

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Компьютерная и инженерная графика»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

Шпак М.А., Врублевская С.С. Компьютерная и инженерная графика. Методические указания (лабораторный практикум). Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2026. – 102 с.

Учебное пособие (лабораторный практикум) предназначено для оказания методической помощи при выполнении работ во время аудиторных занятий, по дисциплине «Компьютерная и инженерная графика». Содержит основные теоретические положения; рассмотрены примеры решения задач и выполнения заданий; приведены образцы оформления листов графической части и контрольные вопросы для проверки усвоения материала. Предназначены для студентов по направлению подготовки: 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств направленность (профиль): "Технология машиностроения" Квалификация выпускника: Бакалавр.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторная работа № 1. Управление листами, заполнение основной надписи при создании графических документов в системе КОМПАС и/или Autocad.	6
Лабораторная работа № 2. Команды редактирования объектов в системе КОМПАС и/или Autocad.	17
Лабораторная работа №3. Выполнение разреза объекта в аксонометрической проекции.	30
Лабораторная работа №4. Условное обозначение резьбовых соединений на технических чертежах.	37
Лабораторная работа №5. Обозначение неразъемных соединений на технических чертежах.	44
Лабораторная работа № 6. Эскизирование.	51
Лабораторная работа №7. Детализование.	58
Приложение А	
ПриложениеБ	

Введение

Дисциплина «Компьютерная и инженерная графика» относится к обязательной части учебного плана. Ее освоение происходит в 4-ом семестре.

Изучение дисциплины «Компьютерная и инженерная графика» опирается на знания, полученные при изучении следующих дисциплин: Введение в специальность, Начертательная геометрия и инженерная графика, Основы проектной деятельности, Детали машин и основы конструирования, Метрология, стандартизация и сертификация.

Изучение дисциплины способствует формированию у выпускников направления подготовки 15.03.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств следующих компетенций:

ИД-2_{ОПК-6} Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

ИД-1_{ОПК-10} Владеет современными CAD-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий

Знания и умения, приобретаемые студентами в результате освоения дисциплины:

понимает принципы работы современных информационных технологий и использует их для решения задач профессиональной деятельности;

владеет современными CAD-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий.

Дисциплина «Компьютерная и инженерная графика» базируется на изучении основных требований и положений ЕСКД и применении их при выполнении конструкторской документации. Инженерная графика несет основную нагрузку в графической подготовке бакалавров, являясь одним из важнейших компонентов его общетехнической подготовки.

Решение задач и задания выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297х420). Площадь, занятая построениями, должна составлять 75%. Все построения проводятся с возможно большей точностью и аккуратностью в карандаше (марки ТМ и М). На эюре (чертеже) должны быть сохранены вспомогательные линии построений, выполненные сплошными тонкими линиями. Все надписи должны выполняться стандартным шрифтом размером 3,5; 5 и 7 в соответствии с ГОСТ 2.304-81.

Студент выполняет все задания по индивидуальному варианту, определенному преподавателем.

Лабораторная работа № 1. Управление листами, заполнение основной надписи при создании графических документов в системе КОМПАС и/или Autocad.

Цель работы: Изучение основных типов файлов и их подготовки к началу работы, алгоритма создания простых примитивов и использования их с основными режимами черчения в среде Autodesk Autocad.

Формируемые компетенции:

ИД-2_{ОПК-6} Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

ИД-1_{ОПК-10} Владеет современными CAD-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий

Актуальность темы: обусловлена необходимостью изучения и освоения базового инструментария для работы с пакетами векторной графики. Знания, полученные в рамках лабораторного занятия будут востребованы на протяжении всей профессиональной деятельности.

Из курса инженерной графики известно, что началу создания любого чертежа предшествует рутинная работа по изготовлению рамки и основной надписи, которые увеличивают время необходимое для выполнения проекта.

Использование систем автоматизированного проектирования, даже на начальном этапе их освоения пользователем, позволит сократить рутинную составляющую процесса проектирования за счет использования единожды выполненных рамок и основных надписей определенных форматов. К тому же, хоть вычерчивание рамки с основной надписью, на начальном этапе использования системы, и занимает достаточно длительное время, позволяет пользователю на конкретном примере понять такие режимы работы как режим ортогонального черчения, использование объектных привязок и динамического ввода.

Создание рамки формата А4 и основной надписи, показанных на рисунке 0.1, подразумевает под собой использование строго горизонтальных и вертикальных

отрезков, построение которых вызывает определенные трудности. AutoCAD, являясь достаточно мощной системой автоматизированного проектирования, предлагает пользователям в подобных случаях использовать специальный режим названный «Орто».



Рисунок 0.1– Рамка А4 с основной надписью

При выключенном режиме «Орто», пользователю для построения строго горизонтального (вертикального) отрезка придется или вводить точные координаты данного отрезка или выверять указателем курсора положение, при котором отрезок станет горизонталью (вертикалью). Построение отрезка при выключенном режиме «Орто» показано на рисунке 0.2.

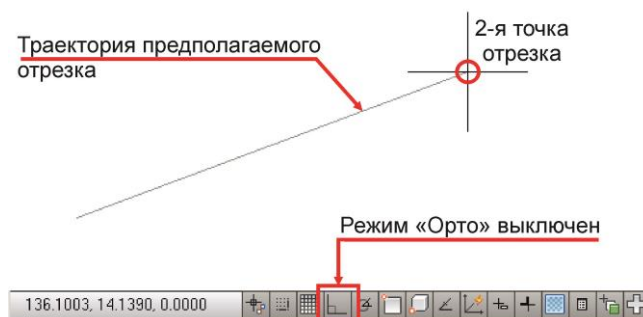


Рисунок 0.2– Построение отрезка без режима «Орто»

Из рисунка 0.2 видно, что вторая точка отрезка жестко привязана к центру указателя курсора из-за чего от пользователя требуется точно указывать положение второй точки. Это в свою очередь влияет на скорость и качество проектирования.

Включение режима «Орто», как и многие другие действия в программе, возможно выполнить несколькими путями: нажатием пиктограммы , расположенной на строке состояния, либо нажатием горячей клавиши F8. Важно отметить, что все активные в текущий момент режимы имеют подсветку цветом отличным от цвета строки состояния.

Построение того же самого отрезка при включенном режиме «Орто» показано на рисунке 0.3.



Рисунок 0.3– Построение отрезка в режиме «Орто»

Как видно из рисунка 0.3, жесткая связь второй точки и центром указателя курсора, при черчении в режиме «Орто», теряется, но при этом они располагаются на одной линии. Важно отметить что, воображаемая линия на которой находится вторая точка отрезка и центр указателя курсора, не должна превышать длины строящегося отрезка, в противном же случае программа автоматически поставит вместо строящейся горизонтали вертикаль. В связи с этим наиболее удобным способом построения отрезков заданной длины является указание начальной точки, направления в котором должен быть построен отрезок и ввода с клавиатуры длинны. Данный способ показан на рисунке 0.4.



Рисунок 0.4 – Построение отрезка заданной длины

Единственным недостатком данного способа является то, что пользователь вводя длину отрезка вынужден отвлекаться и смотреть в командную строку, так как вводимые значения отображаются именно там. Данный недостаток решается при использовании еще одного режима который называется режим «Динамический ввод».

Данный режим позволяет сделать работу с программой еще более удобной за счет появления рядом с курсором небольшого окна, отображающего вводимые значения для команд. Включение режима «Динамический ввод» производится при помощи пиктограммы  либо клавиши F12. Построение отрезка с включенным режимом показано на рисунке 0.5.

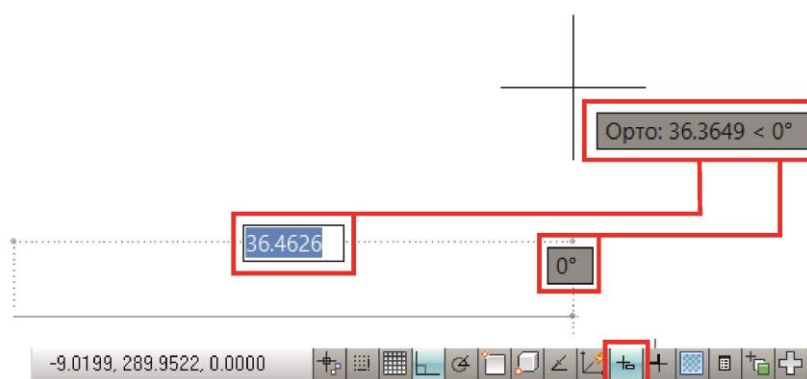


Рисунок 0.5– Построение отрезка в режиме «Динамический ввод»

Как видно из рисунка 0.5 при включении режима «Динамический ввод» рядом с траекторией отрезка появляются два окна с его параметрами, в одном из которых

указывается длина, а в другом угол наклона относительно точки отсчета. Переключение между окнами производится нажатием на клавиатуре кнопки табуляции «Tab», а обратно «Shift+Tab». Стоит отметить, что для каждого примитива предлагаются различные окна, позволяющие в полной мере настроить его параметры.

Итак все вышерассмотренное позволяет приступить к созданию рамки и первым шагом станет вычерчивание границ формата А4, размер которого составляет 210х 297 мм.

1. Необходимо включить режимы «Орто» и «Динамический ввод».

2. Необходимо выбрать примитив «ОТРЕЗОК» и ввести координаты первой точки, за которые примем начало координат, то есть $X=0$ $Y=0$. После чего необходимо указать направление, в нашем случае вправо, и ввести размер первого отрезка равный 210, после чего нажать ввод (рисунок 0.6). Размер 210 является горизонтальным размером формата А4, так как данный формат, согласно стандарту, может иметь только вертикальное расположение.

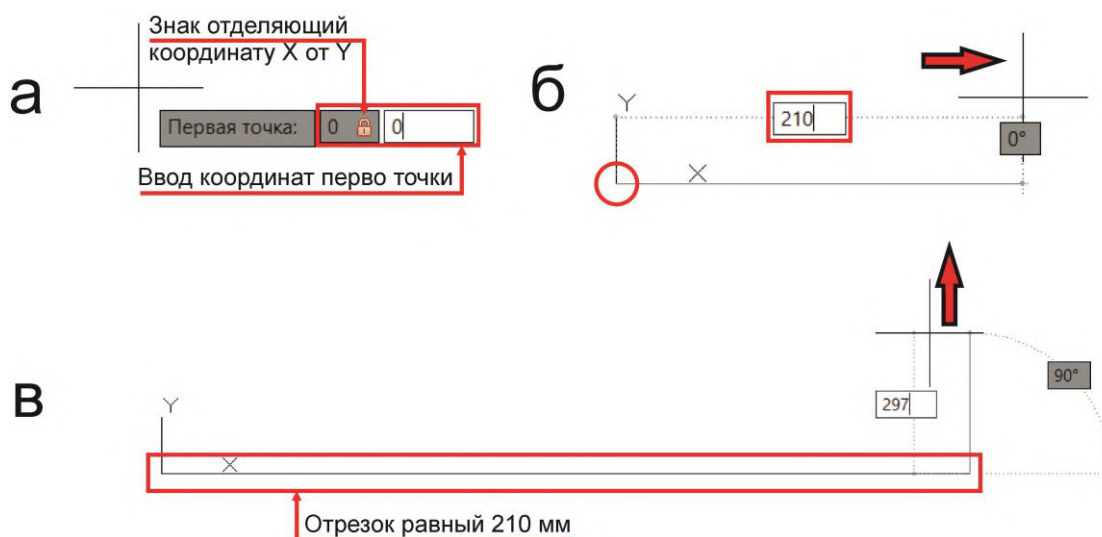


Рисунок 0.6– Построение границ формата А4

Знак замка, показанный на рисунке 0.6 а, разделяет вводимые координаты, и появляется после ввода запятой между координатами X и Y, и служит разделителем при введении различных параметров. На рисунке 0.6 б показано место куда поставлена первая точка отрезка, указанно направление движения указателя курсора и вводимый размер.

3. После построения первого отрезка программа предлагает указать новую точку для построения второго отрезка, которая должна находиться на расстоянии 297 мм от предыдущей.

4. Далее необходимо указать третий отрезок равный первому и направленный в противоположную сторону (рисунок 0.7).

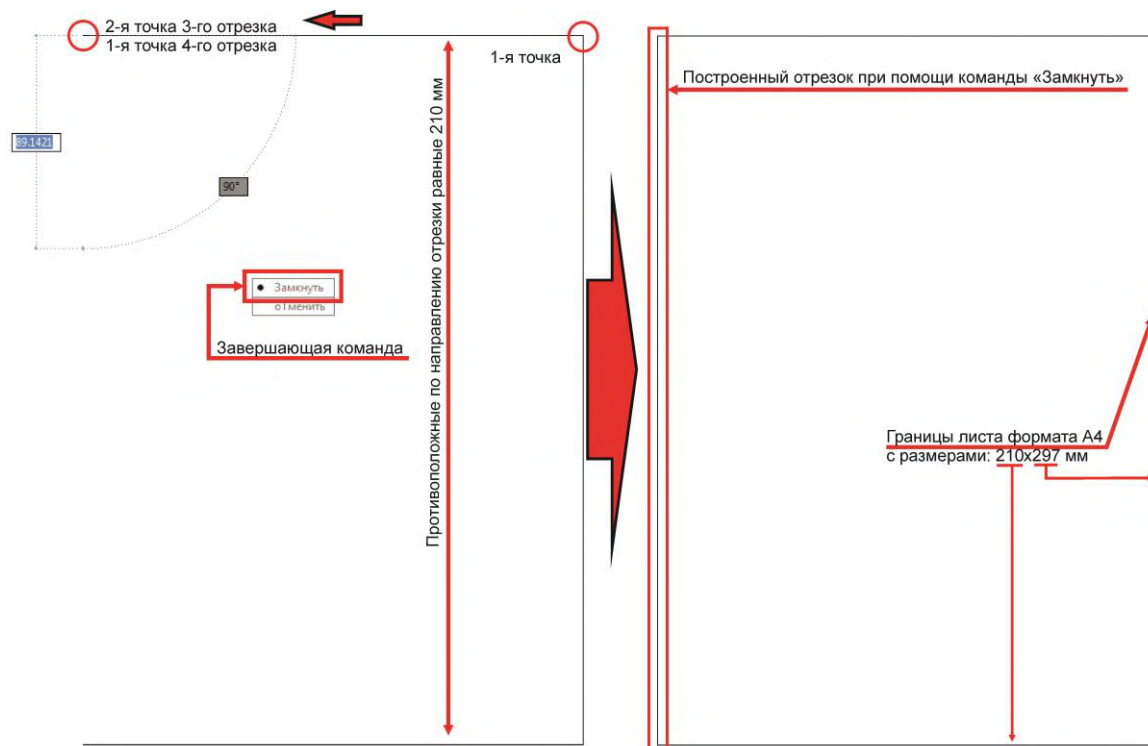


Рисунок 0.7 – Границы рамки формата A4

5. Завершающим этапом создания границ листа является построение четвертого отрезка, длина которого равна длине второго. Но вместо указания длины с клавиатуры существует способ создать замкнутый контур при помощи команды «Замкнуть», применение которой показано на рисунке 0.7.

6. Следующим шагом в создании основной надписи является выполнение рамки, которая согласно ГОСТ 2.104-2006 должна располагаться относительно границ листа на следующих расстояниях: слева 20 мм; сверху, справа и снизу 5 мм (рисунок 0.8).

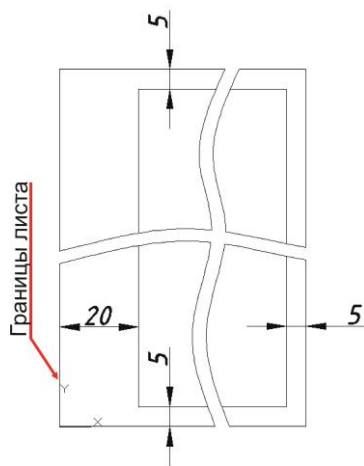


Рисунок 0.8 – Рамка

Из рисунка 0.8 видно, что первая точка отрезка, при построении рамки, должна иметь координаты $X=20$ и $Y=5$, а сама рамка стороны 185 мм и 287 мм. При этом ее построение аналогично построению границ листа.

После построения рамки, чертеж, показанный на рисунке 0.7 должен принять вид, показанный на рисунке 0.9.

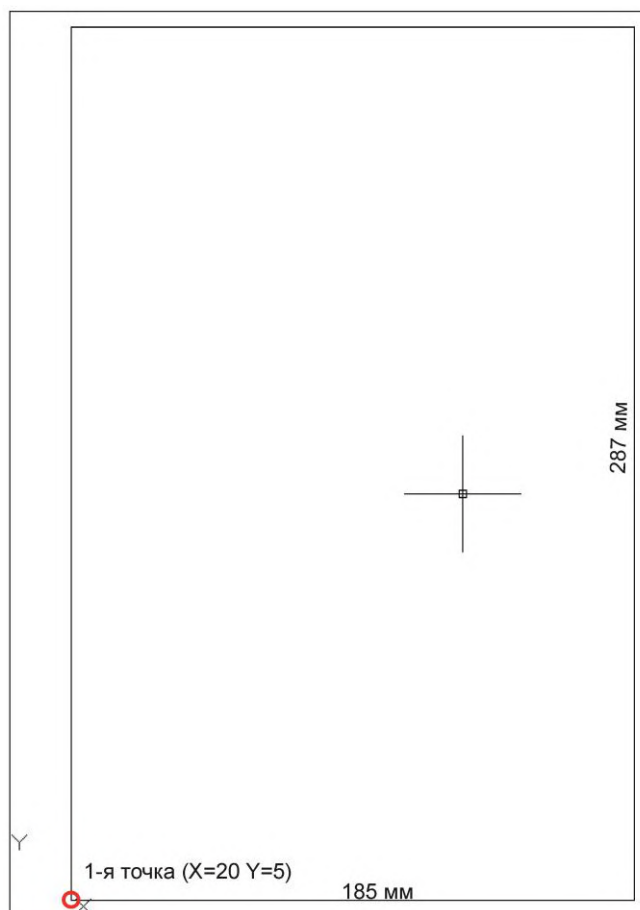


Рисунок 0.9 – Границы листа с рамкой

7. Следующим этапом выполнения формата является создание основной надписи.

Построение даже такого простого объекта как основная надпись потребует от пользователя вычислений координат всех точек, что нельзя назвать удобным. AutoCAD предоставляет пользователю два пути решения данной проблемы, один из которых это ввод относительных координат, а второй построение вспомогательных отрезков.

Относительные координаты отличаются от абсолютных лишь способом ввода и положением начала координат. В абсолютной системе координат в качестве начала координат выступает точка (0,0). В относительной системе координат в качестве начала координат выступает последняя указанная пользователем точка, например, последняя точка построенного отрезка.

Ввод относительных координат осуществляется, так же как и ввод абсолютных с той лишь разницей, что необходимо перед координатой «X» поставить знак собака «@».

Для выполнения основной надписи, показанной на рисунке **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, необходимо включить следующие режимы объектной привязки: «Конточка», и «Нормаль».

8. После указания первой точки необходимо указать направление и размер вспомогательного отрезка (рисунок **Ошибка! Источник ссылки не найден.б**). Данное действие выполняется аналогично построению границ формата, показанному на рисунке 0.6б. При этом видно, что вспомогательный отрезок лежит на границе рамки.

Результатом построения вспомогательного отрезка является получение первой точки верхней границы основной надписи. Для построения второй точки, при данном способе, уже не возникает необходимость указания длины отрезка, необходимо лишь переместить указатель курсора к противоположной границе рамки до появления маркера привязки «Нормаль», показанного на рисунке **Ошибка! Источник ссылки не найден.в**, и обозначить вторую точку щелчком мыши.

В результате выполнения описанных ранее действий чертеж примет вид, показанный на рисунке **Ошибка! Источник ссылки не найден.**г, а именно появится верхняя граница основной надписи расположенная на расстоянии 55 мм от рамки и прилегающая под прямым углом к вертикальным границам рамки.

9. Используя рассмотренный инструментарий, построить основную надпись, показанную на рисунке **Ошибка! Источник ссылки не найден.**.

10. Проверить построение на соответствие ГОСТ 2.104-2006, в случае необходимости провести дополнительные построения.

Результатом построений будет являться построенный формат А4 с рамкой и основной надписью.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Компьютерный класс, оснащенный интерактивным мультимедийным оборудованием (Проекторы EpsonEB-436Wi или EpsonEB-536Wi), вычислительной техникой с доступом к внутренней информационной сети; глобальной информационной сети; к технологии удаленных рабочих столов VDI.

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Студенту при работе на ПК запрещается:

- прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;
- переключать разъемы интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
- допускать попадание влаги на поверхность системного блока, монитора, иного оборудования, рабочую поверхность клавиатуры, дисководов, принтеров и других устройств;
- производить самостоятельное вскрытие и ремонт оборудования;
- работать на компьютере при снятых кожухах;
- отключать оборудование от электросети и выдергивать электровилку, держась за шнур.

ЗАДАНИЯ

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Выполнить создание чертежа.
3. При чертежа использовать наиболее рациональные пути построения геометрии.
4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В качестве отчета по лабораторной работе студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие функции активирует режим «динамический ввод»
2. Какими способами можно произвести построение активного примитива с включенным режимом «динамический ввод»
3. Какие существуют системы координат в autocad?
4. В какой системе координат возможно указание координаты первой точки примитива?
5. В какой системе координат возможно указание координат точек следующих за первой?
6. Дайте определение понятию объектная привязка.
7. Какие типы объектной привязки существуют в системе autocad и в чем их разница?
8. Возможно ли изменение цвета маркера привязки?
9. К каким точкам позволяет производить привязку параметр «конточка»?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нартя, В.И; Математическое обеспечение чертежа при конструировании деталей в машиностроении Электронный ресурс : монография / В.И. Нартя. - Математическое обеспечение чертежа при конструировании деталей в машиностроении, 2022-08-16. - Москва : Инфра-Инженерия, 2017. - 80 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-9729-0170-8

2. Каменев, С.В; Моделирование станка-гексапода в CAD-системе «Autodesk Inventor» Электронный ресурс : учебное пособие / С.В. Каменев. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 142 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-7410-1719-7

3. Соколова, Т. Ю. AutoCad для студента / Т.Ю. Соколова. - СПб. : Питер, 2007. - 256 с. : ил. - (Популярный самоучитель). - Прил.: с. 234-249. - ISBN 5-91180-015-2

Лабораторная работа № 2. Команды редактирования объектов в системе КОМПАС и/или Autocad.

Цель работы: изучения команд модификации свойств геометрических примитивов.

Формируемые компетенции:

ИД-2_{ОПК-6} Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

ИД-1_{ОПК-10} Владеет современными CAD-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий.

Актуальность темы: обусловлена необходимостью создания сложных чертежей, являющихся набором модифицированных примитивов. Знания полученные в рамках работы потребуются на протяжении всей профессиональной деятельности.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Выполнение любого сложного чертежа невозможно без возможности изменения построенных объектов. Как уже отмечалось ранее, векторные графические системы работают с примитивами, из которых и строятся чертежи. В векторной графике, в отличие от растровой, существует возможность редактирования примитивов, например, изменение расположения, масштаба или размеров. В системе AutoCAD для выполнения этих функций предназначена панель инструментов «Редактирование», показанная на рисунке 0.10.



Рисунок 0.10 – Панель инструментов «Редактирование»

На показанной панели расположены следующие функции (перечисленные слева направо): «Стереть»; «Копировать»; «Зеркальное отображение»; «Смещение»; «Массив»; «Переместить»; «Повернуть»; «Масштаб»; «Растянуть»; «Обрезать»; «Удлинить»; «Разорвать в точке»; «Разорвать»; «Соединить»; «Фаска»; «Сопряжение»; «Соединение кривых»; «Расчленить».

Помимо, показанной на рисунке 0.10, панели инструментов «Редактирование» существует простейшая возможность редактирования объектов при помощи ручек.

Ручками называются, появляющиеся при выделении объектов, точки которые могут быть отображены в виде квадратов, стрелок, треугольников. Они позволяют изменять размеры объектов, перемещать, масштабировать, поворачивать и копировать объекты. Но при этом для каждого конкретно объекта набор параметров, которые можно изменить при помощи ручек является индивидуальным. Также разные ручки в одном и том же объекте позволяют производить различные действия, например, при редактировании отрезка ручка, расположенная по центру, позволяет растягивать, перемещать, поворачивать, масштабировать и зеркально отражать (рисунок 4.2а), а ручка, расположенная в конечной точке объекта кроме перечисленного еще и удлинять (рисунок 4.2б).

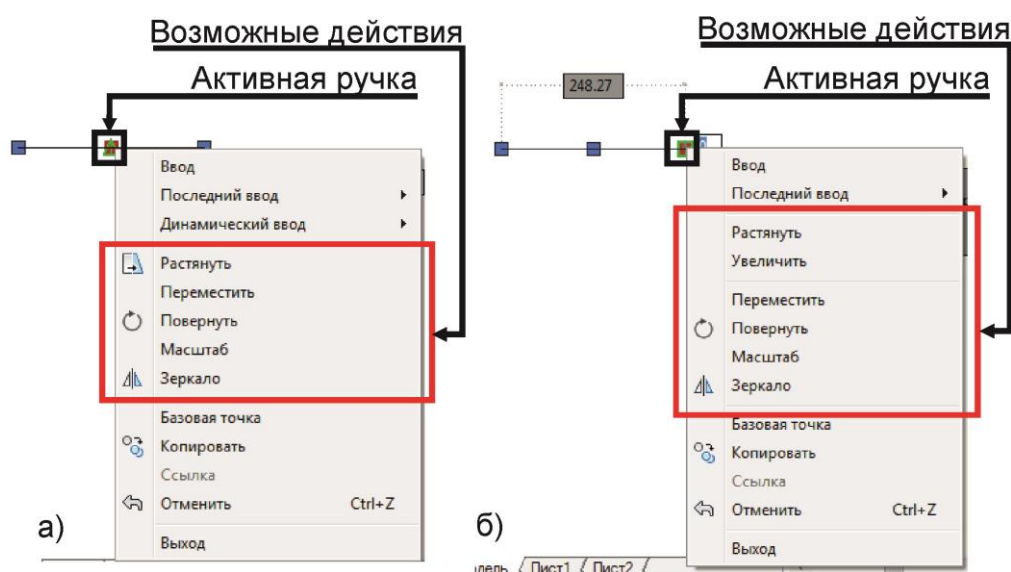


Рисунок 0.11 – Редактирование при помощи ручек

Для редактирования объектов при помощи ручек необходимо выбрать необходимую ручку при помощи щелчка левой кнопкой мыши на ней, а затем при помощи контекстного меню выбрать необходимое действие над объектом, или использовать варианты действия настроенные по умолчанию, например при выборе ручки, показанной на рисунке 0.11а по умолчанию произойдет перемещение отрезка, а при выборе ручки, показанной на рисунке 0.11б произойдет его удлинение отрезка.

В процессе проектирования или оформления чертежей достаточно часто возникают ситуации при которых необходимо многократное повторение одних и тех

же примитивов или групп примитивов. Для выполнения данной операции в системе AutoCAD существует функция «Копировать», располагающаяся в панели инструментов «Редактирование». Выполнение данной команды, и других команд редактирования, возможно двумя способами: первый способ выбрать команду редактирования а лишь затем выбрать необходимые примитивы, а второй способ выбор примитивов а затем выбор команды редактирования. Практика показывает, что наиболее удобный способ это выбор объектов до выбора команды так, как позволяет сэкономить время, и уменьшить сроки проектирования или оформления чертежей.

За выбором операции программа предлагает пользователю выбрать базовую точку, в качестве которой может быть использована любая точка примитива (группы примитивов) или же за его пределами. Далее необходимо указать место вставки, которое может быть указано при помощи расстояния смещения относительно базовой точки или же указанием курсора, в качестве точки вставки может быть использована точка располагающаяся на любом примитиве. Выполнение операции копирования показано на рисунке 0.12.

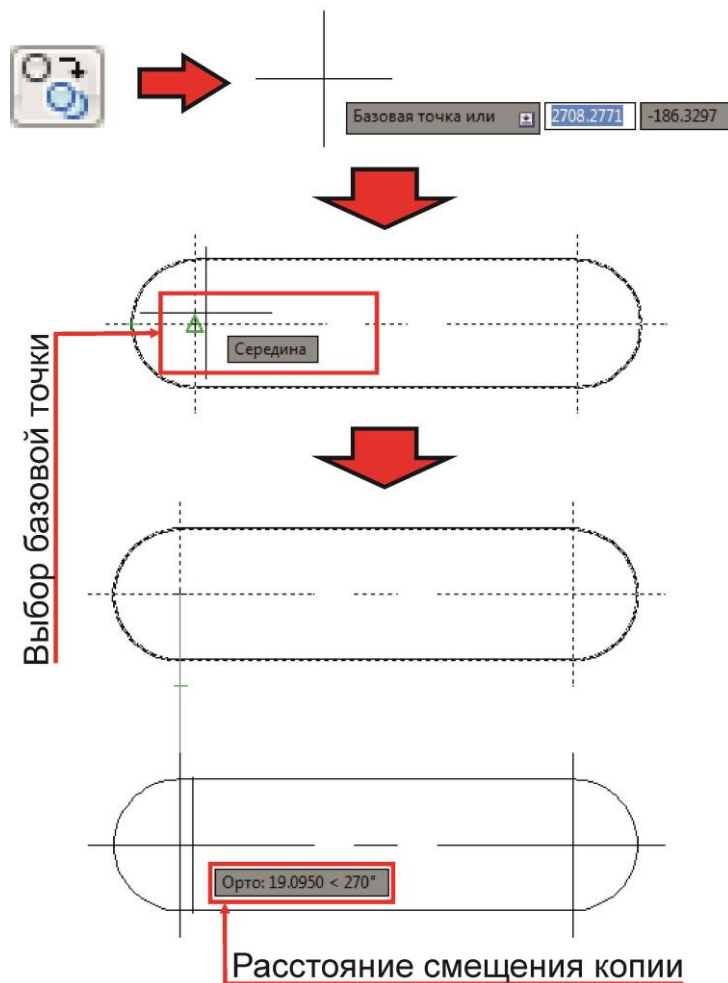


Рисунок 0.12 – Операция копирования

По умолчанию копирование выбранных объектов будет производиться до тех пор пока пользователь не завершит выполнение команды. Так же в системе AutoCAD существует возможность копирования при помощи сочетания клавиш «Ctrl-C», а вставка производится сочетанием «Ctrl-V», данный способ отличается от способа рассмотренного выше отсутствием возможности выбора базовой точки, выбор которой производится автоматически на пересечении воображаемых линий в крайнем левом углу примитива (группы примитивов), определение которой показано на рисунке 0.13.

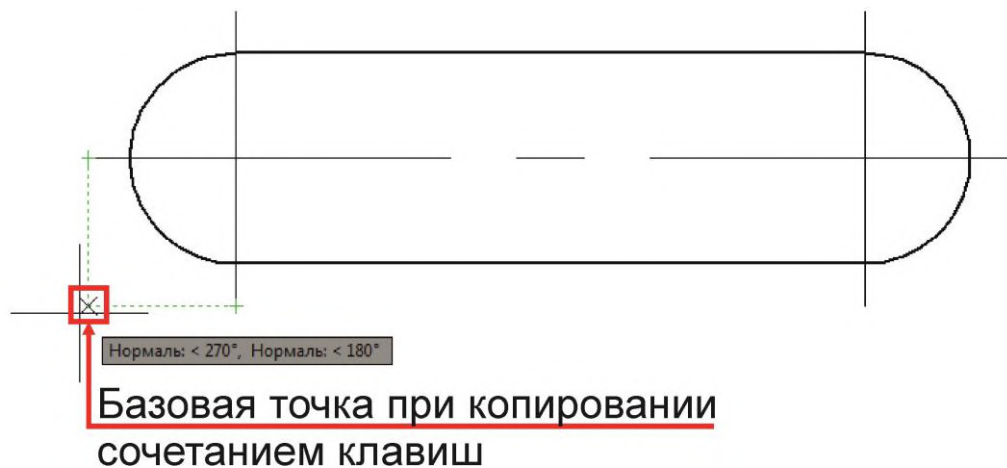


Рисунок 0.13 – Определение базовой точки

Еще одним способом является копирование объектов при помощи сочетания клавиш «Ctrl-Shift-C», который является сочетанием рассмотренных способов, так как для вставки необходимо сочетание клавиш «Ctrl-V», но при этом остается возможность выбора базовой точки копирования.

В процессе построения сложных объектов у пользователя может возникнуть необходимость построения подобных объектов аналогичных исходным но смещенных на равное от них расстояние. Данную задачу позволяет решить команда «Смещение», являющаяся одной из немногих команд для которой нет необходимости в выборе объектов заранее.

Часто помимо рассмотренного выше способа копирования перед пользователем возникает задача построения множества примитивов с одинаковыми свойствами, но расположенных на равных расстояниях или углах между друг другом, пример которых показан на рисунке 0.14

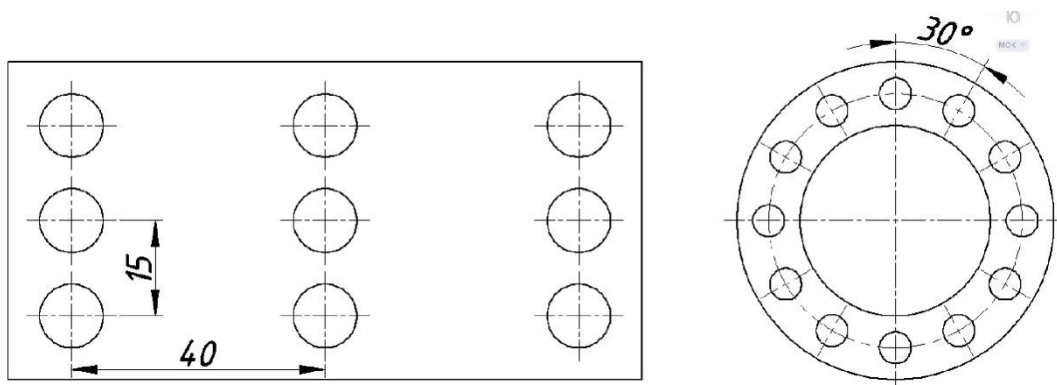


Рисунок 0.14 – Примеры массивов

Для осуществления подобных решений в программе существует функция «Массив». В системах автоматизированного проектирования массивом называется группа объектов расположенных на определенном расстоянии друг от друга, которые могут быть как однородными так и нет.

Круговой массив строиться при помощи одноименной команды выполняемой при нажатии пиктограммы . При построении кругового массива с заранее указанными объектами, выполняется механизм аналогичный построению прямоугольного массива, за той лишь разницей, что появляется дополнительное действие целью, которого является указание центра кругового массива, то есть точки относительно которой будет происходить вращение выбранных элементов. Пример построения кругового массива показан на рисунке 0.15

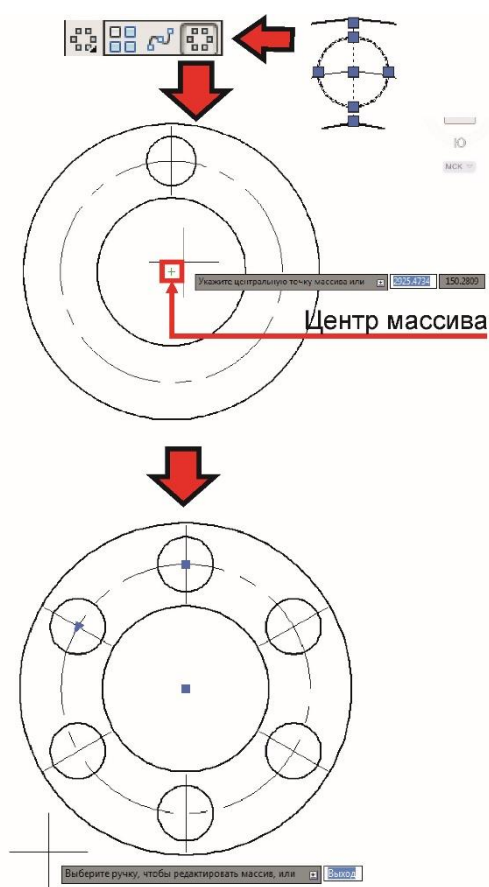


Рисунок 0.15 – Создание кругового массива

После чего пользователю предлагается настроить созданный массив при помощи ручек, назначение которых показано на рисунке 0.16.

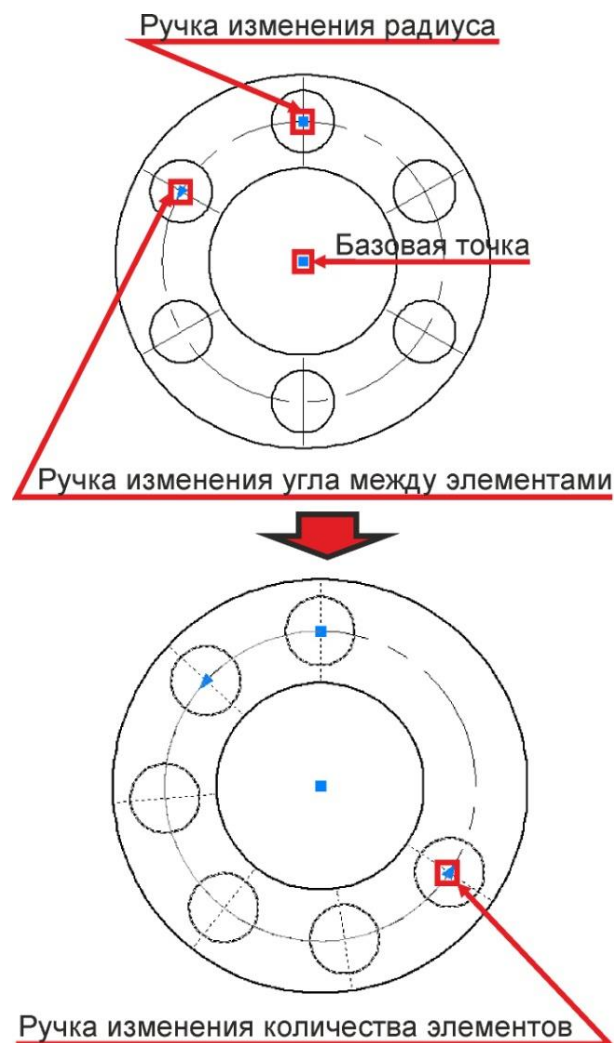


Рисунок 0.16 – Назначение ручек кругового массива

Рисунок 0.16 показывает, что ручка базовой точки выполняет действия аналогичные прямоугольному массиву, ручка измерения радиуса позволяет настраивать расстояние от центра до элементов (данная ручка имеет и другие функции настройки), а ручка изменения угла позволяет задавать угол между соседними элементами, причем угол не может быть больше чем угол равный 360° деленным на количество элементов. Также из рисунка 0.16 видно, что ручка изменения количества элементов при создании массива с настройками по умолчанию не отображается, а для ее появления необходимо уменьшения угла между элементами, также из рисунка видно, что круговой массив может описывать не полный круг, а ограничиваться определенной дугой.

Круговой массив строиться при помощи одноименной команды выполняемой при нажатии пиктограммы . Для построения данного массива необходима любая

криволинейная траектория, как правило, выполненная в виде сплайна. Алгоритм построения данного аналогичен алгоритму построения кругового массива, только вместо указания центра от пользователя требуется указание траектории массива. Пример построения массива по траектории показан на рисунке 0.17.

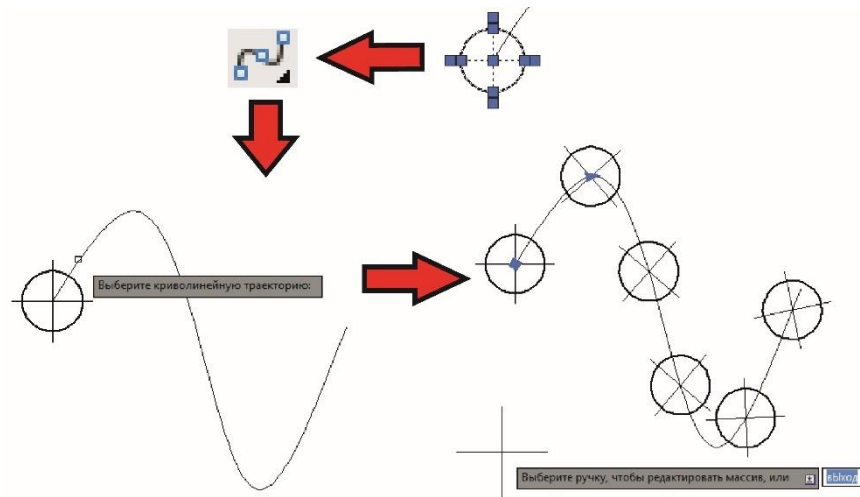


Рисунок 0.17 – Создание массива по траектории

Иногда возникают ситуации, когда необходимо изменить только часть объектов массива. Для этого необходимо при создании указать, что массив не должен быть ассоциативным, но в данном случае изменение его параметров станет невозможным, так как создается множество отдельных объектов.

Достаточно часто у пользователей возникает необходимость изменения положения объектов в рабочей области, например, для лучшей компоновки видов чертежа. Для выполнения этой цели существует команда «Переместить», выполнение которой полностью аналогично алгоритму копирования за тем лишь исключением, что перемещается исходный объект, а не его копия.

Поворот объектов осуществляется при помощи команды «Повернуть», и выполняется по аналогии с командами «Копировать» и «Переместить», то есть выбор объектов, активация команды, выбор базовой точки, поворот на необходимый градус. Следует помнить, что отсчет углов производится от воображаемой горизонтальной линии против часовой стрелки.

Масштабированием объекта называется изменение его размеров с сохранением пропорций, при этом это может быть как уменьшение, так и увеличение размеров. В системе AutoCAD изменение масштаба объектов происходит при помощи команды

«Масштаб» и выполняется полностью аналогично копированию, перемещению, повороту.

Масштабный коэффициент вводимы после указания базовой точки может записываться в двух видах: как десятичное число или же дробь

Обрезка и удлинение объектов происходит немного отлично от выполнения других команд, в связи с необходимостью выбора не объектов обрезки (удлинения) а ограничений, относительно которых и будет производиться обрезка (удлинение). Пример выбора ограничений показан на рисунке 0.18.

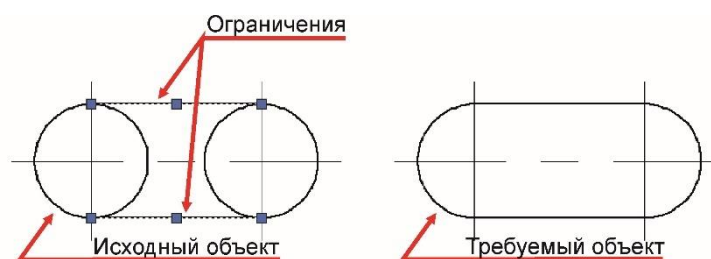


Рисунок 0.18 – Выбор ограничений для обрезки

Рисунок 0.18 показывает, что в случае необходимости удаления внутренних частей окружностей необходимо в качестве ограничений выбрать отрезки соприкасающиеся с ними. При это такой выбор ограничений позволяет при необходимости удалить и внешние части окружностей.

Выполнение команды «Удлинить» аналогично команде «Обрезать».

При этом необходимо отметить, что не все примитивы могут выступать в качестве ограничений, так к ограничениям нельзя относить текст, штриховку, а при использовании в качестве ограничения ассоциативных массивов и блоков необходимо указывать все входящие в них элементы лишь после активации команды.

Сопряжением в черчение называется плавный переход одной линии в другую. Команда «Сопряжение» расположенная в панели инструментов «Редактирование» обладает практически идентичным набором функций что и команда «Фаска», а разница заключается в замене вариантов «Длина» и «Угол» на «Радиус». В остальном же алгоритм построения одинаков.

Важным свойством команды «Сопряжение» является возможность построения исключительно внутренних сопряжений. Наиболее близким к данной команде инструментом является команда «Скругление», используемая в большинстве САПР

среднего уровня, для сглаживания острых граней определенным радиусом, как показано на рисунке Рисунок 0.19.

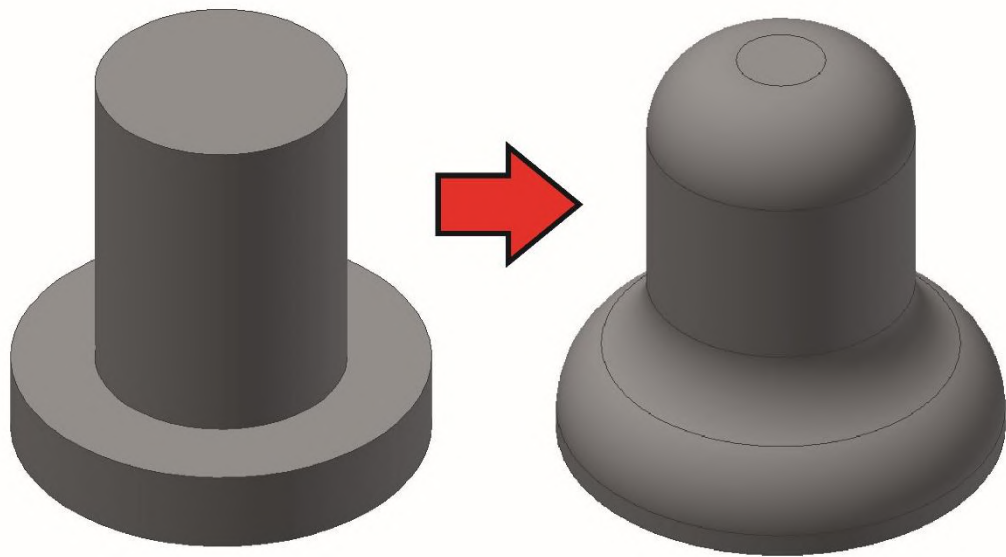


Рисунок 0.19 – Пример применения инструмента «Скругление»

В связи с чем построение внешних сопряжений до сих пор остается неавтоматизированным процессом создаваемым в несколько действий.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Компьютерный класс, оснащенный интерактивным мультимедийным оборудованием (Проекторы EpsonEB-436Wi или EpsonEB-536Wi), вычислительной техникой с доступом к внутренней информационной сети; глобальной информационной сети; к технологии удаленных рабочих столов VDI.

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Студенту при работе на ПК запрещается:

- прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;
- переключать разъемы интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
- допускать попадание влаги на поверхность системного блока, монитора, иного оборудования, рабочую поверхность клавиатуры, дисководов, принтеров и других устройств;
- производить самостоятельное вскрытие и ремонт оборудования;

- работать на компьютере при снятых кожухах;
- отключать оборудование от электросети и выдергивать электровилку, держась за шнур.

ЗАДАНИЯ

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Выполнить создание чертежа.
3. При чертежа использовать наиболее рациональные пути построения геометрии.
4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В качестве отчета по лабораторной работе студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Укажите наиболее характерные операции, выполняемые при помощи ручек.
2. В чем заключается разница между различными ручками одного и того же объекта?
3. В чем заключается разница между командами «отменить» и «ой»?
4. Опишите разницу между копированием при помощи команды «копировать» и сочетания клавиш «ctrl-c».
5. Опишите разницу между копированием при помощи команды «копировать» и сочетания клавиш «ctrl-shift-c».
6. Какие общие черты имеет алгоритм выполнения команд «копировать», «повернуть», «переместить» и «масштаб»?

7. Зеркальное отражение объектов может производиться только явных баз?
8. Что происходит с текстом при выполнении зеркального отражения?
9. Возможно ли построение смещенного контура сразу нескольких объектов?
10. Какое действие выполняет команда «массив»?
11. В чем заключается отличительная особенность массива выполненного по траектории от прямоугольного и кругового массивов?
12. Какие форматы значений используются при записи масштабного коэффициента?
13. В чем главное отличие команд обрезать/удалить от других команд редактирования?
14. Какие примитивы нельзя использовать в качестве ограничений при обрезке?
15. Возможно ли изменение исходных объектов ассоциативного массива?
16. Какие способы построения фасок существуют в системе autocad?
17. Какие виды сопряжений невозможно построить при помощи одноименной команды?
18. Для каких действий необходима команда «расчленить»?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нартя, В.И; Математическое обеспечение чертежа при конструировании деталей в машиностроении Электронный ресурс : монография / В.И. Нартя. - Математическое обеспечение чертежа при конструировании деталей в машиностроении, 2022-08-16. - Москва : Инфра-Инженерия, 2017. - 80 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-9729-0170-8
2. Каменев, С.В; Моделирование станка-гексапода в CAD-системе «AutodeskInventor» Электронный ресурс : учебное пособие / С.В. Каменев. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 142 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-7410-1719-7

3. Соколова, Т. Ю. AutoCad для студента / Т.Ю. Соколова. - СПб. : Питер, 2007. - 256 с. : ил. - (Популярный самоучитель). - Прил.: с. 234-249. - ISBN 5-91180-015-2

Лабораторная работа №3. Выполнение разреза объекта в аксонометрической проекции.

Цель: Получение навыков и умений при построении проекционных изображений деталей в масштабе.

Формируемые компетенции или их части:

ИД-2_{ОПК-6} Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

ИД-1_{ОПК-10} Владеет современными CAD-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий.

Актуальность темы: обусловлена необходимостью создания сложных чертежей, являющихся набором модифицированных примитивов. Знания полученные в рамках работы потребуются на протяжении всей профессиональной деятельности.

Теоретическая часть

Виды полностью выявляют внешние формы детали. Для выявления внутренних, невидимых наблюдателю, форм поверхностей (пустот) детали применяют разрезы (ГОСТ 2.305–68).

Для образования разреза (рисунок 1.1) деталь мысленно рассекают плоскостью P , называемой секущей. Часть детали, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью P , условно отбрасывают, а оставшуюся изображают на плоскости проекций P_2 , параллельной секущей, получая разрез. На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости (штрихуется), и то, что расположено за ней (не штрихуется).

Простым называется разрез, получаемый при использовании одной секущей плоскости.

Если секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций P_1 , то разрез называется горизонтальным (рисунок 1.2). Если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций P_2 , то разрез называется

фронтальным (рисунок 1.3). Если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций Π_3 , то разрез называется профильным (рисунок 1.4). Если секущая плоскость расположена под углом к горизонтальной плоскости проекций Π_1 , то разрез называется наклонным (рисунок 1.5).

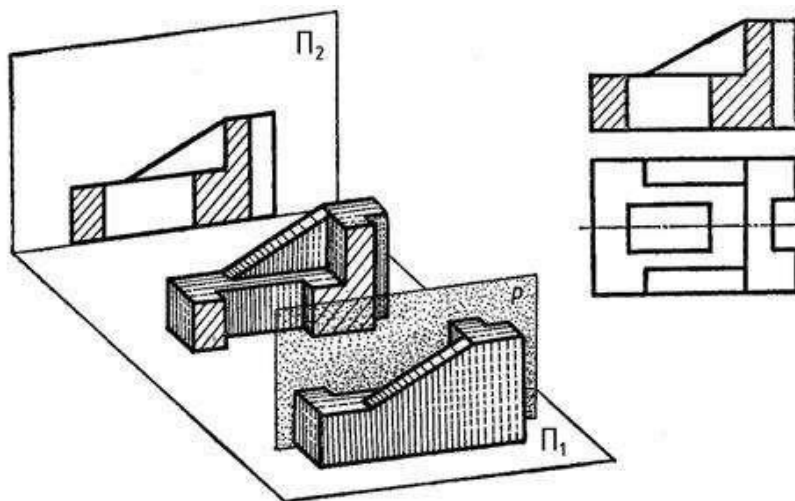


Рисунок 1.1—Образование разреза

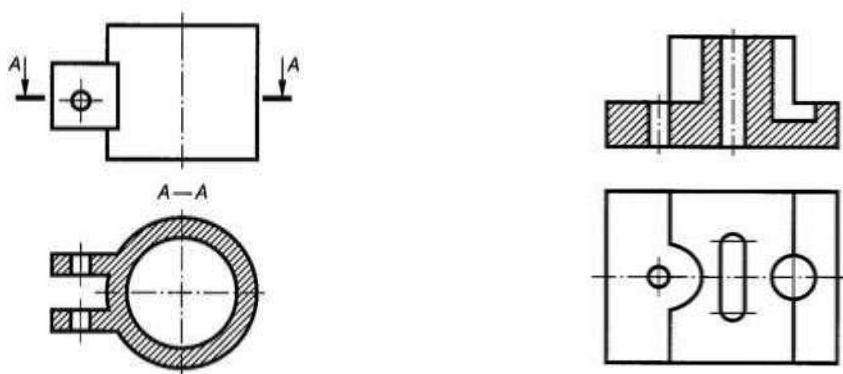


Рисунок 1.2—Горизонтальный разрез Рисунок 1.3—Фронтальный разрез

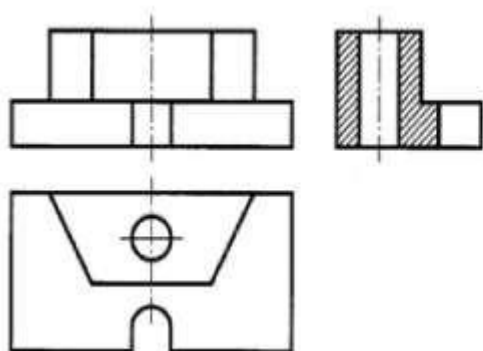


Рисунок 1.4—Профильный разрез

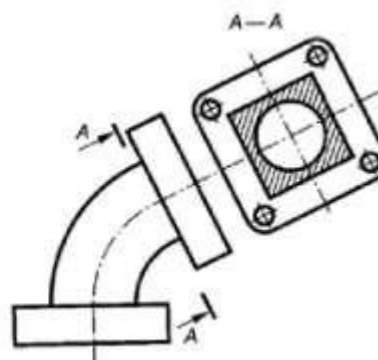


Рисунок 1.5 – Наклонный разрез

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией

сечения, представляющей собой разомкнутую линию толщиной от S до $1,5S$ указанием направления взгляда стрелками (рисунок 1.2 и 1.5). Толщина штрихов должна получаться в 1,5 раза больше толщины линий контура детали и штрихи не должны пересекать контур изображения. Стрелки наносят на расстоянии $2 \dots 3$ мм от внешнего края штриха. Линию сечения помечают одинаковыми буквами русского алфавита (например, А), которые наносят около стрелок с внешней стороны всегда параллельно основной надписи. Номер шрифта букв должен быть в 2 раза больше номера шрифта цифр размерных чисел. Над разрезом делают надпись типа А–А, которую всегда располагают горизонтально.

Обозначения секущих плоскостей и размеры штрихов приведены на рисунке 1.6.

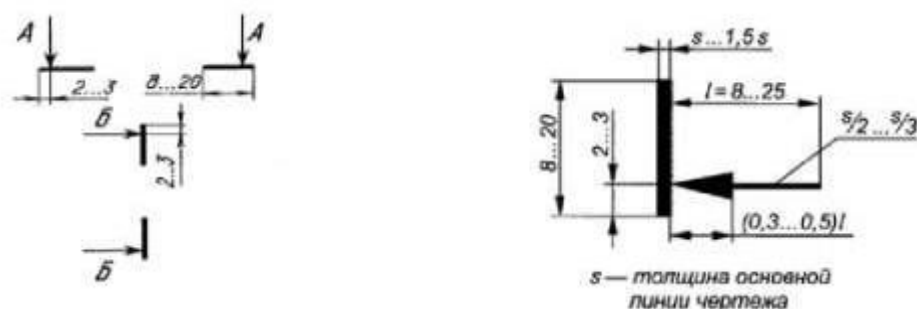


Рисунок 1.6 – Линия сечения

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали и разрез выполняется в проекционной связи, то в этом случае положение секущей плоскости не обозначается и разрез не подписывается (рисунок 1.3 и 1.4).

Разрезы штрихуются под углом 45° . Однако, если секущая плоскость проходит вдоль спицы маховика (рисунок 1.7а) или вдоль тонкой стенки (толщиной до 12 мм) типа «ребра жесткости» (рисунок 1.7б), то в разрезе они не штрихуются. При этом сверление в ребре показывают местным разрезом.

Соединение части вида и части разреза. Для симметричных деталей рекомендуется выполнять совмещение половины вида с половиной разреза. Разделяющей линией в это случае служит ось симметрии детали (рисунок 1.8а). При этом, как правило, разрезы располагают справа от вертикальной или внизу от горизонтальной оси симметрии.

При наличии ребра на внешней или внутренней поверхности детали,

совпадающего с осевой линией, следует соединять часть вида с частью разреза, разграничивая их сплошной волнистой линией. При этом линию надо проводить левее оси симметрии (рисунок 1.8б), чтобы в разрезе открыть внутреннее ребро, или правее (рисунок 1.8в), чтобы сохранить на виде наружное ребро. При наличии внутреннего и внешнего ребер разрез оформляется как на рисунке 1.8г.

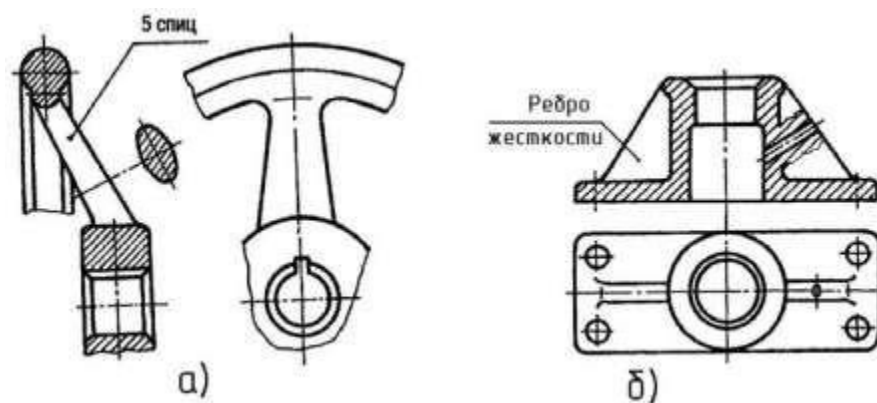


Рисунок 1.7 – Условности разрезов

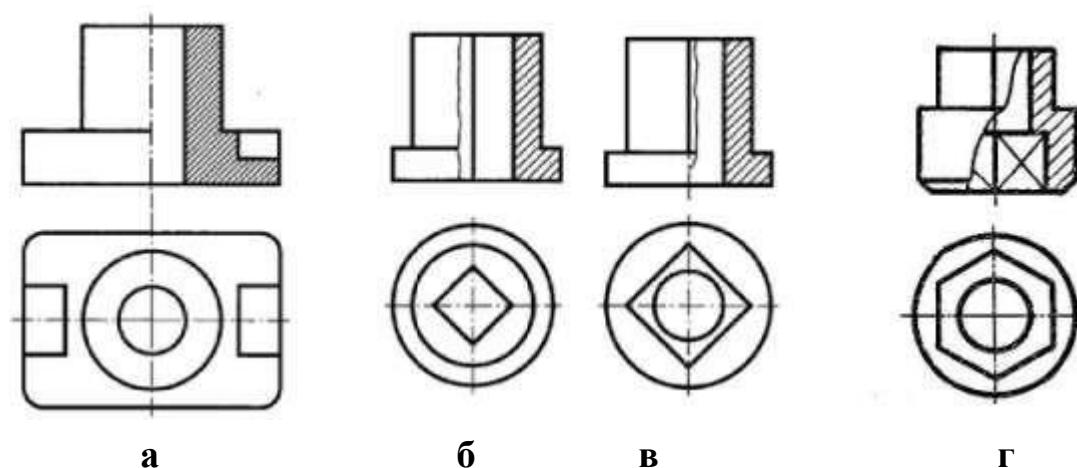


Рисунок 1.8 – Совмещение вида с разрезом

АксонOMETрическое изображение. На этом занятии необходимо будет выполнить аксонометрию детали с четвертью выреза, имеющую цилиндрические отверстия. В аксонометрии окружность проецируется в эллипс. Но для упрощения построений эллипс заменяют овалом.

Построение овала в изометрии в плоскости XOY и детали с четвертью выреза показано на рисунке 1.9. Для любой плоскости проекций большая ось овала всегда перпендикулярна оси, которой нет в этой плоскости, а малая ось совпадает с направлением отсутствующей оси.

В изометрии по осям X и Y размеры не изменяются. Поэтому на них откладываем отрезки AB и CD равные диаметру заданной окружности. Затем из точки B проводим перпендикуляр к оси Y до пересечения с осью Z в точке O_1 . В пересечении с горизонтальной прямой (большой осью овала) получаем точку O_2 . Точки O_1 и O_2 являются соответственно центрами дуг радиусов R и r , которыми соединяются точки C и B , B и D , а также A и C .

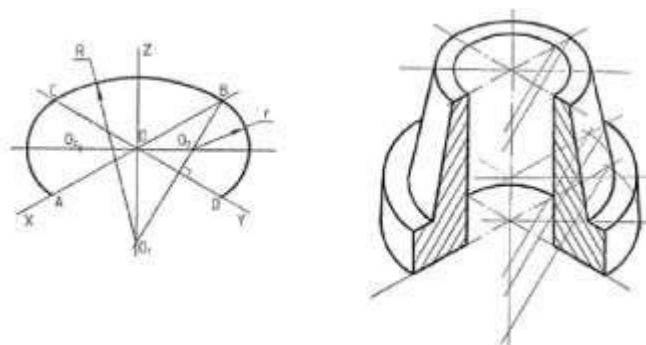


Рисунок 1.9 – Овал в изометрии и деталь с четвертью выреза

Построение овала в диметрии в плоскости XOY и детали с четвертью выреза показано на рисунке 1.10.

В диметрии размер не изменяется по оси X . Поэтому на ней откладываем отрезок AB равный диаметру заданной окружности. Затем из точки B проводим перпендикуляр к оси Y до пересечения с осью Z в точке K . Затем радиусом KM проводим дугу до пересечения с осью Z в точке O_1 . При пересечении прямой BK с горизонтальной прямой (большой осью овала) получаем точку O_2 . Точки O_1 и O_2 являются центрами дуг радиусов R и r , которыми проводятся дуги между точками B и A .

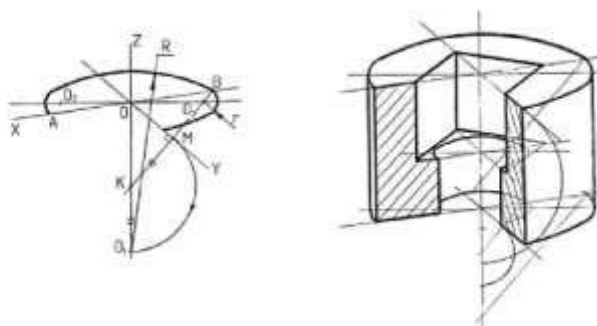


Рисунок 1.10 – Овал в диметрии и деталь с четвертью выреза

Комплект иллюстративного наглядного материала в электронном виде; набор чертежных инструментов; специализированный компьютерный класс САПР, с возможностью выхода в Интернет и обеспеченный мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации.

Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы ознакомиться с инструкцией по технике безопасности на рабочем месте и получить дополнительный инструктаж, о чем делается соответствующая запись в журнале инструктажа по технике безопасности.

