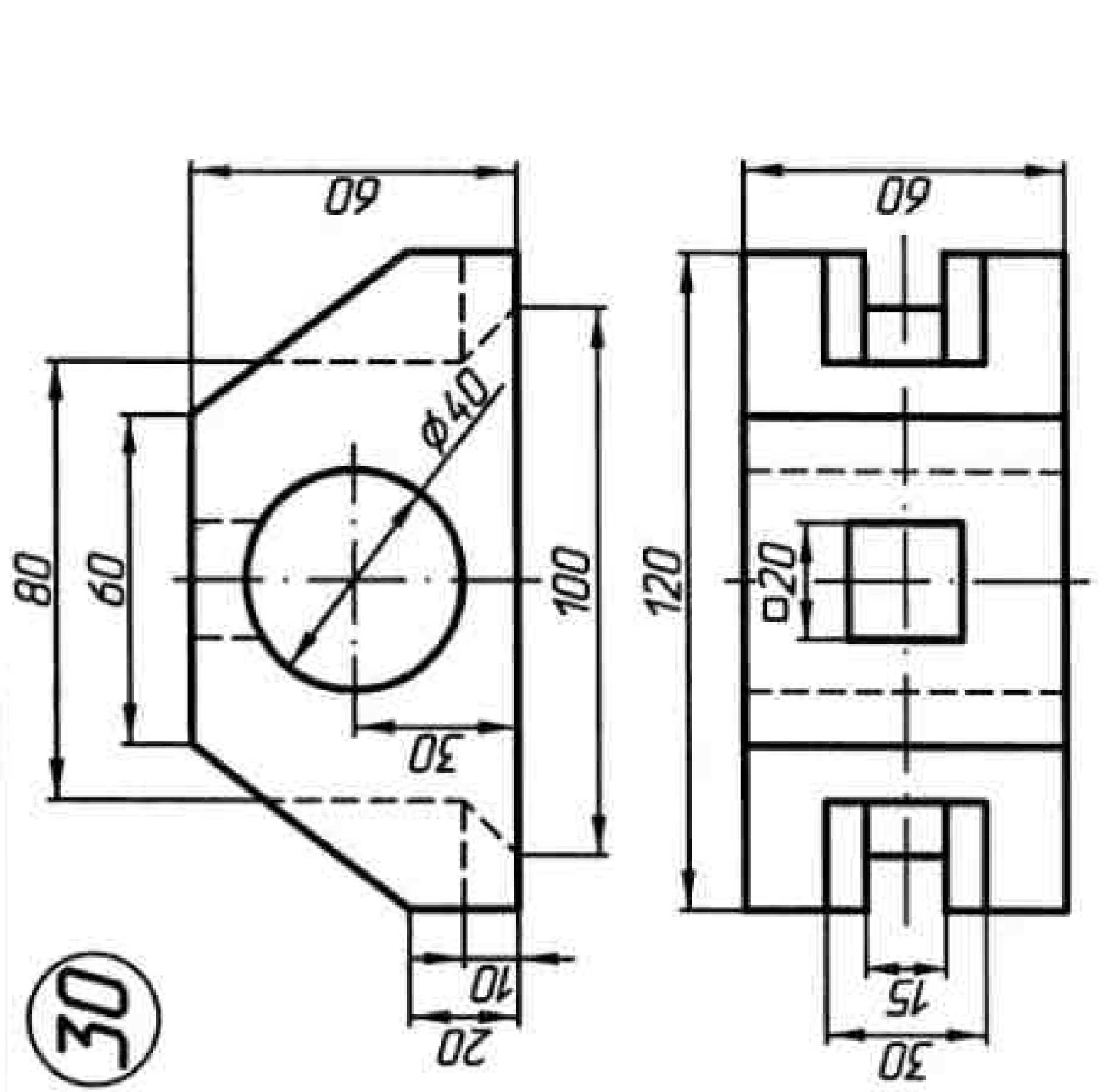
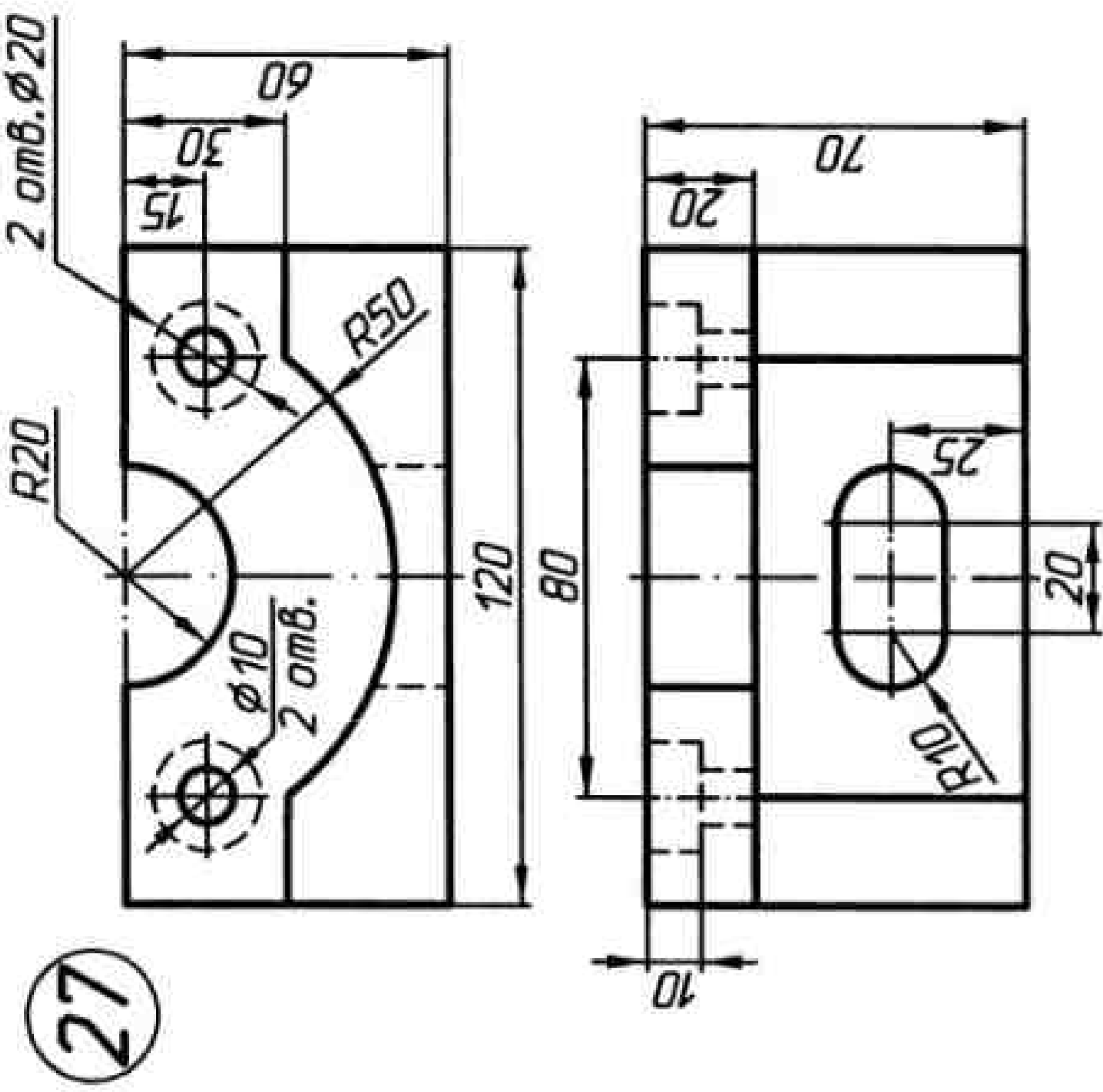


Рисунок 66

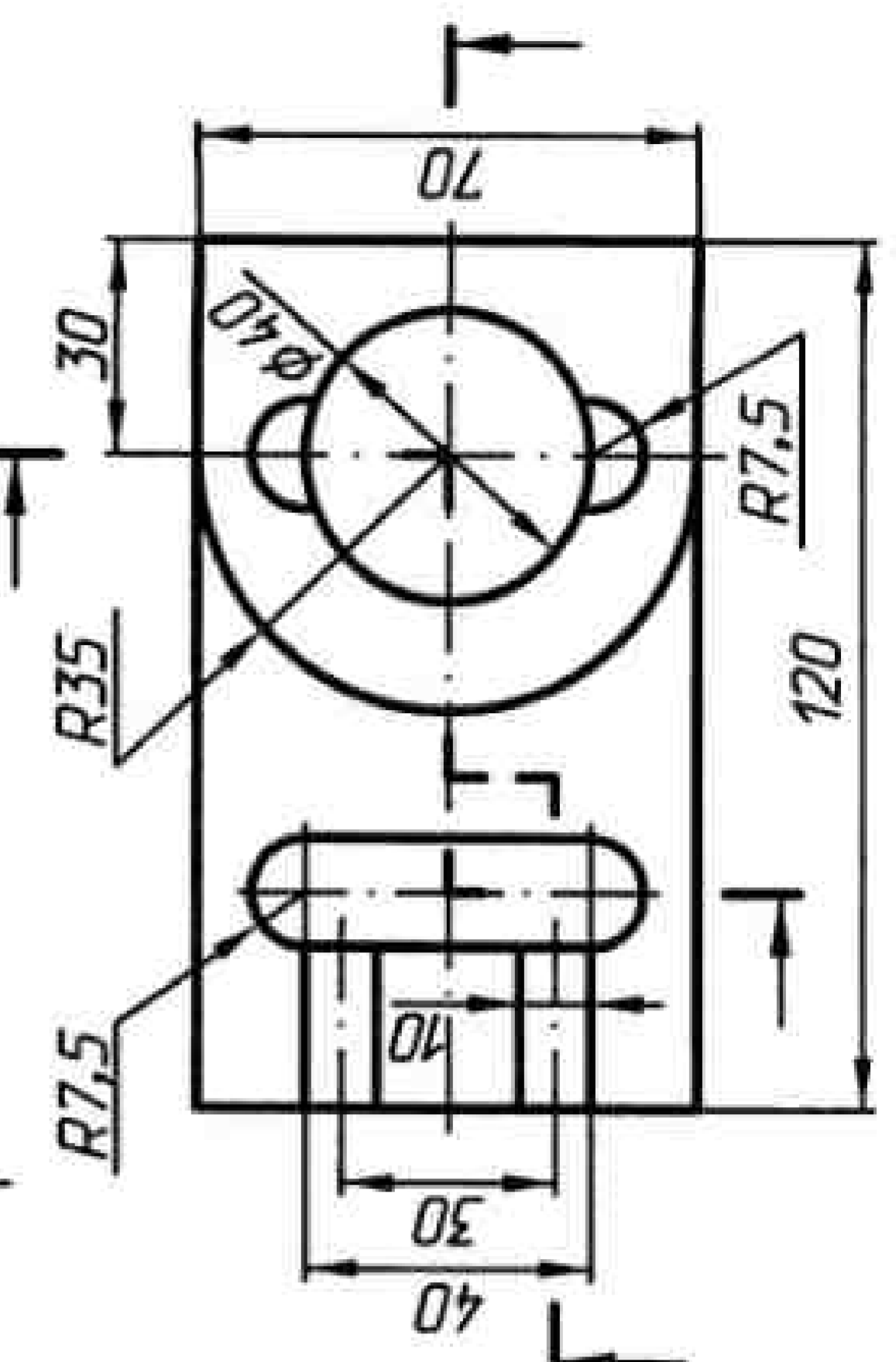
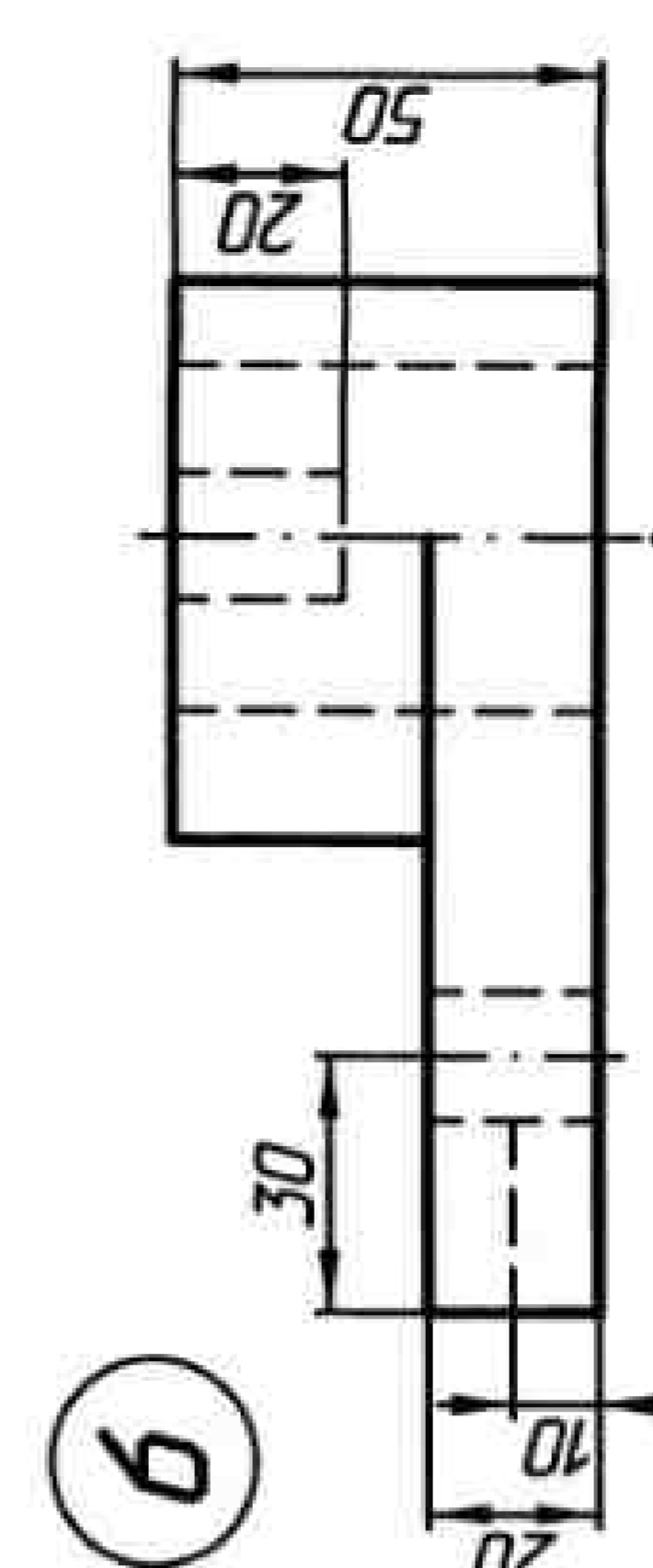
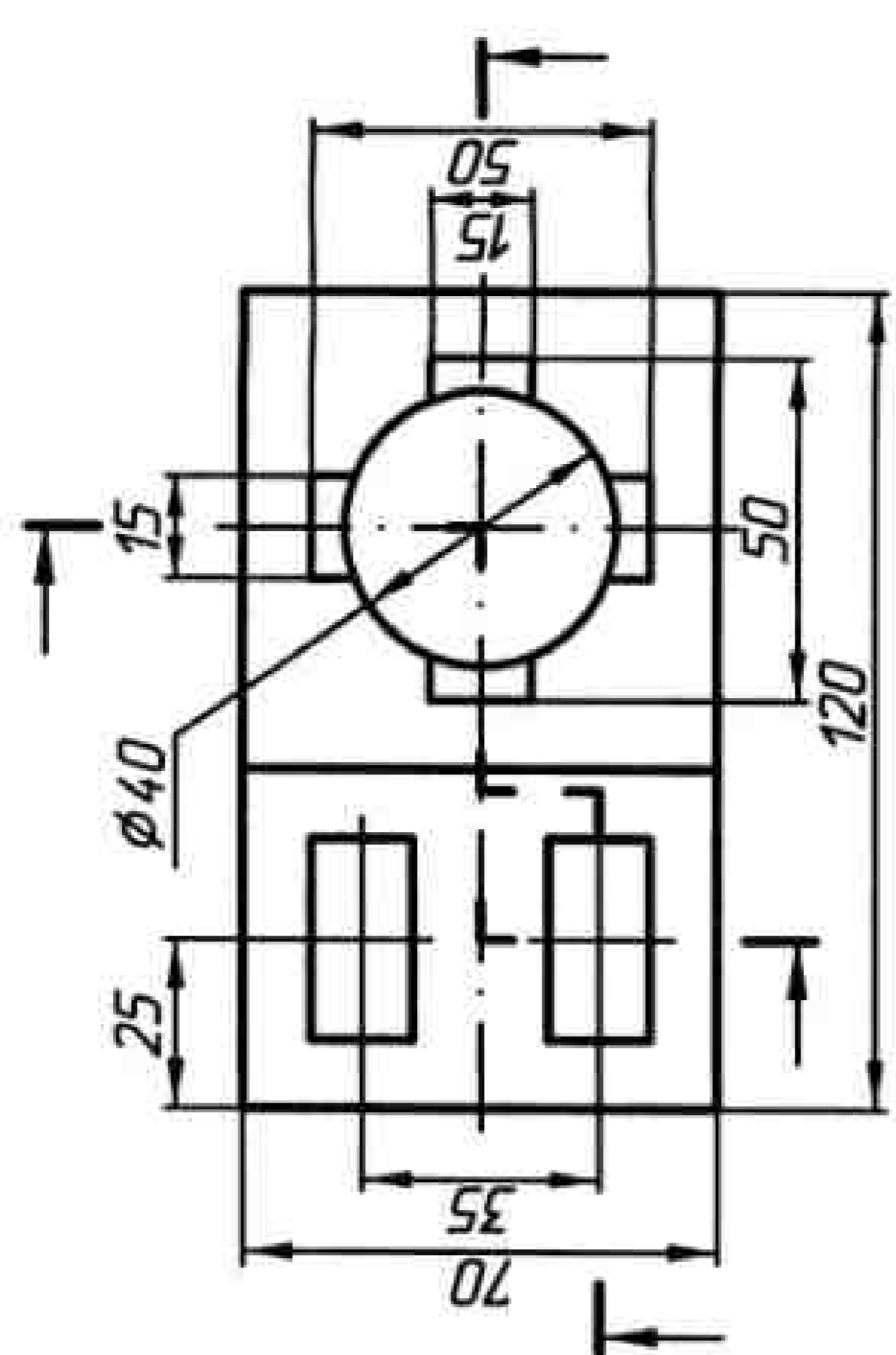
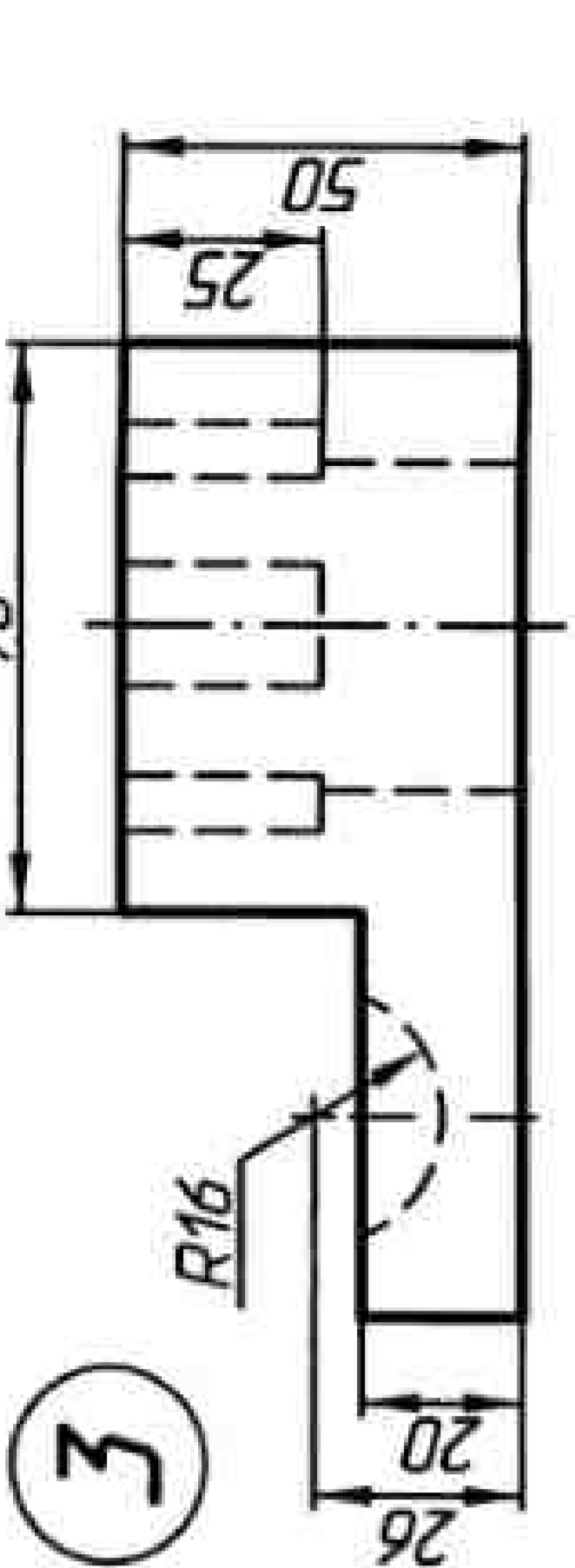
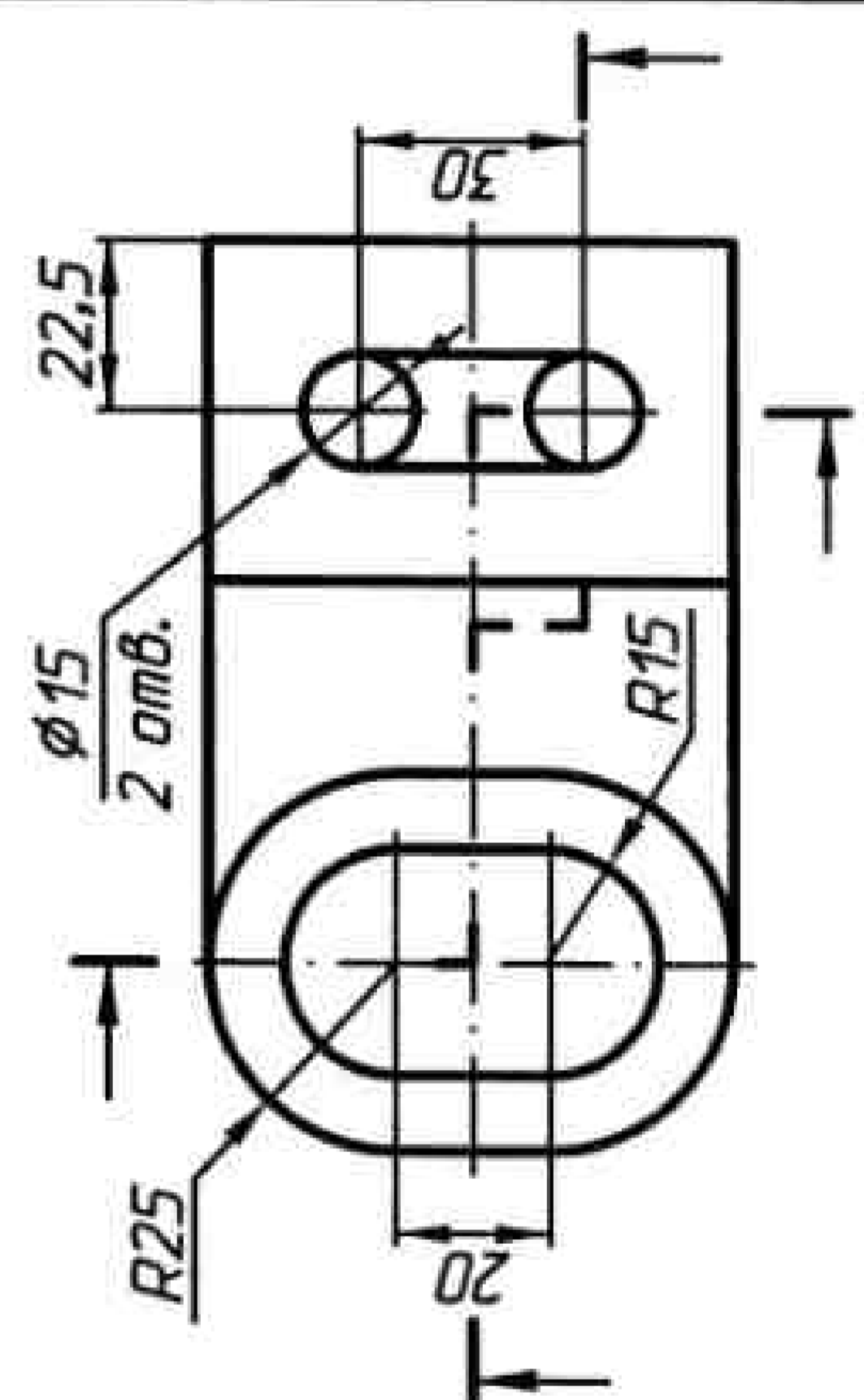
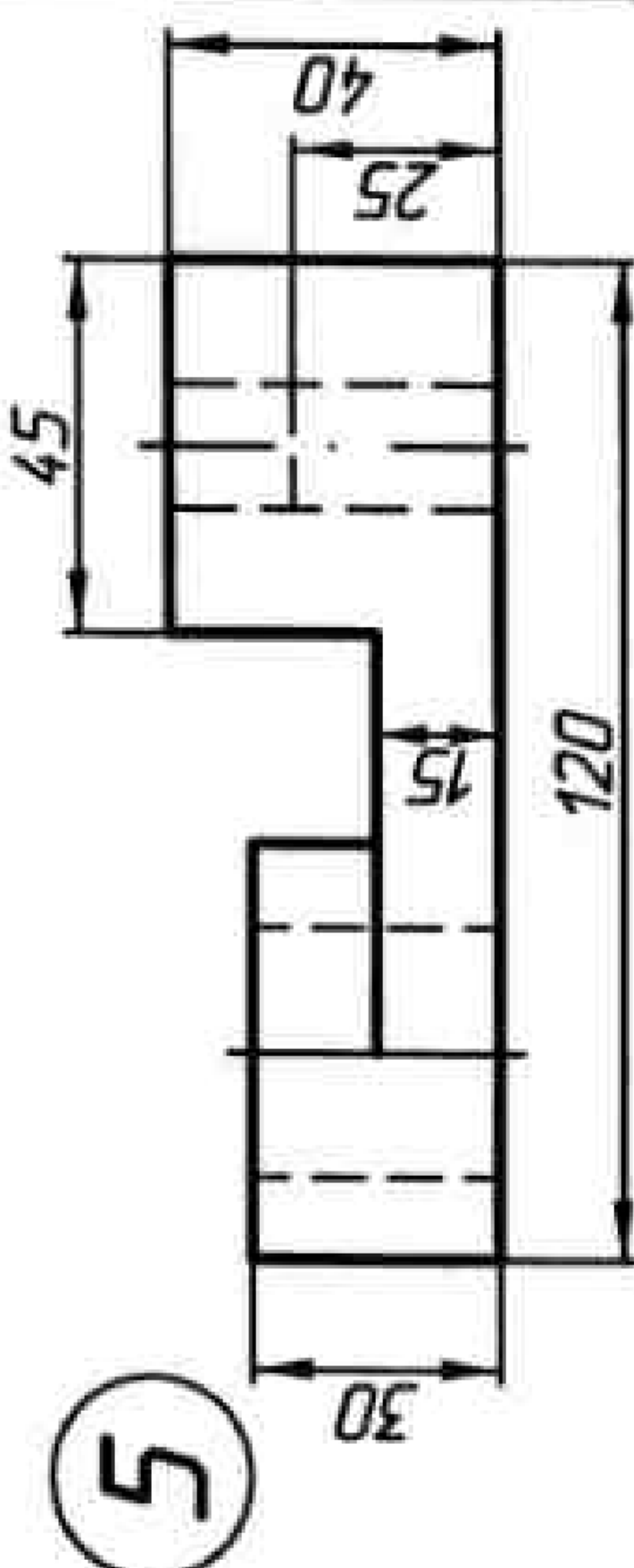
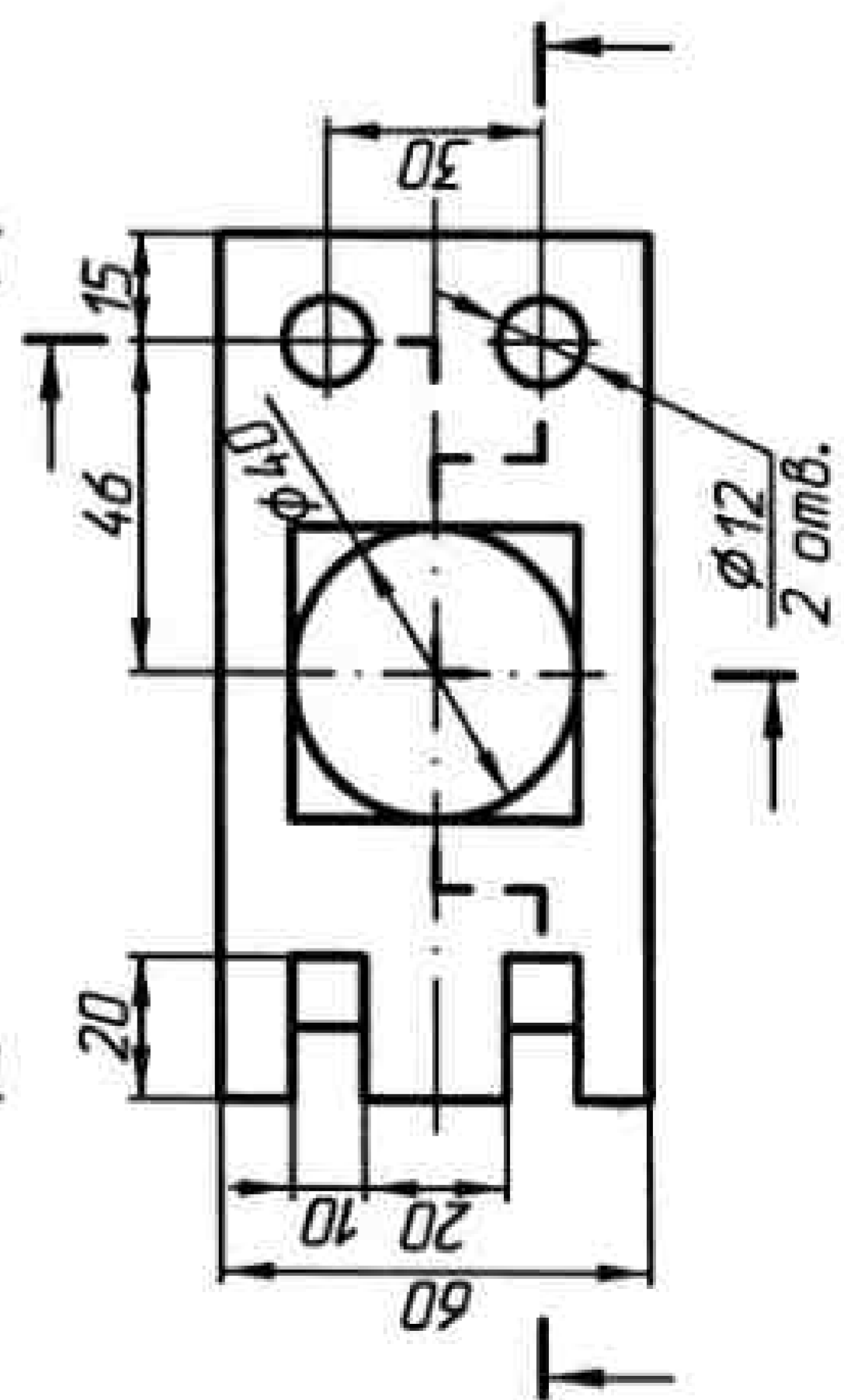
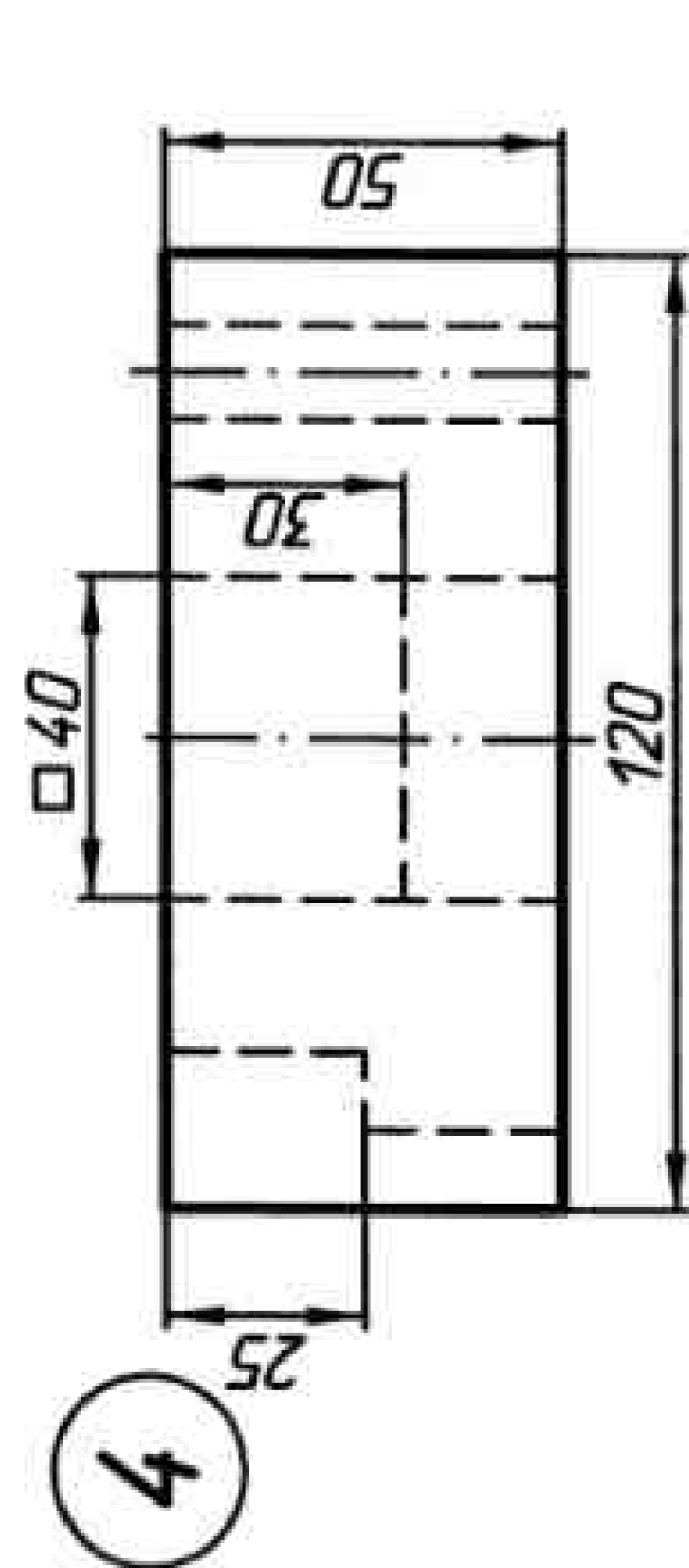
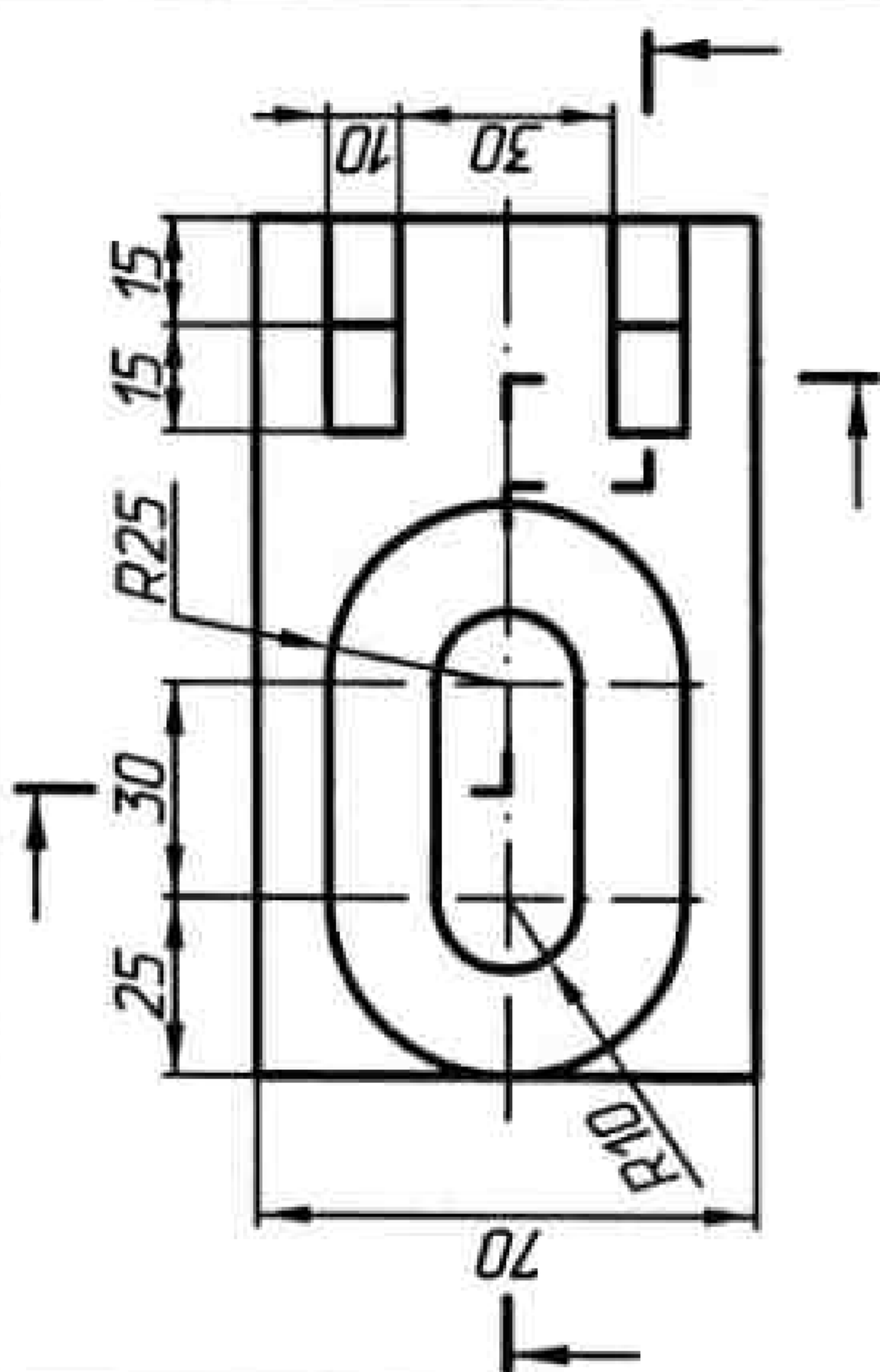
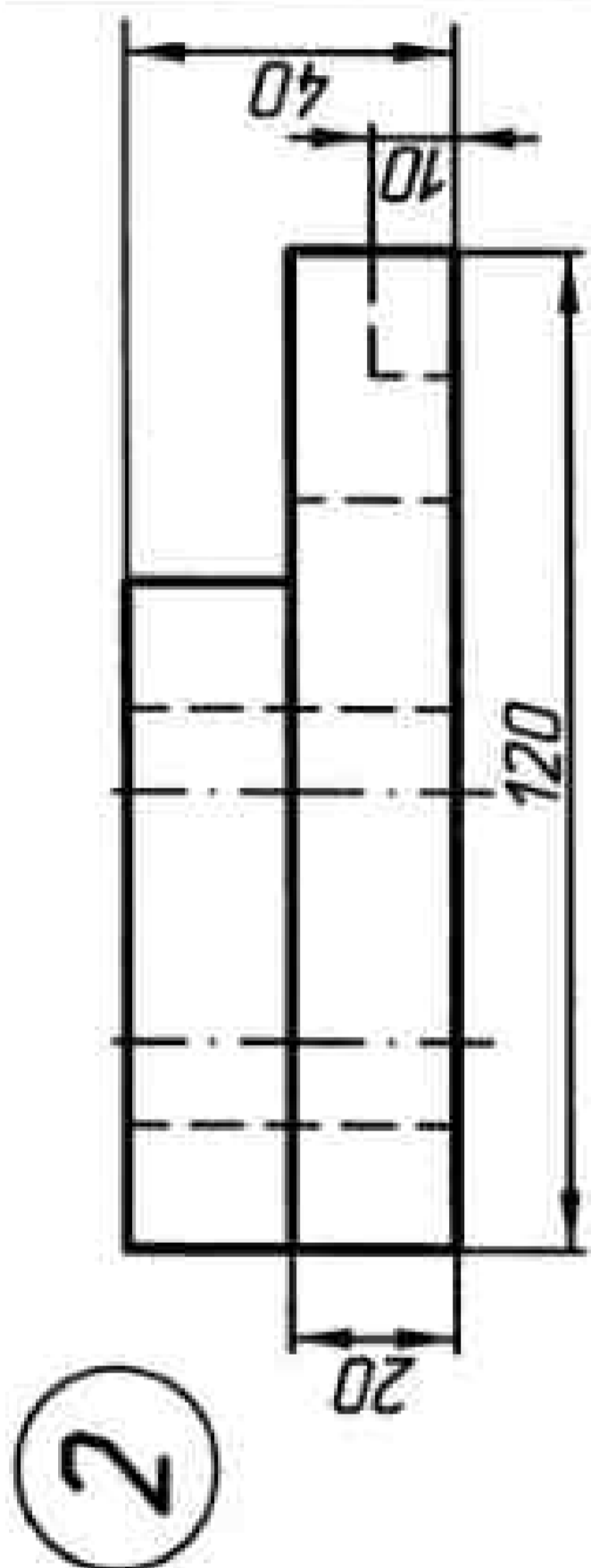
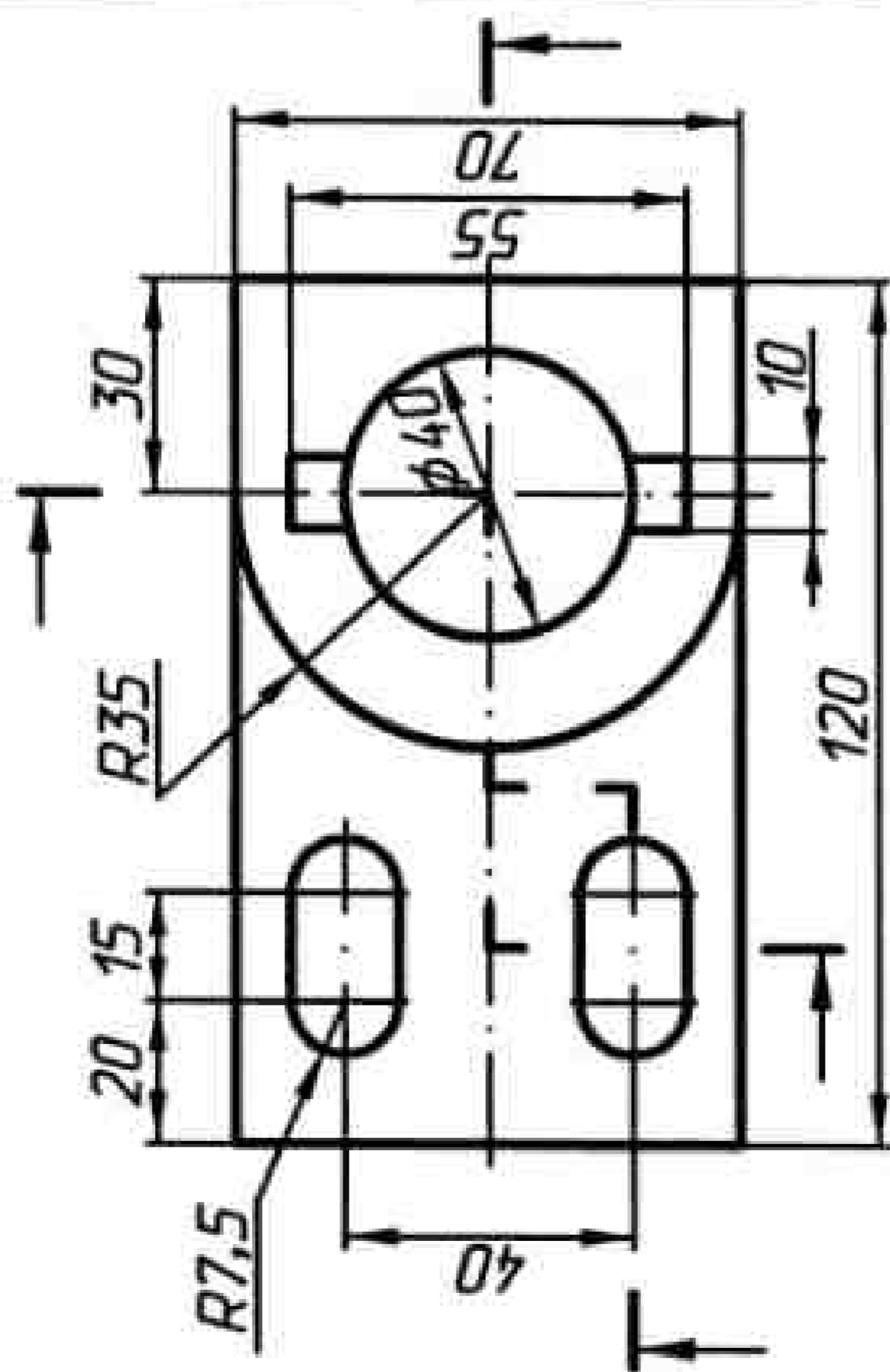
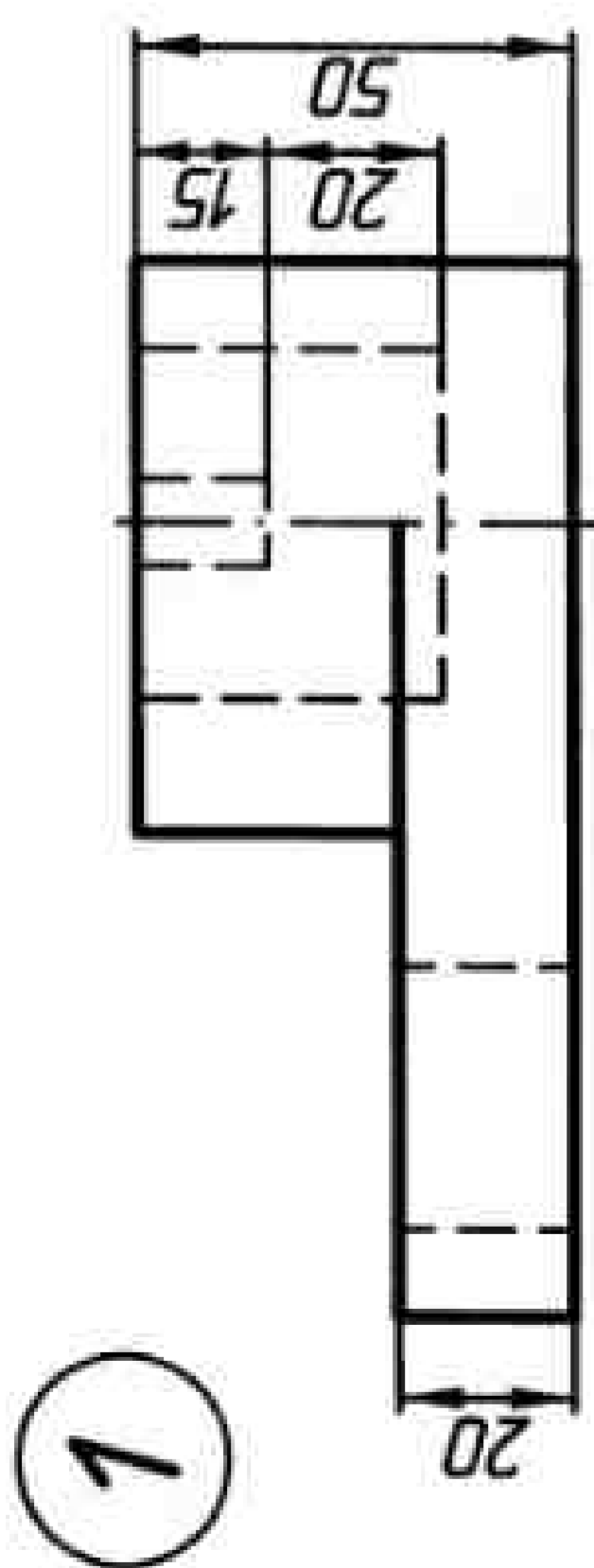