Инструмент и детали следует располагать в удобном и безопасном для пользователя порядке.

Проверить освещение рабочего места – оно должно быть достаточным, свет не должен слепить глаза.

Внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок, убрать посторонние предметы.

Питание электроприборов осуществляется на переменном напряжении 220В, опасном для жизни. Поэтому включение и пользование электроприборами разрешается только при непосредственном наблюдении преподавателя.

Задания

На формате А3 по заданным двум видам построить третий вид. Данные своего варианта взять из Приложения А, таблица 18.

Выполнить фронтальный и профильный разрезы. Проставить все необходимые размеры.

Выполнить диметрическую проекцию с четвертью выреза. Заполнить основную надпись.

Содержание отчета

Выполненная работа должна быть представлена на листах формата А3, согласно предъявленным требованиям. Образец выполнения задания приведен в Приложении Б, рисунок 8.

Контрольные вопросы.

Что называется простым разрезом ?

Какие существуют виды простых разрезов?

В каких случаях обозначают секущую плоскость?

Как выполняют совмещение вида с разрезом?

С какого вида берут ширину детали при построении вида слева?

Как изображается внутреннее ребро детали на разрезе?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Ковалев, В.А. Инженерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Ковалев. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. — 279 с. — 978-5-7014-0802-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87106.html>

Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшее образование, 2009. — 471 с.: ил. — (Основы наук). — Библиогр.: с. 465-466. — ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике: учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А.А. Чекмарев. — 3-е изд., стер. — М.: Академия, 2008. — 128 с. — (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). — Библиогр.: с. 124. — ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373

Чекмарев, А. А. Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — Изд. 9-е, перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 2007. — 382 с.: ил. — (Общетеchnические дисциплины). — Библиогр. с. 370. — Предм.указ.: с. 371-377. — ISBN 978-5-06-00543-2.

Конакова, И.П. Основы оформления конструкторской документации [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / И. П. Конакова, Э. Э. Истомина, В. А. Белоусова. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 76 с. — 978-5-7996-1152-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68451.html>

<http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> -каталогстандартов ЕСКД.

<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Лабораторная работа №4. Условное обозначение резьбовых соединений на технических чертежах.

Цель: Получение навыков и умений при построении резьбовых соединений.

Формируемые компетенции или их части:

ИД-2_{ОПК-6} Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

ИД-1_{ОПК-10} Владеет современными САД-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий.

Теоретическая часть

Резьбой называют поверхность, образованную при винтовом движении плоской фигуры по цилиндрической или конической поверхности и задающей профиль резьбы. Все резьба стандартизованы (кроме прямоугольной).

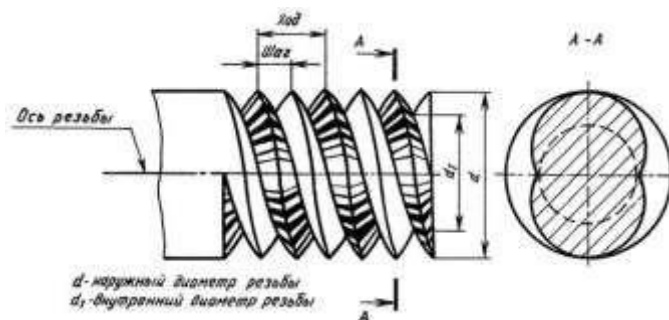


Рисунок 3.1 – Резьба цилиндрическая двухзаходная

Шаг резьбы P – это расстояние между соседними витками, измеренное параллельно оси резьбы между ее одноименными элементами (рисунок 3.1). Стандарты устанавливают для одного и того же номинального диаметра один крупный шаг резьбы и до пяти размеров мелких шагов.

Ход резьбы P_h – это величина осевого перемещения винта за один оборот на угол 360° (рисунок 3.1). В однозаходной резьбе ход равен шагу, а в многозаходной – произведению шага P на число заходов n , т. е. $P_h = nP$. На разрезе А–А видны концы двух винтовых ниток в виде полуокружностей. Многозаходную резьбу применяют там, где при малых углах поворота нужно получить большое перемещение.

Профиль резьбы – это контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось. В зависимости от профиля резьба называется: треугольная, трапецидальная, круглая и прямоугольная (рисунок 3.2). Резьба может быть – наружная (на валу) и внутренняя (в отверстии). Направление резьбы может быть левым и правым.

Рисунок 3.2а – метрическая резьба является основной крепежной резьбой.

Она измеряется в миллиметрах. На чертеже обозначается буквой М.

Рисунок 3.2б – трубная резьба применяется для соединения трубопроводов.

Она измеряется в дюймах ($1'' = 25,4$ мм). На чертеже обозначается буквой G.

Рисунок 3.2в – трапецидальная резьба (или ходовая) применяется на ходовых винтах станков. На чертеже обозначается буквой Tr.

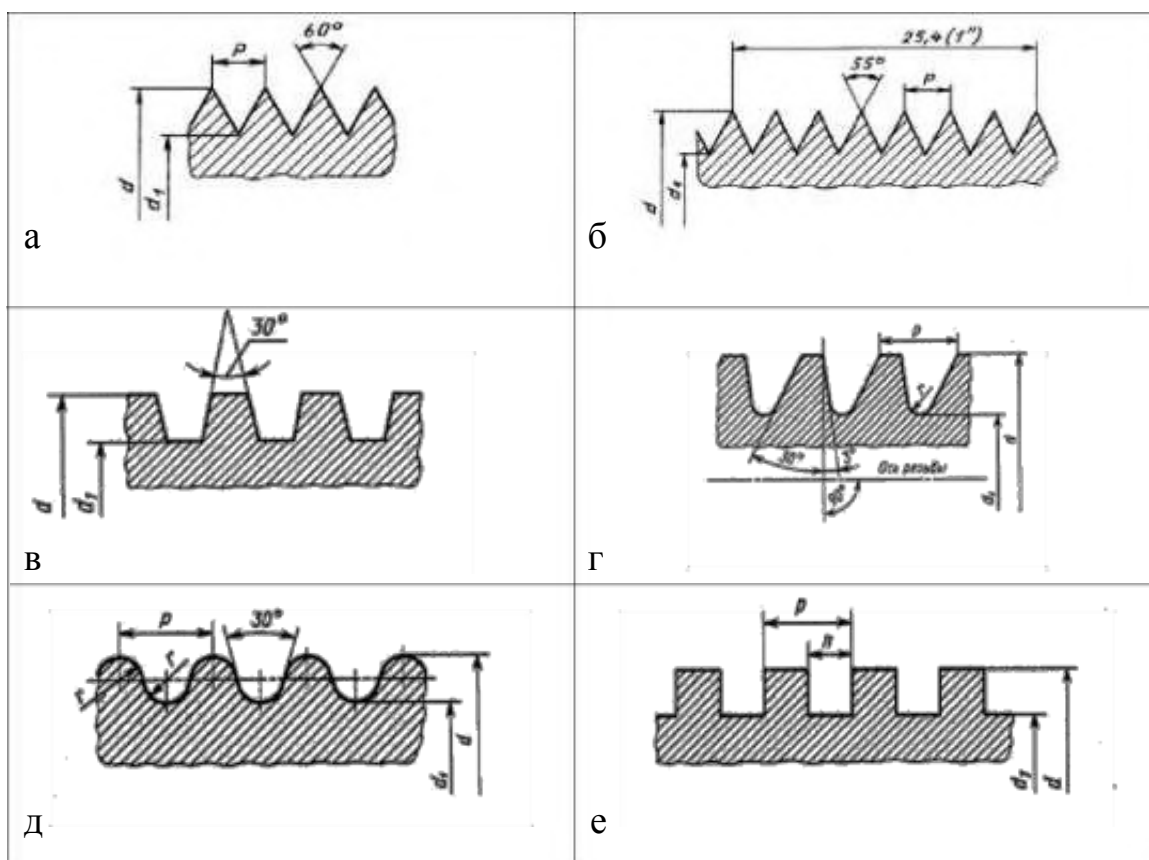


Рисунок 3.2. – Типы резьб

Рисунок 3.2г – упорная резьба (или силовая) применяется для восприятия больших осевых усилий в винтовых прессах, домкратах, тисках. На чертеже

обозначается буквой S.

Рисунок 3.2д – круглая резьба применяется в пожарной арматуре, сантехнике, электрических лампочках. Начертание обозначается буквой Кр.

Рисунок 3.2е – прямоугольная резьба относится к нестандартным. Все размеры проставляются конструктором на чертеже.

Изображение резьбы на чертеже. Вычерчивание резьбы в виде винтовой поверхности – трудоемкая работа, поэтому на чертежах ее изображают условно по ГОСТ 2.311–68 независимо от формы профиля и назначения (рисунок 3.3). На торце стержня и отверстия всегда делают фаски под углом 45°.

Наружная резьба (на стержне на рисунке 3.3а) изображается сплошными толстыми основными линиями по наружному диаметру d и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру d_1 , (примерно на расстоянии 1 мм) пересекая фаску. Линию, определяющую границу резьбы, обозначают в конце ее полного профиля сплошной толстой линией.

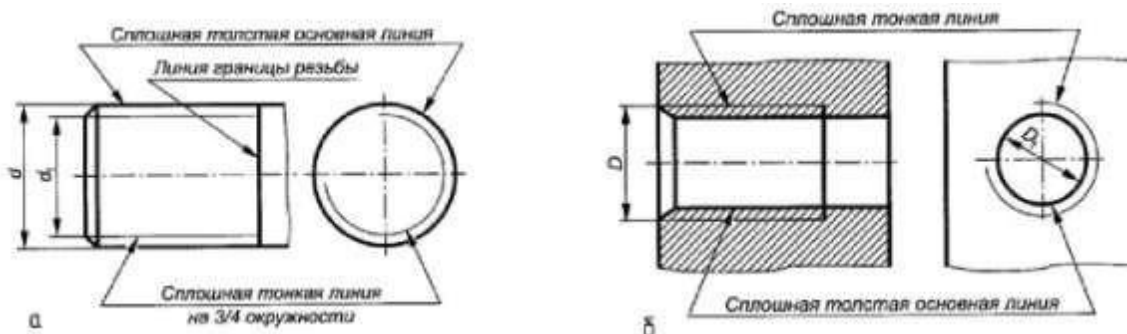


Рисунок 3.3 – Изображение резьбы

Внутренняя резьба (в отверстии на рисунке 3.3б) изображается сплошными толстыми основными линиями по внутреннему диаметру D_1 и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру D (по штриховке).

На виде слева проводят сплошную тонкую линию в виде дуги 3/4 окружности, разомкнутой в любом месте. Один конец дуги должен пересекать осевую линию, а другой конец – не доходить до нее. На этом изображении фаску не проводят.

При соединении двух деталей на резьбе (рисунке 3.4) их наружные и внутренние диаметры совпадают, так как имеют одинаковые номинальные размеры $D=d$. В месте соединения изображение резьбы выполняют по стержню, так как в разрезе стержень расположен ближе к наблюдателю и закрывает отверстие.

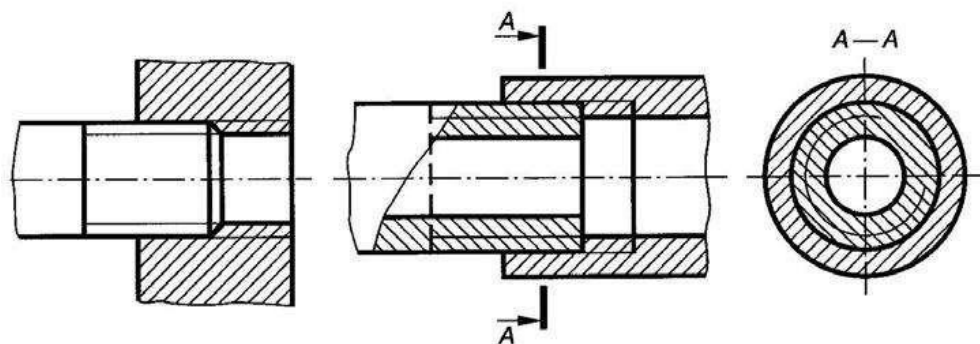


Рисунок 3.4—Соединение резьбовое

Обозначение резьбы на чертеже. В условное обозначение резьбы входят: буква для каждого типа (см. рисунок 3.2), номинальный диаметр (наружный) и размер шага. Если резьба левая, то добавляются буквы LH.

Пример обозначения метрической резьбы приведен на рисунке 3.5.

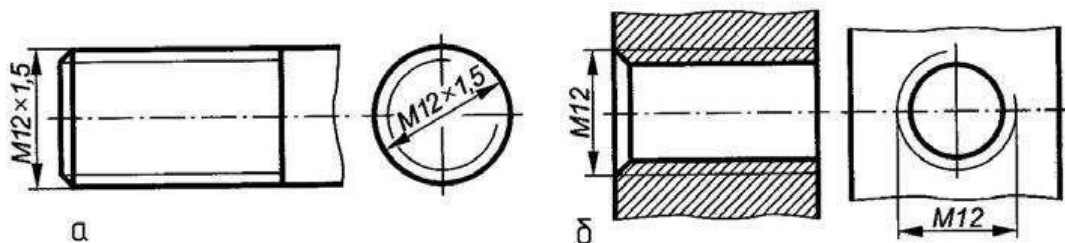


Рисунок 3.5 – Метрическая резьба

Обозначение на рисунке 3.5а означает, что резьба метрическая, с наружным диаметром 12 мм, мелким шагом 1,5 мм на стержне. А надпись на рисунке 3.5б – означает ту же резьбу, но с крупным шагом (значение не пишется) и выполненную в отверстии.

Пример обозначения трубной цилиндрической резьбы приведен на рисунке 3.6. Условное обозначение трубной цилиндрической резьбы наносится на полке линии-выноски, стрелка которой упирается в сплошную основную линию резьбы.

Надпись (рисунок 3.6а) означает, что резьба цилиндрическая наружная, с внутренним диаметром трубы (проходного отверстия) 1/2", класса точности 9. При

выполнении внутренней трубной цилиндрической резьбы (рисунок 3.6б) в обозначении указывается диаметр проходного отверстия той трубы, которая будет ввинчена в данную деталь. Это связано с тем, что внутренняя резьба нарезается не на трубах, а на деталях, соединяющих трубы: муфтах, угольниках и т. д.

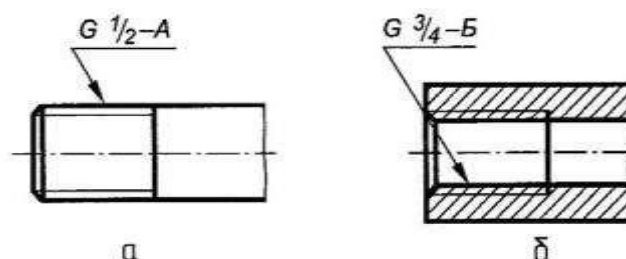


Рисунок 3.6 – Трубная резьба

Оборудование и материалы

Комплект иллюстративного наглядного материала в электронном виде; набор чертежных инструментов; специализированный компьютерный класс САПР, с возможностью выхода в Интернет и обеспеченный мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации.

Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы ознакомиться с инструкцией по технике безопасности на рабочем месте и получить дополнительный инструктаж, о чем делается соответствующая запись в журнале инструктажа по технике безопасности.

Инструмент и детали следует располагать в удобном и безопасном для пользователя порядке.

Проверить освещение рабочего места – оно должно быть достаточным, свет не должен слепить глаза.

Внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок, убрать посторонние предметы.

Питание электроприборов осуществляется на переменном напряжении 220В, опасном для жизни. Поэтому включение и пользование электроприборами разрешается только при непосредственном наблюдении преподавателя.

Задания

На формате А3 выполнить резьбовое соединение двух деталей. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 20.

Сначала в тонких линиях перерисовать задание в масштабе 1:1. Затем в масштабе 2:1 изобразить резьбовое соединение заданных деталей и по месту соединения выполнить сечение А–А.

Выполнить обводку и штриховку чертежа. Проставить размеры. Заполнить основную надпись.

Содержание отчета

Выполненная работа должна быть представлена на листах формата А3, согласно предъявленным требованиям. Образец выполнения задания приведен в приложении Б, рисунок 11.

Контрольные вопросы.

Как классифицируются резьбы по профилю?

В чем состоит разница между шагом и ходом резьбы?

В каком случае шаг метрической резьбы не указывается?

Как изображается резьба на стержне?

Как выполняется штриховка в разрезах резьбовых изделий?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Ковалев, В. А. Инженерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Ковалев. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. — 279 с. — 978-5-7014-0802-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87106.html>

Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшее образование, 2009. — 471 с.: ил. — (Основы наук). — Библиогр.: с. 465-466. — ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике: учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А. А. Чекмарев. — 3-е изд., стер. — М.: Академия, 2008. — 128 с. — (Высшее профессиональное образование.

Машиностроение). – Библиогр.: с. 124. – ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373

Чекмарев, А. А. Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – Изд. 9-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2007. – 382 с.: ил. – (Общетехнические дисциплины). – Библиогр. с. 370. – Предм.указ.: с. 371-377. – ISBN 978-5-06-00543-2.

Конакова, И. П. Основы оформления конструкторской документации [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / И. П. Конакова, Э. Э. Истомина, В. А. Белоусова. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 76 с. — 978-5-7996-1152-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68451.html>

<http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> -каталогстандартовЕСКД.

<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам«Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Лабораторная работа №5. Обозначение неразъемных соединений на технических чертежах.

Цель: Получение навыков и умений при построении сварных соединений. Формируемые компетенции или их части:

ИД-2_{ОПК-6} Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

ИД-1_{ОПК-10} Владеет современными САД-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий.

Теоретическая часть

Сваркой называется процесс создания неразъемного соединения деталей путем местного нагрева их до расплавленного или пластичного состояния.

В зависимости от процессов, происходящих при сварке, различают сварку плавлением и сварку давлением. По способу нагрева сварку плавлением разделяют на газовую, электродуговую и химическую. В производстве наиболее широко используется ручная электродуговая сварка по ГОСТ 5264 – 80.

Классификация швов. В зависимости от взаимного положения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений: стыковое – С; угловое – У; тавровое – Т; нахлесточное – Н; торцовое – Тр. К буквенному обозначению добавляют цифровое (С15, У5, Т3, Н2), характеризующее вид подготовки кромок. Стыковые соединения имеют обозначения С1...С25, угловые – У1...У10, тавровые – Т1...Т11, нахлесточные – Н1...Н3.

По характеру выполнения сварные швы подразделяются на односторонние и двусторонние. Основные типы швов представлены в таблице 7.1.

По протяженности сварные швы подразделяются на непрерывные и прерывистые, которые могут быть сцепным (рисунок 7.1а) или шахматным (рисунок 7.1б) расположением проваренных участков, с указанием их длины l и шага t .

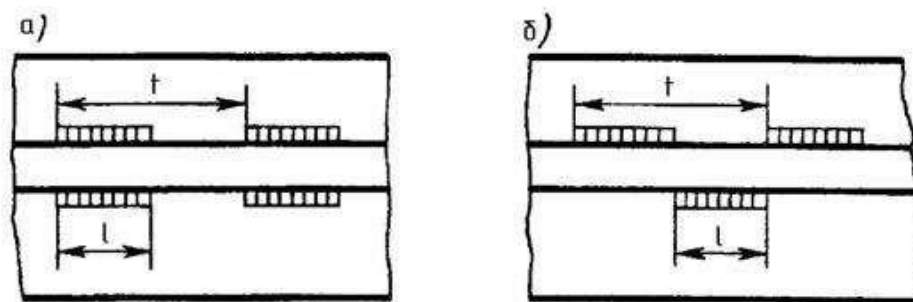


Рисунок 7.1– Типы сварных швов

Изображение и обозначение сварных соединений. На чертеже швы сварных соединений, независимо от их вида и способа сварки, условно изображают по ГОСТ 2.312 – 72: а) сплошной основной линией – видимый шов; б) штриховой линией – невидимый шов. Наличие сварного шва на изображении указывают односторонней стрелкой, линия выноски которой заканчивается полкой (рисунок 7.2).

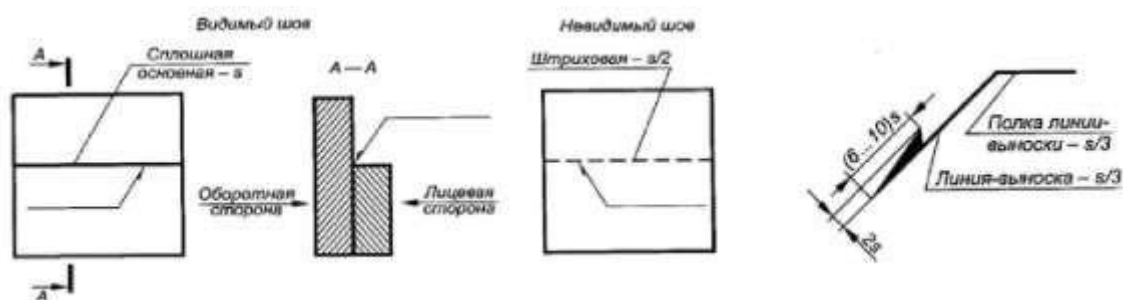


Рисунок 7.2–Изображение швов

На полке линии-выноски записывают условное обозначение сварного шва: для видимого шва – над полкой, для невидимого – под полкой (рисунок 7.3, левый). При наличии одинаковых швов обозначение наносят у одного шва с указанием количества одинаковых швов на наклонной части, а у остальных швов проводят линии-выноски с полками для указания номера шва (рисунок 7.3, правый).

Таблица 7.1–Образцы сварных швов

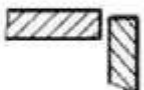
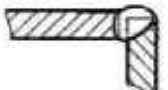
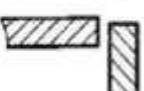
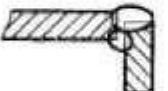
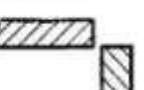
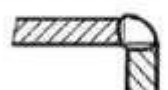
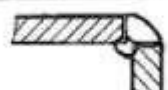
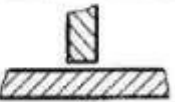
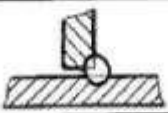
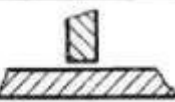
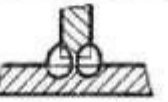
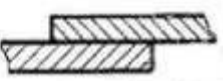
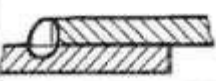
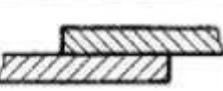
Некоторые типы сварных швов ручной электродуговой сварки (по ГОСТ 5264 - 80)					
Вид соединения	Форма подготовленных крайков	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения		Условное обо- значение шва
			подготовленных крайков	выполненного шва	
Стыковое	Без скоса крайков	Односторонний			C2
		Двусторонний			C4
	Со скосом одной кромки	Односторонний			C5
	Со скосом двух крайков	Односторонний			C15
Угловое	Без скоса крайков	Односторонний впристык			У2
		Двусторонний впристык			У3
		Односторонний			У4
		Двусторонний			У5
Тавровое	Без скоса крайков	Односторонний			T1
		Двусторонний			T3
Внахлестку	Без скоса крайков	Односторонний			H1
		Двусторонний			H2

Таблица 7.2–Знаки сварных швов

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов

№ по пар.	Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Изображение на чертеже
1	┐	Шов выполняется при монтаже изделия	
2	○	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм	
3	/	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии $\approx 60^\circ$	
4	Z	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением	
5	Ω	Усиление шва снять (снять выпуклость сварного шва)	
6	⌒	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу	
7	≡	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, когда расположение шва ясно из чертежа	
8	△	Знак катета шва для соединений угловых, тавровых и внахлестку	

Примечания: 1. Все вспомогательные знаки выполняют тонкими сплошными линиями.
2. Высота знаков должна быть одинакова с высотой цифр, входящих в условное обозначение шва.

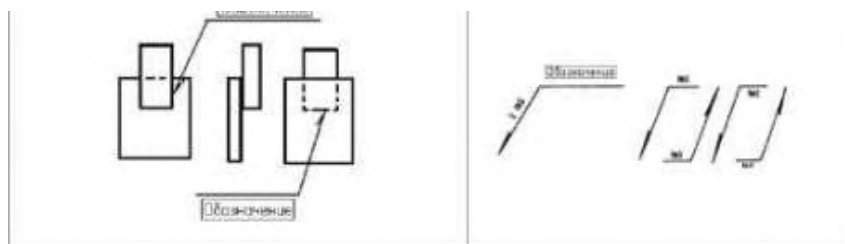


Рисунок 7.3–Обозначение швов

Структура условного обозначения стандартного сварного шва приведена на рисунке 7.4.

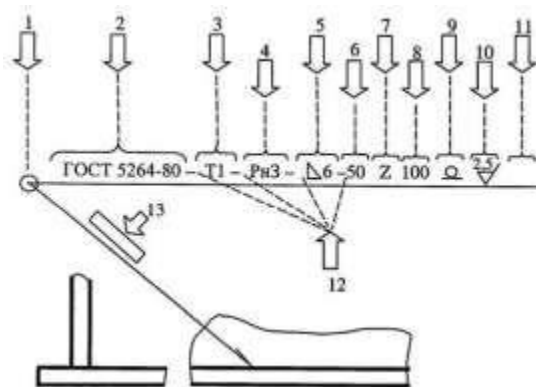


Рисунок 7.4 – Структура обозначения шва

1 – шов по замкнутому контуру; 2 – номер стандарта; 3 – буквенно-цифровое обозначение шва: Т1 – тавровый, односторонний; 4 – способ сварки: РнЗ – ручная электродуговая неплавящимся электродом в защитных газах; 5 – катет шва и его размер: К=6 мм; 6...8 – шов прерывистый шахматный длиной 50 мм и шагом 100 мм; 9 – усиление шва снять; 10 – шероховатость поверхности; 11 – место для знака, что шов выполнен по незамкнутой линии; 12 – знак дефис; 13 – указание о контроле шва.

Позиции 1, 5, 6, 7, 8, 9, 11 – это вспомогательные знаки, которые могут изменяться в зависимости от типа шва. Область их применения приведена в таблице 7.2.

Если все сварные швы, хотя и разных типов, выполнены одним стандартом, то его обозначение на полке-выноске не указывают, а делают ссылку в технических требованиях, например: «Швы сварных соединений по ГОСТ 5264 – 80».

Оборудование и материалы

Комплект иллюстративного наглядного материала в электронном виде; набор чертежных инструментов; специализированный компьютерный класс САПР, с возможностью выхода в Интернет и обеспеченный мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации.

Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы ознакомиться с инструкцией по технике безопасности на рабочем месте и получить дополнительный инструктаж, о чем

делается соответствующая запись в журнале инструктажа по технике безопасности.

Инструмент и детали следует располагать в удобном и безопасном для пользователя порядке.

Проверить освещение рабочего места – оно должно быть достаточным, свет не должен слепить глаза.

Внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок, убрать посторонние предметы.

Питание электроприборов осуществляется на переменном напряжении 220В, опасном для жизни. Поэтому включение и использование электроприборами разрешается только при непосредственном наблюдении преподавателя.

Задания

На формате А4 выполнить сварное соединение деталей. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 22.

По наглядному изображению изделия выполнить два вида. Поставить условное обозначение сварных швов; указать позиции деталей; над основной надписью выполнить спецификацию для этого сборочного чертежа.

Содержание отчета

Выполненная работа должна быть представлена на листах формата А4, согласно предъявленным требованиям. Образец выполнения задания приведен в приложении Б, рисунок 13.

Контрольные вопросы.

По каким признакам классифицируются сварные швы?

Каково условное изображение сварных швов?

Какие данные указываются в условном обозначении швов?

Какой вид имеют стрелки линий-выносок при обозначении швов?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Ковалев, В. А. Инженерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Ковалев. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск:Новосибирский

государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017.—279с.—
978-5-7014-0802-7.— Режим доступа:<http://www.iprbookshop.ru/87106.html>

Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение: учебник для вузов/ А. А. Чекмарев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшее образование, 2009. – 471 с.: ил. – (Основы наук). – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике: учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А.А. Чекмарев. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 128 с. – (Высшее профессиональное образование.Машиностроение). – Библиогр.: с. 124. – ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373

Чекмарев, А. А. Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – Изд. 9-е, перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2007. – 382 с. : ил. – (Общетеchnические дисциплины). – Библиогр. с. 370. – Предм.указ.: с. 371-377. – ISBN 978-5-06-00543-2.

Конакова, И. П. Основы оформления конструкторской документации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. П. Конакова, Э. Э. Истомина, В. А. Белоусова. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 76 с. — 978-5-7996-1152-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68451.html>

<http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> -каталогстандартов ЕСКД.

<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам«Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Лабораторная работа № 6. Эскизирование.

Цель: получение навыков и умений при выполнении эскизов деталей.

Формируемые компетенции или их части:

ИД-2_{ОПК-6} Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

ИД-1_{ОПК-10} Владеет современными САД-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий.

Теоретическая часть

Эскизом детали называется чертеж, выполненный от руки без помощи чертежных инструментов по правилам прямоугольного проецирования в глазомерном масштабе с приблизительным соблюдением пропорций отдельных ее элементов, но в соответствии с требованиями ЕСКД.

Эскиз предназначен для разового использования при проектировании нового изделия или при ремонте старого. По нему изготавливают деталь. В связи с этим эскиз должен содержать все сведения о ее форме, размерах, шероховатости поверхностей, материале. Поэтому эскизы должен уметь выполнять инженер любого профиля.

В учебных условиях эскиз выполняется на писчей бумаге в клетку стандартного формата А3. Сетка линий клеток дает возможность легче проводить параллельные и перпендикулярные линии, соблюдать пропорциональность элементов детали, выполнять штриховку под углом 45° а также выдерживать проекционную связь между видами. В учебных целях разрешается окружности сначала проводить циркулем, а затем обвести от руки. Программа дисциплины предусматривает выполнение эскизов трех деталей с последующим изготовлением по ним рабочих чертежей: эскиз штуцера; эскиз зубчатого колеса и эскиз корпусной детали.

Выполнение эскиза можно условно разбить на отдельные этапы.

1 й этап –ознакомление с деталью. Уясняется назначение детали. Определяется ее форма и формы основных элементов, на которые мысленно можно расчленить деталь (цилиндр, конус, параллелепипед, призма, пирамида, ребро жесткости и др.).

Составляется представление о материале, обработке, шероховатости отдельных поверхностей и технологии изготовления.

2-ой этап –выбор главного вида и числа изображений. Главный вид детали должен давать наиболее полное представление о ее форме, устройстве и размерах с учетом разреза, который на нем будет выполняться. Число изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть минимальным, но достаточным, чтобы полностью выявить формы предмета и нанести их размеры.

Такие детали, как валы, оси, штуцеры, зубчатые колеса, шкивы и другие. Имеющие поверхности вращения и обрабатываемые на токарных станках, изображают на главном виде с горизонтально расположенной осью.

3-ий этап –компоновка изображений на листе. Рассмотрим компоновку на примере детали типа «ВИЛКА», для изображения которой достаточно два вида и простой разрез. Устанавливают «на глаз» соотношение габаритных размеров детали. После этого на эскизе наносят тонкими линиями «габаритные прямоугольники» будущих изображений и проводят осевые и центровые линии. Прямоугольники должны отстоять друг от друга, от краев рамки и основной надписи на расстояниях (30...50мм), достаточных для нанесения размерных линий, различных условных знаков, размещения технических требований (рисунок 11.1). Компоновка согласуется с преподавателем.

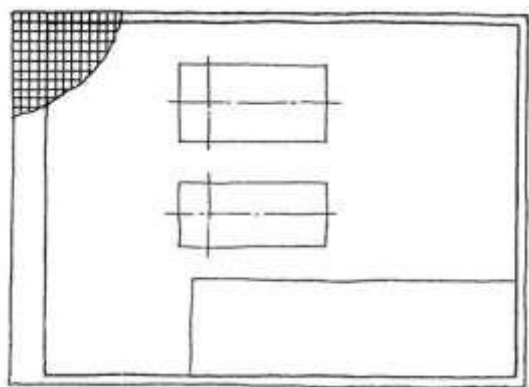


Рисунок 11.1 – Компоновка эскиза

4-ый этап – выполнение изображений. Внутри «габаритных прямоугольников» тонкими линиями выполняют виды детали. При этом необходимо соблюдать пропорции ее размеров и обеспечивать проекционную связь всех изображений, используя линии клеточек. Вспомогательные линии прямоугольников удаляют (рисунок 11.2).

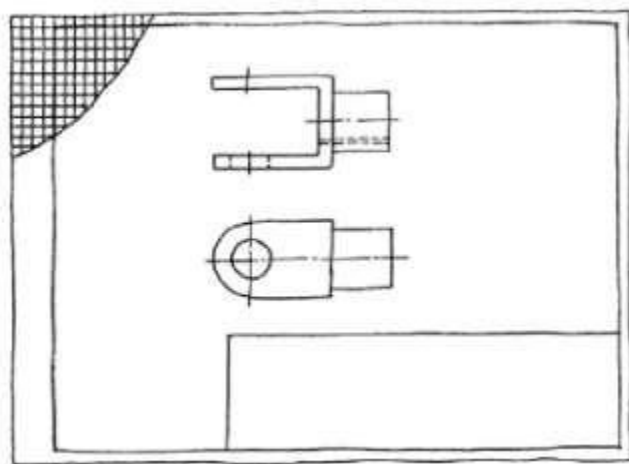


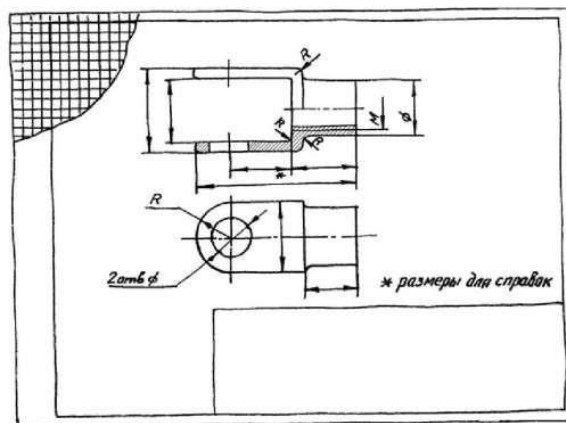
Рисунок 11.2 – Построение видов

5-ый этап – оформление видов, разрезов и сечений. На данном этапе выполняются разрезы и сечения. В данном примере это простой фронтальный разрез, совмещенный с видом. Наносят графическое обозначение материала (штриховку). Показывают фаски, галтели, скругления (рисунок 11.3).

6-ой этап – нанесение выносных и размерных линий. Выносные и размерные линии и условные знаки, характеризующие вид поверхности (диаметр, радиус, квадрат, конусность, уклон, тип резьбы и т. п.) наносятся по правилам ГОСТ 2.307–68 (рисунок 11.3). Никаких измерений при этом не производится. Расстояния между

контуром детали и первойразмерной линией, а также между параллельными размерными линиями не должно быть менее 10мм. Размеры, относящиеся к наружной конструкции детали, следует ставить на виде,к внутренней – на разрезе (рисунок 11.3).

7-ой этап – обмер детали и оформление эскиза. Для определенияразмеров элементов детали с натуры на практических занятиях используютлинейку, кронциркуль, нутромер и штангенциркуль. Точность измерения допускается до 1мм. Размерные числа шрифтом 5 или 7 проставляют над ранее нанесенными размерными линиями с зазором 2...3мм.Размеры одного и того же элемента на разных изображениях повторятьне допускается. Проставляется шероховатость



поверхностей.

Рисунок 11.3 – Размерные линии и условные знаки

После этого от руки надо обвести все линии нужной толщины. Заполнить основную надпись и указать материал детали (рисунок 11.4).

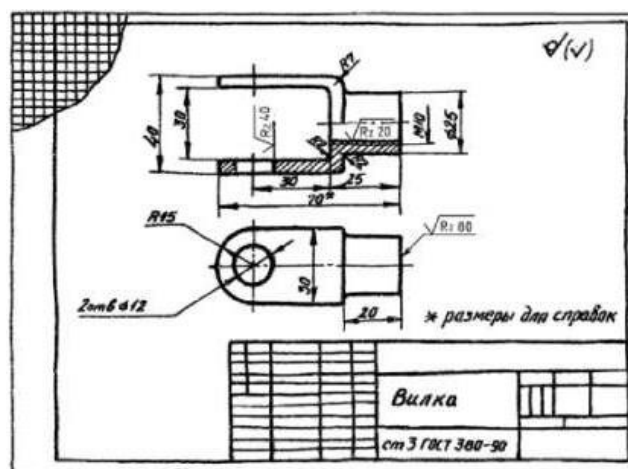


Рисунок 11.4 – Эскиз детали

Оборудование и материалы

Комплект иллюстративного наглядного материала в электронном виде; набор чертежных инструментов; специализированный компьютерный класс САПР, с возможностью выхода в Интернет и обеспеченный мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации.

Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы ознакомиться с инструкцией по технике безопасности на рабочем месте и получить дополнительный инструктаж, о чем делается соответствующая запись в журнале инструктажа по технике безопасности.

Инструмент и детали следует располагать в удобном и безопасном для пользователя порядке.

Проверить освещение рабочего места – оно должно быть достаточным, свет не должен слепить глаза.

Внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок, убрать посторонние предметы.

Питание электроприборов осуществляется на переменном напряжении 220В, опасном для жизни. Поэтому включение и пользование электроприборами разрешается только при непосредственном наблюдении преподавателя.

Задания

На формате А3 выполнить с натуры эскиз штуцера, выдаваемый преподавателем. Для этого необходимо изобразить главный вид с горизонтальной осью симметрии и с разрезом, сделать сечение по шестиграннику, оформить канавки или проточки выносным элементом, нанести выносные и размерные линии, произвести обмер штуцера и проставить размеры, заполнить основную надпись с указанием материала штуцера.

На формате А3 выполнить с натуры эскиз зубчатого колеса, выдаваемого преподавателем. Для этого необходимо изобразить главный вид с горизонтальной

осью симметрии и с разрезом (зубья не штрихуются). На виде слева изображается только внутренняя окружность ступицы со шпоночным пазом. Проставить размеры и параметры шероховатости поверхностей. Заполнить таблицу основных параметров (m , z , d).

На формате А3 выполнить с натуры эскиз корпусной детали, выдаваемой преподавателем, с учетом указаний, данных выше. В зависимости от конструкции может потребоваться два или три вида.

Содержание отчета

Выполненная работа должна быть представлена на листах формата А3, согласно предъявленным требованиям. Образец выполнения эскиза штуцера показан в Приложении Б, рисунок 14. Образец выполнения эскиза зубчатого колеса показан в Приложении Б, рисунок 15. Образец выполнения эскиза детали корпуса показан в Приложении Б, рисунок 16.

Контрольные вопросы.

Что такое эскиз детали и чем он отличается от чертежа детали?

Указывается ли на эскизе масштаб?

Какова последовательность выполнения эскиза?

Как производится планировка изображений на рабочем поле эскиза?

Какие простейшие инструменты используются для обмера детали?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Ковалев, В. А. Инженерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Ковалев. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. — 279 с. — 978-5-7014-0802-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87106.html>

Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшее образование, 2009. — 471 с.: ил. — (Основы наук). — Библиогр.: с. 465-466. — ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике: учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А. А. Чекмарев. — 3-е изд., стер. —

М.: Академия, 2008. – 128 с. – (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). – Библиогр.: с. 124. – ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373

Чекмарев, А. А. Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – Изд. 9-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2007. – 382 с.: ил. – (Общетехнические дисциплины). – Библиогр. с. 370. – Предм. указ.: с. 371-377. – ISBN 978-5-06-00543-2.

Конакова, И. П. Основы оформления конструкторской документации [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / И. П. Конакова, Э. Э. Истомина, В. А. Белоусова. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 76 с. — 978-5-7996-1152-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68451.html>

<http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД.

<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Лабораторная работа №7. Деталирование.

Цель: Получение навыков и умений при разработки рабочих чертежей деталей изделия.

Формируемые компетенции или их части:

ИД-2_{ОПК-6} Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

ИД-1_{ОПК-10} Владеет современными САД-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий.

Теоретическая часть

Деталированием называют разработку рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида или по сборочному чертежу, выполненных в масштабе с использованием чертежных инструментов.

Рабочим чертежом детали называют изображение, на котором нанесены все размеры, необходимые для её изготовления и контроля, указаны материал, шероховатости поверхностей и технические требования.

При выполнении деталирования требуется умение применять все знания, которые были получены выше при изучении дисциплины «Инженерная графика».

Намеченную деталь подробно анализируют, определяя ее форму и необходимое (минимальное) число изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов). Исходя из этого выбирают главный вид, который может быть не таким как на сборочном чертеже. На чертеже оси деталей, имеющих соосные поверхности вращения (валов, втулок, штуцеров, колес и т. п.), располагают параллельно основной надписи.

Далее выбирают масштаб изображения для рабочего чертежа и производят компоновку чертежа на листе выбранного формата (как и при выполнении эскизов на рисунке 13.1).

Затем вычерчивают виды, разрезы, сечения и выносные элементы. Наносят

выносные и размерные линии и проставляют размерные числа как на рисунке 13.1.

После этого производят обводку чертежа и наносят обозначение шероховатости поверхностей. В основной надписи указывают наименование детали начиная с существительного («Колесо зубчатое»), ее обозначение и материал, из которого сделана деталь.

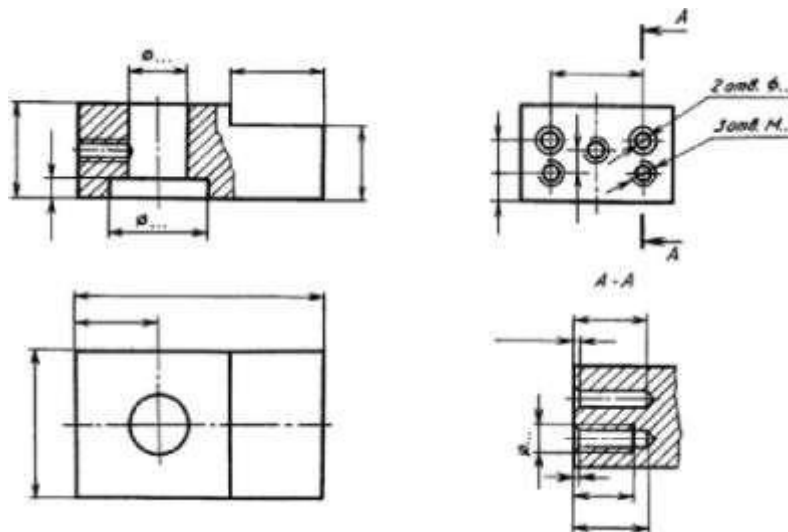


Рисунок 13.1 – Этапы выполнения рабочего чертежа

Оборудование и материалы

Комплект иллюстративного наглядного материала в электронном виде; набор чертежных инструментов; специализированный компьютерный класс САПР, с возможностью выхода в Интернет и обеспеченный мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации.

Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы ознакомиться с инструкцией по технике безопасности на рабочем месте и получить дополнительный инструктаж, о чем делается соответствующая запись в журнале инструктажа по технике безопасности.

Инструмент и детали следует располагать в удобном и безопасном для пользователя порядке. Проверить освещение рабочего места – оно должно быть достаточным, свет не должен слепить глаза.

Внимательно осмотреть рабочее место и привести его в порядок, убрать посторонние предметы.

Питание электроприборов осуществляется на переменном напряжении 220В, опасном для жизни. Поэтому включение и пользование электроприборами разрешается только при непосредственном наблюдении преподавателя.

Задания

На чертеже формата А3 выполнить рабочие чертежи двух деталей. Номера позиции детали из сборочного чертежа соответствующего варианта указывается преподавателем. Масштаб изображения выбирается самостоятельно. На рабочем чертеже проставить все размеры и шероховатость поверхностей.

Кроме того, необходимо построить прямоугольную изометрию детали, указанной преподавателем. Изометрию указанной детали можно совместить на формате А3 с рабочим чертежом этой детали.

Содержание отчета

Выполненная работа должна быть представлена на листах формата А3, согласно предъявленным требованиям. Образец рабочего чертежа детали по заданию представлен в Приложении Б, рисунок 18 и 19.

Контрольные вопросы.

1. Что понимается под рабочим чертежом детали?
2. Чем отличается рабочий чертеж детали от его эскиза?
3. Каково назначение фаски и галтелей на детали?
4. Как в основной надписи записывают наименование детали, состоящей из нескольких слов?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Ковалев, В.А. Инженерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Ковалев. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск:

Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. — 279 с. — 978-5-7014-0802-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87106.html>

2. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшее образование, 2009. — 471 с.: ил. — (Основы наук). — Библиогр.: с. 465-466. — ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

3. Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике : учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А. А. Чекмарев. — 3-е изд., стер. — М. : Академия, 2008. — 128 с. — (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). — Библиогр.: с. 124. — ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373

4. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — Изд. 9-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 2007. — 382 с. : ил. — (Общетеchnические дисциплины). — Библиогр. с. 370. — Предм. указ.: с. 371-377. — ISBN 978-5-06-00543-2.

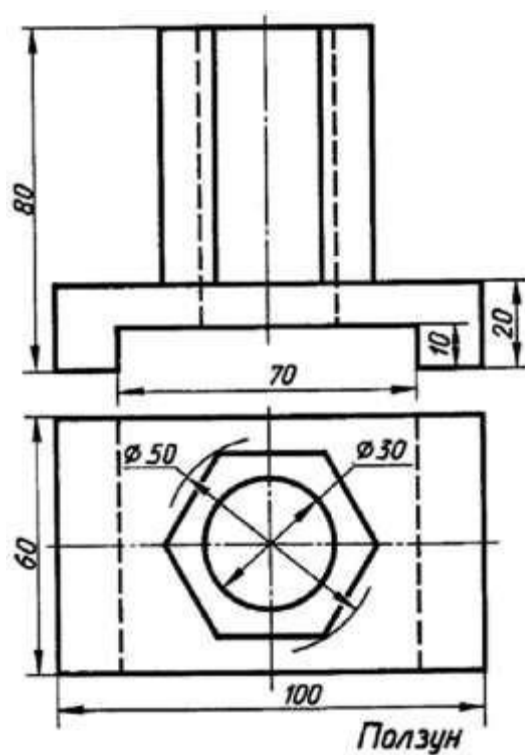
5. Конакова, И. П. Основы оформления конструкторской документации [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / И. П. Конакова, Э. Э. Истомина, В. А. Белоусова. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 76 с. — 978-5-7996-1152-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68451.html>

6. <http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД.

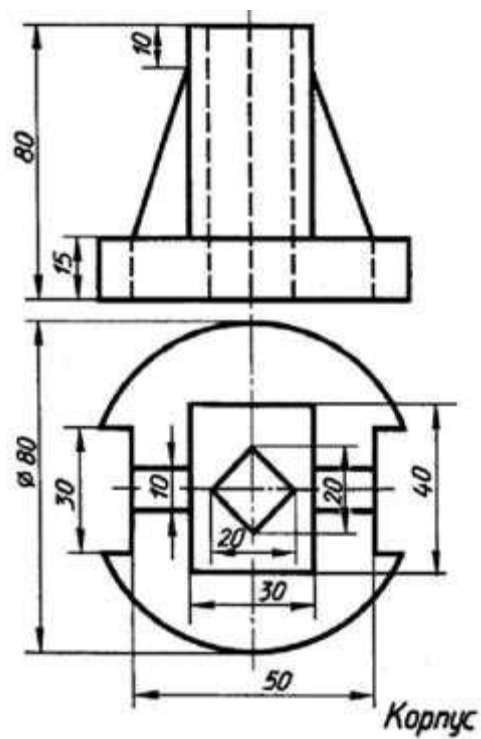
7. <http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Таблица 18-Данные для лабораторной работы

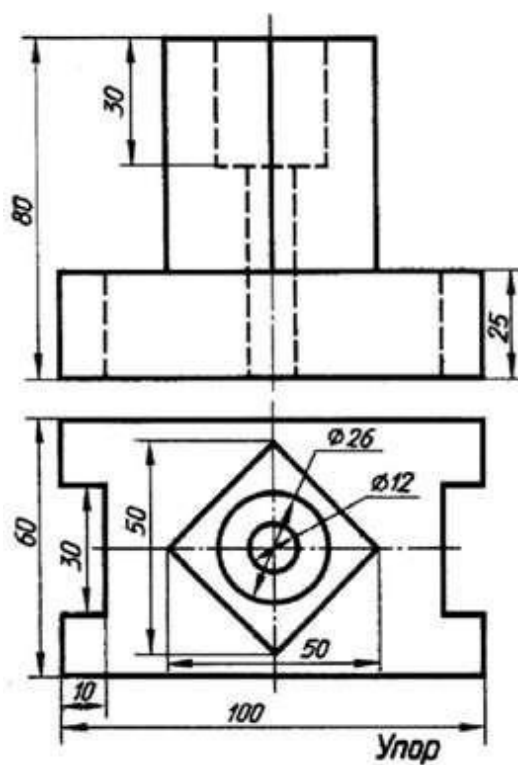
Вариант 1



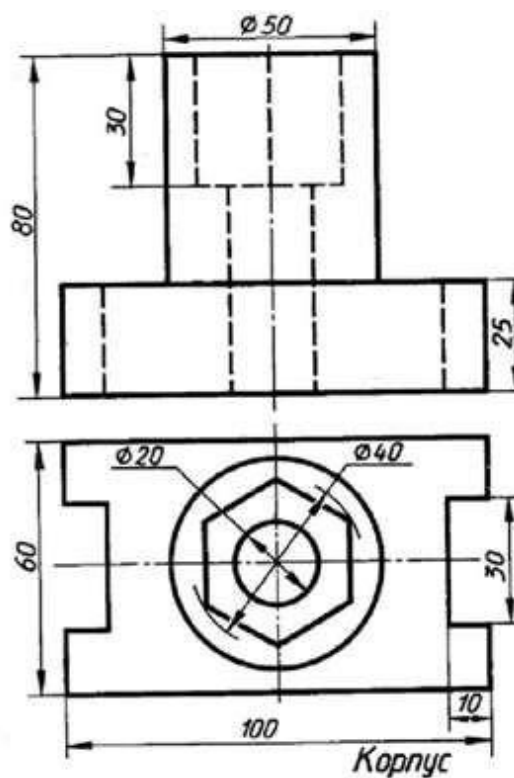
Вариант 2



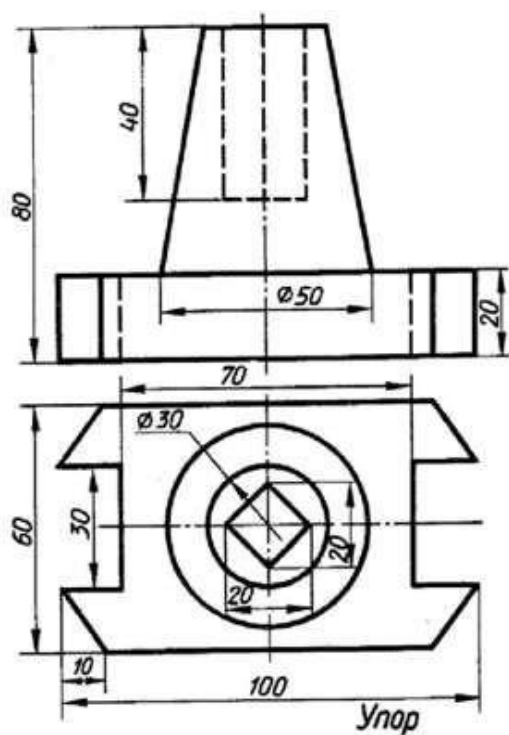
Вариант 3



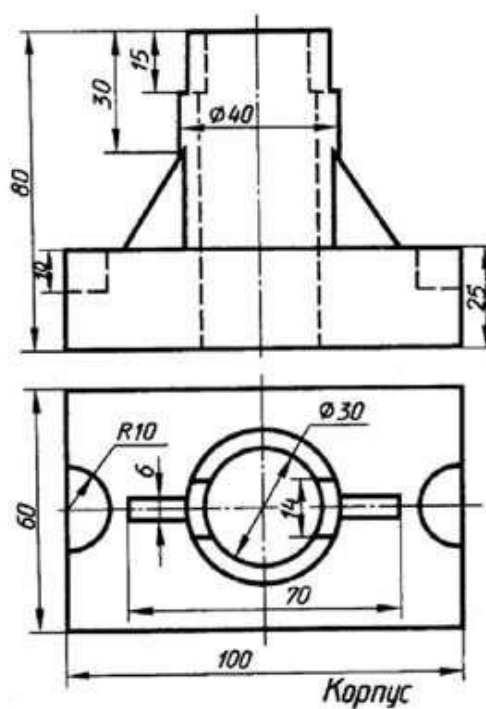
Вариант 4



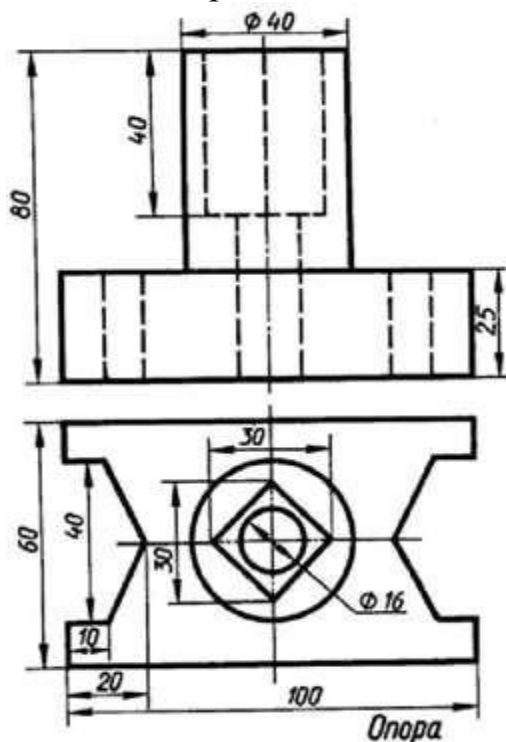
Вариант5



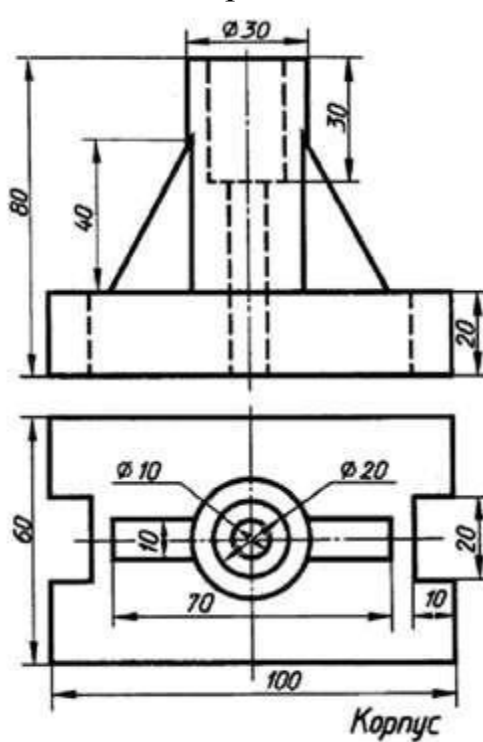
Вариант6



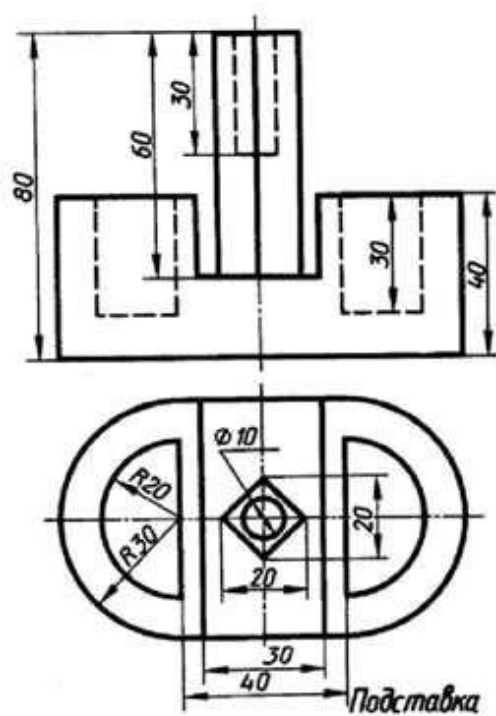
Вариант7



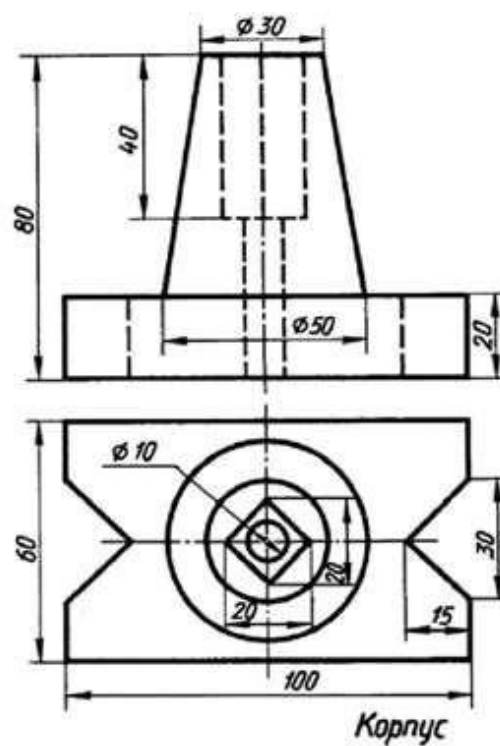
Вариант8



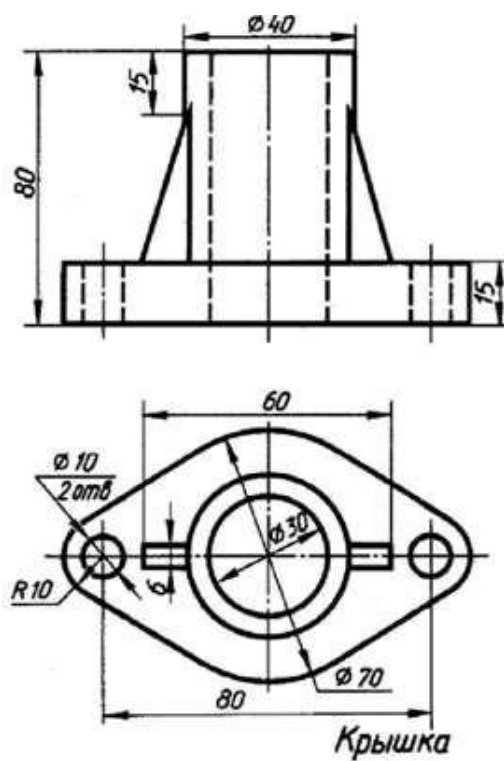
Вариант9



Вариант10



Вариант11



Вариант12

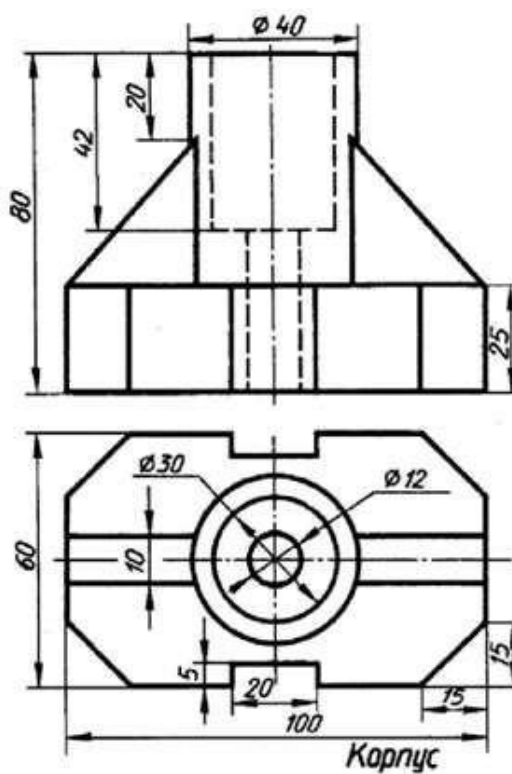
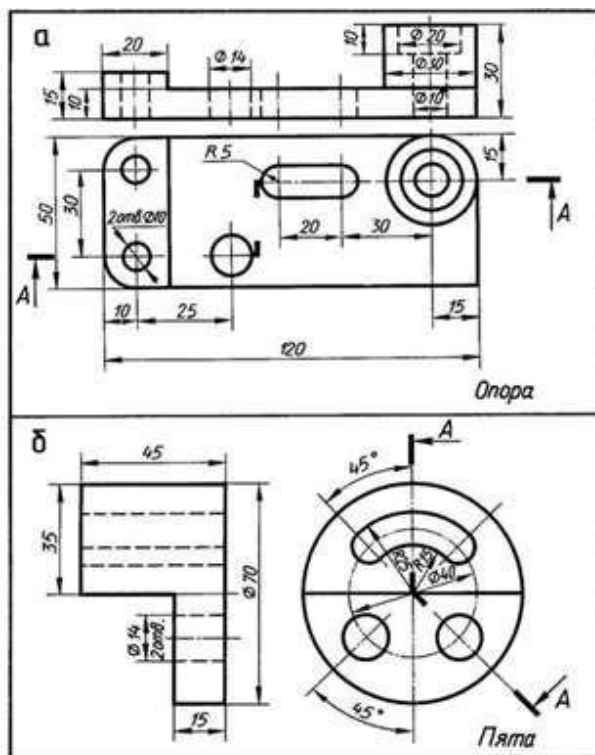
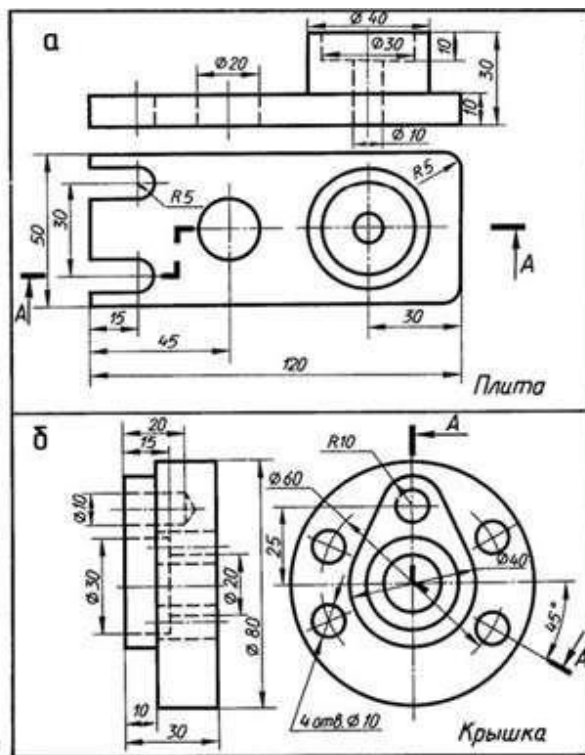