Рисунок 67

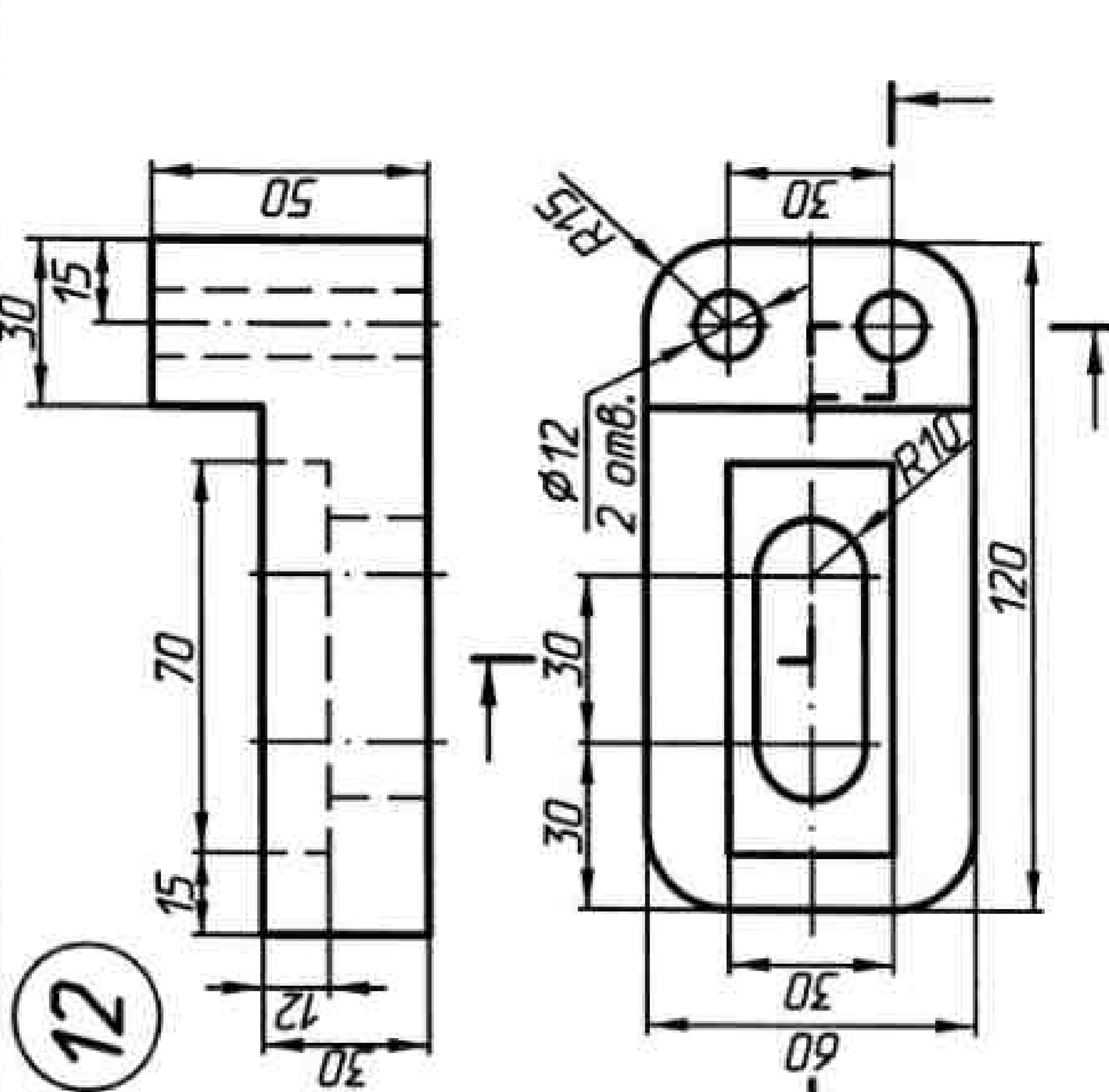
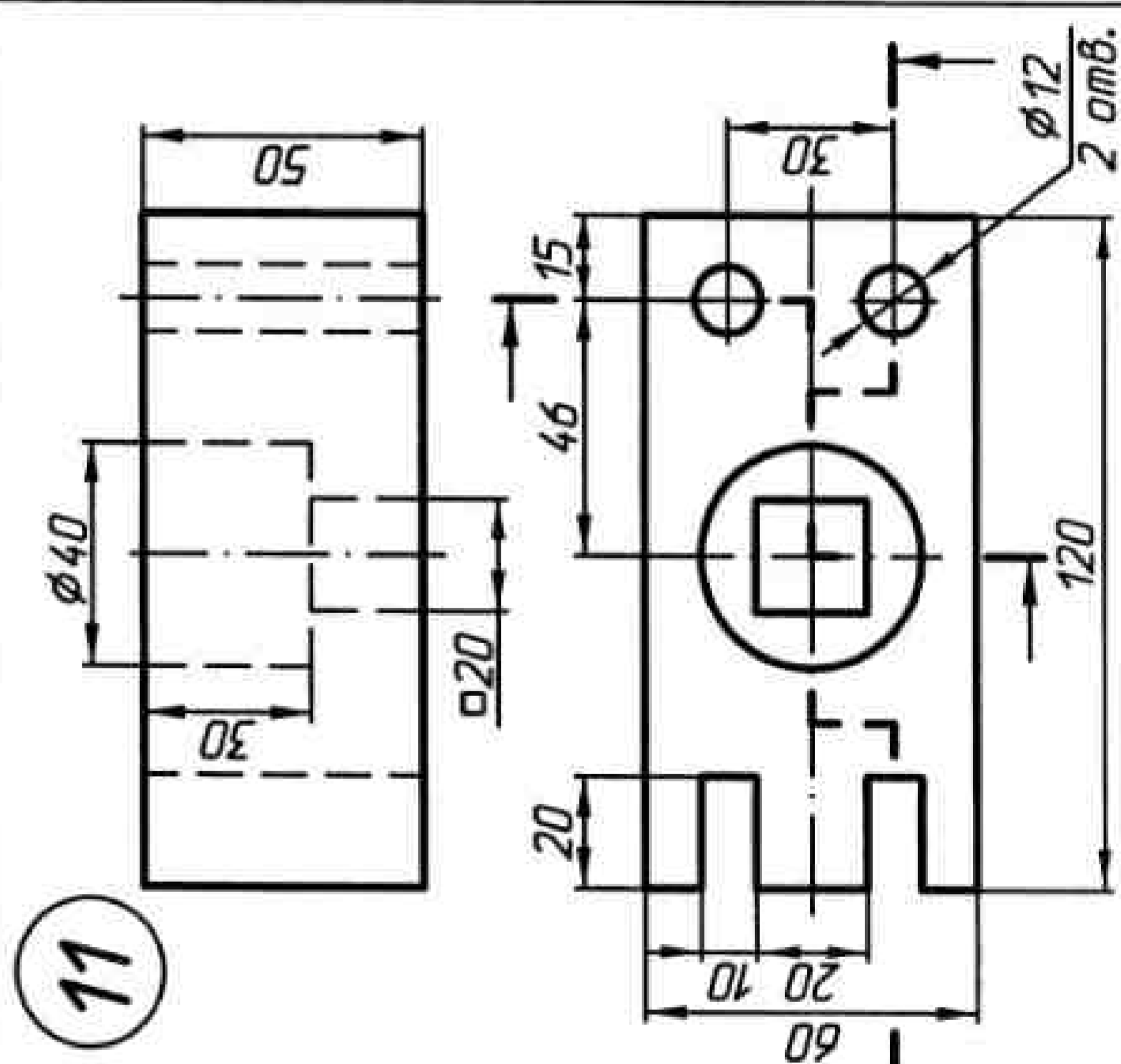
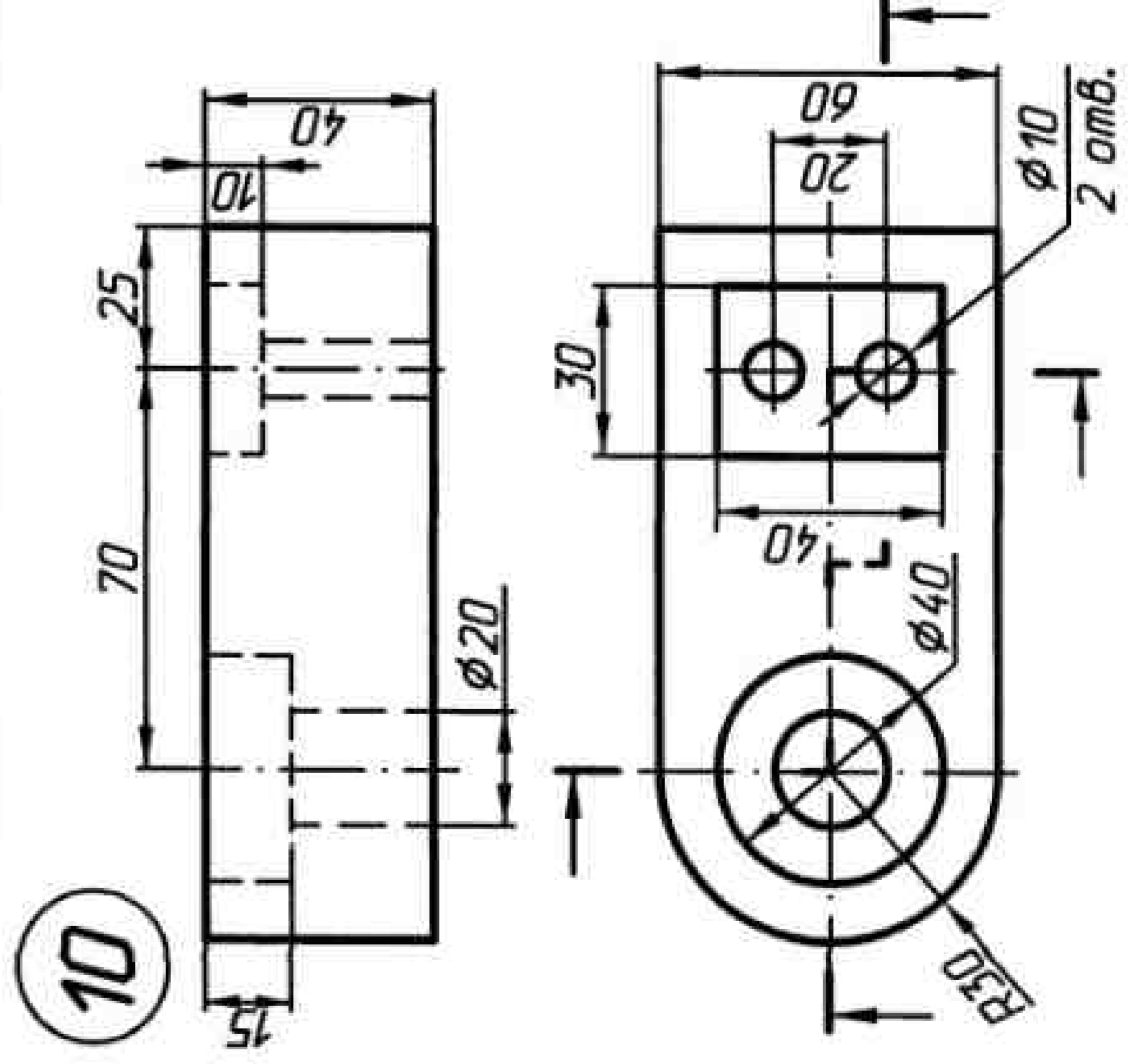
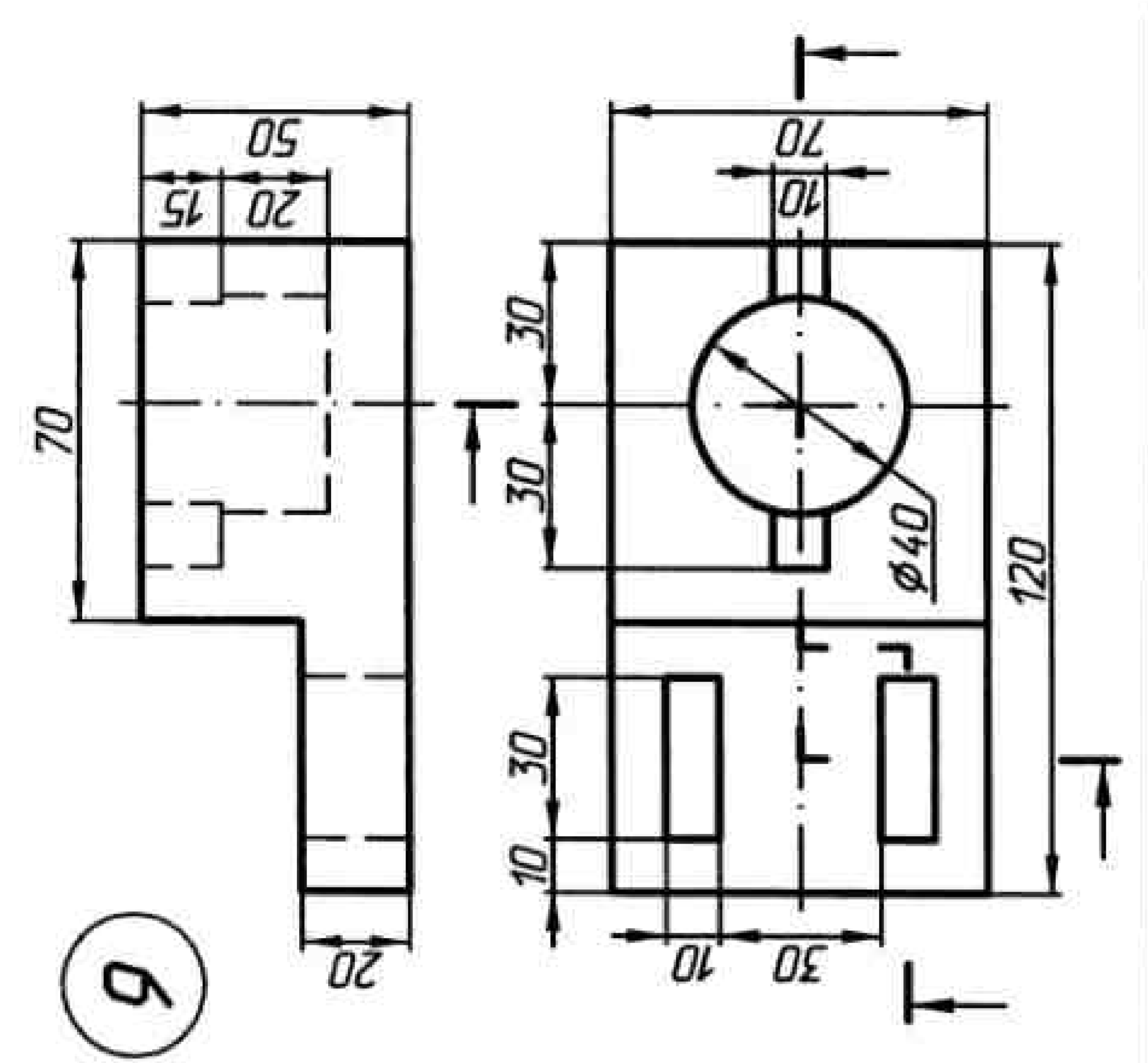
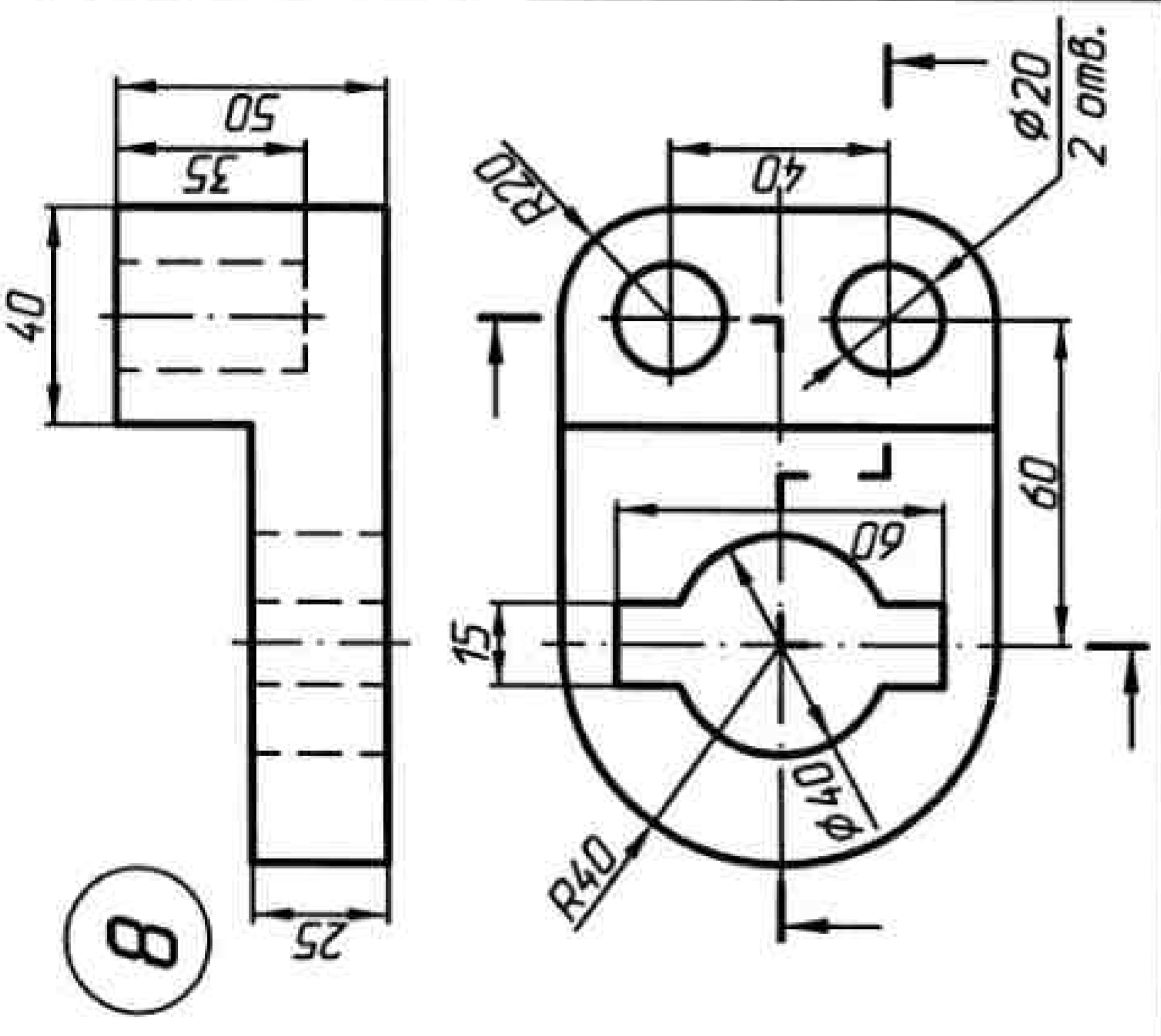
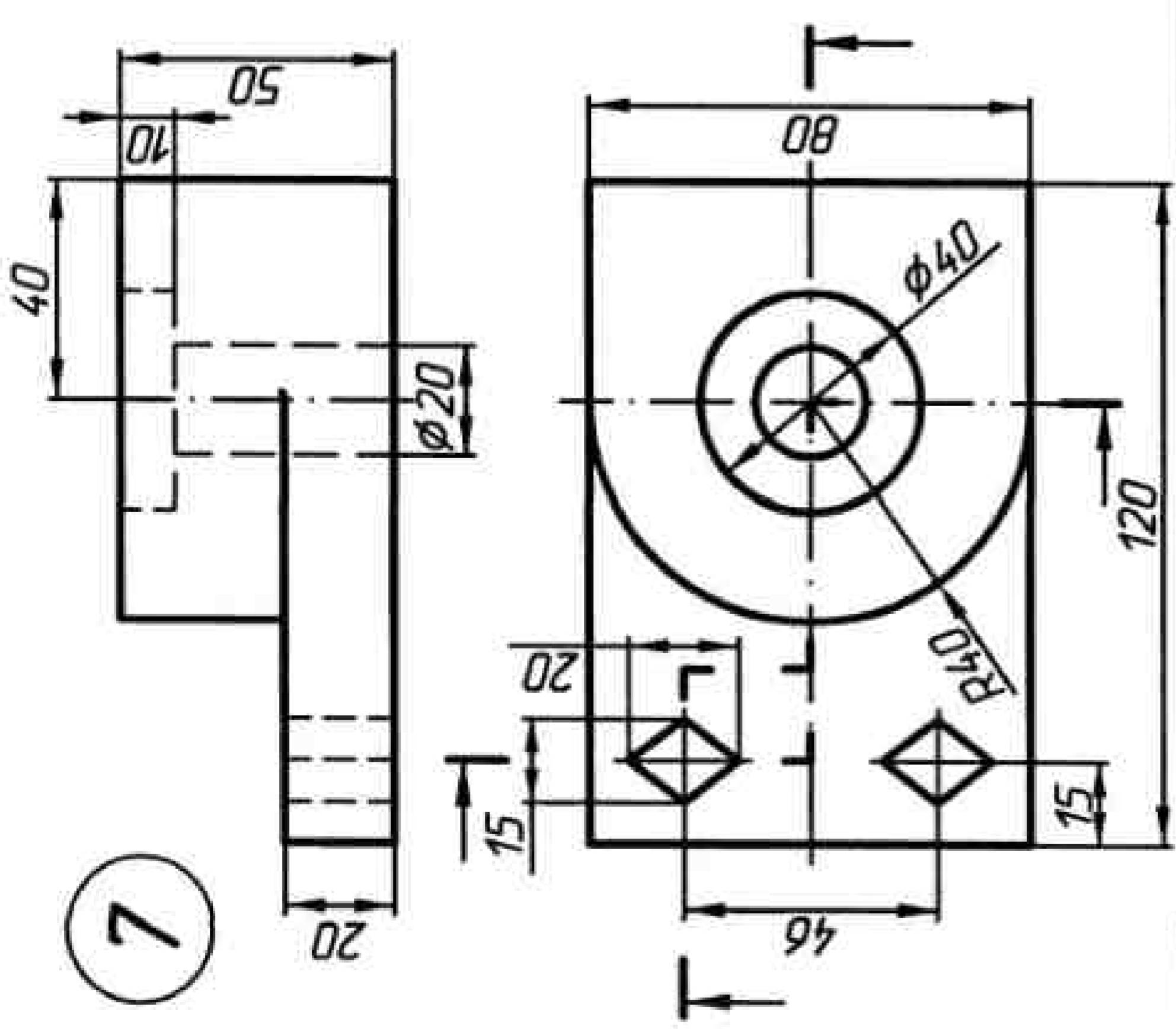