Таблица 19-Данные для лабораторной работы

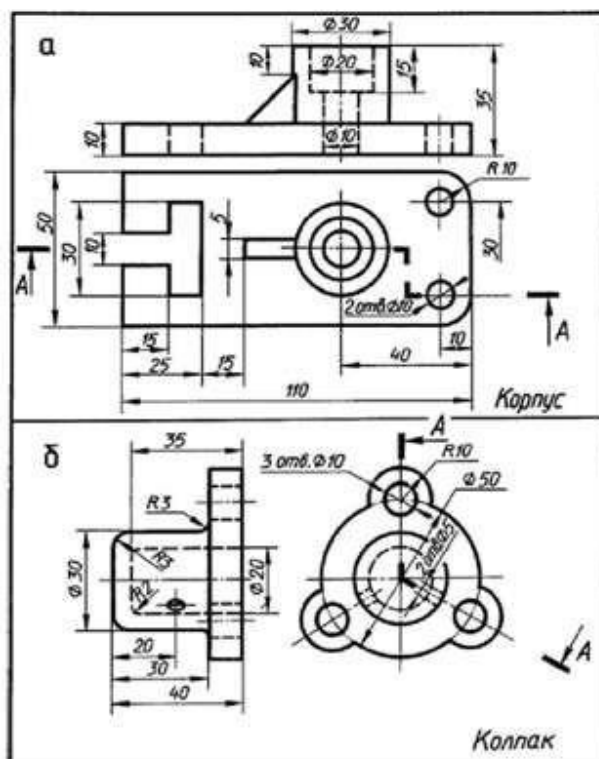
Вариант 1



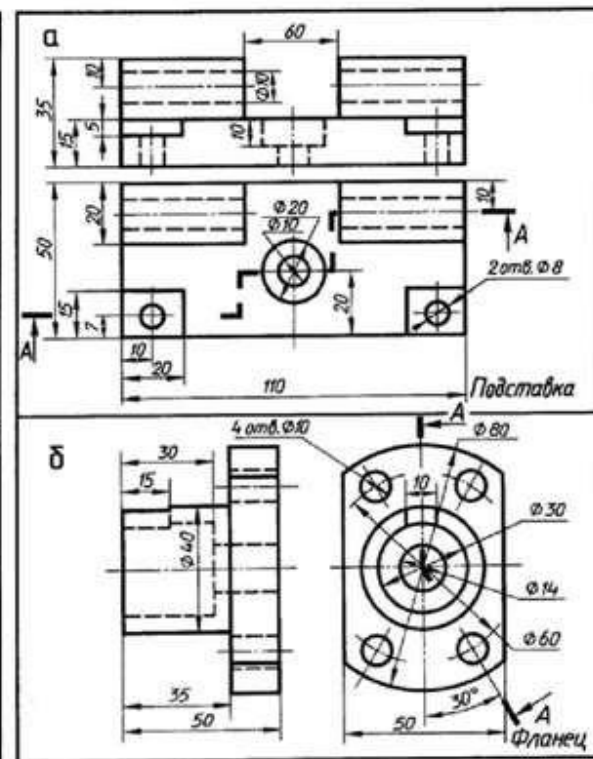
Вариант 2



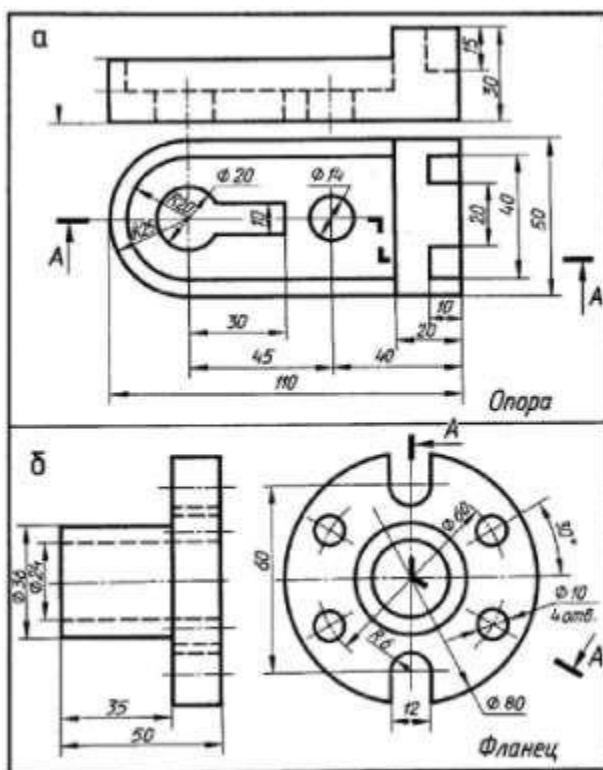
Вариант 3



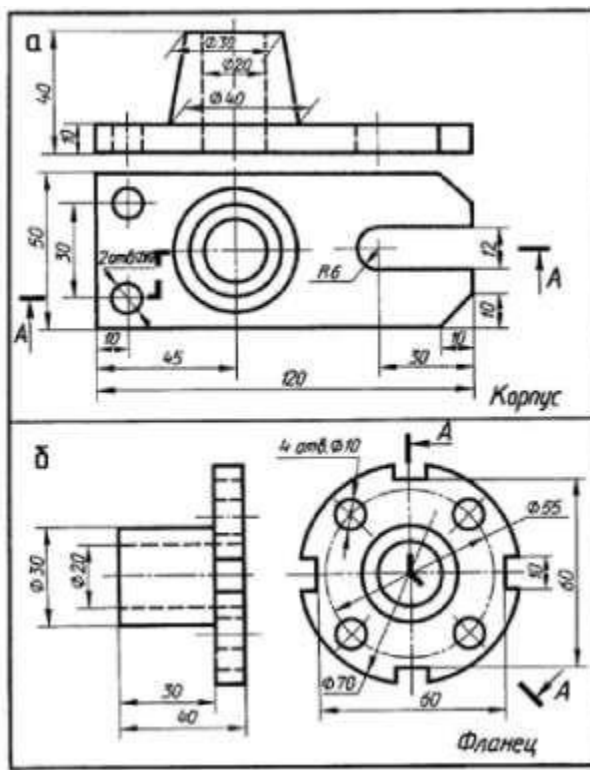
Вариант 4



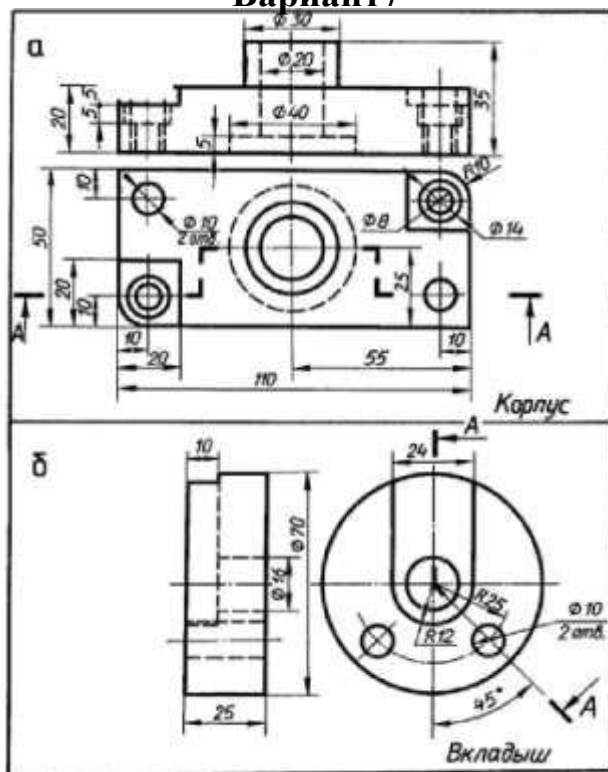
Вариант 5



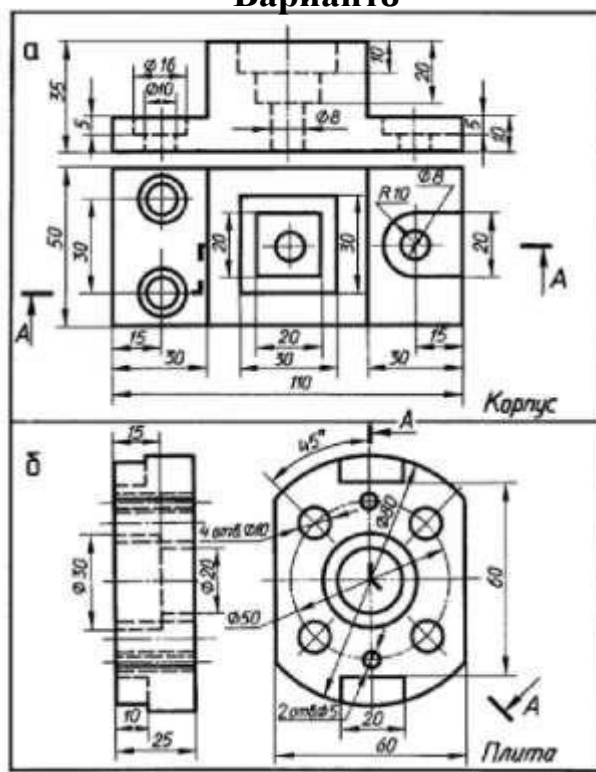
Вариант 6



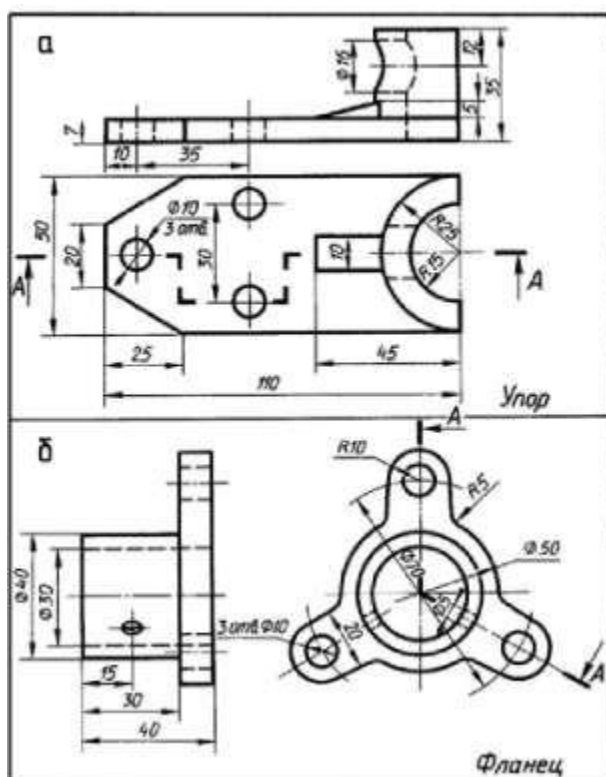
Вариант 7



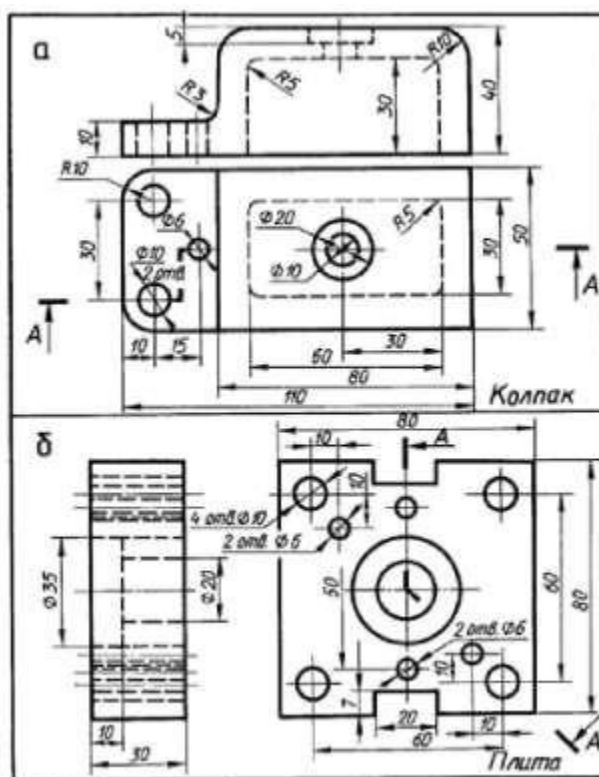
Вариант 8



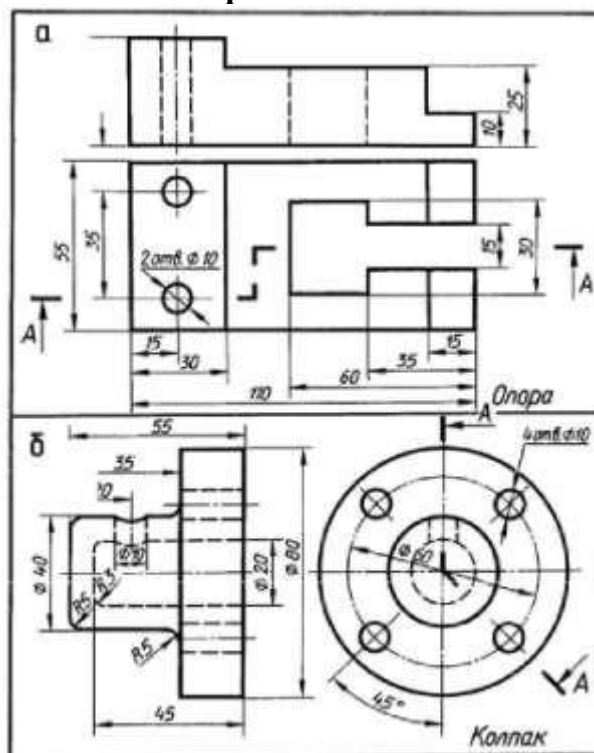
Вариант9



Вариант10



Вариант11



Вариант12

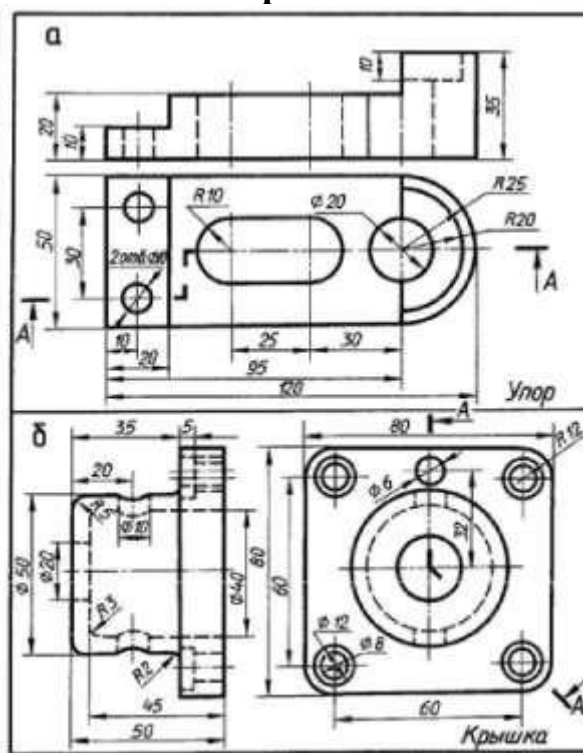
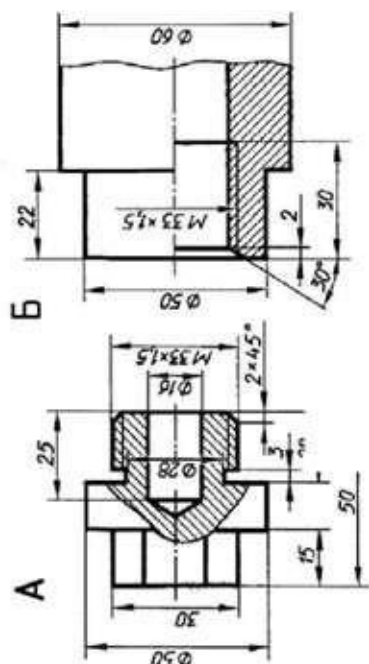
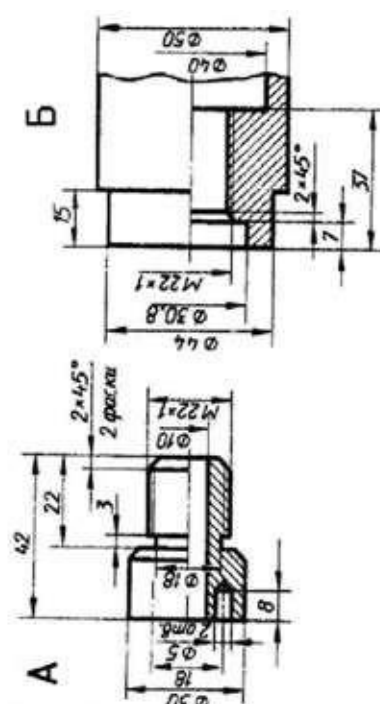


Таблица 20-Данные для лабораторной работы

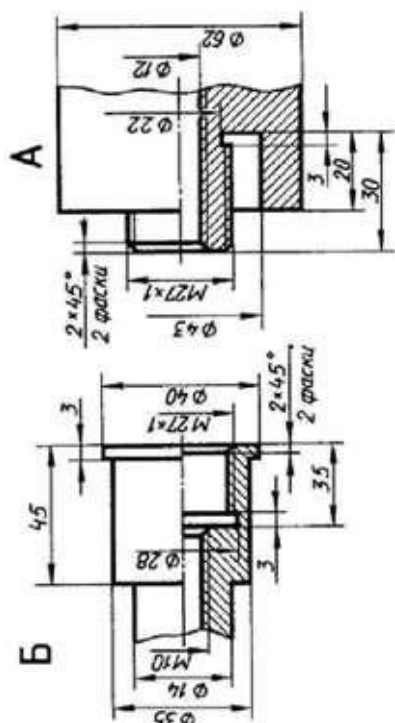
Вариант 1



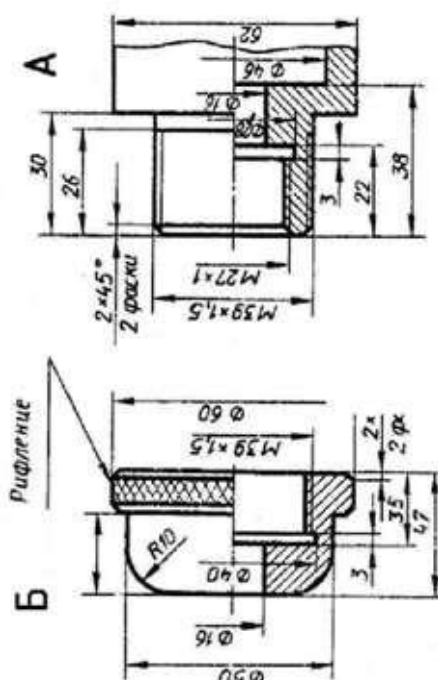
Вариант 2



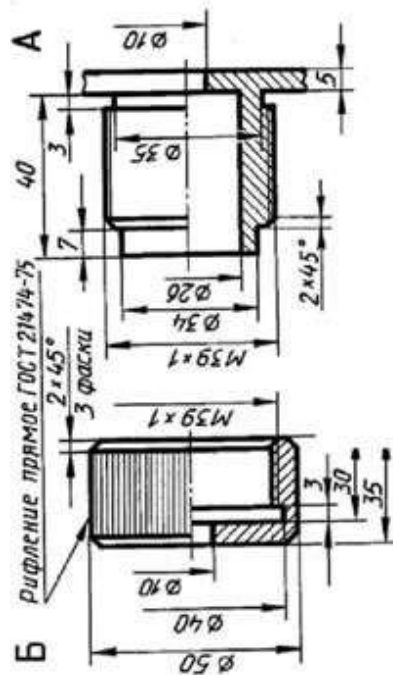
Вариант 3



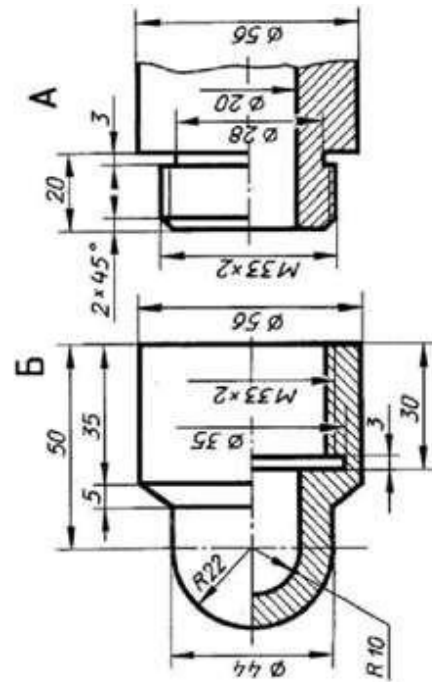
Вариант 4



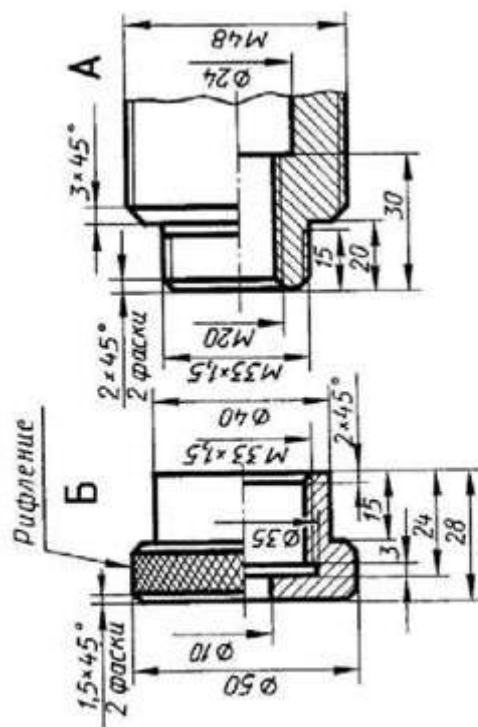
Вариант5



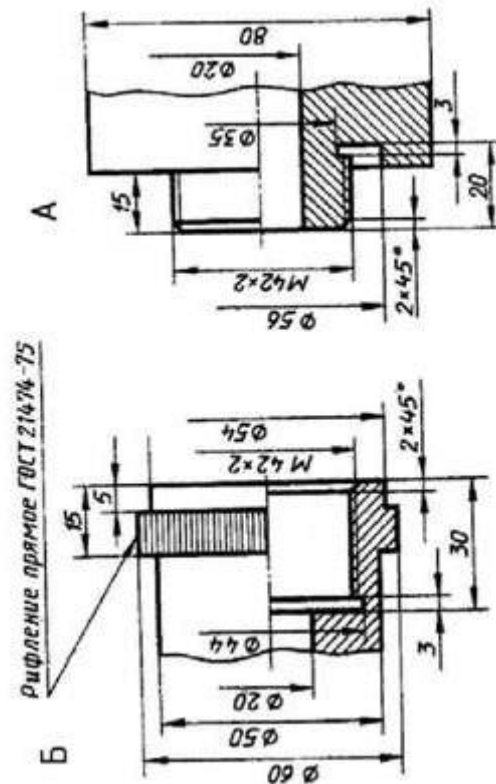
Вариант6



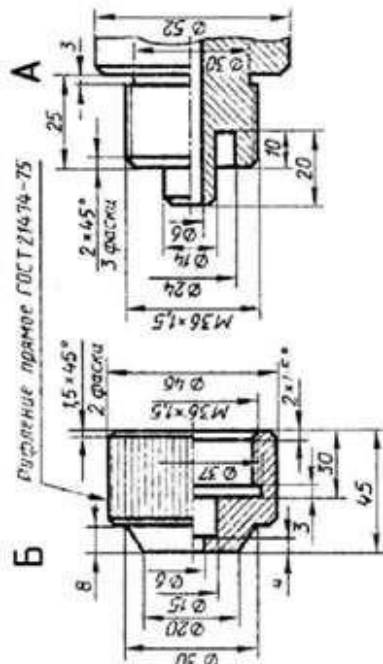
Вариант7



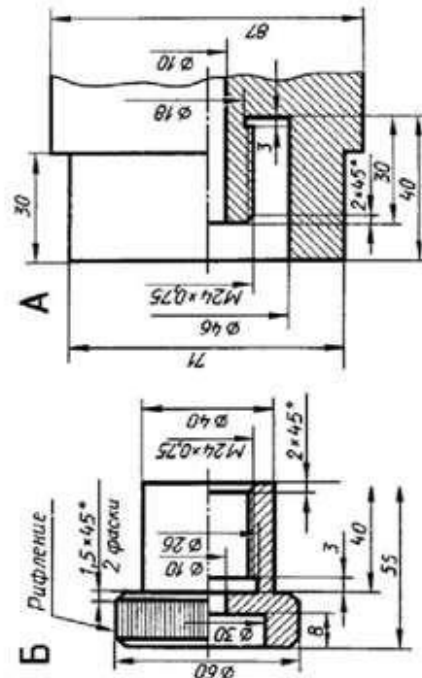
Вариант8



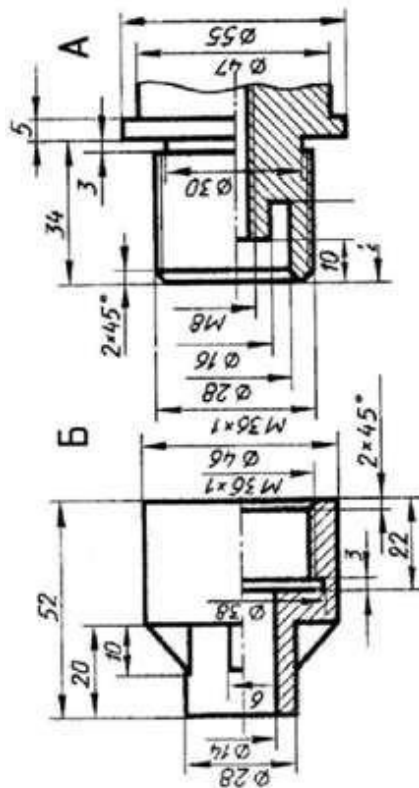
Вариант9



Вариант10



Вариант11



Вариант12

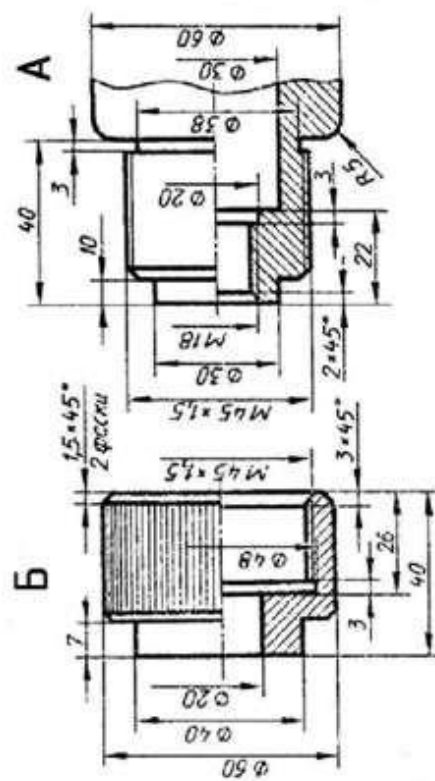
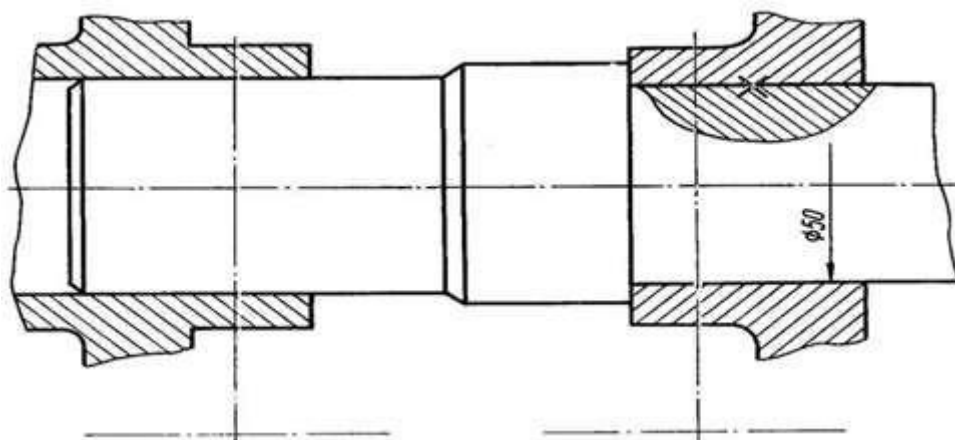


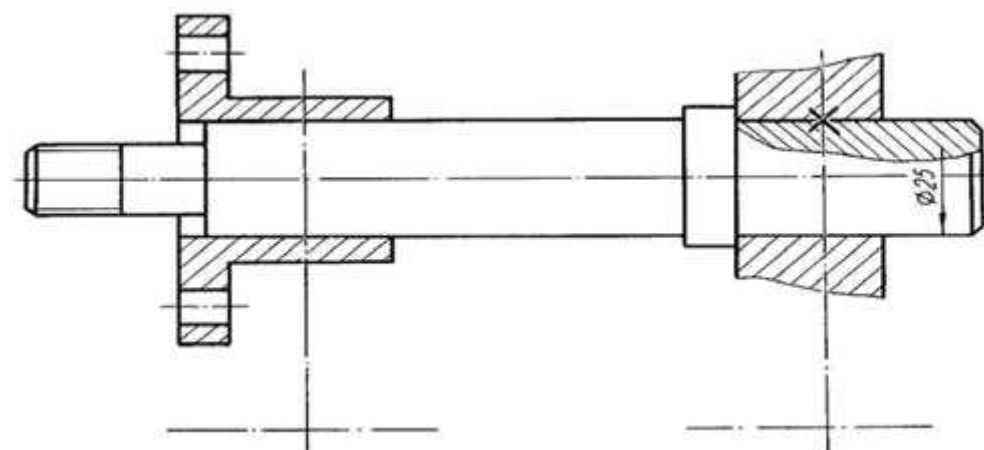
Таблица 21-Данные для лабораторной работы

Вариант 1



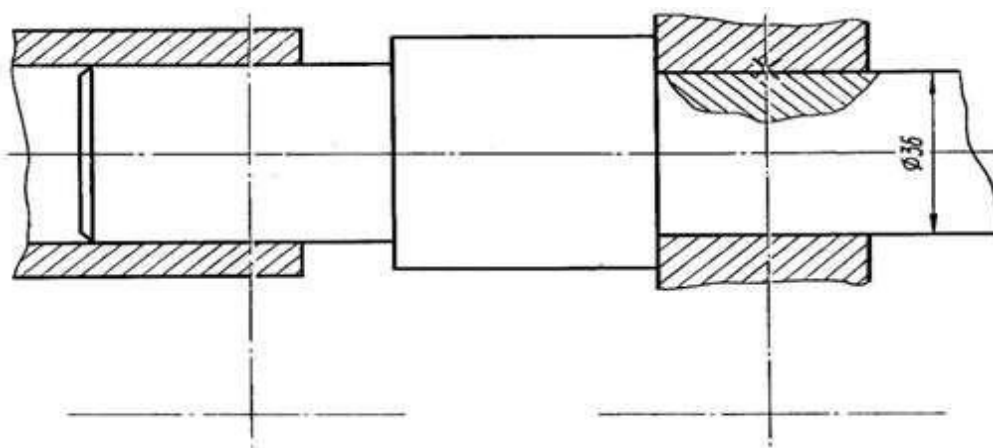
1. Выполнить шлицевое соединение D-8x46x54 ГОСТ 1139-80*
2. Выполнить соединение шпонкой 16x10x35 ГОСТ 23360-78*

Вариант 2



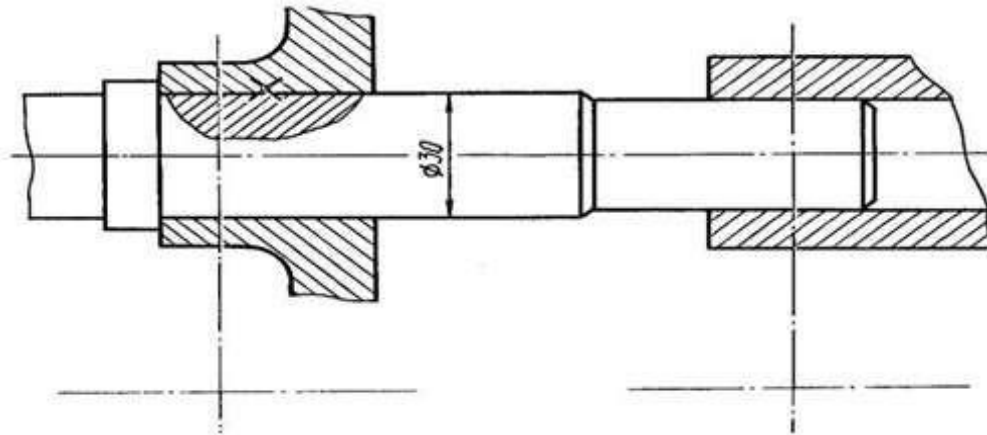
1. Выполнить шлицевое соединение б-6x21x25 ГОСТ 1139-80*
2. Выполнить соединение шпонкой 8x7x36 ГОСТ 23360-78*

Вариант 3



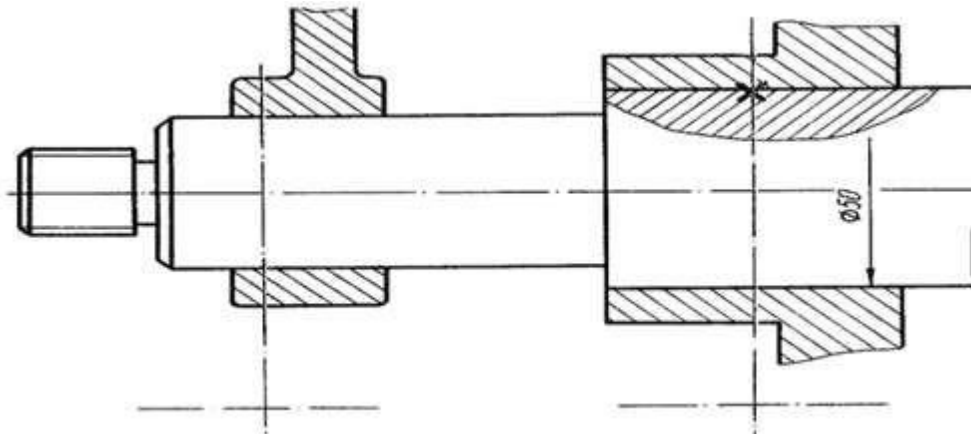
1. Выполнить шлицевое соединение D-8x32x38 ГОСТ 1139-80*
2. Выполнить соединение шпонкой 10x8x25 ГОСТ 23360-78*

Вариант 4



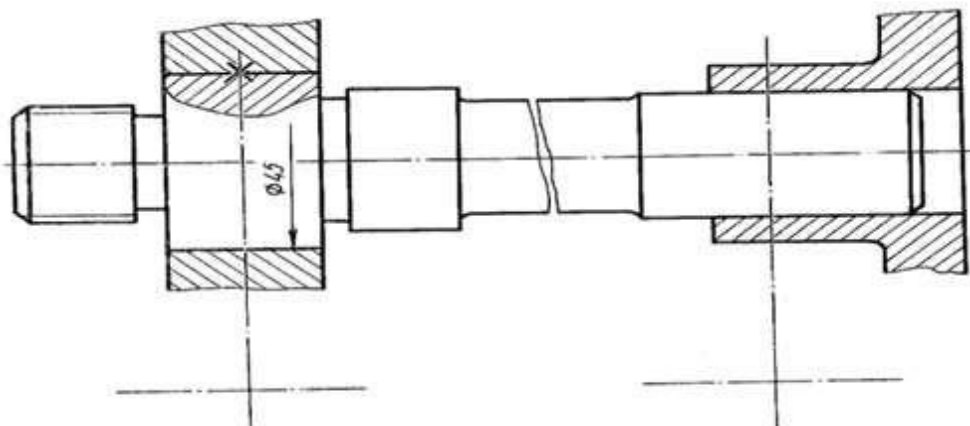
1. Выполнить соединение шпонкой 10x8x30 ГОСТ 23360-78*
2. Выполнить шлицевое соединение eb-6x23x28 ГОСТ 1139-80*

Вариант 5



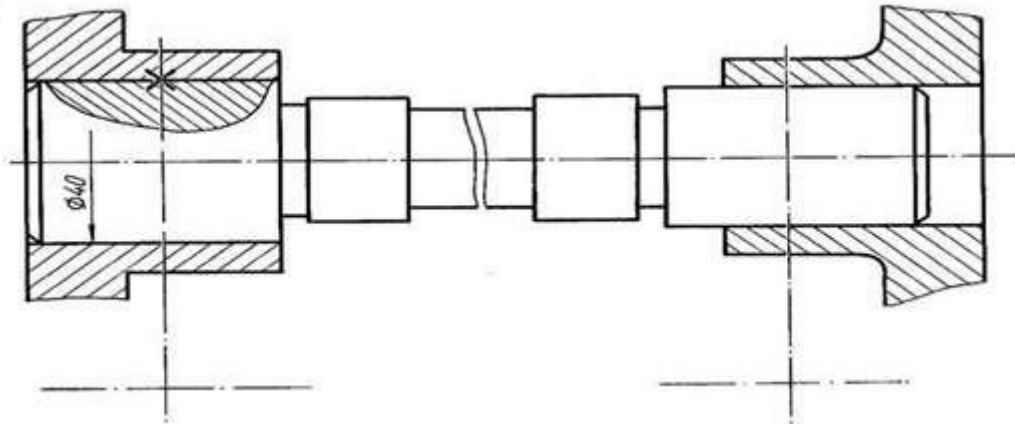
1. Выполнить шлицевое соединение ed-8x32x38 ГОСТ 1139-80*
2. Выполнить соединение шпонкой 14x9x40 ГОСТ 23360-78*

Вариант 6



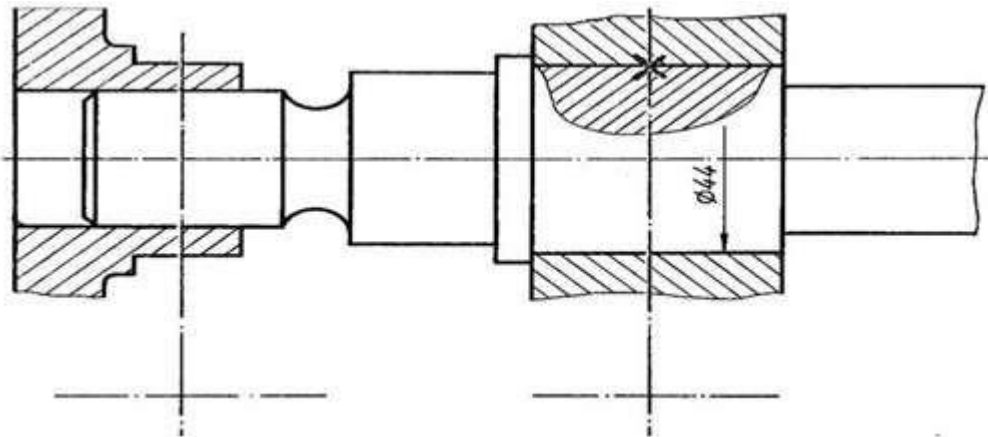
1. Выполнить соединение шпонкой 14x9x20 ГОСТ 23360-78*
2. Выполнить шлицевое соединение D-6x26x32 ГОСТ 1139-80*

Вариант7



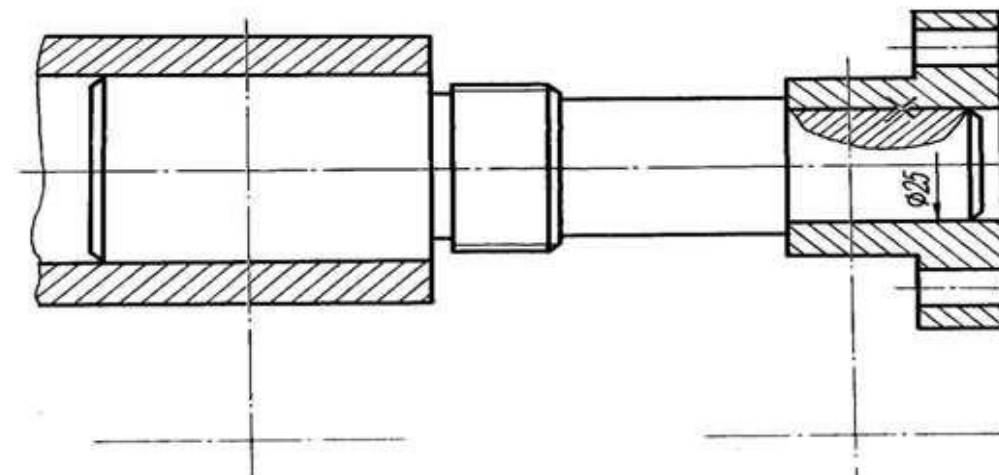
1. Выполнитьсоединениешпонкой12x8x36ГОСТ23360–78*
2. Выполнитьшлицевоесоединениеd–6x28x36ГОСТ1139–80*

Вариант8



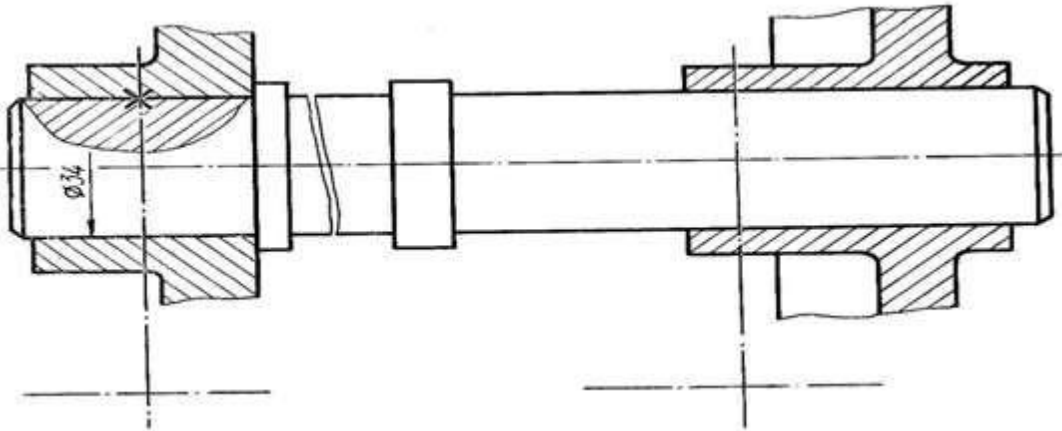
1. ВыполнитьшлицевоесоединениеD–6x26x32ГОСТ1139–80*
2. Выполнитьсоединениешпонкой12x8x32ГОСТ23360–78*

Вариант9



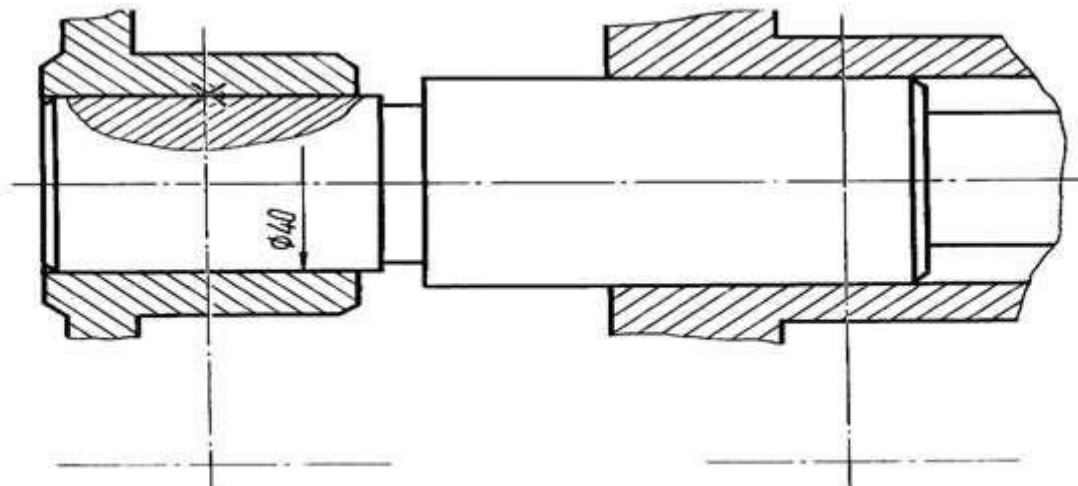
1. Выполнитьшлицевоесоединениеd–8x36x42ГОСТ1139–80*
2. Выполнитьсоединениешпонкой8x7x20ГОСТ23360–78*

Вариант10



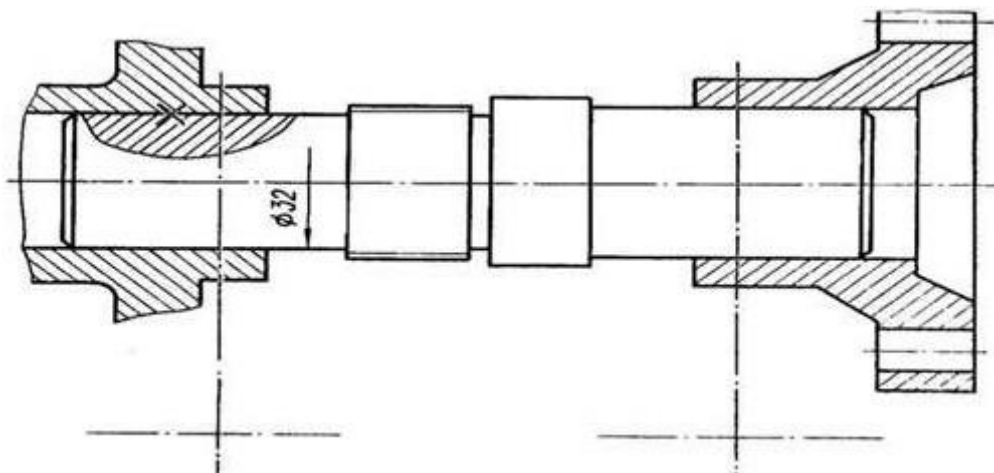
1. Выполнитьсоединениешпонкой10x8x30ГОСТ23360–78*
2. Выполнитьшлицевоесоединениеd–6x28x34ГОСТ1139–80*

Вариант11



1. Выполнитьсоединениешпонкой12x8x35ГОСТ23360–78*
2. Выполнитьшлицевоесоединениеd–8x42x48ГОСТ1139–80*

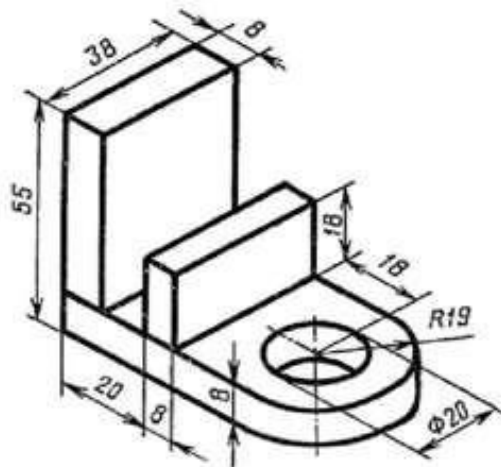
Вариант12



1. Выполнитьсоединениешпонкой10x8x30ГОСТ23360–78*
2. Выполнитьшлицевоесоединениеd–6x28x34ГОСТ1139–80*

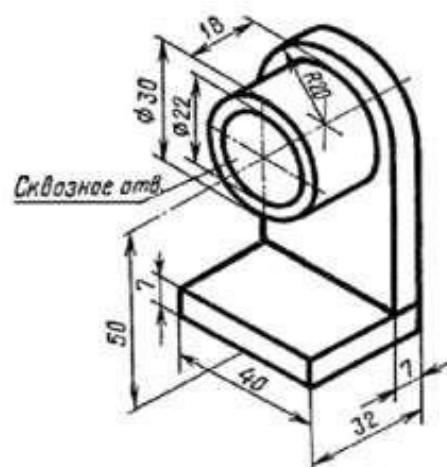
Таблица 22-Данные для лабораторной работы

Вариант 1



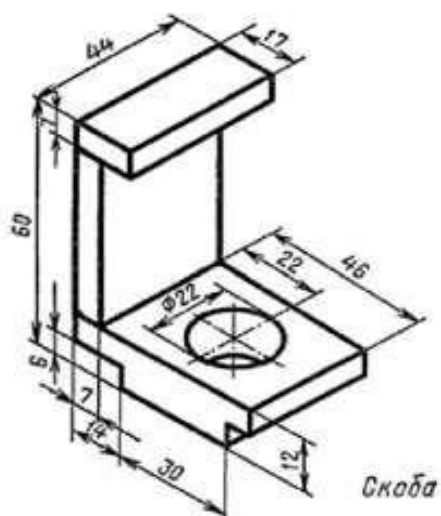
Кронштейн

Вариант 2



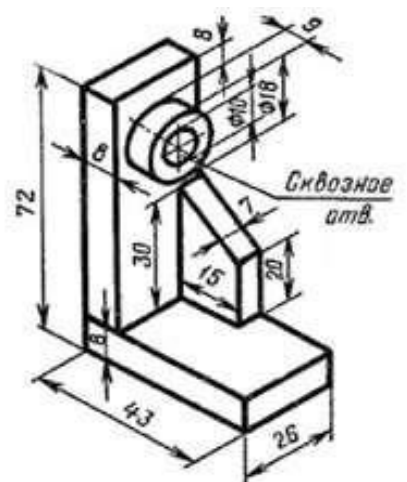
Опора

Вариант 3



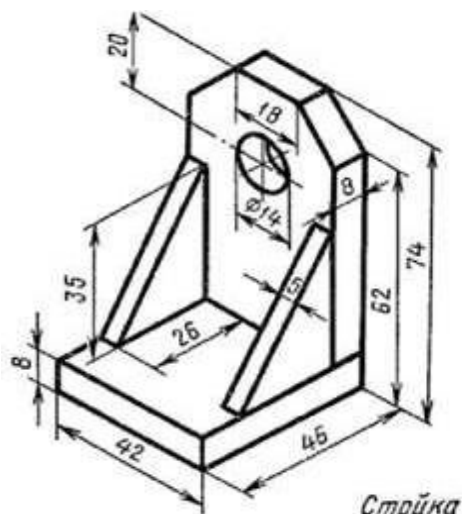
Скоба

Вариант 4



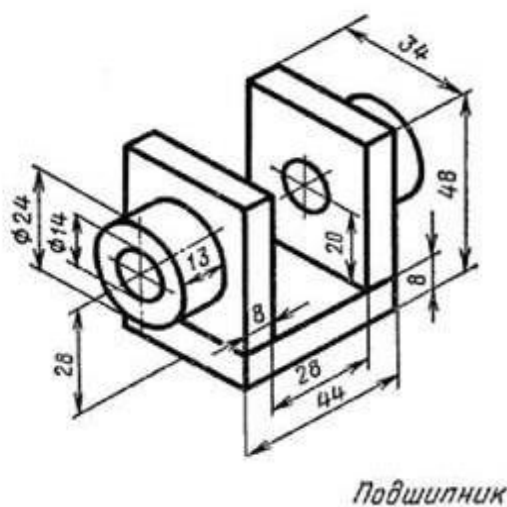
Стойка

Вариант 5



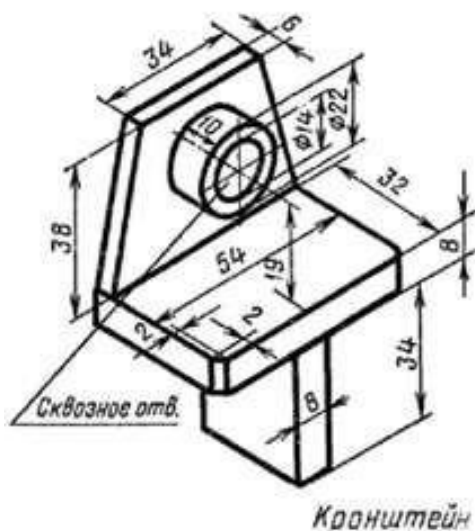
Стойка

Вариант 6

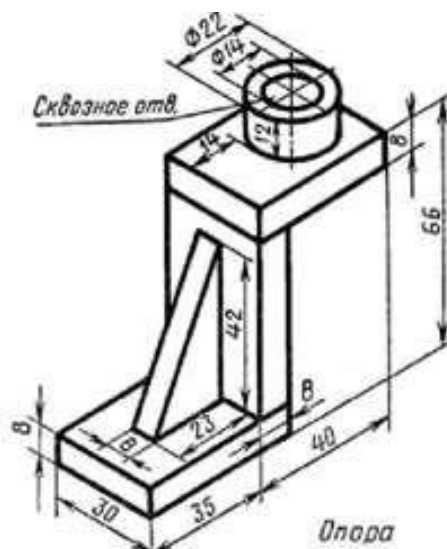


Подшипник

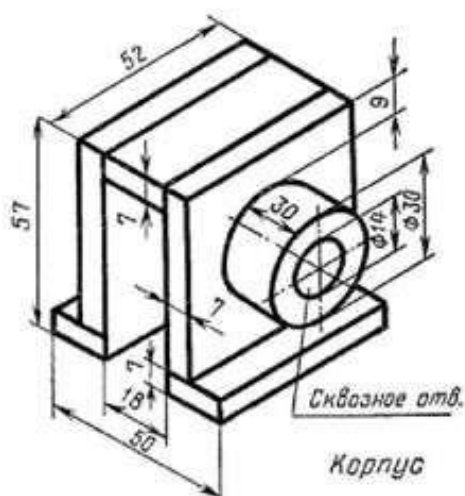
Вариант7



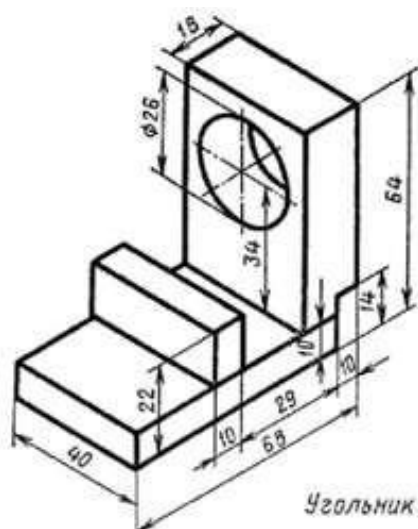
Вариант8



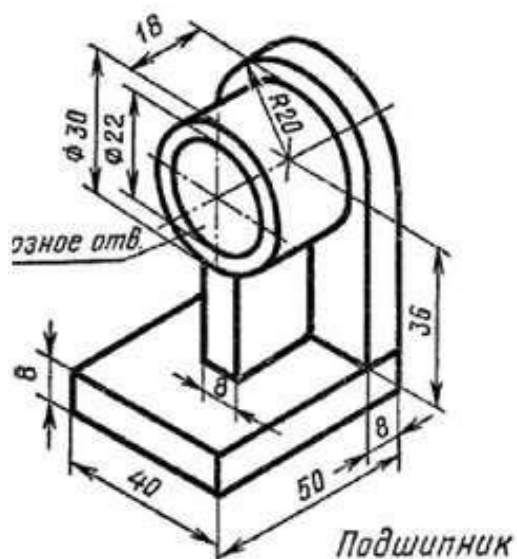
Вариант9



Вариант10



Вариант 11



Вариант12

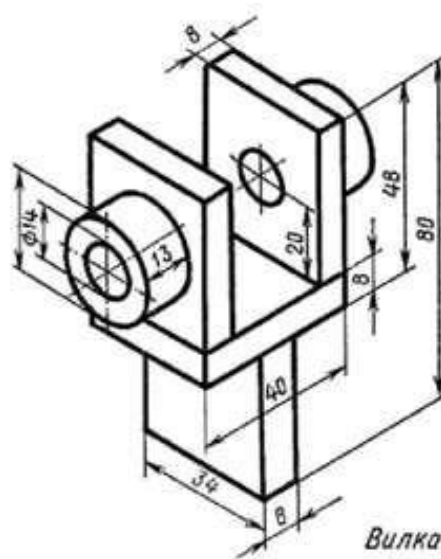
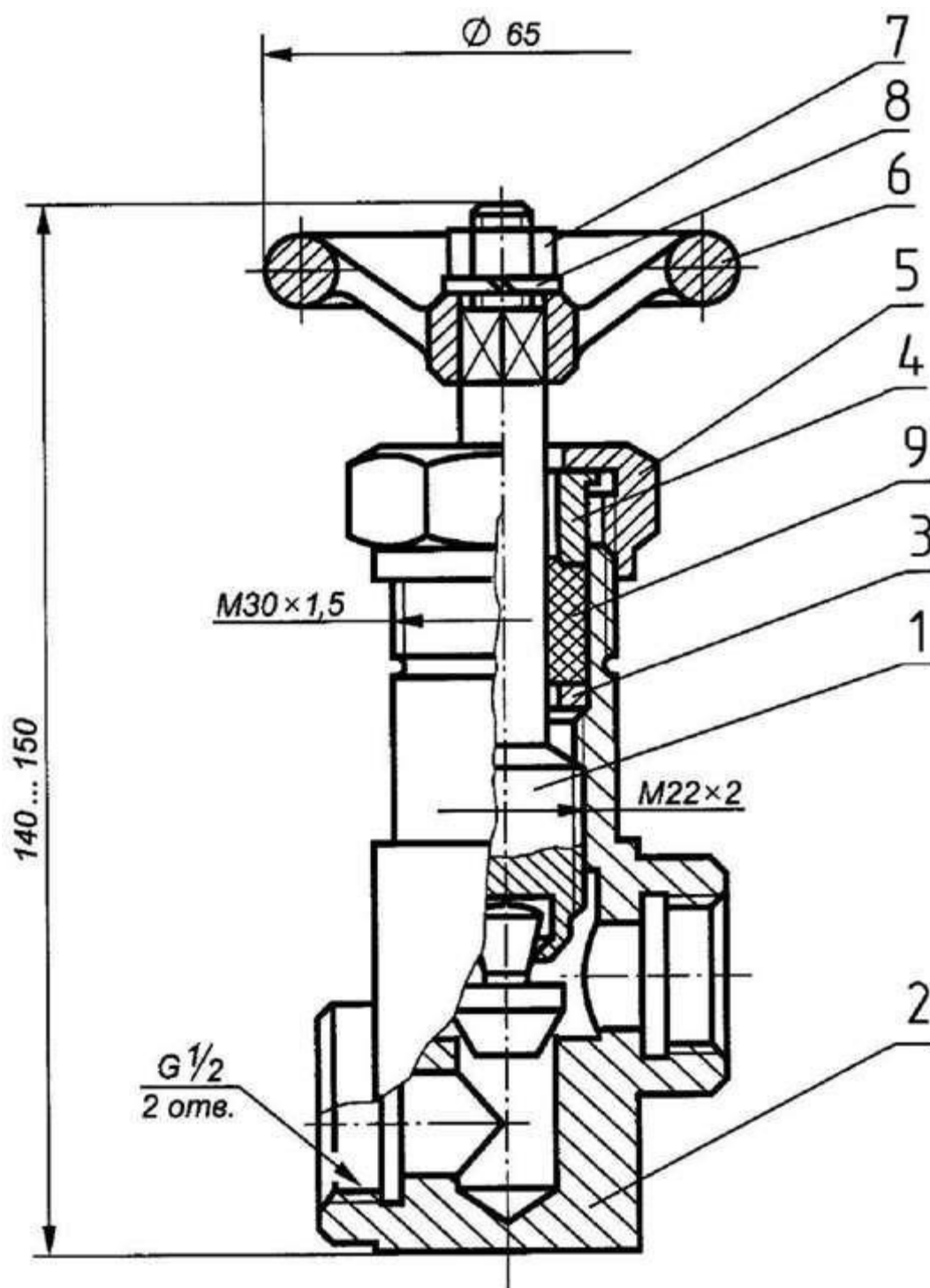


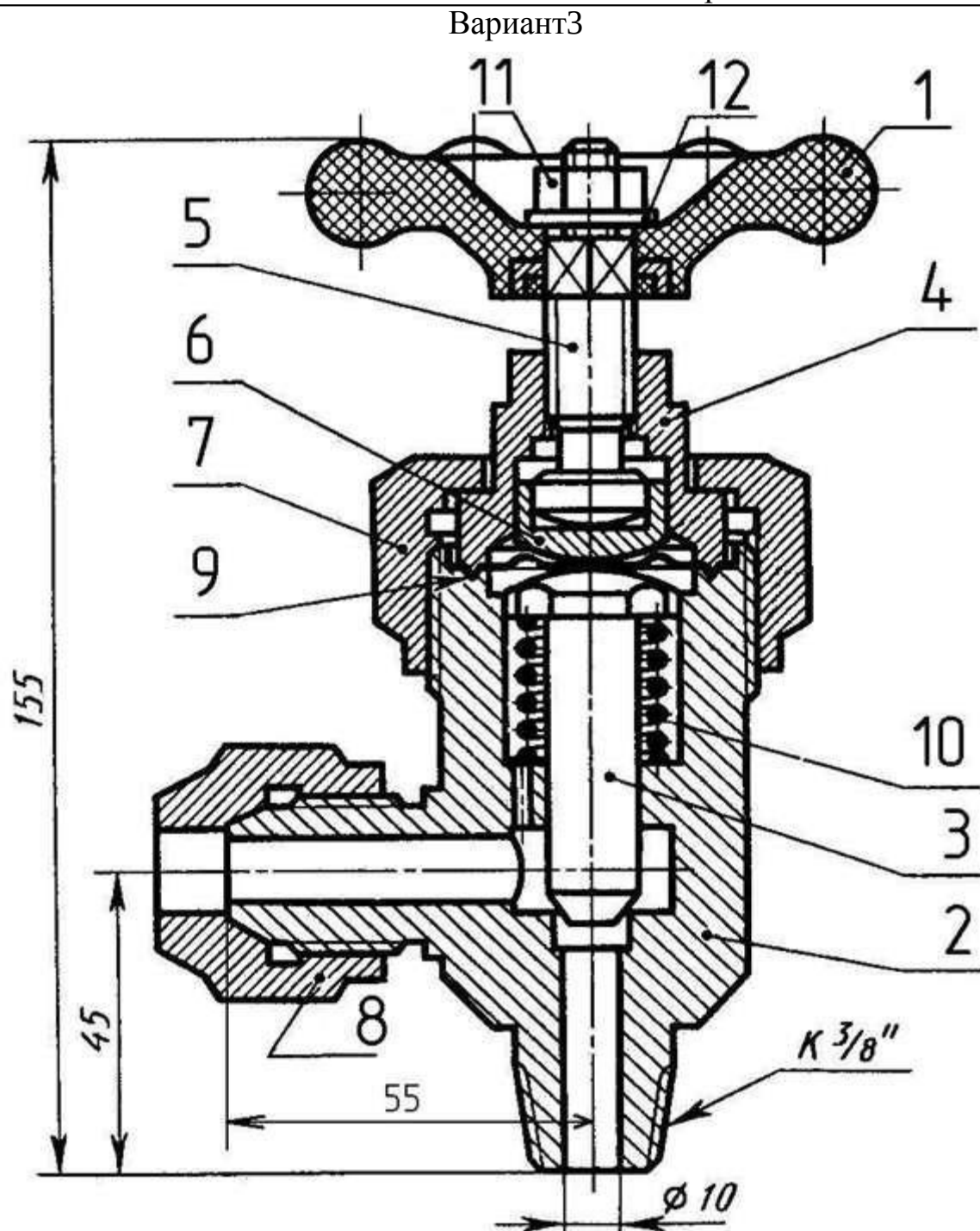
Таблица 23-Данные для лабораторной работы

Вариант 1



ПНЕВМОАППАРАТ КЛАПАННЫЙ

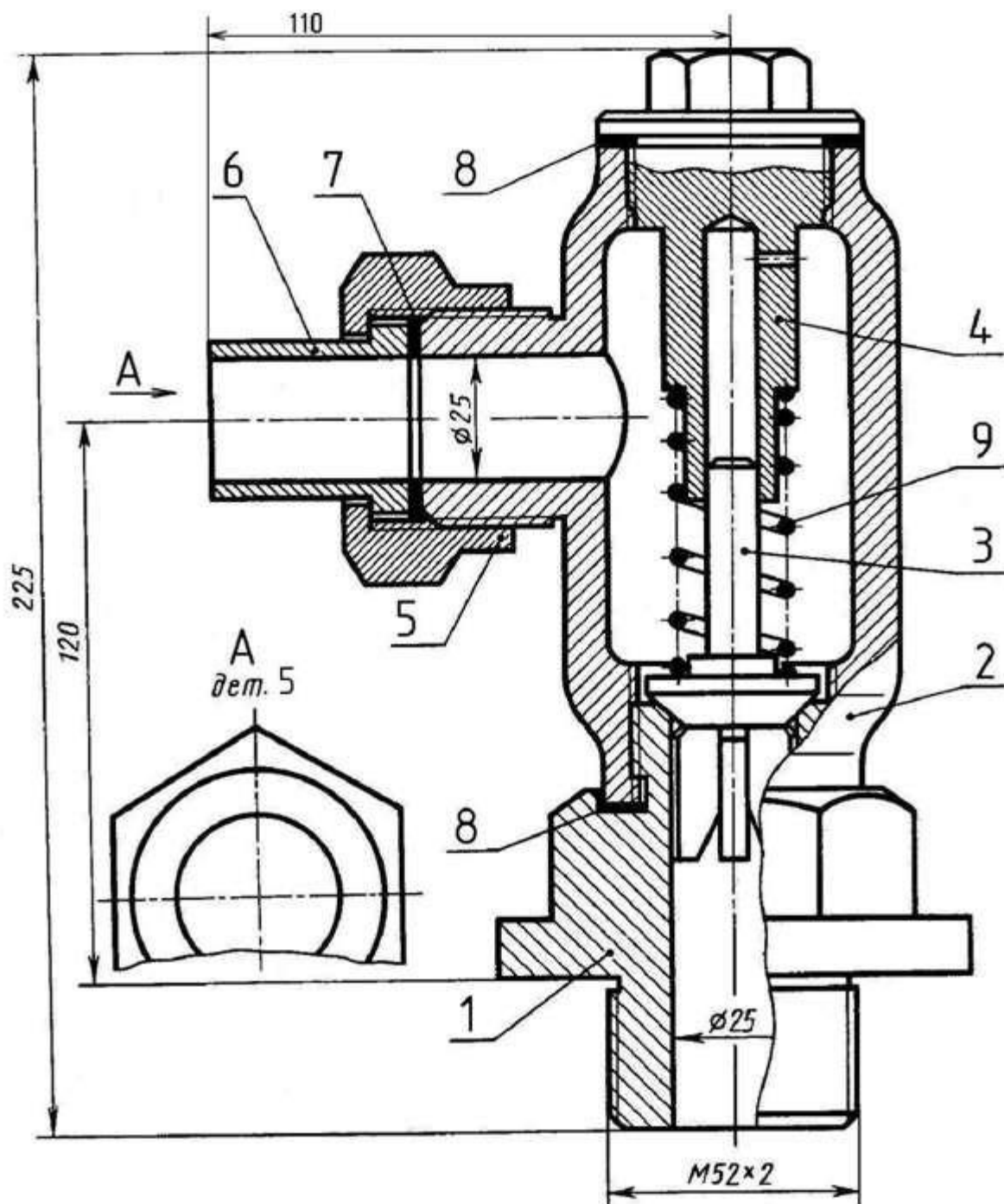
Наименование деталей: 1 – шпindel в сборе, 2 – корпус, 3 – кольцо, 4 – втулка, 5 – гайка, 6 – маховик, 7 – гайка М8 по ГОСТ 5915–70, 8 – Шайба 8 по ГОСТ 6402–70, 9 – пенька



ВЕНТИЛЬЗАПОРНЫЙ,УГЛОВОЙ

Наименование деталей: 1 – маховик, 2 – корпус из латуни, 3 – шток, 4 – крышка, 5 – шпindel с резьбой M14, 6 – подпятник, 7 – гайка накидная с резьбой M52, 8 – гайка накидная с резьбой M24, 9 – мембрана, 10 – пружина, 11 – гайка M8 по ГОСТ 5915–70, 12 – шайба 8 по ГОСТ 1137178

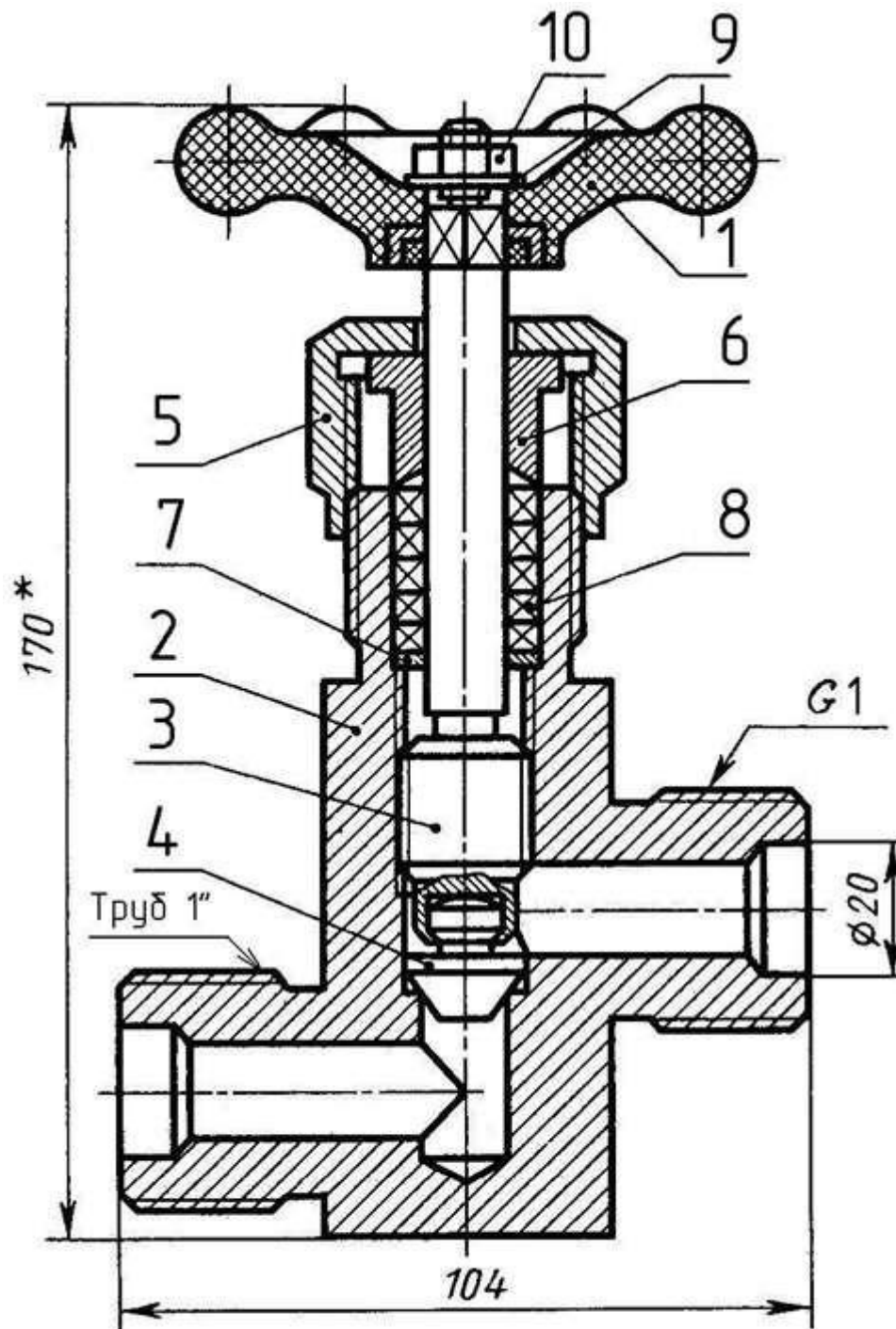
Вариант4



КЛАПАНОБРАТНЫЙ

Наименование деталей: 1 – штуцер, 2 – корпус из стали с резьбовыми отверстиями $M42 \times 2$, 3 – золотник, 4 – крышка, 5 – гайка накидная с резьбой $M42 \times 2$, 6 – патрубок, 7 – прокладка резиновая, 8 – прокладка резиновая, 9 – пружина

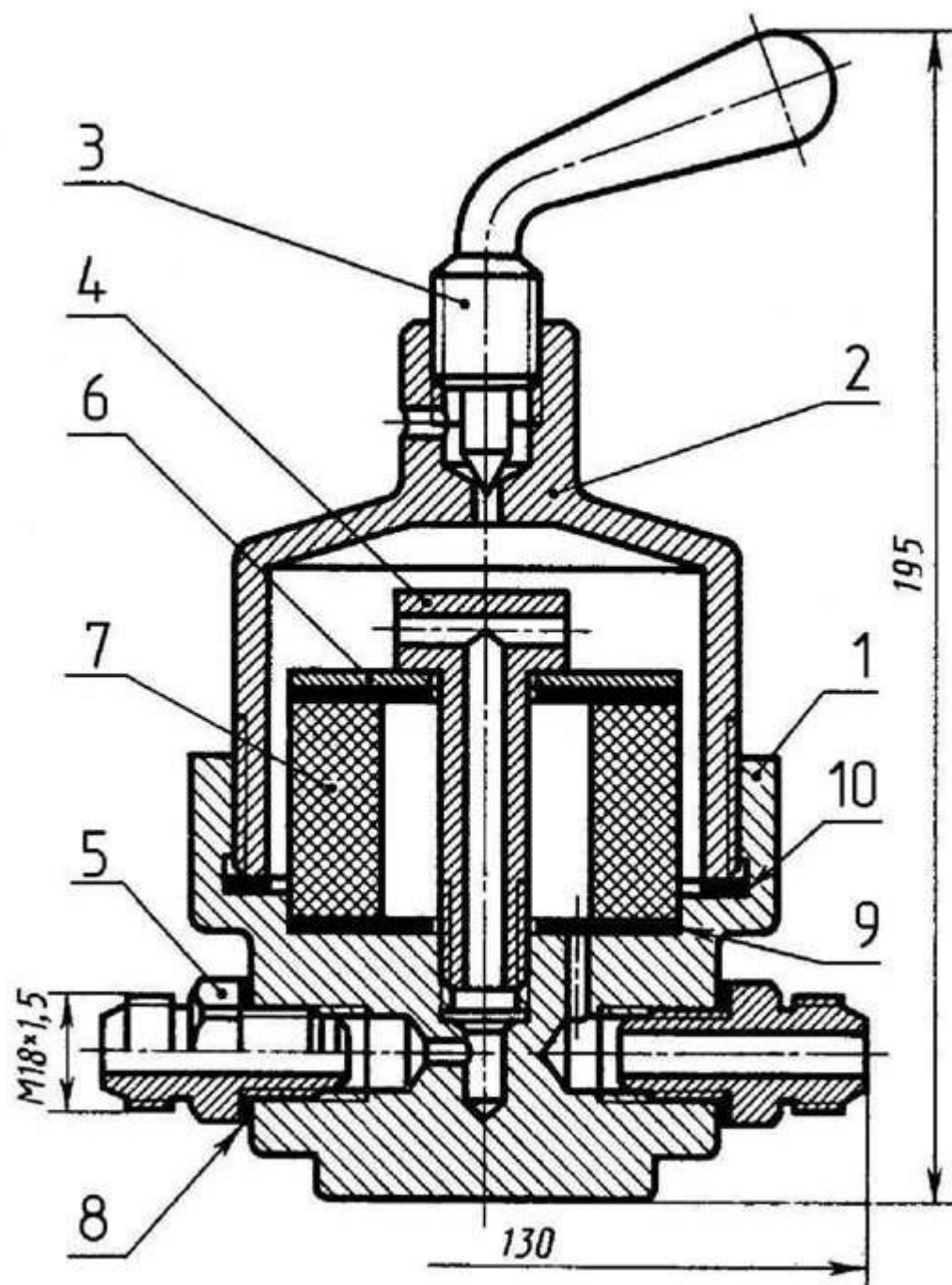
Вариант5



ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ, ЦАПКОВЫЙ

Наименование деталей: 1 – маховик, 2 – корпус стальной, 3 – шпindel, 4 – золотник, 5 – гайка накидная с резьбой М36 х1,5, 6 – втулка сальниковая, 7 – шайба, 8 – набивка асбестовая, 9 – шайба по ГОСТ 11371–78, 10 – гайка М6 по ГОСТ 5915–70

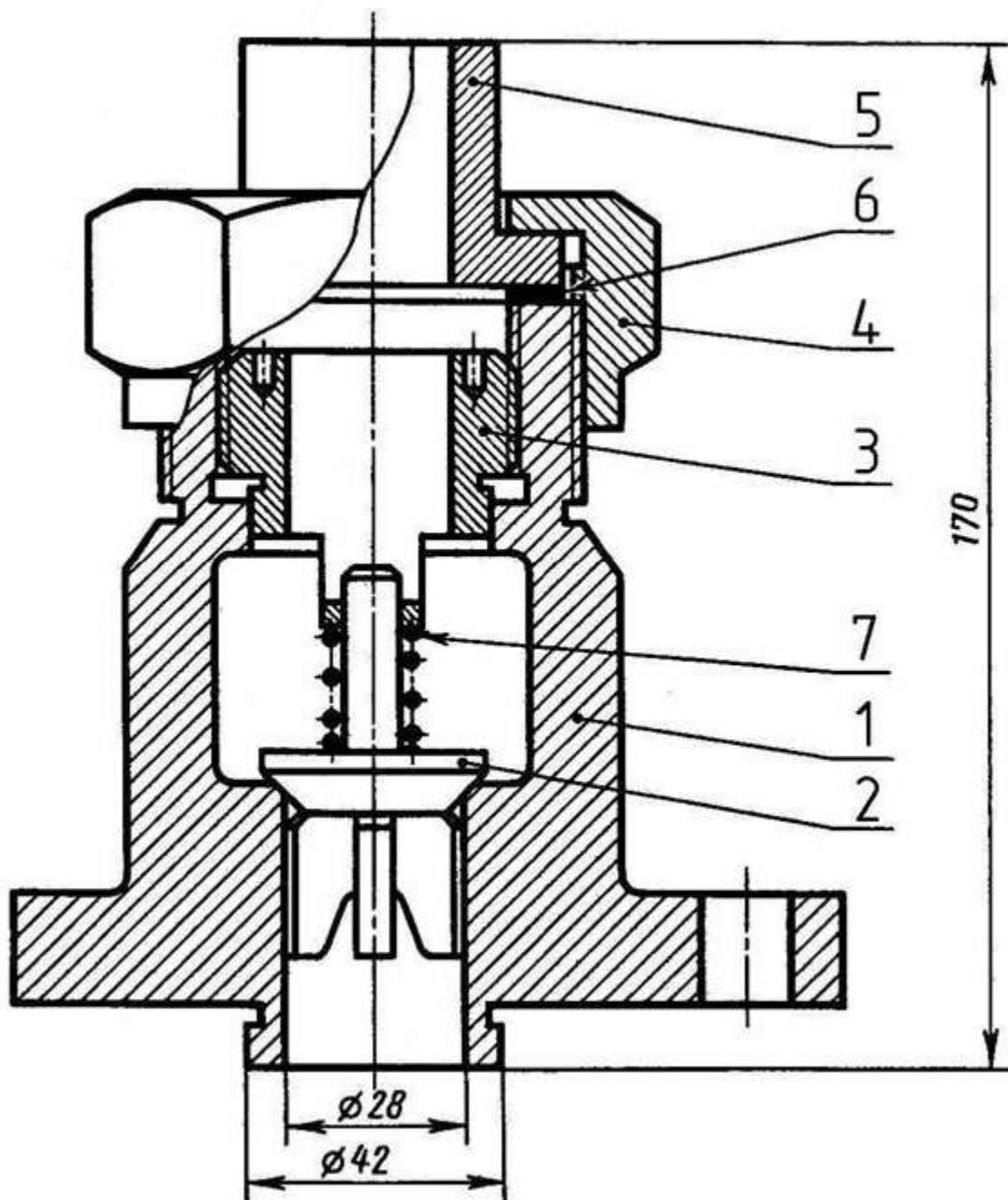
Вариант6



ФИЛЬТР ВОЗДУШНЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – крышка с резьбой М80х3, 3 – рукоятка с резьбой М18, 4 – штуцер из латуни с резьбой М14х1,5 – штуцер из стали (2 шт.), 6 – шайба, 7 – фильтр, 8 – прокладка резиновая (2 шт.), 9 – прокладка резиновая (2 шт.) 10 – прокладка резиновая

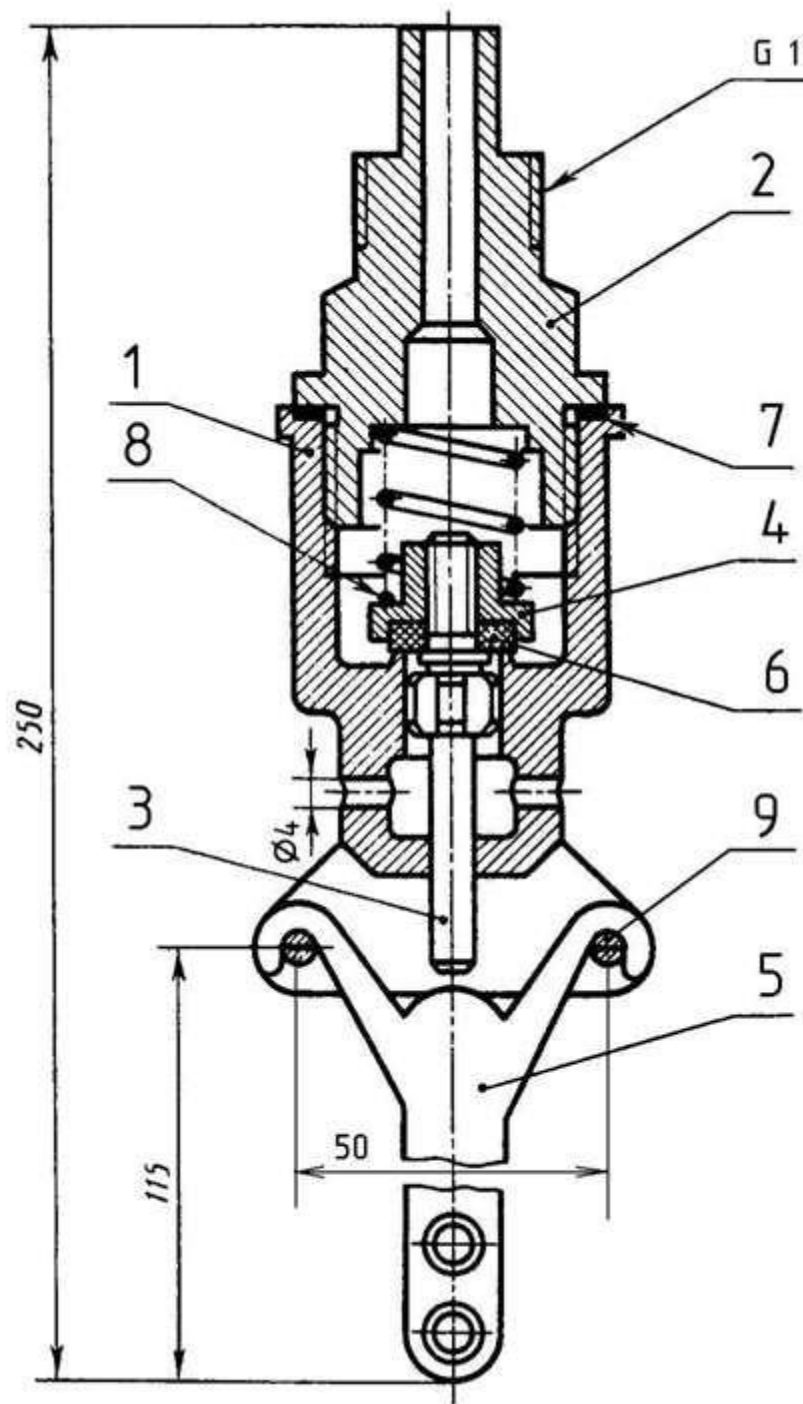
Вариант7



КЛАПАНОБРАТНЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – золотник из латуни, 3 – втулка с резьбой М50, 4 – гайка накидная с резьбой М72х4, 5 – патрубок, 6 – прокладка из резины, 7 – пружина

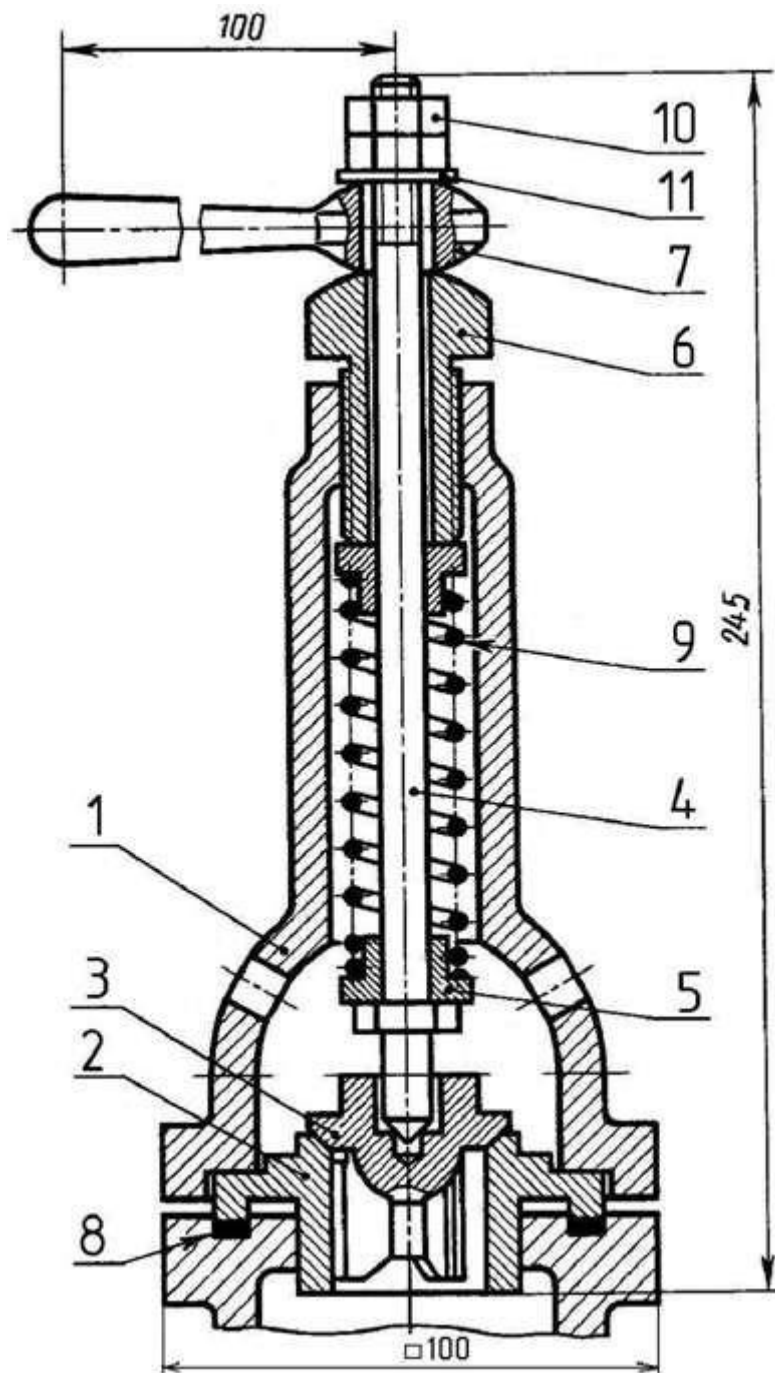
Вариант8



КЛАПАН ВЫПУСКНОЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – крышка с резьбой М40х1,5, 3 – клапан из латуни с резьбой М6, 4 – гайка специальная, 5 – рукоятка, 6 – прокладка резиновая, 7 – прокладка резиновая, 8 – пружина, 9 – шплинт 6х30 по ГОСТ 397–79

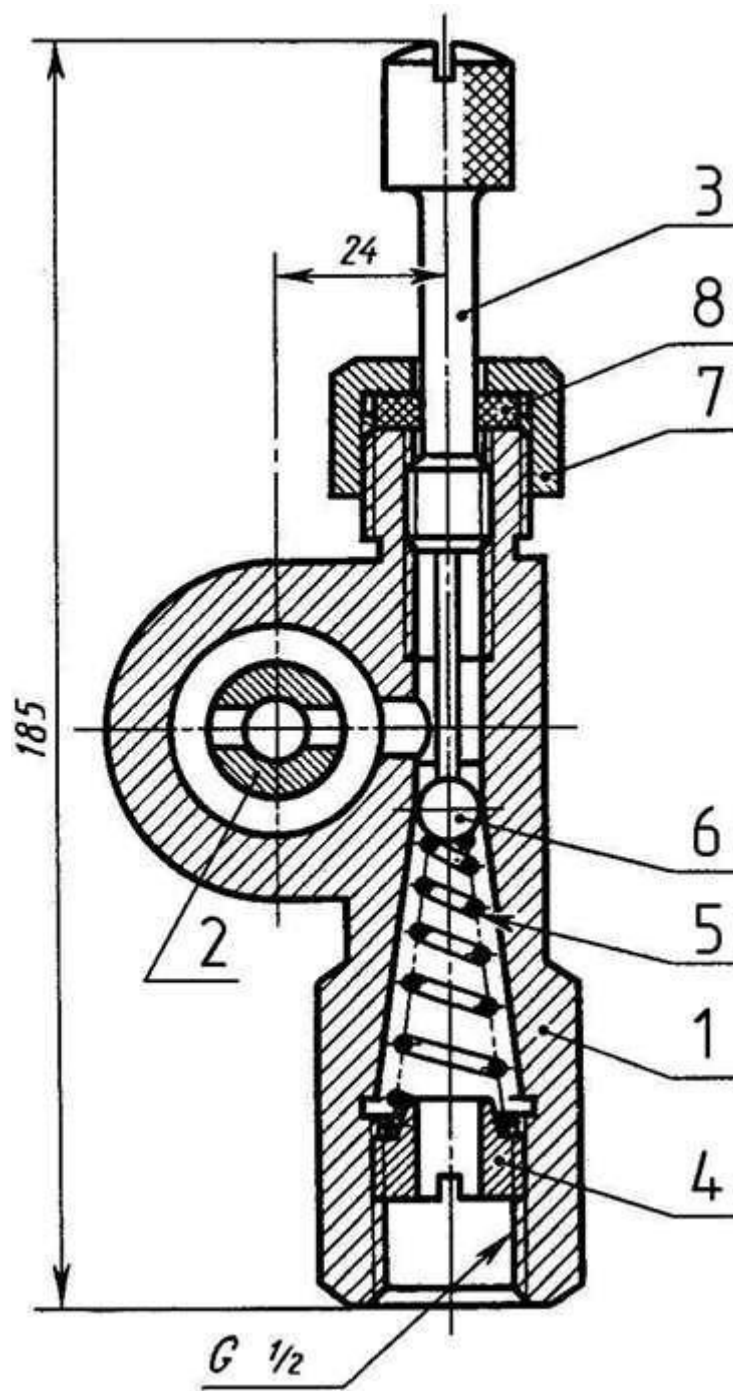
Вариант9



КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – седло, 3 – золотник из латуни, 4 – шток, 5 – тарелка пружины, 6 – втулка с резьбой М24, 7 – рукоятка, 8 – прокладка резиновая, 9 – пружина, 10 – гайка М10 по ГОСТ 5915–70 (2 шт.), 11 – шайба 10 по ГОСТ 11371–78

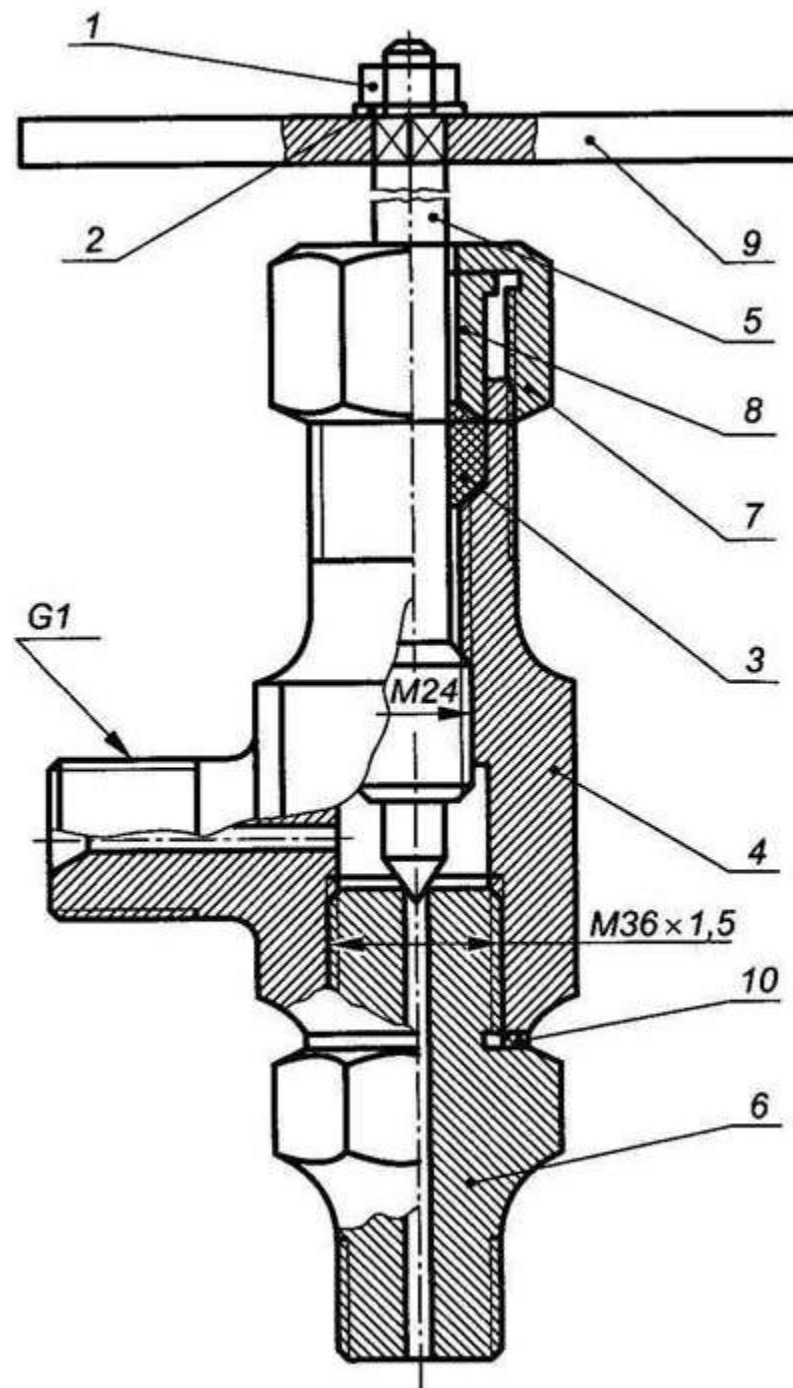
Вариант10



КЛАПАН РЕГУЛИРУЕМЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – штуцер, 3 – игла регулирующая с резьбой M14, 4 – гайка специальная, 5 – пружина, 6 – шарик, 7 – гайка накидная с резьбой M26, 8 – прокладка резиновая

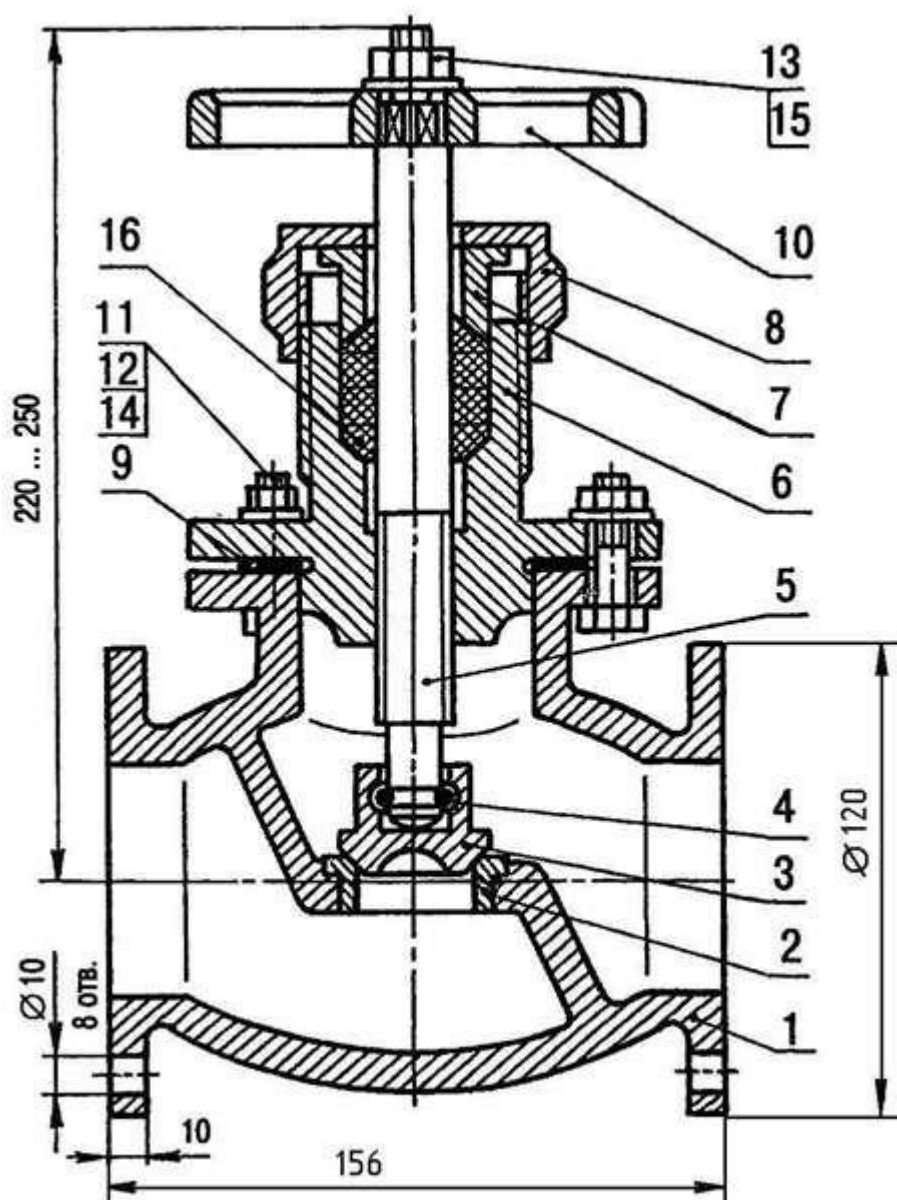
Вариант11



ВЕНТИЛЬ УГЛОВОЙ

Наименование деталей: 1 – гайка M10 по ГОСТ 5915–70, 2 – шайба 10 по ГОСТ 11371–78, 3 – пенька ПП по ГОСТ 9993–74, 4 – корпус из стали, 5 – шпindel с резьбой M24, 6 – штуцер с резьбой M36x1,5, 7 – гайка накидная с резьбой M42x2,8 – втулка, 9 – рукоятка, 10 – прокладка

Вариант 12



ВЕНТИЛЬ УГЛОВОЙ

Наименование деталей: 1 – корпус чугунный, 2 – втулка стальная, 3 – золотник бронзовый, 4 – скоба, 5 – шпindelь резьбой М14, 6 – крышка, 7 – втулка нажимная, 8 – гайка накидная с резьбой М60, 9 – прокладка, 10 – маховик 120x14 по ГОСТ 5260–75, 11 – болт М8 по ГОСТ 7798–70, 12 – гайка М8 по ГОСТ 5919–70, 13 – гайка М10 по ГОСТ 5915–70, 14 – шайба 8 по ГОСТ 11971–78, 15 – шайба 10 по ГОСТ 11971–78, 16 – пенька по ГОСТ 9993–74; 0,017 кг

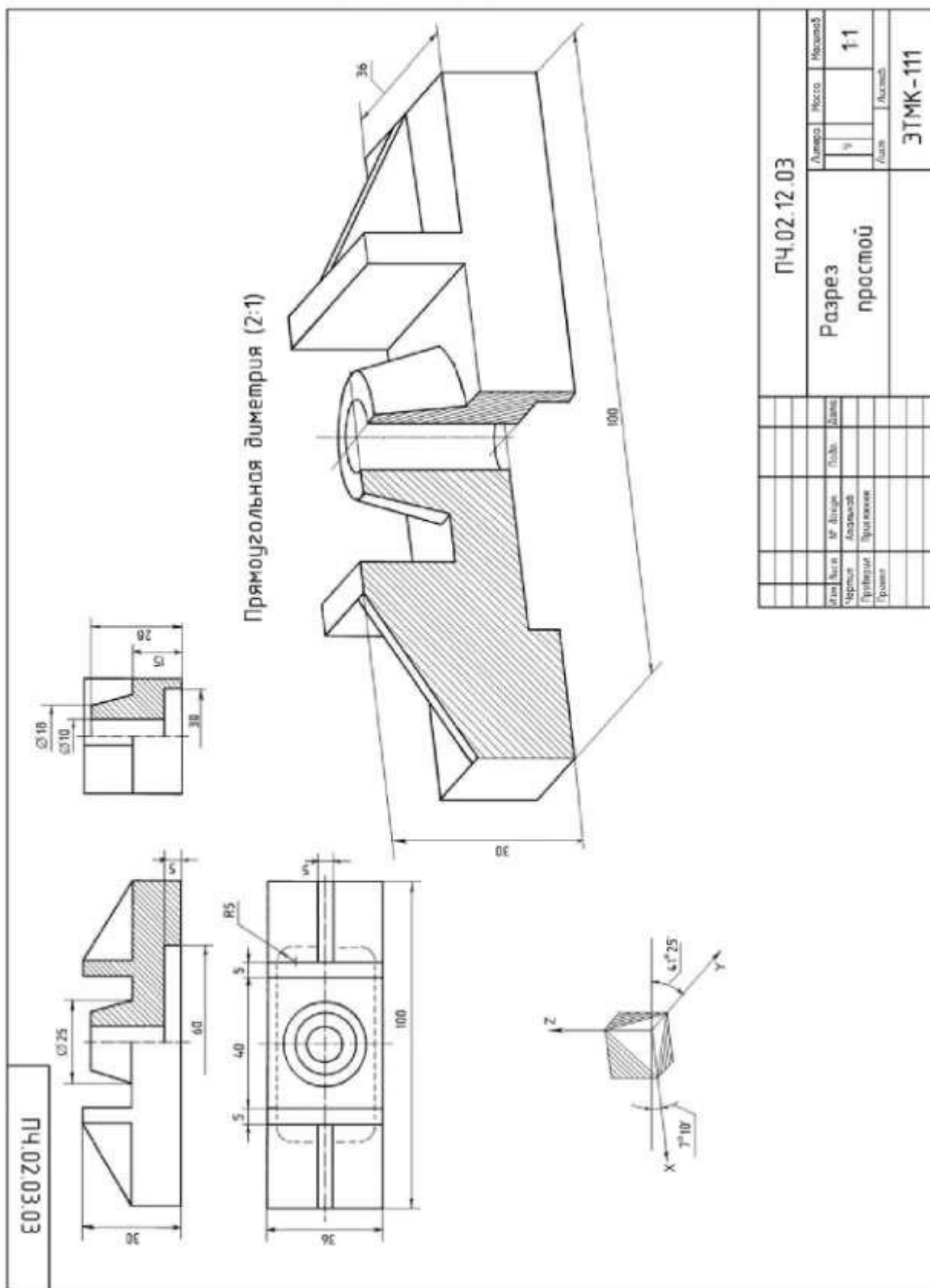


Рисунок 8—Пример выполнения отчета

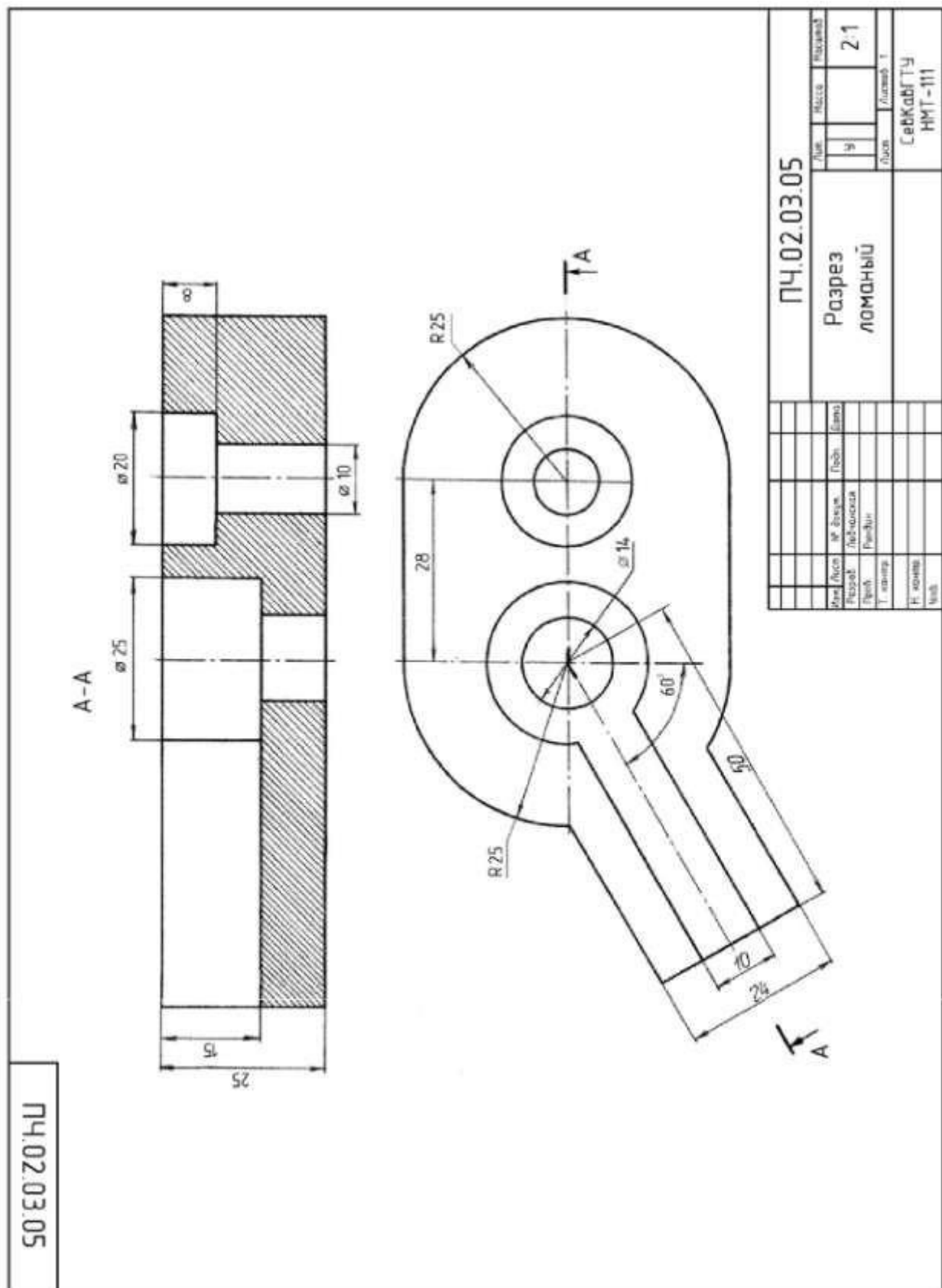


Рисунок9–Пример выполнения отчета

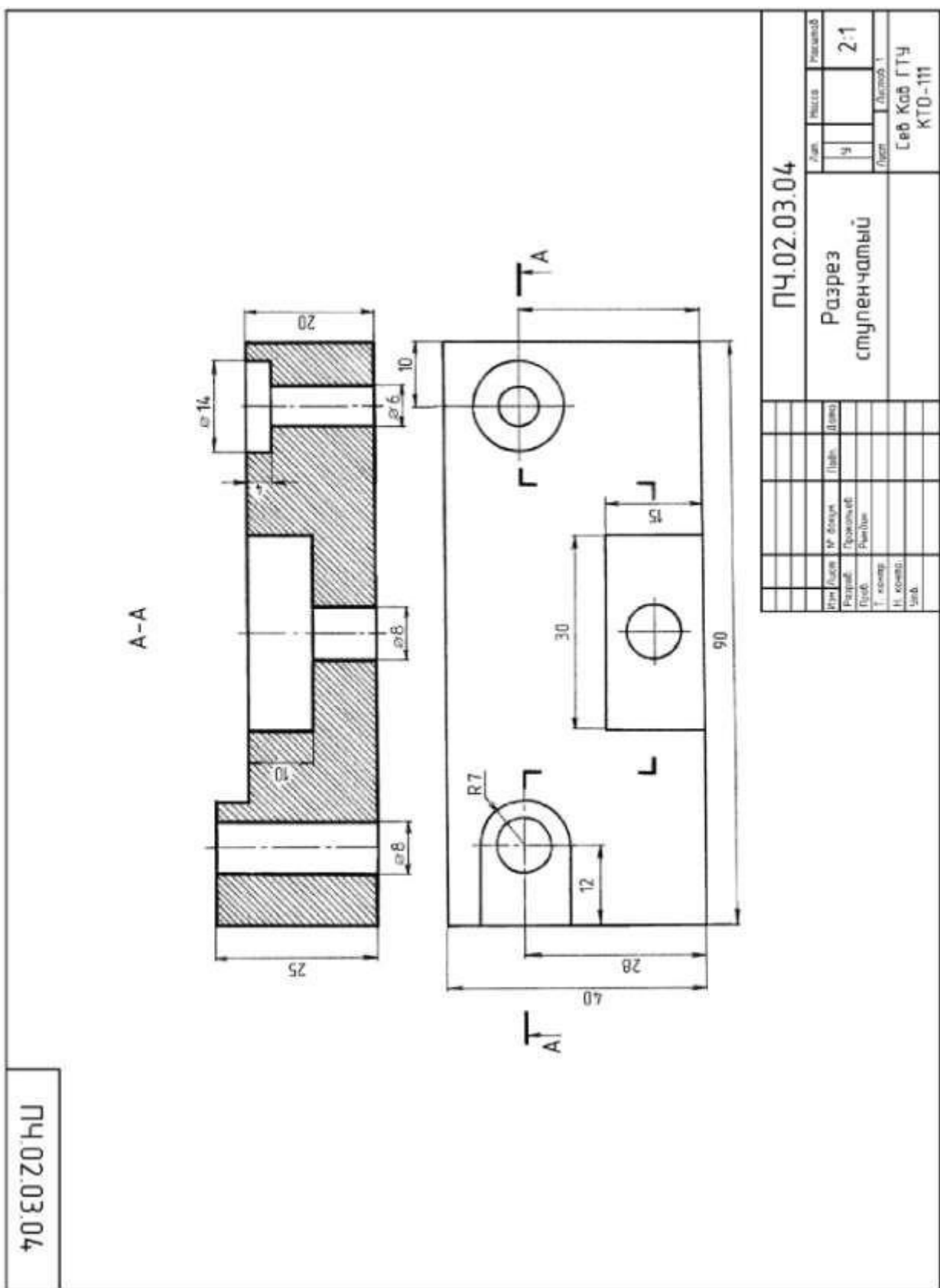
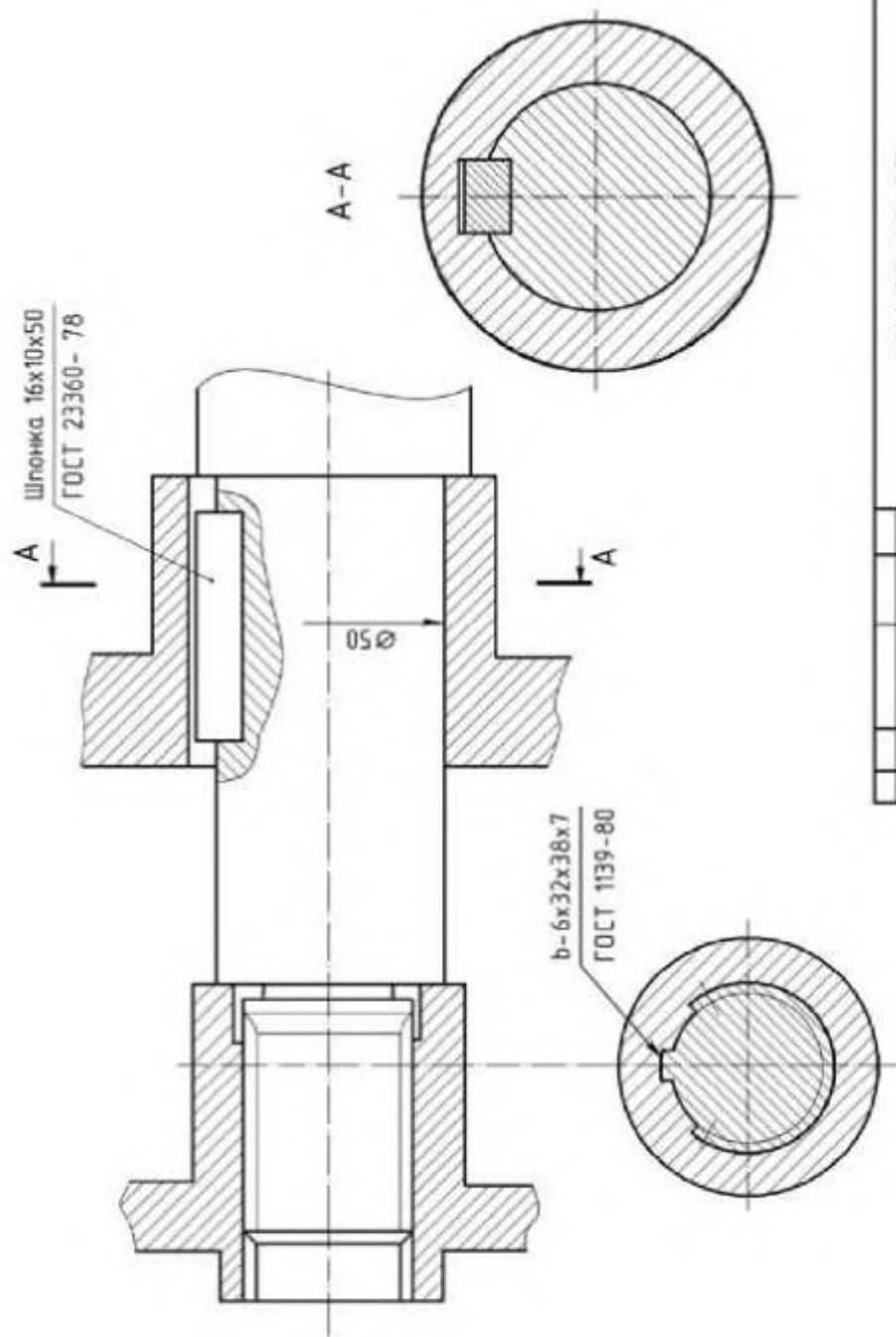


Рисунок 10–Пример выполнения отчета

МЧ.03.03.07



																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</

Рисунок 12 Пример выполнения отчета

Technical drawing of a mechanical part, showing front and side views with dimensions and material specifications.

Front View (Left):

- Overall width: 40
- Overall height: 50
- Top section: Semi-circular with radius R20 and outer diameter $\varnothing 22$.
- Bottom section: Rectangular base with height 10.
- Callouts: 1 points to the top arc, 2 points to the main body, 3 points to the base.

Side View (Right):

- Overall width: 32
- Overall height: 50
- Top section: Semi-circular with radius R20 and outer diameter $\varnothing 22$.
- Bottom section: Rectangular base with height 10.
- Internal features: Two horizontal slots, each 20 units wide and 10 units high, located at the top and bottom of the main body.
- Material specifications: ГОСТ 5264-80-Т-Д3 (top) and ГОСТ 5264-80-У-Д3 (bottom).

Рисунок 13–Пример выполнения отчета

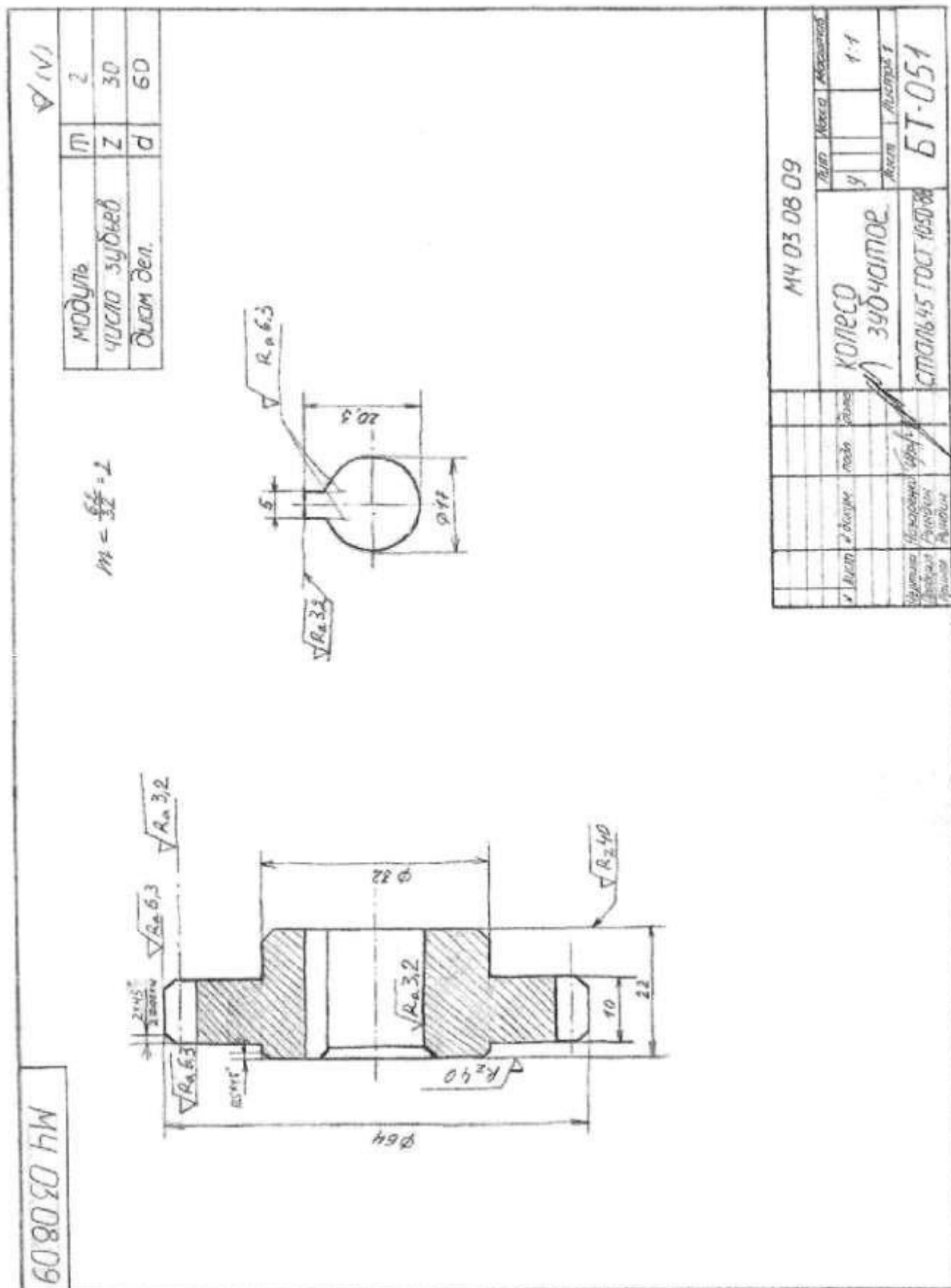
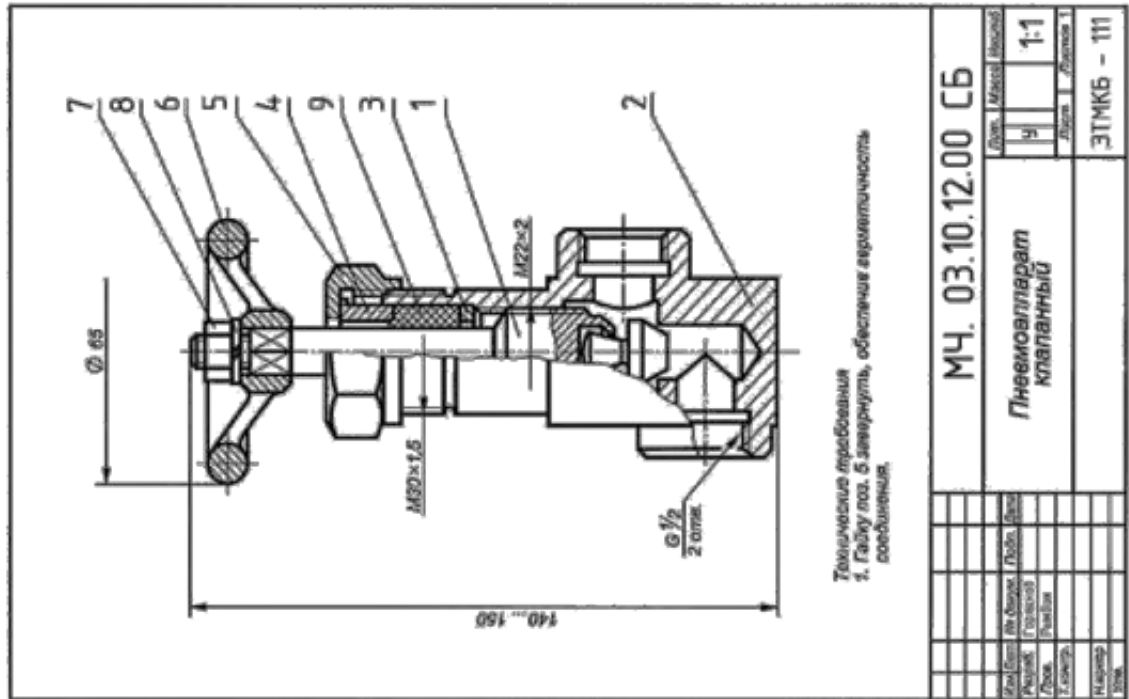


Рисунок 15—Пример выполнения отчета

Обозн.	Лист	Обозначение	Наименование	Код	Примечание
			Документация		
A3		МЧ. 03.10.12.00 СБ	Сборочный чертеж		
			Сборочные единицы		
A4	1	МЧ. 03.10.12.10	Шпindel в сборе	1	
			Детали		
A3	2	МЧ. 03.10.12.02	Корпус	1	
A4	3	МЧ. 03.10.12.03	Кольцо	1	
A4	4	МЧ. 03.10.12.04	Втулка	1	
A4	5	МЧ. 03.10.12.05	Гайка	1	
A4	6	МЧ. 03.10.12.06	Маховик	1	
			Стандартные изделия		
7			Гайка М8.5.019	1	
			ГОСТ 5915-70		
8			Шайба 8.01.019	1	
			ГОСТ 11371-74		
			Материалы		
9			Пенька ПП ГОСТ 9993-74		0,01 кг
МЧ. 03.10.12.00					
Пневмоаппарат					
Клапанный					
Лист	Листов	Лист	Листов	Лист	Листов
1	1	1	1	1	1
ЭТМКБ - 111					

Рисунок17–Пример выполнения отчета



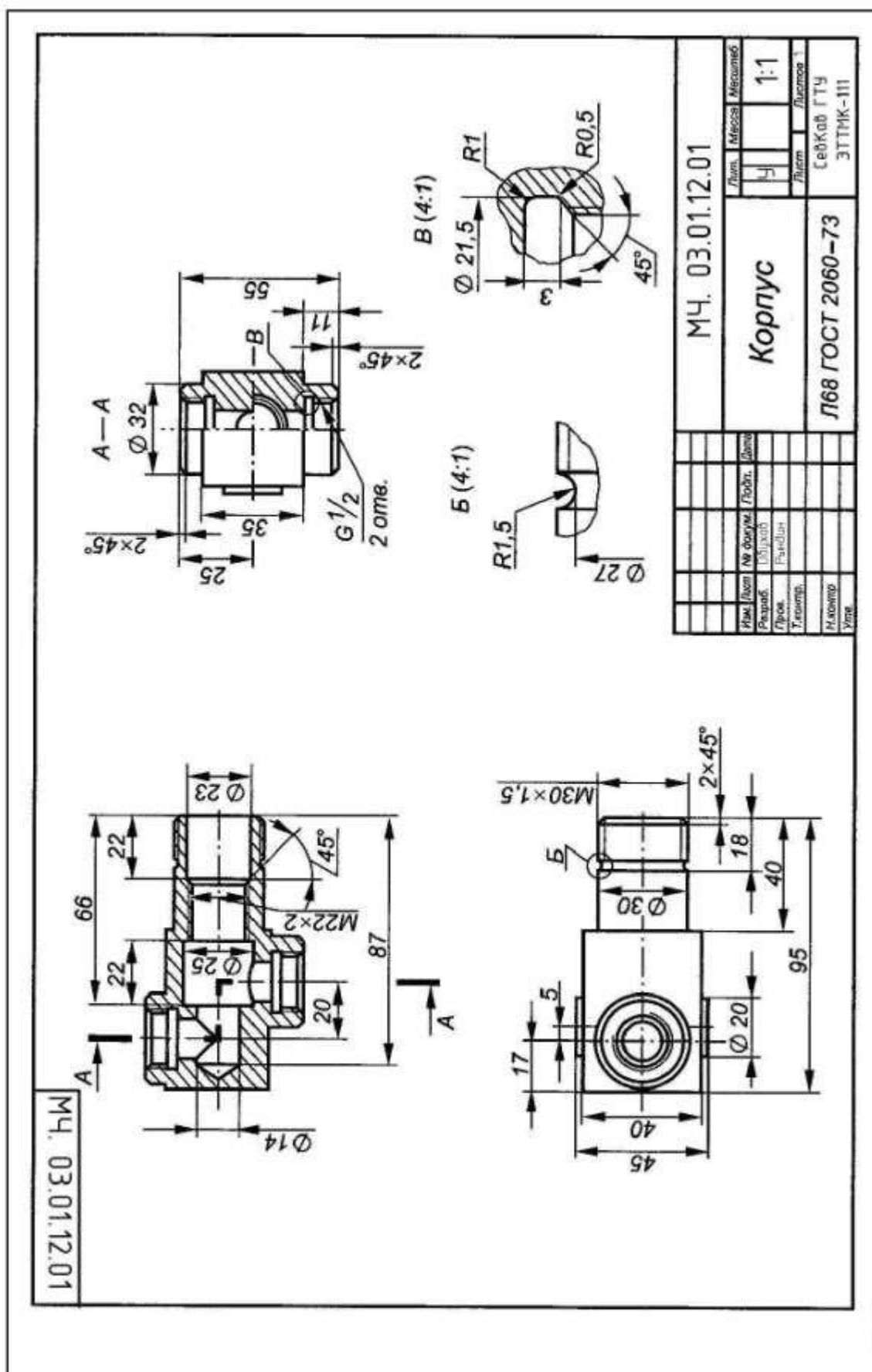


Рисунок 18—Пример выполнения отчета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ по дисциплине

«Компьютерная и инженерная графика»

для студентов направления подготовки

15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств

направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

Шпак М.А. Компьютерная инженерная графика. Методические указания. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2026. – 167 с.