Рисунок 68

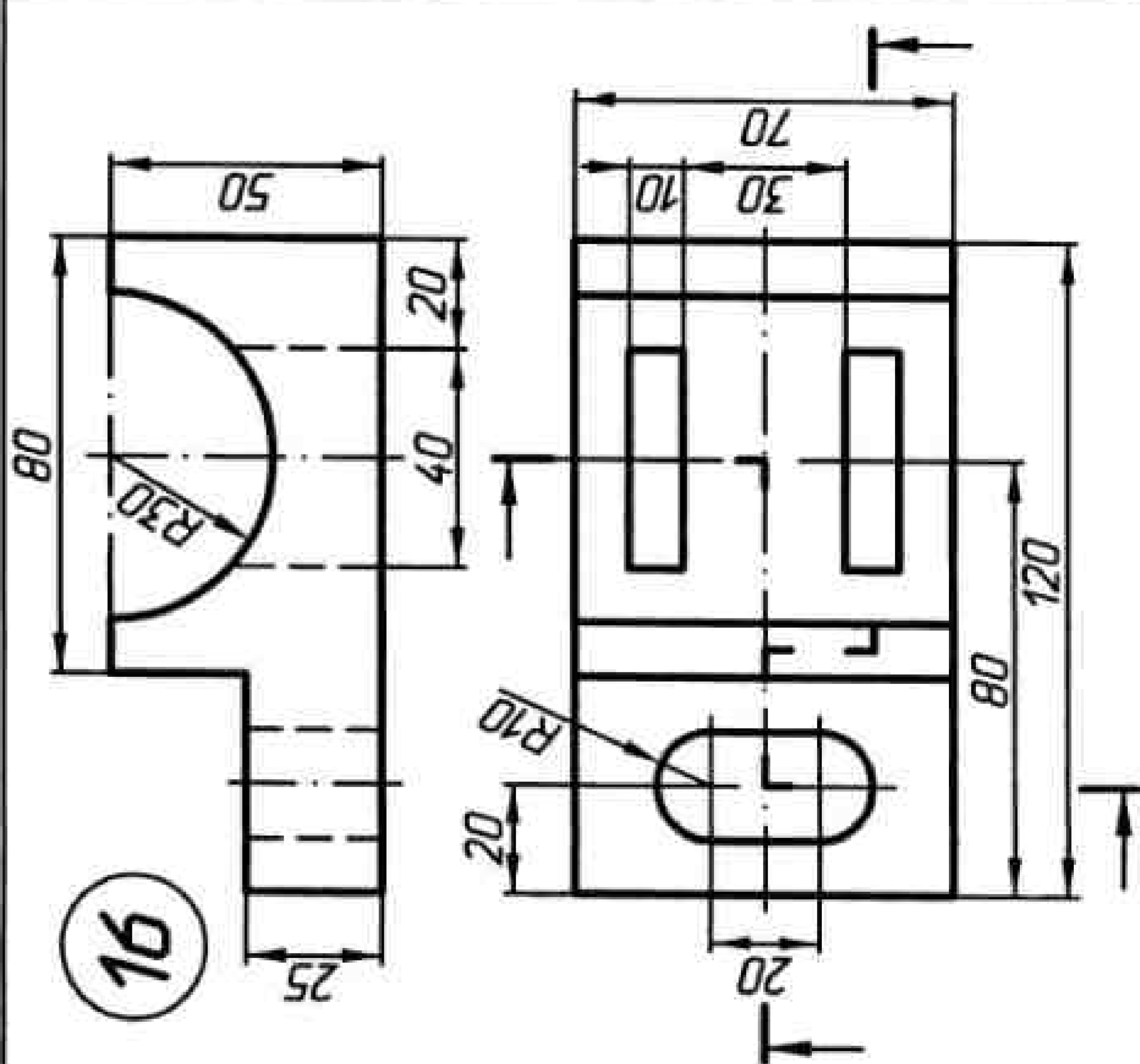
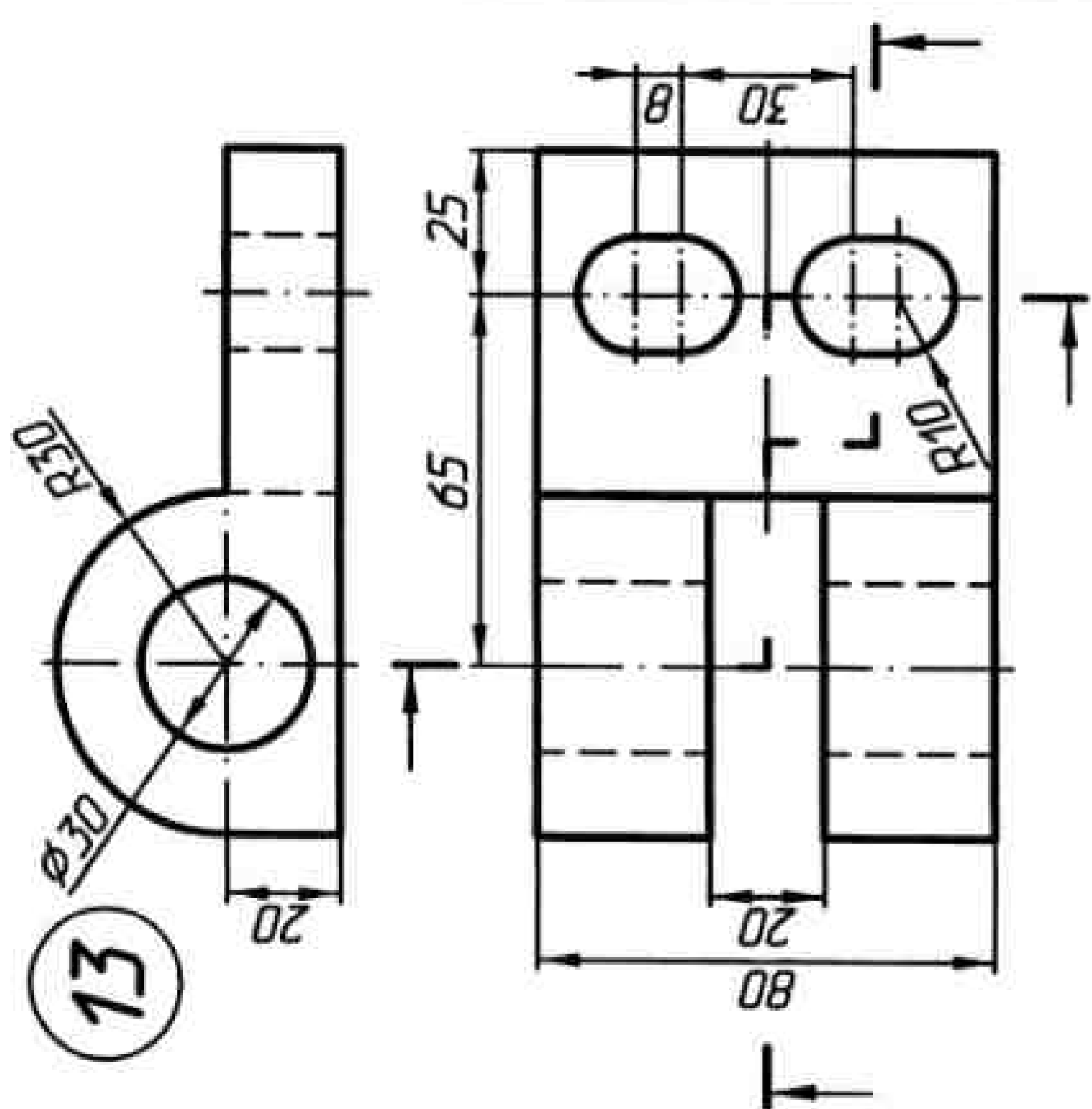
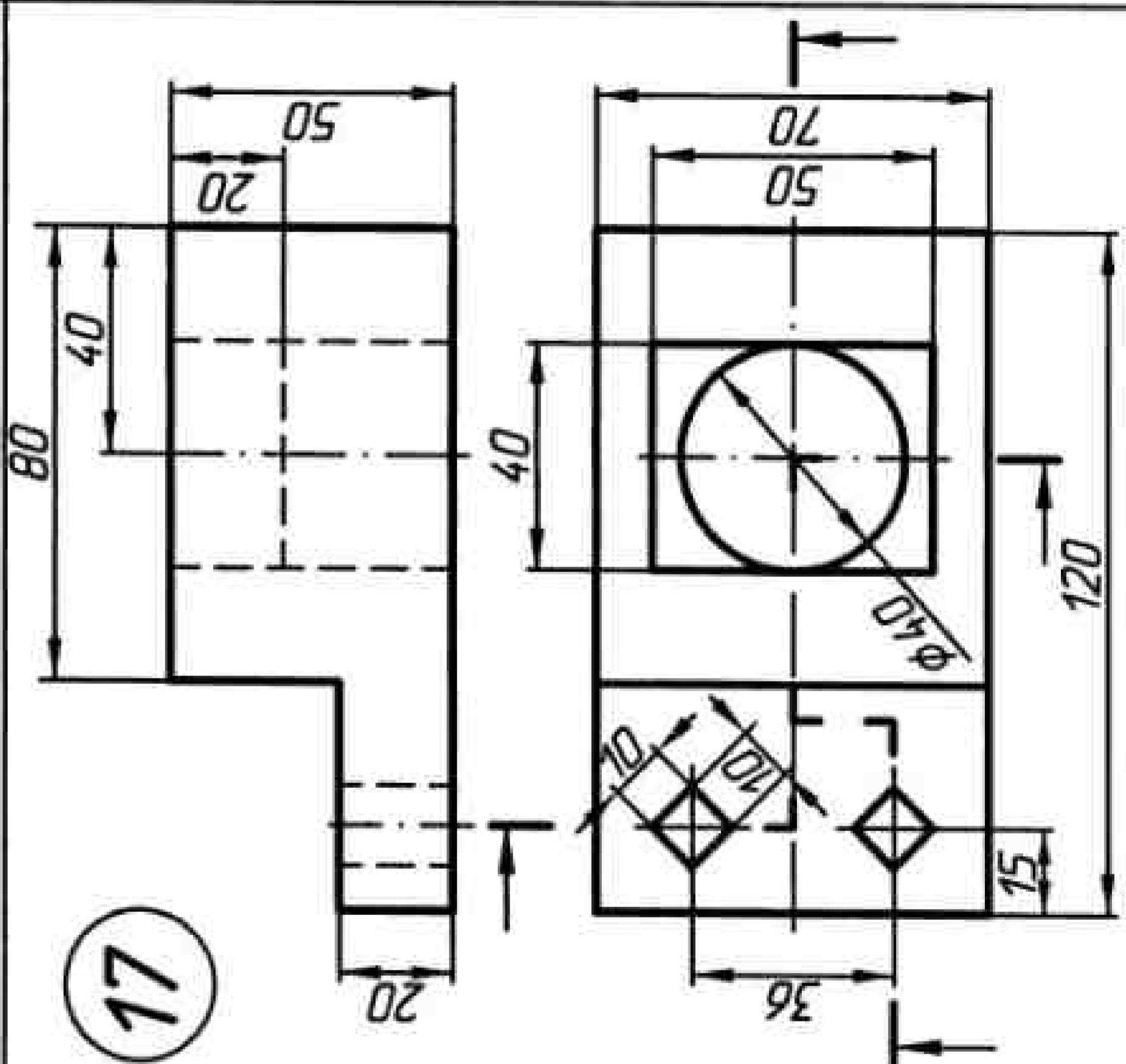
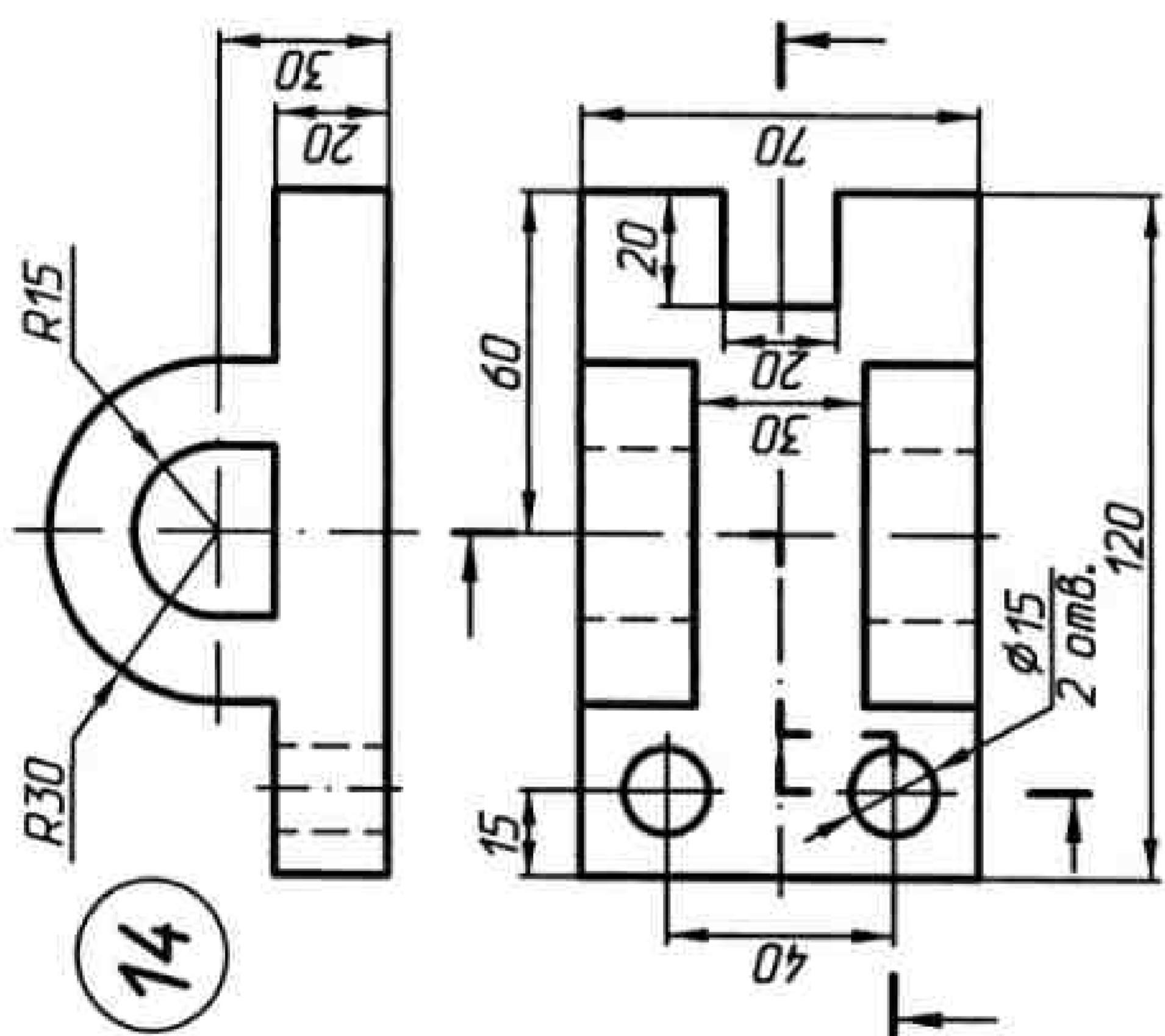
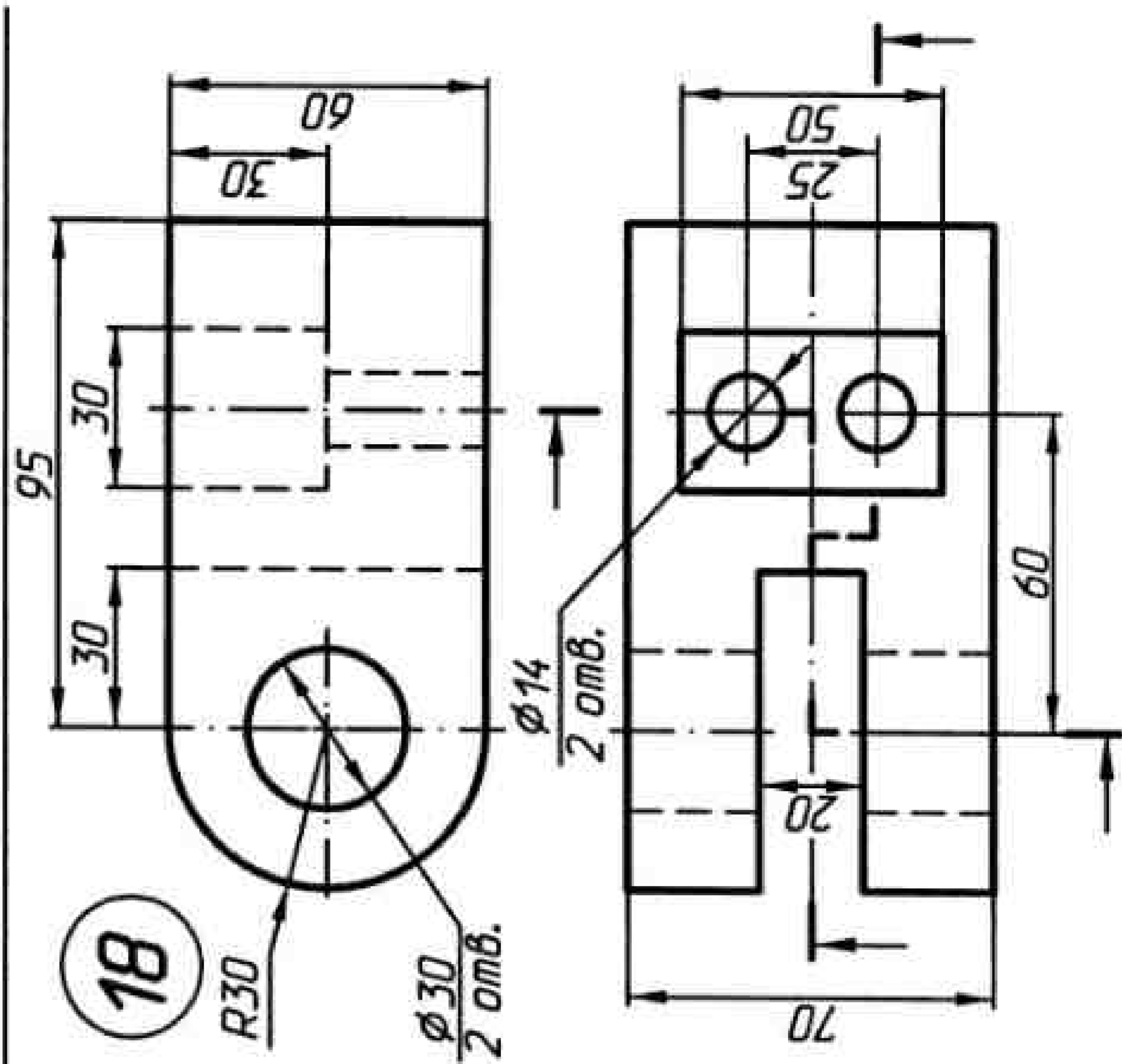
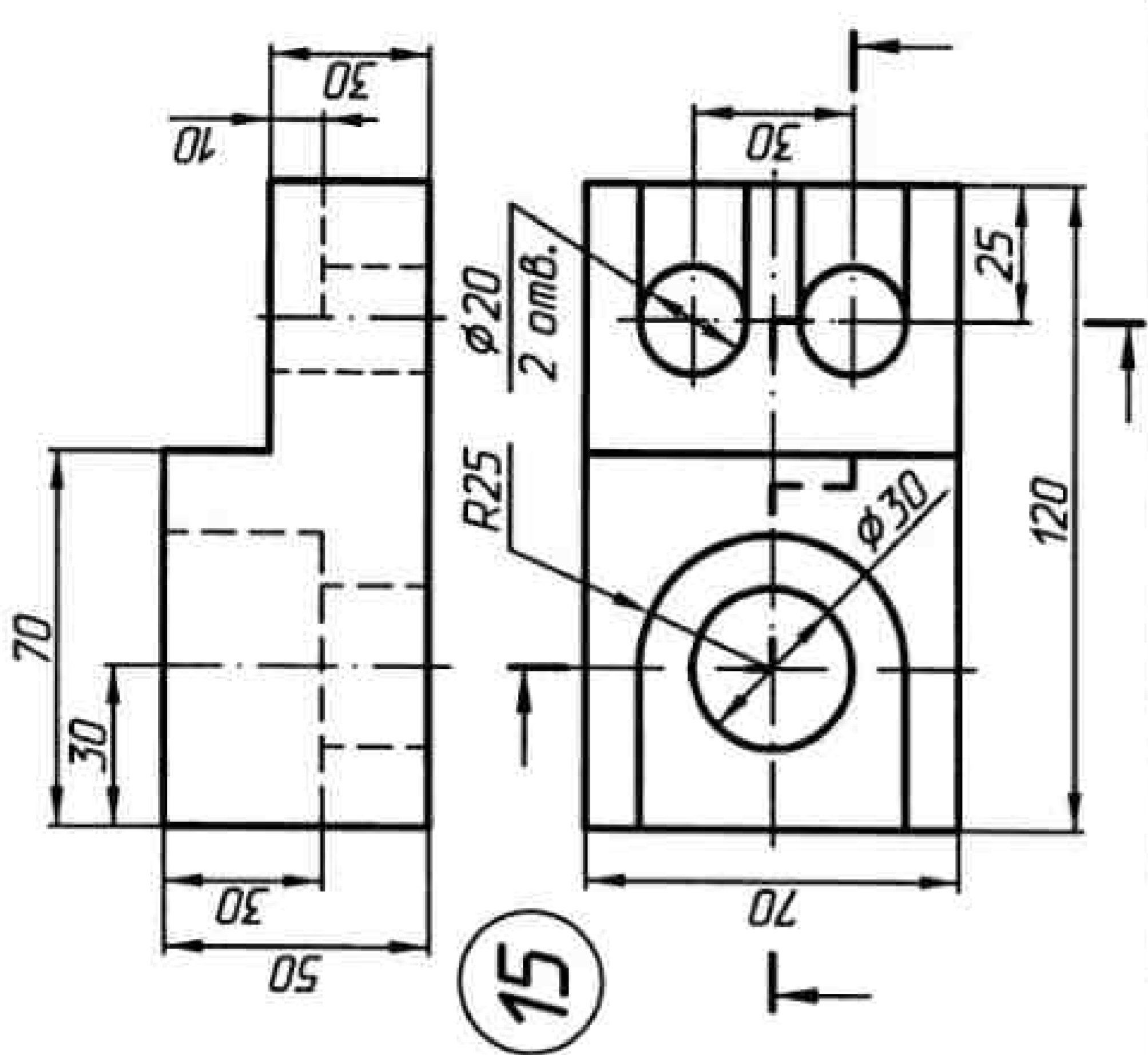


Рисунок 69

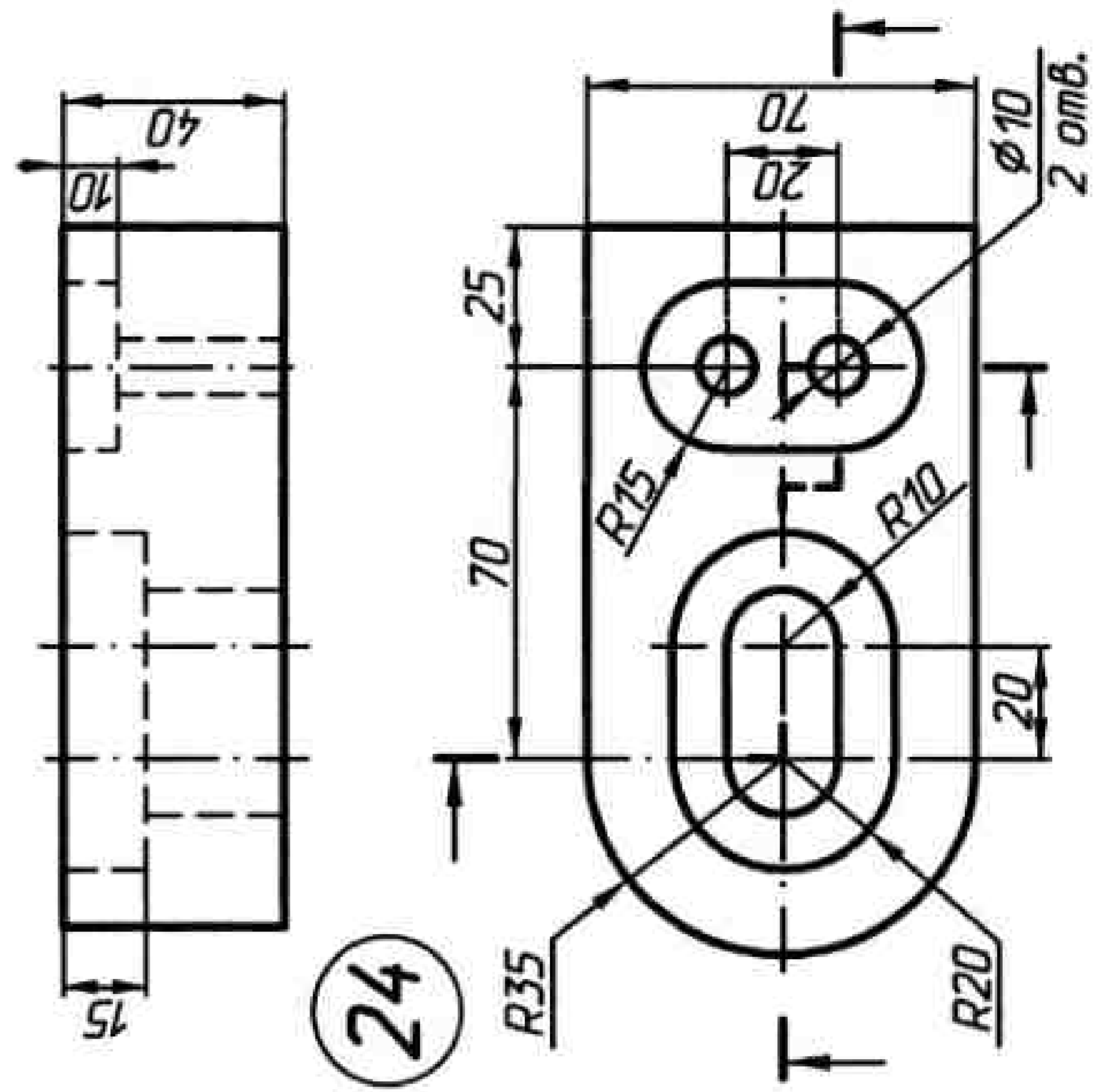
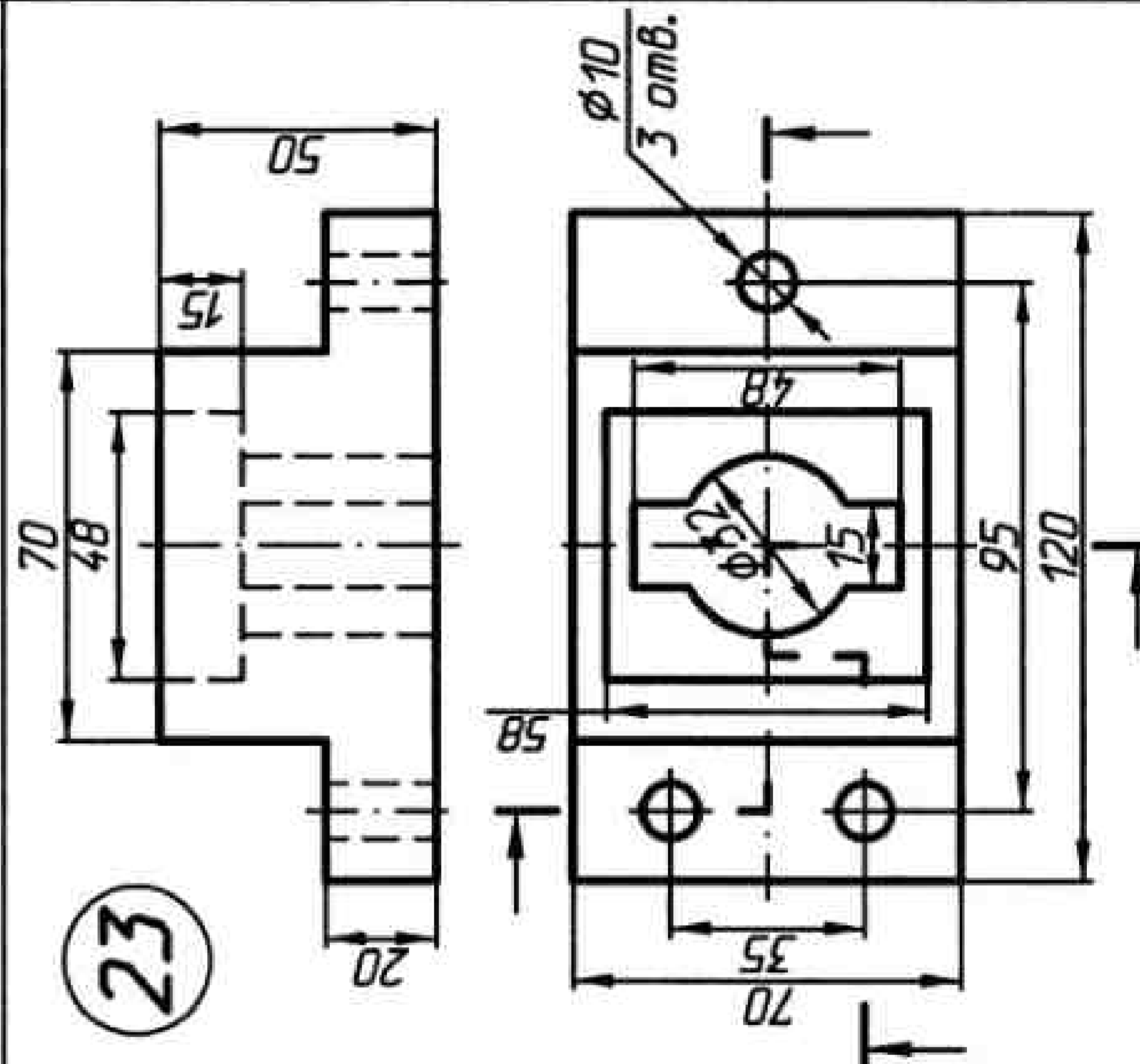
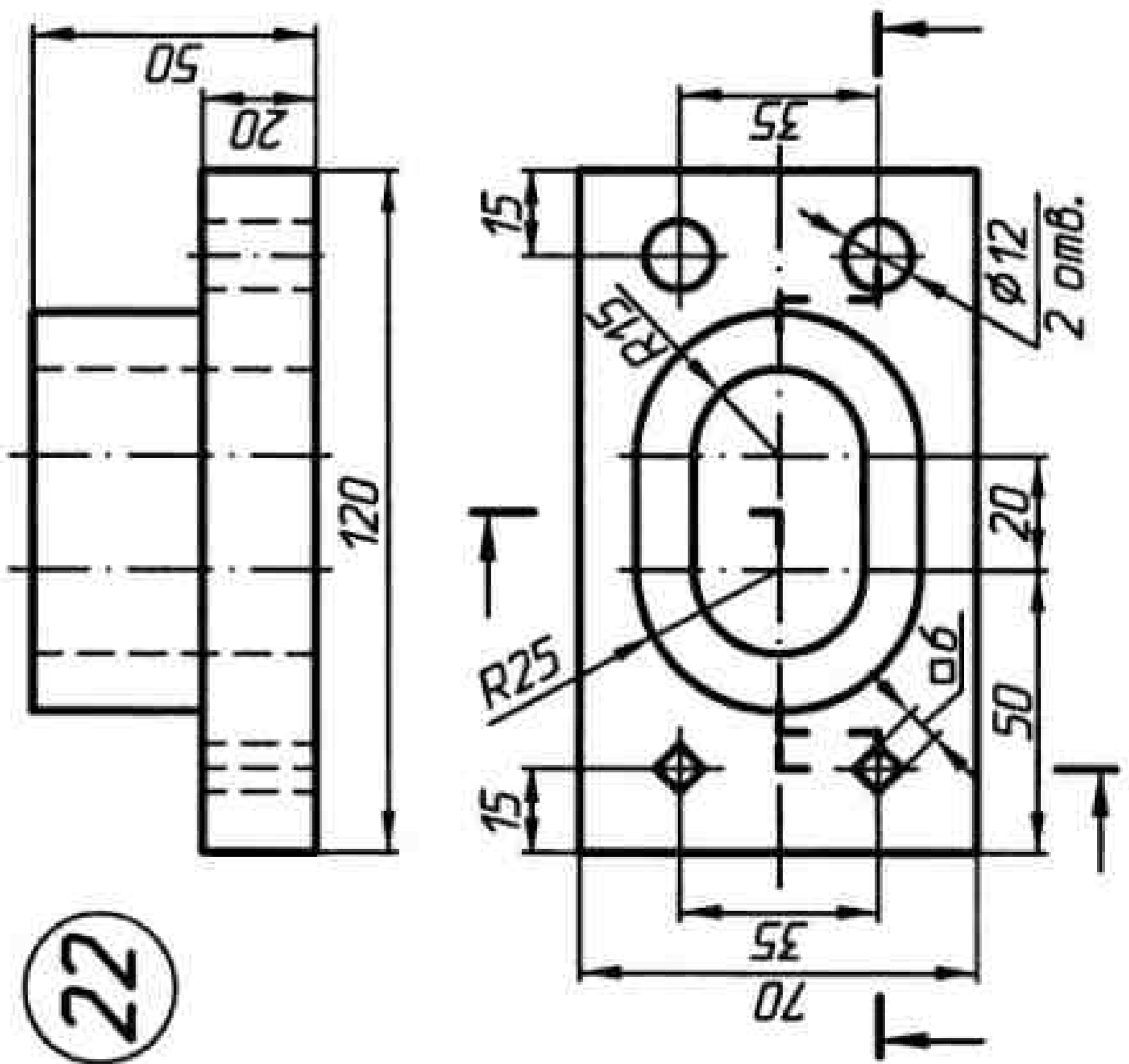
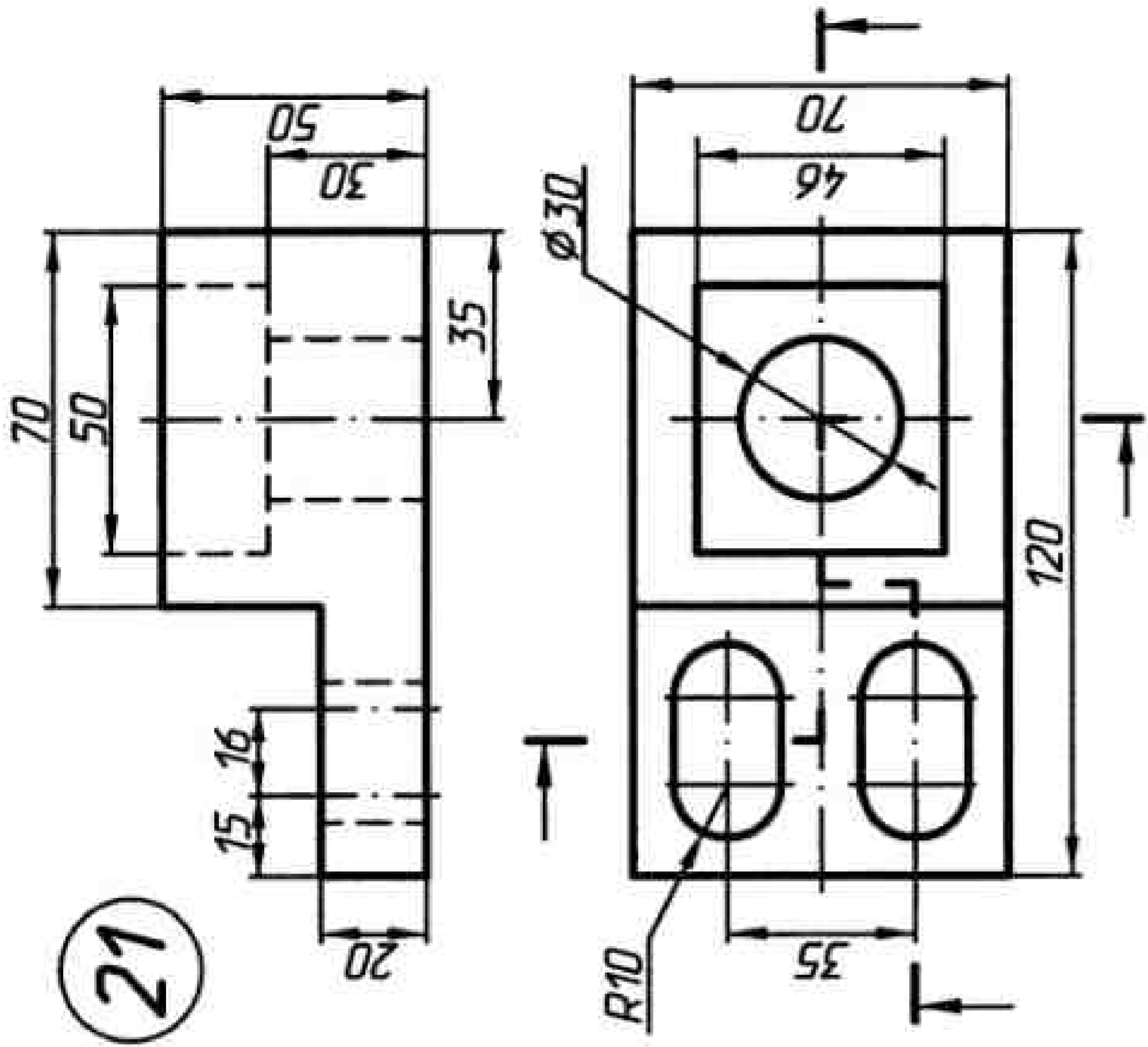
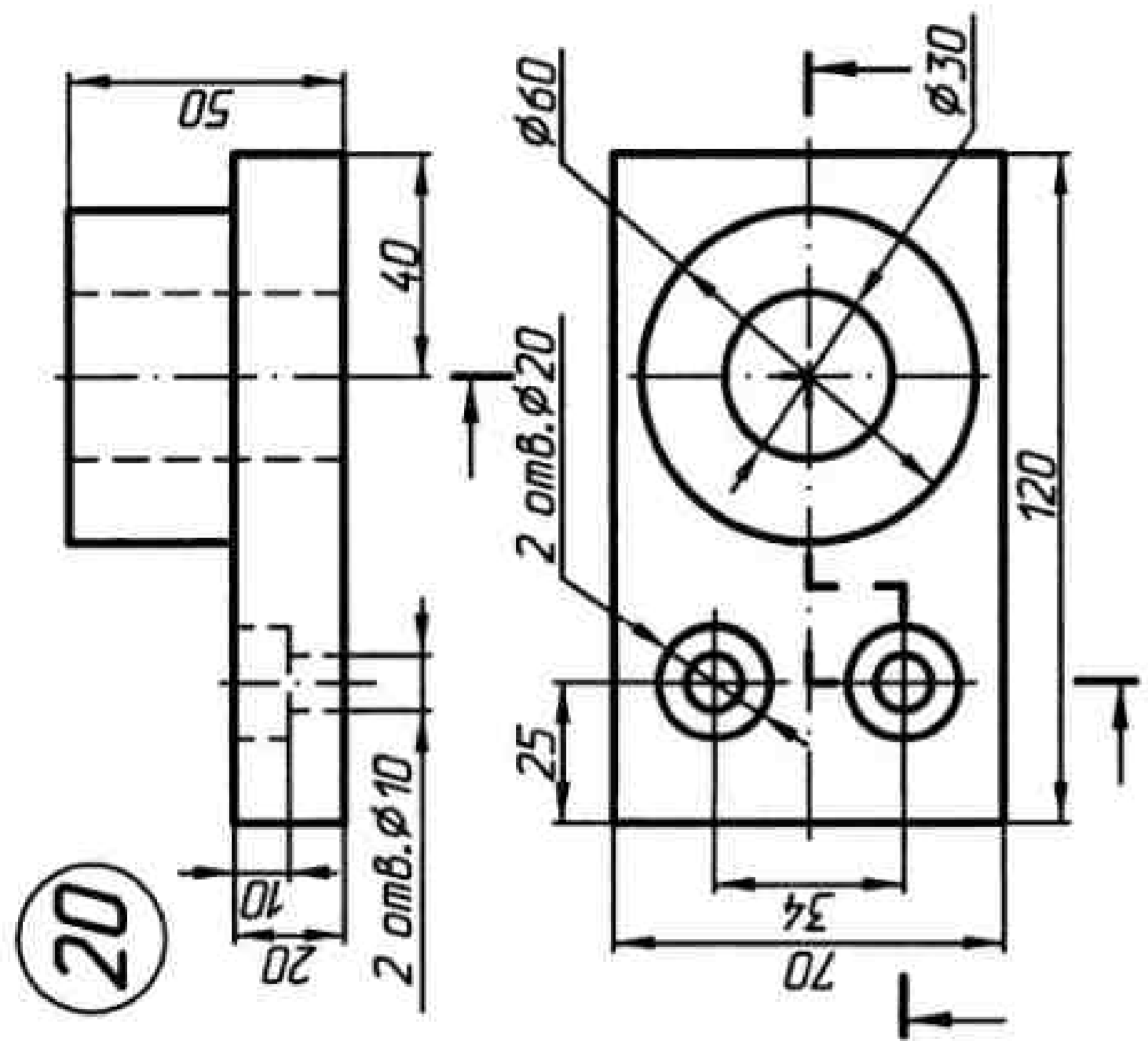
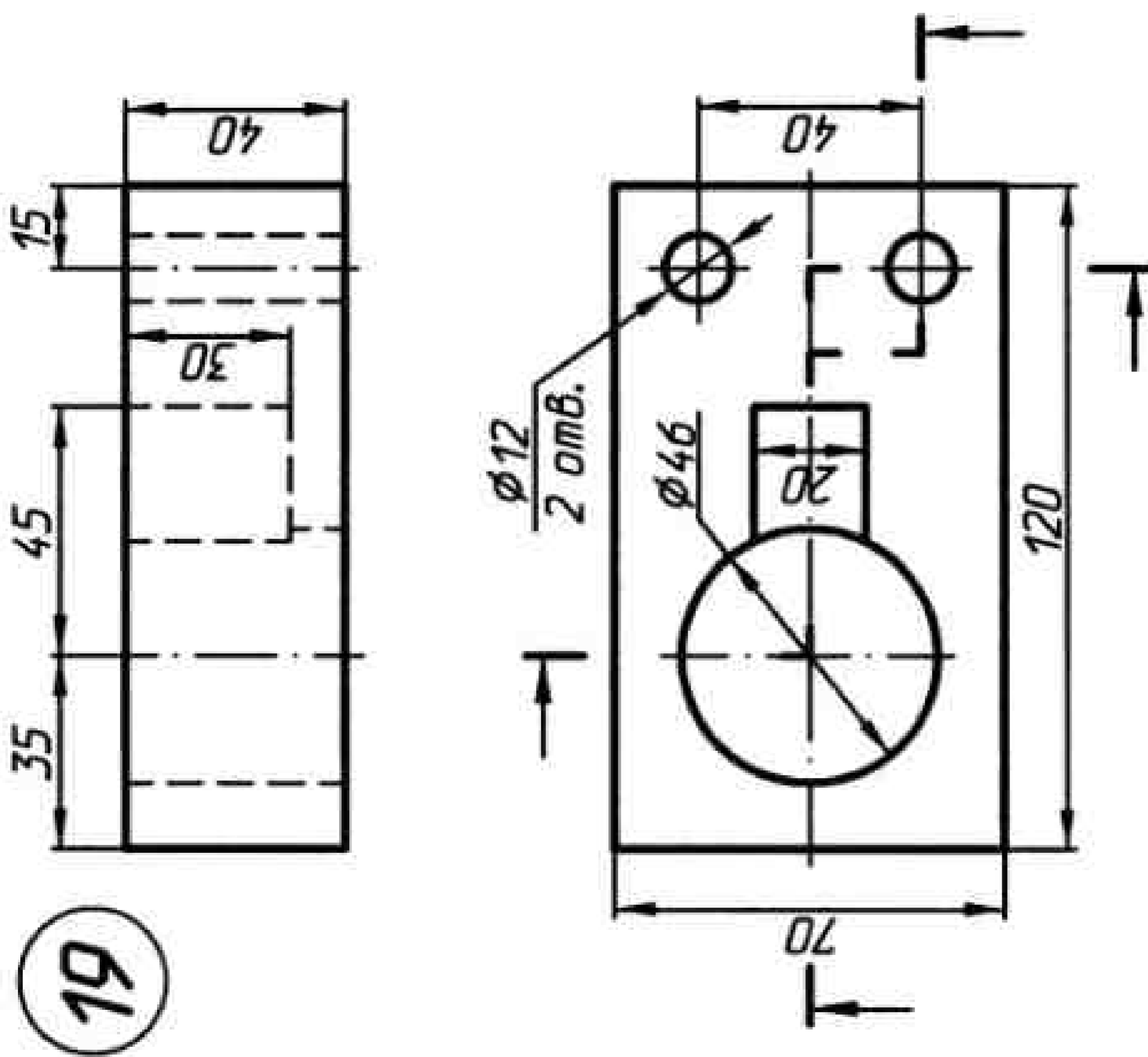
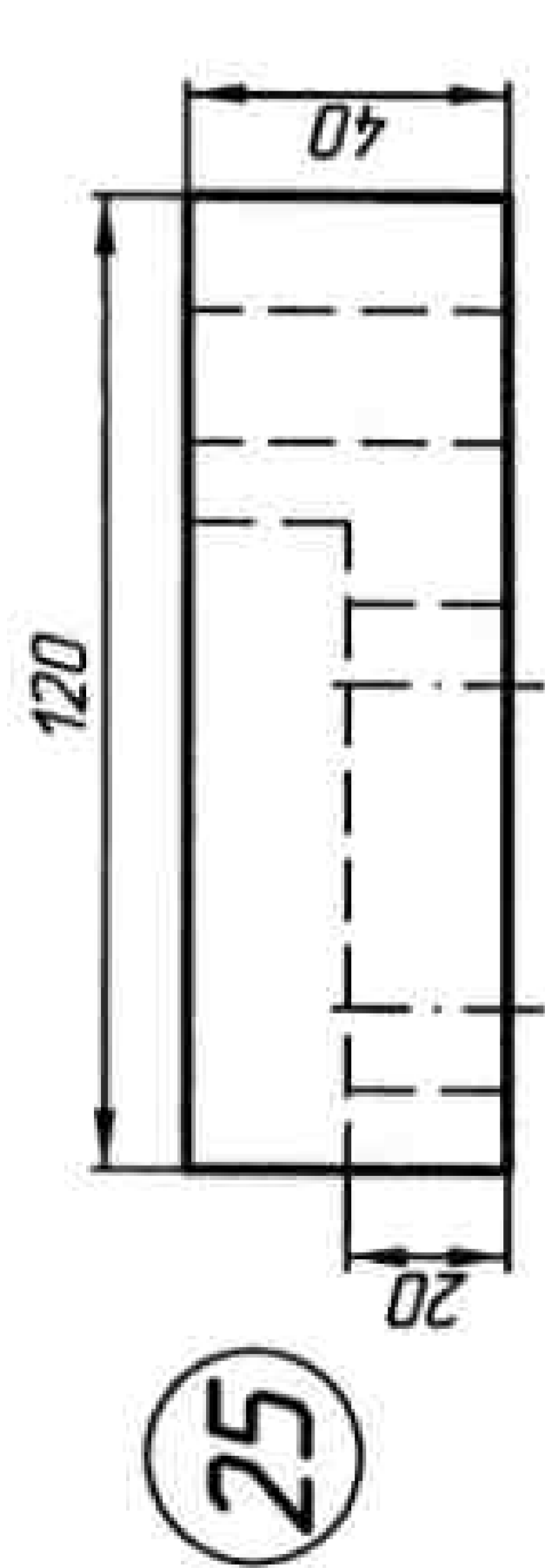
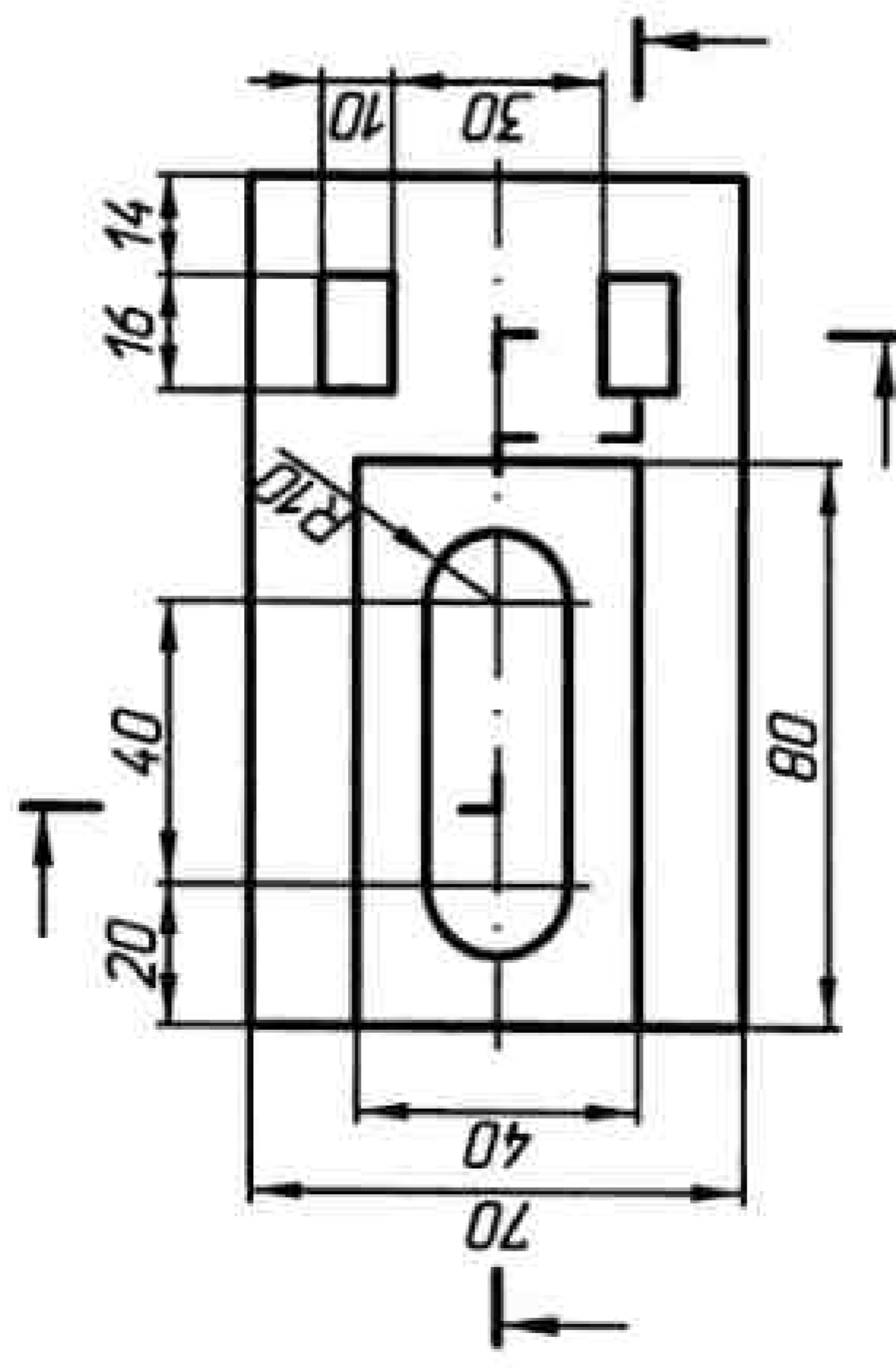