Методические указания предназначены для оказания методической помощи при выполнении чертежей во время аудиторных занятий, по дисциплине «Компьютерная и инженерная графика». Содержит основные теоретические положения; рассмотрены примеры решения задач и выполнения заданий; приведены образцы оформления листов графической части и контрольные вопросы для проверки усвоения материала. Предназначены для студентов по направлению подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль подготовки: "Технология машиностроения" Квалификация выпускника: Бакалавр

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Практическое занятие 1. Интерфейс автоматизированной системы разработки чертежей КОМПАС и/или Autocad. Этапы жизненного цикла изделия. Знакомство с основными элементами системы КОМПАС и/или Autocad.	6
Практическое занятие 2. Основные типы документов в системе КОМПАС и/или Autocad: деталь, плоский чертеж, модель.	25
Практическое занятие 3. Редактирование геометрических объектов в системе КОМПАС и/или Autocad: режим редактирования; использование характерных точек, применение специальных команд редактирования.	45
Практическое занятие 4. Размеры. Размерные стили.	48
Практическое занятие № 5. Разрезы простые. Выполнение совмещения части вида и части разреза с использованием системы КОМПАС и/или Autocad.	70
Практическое занятие № 6. Разрезы сложные. Обозначение разрезов.	76
Практическое занятие № 7. Резьбы. Их условное изображение и обозначение.	79
Практическое занятие № 8. Резьбы. Выполнение изображения резьбового соединения с использованием системы КОМПАС и/или Autocad.	79
Практическое занятие № 9. Виды сварных швов, их условное обозначение на чертеже.	84
Практическое занятие № 10. Построение изображения сварного соединения в системе КОМПАС и/или Autocad.	84
Практическое занятие № 11. Знакомство со слоями при работе в системе КОМПАС.	89
Практическое занятие № 12. Управление слоями в графическом документе. Использование пакета КОМПАС и/или Autocad и технологии «3D-модель-2D-модель-2D-чертеж».	100
Практическое занятие № 13. Сборочный чертеж.	126
Практическое занятие № 14. Выполнение сборочного чертежа и связанной спецификации в системе КОМПАС и/или Autocad.	134
Приложение А	
Приложение Б	

Введение

Дисциплина «Компьютерная и инженерная графика» относится к обязательной части учебного плана. Ее освоение происходит в 4-ом семестре.

Изучение дисциплины «Компьютерная и инженерная графика» опирается на знания, полученные при изучении следующих дисциплин: Введение в специальность, Начертательная геометрия и инженерная графика, Основы проектной деятельности, Детали машин и основы конструирования, Метрология, стандартизация и сертификация.

Изучение дисциплины способствует формированию у выпускников направления подготовки 15.03.05-Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств следующих компетенций:

ИД-2_{ОПК-6} Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности;

ИД-1_{ОПК-10} Владеет современными САД-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий.

Дисциплина «Компьютерная и инженерная графика» состоит из 2-х разделов. Практические занятия по разделу «Начертательная геометрия» проводятся во 2-ом семестре и основаны на решении пространственных задач с помощью комплексных чертежей (эпюров). Прежде чем приступить к решению задачи на чертеже, надо понять ее условие, представить в пространстве заданные геометрические образы и пространственное расположение, и четко представить схему решения, т. е. установить последовательность выполнения операций. При решении задач очень полезно прибегать к моделированию заданных геометрических форм и их сочетаний с помощью бумаги, пластилина, чертежных инструментов и любых подходящих подручных предметов и материалов.

Раздел «Инженерная графика» базируется на изучении основных требований и положений ЕСКД и применении их при выполнении

конструкторской документации. Инженерная графика несет основную нагрузку в графической подготовке бакалавров, являясь одним из важнейших компонентов его общетехнической подготовки.

Решение задач из задания выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297х420). Площадь, занятая построениями, должна составлять 75%. Все построения проводятся с возможно большей точностью и аккуратностью в карандаше (марки ТМ и М). На эюре (чертеже) должны быть сохранены вспомогательные линии построений, выполненные сплошными тонкими линиями. Все надписи должны выполняться стандартным шрифтом размером 3,5; 5 и 7 в соответствии с ГОСТ 2.304-81.

Студент выполняет все задания по индивидуальному варианту, определенному преподавателем.

Практическое занятие 1. Интерфейс автоматизированной системы разработки чертежей КОМПАС и/или Autocad.

Этапы жизненного цикла изделия. Знакомство с основными элементами системы КОМПАС и/или Autocad.

Интерфейс программы AutoCAD

Цель работы

Целью работы является ознакомление студентов с основными элементами рабочего пространства программы AutoCAD, панелями, лентами и вкладками, с помощью которых впоследствии будет производиться работа.

Организационная форма занятия

Занятие проводится с помощью компьютерной симуляции.

Методические рекомендации

AutoCAD – 2-х и 3-х мерная система автоматизированного проектирования и черчения. За свою более чем тридцатилетнюю историю прошедшая путь от «электронного кульмана» до мощнейшего средства автоматизации проектирования, и стала одной из самых распространенных систем. Формат чертежей *.DWG, используемый программой, де-факто признан мировым стандартом передачи графических инженерных данных.

Запуск программы

AutoCAD как и любая другая программа, разработанная для операционной системы windows, запускается несколькими способами:

- При помощи кнопки «Пуск». Пуск → Все программы → Autodesk → AutoCAD 2014 – Русский (Russian) → AutoCAD 2014 – Русский (Russian);
- При помощи ярлыка на рабочем столе AutoCAD 2014 – Русский (Russian);
- При помощи любого файла чертежа (данный запуск программы осуществляется при необходимости открытия конкретного чертежа).

Первый запуск

При запуске программы AutoCAD 2014 первым появляется диалоговое окно «Добро пожаловать», показанное на рисунке 1.. Как видно из рисунка диалоговое

окно содержит три блока: «работа», «обучение» и «расширения», каждый из которых позволяет производить операции над файлами, просматривать справочные материалы и расширять возможности работы программы.

Для того чтобы данное окно не появлялось при каждом запуске программы, необходимо в его нижнем левом углу снять галочку с параметра «Показывать при запуске».

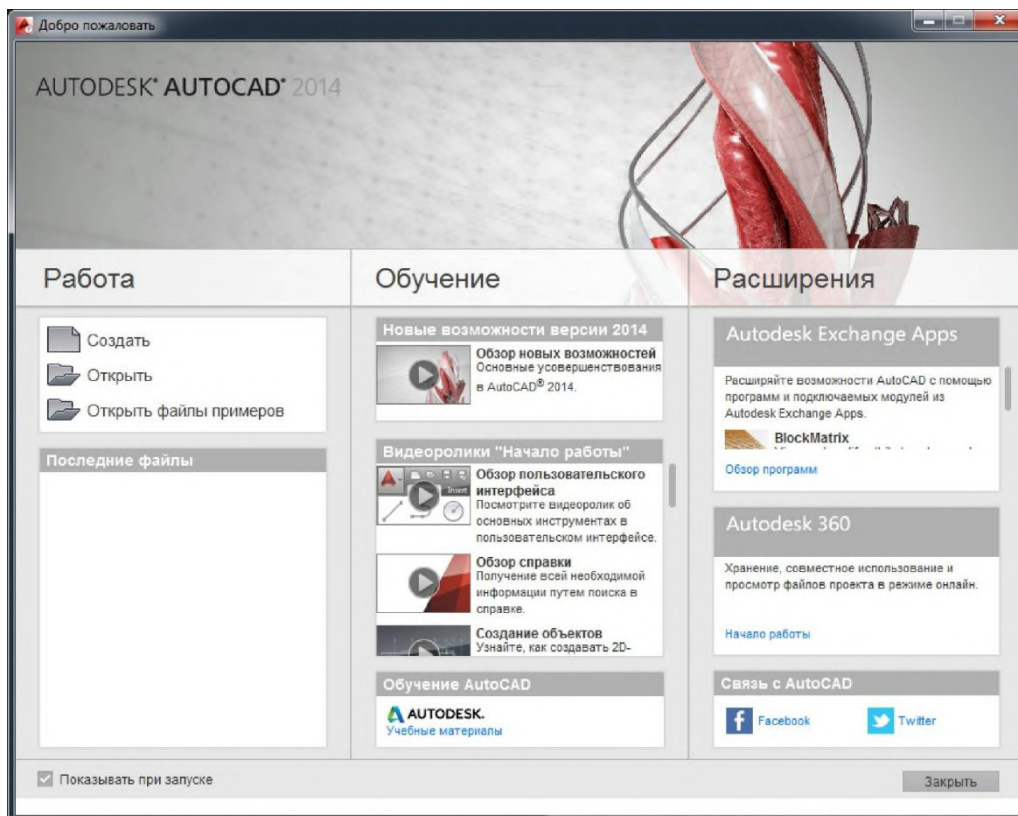


Рисунок 1.1 – Диалоговое окно «Добро пожаловать»

После закрытия окна «Добро пожаловать», появляется окно «Рабочее пространство» программы AutoCAD, показанное на рисунке 1.2.

Рабочее пространство (рисунок 1.2) по умолчанию настроено на режим работы «Рисование и аннотации», помимо которого существуют также режимы «3D основное», «3D моделирование» и «Классический AutoCAD».

Режим работы «Рисование и аннотация», также как и «Классический AutoCAD», служит для создания двумерных чертежей.

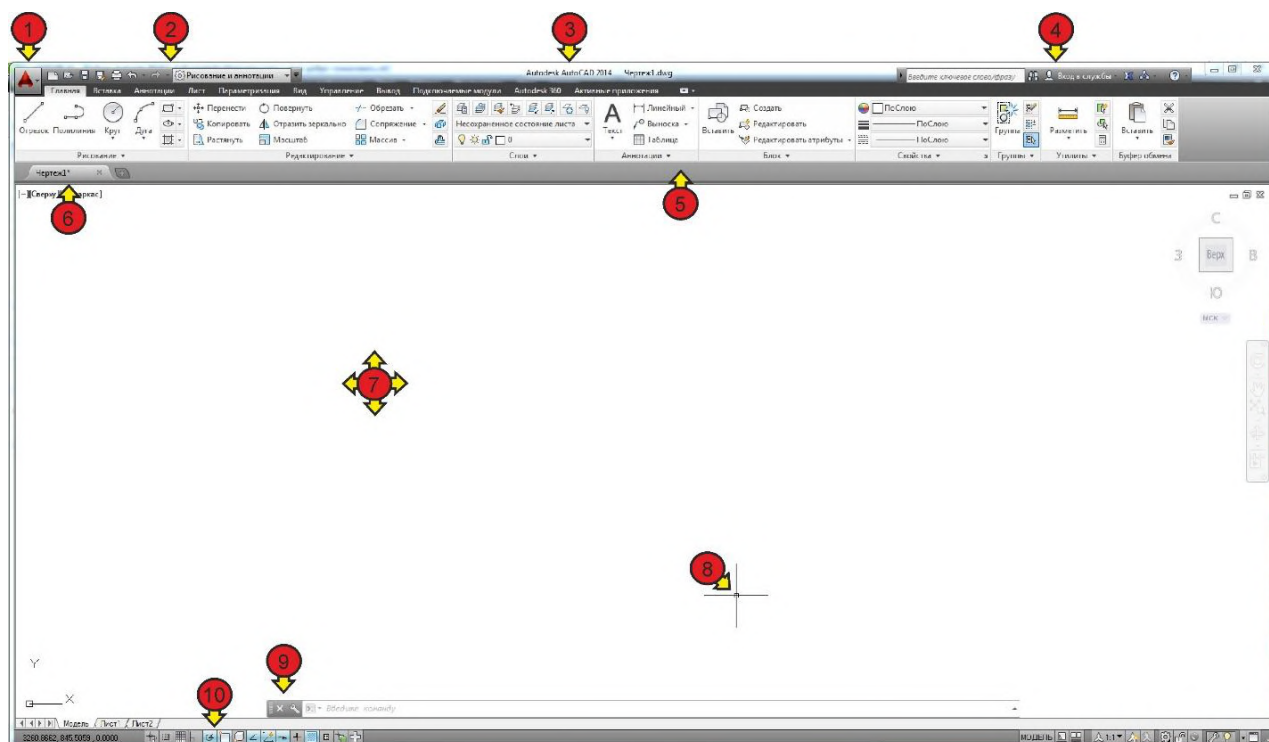


Рисунок 1.2 – Рабочее пространство AutoCAD 2014

Рабочее пространство имеет 10 глобальных функциональных элементов:

1. Меню приложения;
2. Панель быстрого доступа;
3. Заголовок окна;
4. Информационный центр;
5. Лента;
6. Вкладка;
7. Область модели (листа) или рабочая область;
8. Указатель курсора;
9. Командная строка;
10. Строка состояния приложения и чертежа.

Меню приложения

Меню приложения (рисунок 1.3) служит для выполнения различных действий с файлами, их настройки, а также глобальной настройки программы. Данное меню содержит следующие команды для работы с файлами и их настройки:

- «Создать»;
- «Открыть»;
- «Сохранить»;

- «Сохранить как»;
- «Экспорт»;
- «Публикация»;
- «Печать»;
- «Утилиты»;
- «Закрыть».

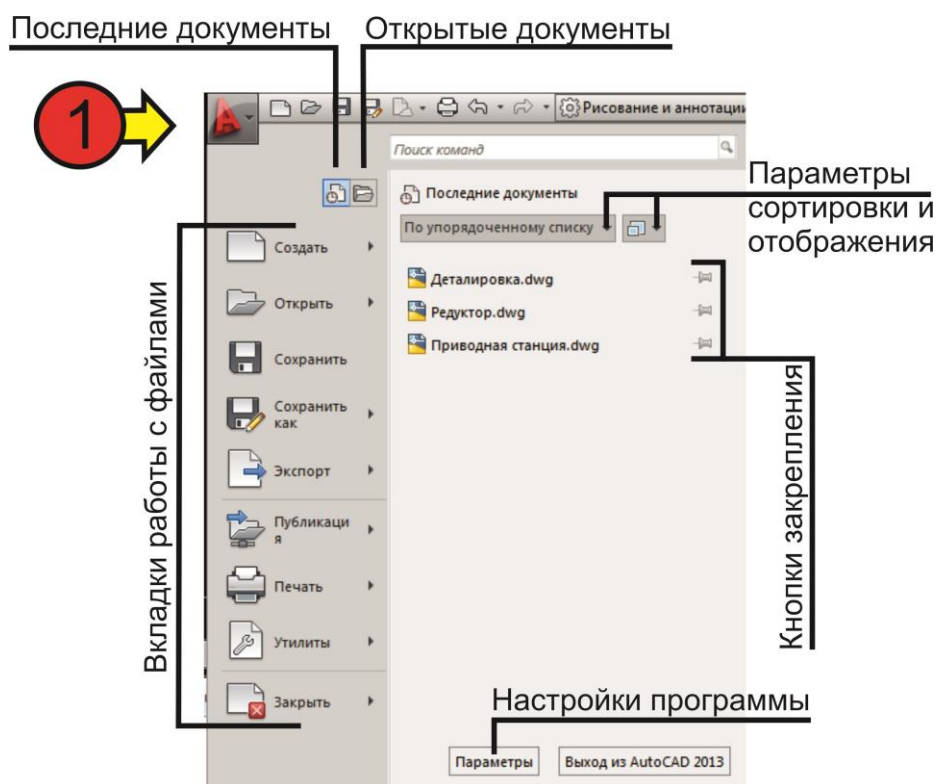


Рисунок 1.3 – Вкладка «Меню приложения»

Помимо действий с файлами, вкладка «Меню приложения» позволяет просматривать последние документы, с которыми недавно велась работа, а также уже открытые документы. Кроме того данная вкладка позволяет изменять вид, сортировку последних и открытых документов, а также настраивать глобальные параметры программы.

В AutoCAD 2013 существует возможность постоянного отображения необходимых файлов в списке последних документов. Для этого необходимо нажать пиктограмму «кнопки» (рисунок 1.3) напротив того файла, который необходимо закрепить.

Важно отметить, что AutoCAD 2014, как и любая другая версия, при установке по умолчанию имеет рабочую область черного цвета, и для того чтобы изменить цвет рабочей области, необходимо выполнить ряд действий, а именно

открыть вкладку «Меню приложения» нажать кнопку «Параметры» и в открывшемся окне «Параметры» перейти во вкладку «Экран» (рисунок 1.4).

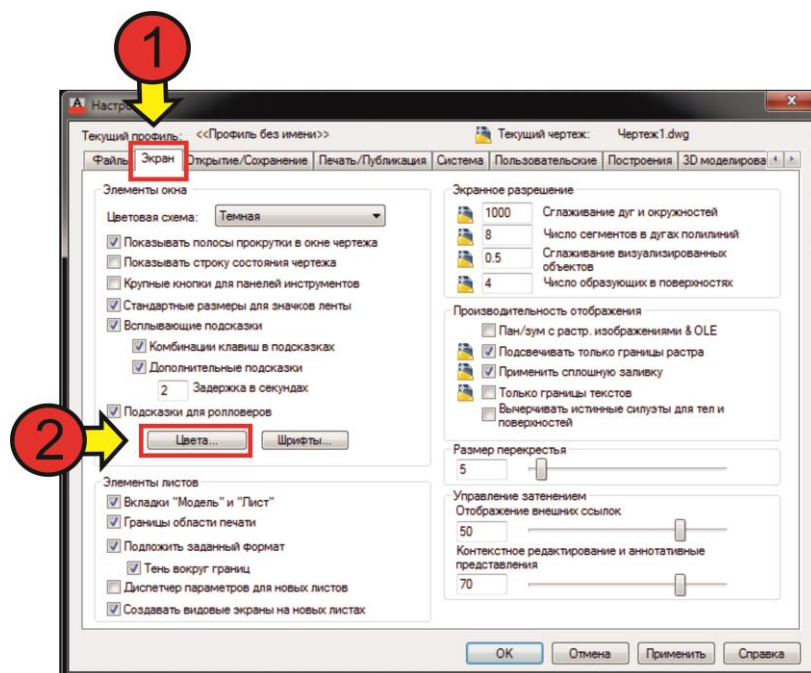


Рисунок 1.4– Диалоговое окно настройки программы

Во вкладке «Экран», при нажатии на кнопку «Цвета...», появляется диалоговое окно «Цветовая гамма окна чертежа» (рисунок 1.5), в котором существует возможность настройки цвета для большинства элементов рабочей области, например: фон рабочей области, маркеры курсора, привязки и т.д.

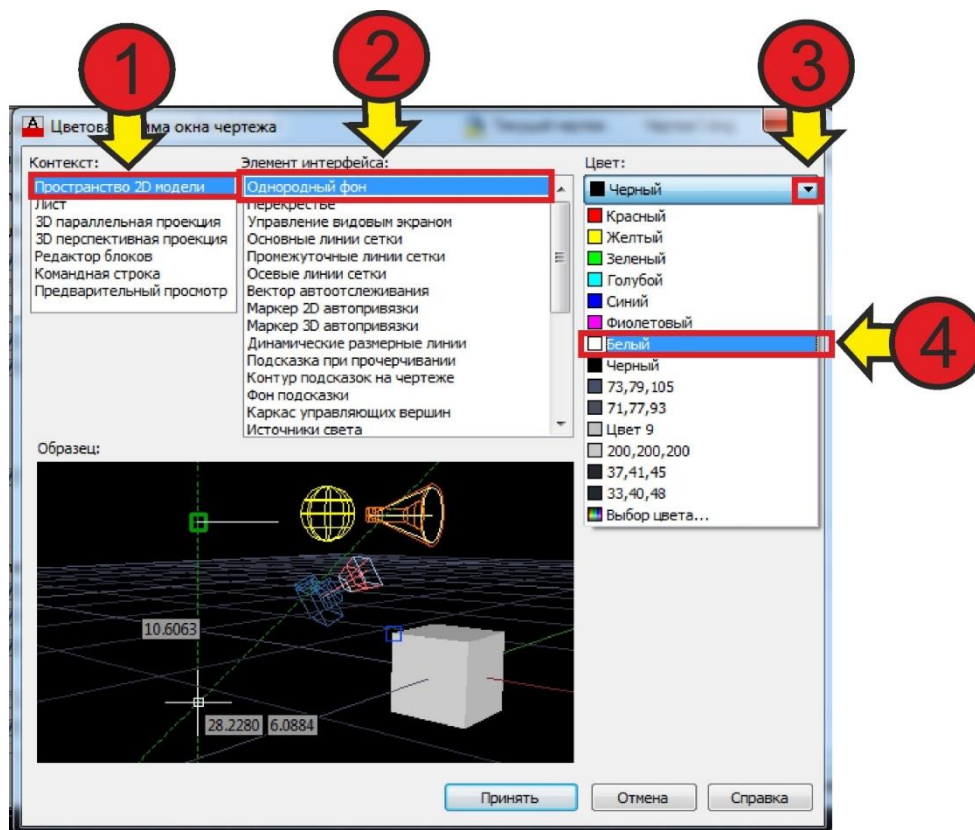


Рисунок 1.5 – Окно «Цветовая гамма окна чертежа»

Смена цвета рабочей области, в появившемся окне (рисунок Рисунок 1.5), производится в 4 действия:

- 1 В области «Контекст» выбирается элемент рабочего пространства в котором необходимо произвести изменения;
- 2 Указывается элемент интерфейса, цвет которого необходимо изменить;
- 3 Открывается выпадающее меню цветов;
- 4 Выбирается необходимый цвет (в данном случае белый), после чего необходимо нажать на кнопку «Применить».

В результате выполнения данных действий поле «Образец:» окна «Цветовая гамма окна чертежа» примет вид, показанный на рисунке 1.6.

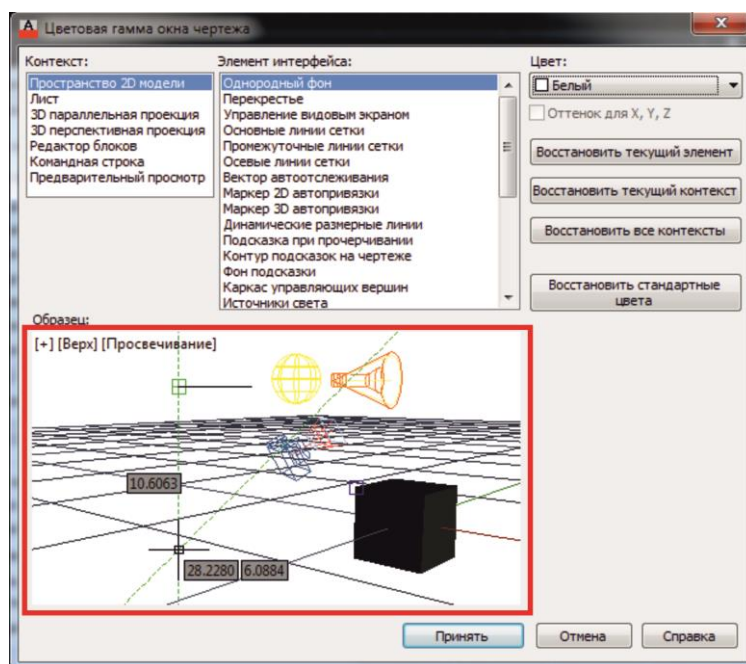


Рисунок 1.6 – Окно «Цветовая гамма окна чертежа» после изменения фона

Как видно из рисунков 1.5 и 1.6 изменение цвета одного элемента может повлечь за собой автоматическое изменение цвета других элементов, например, изменение цвета рабочей области тянет за собой изменение цвета линий.

Панель быстрого доступа

Панель быстрого доступа используется для увеличения скорости проектирования или черчения за счет расположения на ней наиболее часто используемых команд. Вид панели, настроенной по умолчанию, показан на рисунке 1.7.

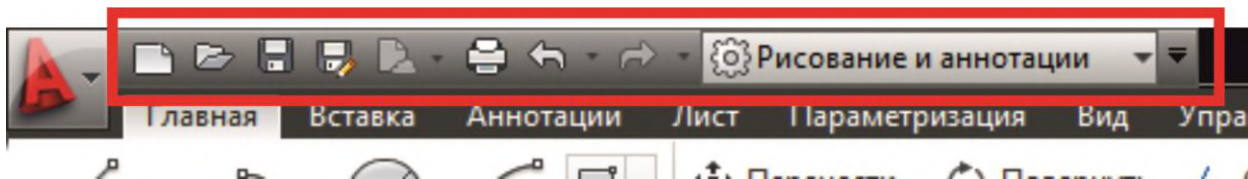


Рисунок 1.7 – Панель быстрого доступа

По умолчанию на панель вынесены следующие функции:

- «Создать»;
- «Открыть»;
- «Сохранить»;
- «Сохранить как»;
- «Параметры облака»;
- «Печать»;
- «Отменить»;
- «Повторить»;
- Переключатель рабочих пространств.

Следует отметить, что данная настройка не всегда является оптимальной, поэтому предусмотрен ряд действий, позволяющий настроить данную панель наилучшим образом под нужды каждого пользователя. Настройка производится щелчком правой кнопки мыши, в любой области панели быстрого доступа, в результате которого открывается меню, показанное на рисунке 1.8.

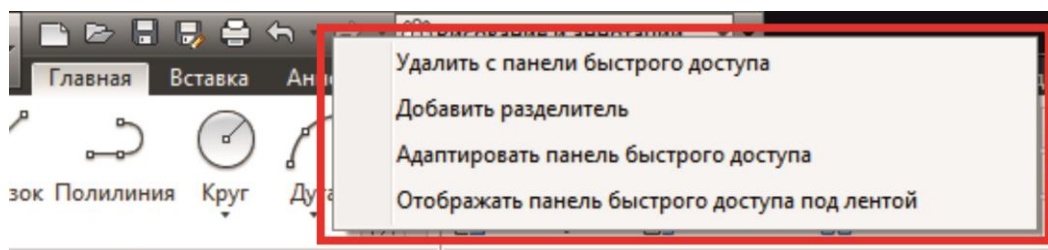


Рисунок 1.8 – Настройка панели быстрого доступа

Меню настройки панели быстрого доступа позволяет выполнять следующие действия:

- Удалять ненужные команды с панели быстрого доступа (при удалении определенной команды вызов меню настройки должен производиться над той командой которую необходимо удалить);
- Группировать часто используемые команды при помощи разделителя;

- Адаптировать панель быстрого доступа под нужды конкретного пользователя (добавлять необходимые команды);
- Настраивать местоположение панели быстрого доступа.

Для добавления какой-либо команды в панель быстрого доступа необходимо выбрать строку меню «Адаптировать панель быстрого доступа» и из появившегося окна «Адаптация пользовательского интерфейса» перетащить нужную команду зажав на ней кнопку мыши (рисунок Рисунок 1.9).

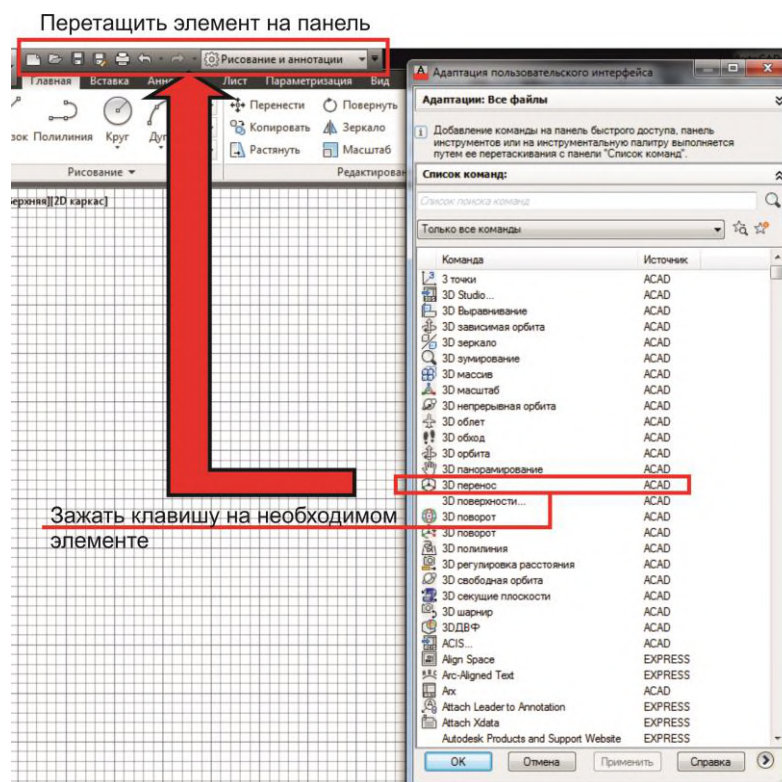


Рисунок 1.9 – Добавление команды на панель быстрого доступа

Также существует специализированная адаптация панели быстрого доступа, в которую входят наиболее часто используемые команды, а также возможность отображения строки меню. Данная адаптация вызывается при помощи выпадающего меню, с правого края панели быстрого запуска (рисунок Рисунок 1.10).

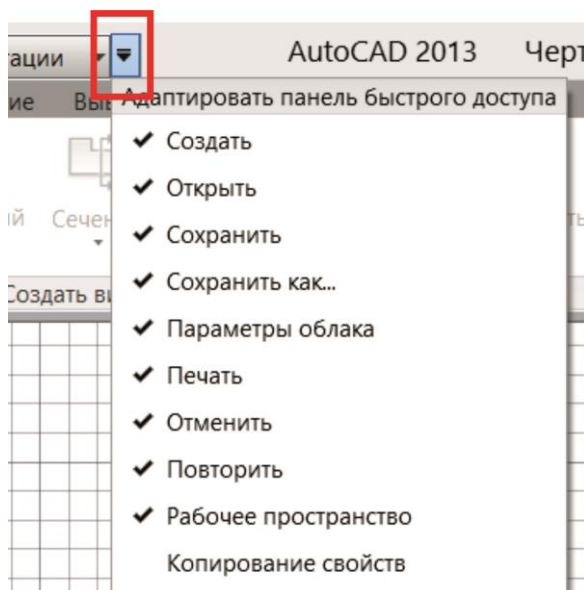


Рисунок 1.10 – Адаптация панели быстрого доступа

Помимо настройки необходимых элементов панели, имеется возможность выделения сходных по назначению и функциональным возможностям элементов в отдельные группы при помощи команды меню «Добавить разделитель» (рисунок Рисунок 1.11).

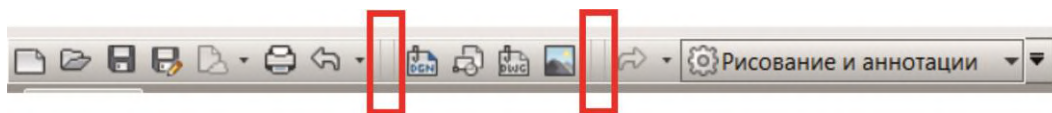


Рисунок 1.11 – Разделители

Лента

Если рассмотренное выше «Меню приложения» предназначено для работы с файлами и настройками программы, то лента создана для создания и редактирования объектов чертежей. Внешний вид ленты представлен на рисунке Рисунок 1.12.

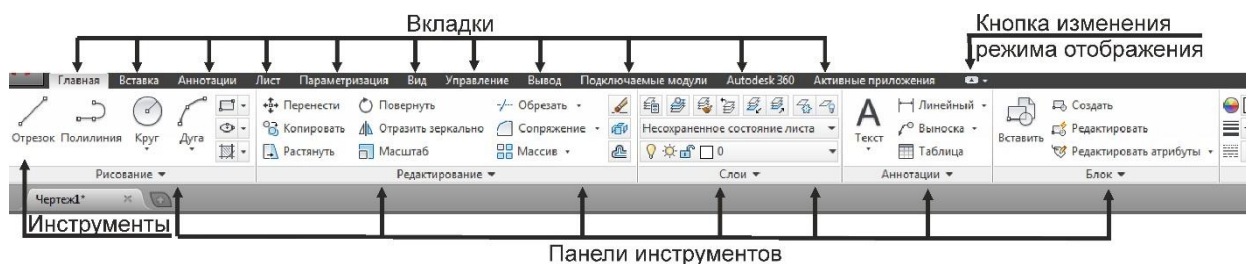


Рисунок 1.12 – Лента

Из рисунка видно, что лента состоит из различных вкладок, к которым относятся:

Вкладка «Главная» содержит инструменты для создания и редактирования объектов, выполнения операций со слоями, аннотациями и блоками, редактирования свойств объектов, а также утилиты позволяющие производить быстрое выделение и измерения объектов.

Вкладка «Вставка» позволяет вставлять в документ различные данные, от блоков и растровых изображений, до OLE-объектов.

Вкладка «Аннотации», в некотором смысле дублирует вкладку «Главная» и позволяет проставлять на чертеже размеры и аннотации, а также создавать выноски и таблицы, но ее главным назначением является возможность настройки стилей перечисленных объектов.

Вкладка «Лист» служит для создания и редактирования листов, видовых экранов, а также их настройки.

Вкладка «Параметризация» служит для придания объектам определенных соотношений или зависимостей, при изменении которых, автоматически будет изменяться объект. Примером может служить создание прямоугольника с зависимостью длины относительно ширины, т.е. при изменении ширины с заданной зависимостью изменится и длина.

Вкладка «Вид» дает возможность использования инструментов управления экраном, панорамирования, переключения режимов пространства листа и модели, работы с окнами чертежей.

Вкладка «Управление» содержит инструменты создания и работы с макросами и настройки пользовательского интерфейса.

Вкладка «Вывод» позволяет производить печать и экспорт чертежей.

Вкладка «Подключаемые модули» позволяет проводить работы с чертежами и моделями в сторонних подключенных приложениях, таких как приложение для прямого моделирования «AutodeskInventorFusion».

Вкладка «Autodesk 360» предоставляет возможности работы с онлайн-службами Autodesk 360, синхронизировать настройки и производить совместную работу с файлами.

Вкладка «Активные приложения» отображает приложения к AutoCAD которые можно загрузить с сайта AutodeskExchange (при условии подключения к сети Internet).

Помимо описанных вкладок при работе с некоторыми инструментами появляются дополнительные вкладки, например, вкладка «Текстовый редактор» при работе с текстом (рисунок Рисунок 1.13).

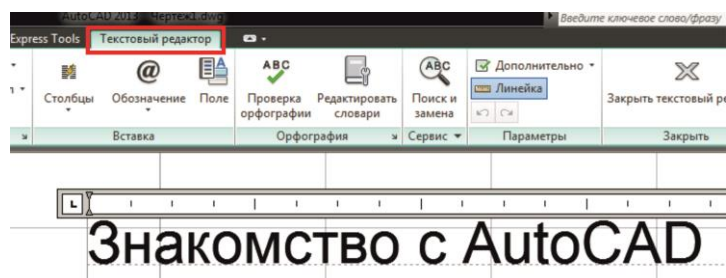


Рисунок 1.13 – Вкладка «Текстовый редактор»

Каждая вкладка содержит ряд панелей инструментов (рисунок Рисунок 1.12). При этом в панелях отображаются наиболее часто используемые инструменты, а остальные находятся в раскрывающемся меню (рисунок Рисунок 1.14).

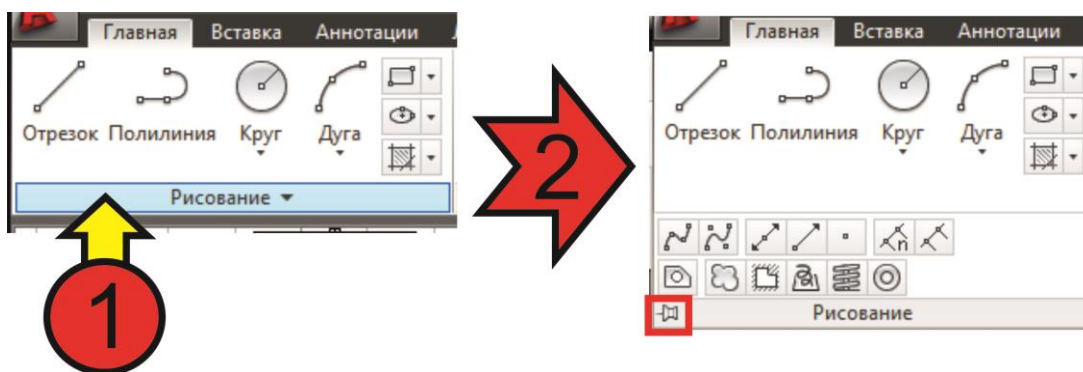


Рисунок 1.14 – Раскрытие группы инструментов

Для того чтобы раскрыть группу элементов необходимо щелкнуть на кнопке с названием, находящейся снизу ленты, при этом для закрепления группы инструментов в раскрытом положении необходимо щелкнуть на пиктограмме «Кнопки».

Указатель курсора

Указатель курсора является основным инструментом работы, неразрывно связанным с рабочей областью чертежа. Указатель курсора в AutoCAD может иметь три вида, которые изображены на Рисунок 1.15.

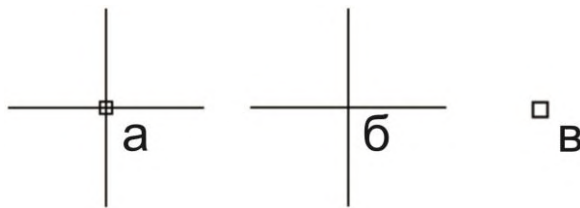


Рисунок 1.15 – Виды указателей курсора

Перекрестье с прицелом (рисунок Рисунок 1.15 а) отображается на экране по умолчанию и служит для выделения объектов чертежа, при переходе к построению какого либо объекта указатель курсора принимает вид перекрестья без прицела (рисунок Рисунок 1.15 б) и служит для указания координат объекта в рабочей области. При выборе инструментов редактирования объектов чертежа указатель курсора принимает вид квадрата (рисунок Рисунок 1.15 в).

Указатель курсора, аналогично выше рассмотренным функциональным элементам, имеет возможность настройки для удобства конкретного пользователя. А именно, производится настройка размера перекрестья. Для этого необходимо перейти в «Меню приложения» → «Параметры» → «Экран» (рисунок Рисунок 1.4) и изменить значения или перенести бегунок в области «Размер перекрестья» (рисунок Рисунок 1.16).

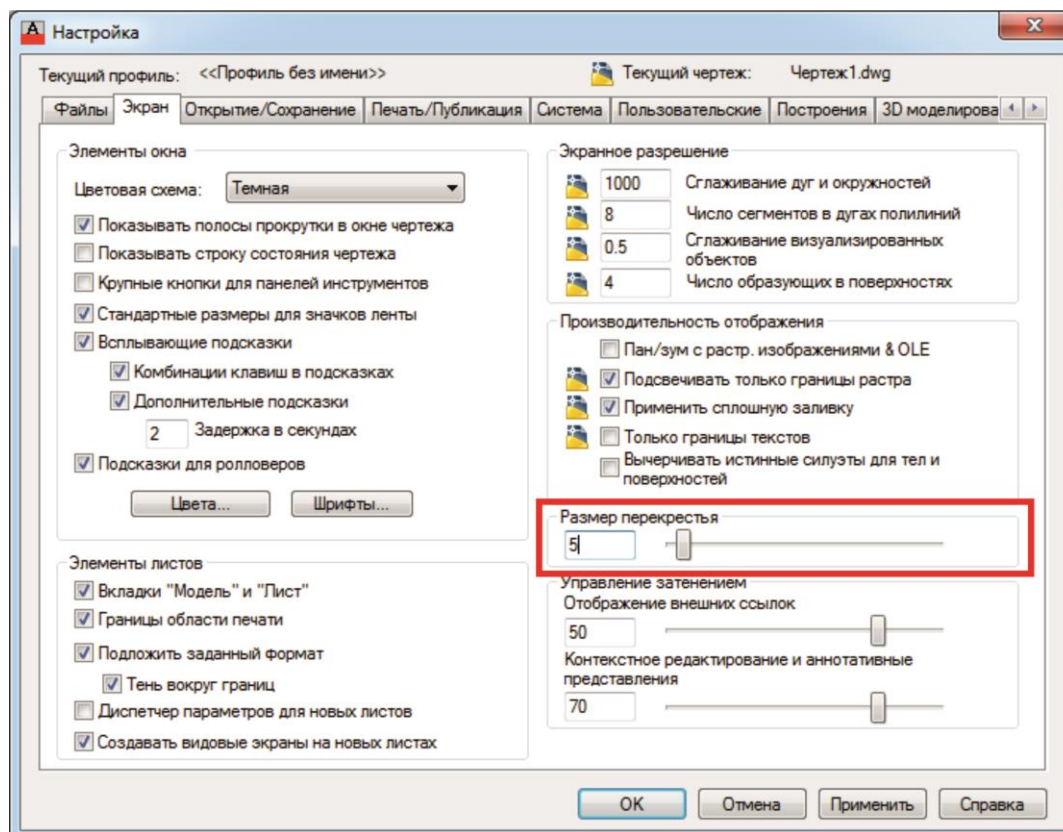


Рисунок 1.16 – Настройка размера указателя курсора

Командная строка

Командная строка служит для ввода и отображения всех действий, производимых в программе AutoCAD от запуска и настройки интерфейса до создания каких либо объектов чертежа. По умолчанию командная строка располагается в нижней части экрана (Рисунок 1.2) рядом со строкой состояния в виде плавающей панели (Рисунок 1.17).

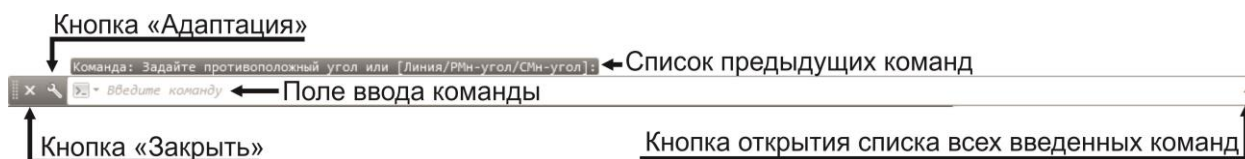


Рисунок 1.17 – Командная строка

Командная строка в первоначальной настройке имеет следующий функционал:

– кнопка «Заккрыть»;

- кнопка «Адаптация», позволяющая настраивать такие параметры как количество отображаемых команд, прозрачность в активном и неактивном режиме;
- поле ввода команды;
- список предыдущих команд;
- кнопка открытия списка всех введенных команд.

Внешний вид командной строки начиная с версии программы AutoCAD 2013 существенно отличается от более ранних версий, что позволило еще больше расширить рабочую область. При этом разработчики оставили возможность возвращения ей вида, который она имела в предыдущих версиях.

Строка состояния приложения и чертежа

Строка состояния является важным элементом интерфейса программы, поскольку во время работы постоянно приходится к ней обращаться, включая и выключая различные режимы, например, режим объектной привязки или режим ортогонального черчения.

Располагается строка состояния в левом нижнем углу рабочего пространства. Ее внешний вид представлен на рисунке Рисунок 1..

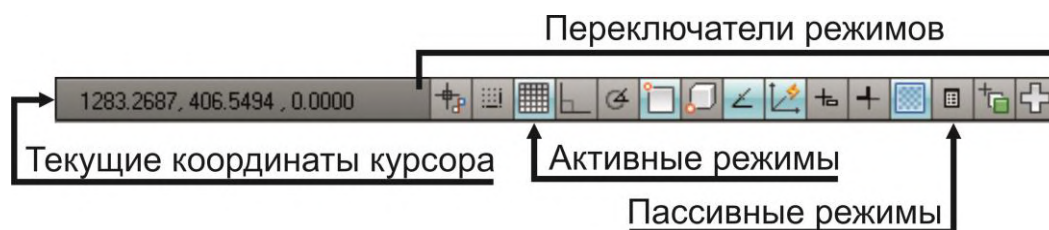


Рисунок 1.18 – Строка состояния

В AutoCAD 2014 существует 15 режимов черчения, при этом важно отметить, что некоторые из режимов взаимоисключающие, например, при включенном режиме ортогонального черчения невозможно включить режим полярного отслеживания. А необходимость в некоторых режимах возникает только в определенном рабочем пространстве, например, режим 3D объектной привязки необходим только при работе в пространстве «3D основное» или «3D моделирование».

Рассмотрим каждый из режимов.

 Режим «Подразумеваемые зависимости» – при включенном состоянии автоматически налагаются зависимости между создаваемыми и редактируемыми объектами с одной стороны и объектом или точками, связанными с объектными привязками с другой стороны.

 Режим «Шаговая привязка» – перемещение указателя курсора при выполнении какой-либо команды через определенный шаг. Как правило (и в настройках по умолчанию), шаг приравнивается к узлам сетки, но возможно и уменьшение или увеличение этого шага в настройках.

 Режим «Отображения сетки» – рабочая область расчерчивается горизонтальными и вертикальными линиями с определенным шагом (по умолчанию шаг равен 10 мм).

 Режим «Орто» – режим ортогонального черчения подразумевает под собой черчение только горизонтальными и вертикальными линиями. При этом данный режим не распространяется на объектные привязки.

 Режим «Полярное отслеживание» – режим вычерчивания с использованием полярных углов и координат.

 Режим «Объектная привязка» – режим черчения, предназначенный для указания точных местоположений на объектах. При использовании данного режима можно точно указывать положение точек на объектах. При выборе нескольких режимов привязки, программа привязывается к точке, ближайшей к центру прицела перекрестья.

 Режим «3D объектная привязка» – режим аналогичный «объектной привязке» только работающий в рабочем пространстве «3D основное».

 Режим «Объектное отслеживание» – режим, при работе которого перекрестье привязывается к узлам, полученным путем пересечения воображаемых траекторий предполагаемого местоположения точек и объектов.

 Режим «Динамическая ПСК» – режим динамической пользовательской системы координат, позволяет на время автоматически выровнять XY-плоскость по плоскости работы с 3D-объектом.

Режим «Динамический ввод» – при включении данного режима указываемые значения команд отображаются не только в командной строке, но и справа от курсора в специальной области.

Режим «Отображения линий в соответствии с весами» – если режим в активном состоянии, линии отображаются в соответствии с их весом и в пространстве листа, и в пространстве модели.

Режим «показать/скрыть прозрачность» – режим, включающий, отключающий заданную прозрачность слоев в рабочей области.

Режим «Быстрые свойства» – режим, при активации которого, рядом с выбранным объектом чертежа, появляется таблица свойств характерных для него.

Режим «Циклический выбор» – режим при котором появляется меню выбора объектов в случае если один из них перекрывает другой.

Режим «монитор аннотаций» – при включении монитора аннотаций он будет отмечать значком все неассоциативные аннотации.

Рабочее пространство «Классический AutoCAD» позволяет расширить «рабочую область» программы. Сравнительная схема при использовании рабочих пространств «Рисование и аннотации» и «Классический AutoCAD» приведена на рисунке 1..

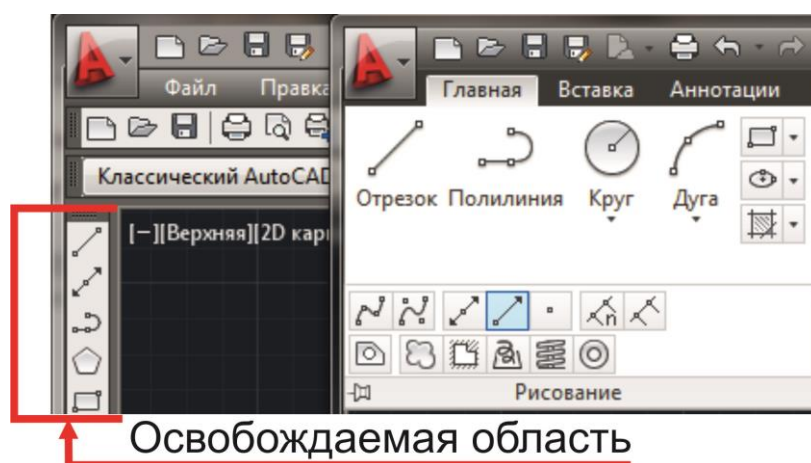


Рисунок 1.19 – Сравнительная схема рабочих пространств

Как видно из рисунка Рисунок 1. использование рабочего пространства «Классический AutoCAD» позволяет существенно расширить «рабочую область», что сильно влияет на скорость работы в программе.

Рабочее пространство «Классический AutoCAD» является основным рабочим пространством, использовавшимся в программе AutoCAD до появления

ленты. Так же как и «Рисование и аннотации» (рисунок Рисунок 1.2) состоит из 10 глобальных функциональных элементов:

1. Меню приложения;
2. Панель быстрого доступа;
3. Заголовок окна;
4. Информационный центр;
5. Плавающие и закрепленные панели инструментов;
6. Вкладки
7. Рабочая область;
8. Указатель курсора;
9. Командная строка;
10. Строка состояния.

Отличительной чертой данного режима является использование панелей инструментов, не сгруппированных в ленту, которые можно как закреплять в определенной области, так и оставлять плавающими в рабочей области или же за ее пределами. При такой схеме организации рабочего пространства пользователь имеет возможность настроить интерфейс программы под свои нужды более гибко, чем при работе с лентой.

Все указанные функциональные элементы, за исключением панелей инструментов, не отличаются от рассмотренных элементов использованных в рабочем пространстве «Рисование и аннотации».

Количество панелей, отображаемое на экране, настраивается таким же образом как и количество вкладок на ленте. В любой области, свободной от панелей инструментов, необходимо нажать правую кнопку мыши, выбрать «AutoCAD» и затем отметить необходимую панель (рисунок 1.). Важно отметить что уже отображаемые панели отмечены пиктограммой «Галочка»

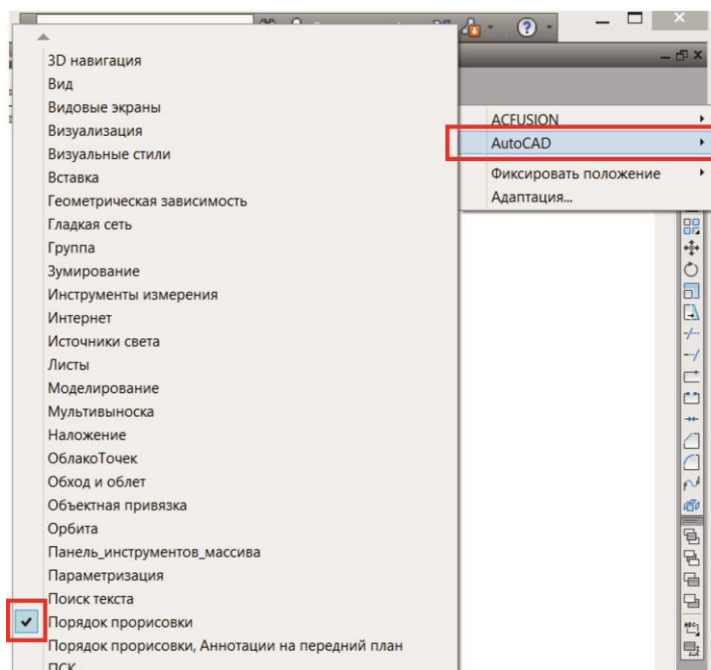


Рисунок 1.20 – Настройка количества панелей.

Таким же образом возможно и удаление лишних панелей инструментов из рабочего пространства.

Задания для работы на занятии

1. Установить цвет фона рабочей области с параметрами цветовой модели RGB: R (красный) – 232, G (зеленый) – 230, B (синий) – 227;
2. Установить цвет основных линий сетки красным, а дополнительных линий сетки синим;
3. Установить цвет перекрестья курсора зеленым, а его размер равный 50;
4. Адаптировать панель быстрого доступа путем удаления из нее следующих элементов: «Создать», «Открыть», «Сохранить как», «Печать», «Повторить», «Рабочее пространство»; за тем добавить ряд элементов сформировав из них отдельную группу: «Единицы...», «Лимиты», «Отображение точек».
5. Воспользоваться инфоцентром для поиска с информации по командам: «Отрезок», «Круг», «Луч», «Прямая», «Штриховка», «Обрезать», «Копировать» (по выбору преподавателя);
6. Адаптировать функциональный элемент лента скрыв вкладки: «Подключаемые модули», «Autodesk 360», «Активные приложения».

7. Добавить в пространство «Ленты» в рабочем пространстве «Рисование и аннотации» вкладку «Визуализация», и скрыть с вкладки «Главная» панели инструментов «Группы» и «Утилиты»;
8. Настроить число последних команд отображаемых в командной строке равным 15 и настроить прозрачность командной строки в неактивном и активном состоянии равной 10 и 90 процентам соответственно;
9. Отключить все режимы черчения в строке состояния приложения и чертежа за исключением режимов «Отображение сетки» и «Шаговая привязка»;
10. Переключиться в рабочее пространство «Классический AutoCAD»;
11. Отключить панели инструментов «Гладкая сеть», «Порядок прорисовки»;
12. Сделать плавающей панель инструментов «Рисование» и разместить с левой стороны панель «Редактирование 2».

Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Какие работы позволяет производить система автоматизированного проектирования AutoCAD?
2. Какие рабочие пространства существуют в AutoCAD при настройке параметров по умолчанию?
3. Возможно ли условное разделение существующих в AutoCAD рабочих пространств на категории для работы с теми или иными видами документов? (Если возможно то на какие группы? Если не возможно то почему?)
4. Укажите основные функциональные элементы системы автоматизированного проектирования AutoCAD 2014 при работе в режиме «Рисование и аннотации».
5. Укажите основные функциональные элементы системы автоматизированного проектирования AutoCAD 2014 при работе в режиме «Классический AutoCAD».
6. Укажите разницу между функциональными элементами режимов «Рисование и аннотации» и «Классический AutoCAD».
7. Для чего необходим элемент «Меню приложения»?
8. Для чего необходим элемент «Лента»?
9. Какая информация содержится в элементе «Заголовок окна»?

10. Что происходит в «рабочей области» AutoCAD?
11. Для отображения каких действий необходима командная строка?
12. Какие настройки применимы к функциональному элементу «Командная строка»?
13. Опишите структуру одновариантной команды AutoCAD.
14. Опишите структуру многовариантной команды AutoCAD.
15. Опишите возможные настройки командной строки?
16. Чем различаются командные строки в версиях программы до 2013 и после?
17. В чем заключается назначение элемента «Строка состояния приложения и чертежа»?
18. Существуют ли взаимоисключающие режимы черчения в системе AutoCAD?
Если существуют то привести один пример.
19. Чем отличаются рабочие пространства «Рисование и аннотации», «3D основное» и «3D моделирование»?
20. Что позволяет выполнять информационный центр?

Практическое занятие 2. Основные типы документов в системе КОМПАС и/или Autocad: деталь, плоский чертеж, модель.

Свойства объектов и текст AutoCAD

Цель и содержание работы

Целью данной работы является ознакомление и выработки навыков простановки и редактирования размеров для различных объектов, способы присвоения свойств.

Организационная форма занятия

Интерактивные формы проведения занятия не предусмотрены учебным планом.

Методические рекомендации

Согласно ГОСТ 2.102-68 чертежом называется документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

На сегодняшний момент результатом освоения системы автоматизированного проектирования AutoCAD являются документы с изображением детали, но без указания других данных, необходимых для ее изготовления и контроля. К другим данным, в первую очередь, необходимо отнести следующие параметры:

- размеры;
- предельные отклонения;
- шероховатость поверхностей;
- технические требования и характеристики.

Рассмотрим подробнее нанесение размеров на изображение детали в системе AutoCAD.

Размеры и размерные стили

Нанесение размеров, в системе AutoCAD, осуществляется при помощи одноименной вкладки строки меню или же одноименной панели инструментов, показанной на рисунке 3.1



Рисунок 3.18 – Панель инструментов «Размеры»

Данная панель инструментов позволяет наносить и настраивать весь спектр размеров, необходимых для описания детали, но перед началом указания размеров, по аналогии с текстом, необходимо настроить размерный стиль.

Настройка размерного стиля производится при помощи одноименной пиктограммы , расположенной на панели инструментов «Стили» или же в панели инструментов «Размеры». В результате чего перед пользователем открывается диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей», показанное на рисунке Рисунок 3.19.

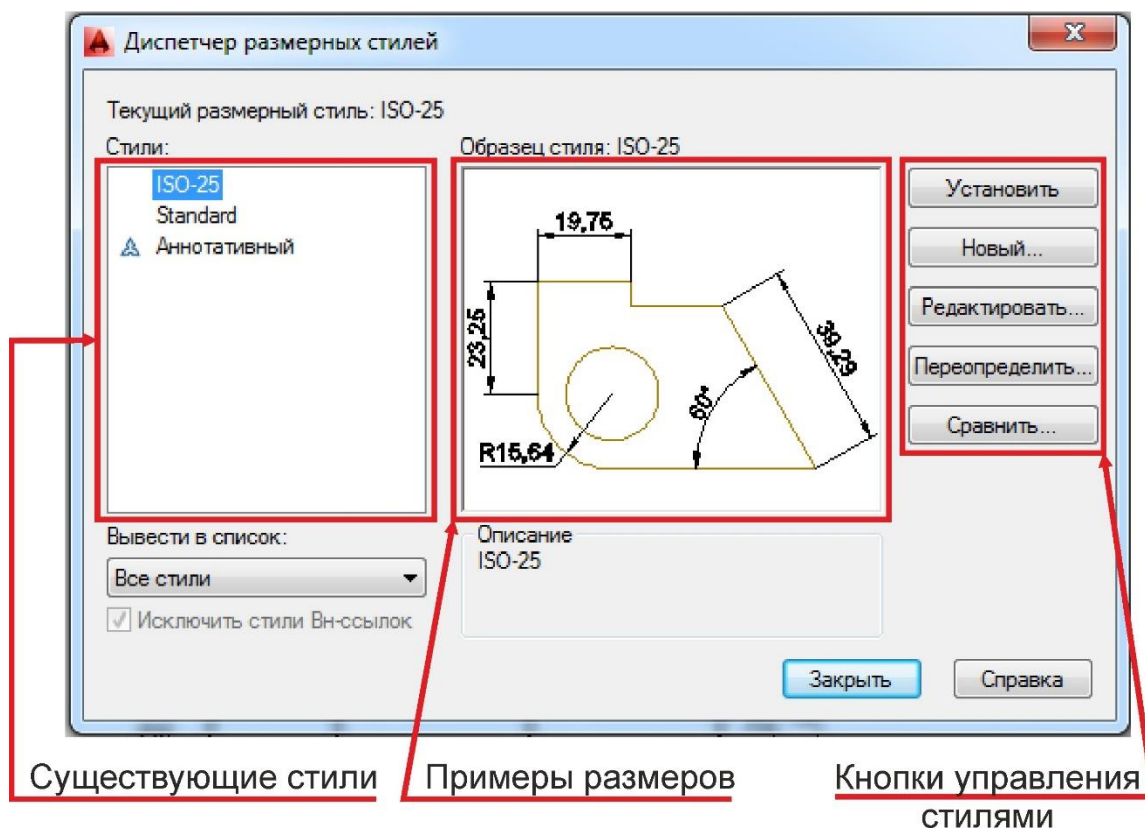


Рисунок 3.19 – Окно «Диспетчер размерных стилей»

Из рисунка Рисунок 3.19 видно, что окно «Диспетчер размерных стилей» разделено на три функциональных зоны: стили, существующие в документе; пример нанесения размеров, для выбранного в настоящий момент размерного стиля; и

кнопки управления стилем, активным в настоящий момент. В целом представленное окно аналогично окну «Стили текста», разница между которыми заключается в невозможности изменения параметров размерного стиля непосредственно из появившегося окна. Для создания нового размерного стиля необходимо нажать на кнопке «Новый» и ввести имя создаваемого стиля, после чего указать уже существующий стиль на основе которого будет создаваться новый, что и показано на рисунке 3.3.

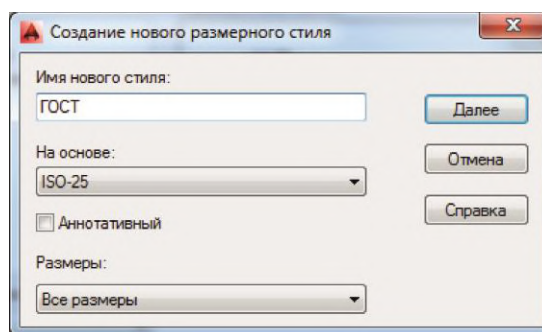


Рисунок 3.20 – Окно «Создание нового размерного стиля»

За наименованием и выбором исходного стиля, перед пользователем возникает окно «Новый размерный стиль», показанное на рисунке Рисунок 3.21 и позволяющее производить тонкую настройку таких параметров как: используемый текстовый шрифт и его высота; внешний вид используемых стрелок и их размер; правила расположения текста и стрелок; масштаб и многое другое.

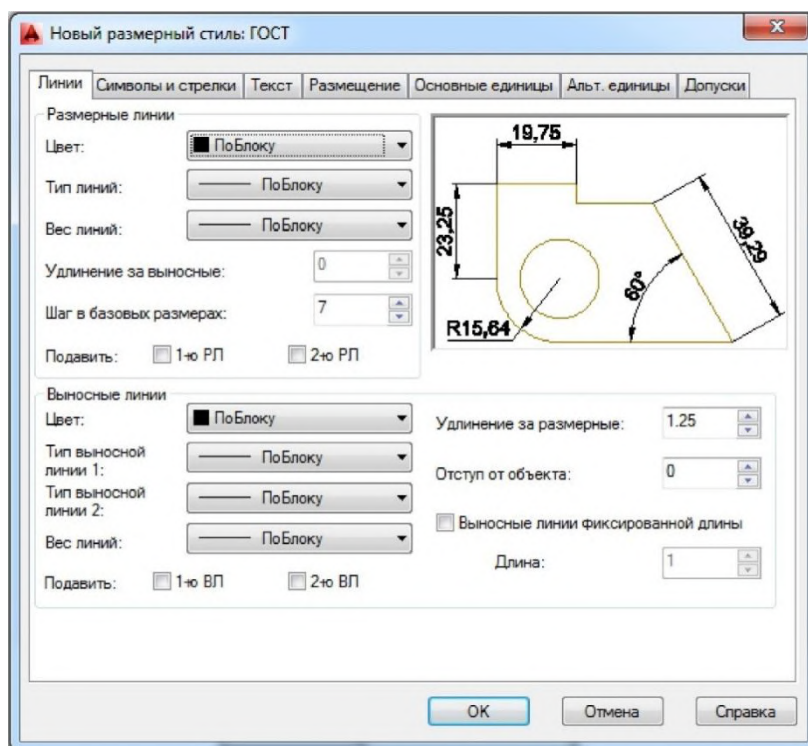


Рисунок 3.21– Окно «Новый размерный стиль»

Перед рассмотрением конкретных настроек размерных стилей необходимо рассмотреть правила нанесения размеров регламентированных ГОСТ 2.307-2011.

Размеры на чертеже указываются размерными числами и размерными линиями (рисунок Рисунок 3.22). Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета независимо от масштаба и точности выполнения чертежа. Размеры подразделяются на линейные и угловые. К линейным размерам относятся – длина, ширина, высота, величина диаметра, радиуса и дуги. К угловым относятся – размеры углов. Линейные размеры (в машиностроении) указываются в миллиметрах, при этом единицы измерения на чертеже не указываются.

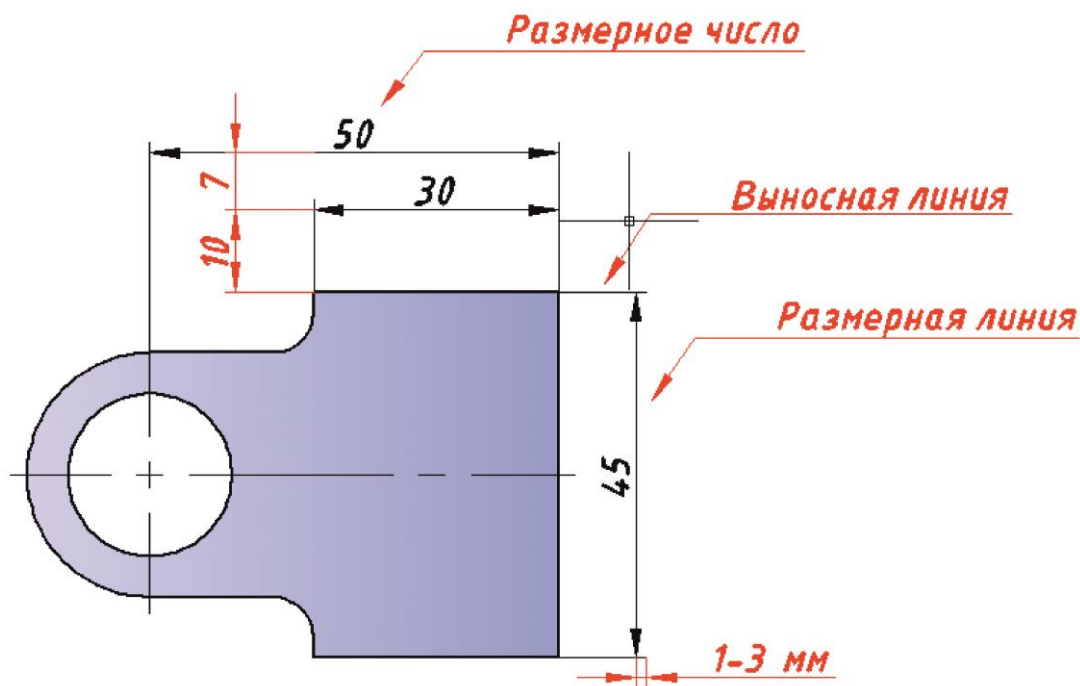


Рисунок 3.22 – Нанесение размеров

Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны упираться острием в соответствующие линии контура или в выносные или осевые линии, как показано на рисунке Рисунок 3.22, а выносные линии выходят за концы стрелок размерных линий на расстояние от 1 до 3 миллиметров. Размерные и выносные линии выполняются сплошными тонкими линиями.

В пределах чертежа размерные числа должны выполняться одним шрифтом, который пользователь выбирает самостоятельно в зависимости от сложности и назначения чертежа, но чаще всего используется шрифт высотой 3,5 мм.

Расстояние между параллельными (концентричными) размерными линиями должно быть не менее 7 мм, а между размерной линией и контуром детали не менее 10 мм. При этом необходимо избегать пересечения выносных линий с размерными.

Рассмотрим настройку описанных правил при помощи окна, показанного на рисунке Рисунок 3.21, которое также может называться «Изменение размерного стиля». При открытии которого, перед пользователем появляются 7 вкладок: «Линии»; «Символы и стрелки»; «Текст»; «Размещение»; «Основные единицы»; «Альт. единицы»; «Допуски», каждая из которых позволяет настраивать определенный ряд параметров.

Первым необходимо настроить соответствие шрифта, используемого при указании размерных чисел системой AutoCAD, шрифту регламентированному ГОСТ 2.304-81. Для этого необходимо открыть вкладку «Текст», показанную на рисунке Рисунок 3.23.

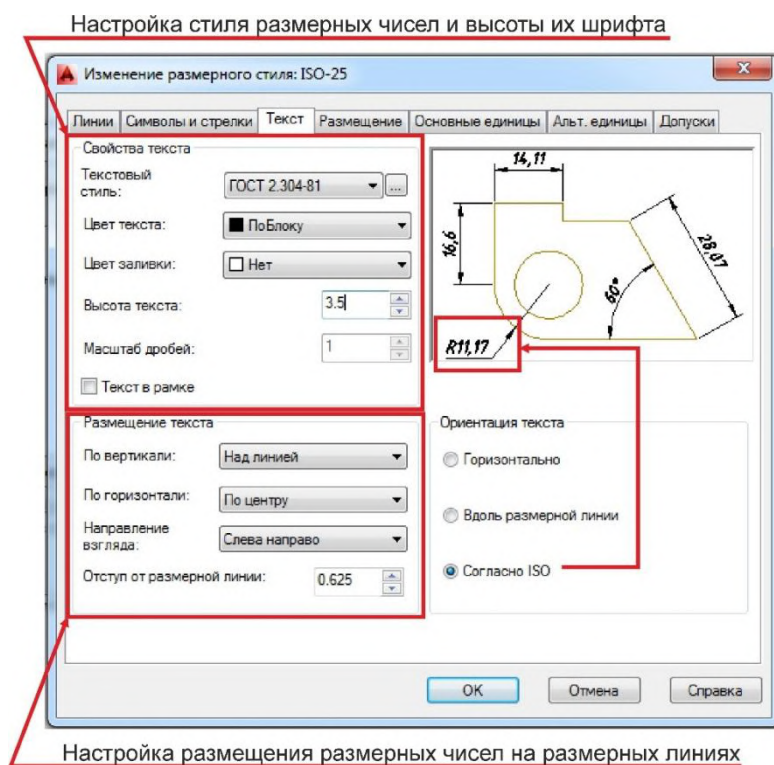


Рисунок 3.23 – Вкладка «Текст»

Рисунок 3.23 показывает, что вкладка «Текст» состоит из четырех функциональных зон: «Свойства текста»; «Размещение текста»; «Ориентация текста» и примера внесенных изменений. Рассматривая зону «Свойства текста» можно заметить, что шрифт размерных чисел строится на основе какого-либо текстового стиля, который мог быть создан ранее или же в процессе редактирования размерного стиля. Изначально размерный стиль ISO-25 использует текстовый стиль «Standard», в то время как при заполнении основной надписи уже настраивался стиль текста в соответствии ГОСТ 2.304-81, в связи с чем возможен его выбор из выпадающего списка. При настройке свойств размерных чисел, важным является необходимость указания высоты текста, которая в данном случае равна 3,5 мм, как и описывалось выше. Также ГОСТ 2.307-2011 регламентирует предпочтительное расположение размерных чисел относительно размерных линий, которые должны располагаться параллельно размерным линиям (горизонтально в случае создания полки) и как можно ближе к их середине, а по вертикали размерные числа должны располагаться над размерной линией. Данные настройки располагаются в функциональной зоне «Размещение текста» (рисунок Рисунок 3.23), в которой также находится параметр отступа размерных чисел от размерных линий.

На сегодняшний день все более явной тенденцией является расположение размерных чисел на горизонтальной полке, в случае если размер наносится под каким-либо углом относительно горизонтали или из-за нехватки места на размерной линии (кроме вертикальных размеров), для удобства чтения чертежа. Данные настройки позволяет выполнять функциональная зона «Ориентация текста». По окончании настройки шрифта и правил расположения размерных чисел, следует настроить размерные и выносные линии, которые настраиваются при помощи вкладки «Линии», структура которой показана на рисунке Рисунок 3.24.

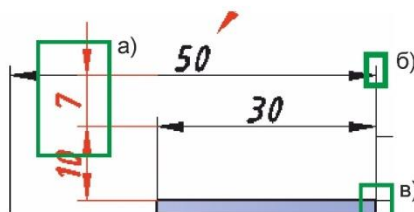
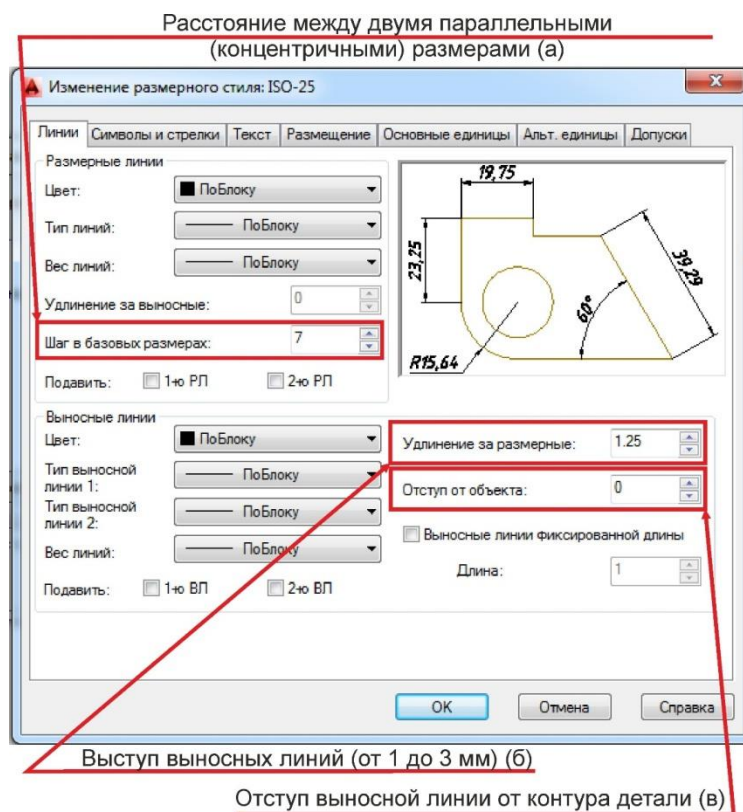


Рисунок 3.24 – Вкладка «Линии»

Вкладка «Линии», как видно из рисунка Рисунок 3.24, состоит из двух функциональных зон и примера внесенных изменений. В каждой из зон имеется возможность настройки цвета, типа и веса размерных и выносных линий (которые при любом исходном размерном стиле будут выполняться сплошными тонкими линиями), а также параметры соблюдения которых регламентировано. Так параметр «Шаг в базовых размерах» отвечает за расстояние между двумя параллельными (концентричными) размерными линиями, которое как описано выше, должно быть не менее 7 мм (рисунок Рисунок 3.24а). Помимо расстояния между размерными линиями, необходимо настроить выступ выносной линии за размерную, который по умолчанию равен 1,25 мм, что позволяет его использовать не настраивая, так как лимиты оговоренные в стандарте находятся в пределах от 1 до 3 мм (рисунок Рисунок 3.24б). Еще одним немаловажным параметром является «Отступ от объекта», позволяющий настраивать расстояние на котором начинается выносная

линия (по умолчанию равное 0,625 мм, что крайне неудобно при работе со сложными чертежами). При необходимости соблюдения стандарта ГОСТ 2.307-2011, данный параметр должен быть равно 0 (рисунок Рисунок 3.24в).

Следующим этапом настройки вновь созданного размерного стиля является настройка стрелок, которые также как и остальные параметры регламентируются тем же стандартом и должны соответствовать требованиям, представленным на рисунке Рисунок 3.25.

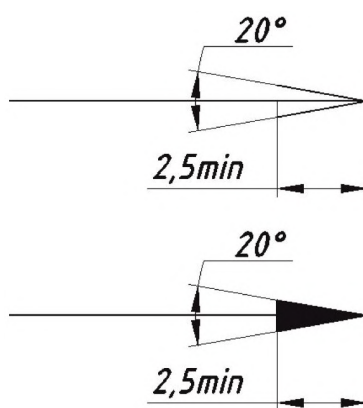


Рисунок 3.25 – Параметры стрелок

Следует отметить, что в стандарте приведены требования к минимальному размеру стрелок, хотя на практике, как правило, стремятся к созданию стрелок пропорциональных величине размерных чисел. В связи с этим наиболее оптимальным размером стрелки будет являться размер равный высоте размерных чисел, а именно 3,5 мм. Для настройки которого, необходимо перейти во вкладку «Символы и стрелки» диалогового окна «Изменение размерного стиля», показанного на рисунке Рисунок 3.26.

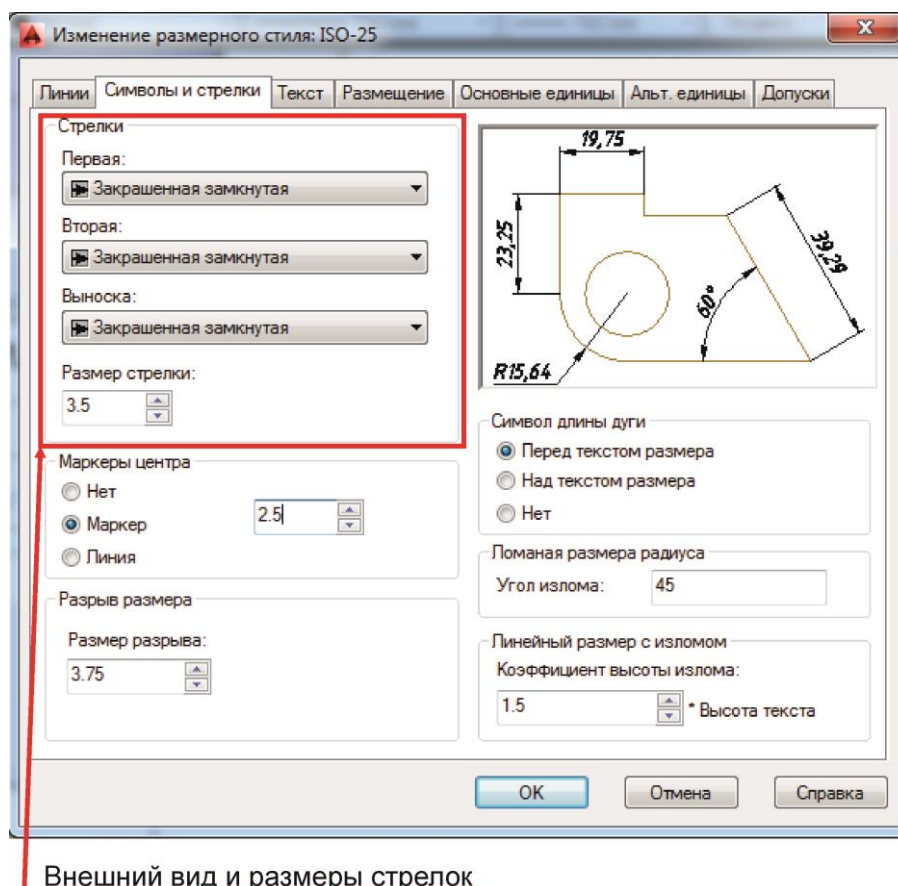


Рисунок 3.26 – Вкладка «Символы и стрелки»

На данном этапе настройки размерного стиля, во вкладке «Символы и стрелки», необходимой является лишь функциональная зона «Стрелки», которая позволяет настраивать не только оговоренный ранее размер стрелок, но и их внешний вид. Помимо настройки стрелок данная вкладка позволяет настраивать ряд специфических параметров некоторых видов размеров, например, угол излома размерной линии при нанесении радиуса с изломом или же положение символа длины дуги относительно размерных чисел.

Иногда, при нанесении размеров цепочкой, возникает проблема нехватки места для стрелки, показанная на рисунке Рисунок 3.27а, в результате чего чертеж становится нечитаемым. Для исправления данной ситуации в стандарте прописано следующее правило: при недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям (рисунок Рисунок 3.27б) или четко наносимыми точками (рисунок Рисунок 3.27в).

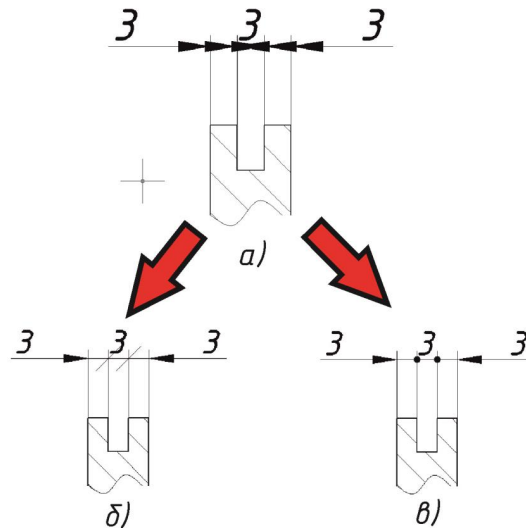
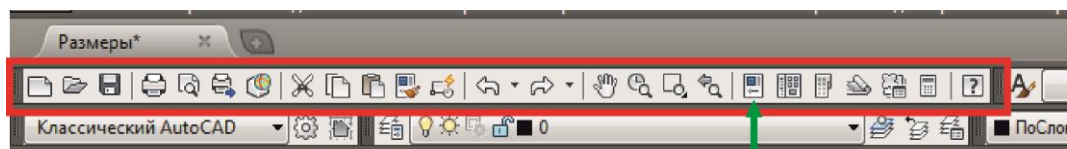


Рисунок 3.27 – Нанесение цепочки размеров

Из рисунка Рисунок 3.27 видно, что настройка внешнего вида стрелки в размерном стиле для данного случая является неоптимальным решением, так как данный случай может быть единичным, но при этом обязательным для решения. В данном случае, наиболее оптимальным является изменение внешнего вида стрелок для каждого конкретного размера, которое производится при помощи палитры «Свойства».

Палитра «Свойства» позволяет просматривать и редактировать весь набор свойств, как для каждого конкретного примитива, так и для группы однородных или же разнородных примитивов. Для ее вызова необходимо либо выполнить двойное нажатие на примитиве, либо нажать на пиктограмму «Свойства» , расположенную на панели инструментов «Стандартная» (рисунок Рисунок 3.28).



Пиктограмма «Свойства»

Рисунок 3.28 – Панель инструментов «Стандартная»

На рисунке Рисунок 3.29 показана палитра «Свойства» с набором параметров для редактирования свойств линейного размера.

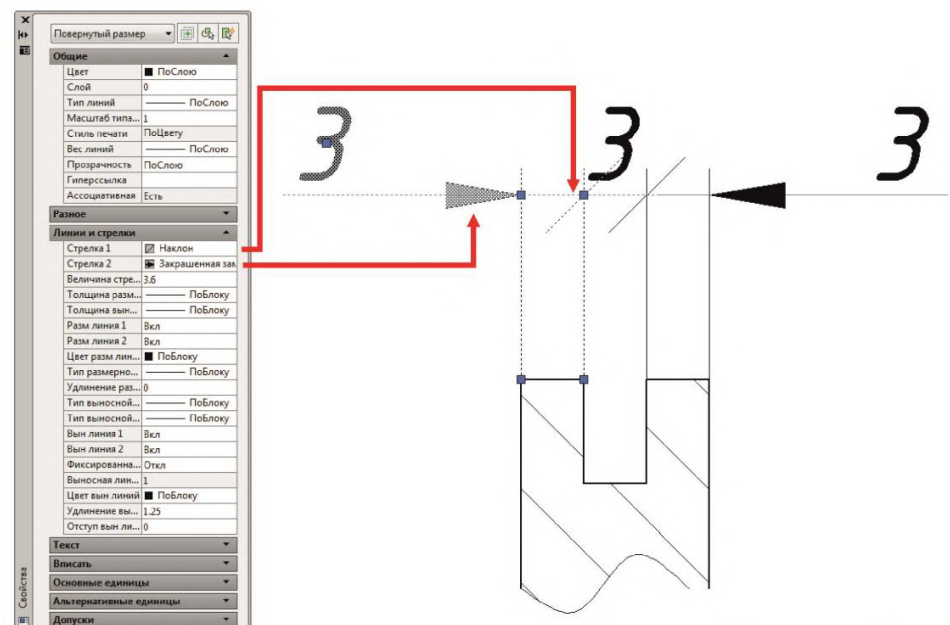


Рисунок 3.29 – Палитра свойства

Как видно, палитра «Свойства» позволяет настраивать общие свойства, рассмотренные нами ранее, и большую часть настроек выбранного примитива, а так как в данном случае выбран размер, то списки свойств во многом повторяют вкладки окна «Изменение размерного стиля».

Совокупность произведенных манипуляций с вновь созданным размерным стилем позволяет адаптировать его к требованиям стандарта описанным выше, но при этом остается еще ряд параметров нуждающихся в настройке. Например, необходимо определить алгоритм размещения текста и стрелок относительно выносных линий в случае невозможности их совместного нанесения в их пределах. Наиболее наглядно данный пример позволяет продемонстрировать ситуацию с нанесением диаметрального размера, пример которого показан на рисунке Рисунок 3.30.

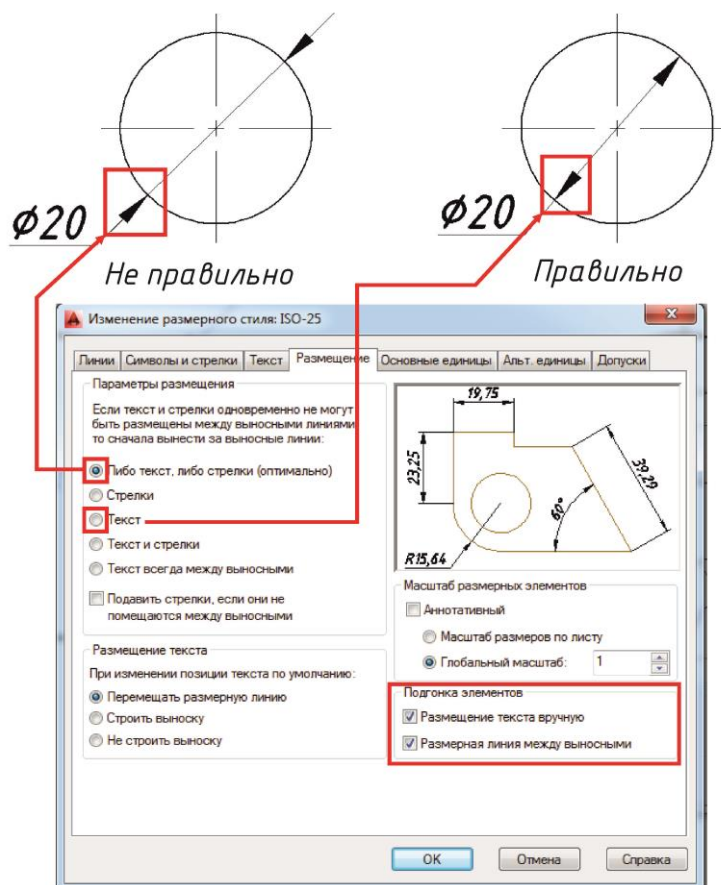


Рисунок 3.30 – Нанесение диаметрального размера

Согласно стандарту, в случае, если при нанесении диаметра невозможно разместить между выносными линиями и текст и стрелки, текст необходимо вынести за них, а в случае если и стрелки не помещаются то и они выносятся.

Настройка данного правила производится в функциональной зоне «Правила размещения» вкладки «Размещение», и по умолчанию настроено на параметр «Либо текст, либо стрелки», в то время как более правильным будет указание параметра «Текст».

Описанные настройки позволяют практически полностью описать нанесение размеров в соответствии с ГОСТ 2.307-2011, за одним исключением, которым является неправильное нанесение радиусов, так как размерная стрелка при его нанесении должна быть на той же стороне, что и текст. Для того чтобы данное требование выполнялось не существует общей настройки размерного стиля, но возможна настройка каждой конкретной стрелки, для чего необходимо подвести указатель курсора в управляющей ручке расположенной в вершине стрелки и,

задержав его на короткое время, выбрать из появившегося меню пункт «повернуть стрелки» (рисунок Рисунок 3.31).



Рисунок 3.31 – Изменение направления стрелки

Помимо изменения описанного параметра в данной вкладке существует возможность настройки ручного размещения текста, в чем достаточно часто возникает необходимость при нанесении ряда симметричных размеров, текст которых должен располагаться в шахматном порядке, пример чего показан на рисунке Рисунок 3.32.

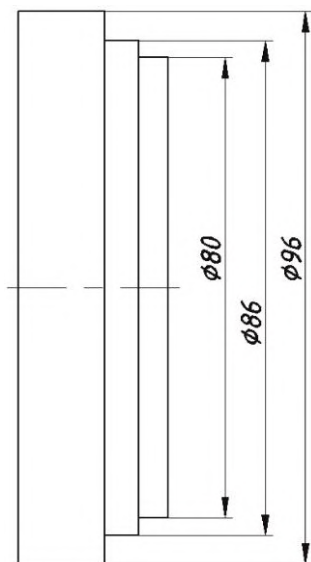


Рисунок 3.32 – Нанесение симметричных размеров

Еще одним немаловажным настраиваемым параметром является масштаб линейных размеров, который можно настраивать двумя способами: при помощи функциональной зоны «Масштаб измерений» вкладки «Основные единицы» или при помощи палитры «Свойства» в одноименном списке. Задание масштаба измерений для всего размерного стиля не всегда является оптимальным решением так как чаще всего машиностроительные чертежи содержат множество видов с различными

масштабами, в связи с этим остается один способ изменения масштаба при помощи палитры «Свойства», которая позволяет изменять масштаб отдельного размера или группы размеров не меняя при этом масштаба измерений всего размерного стиля. Пример изменения масштаба измерений показан на рисунке Рисунок 3.33.

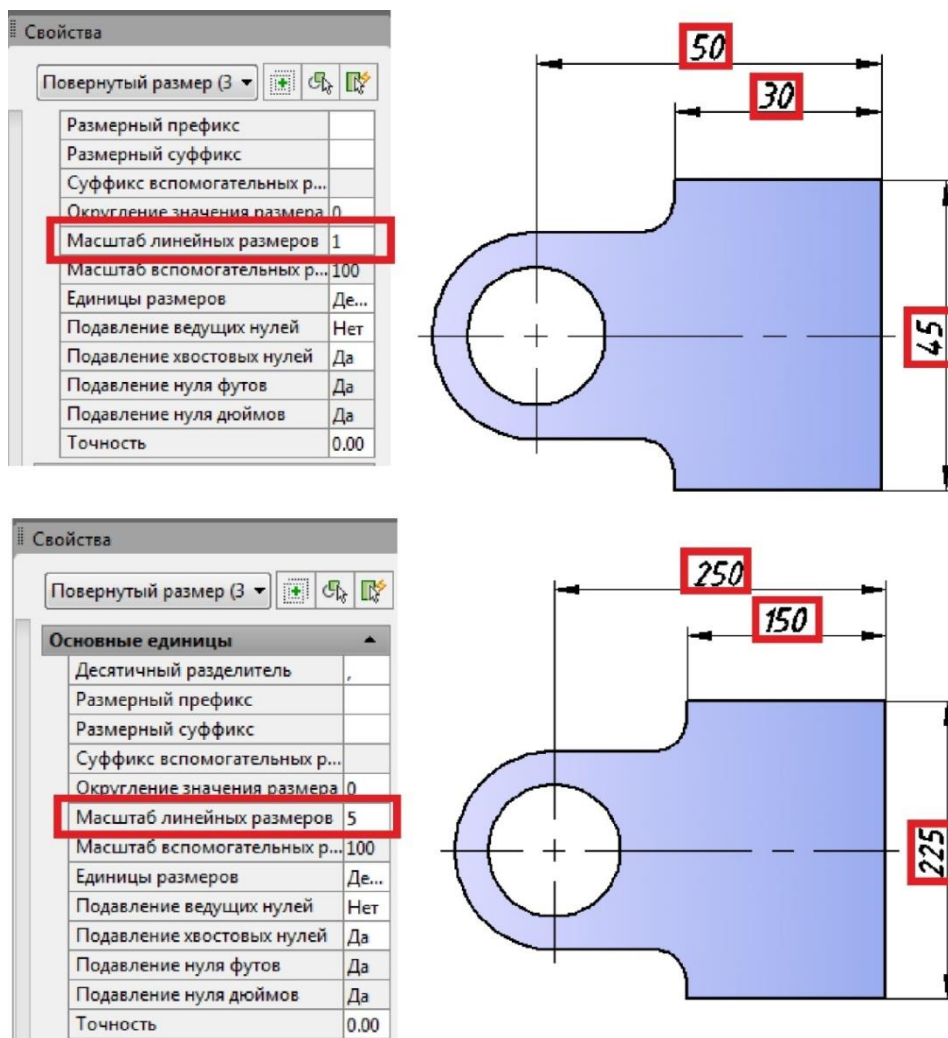


Рисунок 3.33 – Масштаб измерений

После настройки созданного размерного стиля необходимо рассмотреть алгоритм нанесения наиболее распространенных размеров и возможности их редактирования.

Функция «Линейный» позволяет наносить строго горизонтальные или вертикальные размеры, что выполняется при помощи одноименной пиктограммы , и наносится путем указания крайних точек и расстояния от контура. Пример нанесения размера показан на рисунке Рисунок 3.34.

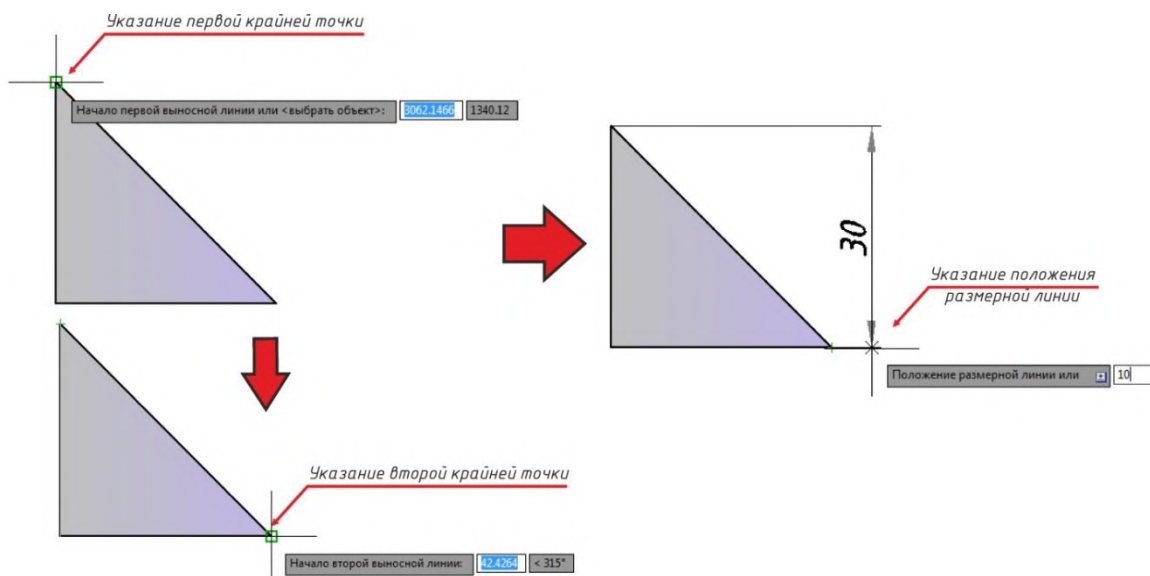


Рисунок 3.34 – Пример нанесения линейного размера

При нанесении линейного размера возможно точное указание расстояния от крайней точки контура до размерной линии, так как оно должно быть не менее 10 мм. Для этого при включенном режиме «Объектное отслеживание» необходимо навести и задержать курсор на точке, относительно которой должен происходить отсчет, и перемещая курсор в нужном направлении указать точное значение расстояния при помощи клавиатуры.

Функция «Параллельный» позволяет наносить размеры, расположенные под углом к горизонтали и параллельные при этом каким бы то ни было отрезкам. При этом алгоритм нанесения параллельного размера в точности совпадает с алгоритмом нанесения линейного размера. Пример нанесения параллельного размера показан на рисунке Рисунок 3.35.

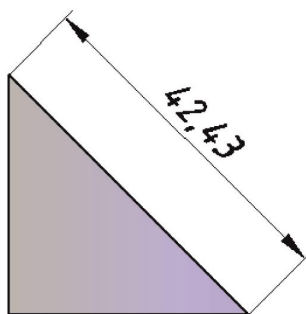


Рисунок 3.35 – Пример нанесения параллельного размера

Нанесение размеров длины дуги, радиуса и диаметра строятся по несколько иному алгоритму. Для их нанесения нет необходимости в указании двух точек, а достаточно указать лишь дугу (окружность), после чего указывается положение

размерной линии. Пример указания данных размеров показан на рисунке Рисунок 3.36.

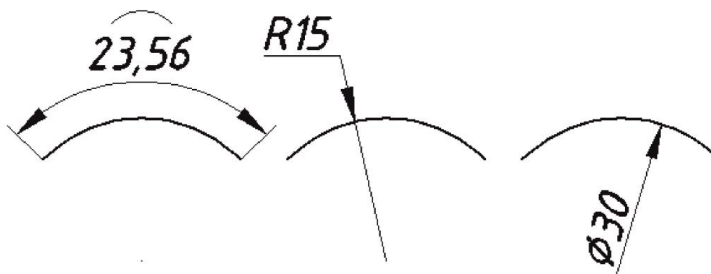


Рисунок 3.36 – Пример нанесения длины дуги, радиуса и диаметра

Функция «Угловой» по алгоритму схожа с нанесением длины дуги, с той разницей, что необходимо указывать два отрезка наклоненных относительно друг друга.

При оформлении чертежей часто возникает задача нанесения большого числа размеров исходящих от одной базы (рисунок Рисунок 3.37). Для этого в системе AutoCAD существует функция «Базовый» , позволяющая используя базовый размер наносить остальные указанием лишь одной крайней точки.

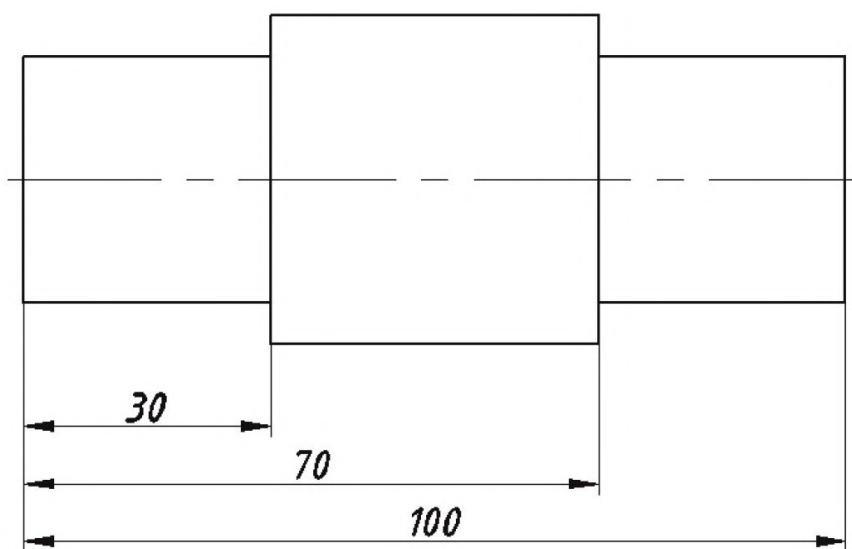


Рисунок 3.37 – Пример нанесения размеров исходящих от общей базы

Нанесение размеров при помощи данной функции осуществляется по следующему алгоритму: активировав функцию «Базовый» пользователю предлагается выбрать исходный размер, в качестве которого может быть использован линейный, параллельный и угловой размеры, после чего указать крайние точки следующих размеров. Каждый следующий размер будет

располагаться на расстоянии, настроенном ранее и равном в данном конкретном случае 7 мм. В случае неверного определения базовой поверхности программой, необходимо выбрать из имеющихся вариантов выполнения команды вариант «Выбор» и указать противоположную выносную линию размера, пример изменения, которой показан на рисунке Рисунок 3.38. Также возможен случай при котором пользователь может нанести данную категорию размеров не используя команду «Базовый», из-за чего между параллельными (концентричными) размерами будет различное расстояние. Устранение рассмотренной ошибки возможно при помощи команды «Смещение размеров» , которая после ее активации расположит все размеры, относительно исходного, на равное расстояние. Расстояние смещения, используемое по умолчанию, задается размерным стилем, но может и отличаться от такового.

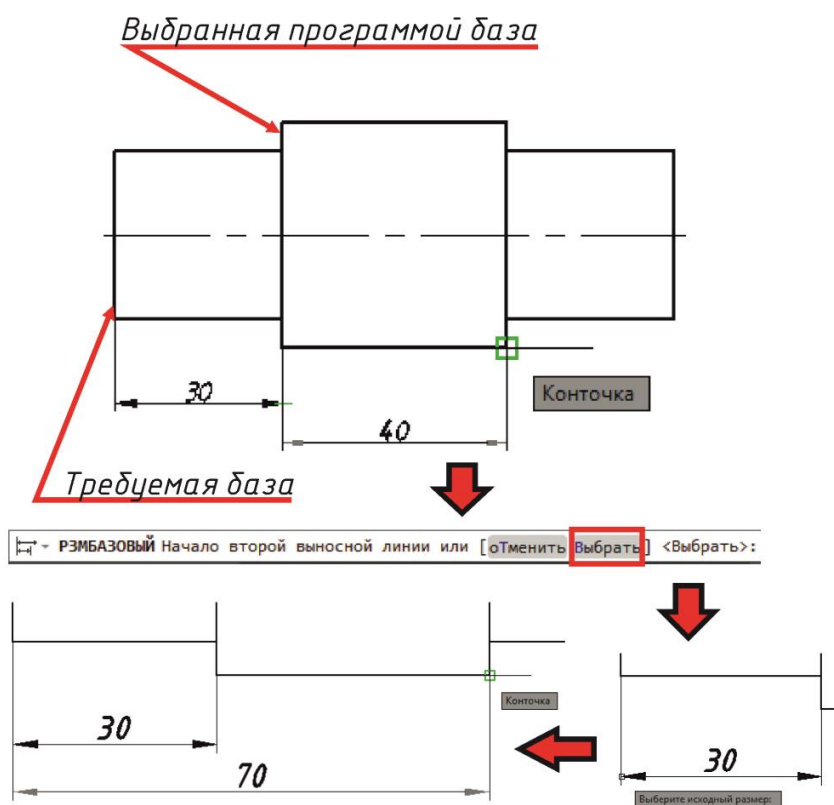


Рисунок 3.38 – Изменение базовой поверхности

Выполнение данной функции осуществляется по следующему алгоритму. После активации команды пользователю необходимо выбрать исходный (базовый) размер и указать зависимые размеры, затем программа запросит расстояние смещения, которое может быть равно параметру «Авто» настроенному ранее или же

введено с клавиатуры, (рисунок Рисунок 3.39). В случае нулевого смещения размеров относительно друг друга функция работать не будет.

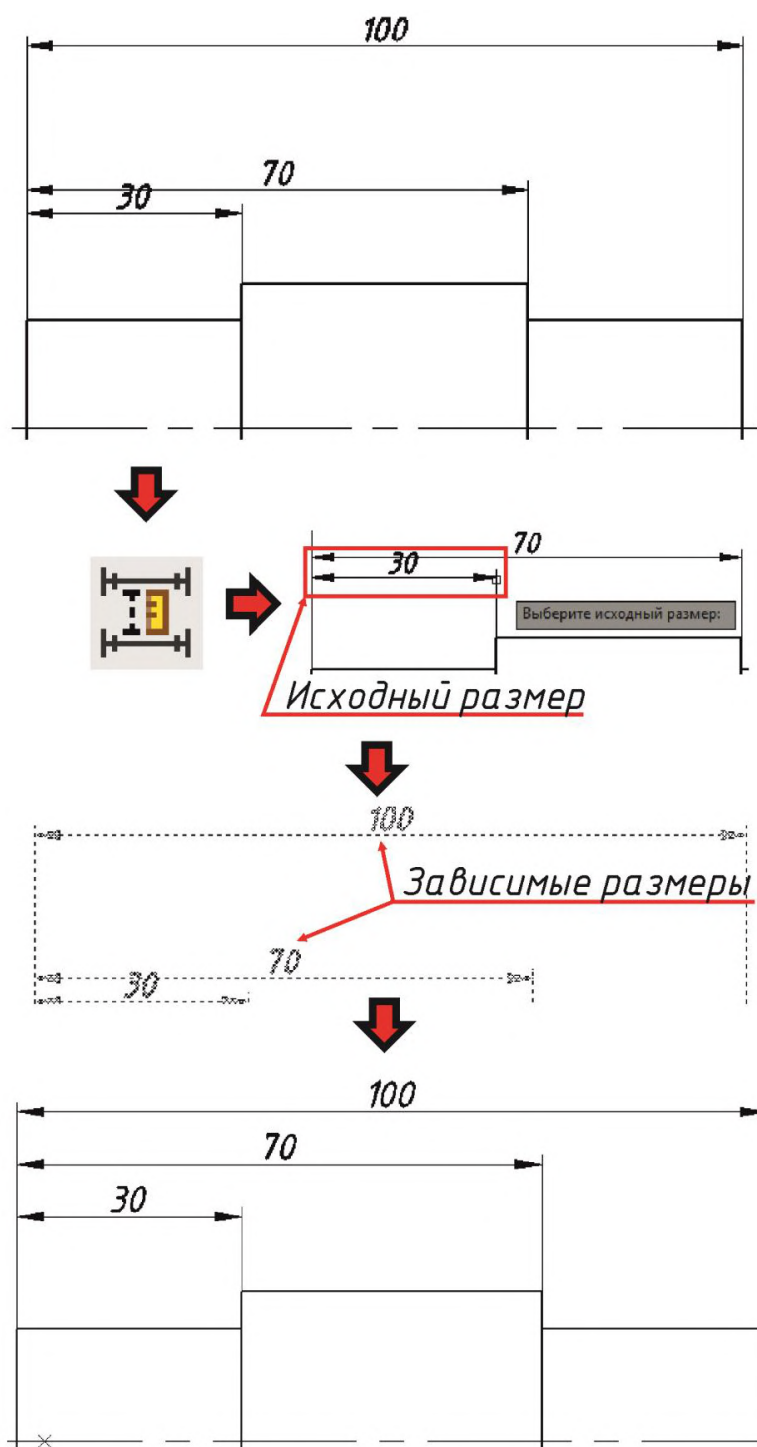


Рисунок 3.39 – Смещение размеров

Помимо нанесения размеров от базовых поверхностей в машиностроении распространено нанесение размеров цепочкой (рисунок Рисунок 3.40) для чего в системе AutoCAD существует функция «Цепь» , выполнение которой полностью аналогично выполнению функции «Базовый».

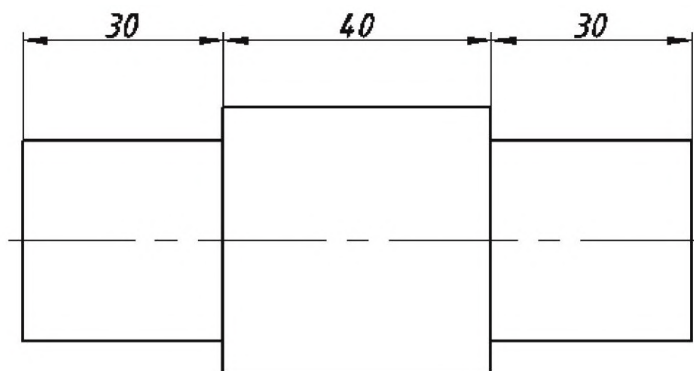


Рисунок 3.40 – Нанесение размеров цепочкой

Нанесение текста рядом с размерными числами, например указания количества одинаковых отверстий или угла фаски, производится двойным нажатием левой кнопки мыши на размерном числе, после чего открывается текстовый редактор. Параметры настройки текста в текстовом такие же, как при редактировании многострочного текста. Пример дополнения размерных чисел показан на рисунке Рисунок 3.41.

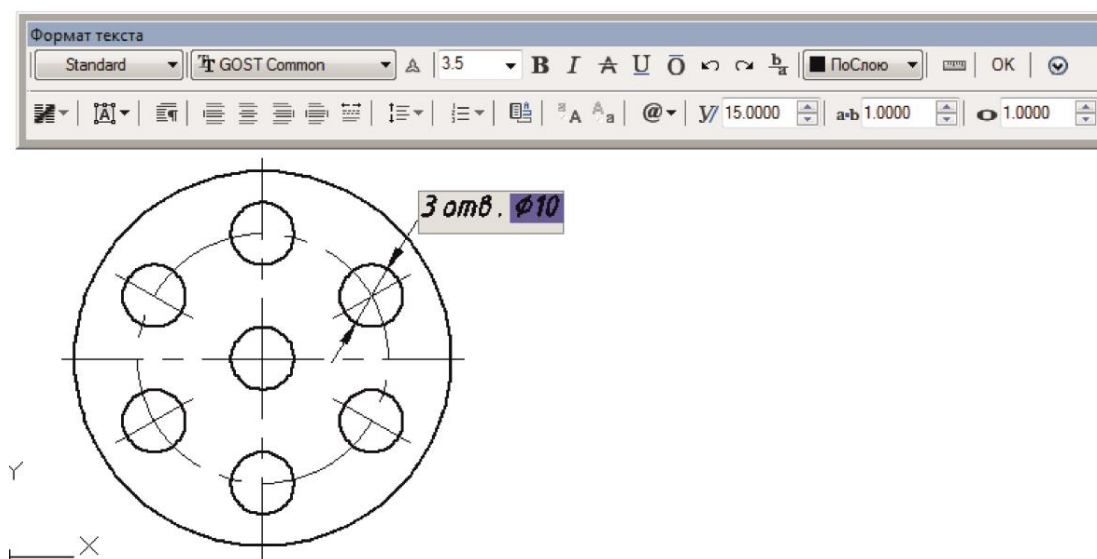


Рисунок 3.41 – Дополнение текста размерного числа

Задания для работы на занятии

Проанализировать предложенные преподавателем чертежи деталей на предмет соответствия единой системе конструкторской документации и выполнить их копии с исправлением ошибок оригинала.

**Задания и вопросы для формирования и контроля владения
компетенциями**

1. Какими способами возможно изменение масштаба линейный размеров?
2. Какие размеры возможно нанести на чертеж используя функцию «Линейный»?
3. На какое расстояние произойдет смещение размеров, при использовании одноименной функции, при условии выбора параметра «Авто»?
4. Возможно ли применение функции «Смещение размеров» к размерам расположенным с нулевым смещением относительно друг друга?
5. Что происходит после двойного нажатия клавиши мыши на размерном числе?

Практическое занятие 3. Редактирование геометрических объектов в системе КОМПАС и/или Autocad: режим редактирования; использование характерных точек, применение специальных команд редактирования.

Цель работы

Целью работы является ознакомление и приобретение навыков редактирования объектов с помощью панели инструментов «Редактирование».

Организационная форма занятия

Интерактивные формы проведения занятия не предусмотрены учебным планом.

Методические рекомендации

Выполнение любого сложного чертежа невозможно без возможности изменения построенных объектов. Как уже отмечалось ранее, векторные графические системы работают с примитивами, из которых и строятся чертежи. В векторной графике, в отличие от растровой, существует возможность редактирования примитивов, например, изменение расположения, масштаба или размеров. В системе AutoCAD для выполнения этих функций предназначена панель инструментов «Редактирование», показанная на рисунке Рисунок 4.42.



Рисунок 4.42 – Панель инструментов «Редактирование»

На показанной панели расположены следующие функции (перечисленные слева направо): «Стереть»; «Копировать»; «Зеркальное отображение»; «Смещение»; «Массив»; «Переместить»; «Повернуть»; «Масштаб»; «Растянуть»; «Обрезать»; «Удлинить»; «Разорвать в точке»; «Разорвать»; «Соединить»; «Фаска»; «Сопряжение»; «Соединение кривых»; «Расчленить».

Помимо, показанной на рисунке Рисунок 4.42, панели инструментов «Редактирование» существует простейшая возможность редактирования объектов при помощи ручек.

1. Выполнить чертеж детали, расположив его рамке формата А4 без указания размеров.
2. Выполнить чертеж деталей согласно индивидуальному заданию, расположив изображения деталей в пределах горизонтальной рамки формата А3. При выполнении заданий не выполнять простановку размеров и штриховку.

Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Укажите наиболее характерные операции, выполняемые при помощи ручек.
2. В чем заключается разница между различными ручками одного и того же объекта?
3. В чем заключается разница между командами «Отменить» и «Ой»?
4. Опишите разницу между копированием при помощи команды «Копировать» и сочетания клавиш «Ctrl-C».
5. Опишите разницу между копированием при помощи команды «Копировать» и сочетания клавиш «Ctrl-Shift-C».
6. Какие общие черты имеет алгоритм выполнения команд «Копировать», «Повернуть», «Переместить» и «Масштаб»?
7. Зеркальное отражение объектов может производиться только явных баз?
8. Что происходит с текстом при выполнении зеркального отражения?
9. Возможно ли построение смещенного контура сразу нескольких объектов?
10. Какое действие выполняет команда «Массив»?
11. В чем заключается отличительная особенность массива выполненного по траектории от прямоугольного и кругового массивов?
12. Какие форматы значений используются при записи масштабного коэффициента?
13. В чем главное отличие команд обрезать/удалить от других команд редактирования?
14. Какие примитивы нельзя использовать в качестве ограничений при обрезке?
15. Возможно ли изменение исходных объектов ассоциативного массива?
16. Какие способы построения фасок существуют в системе AutoCAD?

17. Какие виды сопряжений невозможно построить при помощи одноименной команды?

Практическое занятие 4. Размеры. Размерные стили.

Цель работы: Изучение методов нанесения размеров и настройки размерных стилей.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Согласно ГОСТ 2.102-68 чертежом называется документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

На сегодняшний момент результатом освоения системы автоматизированного проектирования AutoCAD являются документы с изображением детали, но без указания других данных, необходимых для ее изготовления и контроля. К другим данным, в первую очередь, необходимо отнести следующие параметры:

- размеры;
- предельные отклонения;
- шероховатость поверхностей;
- технические требования и характеристики.

Рассмотрим подробнее нанесение размеров на изображение детали в системе AutoCAD.

Нанесение размеров, в системе AutoCAD, осуществляется при помощи одноименной вкладки строки меню или же одноименной панели инструментов, показанной на рисунке Рисунок 3.18.

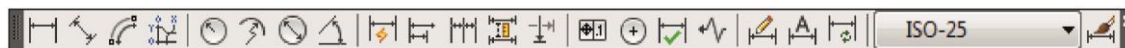


Рисунок 0.43 – Панель инструментов «Размеры»

Данная панель инструментов позволяет наносить и настраивать весь спектр размеров, необходимых для описания детали, но перед началом указания размеров, по аналогии с текстом, необходимо настроить размерный стиль.

Настройка размерного стиля производится при помощи одноименной пиктограммы , расположенной на панели инструментов «Стили» или же в панели инструментов «Размеры». В результате чего перед пользователем открывается диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей», показанное на рисунке Рисунок 3.19.

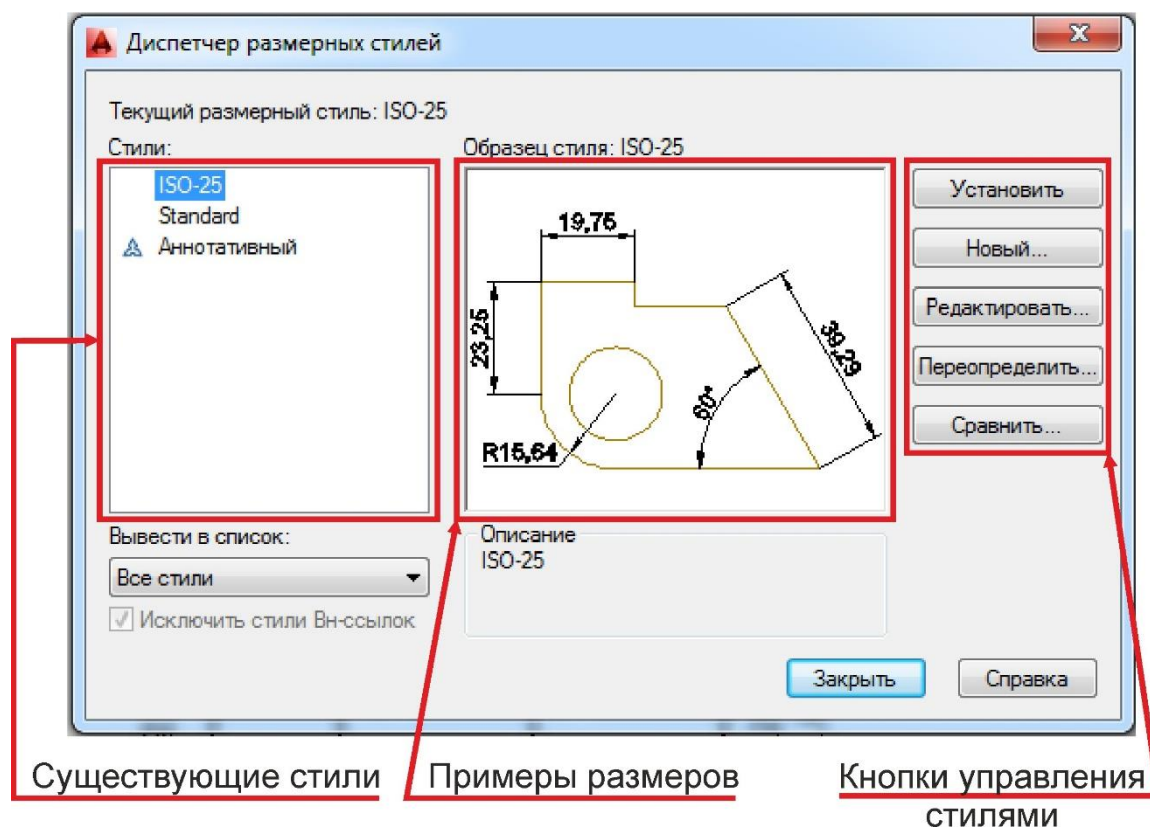


Рисунок 0.44 – Окно «Диспетчер размерных стилей»

Из рисунка Рисунок 3.19 видно, что окно «Диспетчер размерных стилей» разделено на три функциональных зоны: стили, существующие в документе; пример нанесения размеров, для выбранного в настоящий момент размерного стиля; и кнопки управления стилем, активным в настоящий момент. В целом представленное окно аналогично окну «Стили текста», разница между которыми заключается в невозможности изменения параметров размерного стиля непосредственно из появившегося окна. Для создания нового размерного стиля необходимо нажать на кнопке «Новый» и ввести имя создаваемого стиля, после чего указать уже существующий стиль на основе которого будет создаваться новый, что и показано на рисунке Рисунок 3.20.

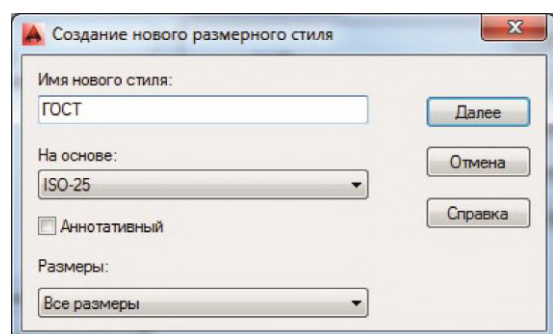


Рисунок 0.45 – Окно «Создание нового размерного стиля»

За наименованием и выбором исходного стиля, перед пользователем возникает окно «Новый размерный стиль», показанное на рисунке Рисунок 3.21 и позволяющее производить тонкую настройку таких параметров как: используемый текстовый шрифт и его высота; внешний вид используемых стрелок и их размер; правила расположения текста и стрелок; масштаб и многое другое.

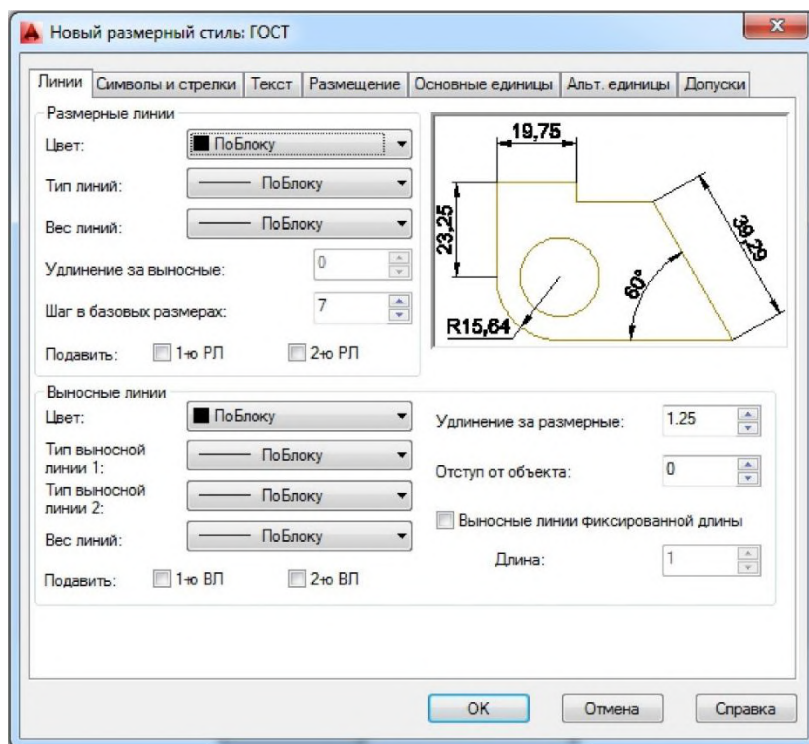


Рисунок 0.46 – Окно «Новый размерный стиль»

Перед рассмотрением конкретных настроек размерных стилей необходимо рассмотреть правила нанесения размеров регламентированных ГОСТ 2.307-2011.

Размеры на чертеже указываются размерными числами и размерными линиями (рисунок Рисунок 3.22). Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета независимо от масштаба и точности выполнения чертежа. Размеры подразделяются на линейные и угловые. К линейным размерам относятся – длина, ширина, высота, величина диаметра, радиуса и дуги. К угловым относятся – размеры углов. Линейные размеры (в машиностроении) указываются в миллиметрах, при этом единицы измерения на чертеже не указываются.

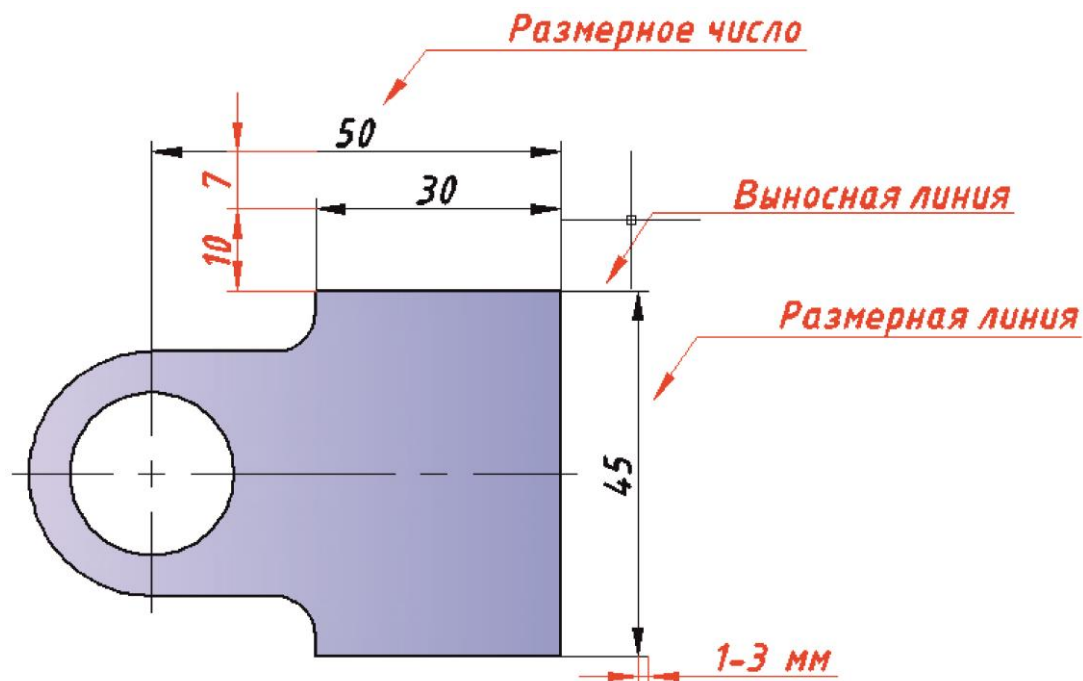


Рисунок 0.47 – Нанесение размеров

Стрелки, ограничивающие размерные линии, должны упираться острием в соответствующие линии контура или в выносные или осевые линии, как показано на рисунке Рисунок 3.22, а выносные линии выходят за концы стрелок размерных линий на расстояние от 1 до 3 миллиметров. Размерные и выносные линии выполняются сплошными тонкими линиями.

В пределах чертежа размерные числа должны выполняться одним шрифтом, который пользователь выбирает самостоятельно в зависимости от сложности и назначения чертежа, но чаще всего используется шрифт высотой 3,5 мм.

Расстояние между параллельными (концентричными) размерными линиями должно быть не менее 7 мм, а между размерной линией и контуром детали не менее 10 мм. При этом необходимо избегать пересечения выносных линий с размерными.

Рассмотрим настройку описанных правил при помощи окна, показанного на рисунке Рисунок 3.21, которое также может называться «Изменение размерного стиля». При открытии которого, перед пользователем появляются 7 вкладок: «Линии»; «Символы и стрелки»; «Текст»; «Размещение»; «Основные единицы»; «Альт. единицы»; «Допуски», каждая из которых позволяет настраивать определенный ряд параметров.

Первым необходимо настроить соответствие шрифта, используемого при указании размерных чисел системой AutoCAD, шрифту регламентированному ГОСТ

2.304-81. Для этого необходимо открыть вкладку «Текст», показанную на рисунке Рисунок 3.23.