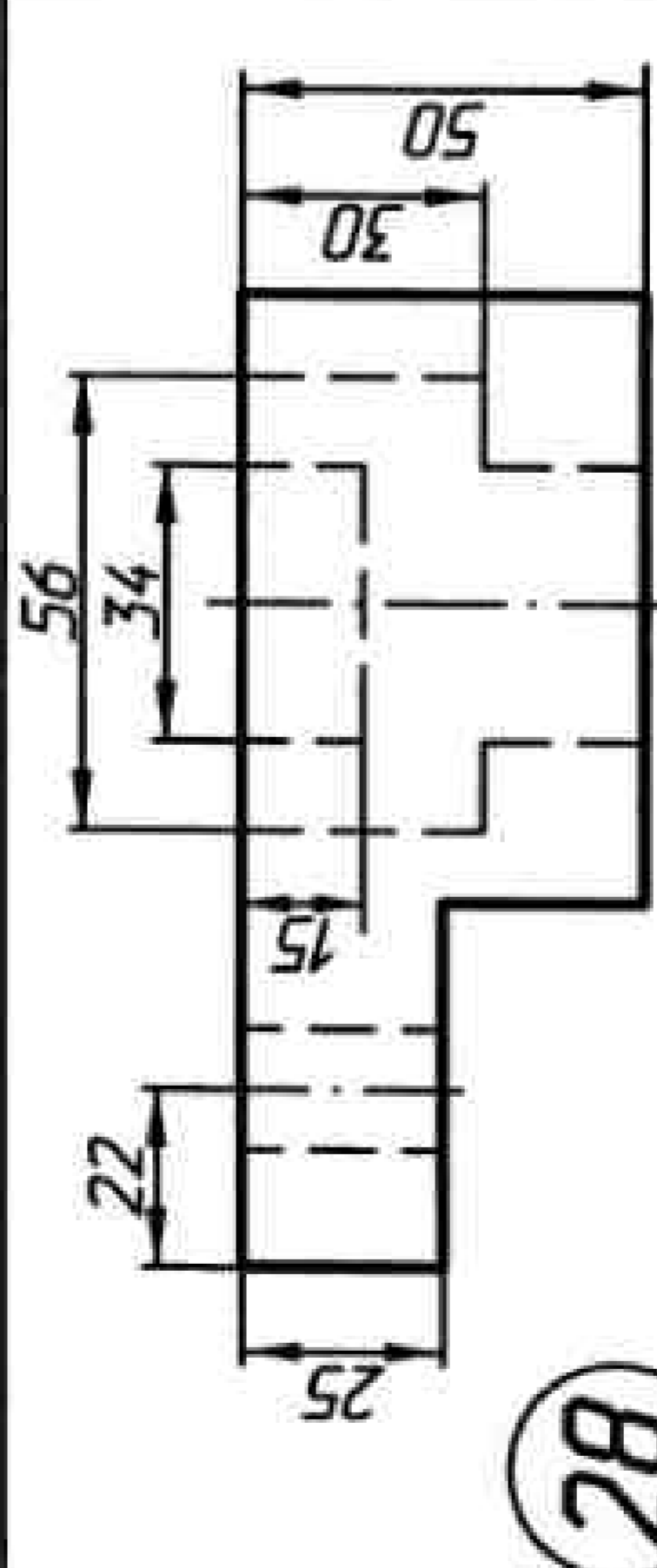
Рисунок 70



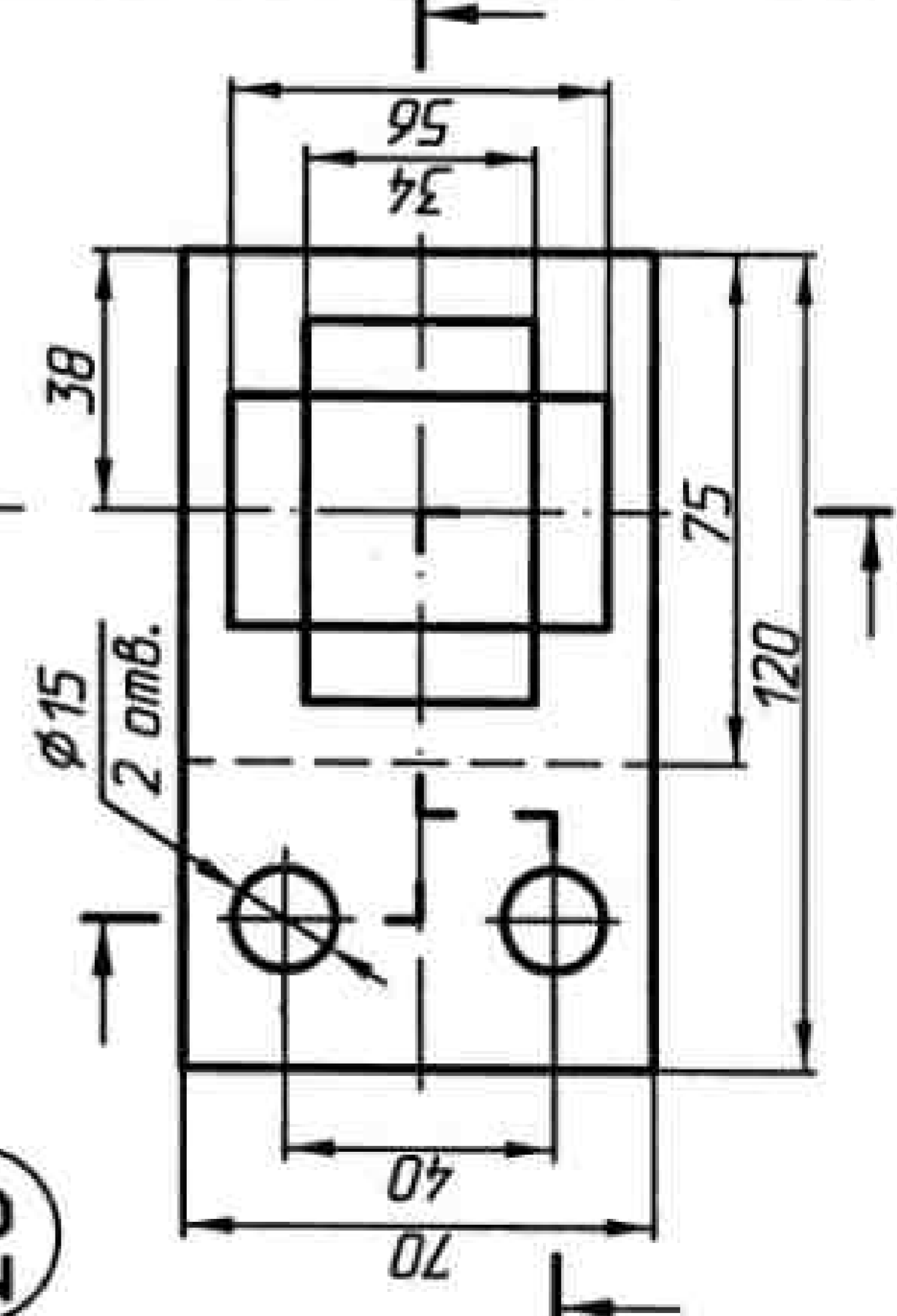
25



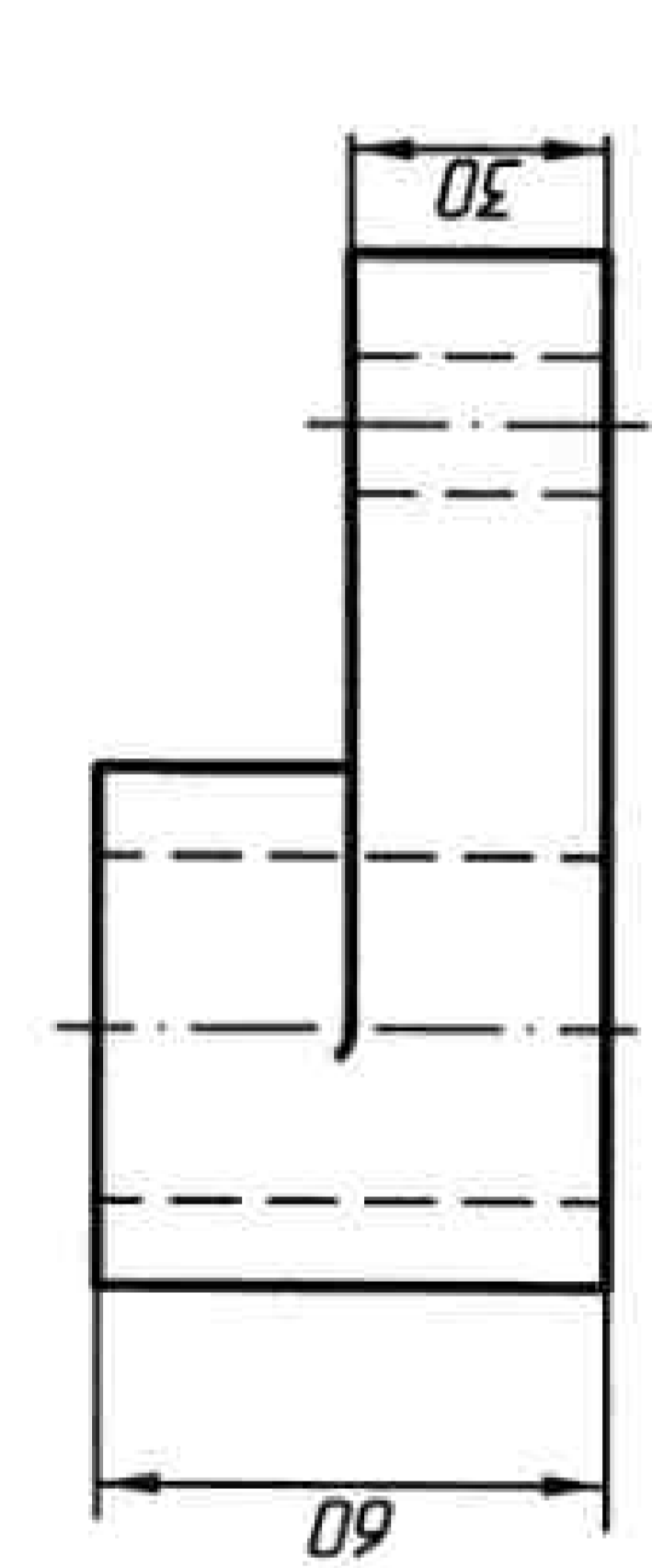
26



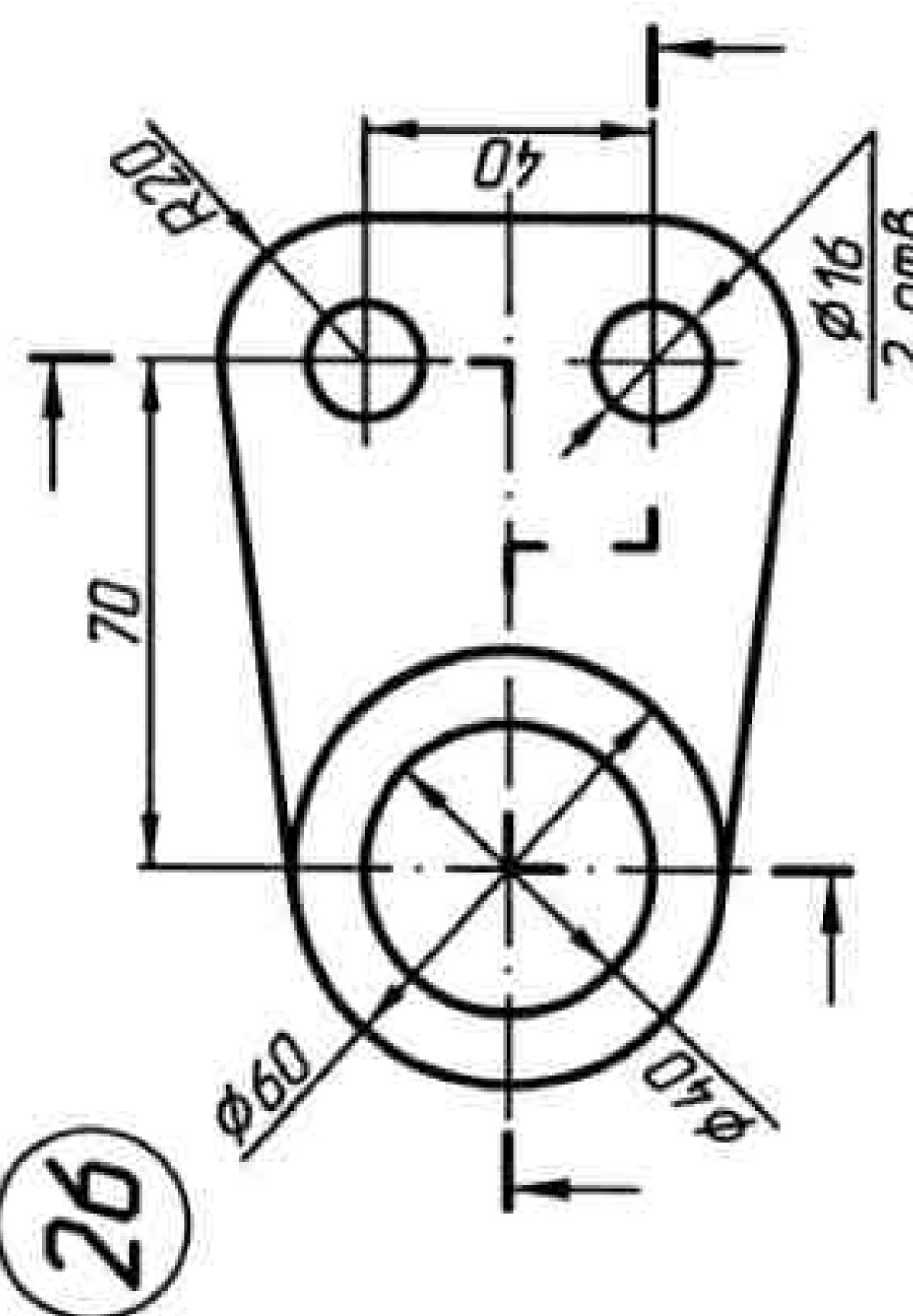
27



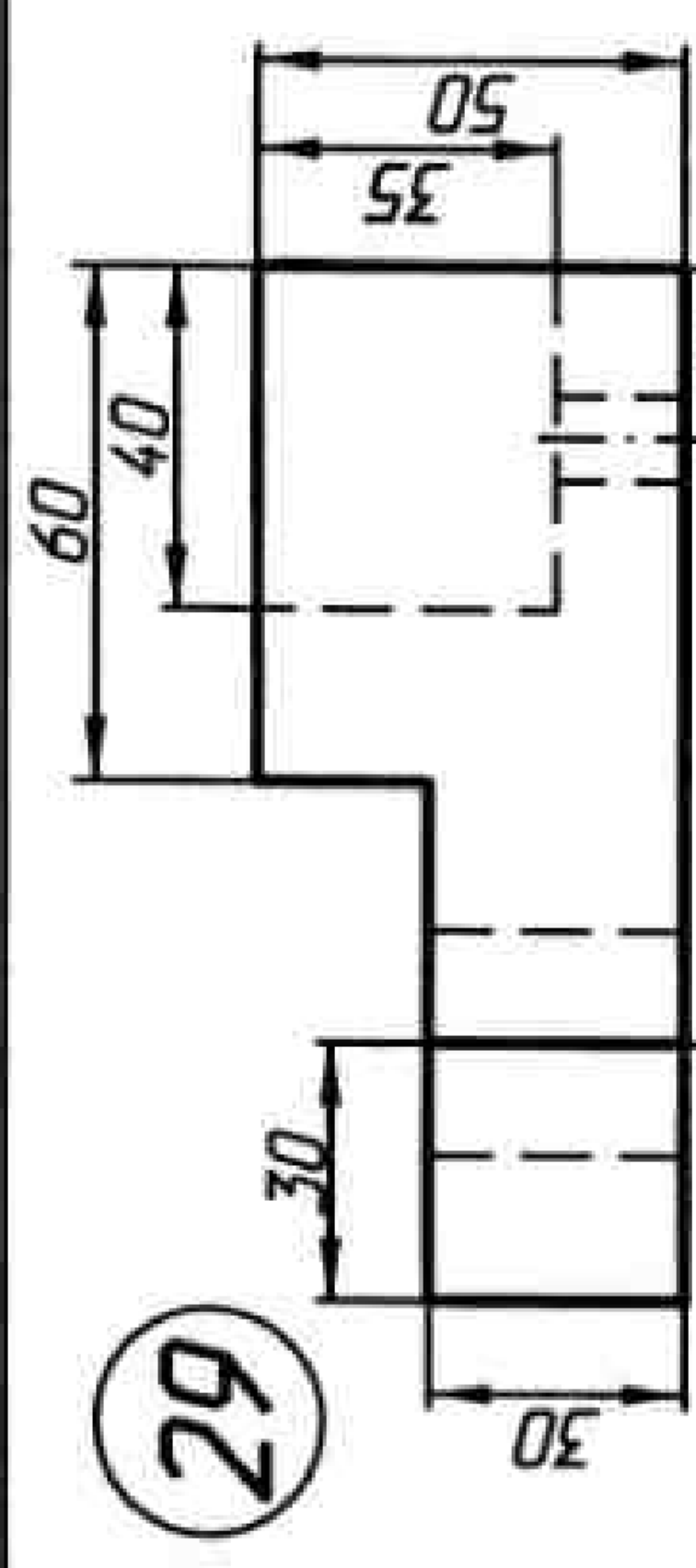
28



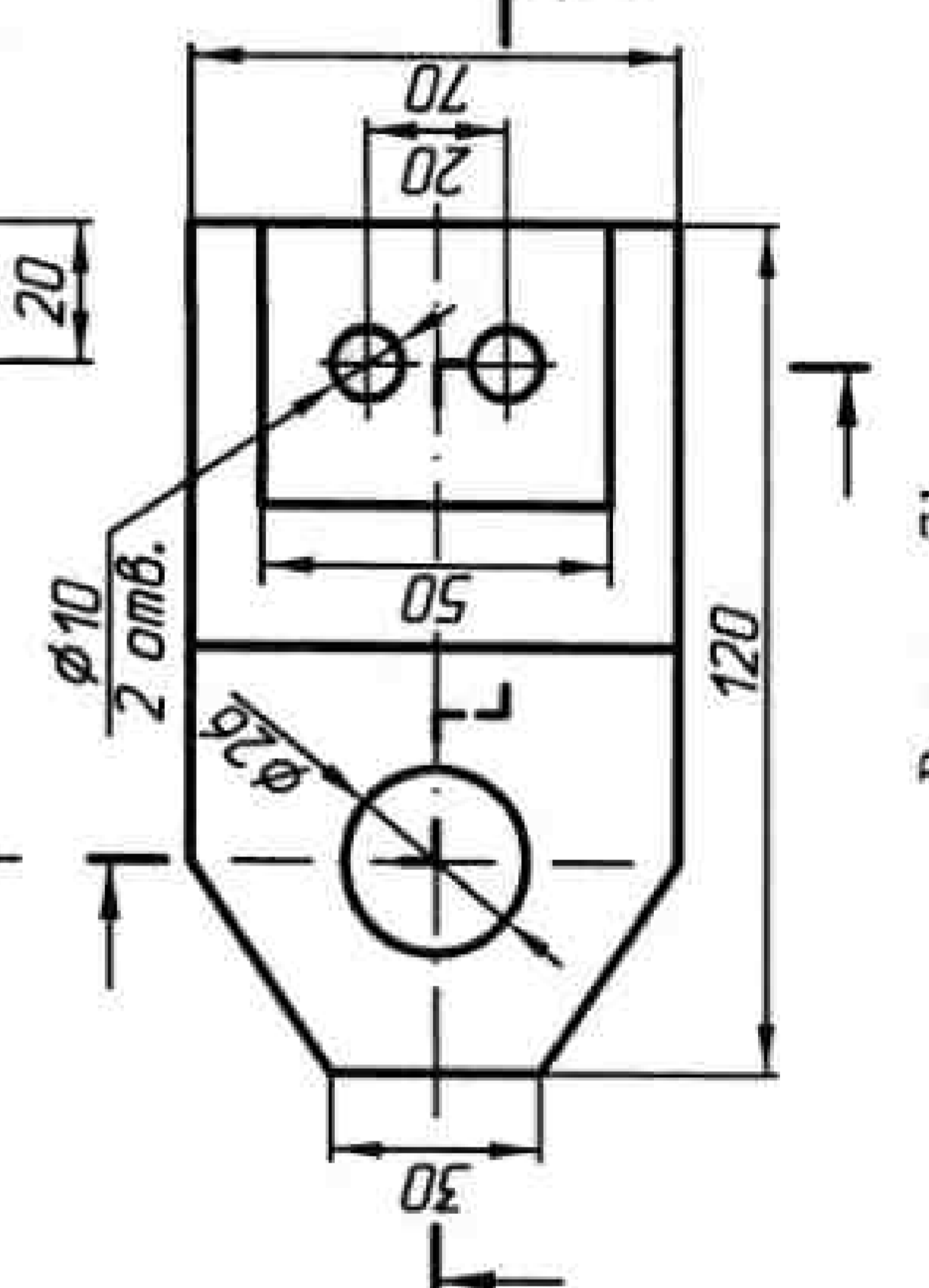
29



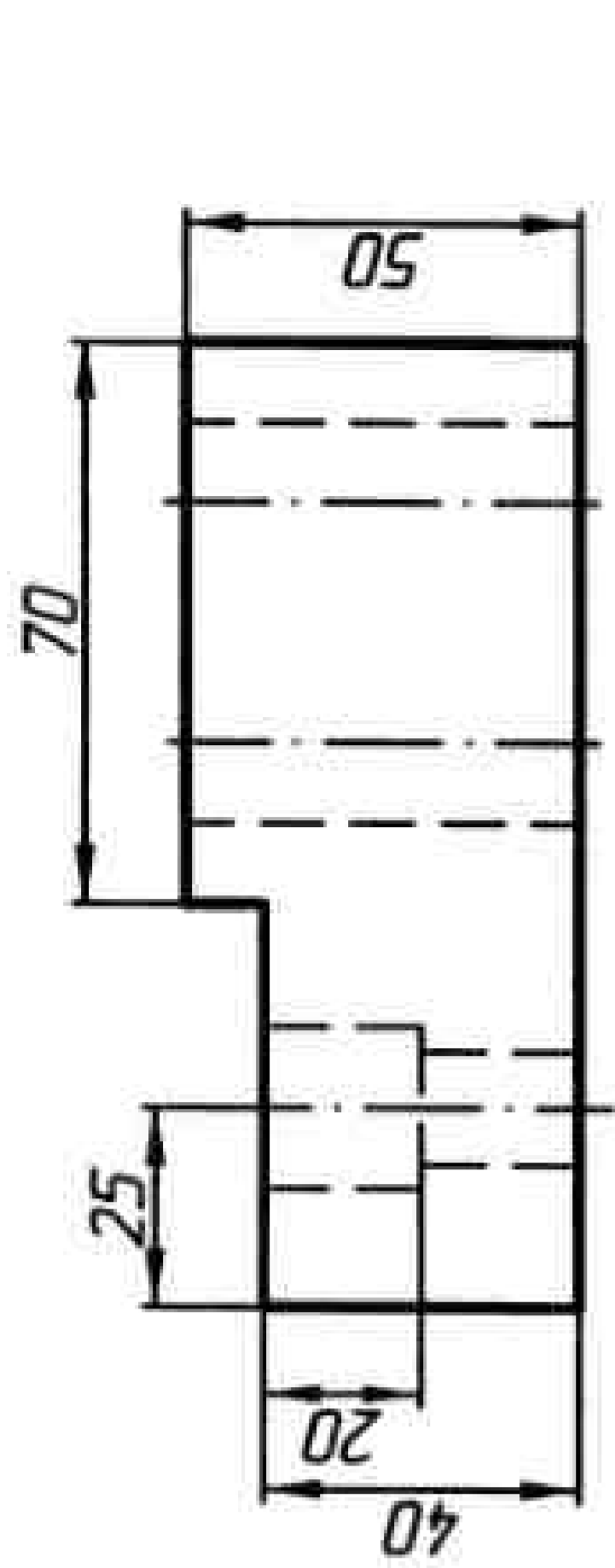
30



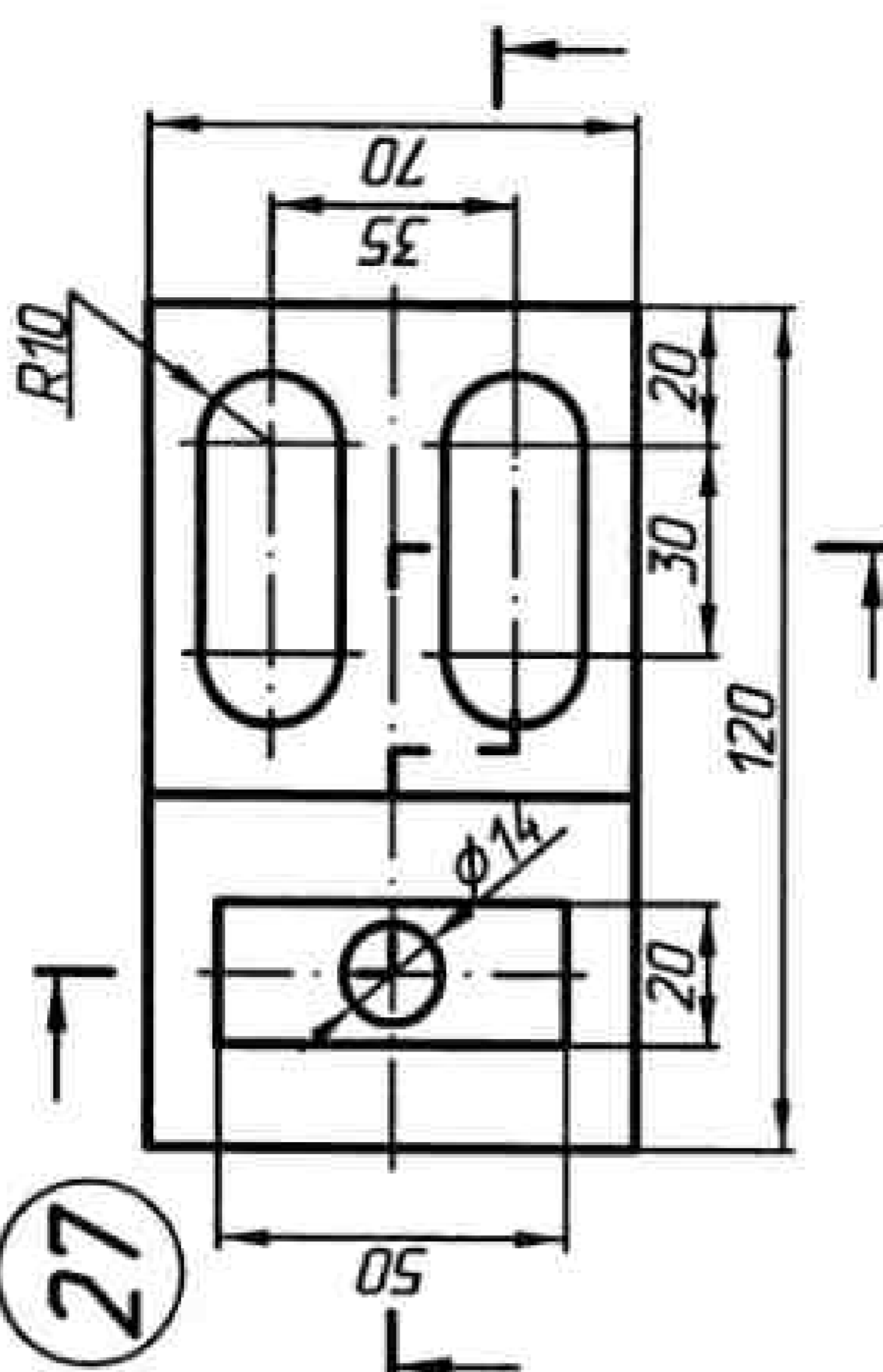
31



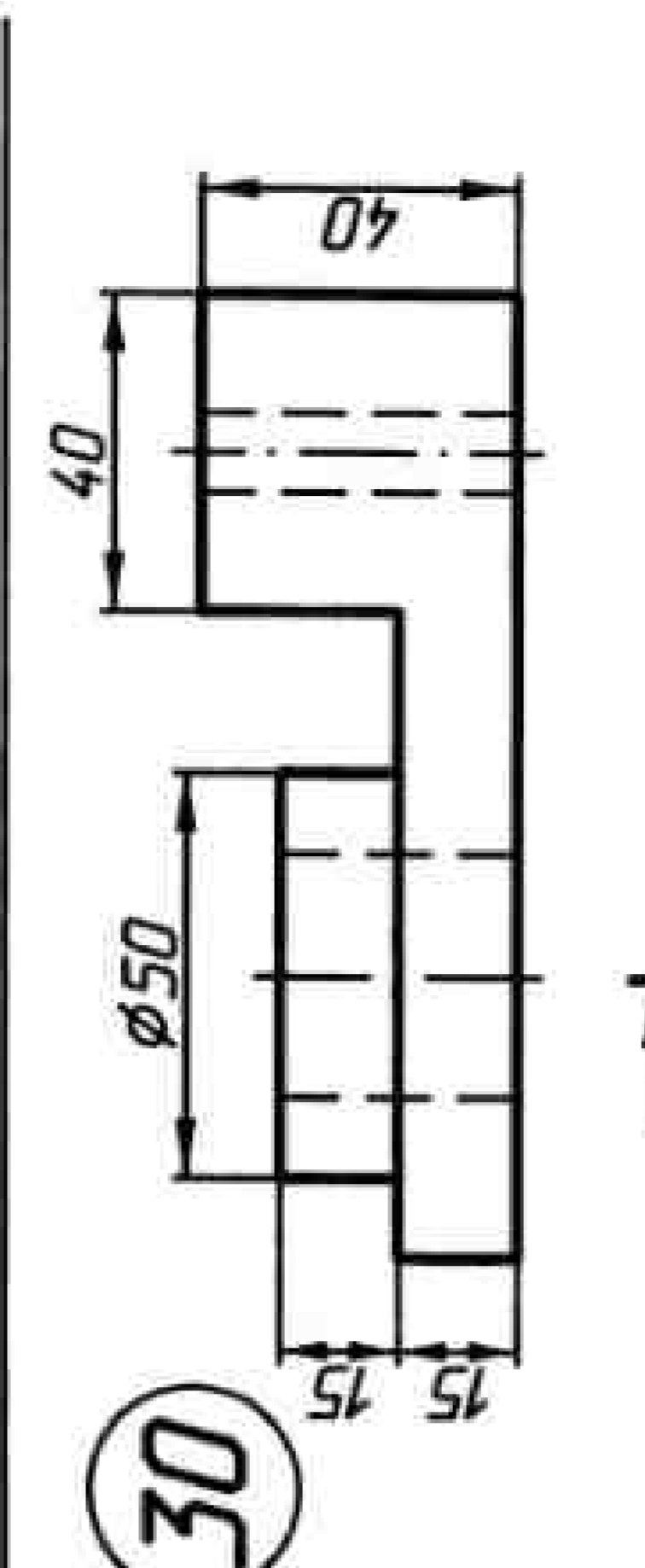
32



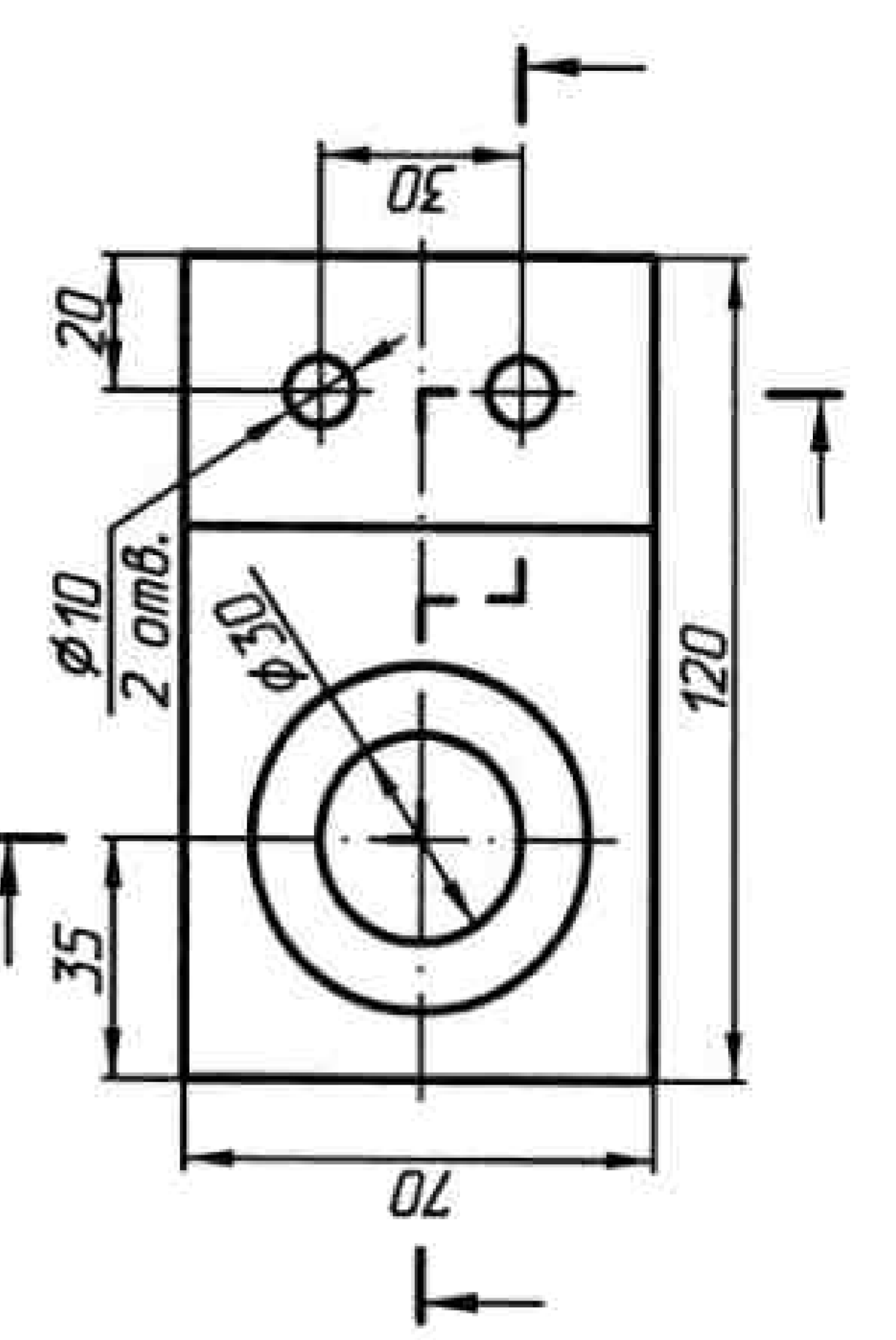
33



34

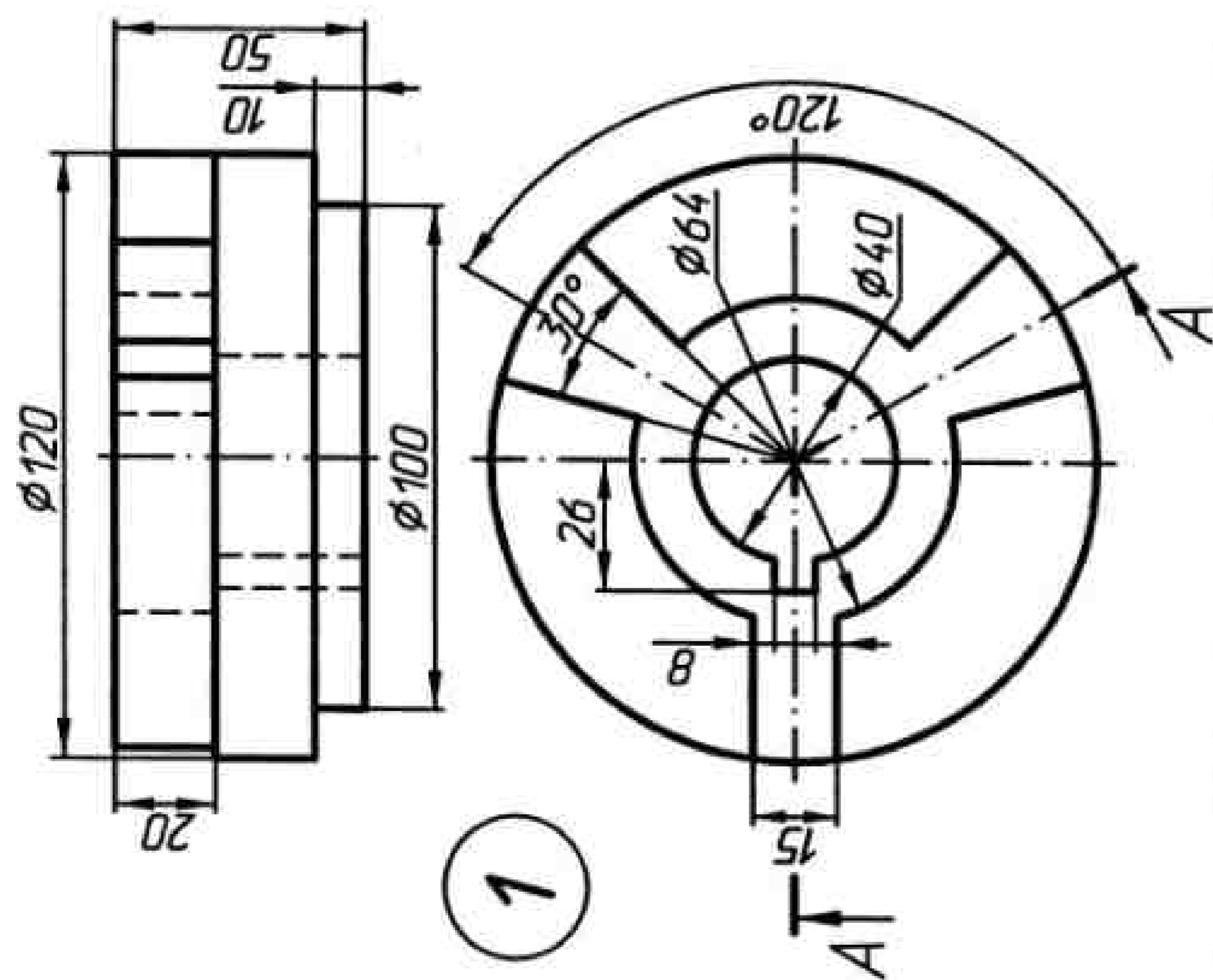


35

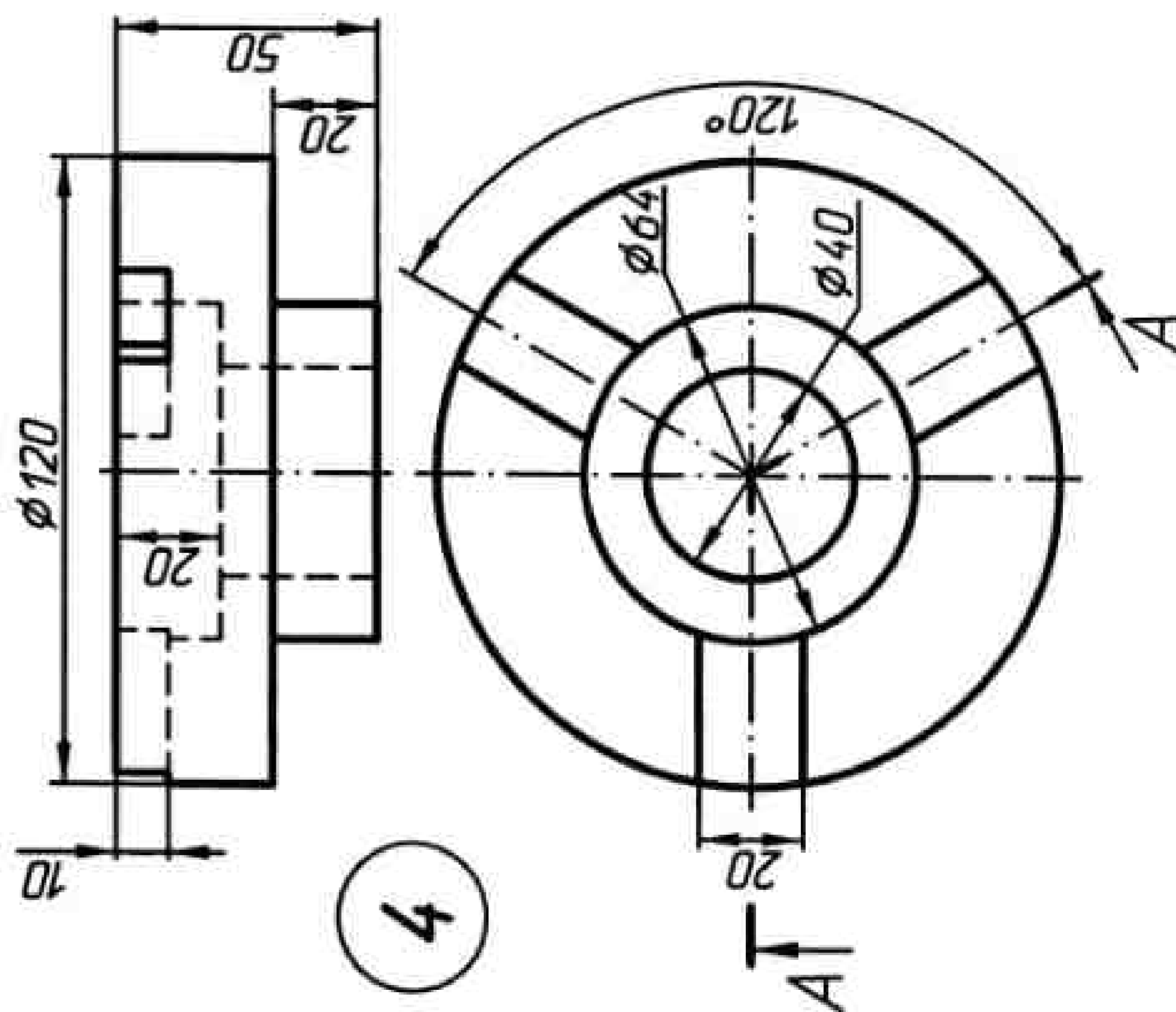