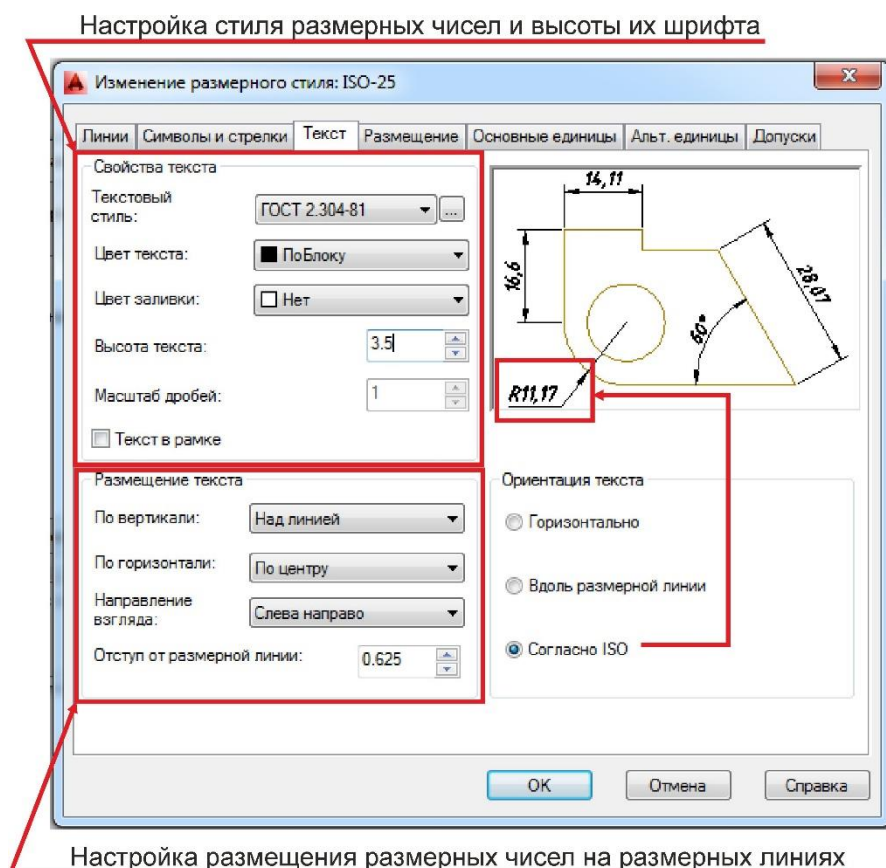


Рисунок 0.48 – Вкладка «Текст»

Рисунок 3.23 показывает, что вкладка «Текст» состоит из четырех функциональных зон: «Свойства текста»; «Размещение текста»; «Ориентация текста» и примера внесенных изменений. Рассматривая зону «Свойства текста» можно заметить, что шрифт размерных чисел строиться на основе какого-либо текстового стиля, который мог быть создан ранее или же в процессе редактирования размерного стиля. Изначально размерный стиль ISO-25 использует текстовый стиль «Standard», в то время как при заполнении основной надписи уже настраивался стиль текста в соответствии ГОСТ 2.304-81, в связи с чем возможен его выбор из выпадающего списка. При настройке свойств размерных чисел, важным является необходимость указания высоты текста, которая в данном случае равна 3,5 мм, как и описывалось выше. Также ГОСТ 2.307-2011 регламентирует предпочтительное расположение размерных чисел относительно размерных линий, которые должны располагаться параллельно размерным линиям (горизонтально в случае создания полки) и как можно ближе к их середине, а по вертикали размерные числа должны располагаться над размерной линией. Данные

настройки располагаются в функциональной зоне «Размещение текста» (рисунок Рисунок 3.23), в которой также находится параметр отступа размерных чисел от размерных линий.

На сегодняшний день все более явной тенденцией является расположение размерных чисел на горизонтальной полке, в случае если размер наносится под каким-либо углом относительно горизонтали или из-за нехватки места на размерной линии (кроме вертикальных размеров), для удобства чтения чертежа. Данные настройки позволяет выполнять функциональная зона «Ориентация текста».

По окончании настройки шрифта и правил расположения размерных чисел, следует настроить размерные и выносные линии, которые настраиваются при помощи вкладки «Линии», структура которой показана на рисунке Рисунок 3.24.

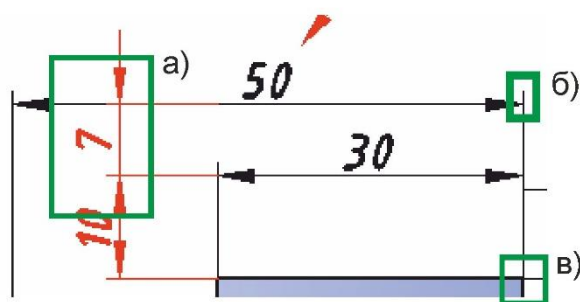
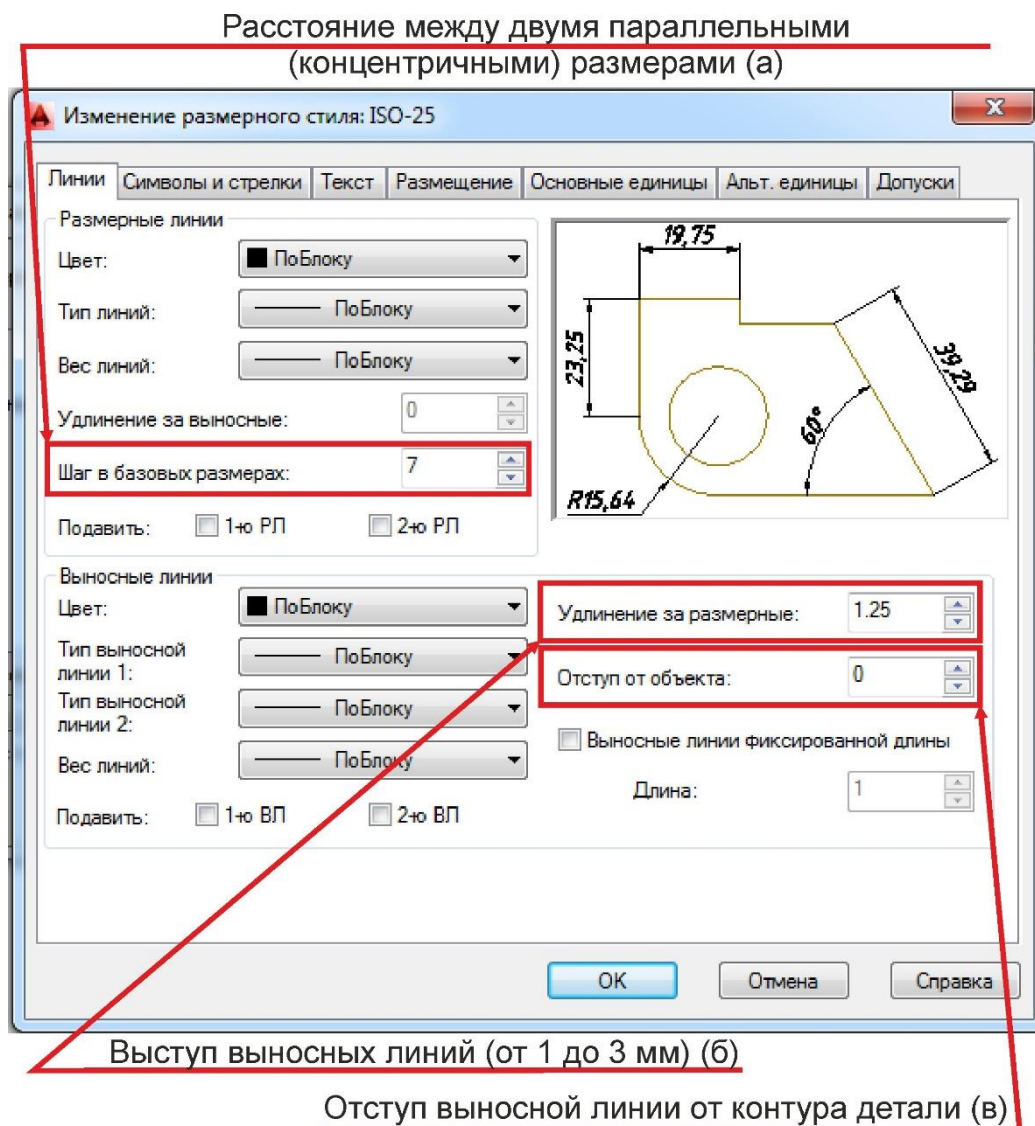


Рисунок 0.49 – Вкладка «Линии»

Вкладка «Линии», как видно из рисунка Рисунок 3.24, состоит из двух функциональных зон и примера внесенных изменений. В каждой из зон имеется возможность настройки цвета, типа и веса размерных и выносных линий (которые при любом исходном размерном стиле будут выполняться сплошными тонкими линиями), а также параметры соблюдения которых регламентировано. Так параметр «Шаг в базовых размерах» отвечает за расстояние между двумя параллельными (концентричными) размерными линиями, которое как описано выше, должно быть

не менее 7 мм (рисунок Рисунок 3.24а). Помимо расстояния между размерными линиями, необходимо настроить выступ выносной линии за размерную, который по умолчанию равен 1,25 мм, что позволяет его использовать не настраивая, так как лимиты оговоренные в стандарте находятся в пределах от 1 до 3 мм (рисунок Рисунок 3.24б). Еще одним немаловажным параметром является «Отступ от объекта», позволяющий настраивать расстояние на котором начинается выносная линия (по умолчанию равное 0,625 мм, что крайне неудобно при работе со сложными чертежами). При необходимости соблюдения стандарта ГОСТ 2.307-2011, данный параметр должен быть равно 0 (рисунок Рисунок 3.24в).

Следующим этапом настройки вновь созданного размерного стиля является настройка стрелок, которые также как и остальные параметры регламентируются тем же стандартом и должны соответствовать требованиям, представленным на рисунке Рисунок 3.25.

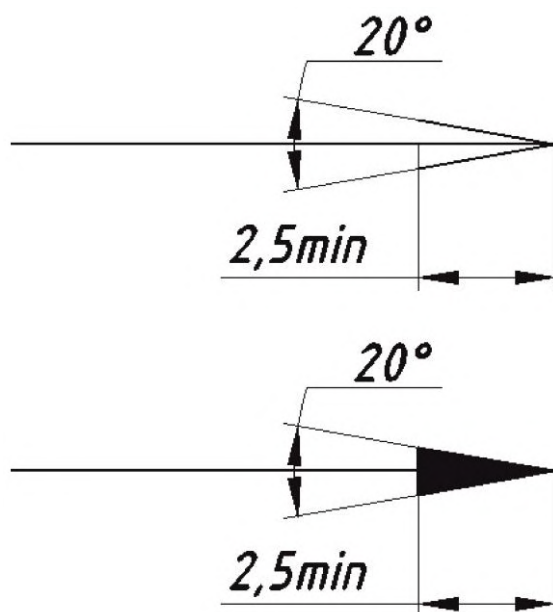


Рисунок 0.50 – Параметры стрелок

Следует отметить, что в стандарте приведены требования к минимальному размеру стрелок, хотя на практике, как правило, стремятся к созданию стрелок пропорциональных величине размерных чисел. В связи с этим наиболее оптимальным размером стрелки будет являться размер равный высоте размерных чисел, а именно 3,5 мм. Для настройки которого, необходимо перейти во вкладку «Символы и стрелки» диалогового окна «Изменение размерного стиля», показанного на рисунке Рисунок 3.26.

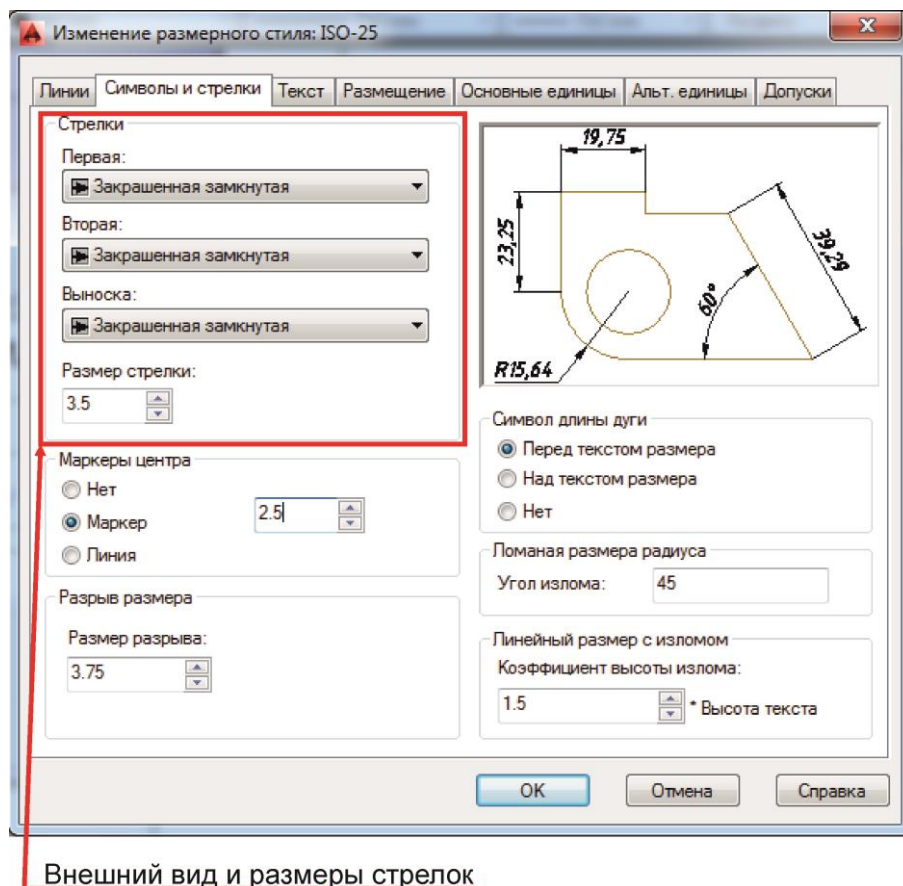


Рисунок 0.51 – Вкладка «Символы и стрелки»

На данном этапе настройки размерного стиля, во вкладке «Символы и стрелки», необходимой является лишь функциональная зона «Стрелки», которая позволяет настраивать не только оговоренный ранее размер стрелок, но и их внешний вид. Помимо настройки стрелок данная вкладка позволяет настраивать ряд специфических параметров некоторых видов размеров, например, угол излома размерной линии при нанесении радиуса с изломом или же положение символа длины дуги относительно размерных чисел.

Иногда, при нанесении размеров цепочкой, возникает проблема нехватки места для стрелки, показанная на рисунке Рисунок 3.27а, в результате чего чертеж становится нечитаемым. Для исправления данной ситуации в стандарте прописано следующее правило: при недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям (рисунок Рисунок 3.27б) или четко наносимыми точками (рисунок Рисунок 3.27в).

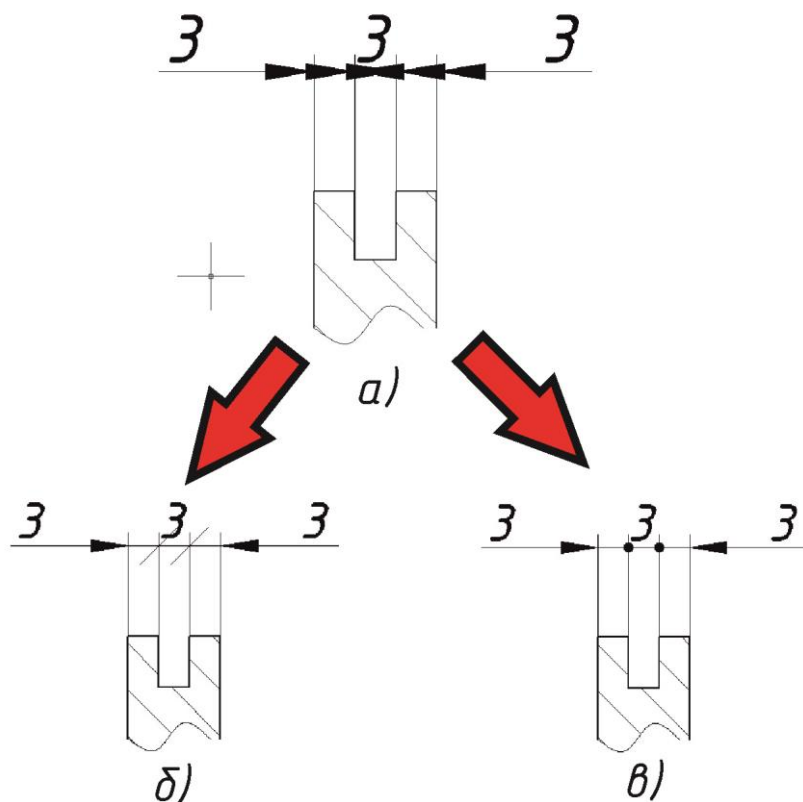


Рисунок 0.52 – Нанесение цепочки размеров

Из рисунка Рисунок 3.27 видно, что настройка внешнего вида стрелки в размерном стиле для данного случая является неоптимальным решением, так как данный случай может быть единичным, но при этом обязательным для решения. В данном случае, наиболее оптимальным является изменение внешнего вида стрелок для каждого конкретного размера, которое производится при помощи палитры «Свойства».

Палитра «Свойства» позволяет просматривать и редактировать весь набор свойств, как для каждого конкретного примитива, так и для группы однородных или же разнородных примитивов. Для ее вызова необходимо либо выполнить двойное нажатие на примитиве, либо нажать на пиктограмму «Свойства» , расположенную на панели инструментов «Стандартная» (рисунок Рисунок 3.28).



Рисунок 0.53 – Панель инструментов «Стандартная»

На рисунке Рисунок 3.29 показана палитра «Свойства» с набором параметров для редактирования свойств линейного размера.

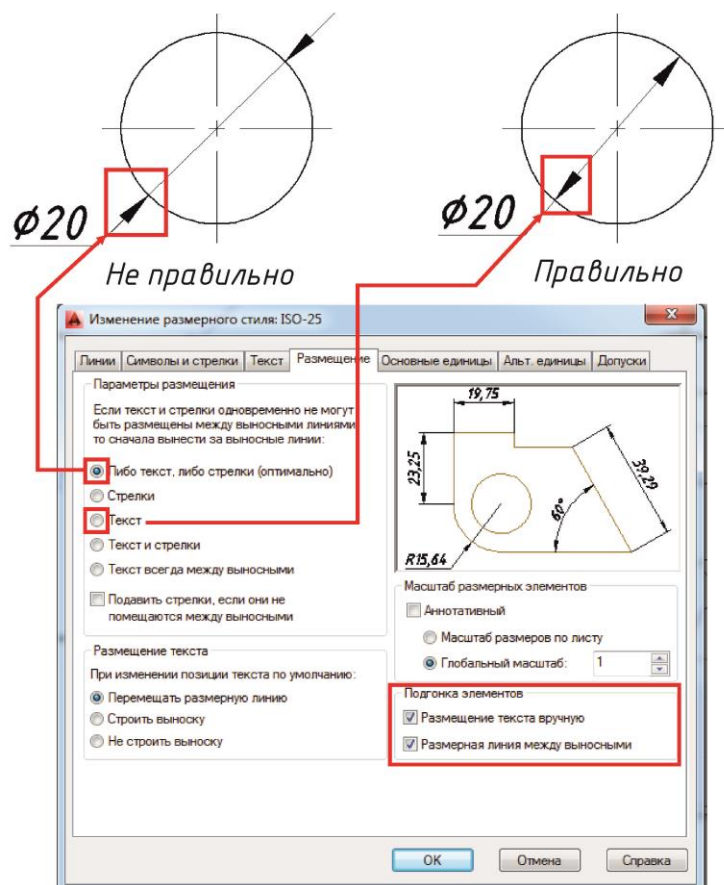


Рисунок 0.55 – Нанесение диаметрального размера

Согласно стандарту, в случае, если при нанесении диаметра невозможно разместить между выносными линиями и текст и стрелки, текст необходимо вынести за них, а в случае если и стрелки не помещаются то и они выносятся.

Настройка данного правила производится в функциональной зоне «Правила размещения» вкладки «Размещение», и по умолчанию настроено на параметр «Либо текст, либо стрелки», в то время как более правильным будет указание параметра «Текст».

Описанные настройки позволяют практически полностью описать нанесение размеров в соответствии с ГОСТ 2.307-2011, за одним исключением, которым является неправильное нанесение радиусов, так как размерная стрелка при его нанесении должна быть на той же стороне, что и текст. Для того чтобы данное требование выполнялось не существует общей настройки размерного стиля, но возможна настройка каждой конкретной стрелки, для чего необходимо подвести указатель курсора в управляющей ручке расположенной в вершине стрелки и, задержав его на короткое время, выбрать из появившегося меню пункт «повернуть стрелки» (рисунок Рисунок 3.31).

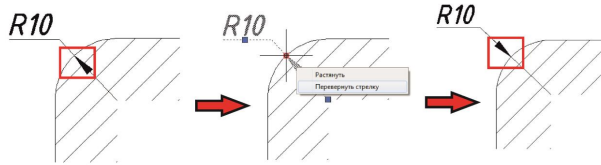


Рисунок 0.56 – Изменение направления стрелки

Помимо изменения описанного параметра в данной вкладке существует возможность настройки ручного размещения текста, в чем достаточно часто возникает необходимость при нанесении ряда симметричных размеров, текст которых должен располагаться в шахматном порядке, пример чего показан на рисунке Рисунок 3.32.

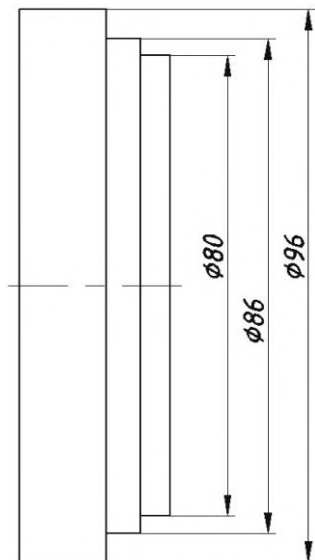


Рисунок 0.57 – Нанесение симметричных размеров

Еще одним немаловажным настраиваемым параметром является масштаб линейных размеров, который можно настраивать двумя способами: при помощи функциональной зоны «Масштаб измерений» вкладки «Основные единицы» или при помощи палитры «Свойства» в одноименном списке. Задание масштаба измерений для всего размерного стиля не всегда является оптимальным решением так как чаще всего машиностроительные чертежи содержат множество видов с различными масштабами, в связи с этим остается один способ изменения масштаба при помощи палитры «Свойства», которая позволяет изменять масштаб отдельного размера или группы размеров не меняя при этом масштаба измерений всего размерного стиля. Пример изменения масштаба измерений показан на рисунке Рисунок 3.33.

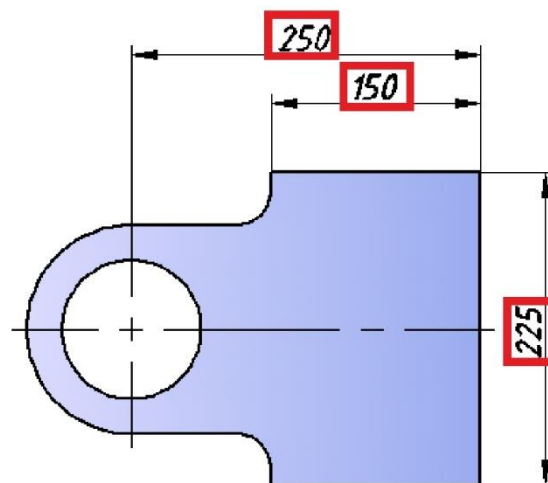
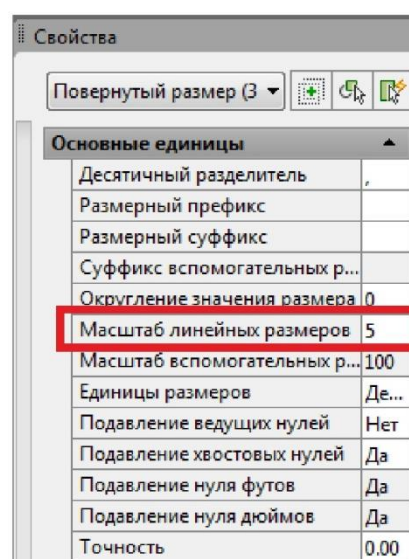
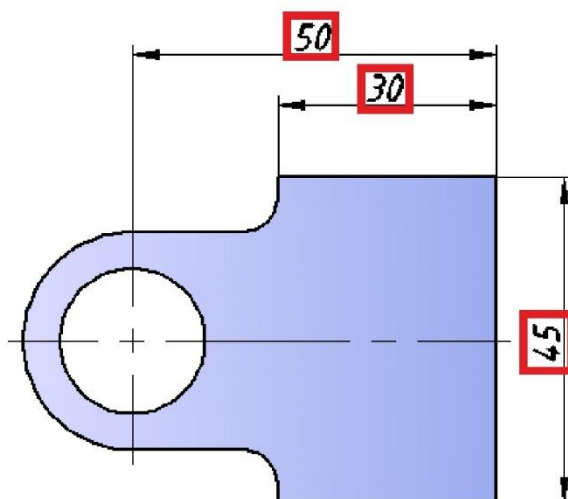
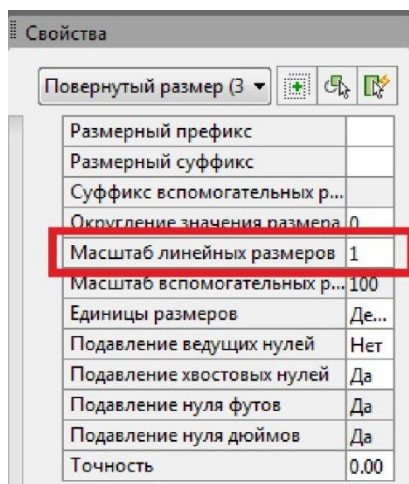


Рисунок 0.58 – Масштаб измерений

После настройки созданного размерного стиля необходимо рассмотреть алгоритм нанесения наиболее распространенных размеров и возможности их редактирования.

Функция «Линейный» позволяет наносить строго горизонтальные или вертикальные размеры, что выполняется при помощи одноименной пиктограммы , и наносится путем указания крайних точек и расстояния от контура. Пример нанесения размера показан на рисунке Рисунок 3.34.

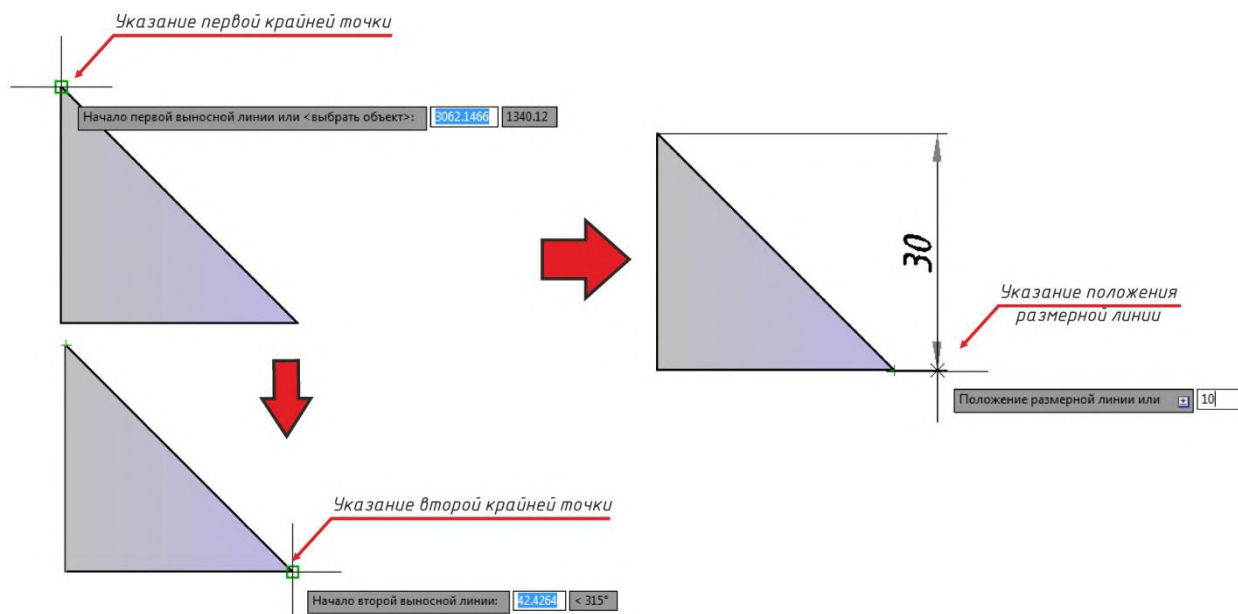


Рисунок 0.59 – Пример нанесения линейного размера

При нанесении линейного размера возможно точное указание расстояния от крайней точки контура до размерной линии, так как оно должно быть не менее 10 мм. Для этого при включенном режиме «Объектное отслеживание» необходимо навести и задержать курсор на точке, относительно которой должен происходить отсчет, и перемещая курсор в нужном направлении указать точное значение расстояния при помощи клавиатуры.

Функция «Параллельный» позволяет наносить размеры, расположенные под углом к горизонтали и параллельные при этом каким бы то ни было отрезкам. При этом алгоритм нанесения параллельного размера в точности совпадает с алгоритмом нанесения линейного размера. Пример нанесения параллельного размера показан на рисунке Рисунок 3.35.

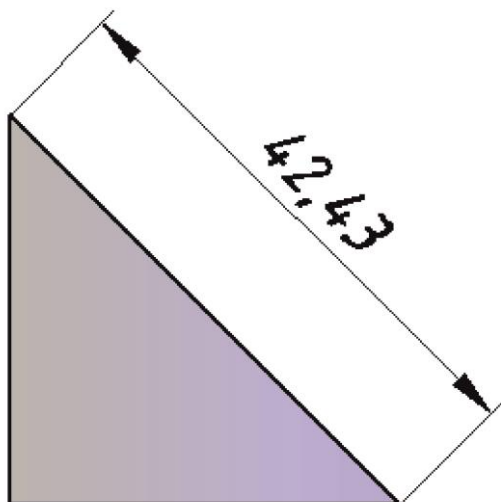


Рисунок 0.60 – Пример нанесения параллельного размера

Нанесение размеров длины дуги, радиуса и диаметра строятся по несколько иному алгоритму. Для их нанесения нет необходимости в указании двух точек, а достаточно указать лишь дугу (окружность), после чего указывается положение размерной линии. Пример указания данных размеров показан на рисунке Рисунок 3.36.

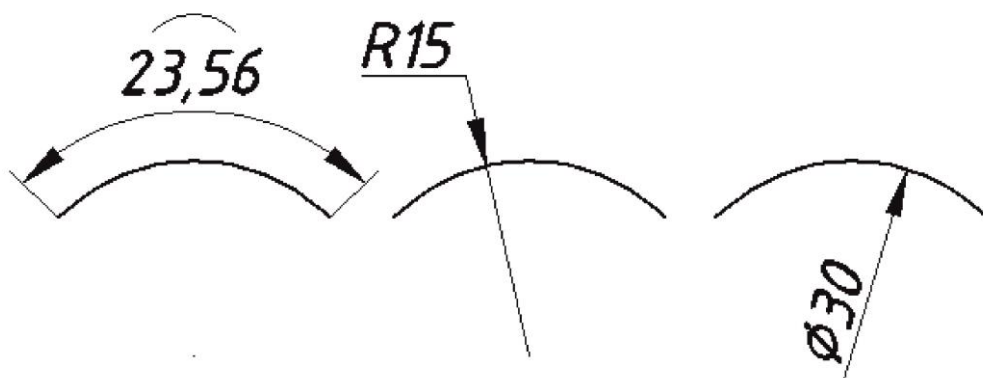


Рисунок 0.61 – Пример нанесения длины дуги, радиуса и диаметра

Функция «Угловой» по алгоритму схожа с нанесением длины дуги, с той разницей, что необходимо указывать два отрезка наклоненных относительно друг друга.

При оформлении чертежей часто возникает задача нанесения большого числа размеров исходящих от одной базы (рисунок Рисунок 3.37). Для этого в системе AutoCAD существует функция «Базовый» , позволяющая используя базовый размер наносить остальные указанием лишь одной крайней точки.

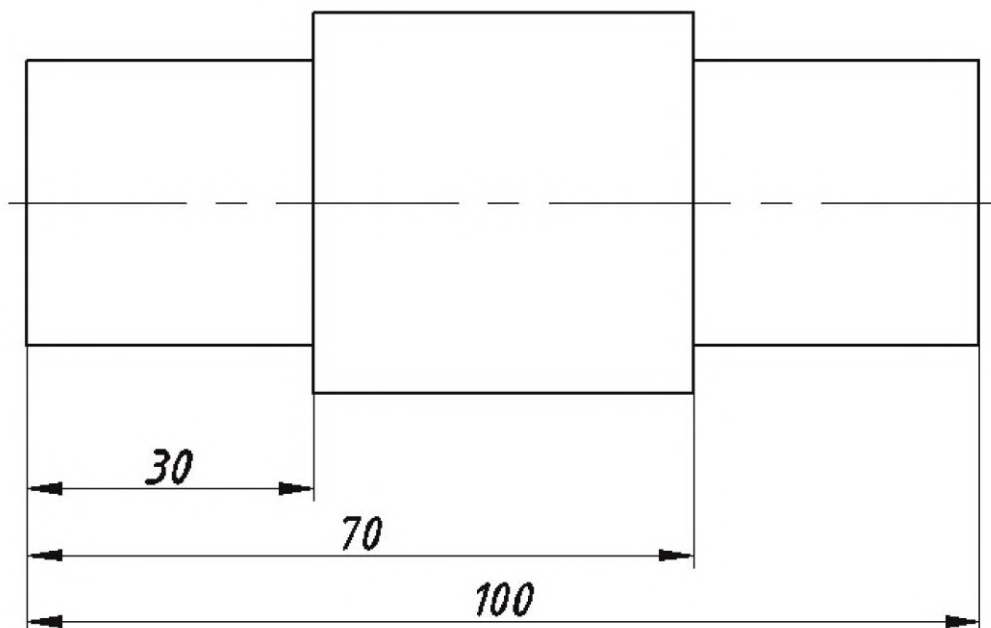


Рисунок 0.62 – Пример нанесения размеров исходящих от общей базы

Нанесение размеров при помощи данной функции осуществляется по следующему алгоритму: активировав функцию «Базовый» пользователю предлагается выбрать исходный размер, в качестве которого может быть использован линейный, параллельный и угловой размеры, после чего указать крайние точки следующих размеров. Каждый следующий размер будет располагаться на расстоянии настроенном ранее и равном в данном конкретном случае 7 мм. В случае неверного определения базовой поверхности программой, необходимо выбрать из имеющихся вариантов выполнения команды вариант «Выбор» и указать противоположную выносную линию размера, пример изменения, которой показан на рисунке Рисунок 3.38. Также возможен случай при котором пользователь может нанести данную категорию размеров не используя команду «Базовый», из-за чего между параллельными (концентричными) размерами будет различное расстояние. Устранение рассмотренной ошибки возможно при помощи команды «Смещение размеров» , которая после ее активации расположит все размеры, относительно исходного, на равное расстояние. Расстояние смещения, используемое по умолчанию, задается размерным стилем, но может и отличаться от такового.



Рисунок 0.63 – Изменение базовой поверхности

Выполнение данной функции осуществляется по следующему алгоритму. После активации команды пользователю необходимо выбрать исходный (базовый) размер и указать зависимые размеры, затем программа запросит расстояние смещения, которое может быть равно параметру «Авто» настроенному ранее или же введено с клавиатуры, (рисунок Рисунок 3.39). В случае нулевого смещения размеров относительно друг друга функция работать не будет.

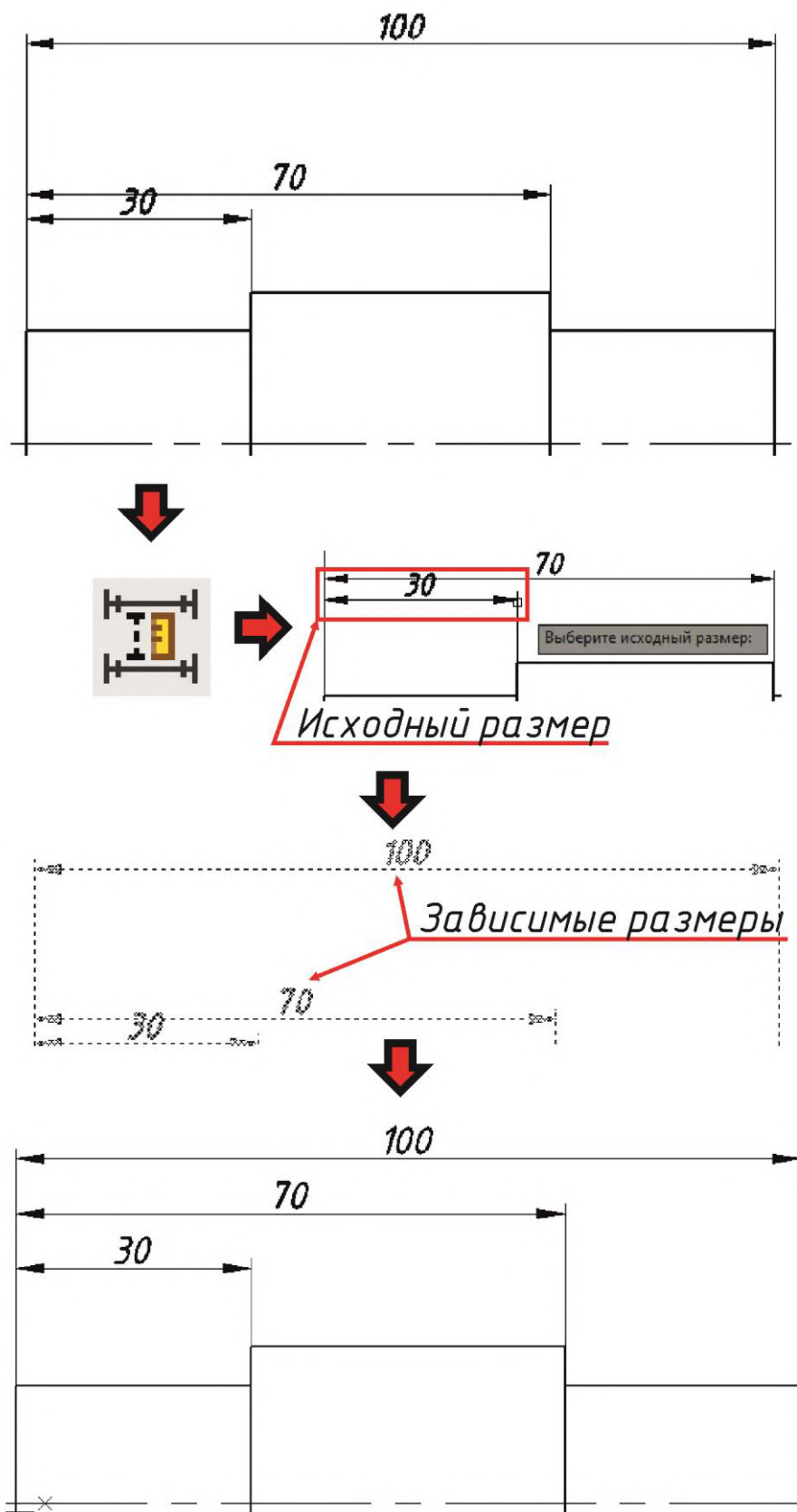


Рисунок 0.64 – Смещение размеров

Помимо нанесения размеров от базовых поверхностей в машиностроении распространено нанесение размеров цепочкой (рисунок Рисунок 3.40) для чего в системе AutoCAD существует функция «Цепь» , выполнение которой полностью аналогично выполнению функции «Базовый».

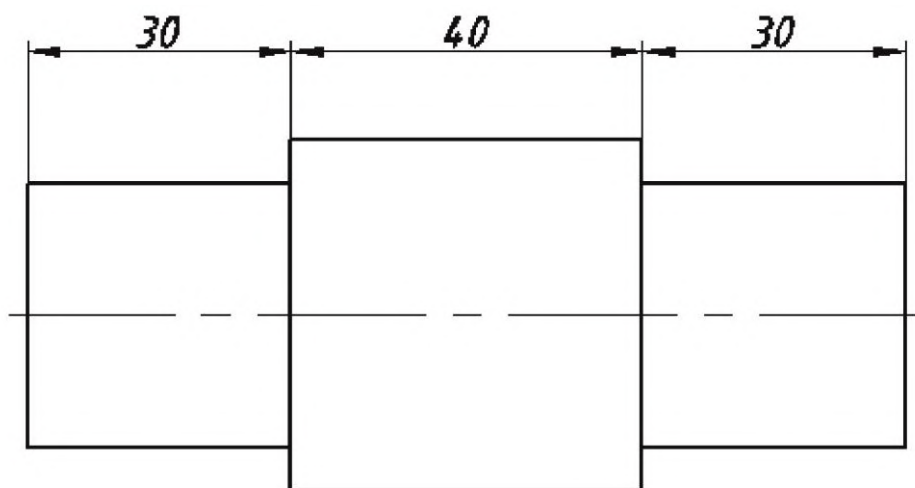


Рисунок 0.65 – Нанесение размеров цепочкой

Нанесение текста рядом с размерными числами, например указания количества одинаковых отверстий или угла фаски, производится двойным нажатием левой кнопки мыши на размерном числе, после чего открывается текстовый редактор. Параметры настройки текста в текстовом такие же, как при редактировании многострочного текста. Пример дополнения размерных чисел показан на рисунке Рисунок 3.41.

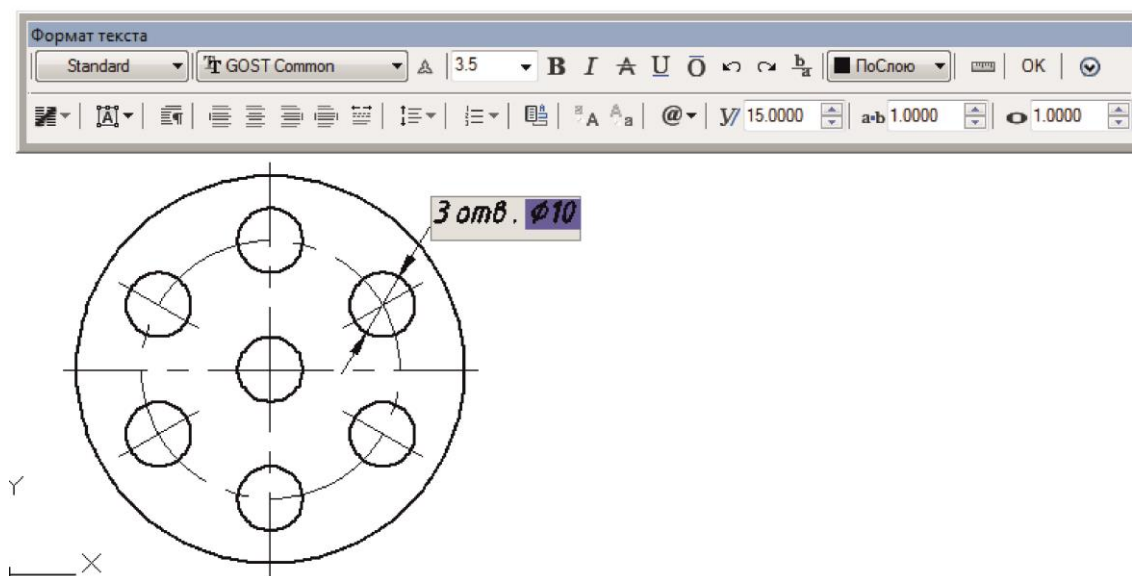


Рисунок 0.66 – Дополнение текста размерного числа

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Компьютерный класс, оснащенный интерактивным мультимедийным оборудованием (Проекторы Epson EB-436Wi или Epson EB-536Wi), вычислительной

техникой с доступом к внутренней информационной сети; глобальной информационной сети; к технологии удаленных рабочих столов VDI.

Указания по технике безопасности

студенту при работе на ПК запрещается:

- прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;
- переключать разъемы интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
- допускать попадание влаги на поверхность системного блока, монитора, иного оборудования, рабочую поверхность клавиатуры, дисководов, принтеров и других устройств;
- производить самостоятельное вскрытие и ремонт оборудования;
- работать на компьютере при снятых кожухах;
- отключать оборудование от электросети и выдергивать электровилку, держа за шнур.

Задания

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Выполнить создание чертежа.
3. При чертеже использовать наиболее рациональные пути построения геометрии.
4. Произвести сравнительный анализ задания и его реализации в электронном чертеже.

Содержание отчета

В качестве отчета по лабораторной работе студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

Контрольные вопросы

Дайте определение понятию чертеж.

Что относится к другим данным при выполнении чертежа.

Возможно ли изменение внешнего вида одной стрелки при помощи размерного стиля?

При помощи чего оптимально изменять внешний вид одной или нескольких стрелок?

Какими способами возможно изменение масштаба линейный размеров?

Какие размеры возможно нанести на чертеж используя функцию «Линейный»?

На какое расстояние произойдет смещение размеров, при использовании одноименной функции, при условии выбора параметра «Авто»?

Возможно ли применение функции «Смещение размеров» к размерам расположенным с нулевым смещением относительно друг друга?

Что происходит после двойного нажатия клавиши мыши на размерном числе?

Список литературы

1. Нартя, В.И.; Математическое обеспечение чертежа при конструировании деталей в машиностроении Электронный ресурс : монография / В.И. Нартя. - Математическое обеспечение чертежа при конструировании деталей в машиностроении, 2022-08-16. - Москва : Инфра-Инженерия, 2017. - 80 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-9729-0170-8

2. Каменев, С.В.; Моделирование станка-гексапода в CAD-системе «AutodeskInventor» Электронный ресурс : учебное пособие / С.В. Каменев. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 142 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-7410-1719-7

3. Соколова, Т. Ю. AutoCad для студента / Т.Ю. Соколова. - СПб. : Питер, 2007. - 256 с. : ил. - (Популярный самоучитель). - Прил.: с. 234-249. - ISBN 5-91180-015-2

Практическое занятие 5. Разрезы простые. Совмещение части вида и части разреза

Цель: получение навыков и умений при построении проекционных изображений деталей в масштабе.

Актуальность темы: при проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Виды полностью выявляют внешние формы детали. Для выявления внутренних, невидимых наблюдателю, форм поверхностей (пустот) детали применяют разрезы (ГОСТ 2.305–68).

Для образования разреза (рисунок 1.1) деталь мысленно рассекают плоскостью P , называемой секущей. Часть детали, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью P , условно отбрасывают, а оставшуюся изображают на плоскости проекций P_2 , параллельной секущей, получая разрез. На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости (штрихуется), и то, что расположено за ней (не штрихуется).

Простым называется разрез, получаемый при использовании одной секущей плоскости.

Если секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций P_1 , то разрез называется горизонтальным (рисунок 1.2). Если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций P_2 , то разрез называется фронтальным (рисунок 1.3). Если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций P_3 , то разрез называется профильным (рисунок 1.4). Если секущая плоскость расположена под углом к горизонтальной плоскости проекций P_1 , то разрез называется наклонным (рисунок 1.5).

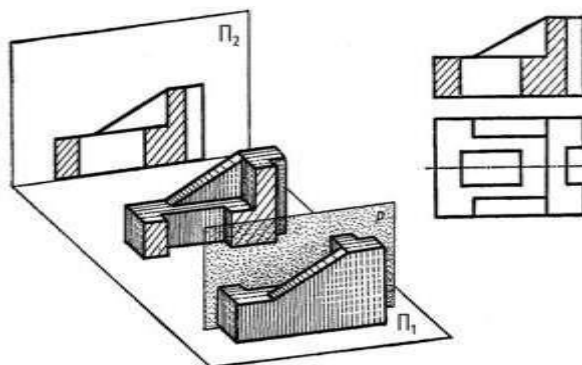


Рисунок 1.1—Образование разреза

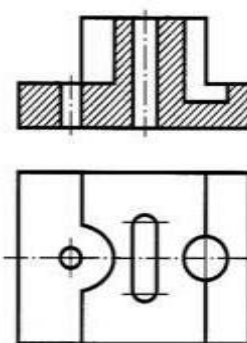
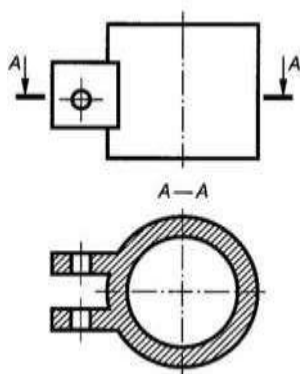


Рисунок 1.2—Горизонтальный разрез Рисунок 1.3—Фронтальный разрез

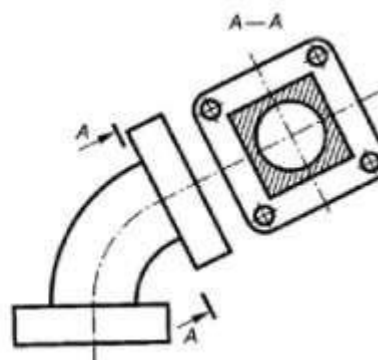
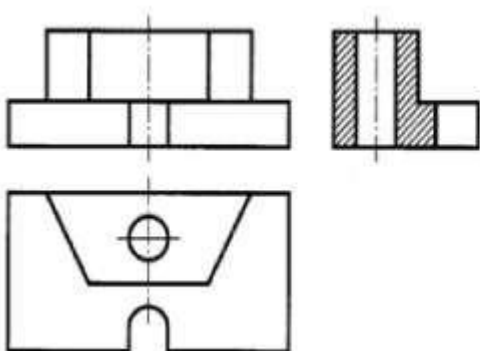


Рисунок 1.4 – Профильный разрез

Рисунок 1.5 – Наклонный разрез

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения, представляющей собой разомкнутую линию толщиной от S до $1,5S$ указанием направления взгляда стрелками (рисунок 1.2 и 1.5). Толщина штрихов должна получаться в 1,5 раза больше толщины линий контура детали и штрихи не должны пересекать контур изображения. Стрелки наносят на расстоянии $2...3$ мм от внешнего края штриха. Линию сечения помечают одинаковыми буквами русского алфавита (например, А), которые наносят около стрелок с внешней стороны всегда параллельно основной надписи. Номер шрифта букв должен быть в 2 раза больше

номера шрифта цифр размерных чисел. Над разрезом делают надпись типа А–А, которую всегда располагают горизонтально.

Обозначения секущих плоскостей и размеры штрихов приведены на рисунке 1.6.

Если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали и разрез выполняется в проекционной связи, то в этом случае положение секущей плоскости не обозначается и разрез не подписывается (рисунок 1.3 и 1.4).

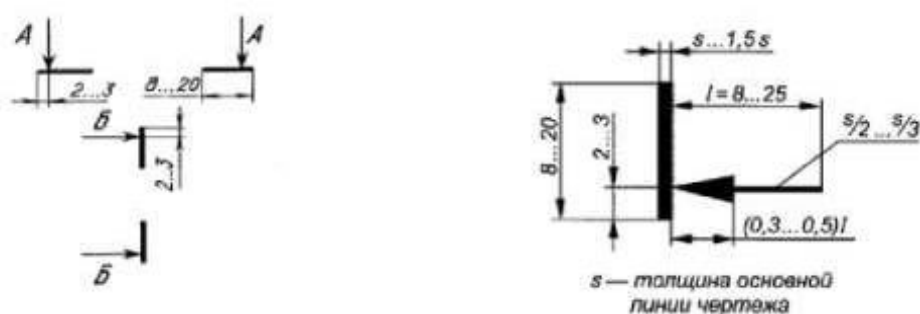


Рисунок 1.6 – Линия сечения

Разрезы штрихуются под углом 45° . Однако, если секущая плоскость проходит вдоль спицы маховика (рисунок 1.7а) или вдоль тонкой стенки (толщиной до 12 мм) типа «ребра жесткости» (рисунок 1.7б), то в разрезе они не штрихуются. При этом сверление в ребре показывают местным разрезом.

Соединение части вида и части разреза. Для симметричных деталей рекомендуется выполнять совмещение половины вида с половиной разреза. Разделяющей линией в это случае служит ось симметрии детали (рисунок 1.8а). При этом, как правило, разрезы располагают справа от вертикальной или внизу от горизонтальной оси симметрии.

При наличии ребра на внешней или внутренней поверхности детали, совпадающего с осевой линией, следует соединять часть вида с частью разреза, разграничивая их сплошной волнистой линией. При этом линию надо проводить левее оси симметрии (рис. 1.8б), чтобы в разрезе открыть внутреннее ребро, или правее (рис. 1.8в), чтобы сохранить на виде наружное ребро. При наличии внутреннего и внешнего ребер разрез оформляется как на рисунке 1.8г.

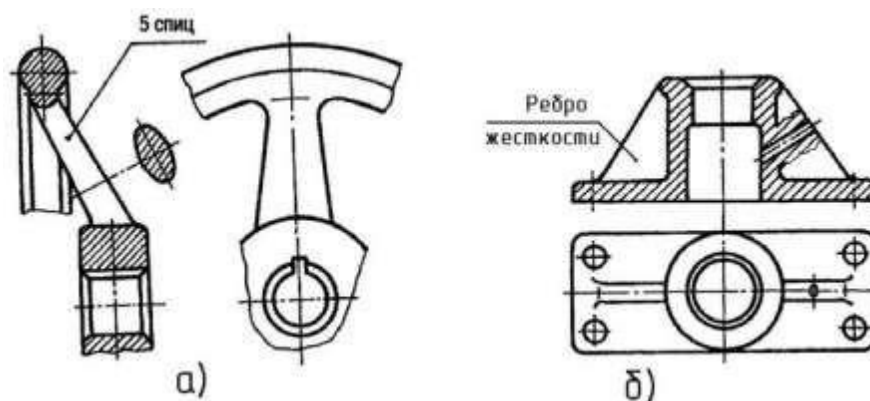


Рисунок 1.7 – Условности разрезов

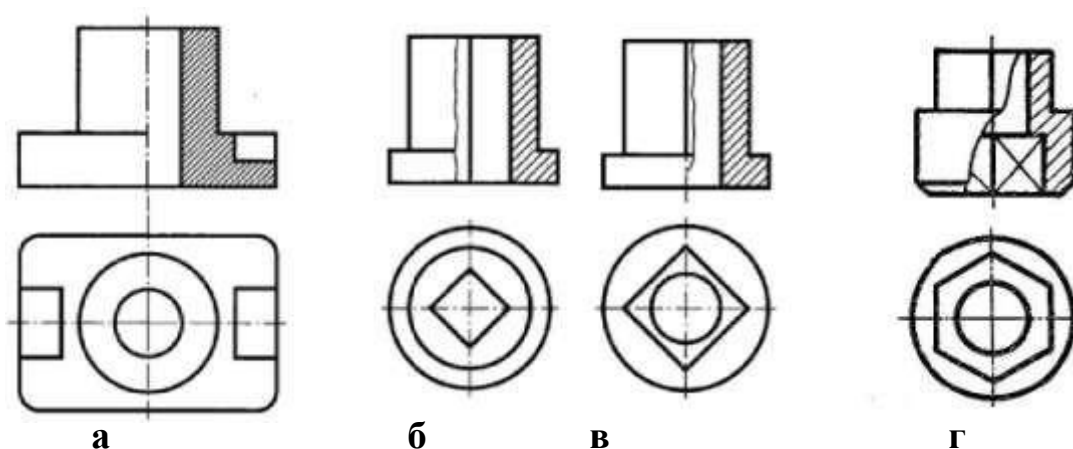


Рисунок 1.8 – Совмещение вида с разрезом

АксонOMETрическое изображение. На этом занятии необходимо будет выполнить аксонометрию детали с четвертью выреза, имеющую цилиндрические отверстия. В аксонометрии окружность проецируется в эллипс. Но для упрощения построений эллипс заменяют овалом.

Построение овала в изометрии в плоскости XOY и детали четвертью выреза показано на рисунке 1.9. Для любой плоскости проекций большая ось овала всегда перпендикулярна оси, которой нет в этой плоскости, а малая ось совпадает с направлением отсутствующей оси.

В изометрии по осям X и Y размеры не изменяются. Поэтому на них откладываем отрезки AB и CD равные диаметру заданной окружности. Затем из точки B проводим перпендикуляр к оси Y до пересечения с осью Z в точке O_1 . В пересечении с горизонтальной прямой (большой осью овала) получаем точку O_2 . Точки O_1 и O_2 являются соответственно центрами дуг $3/4$ радиусов R и r , которыми соединяются точки C и B , B и D , а также A и C .

Построение овала в диметрии в плоскости XOY и детали с четвертью выреза показано на рисунке 1.10.

В диметрии размер не изменяется по оси X . Поэтому на ней откладываем отрезок AB равный диаметру заданной окружности. Затем из точки B проводим перпендикуляр к оси Y до пересечения с осью Z в точке K . Затем радиусом KM проводим дугу до пересечения с осью Z в точке O_1 . При пересечении прямой BK с горизонтальной прямой (большой осью овала) получаем точку O_2 . Точки O_1 и O_2 являются центрами дуг радиусов R и r , которыми проводятся дуги между точками B и A .

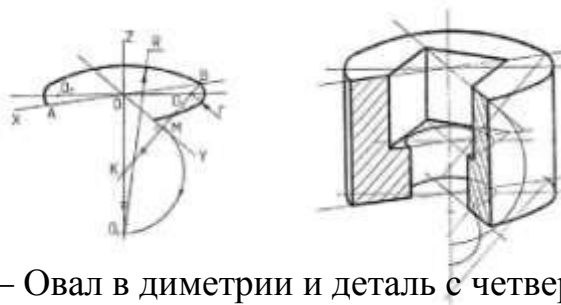


Рисунок 1.10 – Овал в диметрии и деталь с четвертью выреза

Вопросы и задание

Что называется простым разрезом ?

Какие существуют виды простых разрезов?

В каких случаях обозначают секущую плоскость?

Как выполняют совмещение вида с разрезом?

С какого вида берут ширину детали при построении вида слева?

Как изображается внутреннее ребро детали на разрезе?

На формате А3 по заданным двум видам построить третий вид. Данные своего варианта взять из Приложения А, таблица 19.

Выполнить фронтальный и профильный разрезы. Проставить все необходимые размеры.

Выполнить диметрическую проекцию с четвертью выреза. Заполнить основную надпись.

Образец выполнения задания приведен в Приложении Б, рисунок 5.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Ковалев, В. А. Инженерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Ковалев. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский

государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. — 279 с. — 978-5-7014-0802-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87106.html>

Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшее образование, 2009. — 471 с. : ил. — (Основы наук). — Библиогр.: с. 465-466. — ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике : учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А.А. Чекмарев. — 3-е изд., стер. — М. : Академия, 2008. — 128 с. — (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). — Библиогр.: с. 124. — ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373

Чекмарев, А. А. Инженерная графика : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — Изд. 9-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 2007. — 382 с. : ил. — (Общетеchnические дисциплины). — Библиогр. с. 370. — Предм.указ.: с. 371-377. — ISBN 978-5-06-00543-2.

Конакова, И. П. Основы оформления конструкторской документации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. П. Конакова, Э. Э. Истомина, В. А. Белоусова. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 76 с. — 978-5-7996-1152-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68451.html>

<http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД.
<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие 6. Разрезы сложные. Обозначение разрезов.

Цель: Получение навыков и умений при построении проекционных изображений деталей в масштабе.

Теоретическая часть

Сложным называется разрез, получаемый при использовании нескольких секущих плоскостей. Выполнение сложных разрезов дает возможность уменьшить количество изображений, так как на одном виде можно выявить внутреннюю форму предмета в разных местах. В зависимости от расположения секущих плоскостей сложные разрезы делятся на **ступенчатые и ломаные**.

Ступенчатые разрезы образуются при рассечении предмета несколькими параллельными плоскостями. Они могут быть горизонтальными, фронтальными, профильными и наклонными. На рисунке 66 изображен фронтальный ступенчатый разрез детали, выполненный двумя фронтальными секущими плоскостями. Эти плоскости условно параллельно перемещают до их совмещения в одну плоскость. Переход от одной плоскости к другой на разрезе не изображается.

Ломаные разрезы образуются при рассечении предмета двумя пересекающимися плоскостями. На рисунке 67 использованы две горизонтально проецирующие плоскости, одна из которых фронтальная. Для построения разреза левую секущую плоскость вместе с расположенным в ней сечением условно поворачивают до совмещения с фронтальной секущей плоскостью (положение части детали после поворота показано тонкими линиями). Линия изгиба плоскостей на разрезе не изображается.

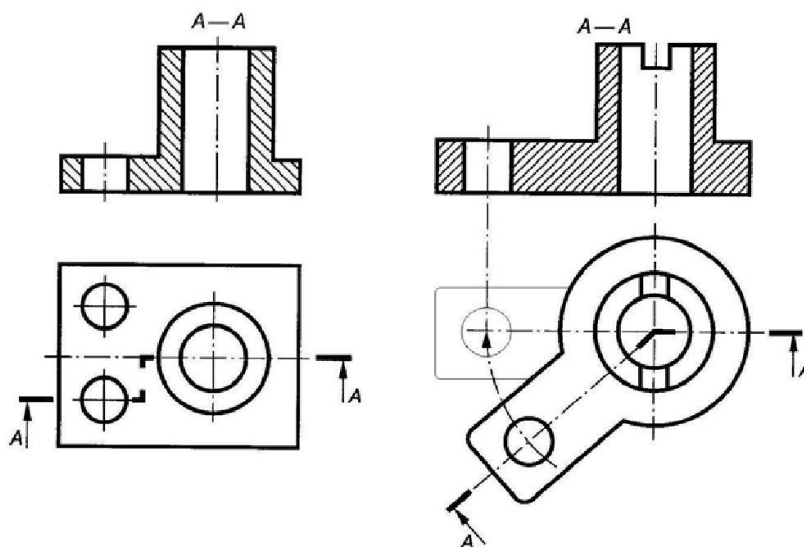


Рисунок 66 – Разрез ступенчатый Рисунок 67 – Разрез ломаный

Элементы предмета, находящиеся за секущей плоскостью, не поворачивают, т. е. они вычерчиваются так, как спроецировались на соответствующую плоскость до совмещения.

Обозначение разрезов. В сложных разрезах секущие плоскости обязательно показывают линией сечения **А–А**, т. е. штрихами разомкнутой линии. В ступенчатых разрезах штрихи линии сечения указывают также на перегибах под прямым углом (рисунок 66), а в ломаных – в месте пересечения плоскостей по их направлению (рисунок 67).

Вопросы и задания:

1. Какие разрезы называются сложными?
2. В чем отличие ступенчатого разреза от ломаного?
3. Как обозначаются сложные разрезы?
4. На двух форматах А3 выполнить разрез ступенчатый и разрез ломаный.

Данные для своего варианта взять из Приложения А, таблица .

Сначала перечертить задание в тонких линиях. Выполнить необходимый разрез на главном виде. Затем выполнить обводку чертежа. Проставить размеры. Заполнить основную надпись.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшее образование, 2009. – 471 с. : ил. – (Основы наук). – Библиогр.: с. 465-466. – ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37
2. Гушин, Л. Я. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика Электронный ресурс : Учебно-методическое пособие / Л. Я. Гушин, Е. А. Ваншина. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2007. – 291 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397
3. Конюкова, О. Л. Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость Электронный ресурс: Учебное пособие / О. Л. Конюкова. – Инженерная графика. Начертательная геометрия. Точка. Прямая. Плоскость, 2021-04-20. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и

информатики, 2014. – 53 с. – Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. – ISBN 2227-8397

4. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : практикум / Владимир Большаков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 592 с. – Библиогр. с. 575. – ISBN 5-94157-479-7.; 6П2.1/004_Б 79

5. Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика : учеб. пособие для вузов / В.П. Большаков, В.Т. Тозик, А.В. Чагина. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2014. – 276 с.: ил. 24. – Гриф: Рек. УМО. – Библиогр.: с. 269. – Предм. указ.: с. 273-276. – ISBN 978-5-9775-0422-5; 30.11/004_Б 79.