36

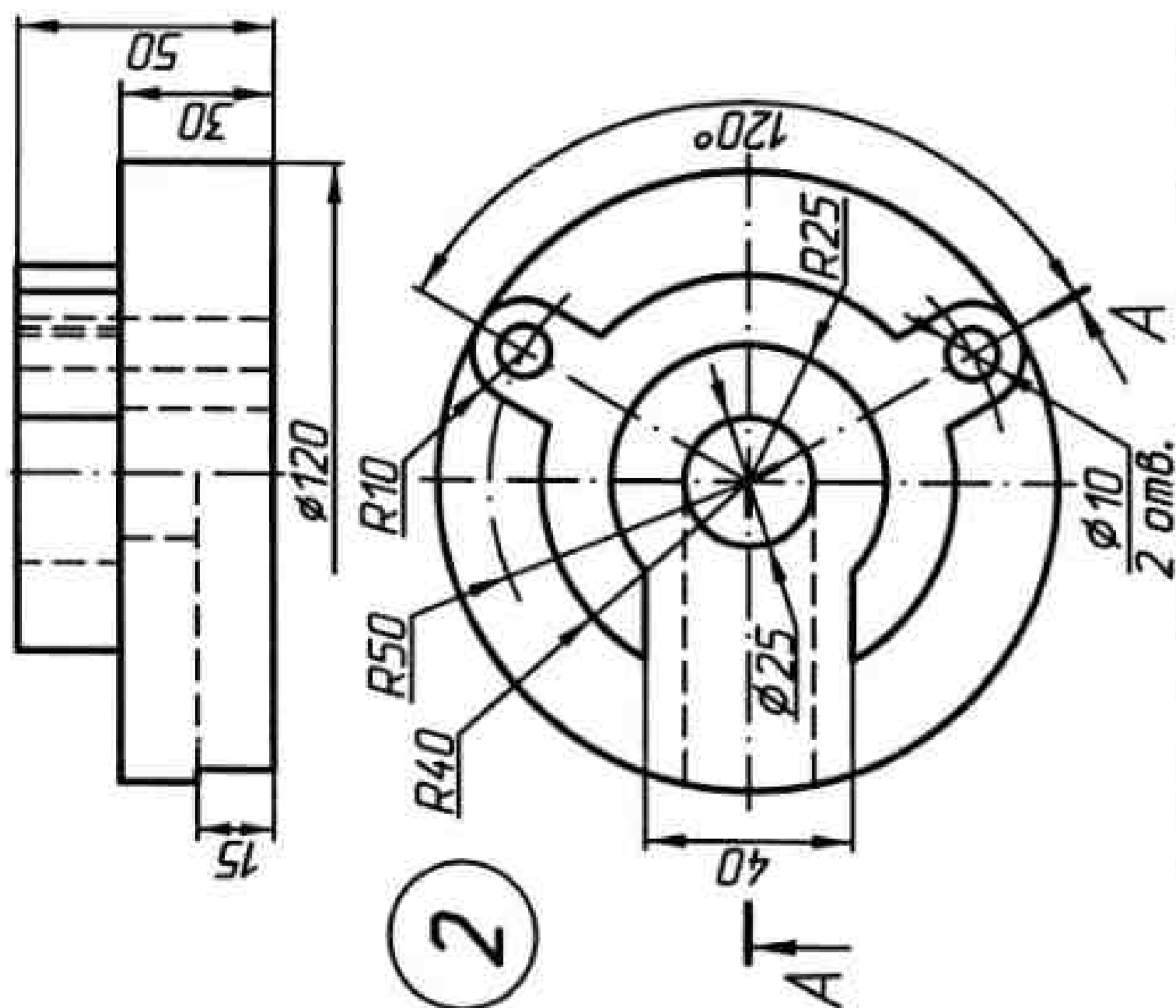
Рисунок 71



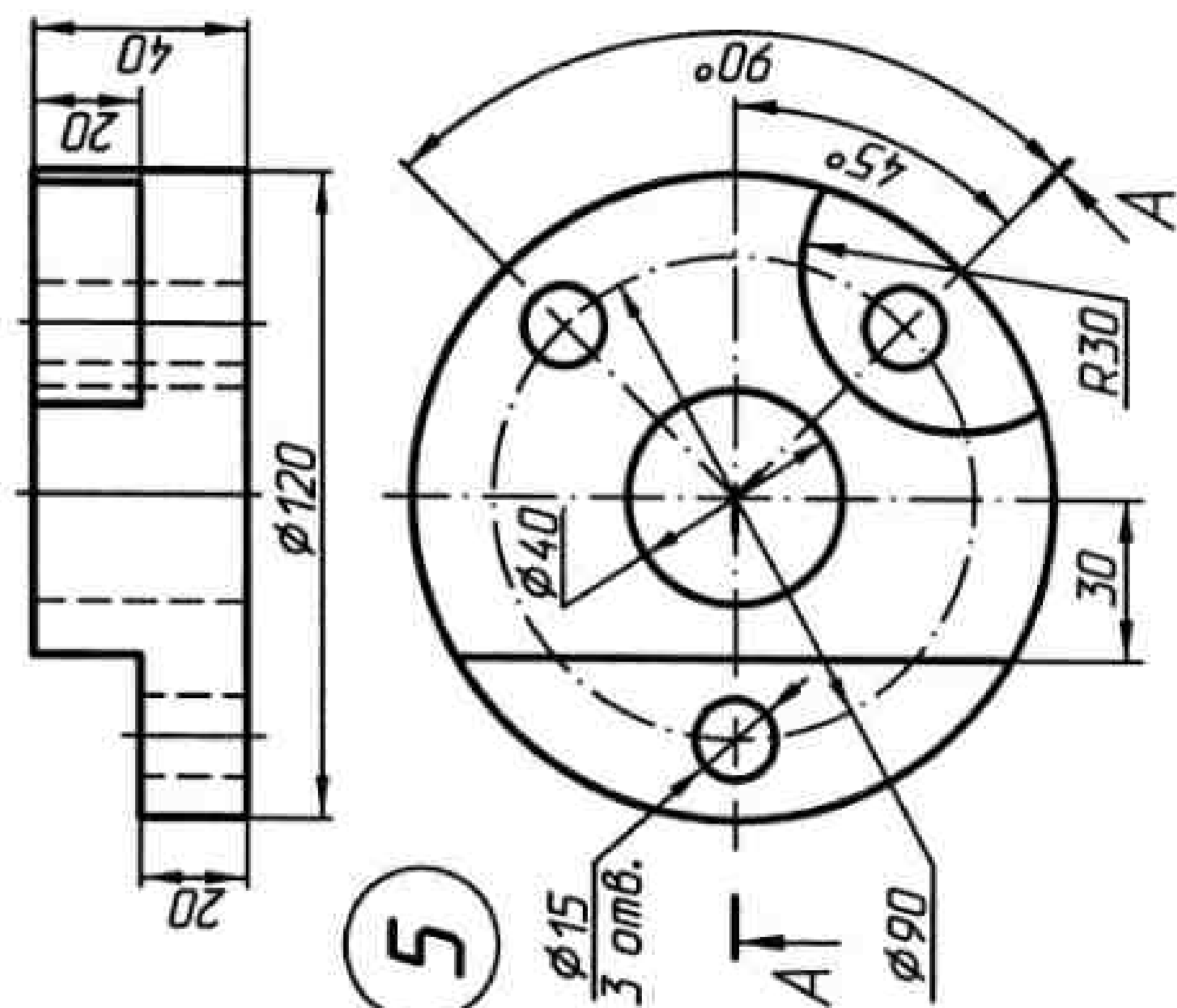
1



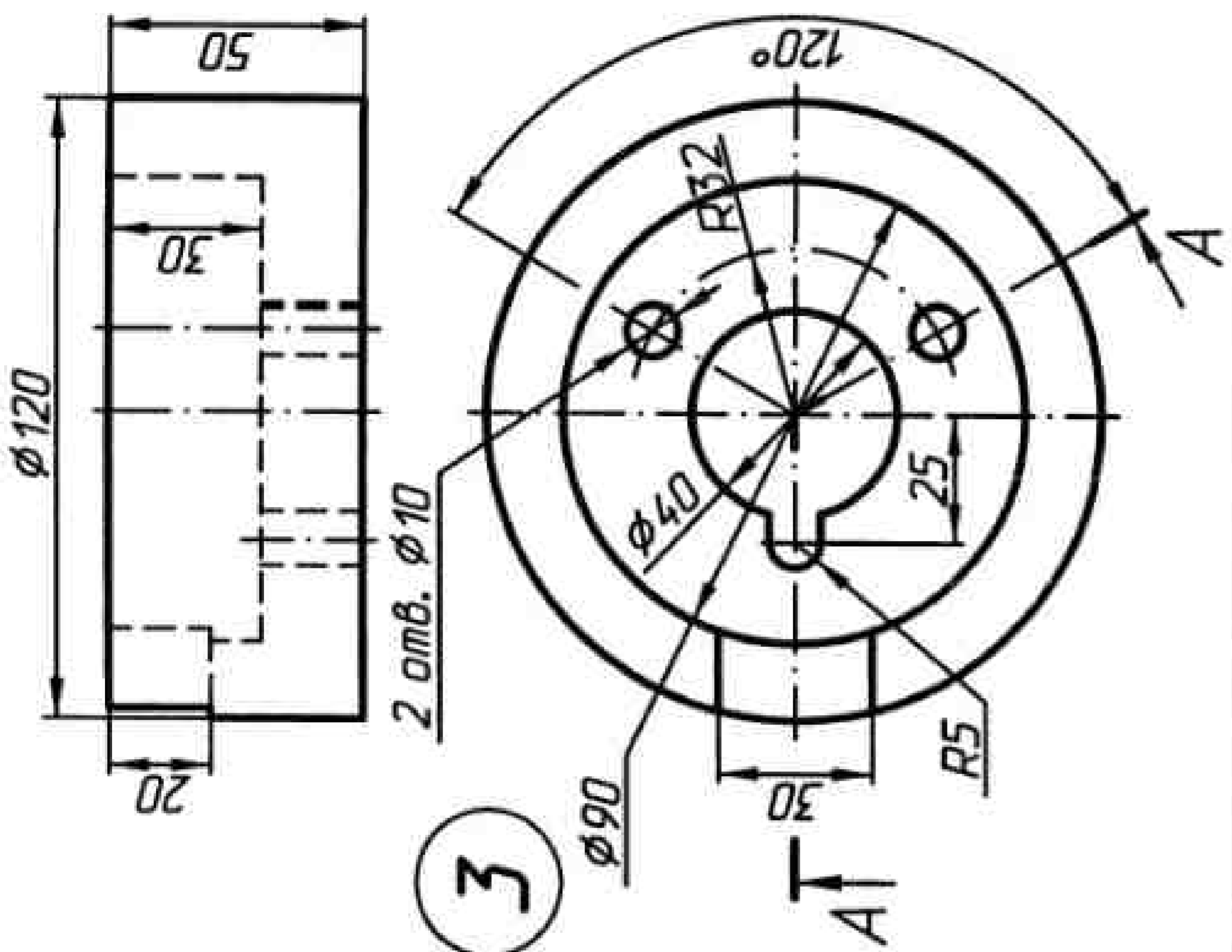
4



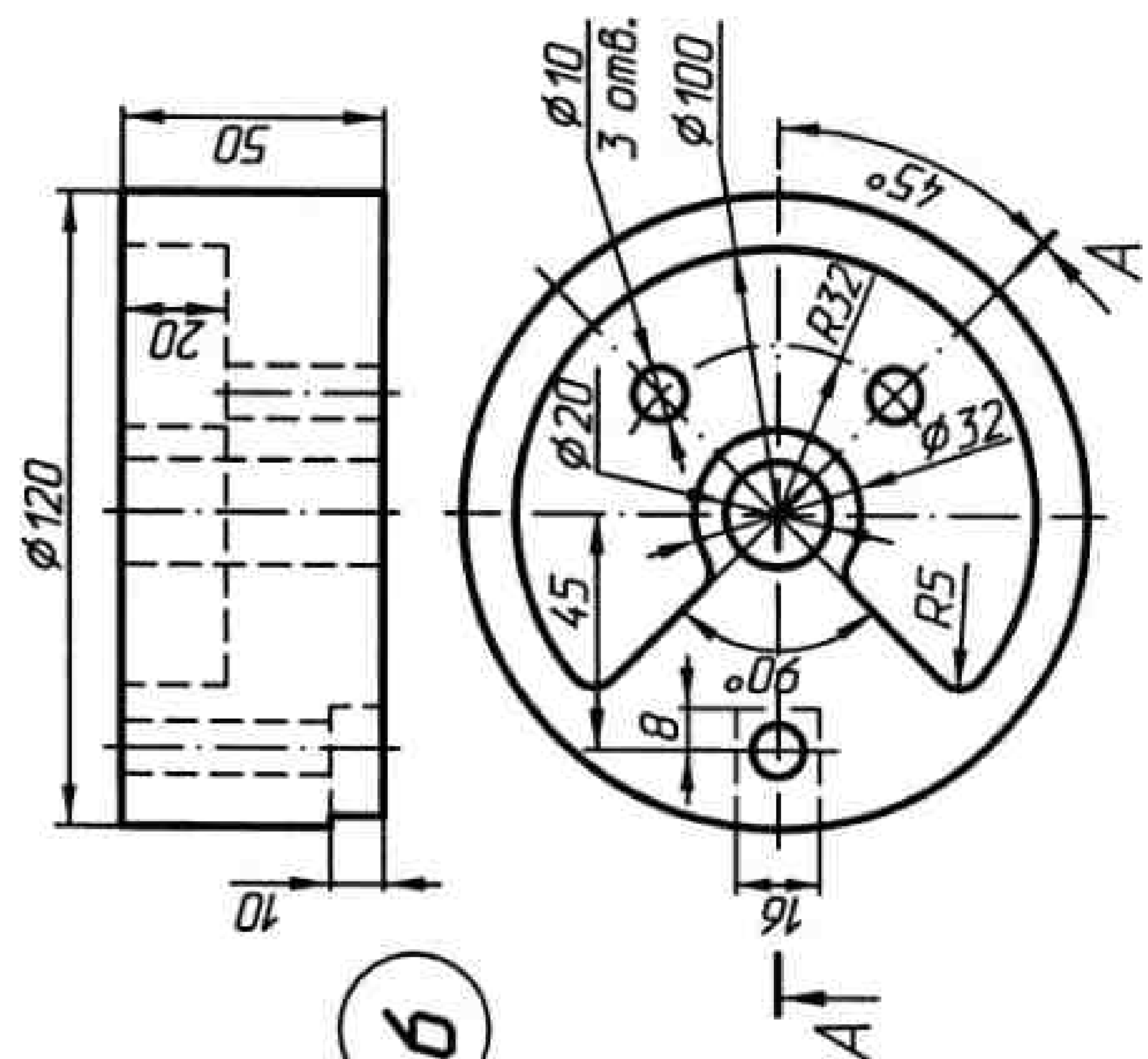
2



5



3



6

Рисунок 72

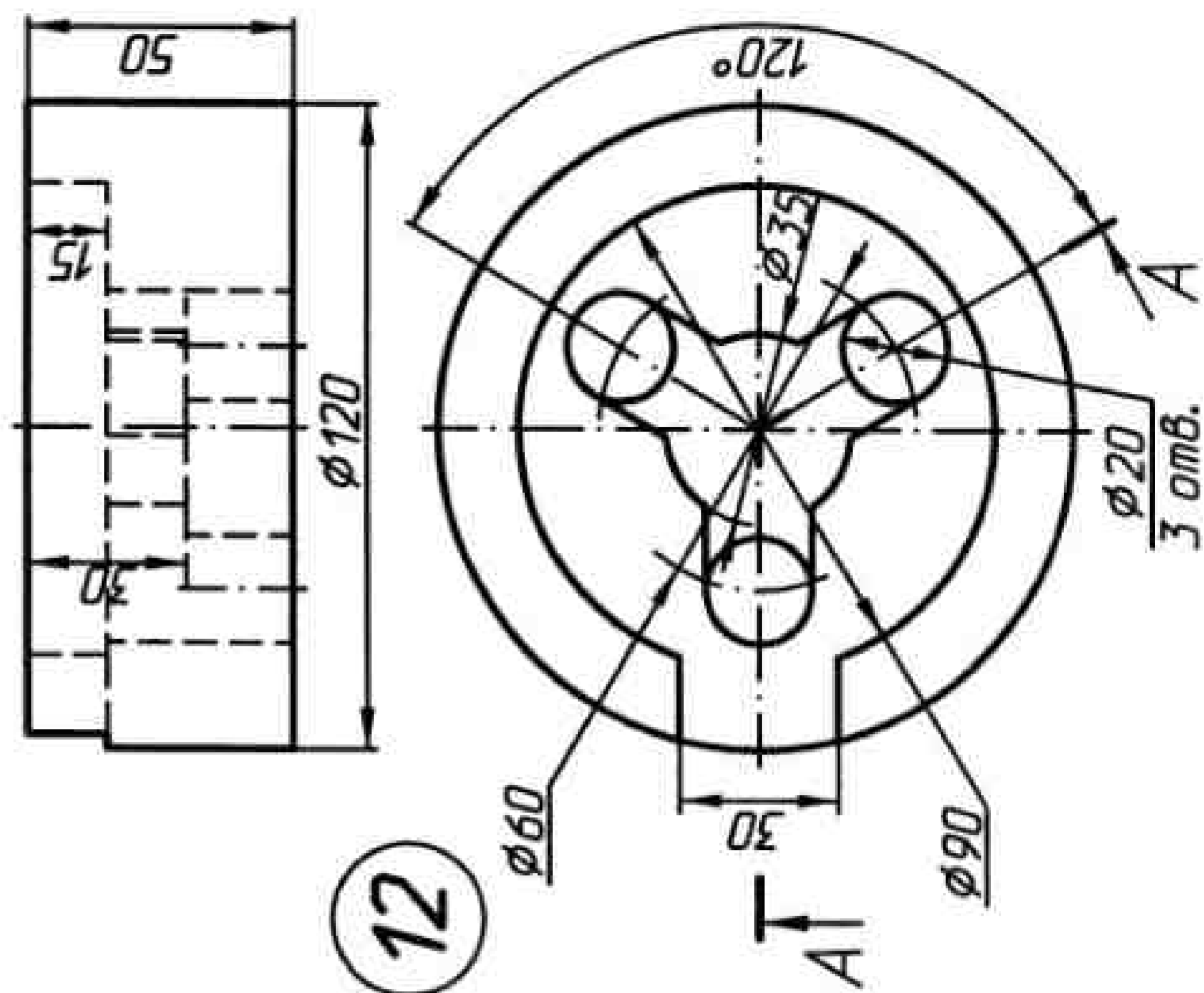
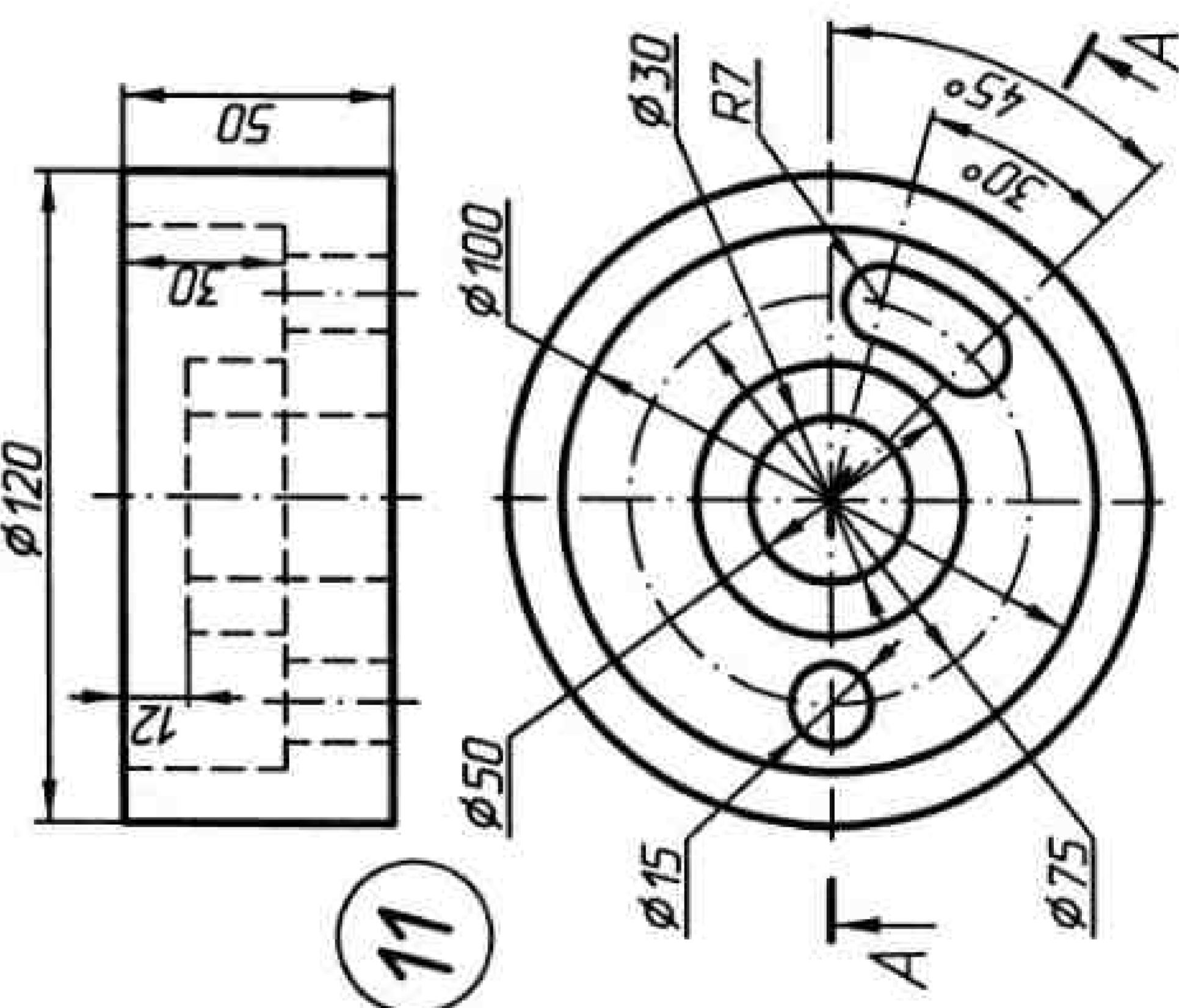
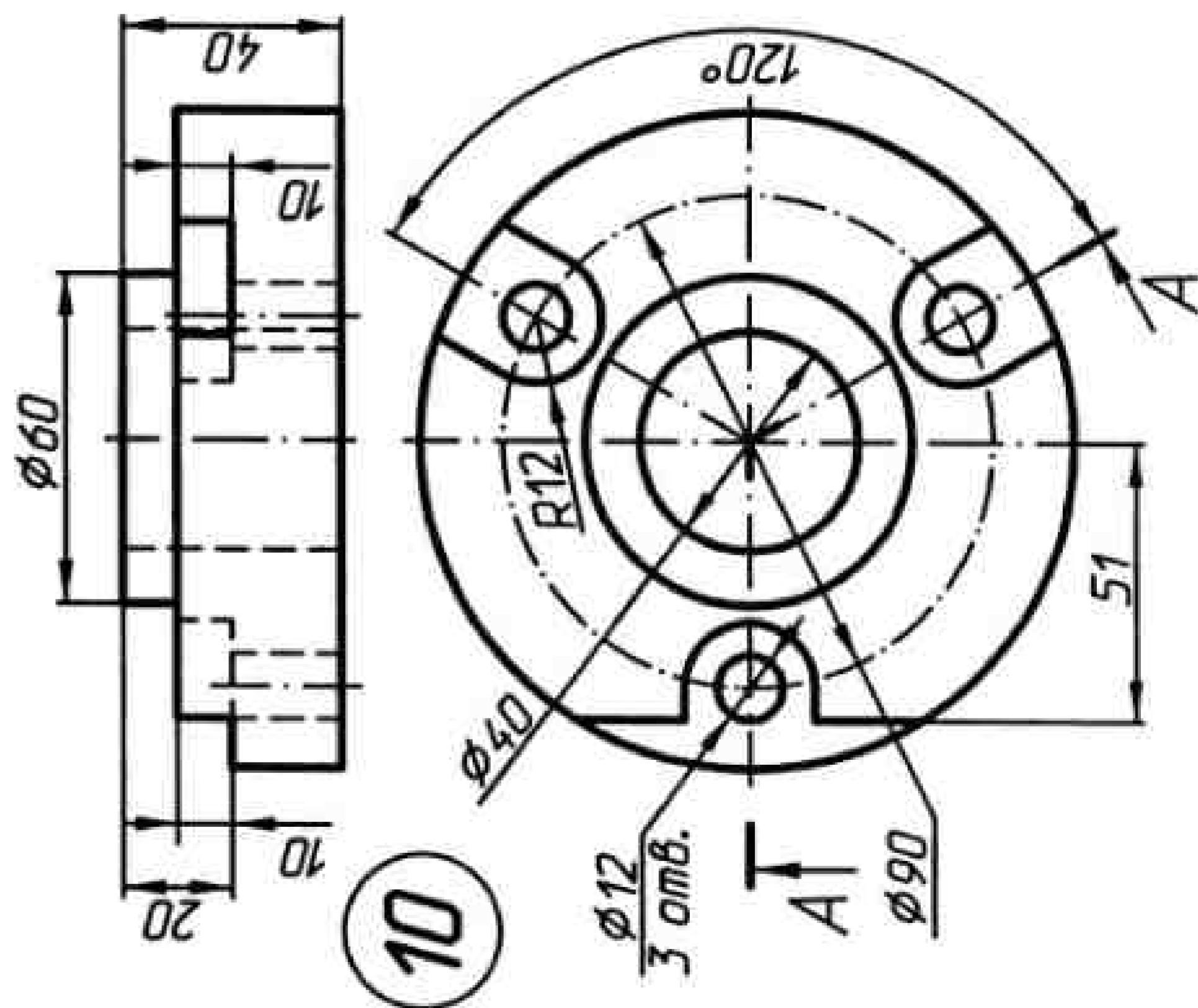
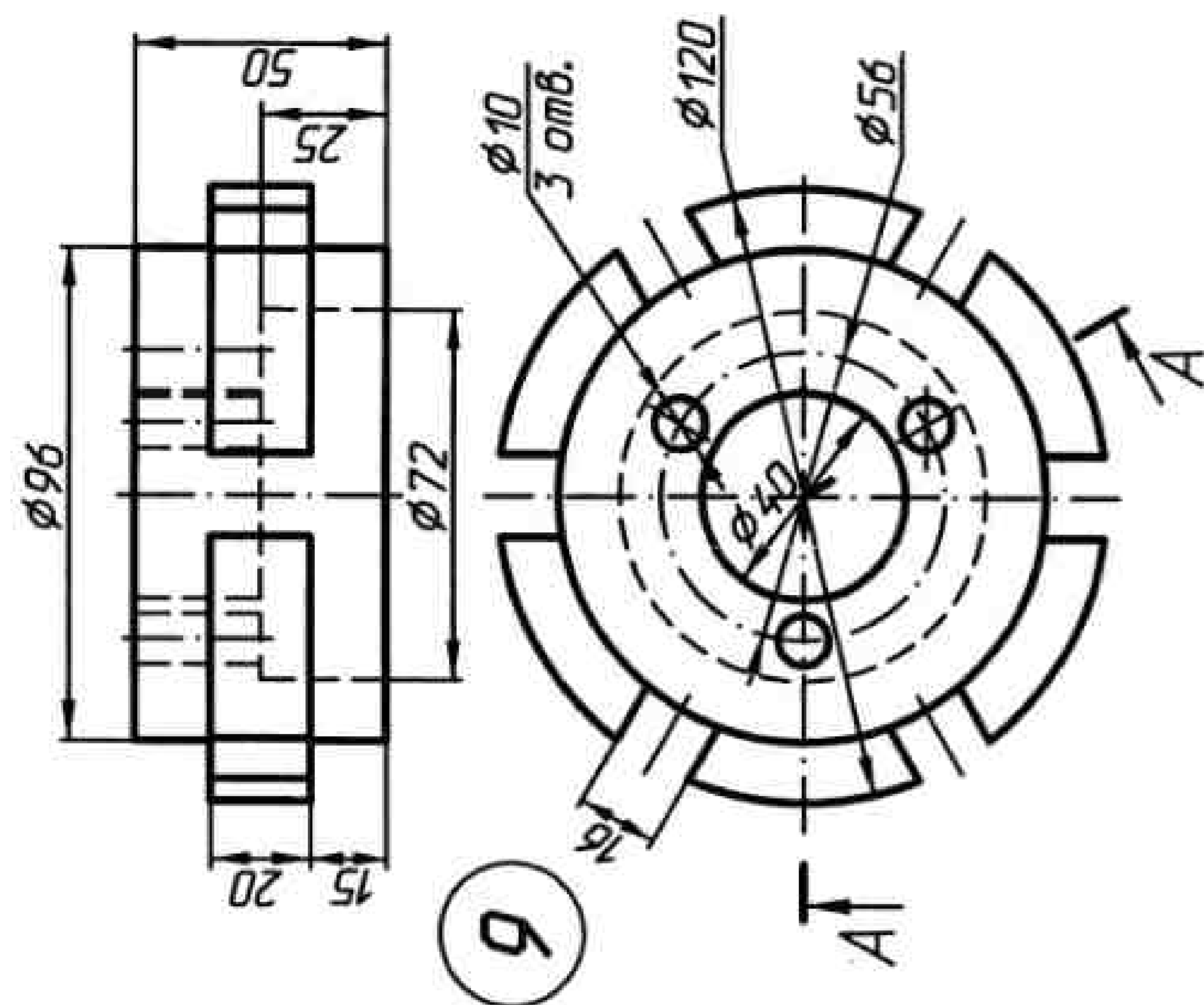
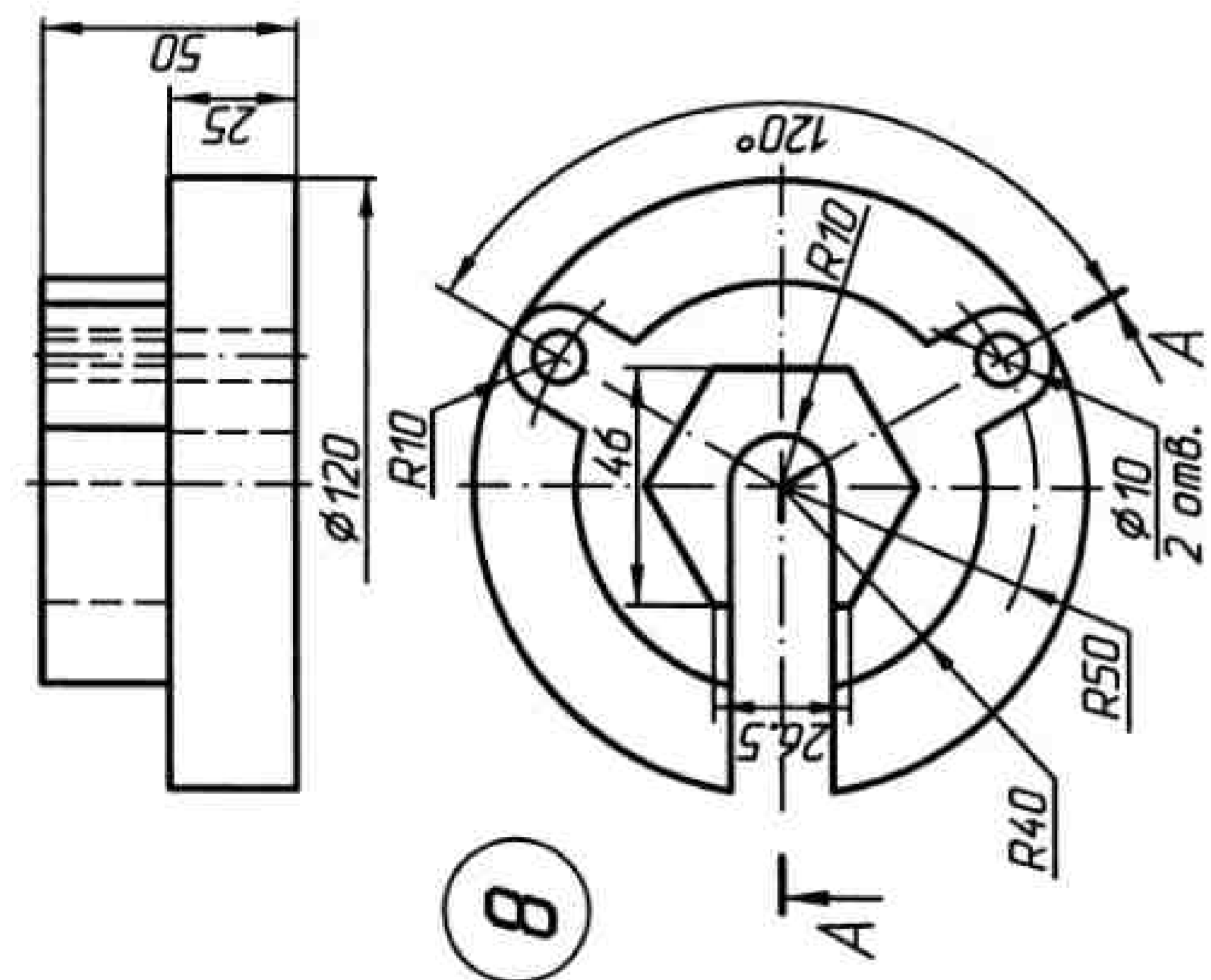
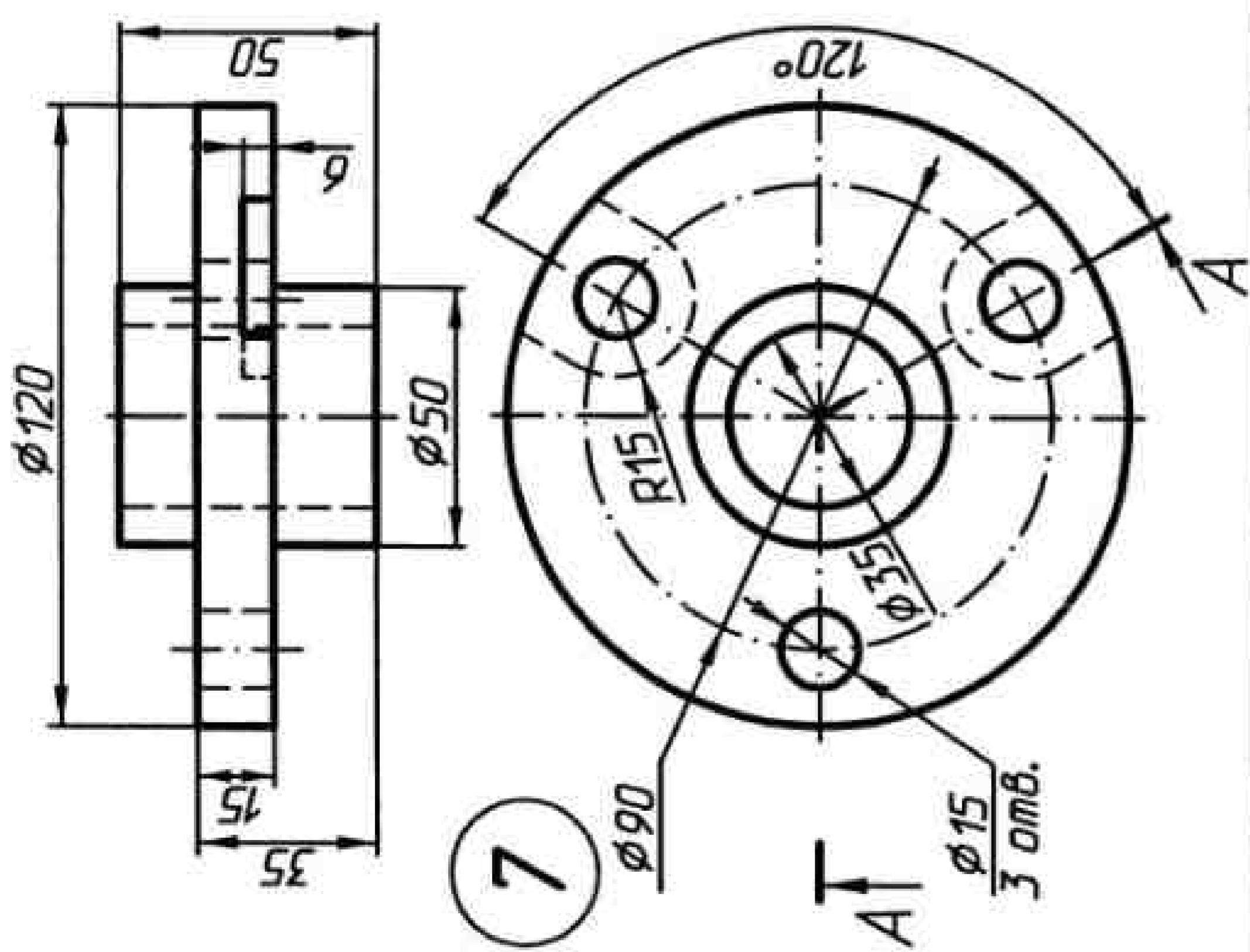
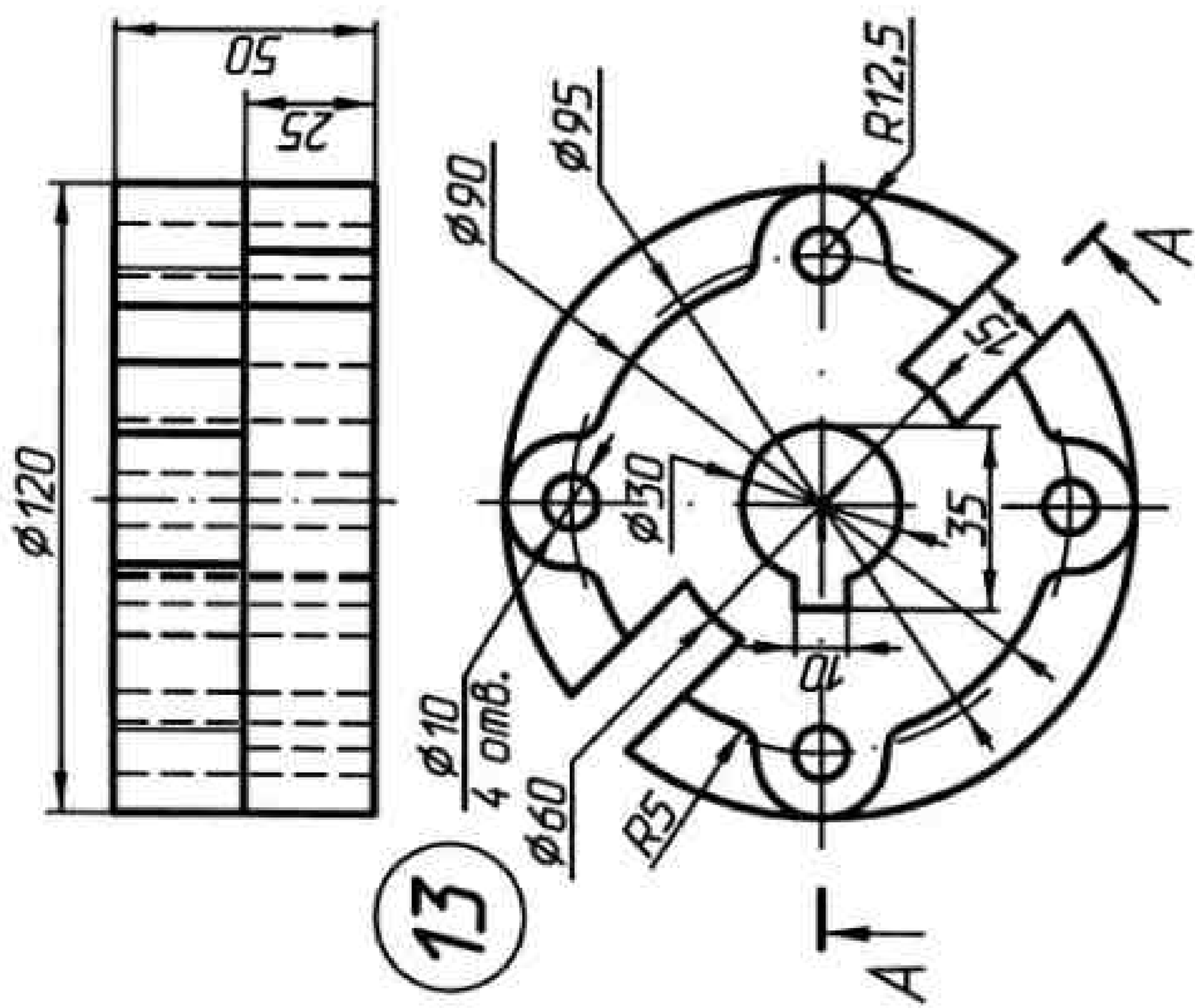
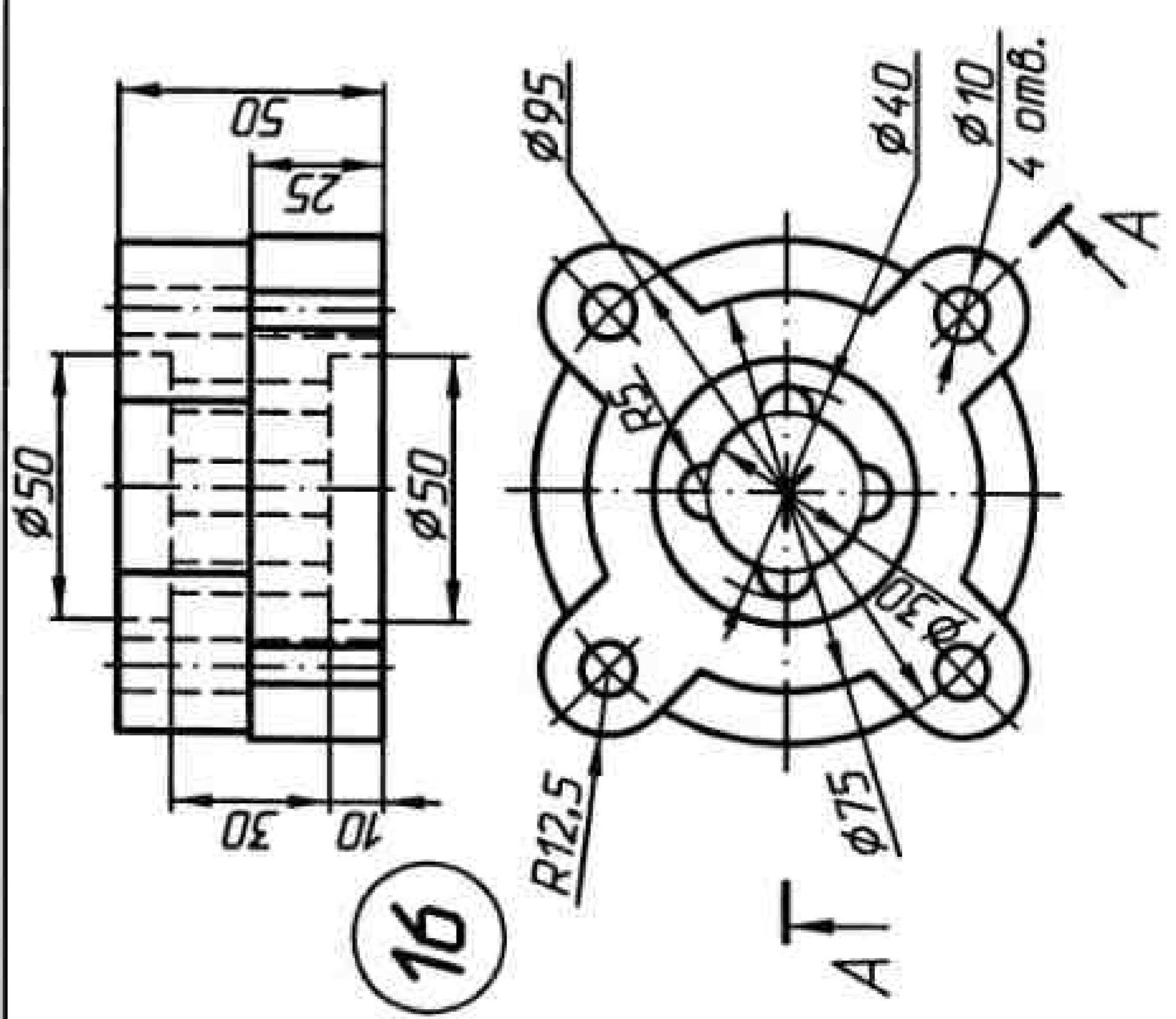


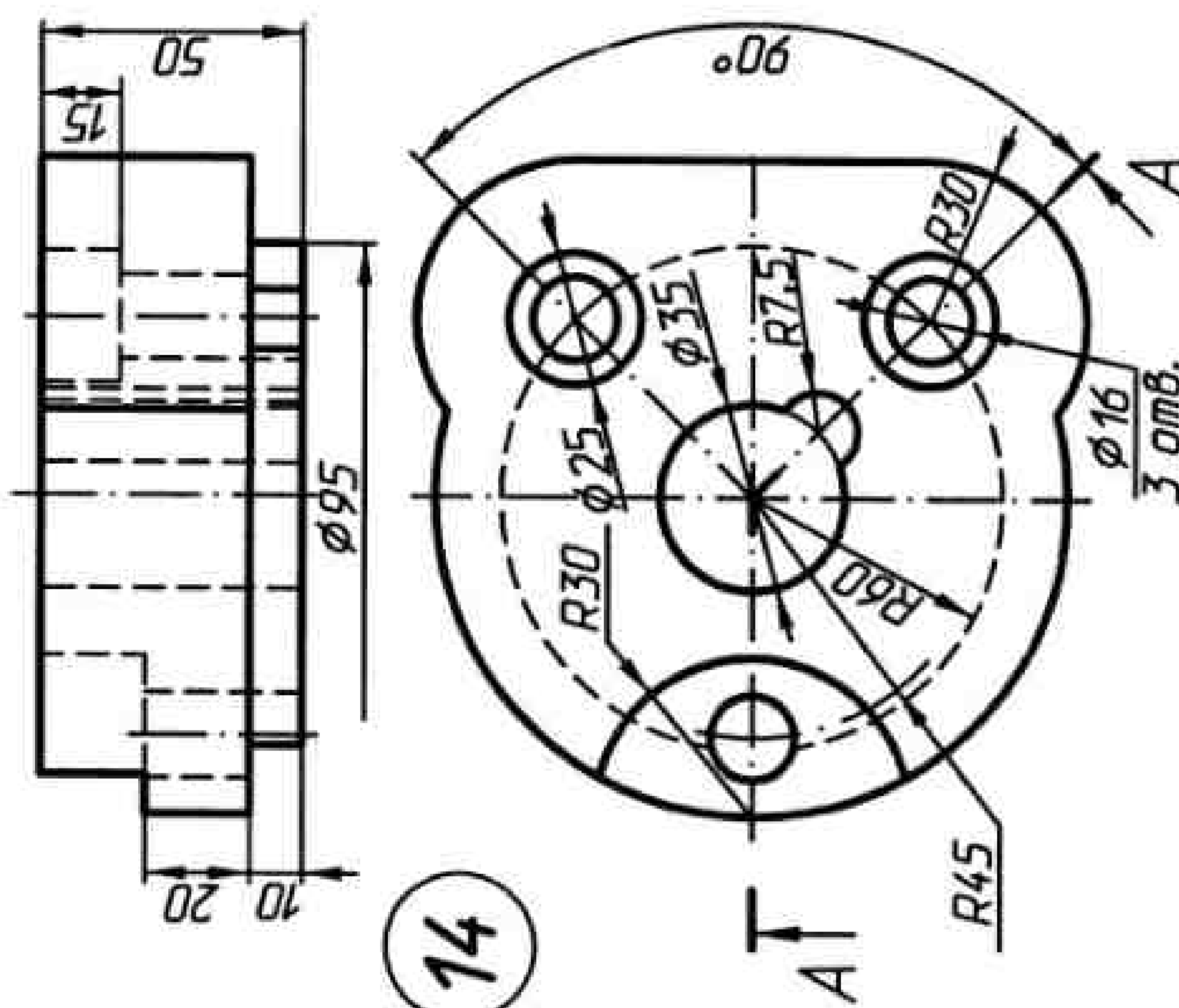
Рисунок 73



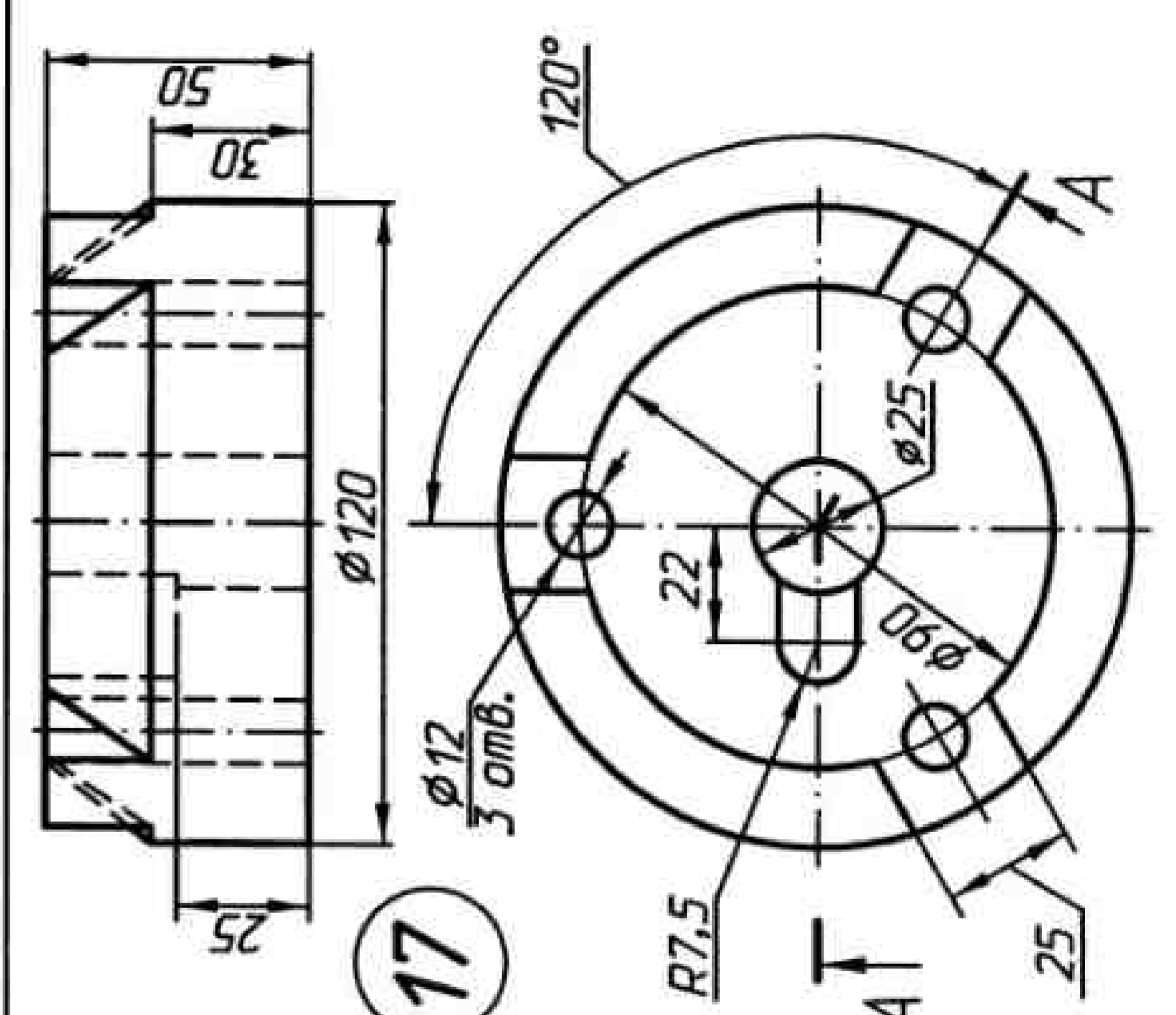
13



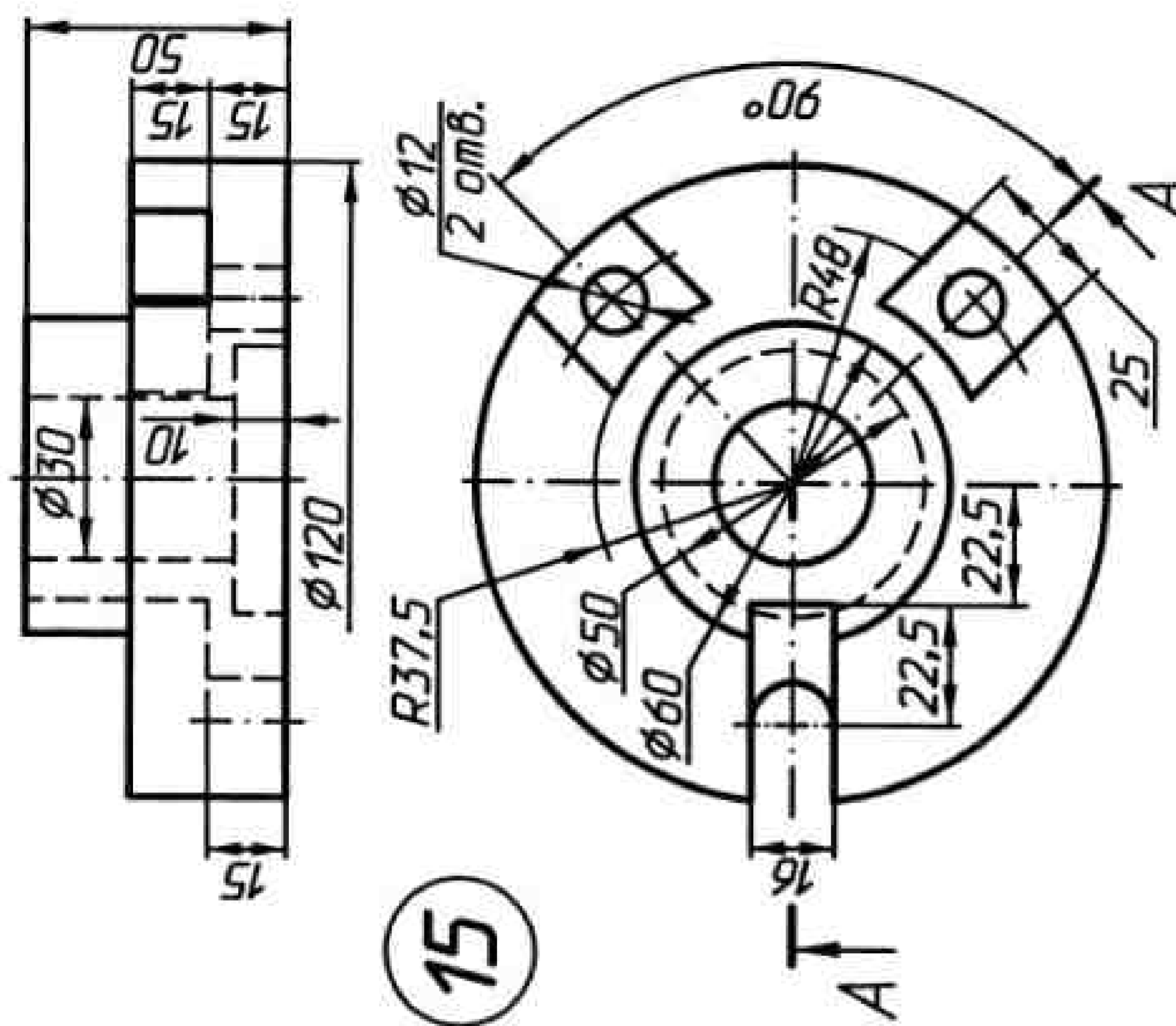
16



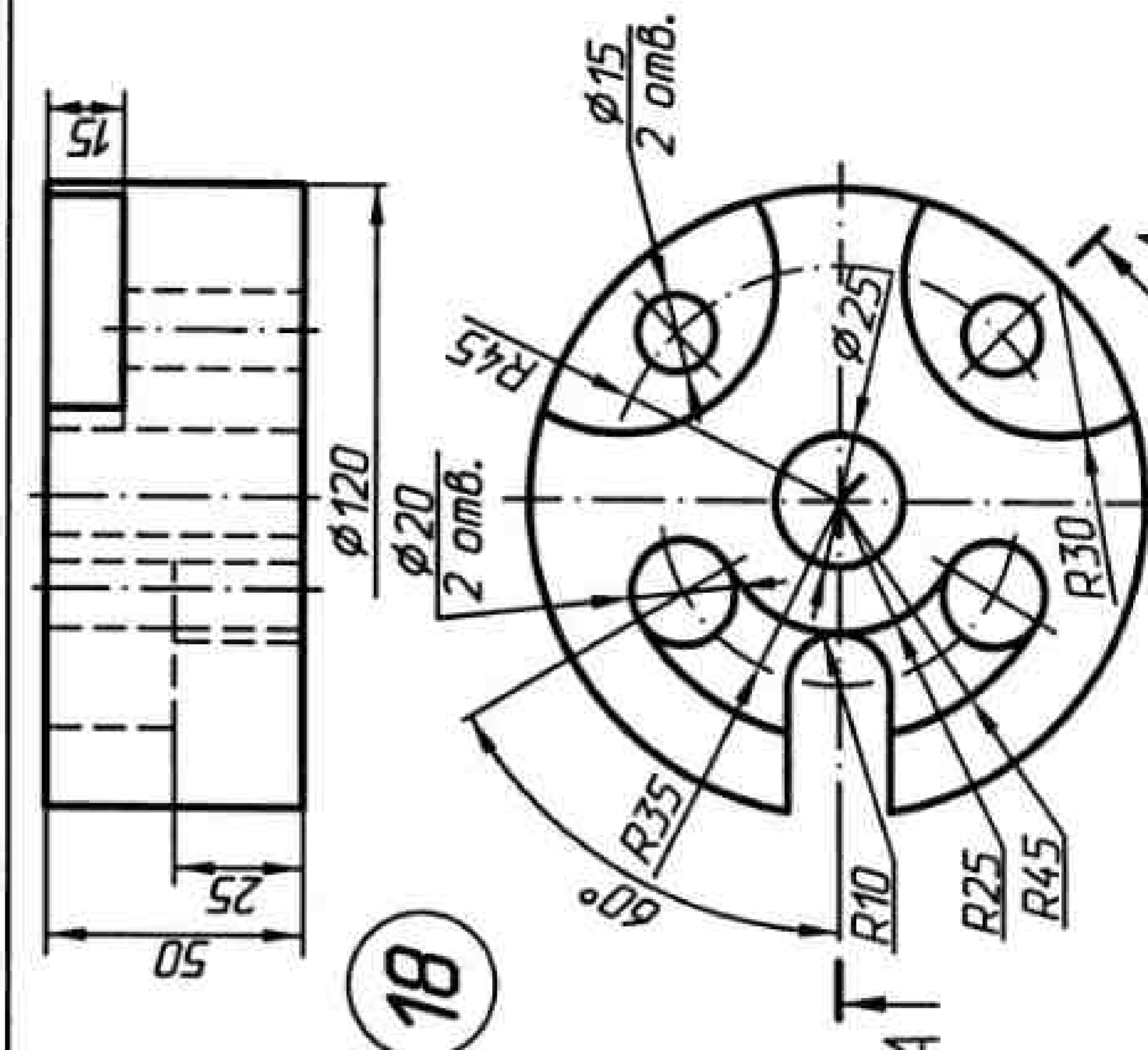
14



17



15



18

Рисунок 74

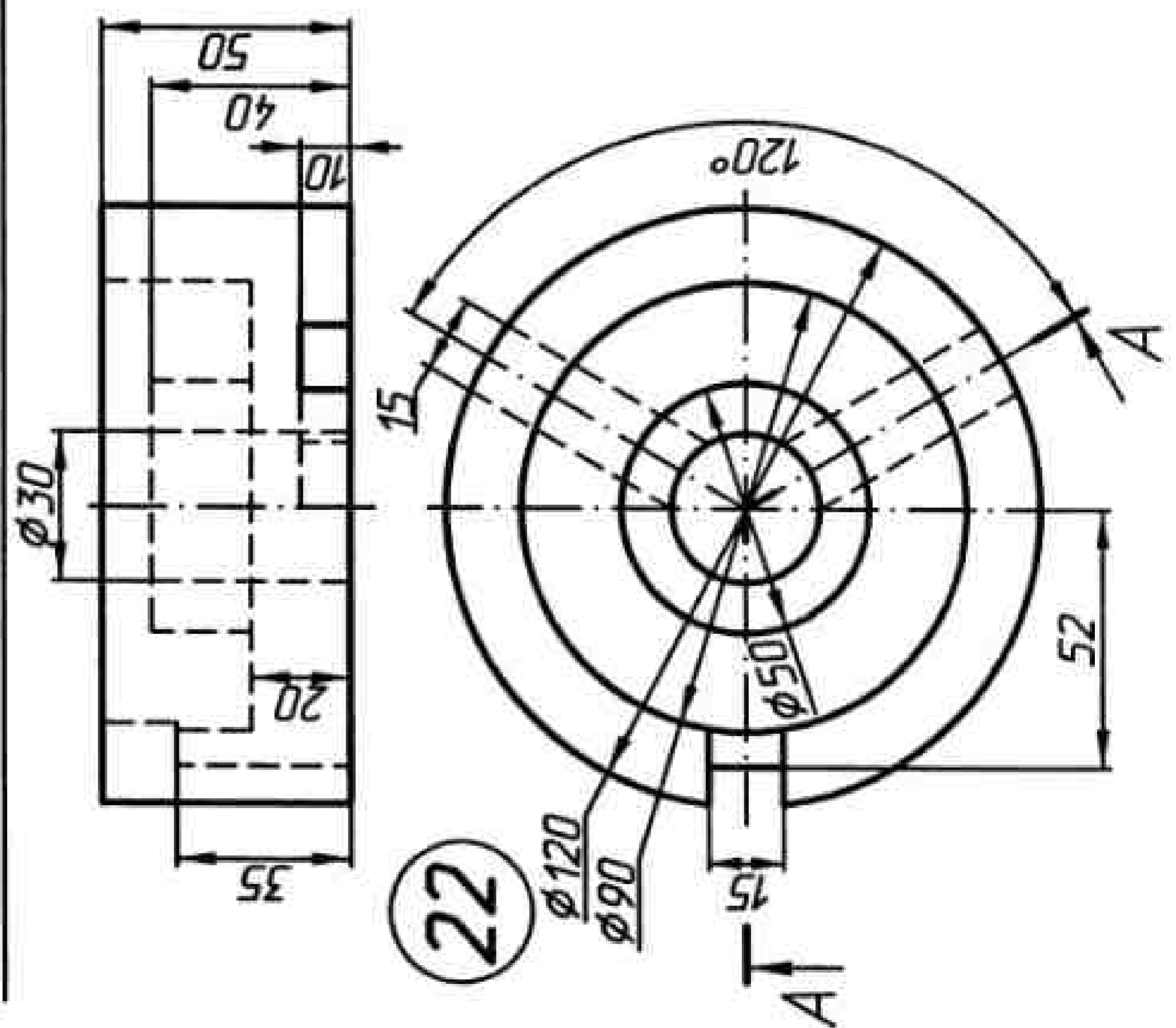
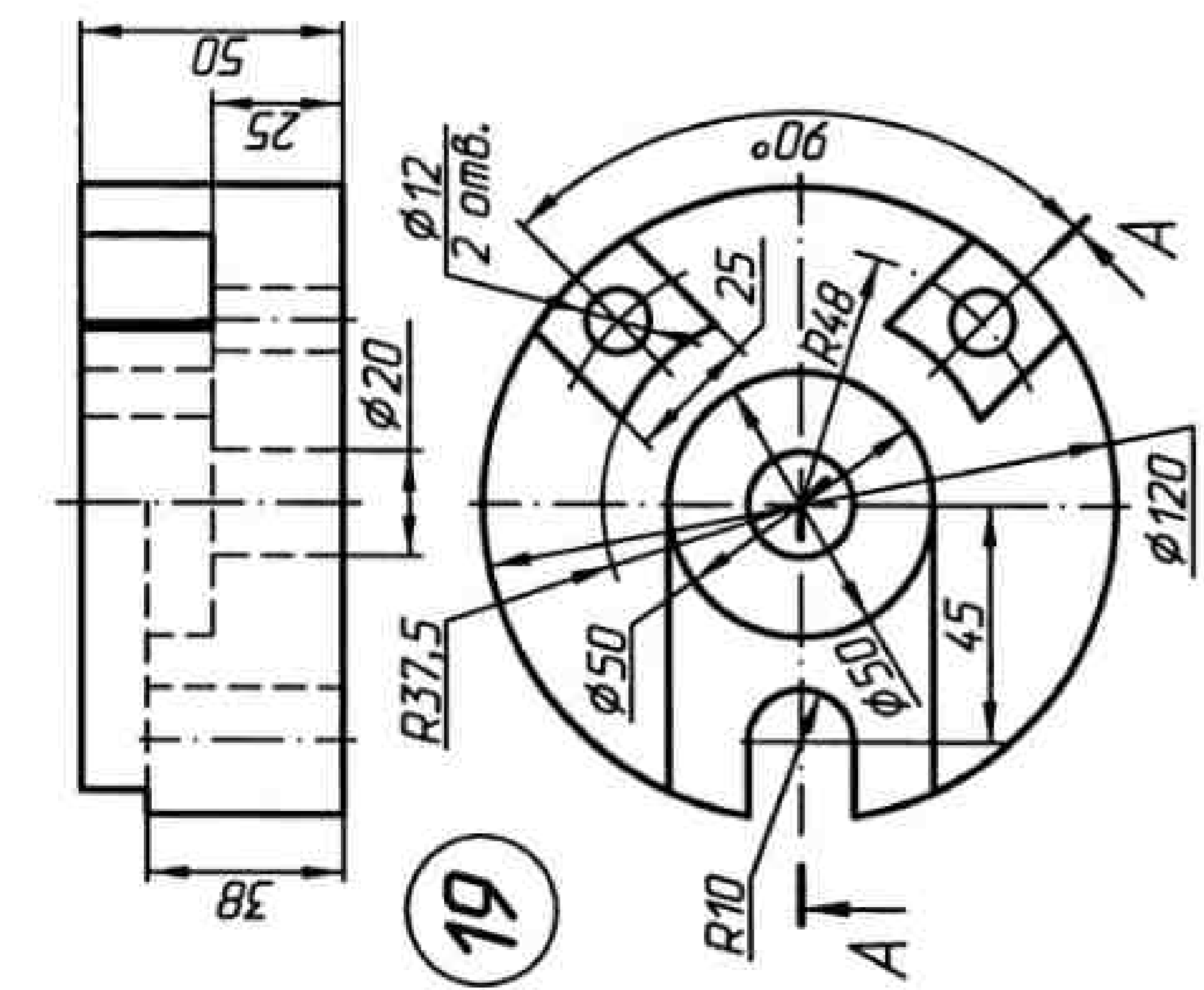
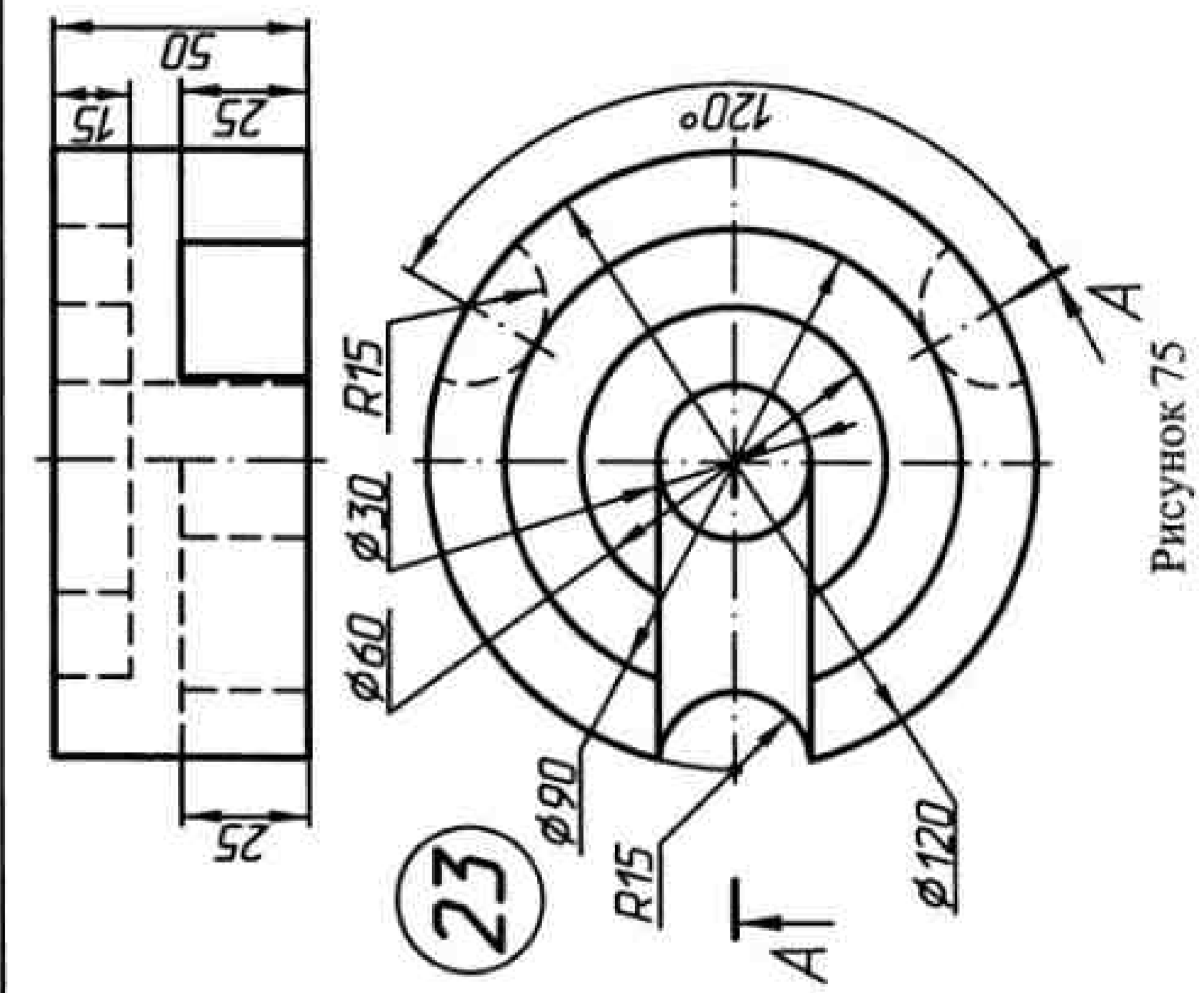
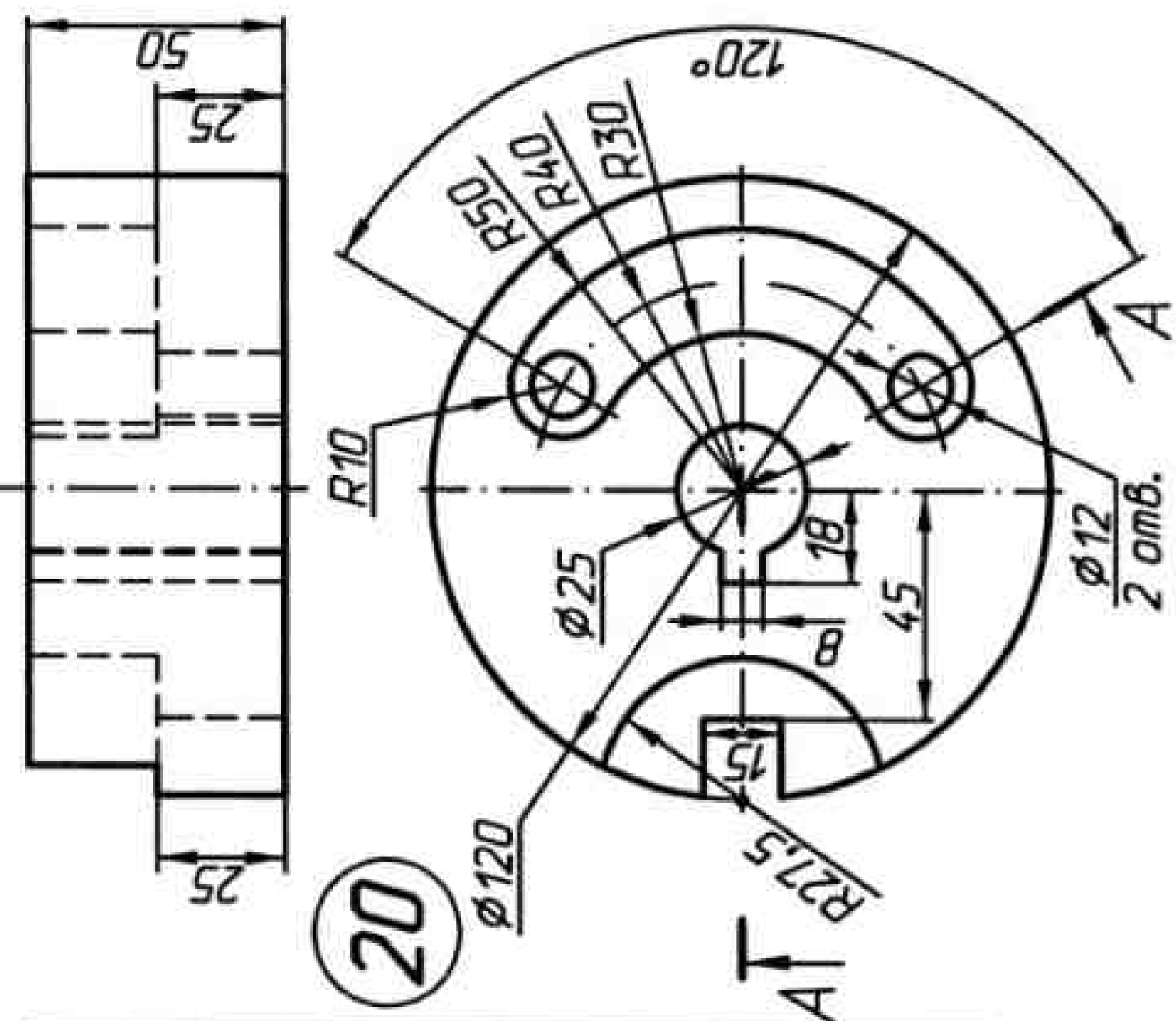
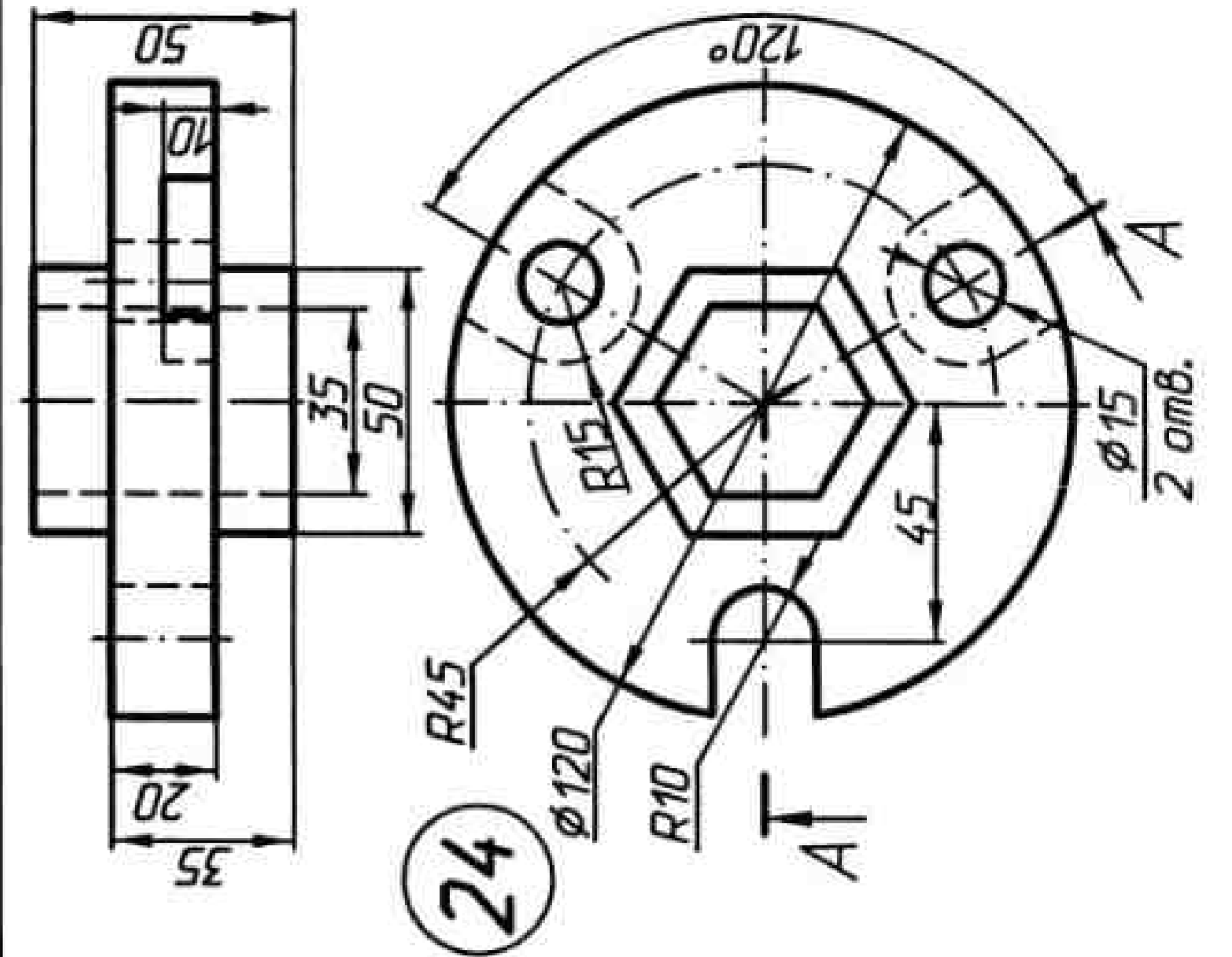
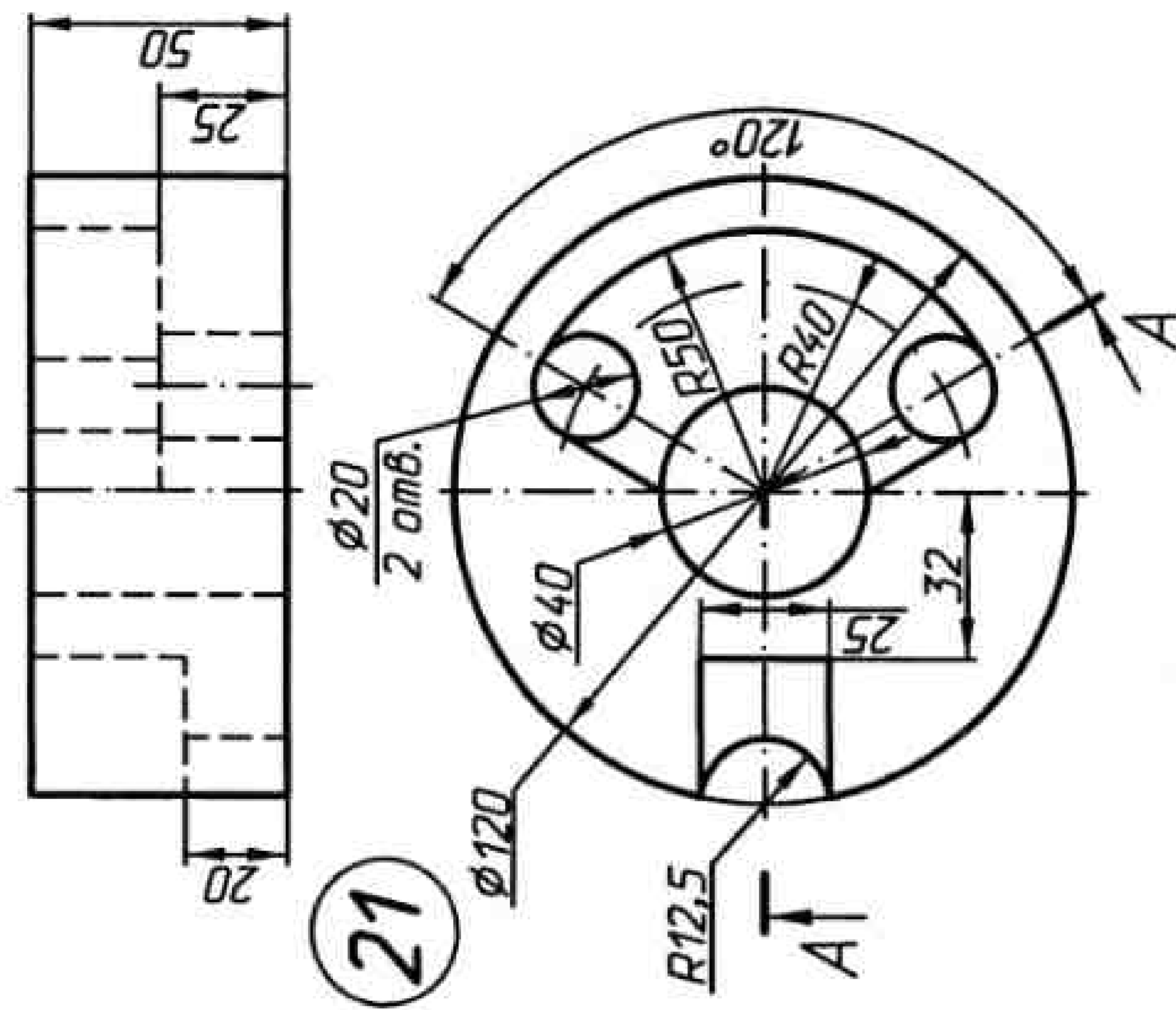


Рисунок 75

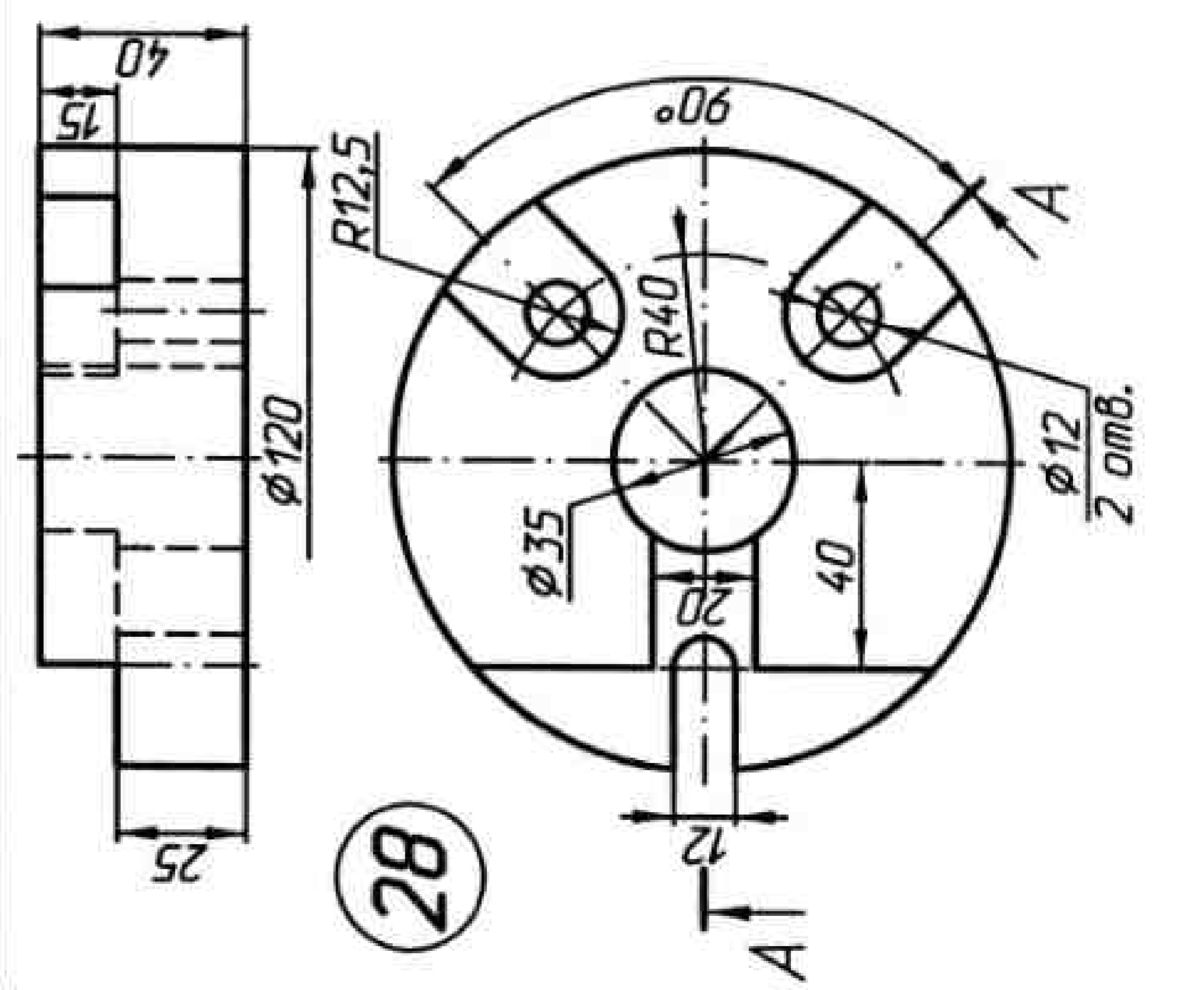
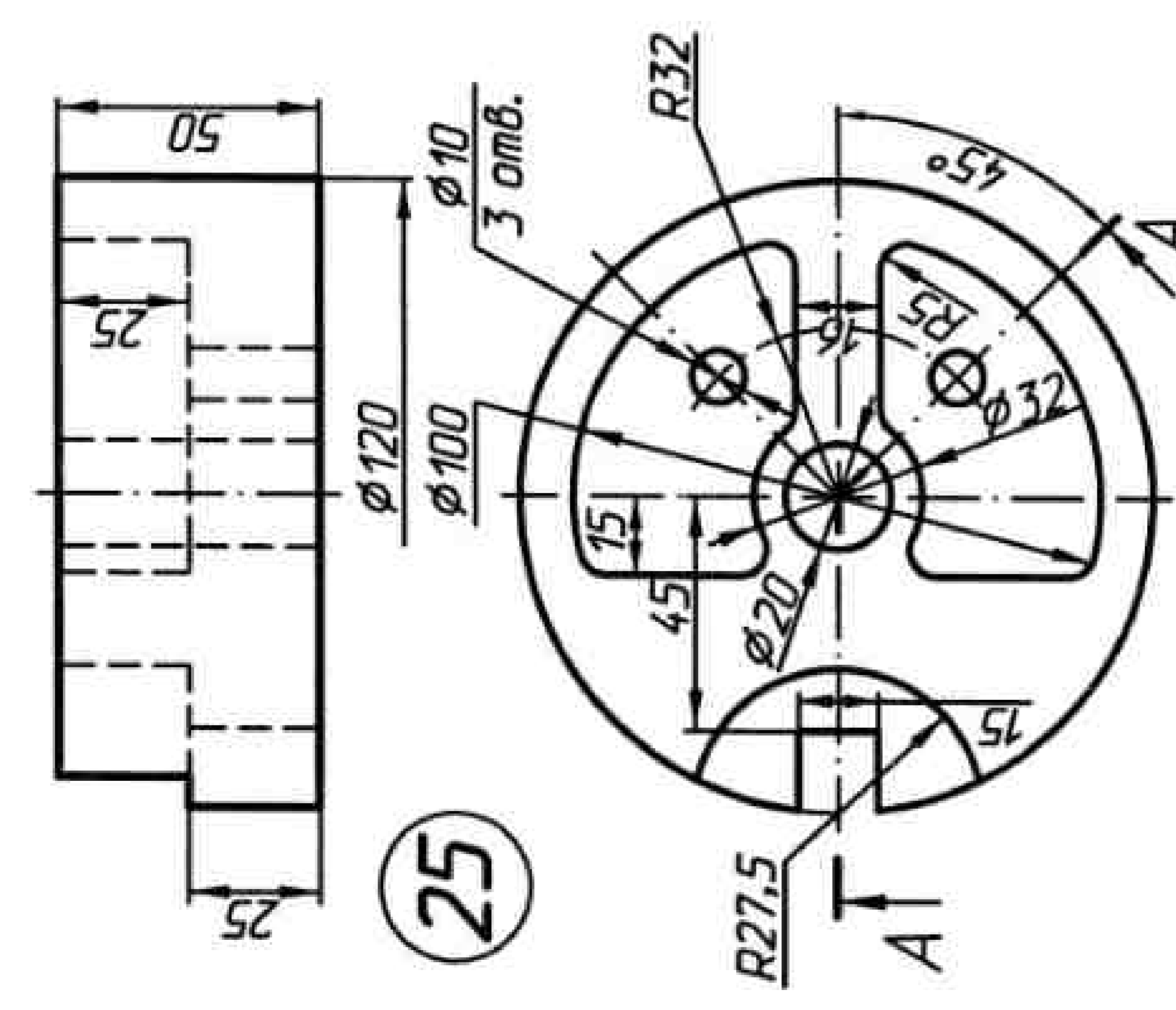
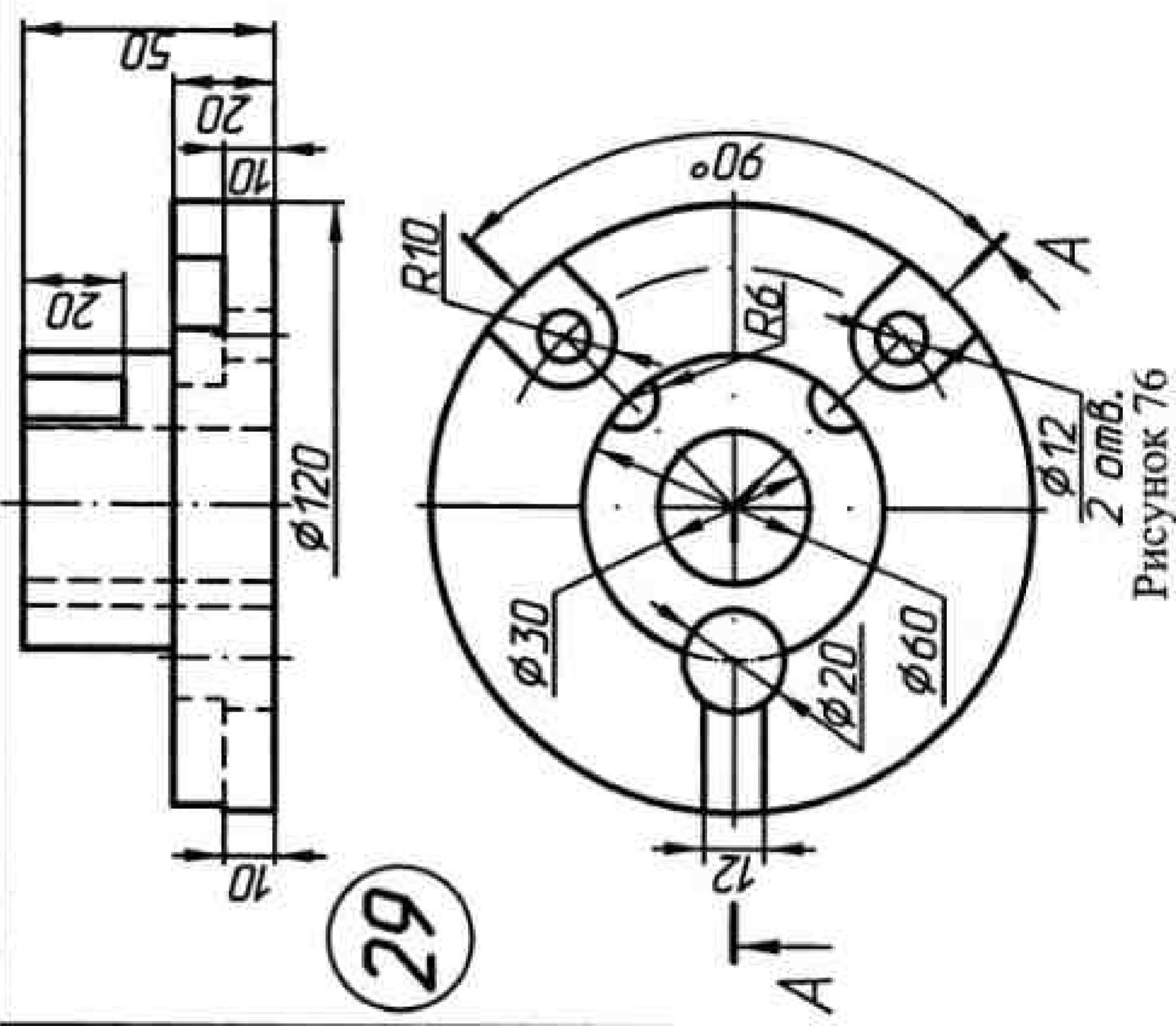
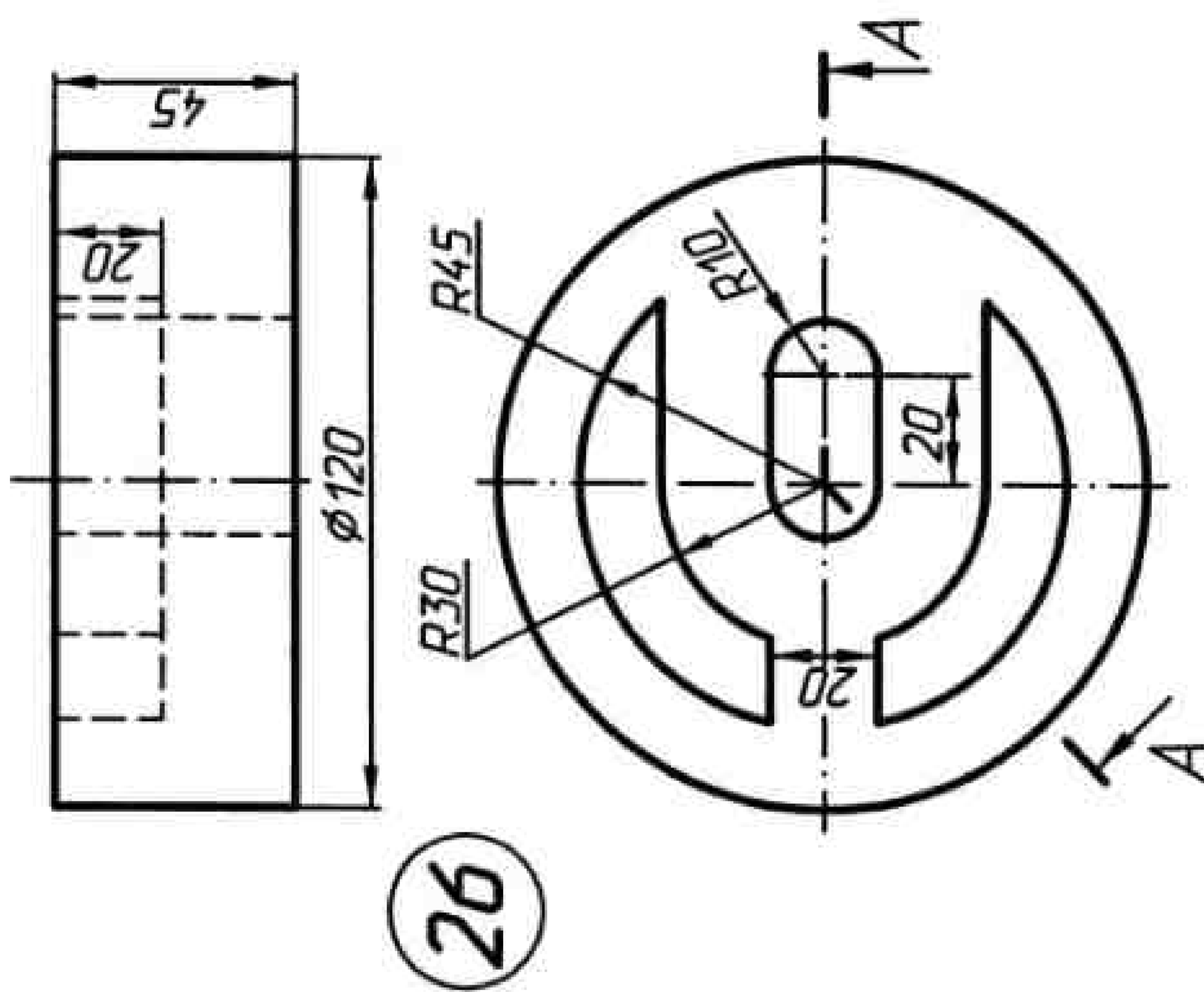
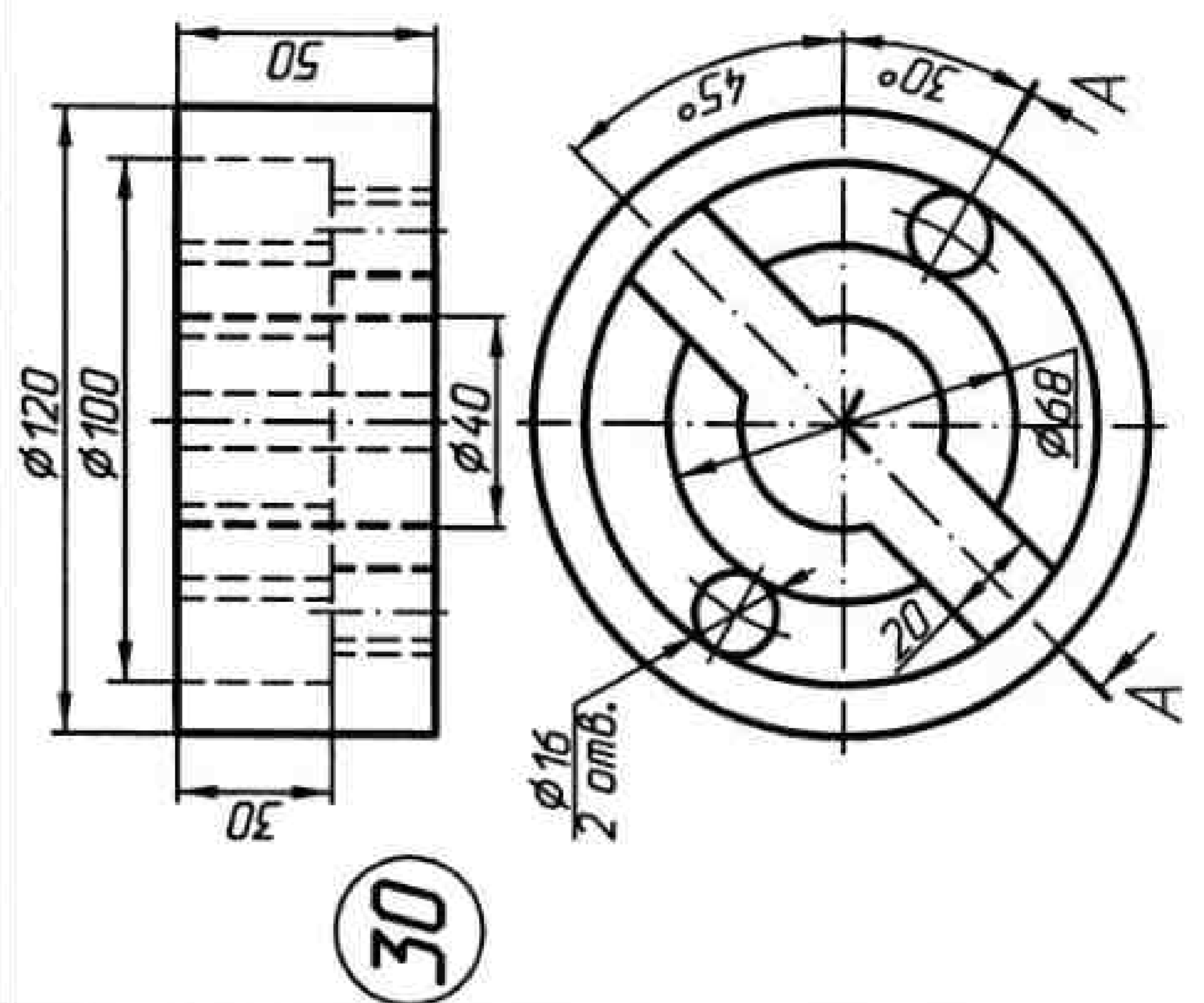
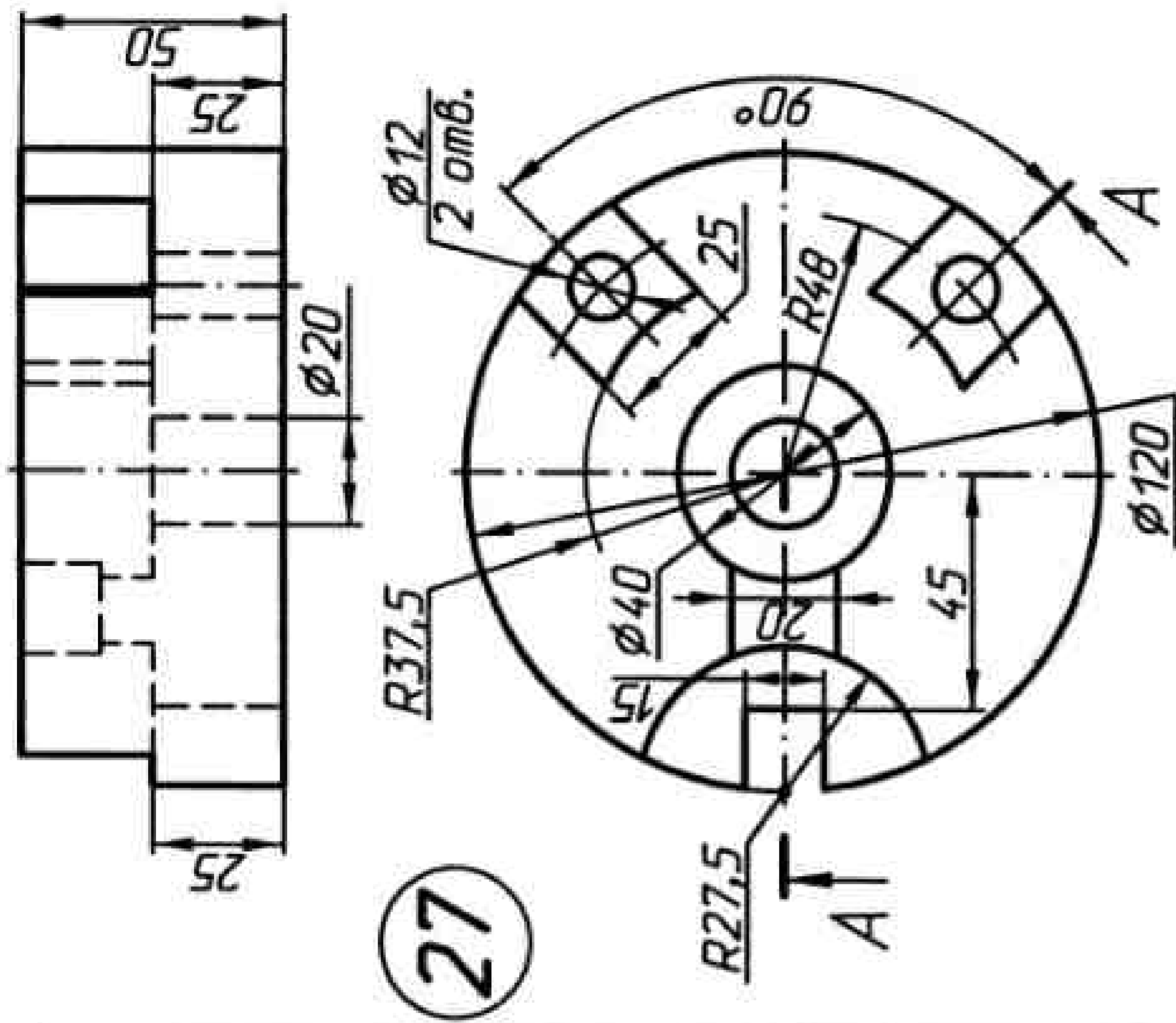


Рисунок 76

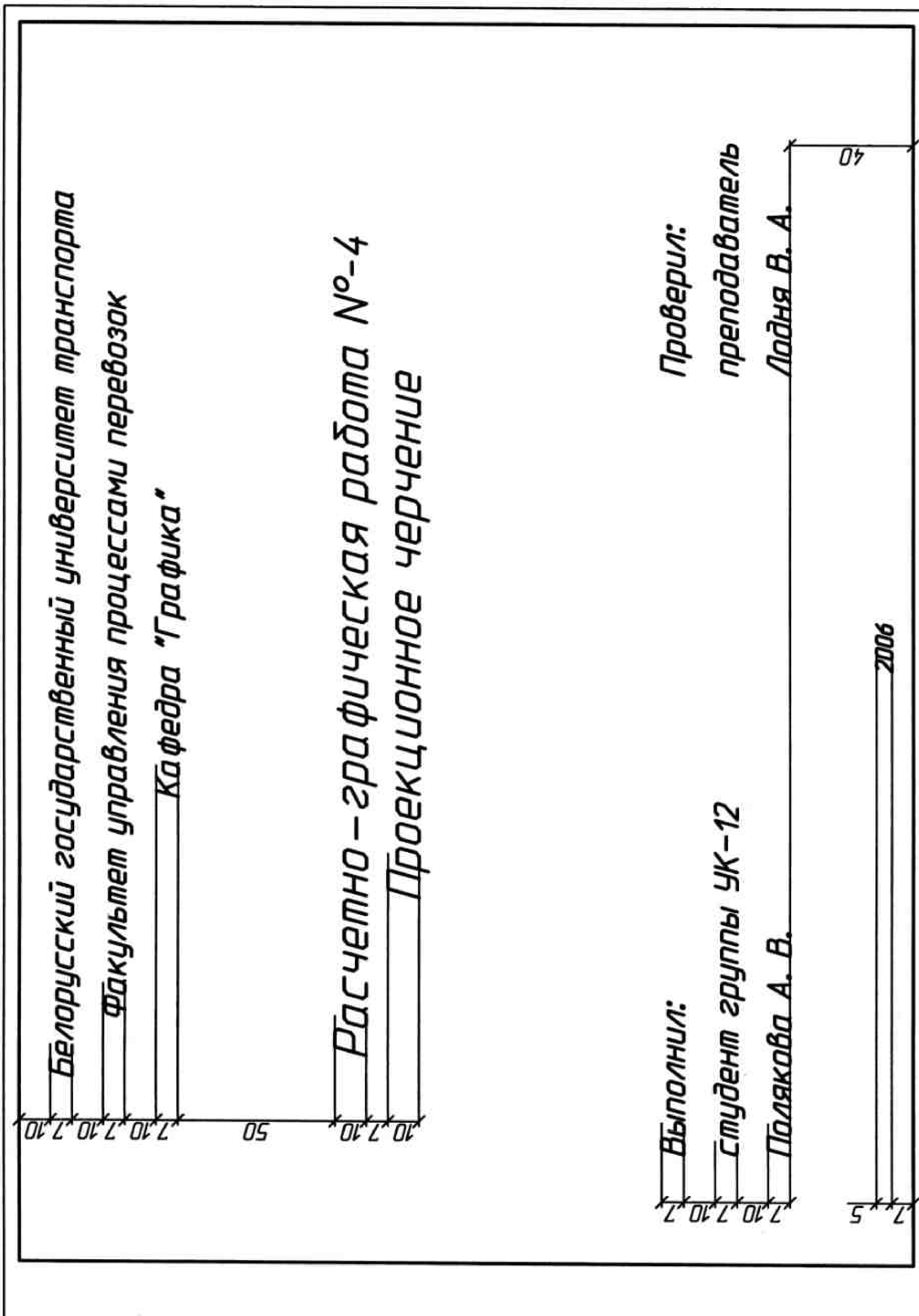
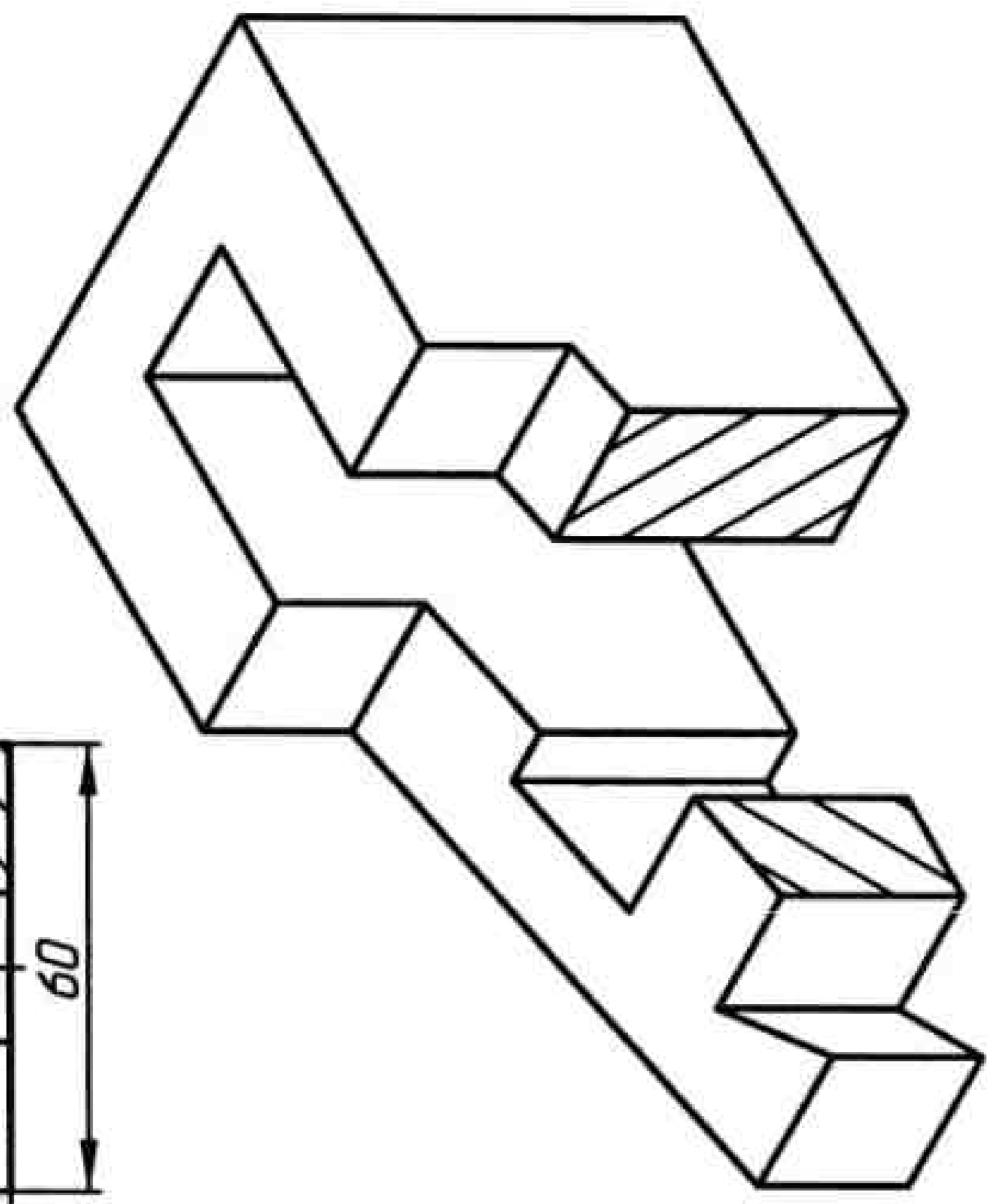
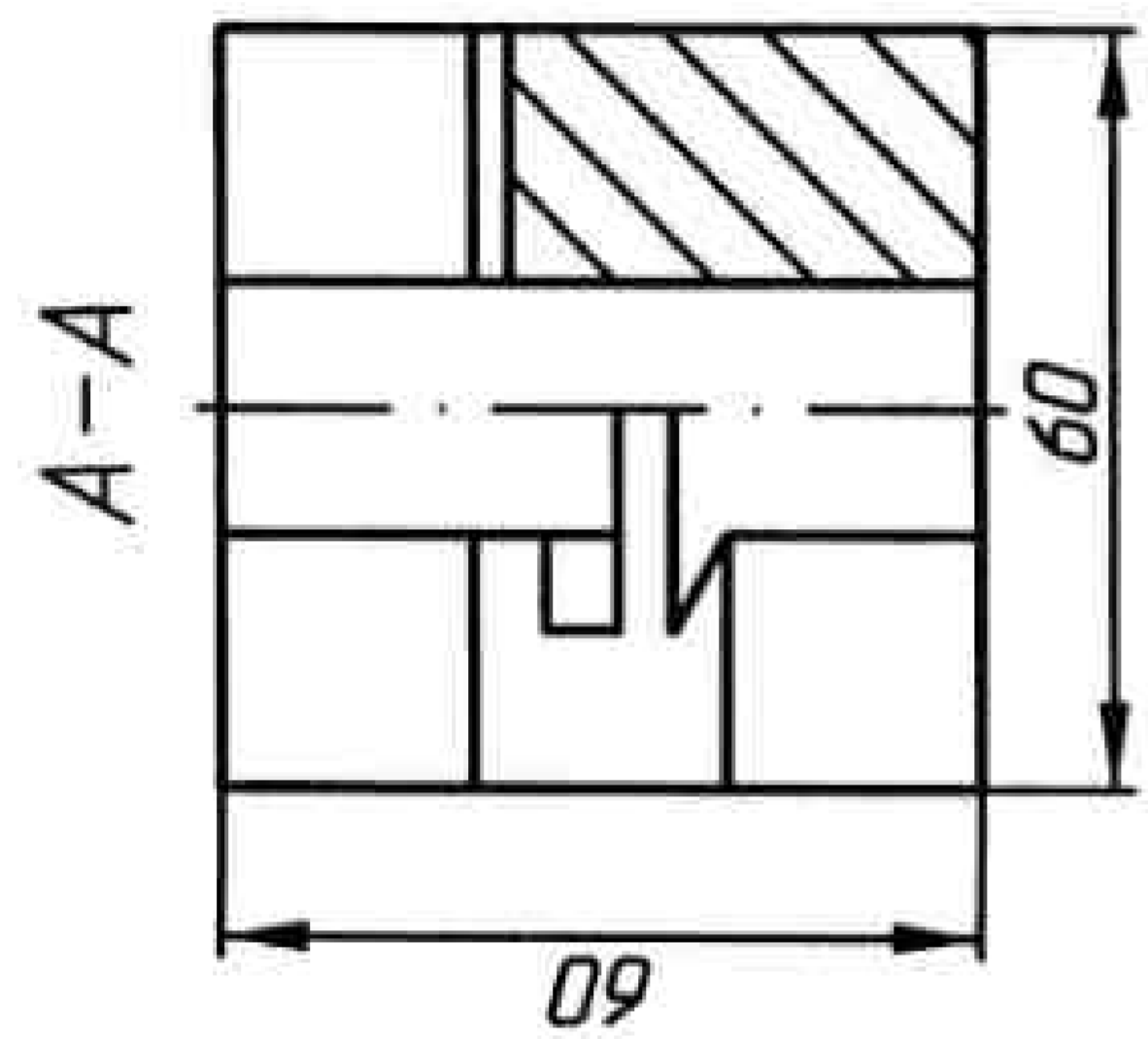
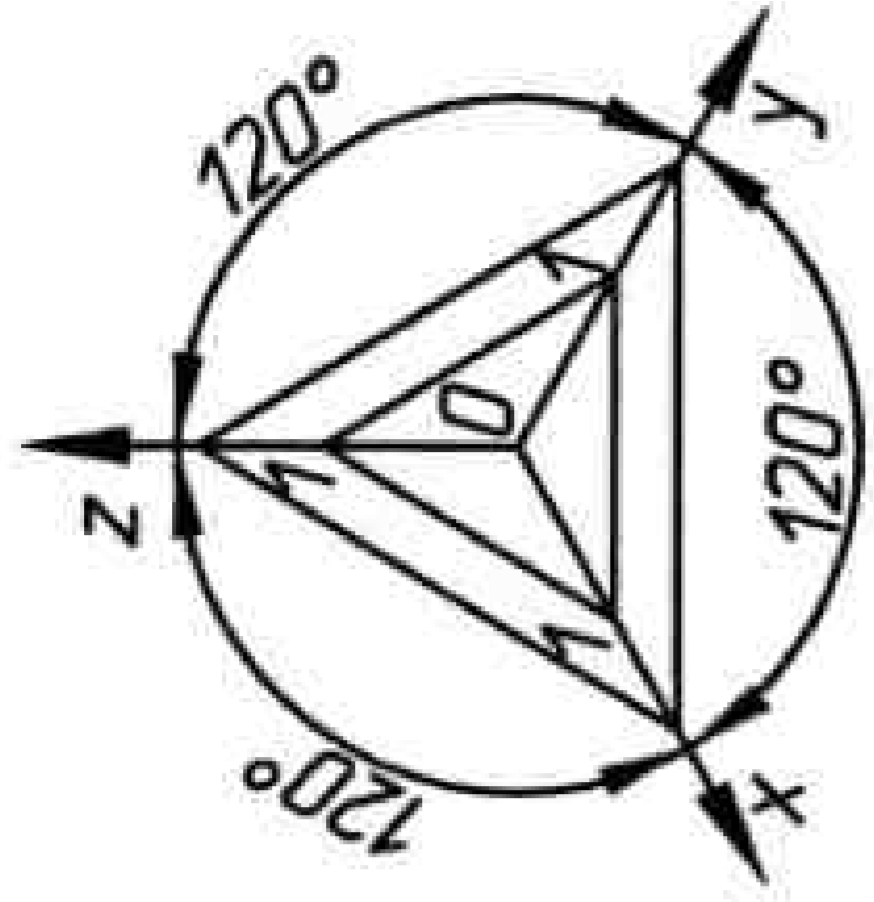
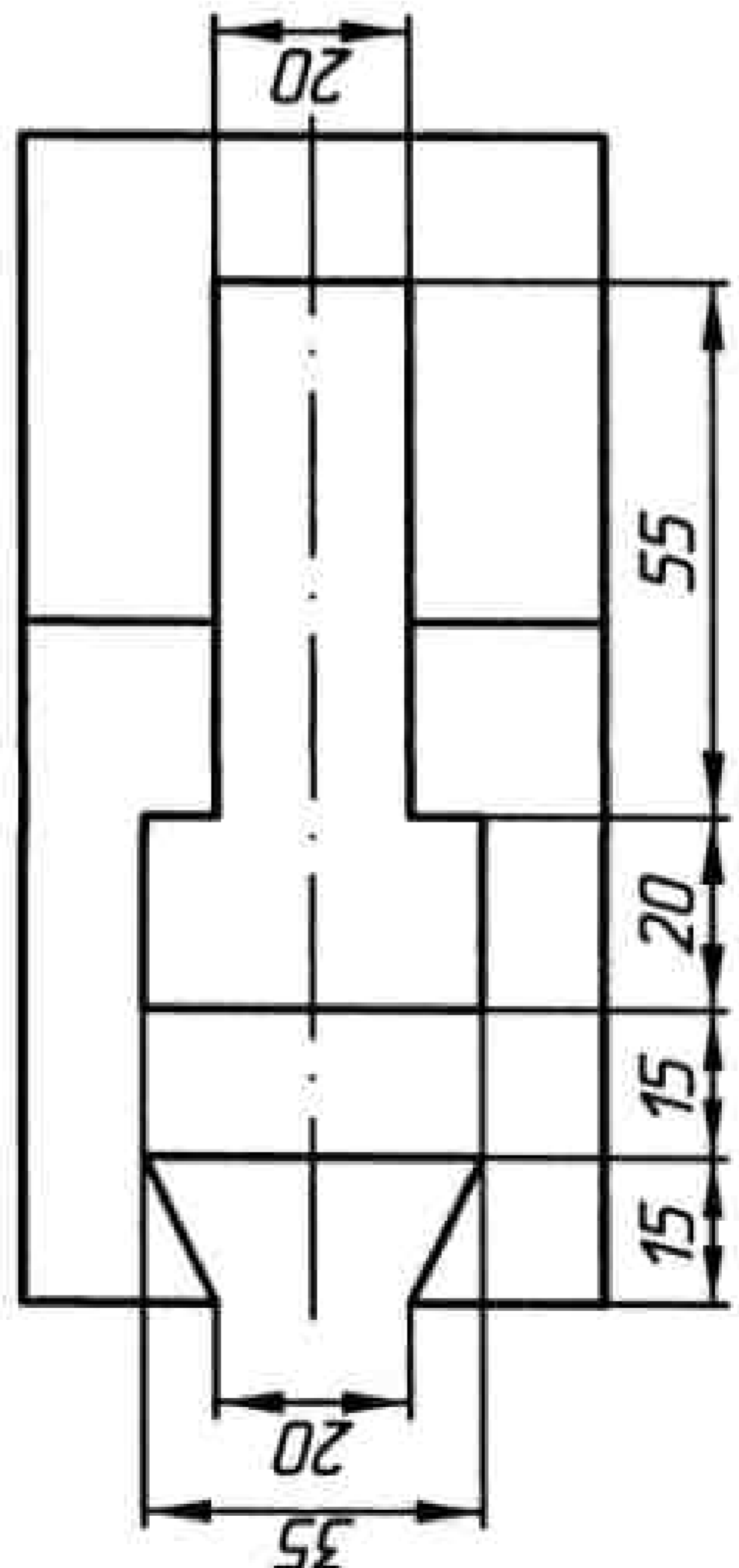
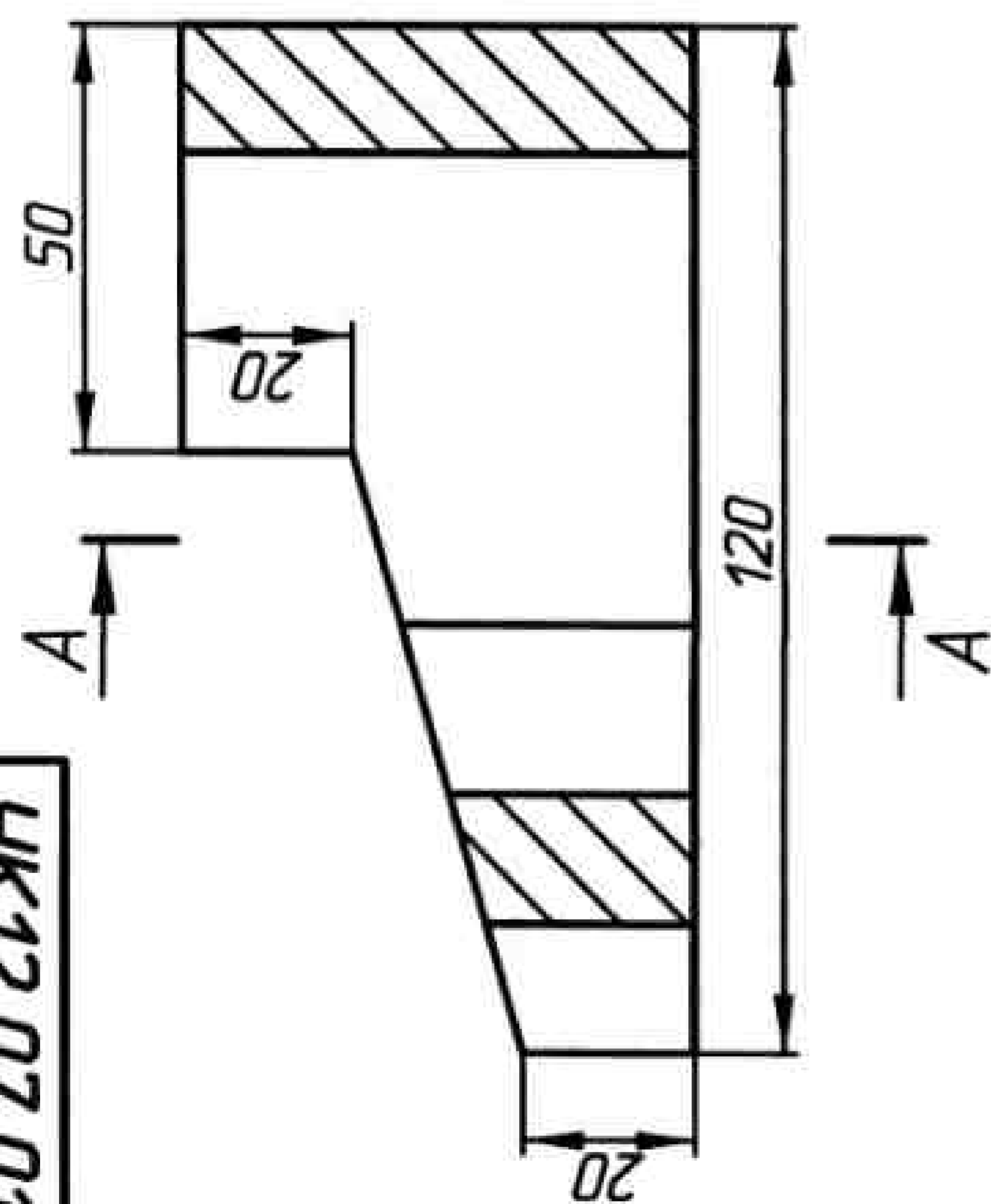


Рисунок 77

УК12.07.01.01

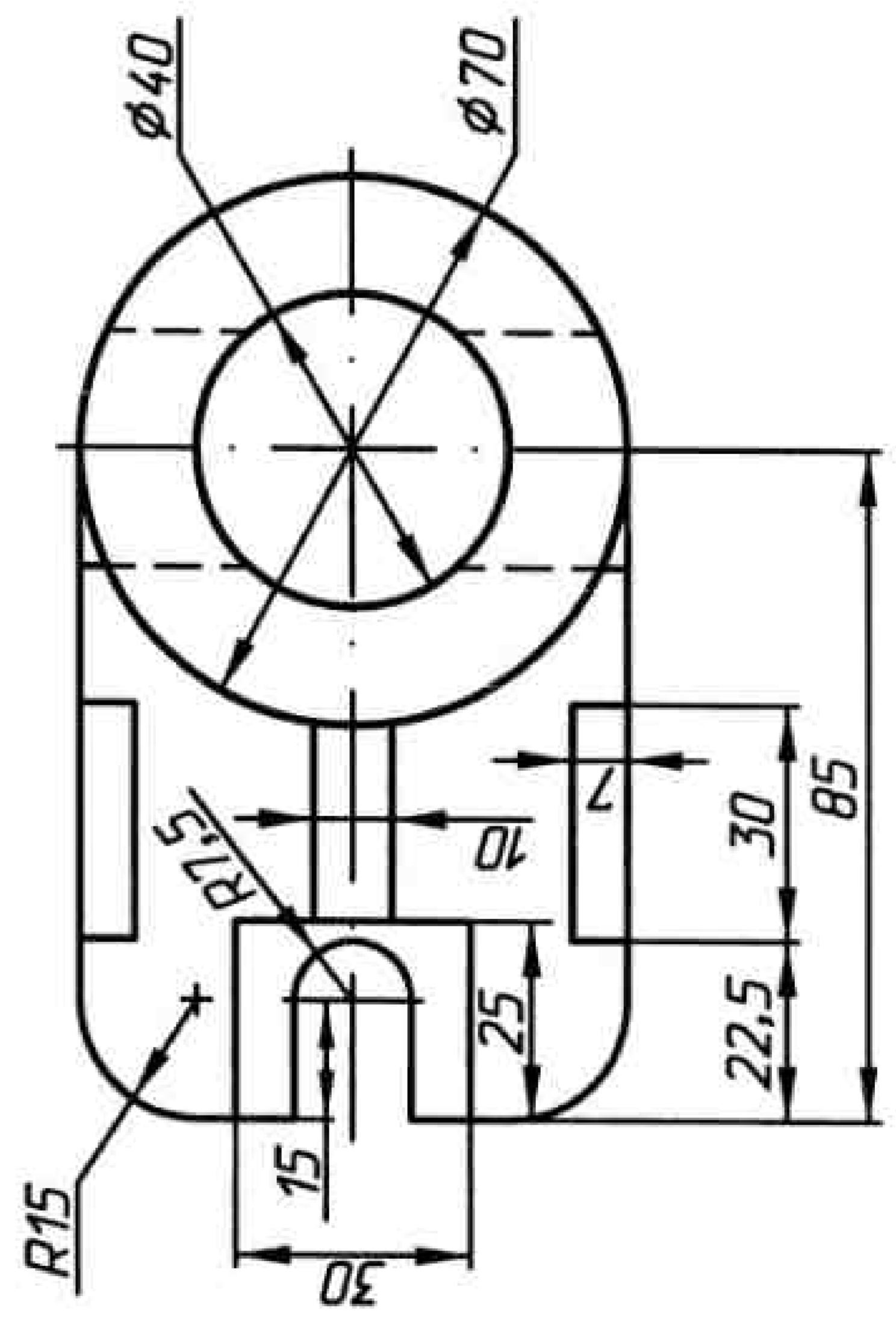
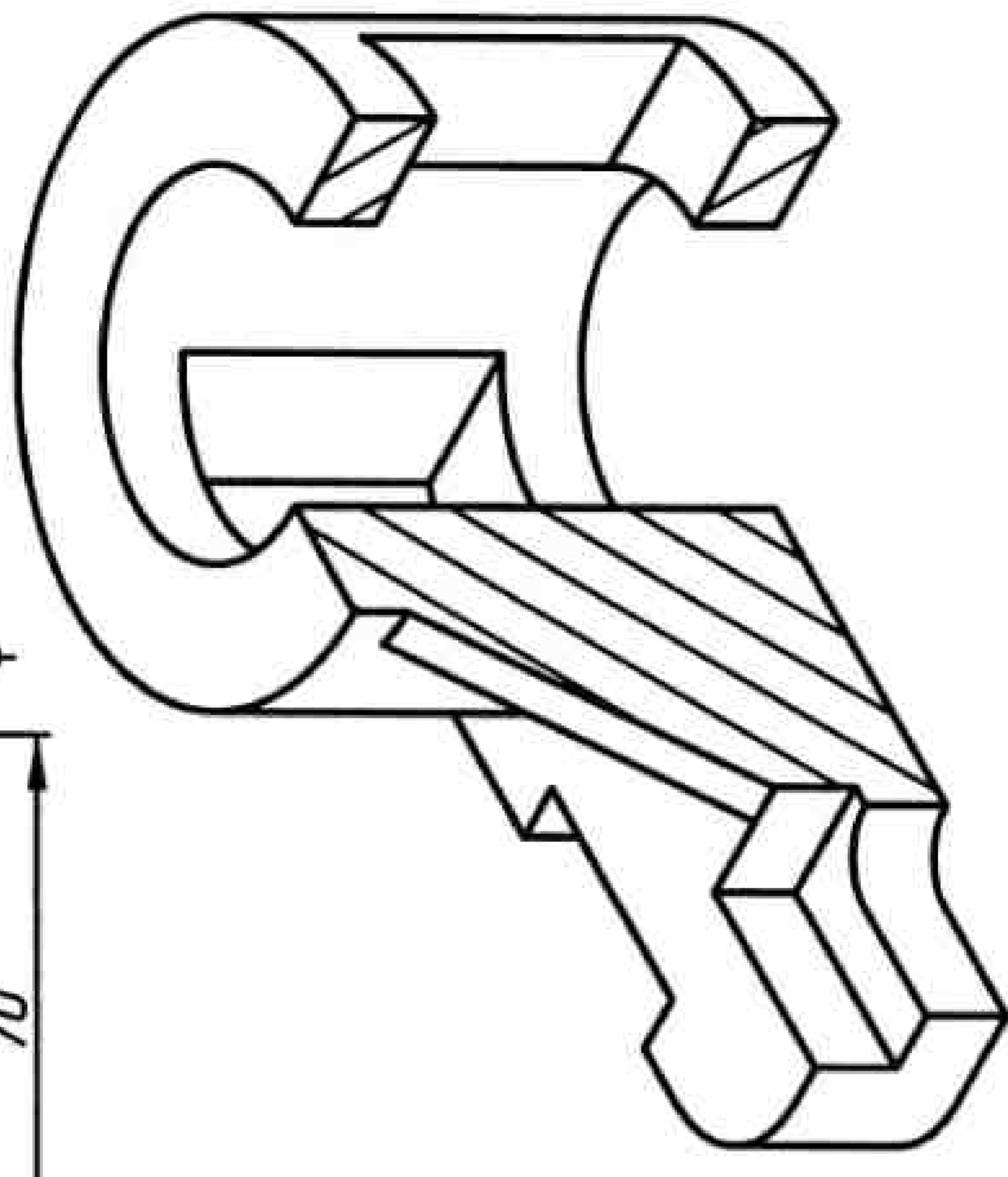
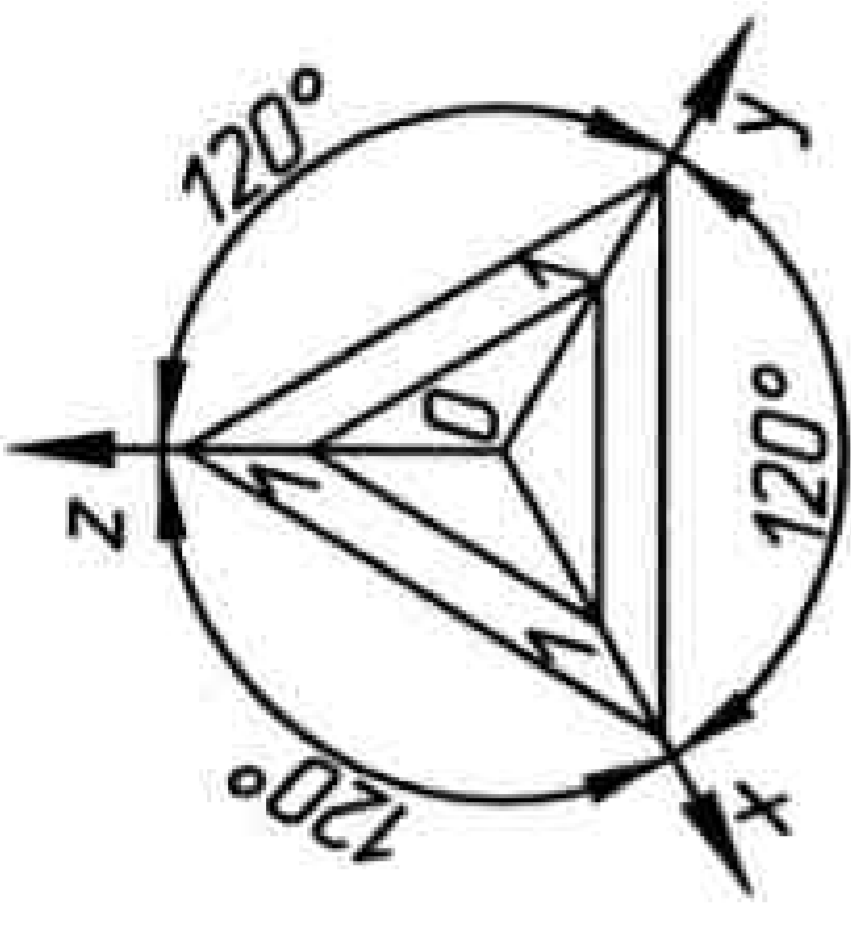
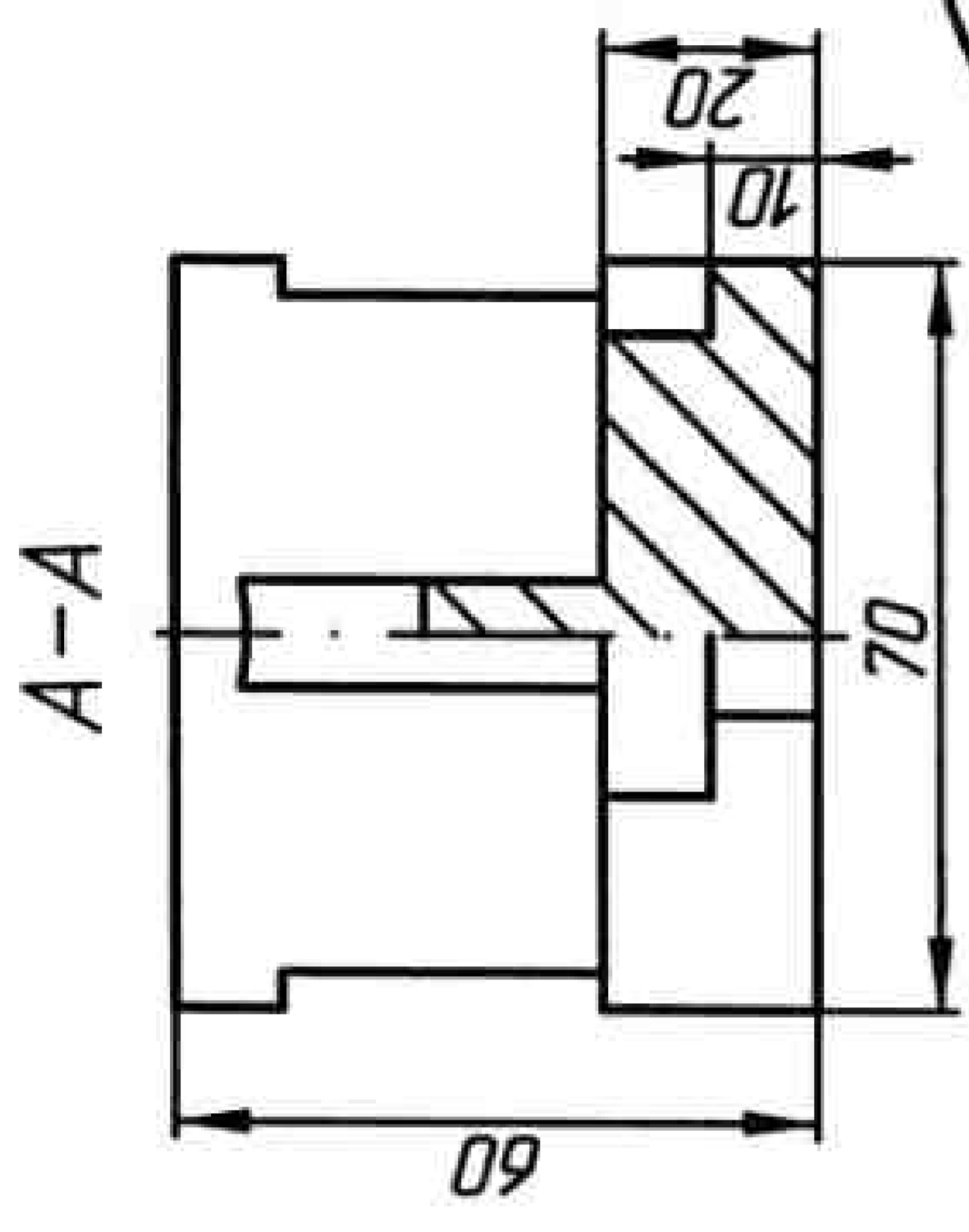
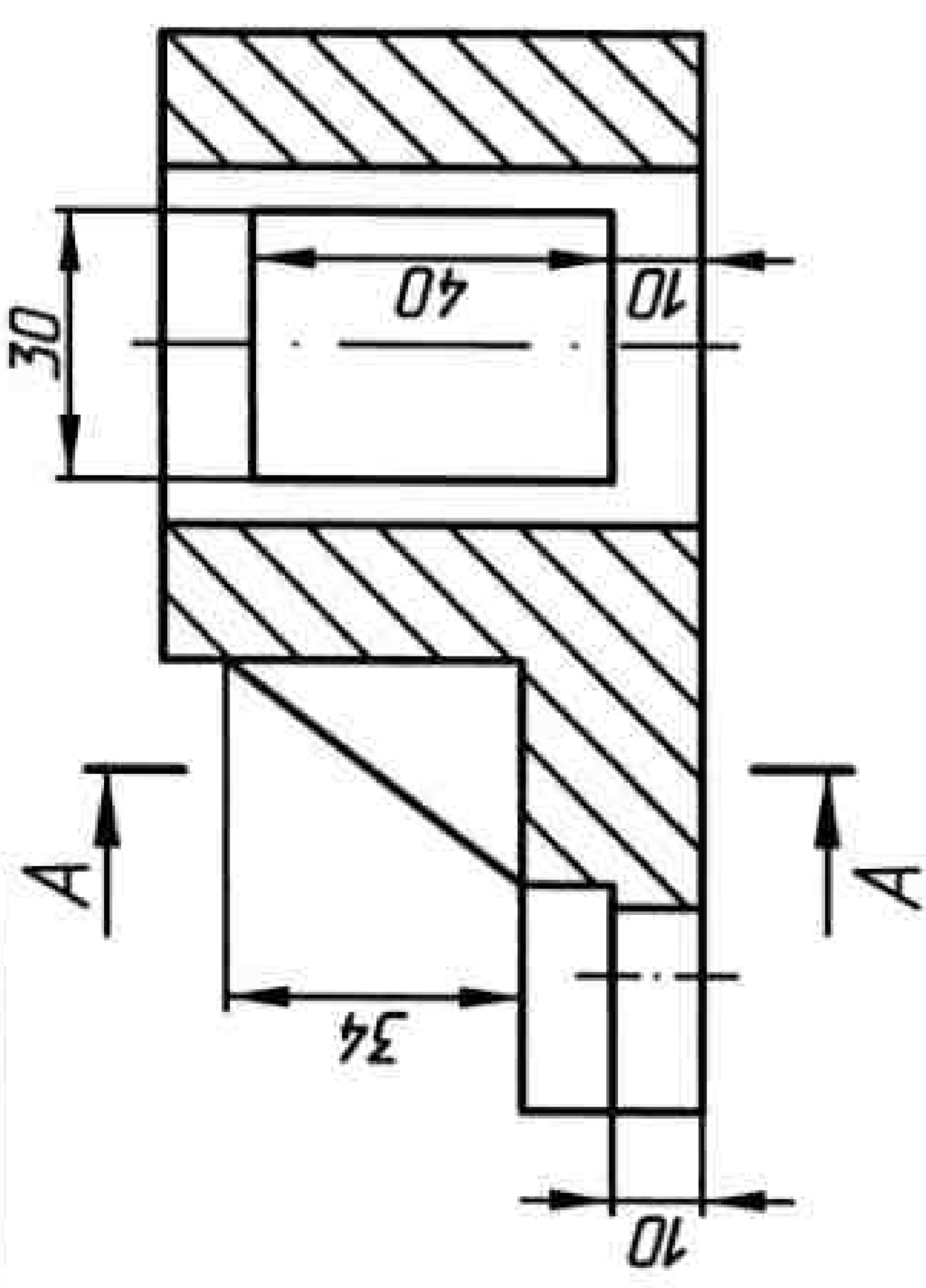


Инд. №подп. Подпись и дата
Инд. №учл. Подп. и дата
Инд. №изм. Имя, Фамилия, Имя Отчество
Инд. №изм. Имя, Фамилия, Имя Отчество

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
		Разработ.	Полужкоба	
		Проб.	Ладья	
		Т. контро.		
		Н. контро.		
		Учтб.		
Лист	Масса	Макшп.	Лист	Листов
И	1,7	1:1	1	1
УК12.07.01.01			Вставка	
Сталь 45 ГОСТ 1050-88			БелГУТ	
Кафедра "Графика"			Формат А3	

Рисунок 78

УК12.07.01.02



УК12.07.01.02		Лист	Масса	Масштаб
Корпус		И	1,45	1:1
СЧ 15-32 ГОСТ 1412-85		Лист	Листов	1
БелГУТ		кафедра "Графика"		
Учб.		Формат А3		
И.контр.		Копировал		
Учб.		Дата		
Разраб.		Лекция		
Проб.		Лекция		
Т.контр.		Лекция		
И.контр.		Лекция		
Учб.		Лекция		

Изд. № подл.	Подпись и дата	Взам. учб. № инд. № подл.	Изд. № подл.	Изд. № подл.
--------------	----------------	---------------------------	--------------	--------------

Рисунок 79

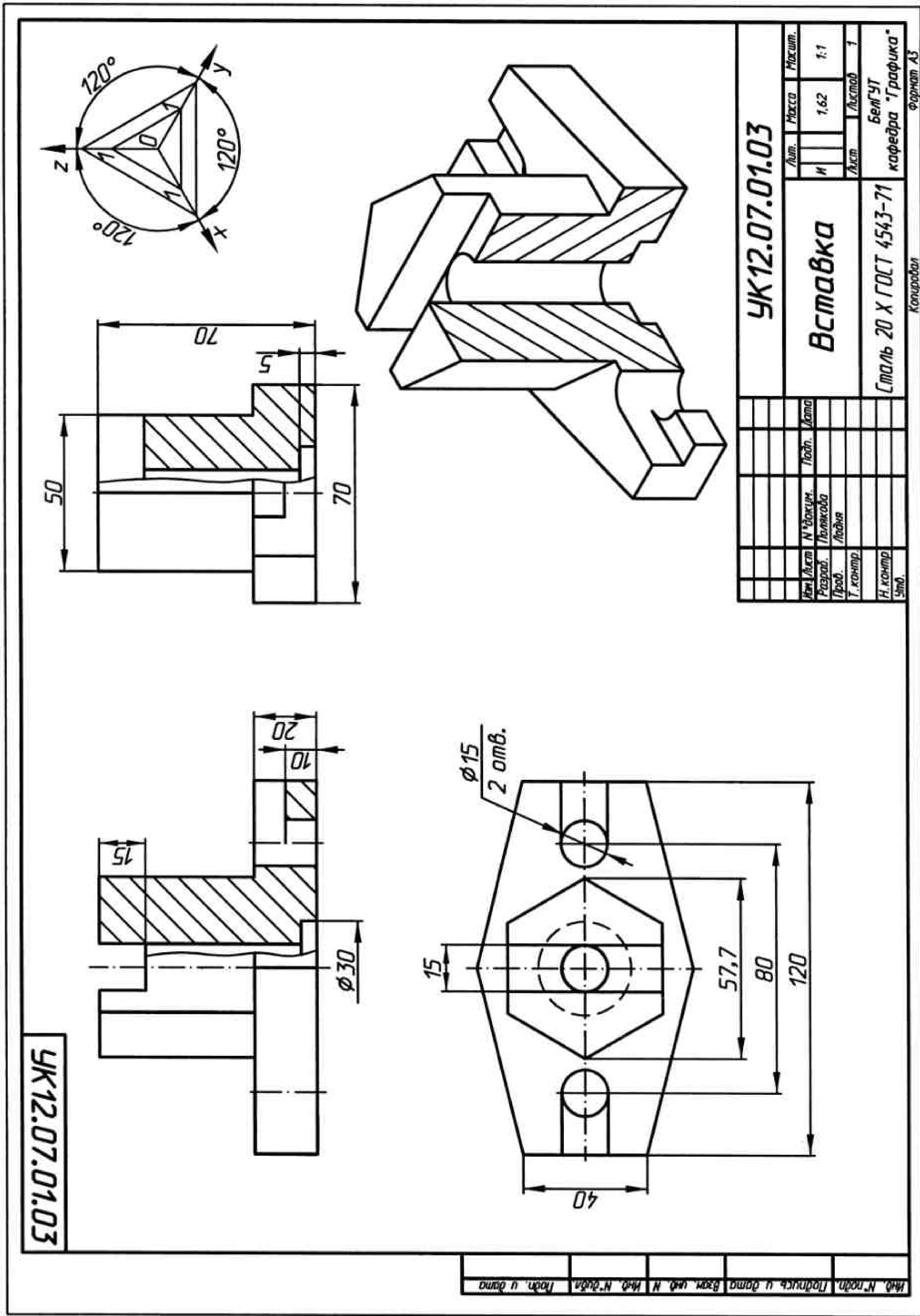
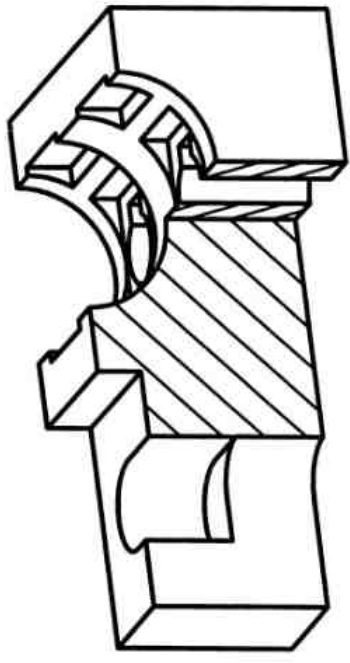
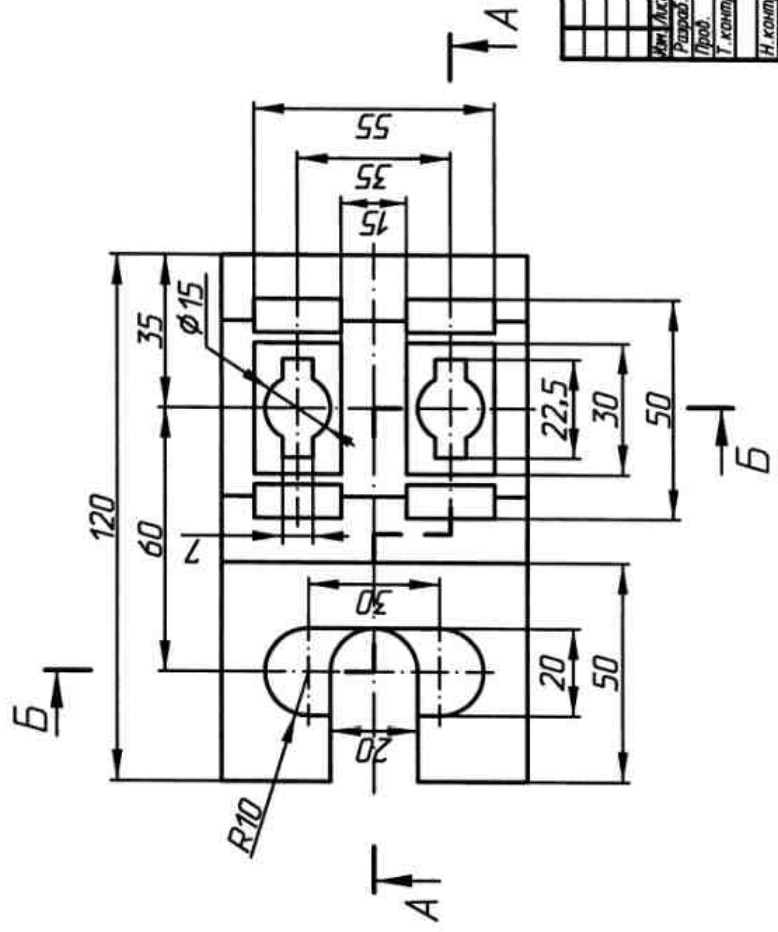
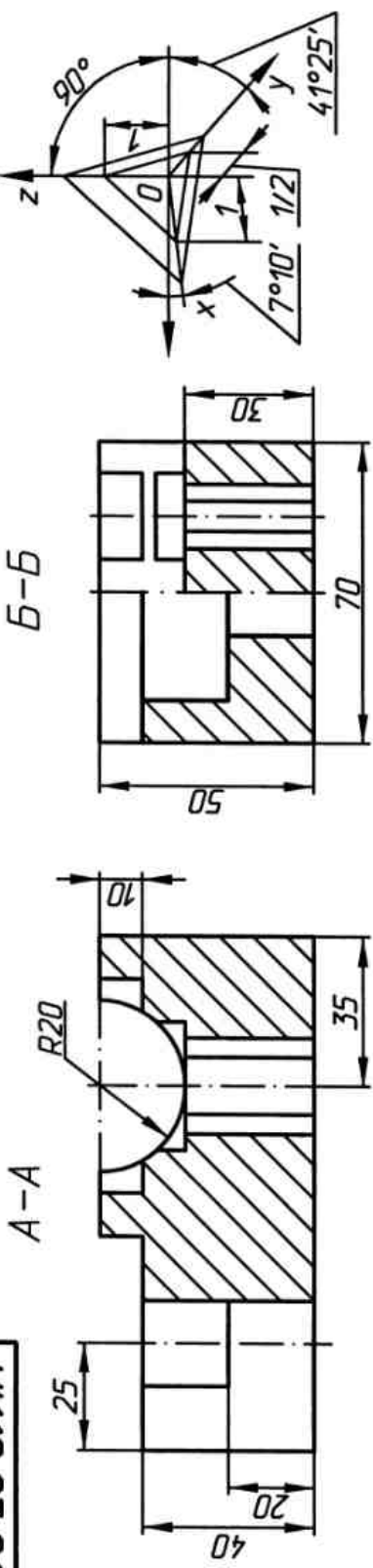


Рисунок 80

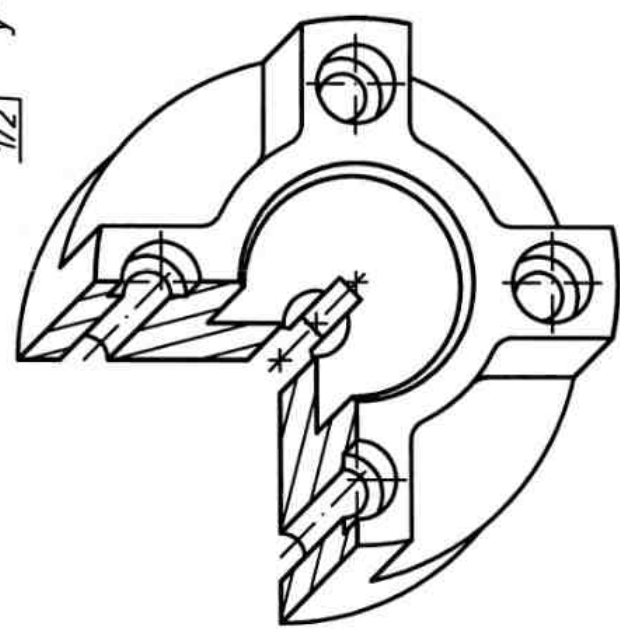
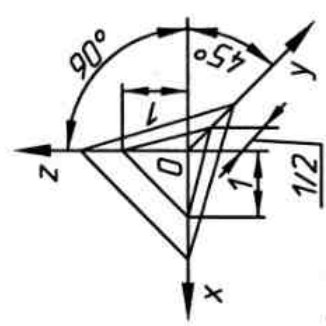
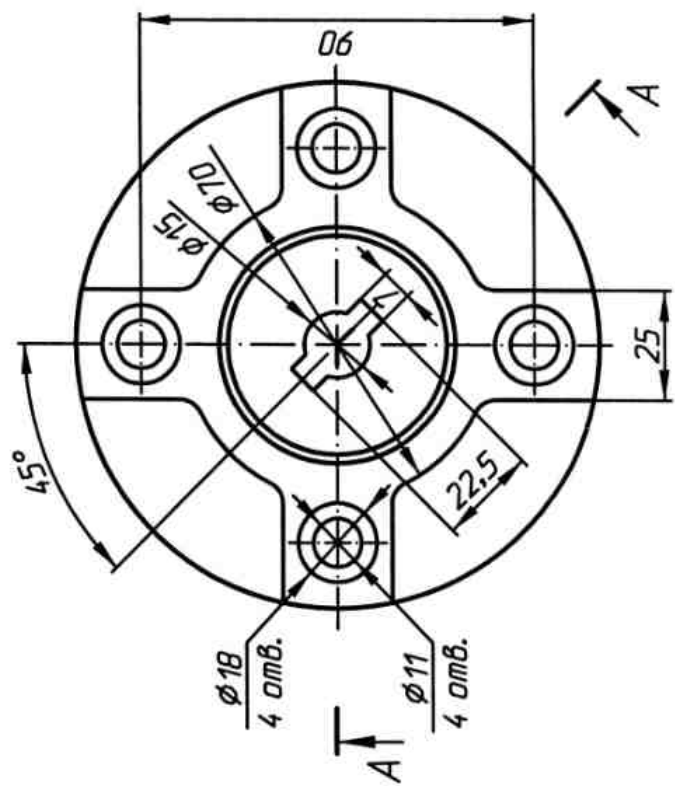
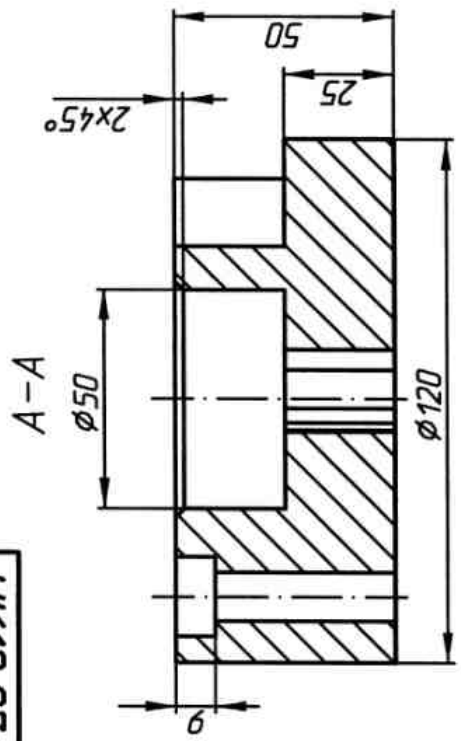
УК12.07.01.05



УК12.07.01.05		Лист	Масса	Масштаб
Опора		И	2.2	1:1
БРДЦ 4-4-4 ГОСТ 5017-74		Лист	Листов	1
БелГУТ		кафедра "Графика"		
Ин. контр.		Контроль		
Упр.		Формат А3		

Рисунок 82

УК12.07.01.06



УК12.07.01.06		Лист	Масса	Макшп.
Муфта		И	2,68	1:1
		Лист	1	Листов 1
А/19 ГОСТ 2685-75		БелГУТ кафедра "Графика"		
Копировал		Формат А3		
Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №
Разработ.	Проверено	Лист	Лист	Лист
Гроби.	Лист	Лист	Лист	Лист
Т. контр.	Лист	Лист	Лист	Лист
И. контр.	Лист	Лист	Лист	Лист
Упр.	Лист	Лист	Лист	Лист

Рисунок 83

ISBN 985-468-132-7



9 789854 681320 >

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Левицкий, В. С.** Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей/ В. С. Левицкий. М.: Высшая школа, 1998. – 423 с.
- 2 **Хаскин, А. М.** Черчение/ А. М. Хаскин. – К.: Высшая школа, 1985. – 444 с.
- 3 **Матвеев, А. А.** Черчение/ А. А. Матвеев, Д. М. Борисов, П. И. Богомолов. – Л.: Машиностроение, 1979. – 479 с.
- 4 **ГОСТ 2.301–68–2.319–81 ЕСКД.** Общие правила выполнения чертежей. – Введ. 1971-01-01. – М., 1985. – 223 с.
- 5 **ГОСТ 2.001–70–2.121–73 ЕСКД.** Основные положения. – Введ. 1971-01-01. – М., 1975. – 689 с.
- 6 **ГОСТ 2.404–68–1.426–74 ЕСКД.** Правила выполнения чертежей различных деталей. – Введ. 1971-01-01. – М., 1976. – 268 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	3
1.1 Форматы.....	3
1.2 Масштабы.....	4
1.3 Линии чертежа.....	5
1.4 Шрифты чертежные.....	5
1.5 Нанесение размеров.....	9
1.6 Геометрические построения (уклон, конусность, сопряжения).....	11
<i>Указания к выполнению работы «Геометрическое черчение».....</i>	13
2 ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ.....	17
2.1 Основные виды.....	17
2.2 Разрезы.....	18
2.3 Аксинометрические проекции.....	21
<i>Указания к выполнению работы «Проекционное черчение» и варианты заданий.....</i>	22
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	61

Учебное издание

*ЛОДНЯ Вячеслав Александрович,
БРЕЛЬ Елена Васильевна*

Геометрическое и проекционное черчение

Учебно-методическое пособие для студентов инженерно-технических специальностей

Редактор М. П. Д е ж к о
Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а
Корректор Л. И. П а н ь к о в а

Подписано в печать 07. 06. 2006 г. Формат 60x84 1/8.
Бумага газетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе. Усл. печ. л. 7, 44. Уч.-изд. л. 7, 83. Тираж 500 экз.
Зак. № 1437. Изд. № 4370.

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный университет транспорта:
ЛИ № 02330/0133394 от 19. 07. 2004 г.
ЛП № 02330/0148780 от 30. 04. 2004 г.
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.