Практическое занятие 7 – 8. Резьбы. Их условное изображение и обозначение. (3 ч)

Цель: Получение навыков и умений при построении резьбовых соединений.

Актуальность темы: При проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Резьбой называют поверхность, образованную при винтовом движении плоской фигуры по цилиндрической или конической поверхности и задающей профиль резьбы. Все резьбы стандартизованы (кроме прямоугольной).

Шаг резьбы P – это расстояние между соседними витками, измеренное параллельно оси резьбы между ее одноименными элементами (рисунок 2.1). Стандарты устанавливают для одного и того же номинального диаметра один крупный шаг резьбы и до пяти размеров мелких шагов.

Ход резьбы Ph – это величина осевого перемещения винта за один оборот на угол 360° (рисунок 2.1). В однозаходной резьбе ход равен шагу, а в многозаходной – произведению шага P на число заходов n , т. е. $Ph = nP$. На разрезе $A-A$ видны концы двух винтовых ниток в виде полуокружностей. Многозаходную резьбу применяют там, где при малых углах поворота нужно получить большое перемещение.

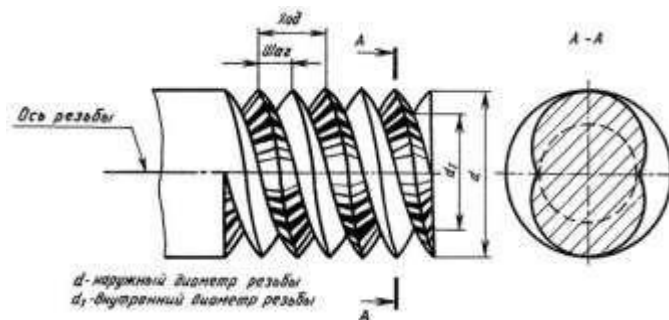


Рисунок 2.1 – Резьба цилиндрическая двухзаходная

Профиль резьбы – это контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ее ось. В зависимости от профиля резьба называется: треугольная, трапецеидальная, круглая и прямоугольная (рисунок 2.2). Резьба может быть – наружная (на валу) и внутренняя (в отверстии). Направление резьбы может быть левым и правым.

Рисунок 2.2а – метрическая резьба является основной крепежной резьбой.

Она измеряется в миллиметрах. На чертеже обозначается буквой M .

Рисунок 2.2б – трубная резьба применяется для соединения трубопроводов. Она измеряется в дюймах ($1'' = 25,4$ мм). На чертеже обозначается буквой G.

Рисунок 2.2в – трапецеидальная резьба (или ходовая) применяется на ходовых винтах станков. На чертеже обозначается буквой Tr.

Рисунок 2.2г – упорная резьба (или силовая) применяется для восприятия больших осевых усилий в винтовых прессах, домкратах, тисках. На чертеже обозначается буквой S.

Рисунок 2.2д – круглая резьба применяется в пожарной арматуре, сантехнике, электрических лампочках. На чертеже обозначается буквой Кр.

Рисунок 2.2е – прямоугольная резьба относится к нестандартным. Все размеры проставляются конструктором на чертеже.

Изображение резьбы на чертеже. Вычерчивание резьбы в виде винтовой поверхности – трудоемкая работа, поэтому на чертежах ее изображают условно по ГОСТ 2.311–68 независимо от формы профиля и назначения (рисунок 2.3). На торце стержня и отверстия всегда делают фаски под углом 45° .

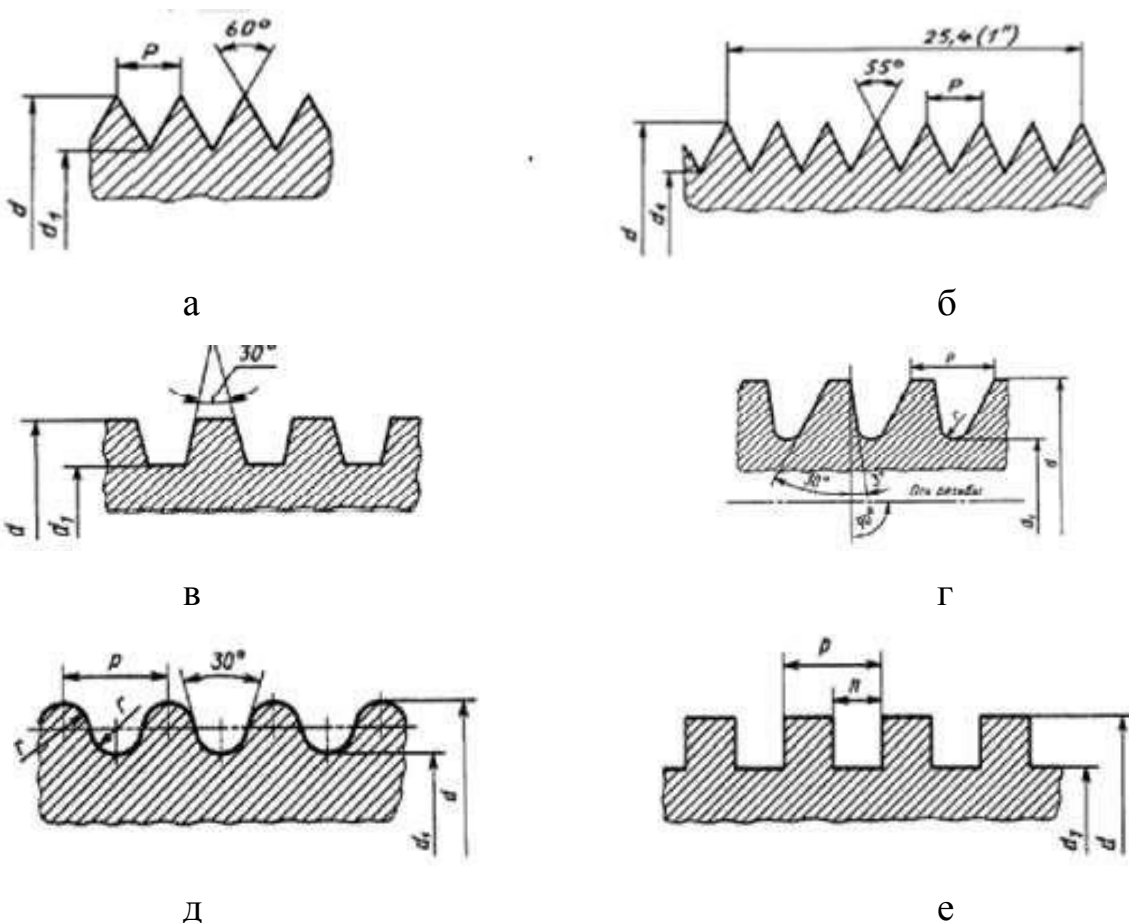
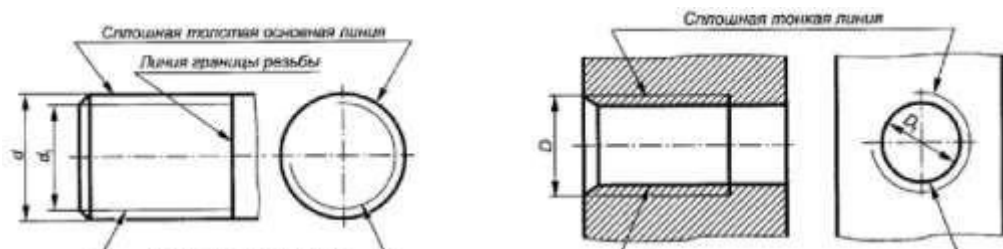


Рисунок 2.2. – Типы резьб

Наружная резьба (на стержне на рисунке 2.3а) изображается сплошными толстыми основными линиями по наружному диаметру d и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру d_1 , (примерно на расстоянии 1 мм) пересекая фаску. Линию, определяющую границу резьбы, обозначают в конце ее полного профиля сплошной толстой линией.



Внутренняя резьба (в отверстии на рисунке 2.3б) изображается сплошными толстыми основными линиями по внутреннему диаметру D_1 и сплошными тонкими линиями по наружному диаметру D (по штриховке).

На виде слева проводят сплошную тонкую линию в виде дуги $3/4$ окружности, разомкнутой в любом месте. Один конец дуги должен пересекать осевую линии, а другой конец – не доходить до нее. На этом изображении фаску не проводят.

При соединении двух деталей на резьбе (рисунке 2.4) их наружные и внутренние диаметры совпадают, так как имеют одинаковые номинальные размеры $D=d$. В месте соединения изображение резьбы выполняют по стержню, так как в разрезе стержень расположен ближе к наблюдателю и закрывает отверстие.

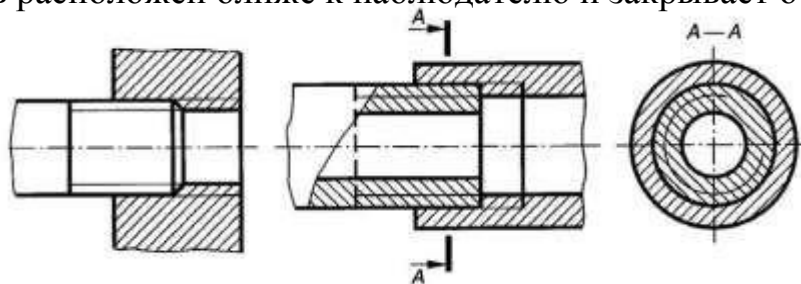


Рисунок 2.4 – Соединение резьбовое

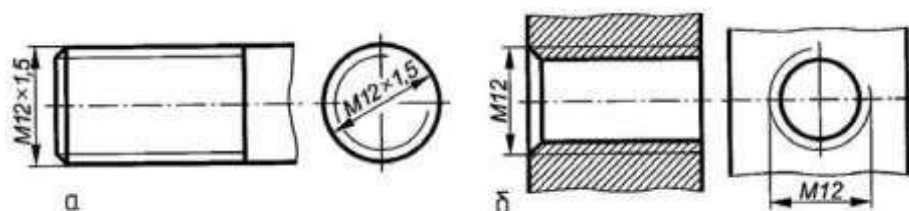


Рисунок 2.5 – Метрическая резьба

Обозначение резьбы на чертеже. В условное обозначение резьбы входят: буква для каждого типа (см. рисунок 2.2), номинальный диаметр (наружный) и размер шага. Если резьба левая, то добавляются буквы LH.

Пример обозначения метрической резьбы приведен на рисунке 2.5.

Обозначение на рисунке 2.5а означает, что резьба метрическая, с наружным диаметром 12 мм, мелким шагом 1,5 мм на стержне. А надпись на рисунке 2.5б – означает ту же резьбу, но с крупным шагом (значение не пишется) и выполненную в отверстии.

Пример обозначения трубной цилиндрической резьбы приведен на рисунке 2.6. Условное обозначение трубной цилиндрической резьбы наносится на полке линии-выноски, стрелка которой упирается в сплошную основную линию резьбы.

Надпись (рисунок 2.6а) означает, что резьба цилиндрическая наружная, с внутренним диаметром трубы (проходного отверстия) $1/2''$, класса точности 9. При выполнении внутренней трубной цилиндрической резьбы (рисунок 2.6б) в обозначении указывается диаметр проходного отверстия той трубы, которая будет ввинчена в данную деталь. Это связано с тем, что внутренняя резьба нарезается не на трубах, а на деталях, соединяющих трубы: муфтах, угольниках и т. д..

Вопросы и задание

Как классифицируются резьбы по профилю?

В чем состоит разница между шагом и ходом резьбы?

В каком случае шаг метрической резьбы не указывается?

Как изображается резьба на стержне?

Как выполняется штриховка в разрезах резьбовых изделий?

На формате А3 выполнить резьбовое соединение двух деталей. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 20.

Сначала в тонких линиях перерисовать задание в масштабе 1 : 1. Затем в масштабе 2 : 1 изобразить резьбовое соединение заданных деталей и по месту соединения выполнить сечение А–А.

Выполнить обводку и штриховку чертежа. Проставить размеры.

Заполнить основную надпись по форме 1. Образец выполнения задания приведен в Приложении Б, рисунок 6.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Ковалев, В. А. Инженерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Ковалев. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. — 279 с. — 978-5-7014-0802-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87106.html>

Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшее образование, 2009. — 471 с. : ил. — (Основы наук). — Библиогр.: с. 465-466. — ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике : учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А.А. Чекмарев. — 3-е изд., стер. — М. : Академия, 2008. — 128 с. — (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). — Библиогр.: с. 124. — ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373

Чекмарев, А. А. Инженерная графика : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — Изд. 9-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 2007. — 382 с. : ил. — (Общетехнические дисциплины). — Библиогр. с. 370.— Предм.указ.: с. 371-377.— ISBN 978-5-06-00543-2.

Конакова, И. П. Основы оформления конструкторской документации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. П. Конакова, Э. Э. Истомина, В. А. Белоусова. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 76 с. — 978-5-7996-1152-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68451.html>

<http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД.
<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие № 9-10. Виды сварных швов, их условное обозначение на чертеже. (3 ч)

Цель: получение навыков и умений при построении сварных соединений.

Актуальность темы: При проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

Сваркой называется процесс создания неразъемного соединения деталей путем местного нагрева их до расплавленного или пластичного состояния.

В зависимости от процессов, происходящих при сварке, различают сварку плавлением и сварку давлением. По способу нагрева сварку плавлением разделяют на газовую, электродуговую и химическую. В производстве наиболее широко используется ручная электродуговая сварка по ГОСТ 5264–80.

Классификация швов. В зависимости от взаимного положения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений: стыковое – С; угловое – У; тавровое – Т; нахлесточное – Н; торцовое – Тр. К буквенному обозначению добавляют цифровое (С15, У5, Т3, Н2), характеризующее вид подготовки кромок. Стыковые соединения имеют обозначения С1...С25, угловые – У1...У10, тавровые – Т1...Т11, нахлесточные – Н1...Н3.

По характеру выполнения сварные швы подразделяются на односторонние и двусторонние. Основные типы швов представлены в таблице 4.1.

По протяженности сварные швы подразделяются на непрерывные и прерывистые, которые могут быть сцепным (рисунок 4.1а) или шахматным (рисунок 4.1б) расположением проваренных участков, с указанием их длины l и шага t .

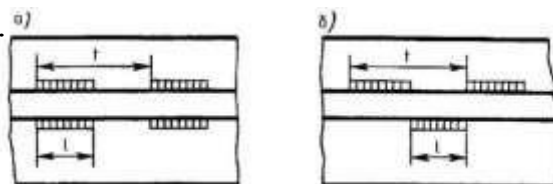


Рисунок 4.1– Типы сварных швов

Изображение и обозначение сварных соединений. На чертеже швы сварных соединений, независимо от их вида и способа сварки, условно изображают по ГОСТ 2.312 – 72: а) сплошной основной линией – видимый шов; б) штриховой линией – невидимый шов. Наличие сварного шва на изображении указывают односторонней стрелкой, линия выноски которой заканчивается полкой (рисунок 4.2).

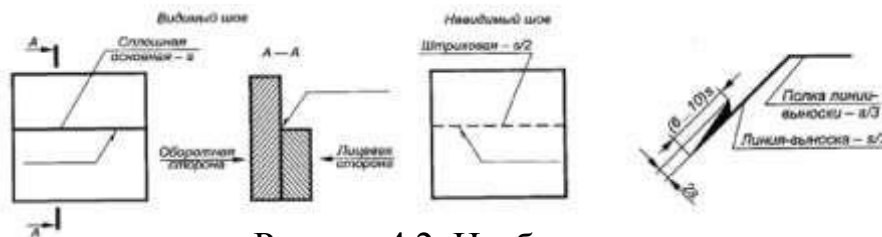


Рисунок 4.2 – Изображение швов

На полке линии-выноски записывают условное обозначение сварного шва: для видимого шва – над полкой, для невидимого – под полкой (рисунок 4.3, левый). При наличии одинаковых швов обозначение наносится у одного шва с указанием количества одинаковых швов на наклонной части, а у остальных швов проводят линии-выноски с полками для указания номера шва (рисунок 4.3, правый).

Таблица 4.2 – Знаки сварных швов

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов			
№ по пор.	Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Изображение на чертеже
1	┐	Шов выполняется при монтаже изделия	
2	○	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм	
3	/	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии $\approx 60^\circ$	
4	Z	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением	
		Усиление шва снять	

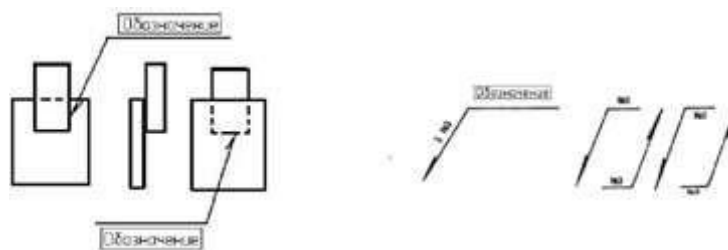


Рисунок 4.3–Обозначение швов

Структура условного обозначения стандартного сварного шва приведена на рисунке 4.4.

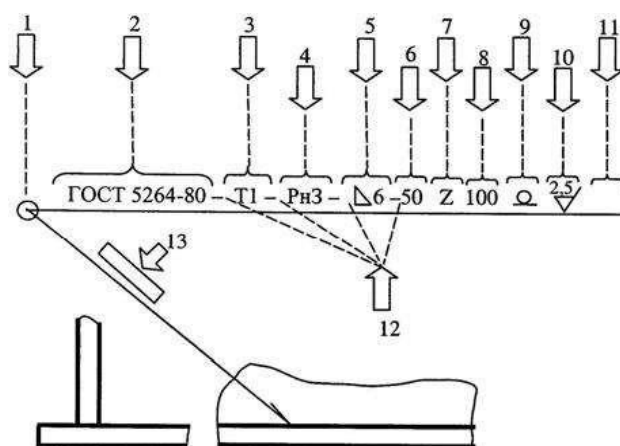


Рисунок 4.4 – Структура обозначения шва

1 – шов по замкнутому контуру; 2 – номер стандарта; 3 – буквенно-цифровое обозначение шва: Т1 – тавровый, односторонний; 4 – способ сварки: РнЗ – ручная электродугуговая неплавящимся электродом в защитных газах; 5 – катет шва и его размер: К=6 мм; 6...8 – шов прерывистый шахматный длиной 50 мм и шагом 100 мм; 9 – усиление шва снять; 10 – шероховатость поверхности; 11 – место для знака, что шов выполнен по незамкнутой линии; 12 – знак дефис; 13 – указание о контроле шва.

Позиции 1, 5, 6, 7, 8, 9, 11 – это вспомогательные знаки, которые могут изменяться в зависимости от типа шва. Область их применения приведена в таблице 4.2.

Если все сварные швы, хотя и разных типов, выполнены одним стандартом, то его обозначение на полке-выноске не указывают, а делают ссылку в технических требованиях, например: «Швы сварных соединений по ГОСТ 5264 – 80».

Вопросы и задание

По каким признакам классифицируются сварные швы?

Каково условное изображение сварных швов?

Какие данные указываются в условном обозначении швов?

Какой вид имеют стрелки линий-выносок при обозначении швов?

На формате А4 выполнить сварное соединение деталей. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 22.

По наглядному изображению изделия выполнить два вида. Поставить условное обозначение сварных швов; указать позиции деталей; над основной надписью выполнить спецификацию для этого сборочного чертежа.

Образец выполнения задания приведена в Приложении Б, на рисунке 8.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Ковалев, В. А. Инженерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Ковалев. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск :Новосибирскийгосударственныйуниверситетэкономикии управления«НИНХ», 2017. — 279 с. — 978-5-7014-0802-7. — Режим доступа:<http://www.iprbookshop.ru/87106.html>

Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшее образование, 2009. — 471 с.: ил. — (Основы наук). — Библиогр.: с. 465-466. — ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике: учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А.А. Чекмарев. — 3-е изд., стер. — М.: Академия, 2008. — 128 с. — (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). — Библиогр.: с. 124. — ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373

Чекмарев, А. А. Инженерная графика : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — Изд. 9-е, перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 2007. — 382 с.: ил. — (Общетехнические дисциплины). — Библиогр. с. 370.— Предм.указ.: с. 371-377.— ISBN 978-5-06-00543-2.

Конакова, И. П. Основы оформления конструкторской документации

[Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / И. П. Конакова, Э. Э. Истомина, В. А. Белоусова. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 76 с. — 978-5-7996-1152-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68451.html>
<http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД.<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие № 11. Знакомство со слоями при работе в системе КОМПАС.

Цель работы

Целью данной работы является выработки навыков простановки и редактирования штриховок для различных объектов, способы присвоения ей свойств, а также ознакомление и выработки навыков создания чертежа с использованием слоев, способов настройки работы с помощью панели инструментов «Слои», «Свойства», а также рассмотрение различных способов отображения слоев.

Организационная форма занятия

Интерактивные формы проведения занятия не предусмотрены учебным планом.

Методические рекомендации

5.1 Штриховка в программе AutoCAD

Как описано выше, чертеж должен содержать изображение детали и другие данные для ее изготовления и контроля, но при этом изображение контуров детали в большинстве случаев не может дать полное представление о ее структуре из-за сложной внутренней конструкции, в связи с чем выполняются разрезы и сечения, которые в свою очередь всегда сопровождаются штриховкой.

Для построения штриховки существует специальная функция с одноименным названием, расположенная на панели инструментов «Рисование» и вызываемая при помощи пиктограммы , после активации которой открывается диалоговое окно «Штриховка и градиент», показанное на рисунке 5.1.

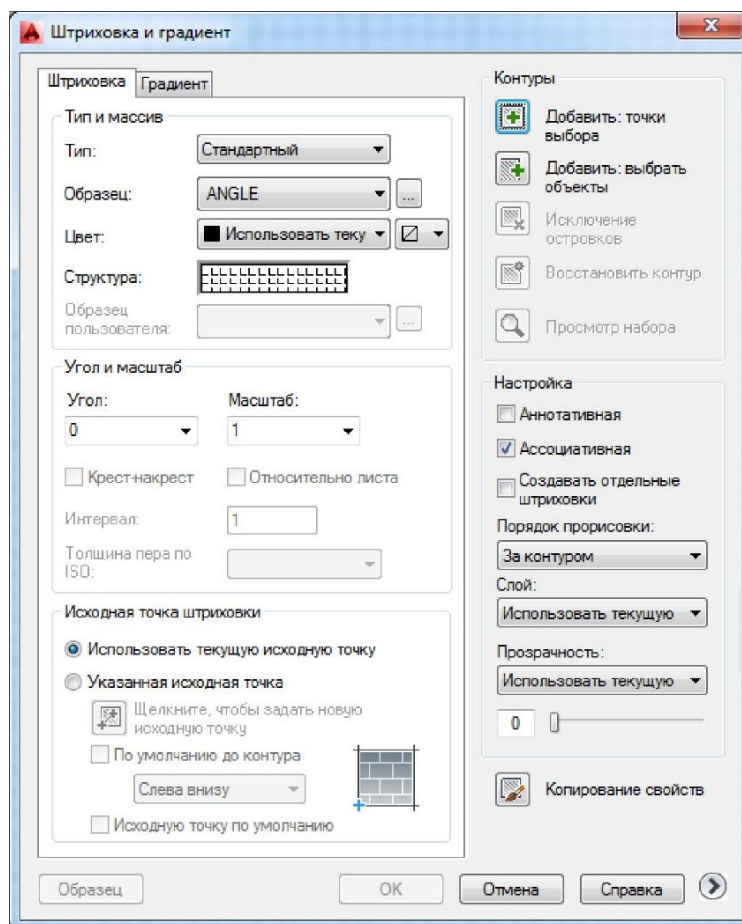


Рисунок 5.1 – Диалоговое окно «Штриховка и градиент»

Данный рисунок показывает структуру диалогового окна, которое состоит из пяти функциональных зон позволяющих настраивать большую часть параметров штриховки, а также позволяет при помощи вкладок переключаться между созданием штриховки и градиента (активация которого также возможна при помощи панели инструментов «Рисование»). Так функциональная зона «Тип и массив» позволяет пользователю выбирать один из трех доступных типов штриховки, а именно: «Стандартный»; «Из линий» или же «Пользовательский», выбор которых осуществляется из выпадающего списка «Тип» (рисунок 5.2).

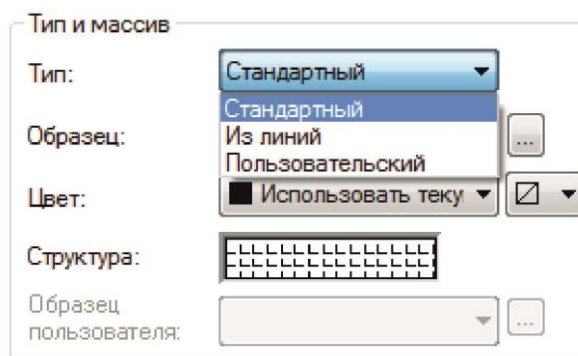


Рисунок 5.2 – Выбор типа штриховки

В зависимости от выбранного типа штриховки становятся активными те или иные участки функциональных зон диалогового окна, пример чего показан на рисунке 5.3.

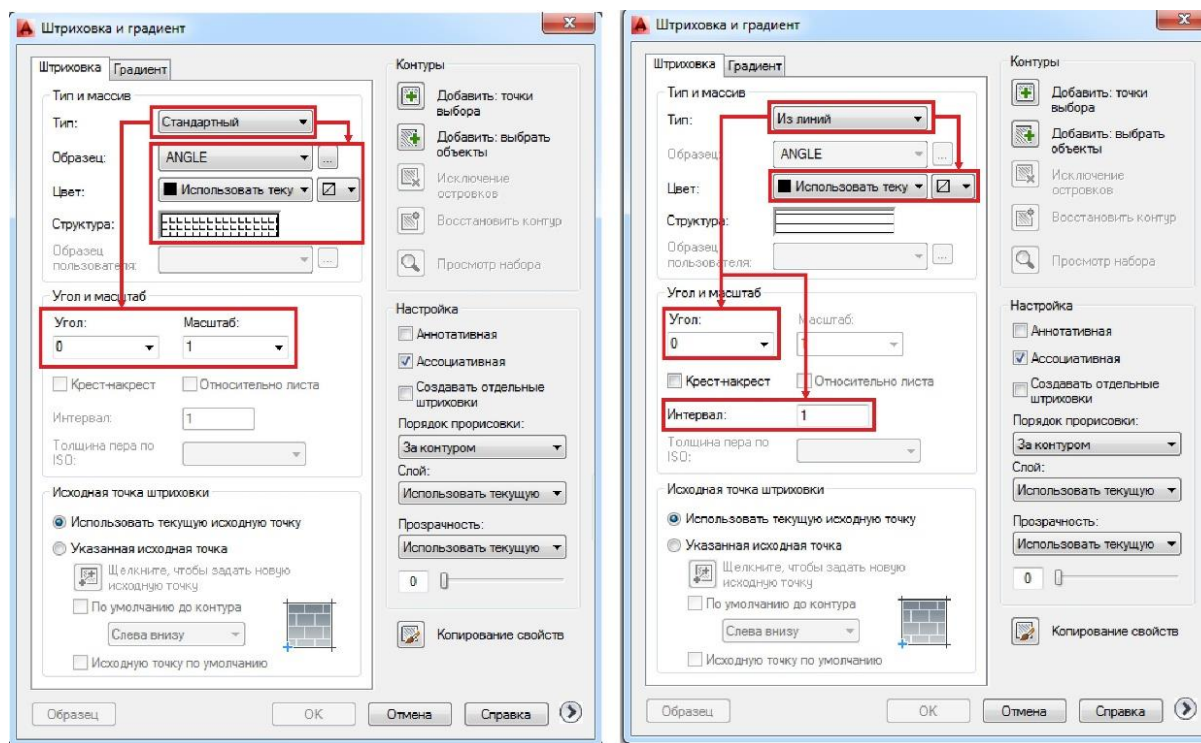


Рисунок 5.3 – Функциональные зоны при разных типах штриховки

Так, при выборе стандартного типа штриховки, пользователь может указать образец и масштаб, а при выборе штриховки из линий у пользователя отключается возможность выбора образца штриховки, но появляется возможность выбора интервала между двумя соседними линиями.

Непосредственное создание штриховки возможно двумя различными способами, первый из которых позволяет пользователю указать точку внутри замкнутого контура, а второй указать объекты чертежа образующие замкнутый контур, пример указания штриховок показан на рисунке 5.4

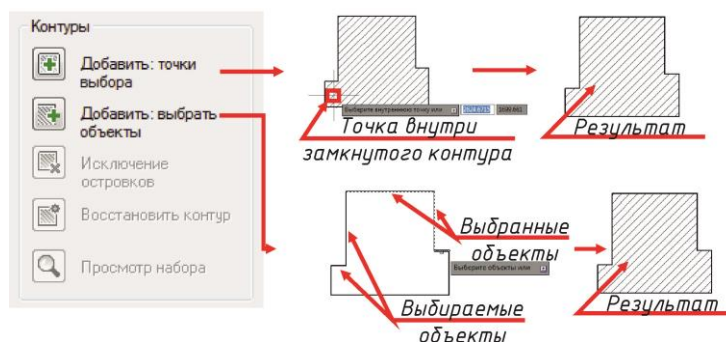


Рисунок 5.4 – Способы создания штриховки

Анализируя способы представленные на рисунке 5.4 можно сделать выводы: использование способа «Добавить: точки выбора» оптимально для объектов созданных из множества разных объектов; использование способа «Добавить: объекты выбора» подойдет, в случае необходимости штриховки, таких объектов как прямоугольник, многоугольник, полилиния и блок.

Нередки случаи неправильного нанесения штриховки, пример чего показан на рисунке 5.5, как в следствие ошибок программы так и из-за ошибочного указания лишних областей. Для внесения изменений в данной ситуации необходимо выделив созданную штриховку вызвать контекстное меню и выбрать в нем команду «Редактировать».

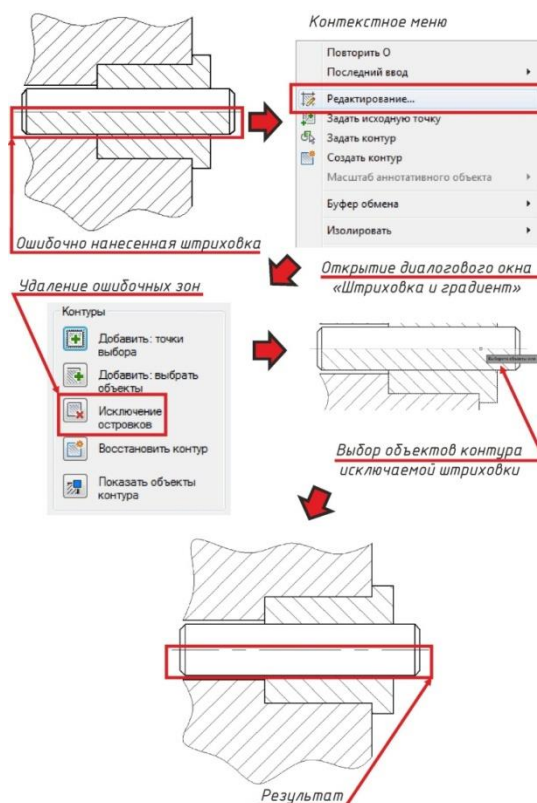


Рисунок 5.5 – Изменение области штриховки

В функциональной зоне «контуры» открывшегося окна «Штриховка и градиент» выбрать функцию «Исключение островков» и указать любой объект контура удаляемой штриховки.

Согласно стандарта ГОСТ 2.306-68 для обозначения различных материалов в разрезах и сечениях существуют разные типы штриховок, не все из которых представлены в системе AutoCAD, что является существенным недостатком по сравнению с аналогичными отечественными системами автоматизированного проектирования. Функционал программы позволяет создавать любые образцы пользовательских штриховок, не требуя от пользователей специальных знаний. Выбор уникальных образцов штриховок не входящих в стандарт, но представленных в программе может быть произведен способами, показанными на рисунке 5.6.

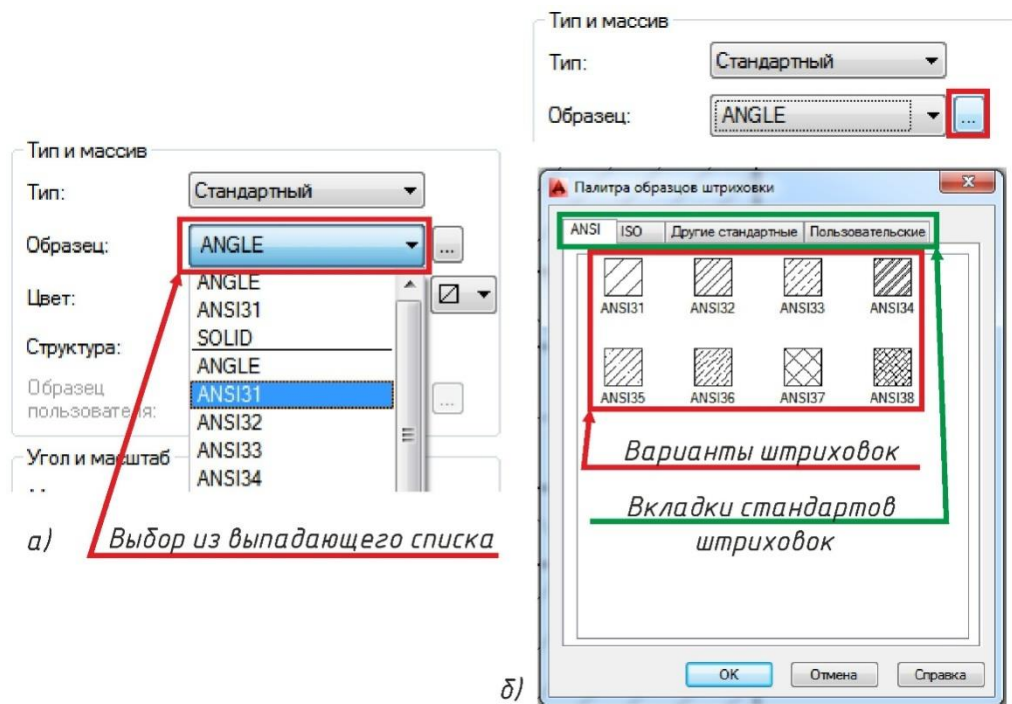


Рисунок 5.6 – Выбор типа штриховок

Представленный рисунок показывает, что выбор из выпадающего списка больше подходит для опытных пользователей (рисунок Рисунок а), а выбор при помощи палитры образцов более нагляден в случае незнания буквенно-числовых обозначений (рисунок 5.6б).

Важным свойством создаваемой штриховки является ее ассоциативность (данный параметр включен по умолчанию), то есть изменение штриховки вслед за контуром внутри которого она располагается. Пример перестроения штриховки вслед за изменением контура показан на рисунке 5.7.

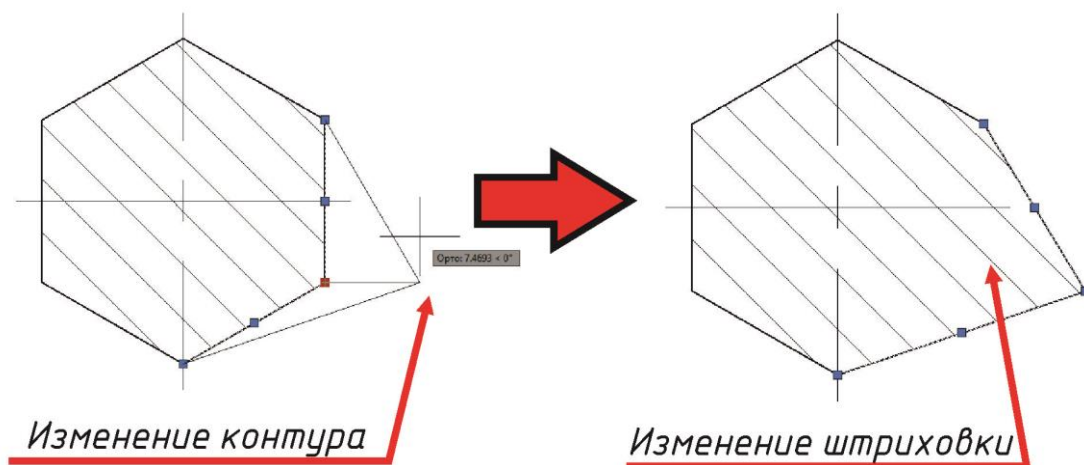
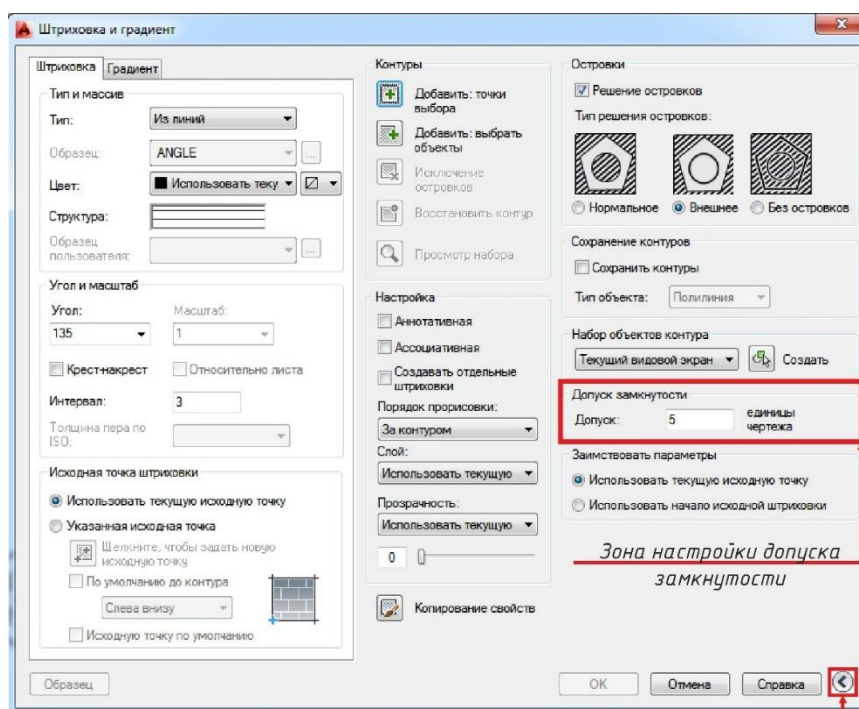


Рисунок 5.7 – Ассоциативность штриховки

Рисунок показывает, что изменение штриховки возможно только при условии непрерывности контура, для чего необходимо выделять минимум два примитива и редактировать их за общие управляющие ручки или же изменять положения какого-либо примитива с учетом наложенных на него геометрических зависимостей, рассмотрение которых является отдельной достаточно сложной задачей.

Кроме рассмотренных возможностей настройки штриховки, существуют дополнительные опции. Важнейшей из дополнительных опций является возможность указания допуска замкнутости. Параметр «Допуск замкнутости» задается в единицах измерения чертежа, и позволяет наносить штриховку внутри разомкнутых, на величину не превышающую значения допуска, контуров. Также в дополнительных опциях существует возможность настройки параметров выбора контуров, и их преобразования. Пример диалогового окна с дополнительными опциями показан на рисунке 5.8.



Кнопка открытия (скрытия) дополнительных опций

Рисунок 5.8 – Окно «Штриховка и градиент» с дополнительными опциями

Пример нанесение штриховки в разомкнутом контуре показан на рисунке 5.9.

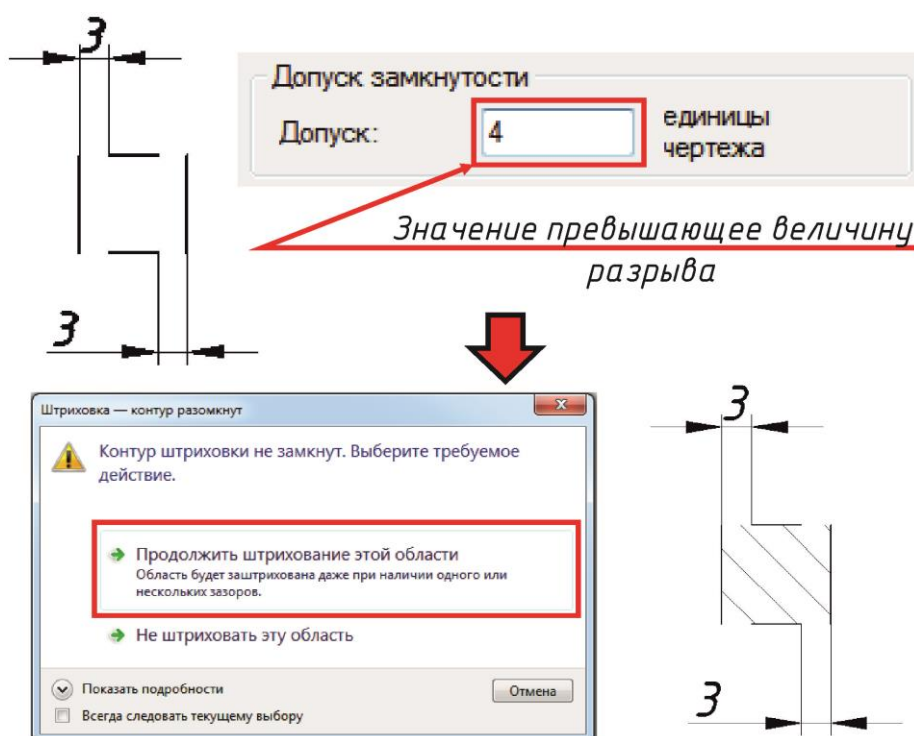


Рисунок 5.9 – Нанесение штриховки в разомкнутом контуре

Следует отметить, что при нанесении штриховки в разомкнутом контуре возможны погрешности построения, связанные с превышением значения допуска над размерами частей штрихуемого объекта.

5.2 Слои в программе AutoCAD

Изображение детали, выполненное с нанесением всех данных необходимых для ее изготовления и контроля, представляет собой достаточно сложную конструкцию, состоящую из большого числа примитивов, редактирование которых затруднено.

Специально для облегчения редактирования создаваемых чертежей, а, следовательно, и ускорения процесса проектирования или оформления технической документации, в системе AutoCAD существует возможность работы со слоями.

Наиболее наглядно концепцию слоев можно представить в виде листов кальки, содержащих различные данные чертежа, наложенных друг на друга, пример чего показан на рисунке 5.10.

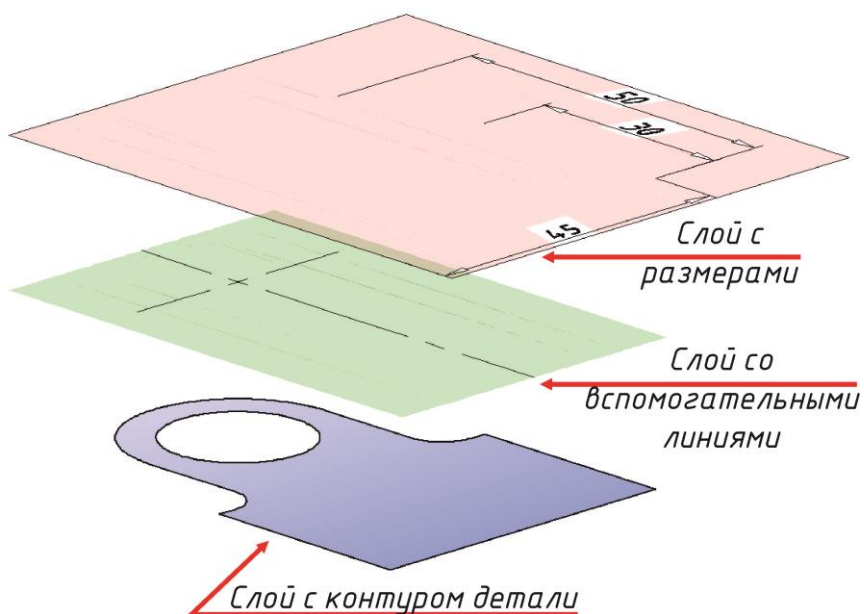


Рисунок 5.10 – Наглядное изображение слоев

Рисунок показывает разделение слоев: первый слой содержит контуры детали, второй слой содержит вспомогательные линии, а третий слой содержит размеры.

Облегчение редактирования при работе заключается в возможности отключения или заморозки тех или иных слоев, необходимость в которых в какой-либо момент отсутствует, например, при редактировании контура детали нет необходимости в отображении слоя с размерами.

Работа со слоями в системе AutoCAD осуществляется при помощи панели инструментов «Слои», расположенной в верхней части экрана, слева от панели инструментов «Свойства». Внешний вид панели инструментов «Слои» показан на рисунке 5.11.

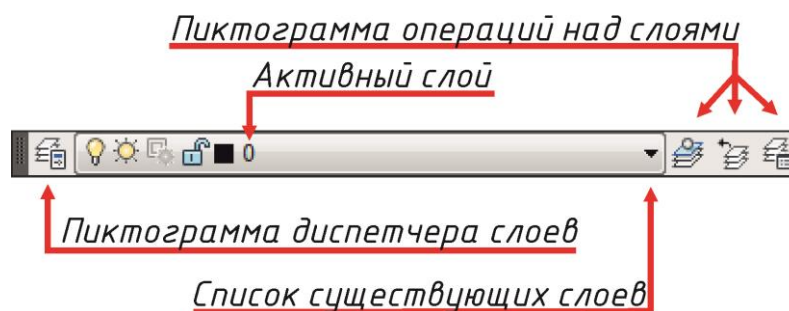


Рисунок 5.11 – Панель инструментов «Слои»

Функционально панель инструментов «Слои» состоит из кнопки вызова диспетчера слоев, выпадающего списка выбора из существующих слоев с отображением активного в настоящий момент слоя, и кнопок операций над слоями.

При создании чертежа по умолчанию создается файл с уже существующим слоем «0», удаление которого невозможно, так как этот слой имеет особый функционал, рассмотрение которого является отдельной задачей. Создание, удаление и настройка слоев производится при помощи диспетчера свойств слоев, показанного на рисунке 5.12, открытие которого производится при помощи соответствующей пиктограммы.

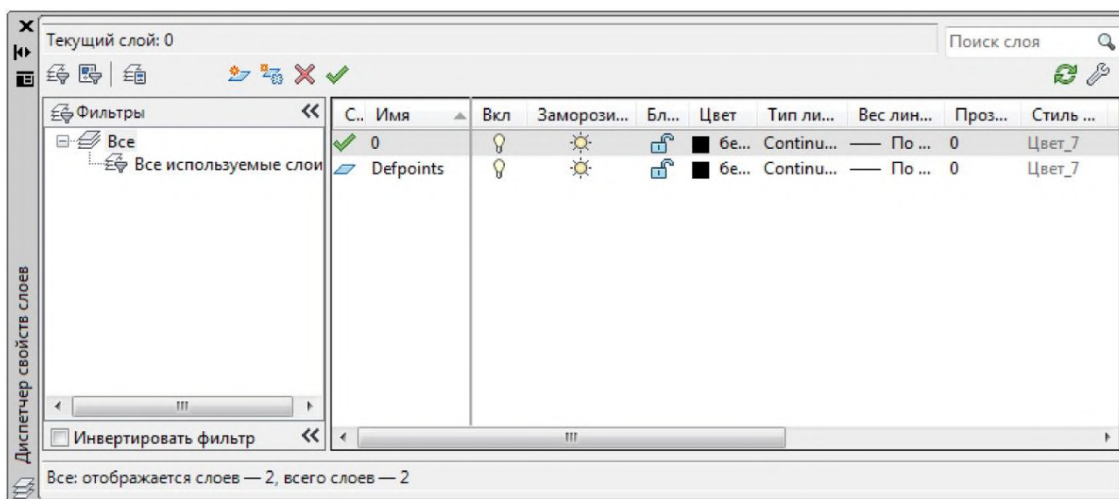


Рисунок 5.12 – Диспетчер свойств слоев

Для создания нового слоя необходимо нажав пиктограмму «Создать слой»  ввести его имя и задать необходимые свойства линий, как показано на рисунке 5.13.

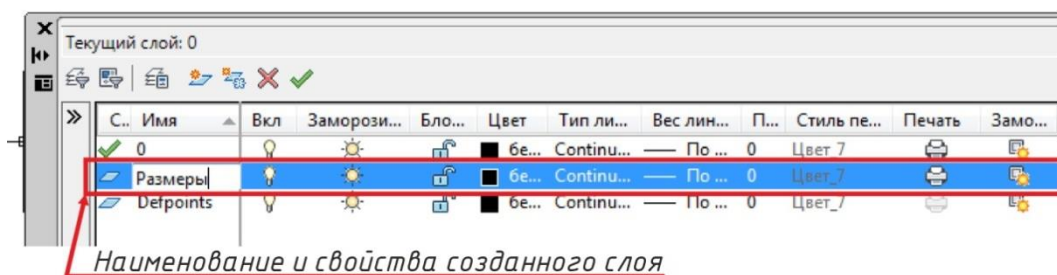


Рисунок 5.13 – Создание нового слоя

Для каждого слоя (как уже существующего, так и создаваемого) существует ряд параметров с возможностью настройки, к которым относятся следующие:

- «Вкл» – параметр включения или отключения слоя для всего чертежа, то есть в выключенном состоянии объекты, расположенные в слое не будут отображаться в рабочей области;
- «Заморозить» – параметр, позволяющий также как и «ВКЛ» выключить слой, и при этом исключить его из расчета. Прimitives замороженного слоя исключаются из расчета при перестроении чертежей, что позволяло повысить скорость проектирования. По мере развития компьютерной техники необходимость в данной опции представляется весьма сомнительной;
- «Блокировать» – параметр позволяющий запретить изменение объектов слоя. Объекты заблокированного слоя остаются видимыми в рабочей области, при выделении таких объектов отсутствуют управляющие ручки, но остается возможность привязки;
- «Цвет» – параметр позволяющий настраивать цвет всех объектов слоя;
- «Тип линий» – параметр позволяющий изменять тип линий для всех объектов слоя;
- «Вес линий» – параметр позволяющий настраивать толщину линий всех создаваемых объектов слоя;
- «Прозрачность» – параметр позволяющей настраивать коэффициент прозрачности объектов в процентном выражении. Наиболее полное раскрытие функционала данного параметра происходит при оцифровки чертежей;
- «Стиль печати» – параметр позволяющий настраивать способы отображения примитивов при выводе чертежа на печать;
- «Печать» – возможность включения (отключения) отображения слоя при печати;
- «Заморозка на новых ВЭ» – позволяет выключать слой на видовом экране в пространстве листа.

На сегодняшний день существуют два различных подхода к группировке объектов по слоям. Первым подходом является создание слоев содержащих

определенные примитивы с одинаковыми свойствами, но относящихся к различным деталям, например, слой с основными линиями, слой с размерами, слой со штриховками. Вторым подходом является создание слоев содержащих различные по свойствам примитивы, но относящиеся к одной детали, то есть в случае проектирования сборочной единицы, слой со всеми объектами детали «Вал», «Подшипник» и так далее.

Данные подходы можно назвать: группировкой по свойствам и по назначению соответственно. Использование каждого из них будет иметь как преимущества, так и недостатки один перед другим, но при этом ни один из них не будет оптимальным при работе с достаточно сложными чертежами и проектами, так как не позволит сократить время на проектирование. Оптимальным решением, направленным на ускорение процесса проектирования, будет являться синтез подходов, то есть группировка примитивов и по свойствам, и по назначению. Данный принцип позволит на стадиях эскизного проектирования начать выполнение детализаций без разрыва связей. Примером может служить проектирование редуктора, при котором слои могут быть разделены на детали, общие вспомогательные линии и размеры.

Задания для работы на занятии

Проанализировать предложенные преподавателем чертежи деталей на предмет соответствия единой системе конструкторской документации и выполнить их копии с исправлением ошибок оригинала.

Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. В чем различия между способами указания контура штриховки?
2. Опишите отличия типов штриховок «Стандартный» и «Из линий».
3. В чем проявляется ассоциативность штриховки?
4. Возможно ли нанесение штриховки в незамкнутом контуре?
5. В чем заключается недостаток штриховки с допуском незамкнутости?
6. Какие способы указания контура штриховки существуют?
7. Дайте определение понятию слой.
8. Укажите разницу между исключением и заморозкой слоя.
9. Укажите подходы применяемые к группировке объектов в слоях

Практическое занятие № 12. Управление слоями в графическом документе. Использование пакета КОМПАС и/или Autocad и технологии «3D-модель-2D-модель-2D-чертеж»

Цель работы: Изучение подходов к процессу построения моделей и их влияния на проблему параметризации, а также групп переменных и их назначения.

Актуальность темы: выражается в необходимости проектирования сложных машин и механизмов как в рамках основной образовательной программы, так и в рамках профессиональной деятельности. Знания, полученные при изучении материалов практического занятия, будут востребованы в профессиональной деятельности.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Задача построения твердотельной модели детали, как и любая другая техническая задача, является многовариантной, и не смотря на рассмотренные ранее рекомендации по общему построению процесса моделирования, а также методы создания конкретных конструктивных элементов, достижение одного и того же результата возможно множеством способов. Выбор же какого-то конкретного способа построения модели довольно сильно зависит от поставленных задач.

Так наиболее наглядным примером многовариантности процесса моделирования может служить элементарное тело вращения в виде цилиндра, которое может быть смоделировано множеством операций, после завершения которых полученные варианты тел будут визуально неотличимы один от другого, как показано на рисунке Рисунок 0.1, но при этом иметь различные структуры и реализовывать различные подходы .

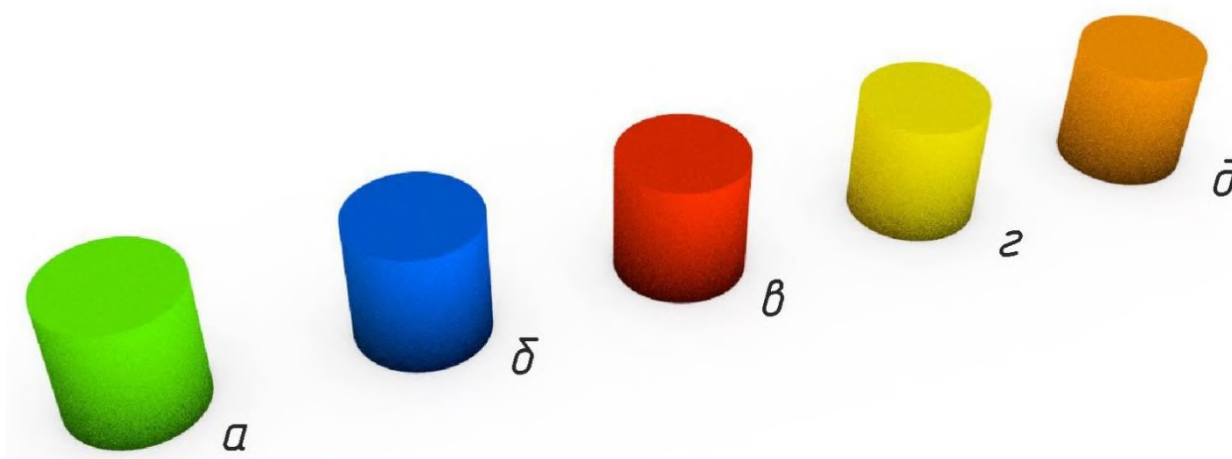


Рисунок 0.1 – Пример визуально одинаковых моделей цилиндров

Рассмотрим процесс построения моделей цилиндров, представленных на рисунке 0.1, с диаметром основания и высотой равными 50 мм. Так цилиндр «а» выполнен при помощи операции выдавливания (Рисунок 0.2); цилиндр «б» – вращением (Рисунок 0.3); цилиндр «в» – кинематической операцией (Рисунок 0.4); цилиндр «г» при помощи операции моделирования тел по сечениям (Рисунок 0.5); цилиндр «д» – выдавливанием квадрата с последующим сопряжением граней (Рисунок 0.6).

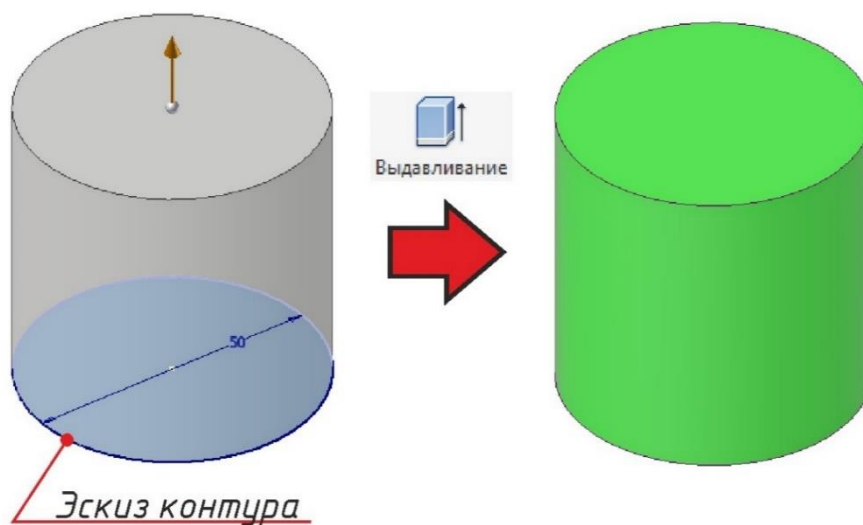


Рисунок 0.2 – Пример создания цилиндра выдавливанием

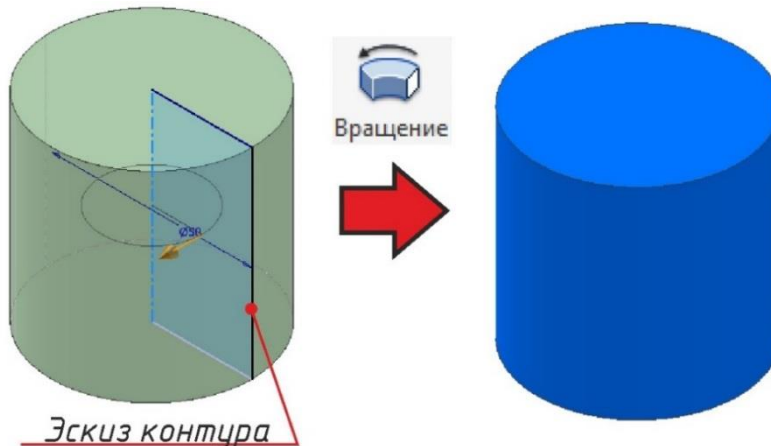


Рисунок 0.3 – Пример создания цилиндра вращением

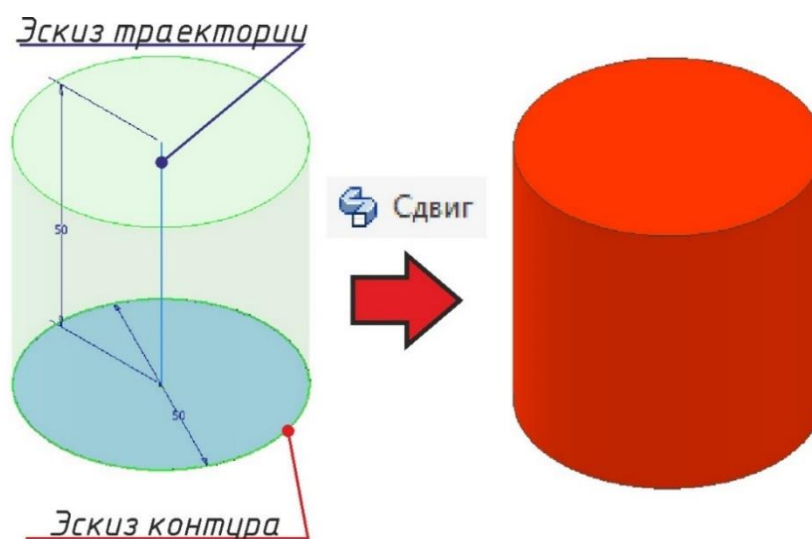


Рисунок 0.4 – Пример создания цилиндра кинематической операцией

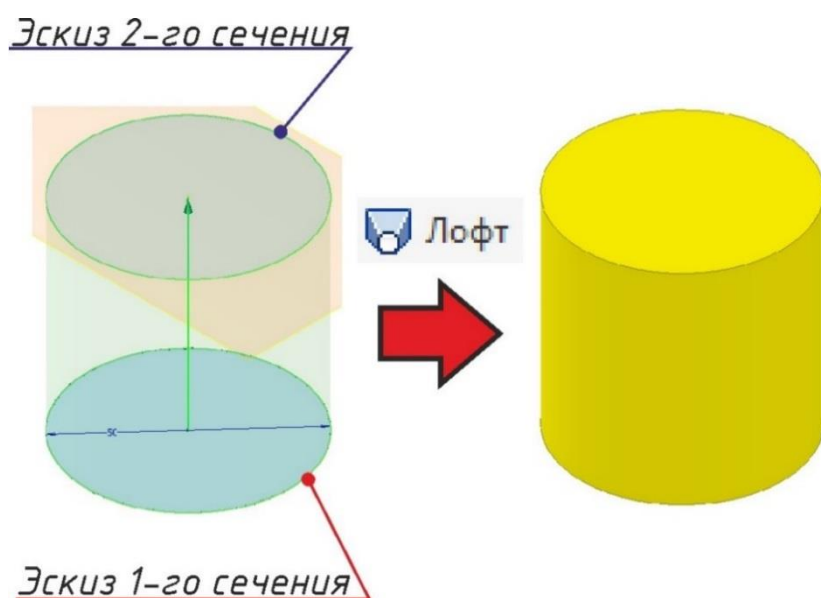


Рисунок 0.5 – Пример создания цилиндра по сечениям

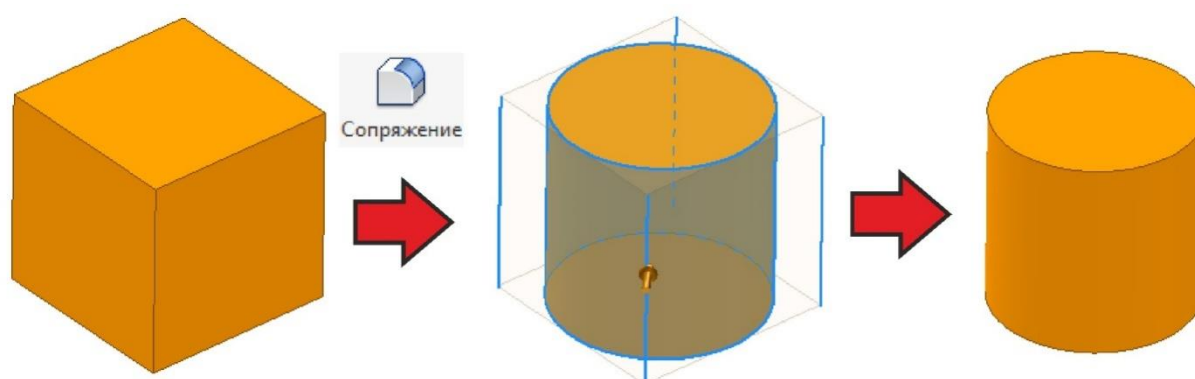


Рисунок 0.6 – Пример создания цилиндра при помощи функций изменения

Несмотря на идентичность результата каждый из представленных методов построения цилиндра позволяет реализовать свой собственный набор переменных, пример которых представлен на рисунке 0.7.

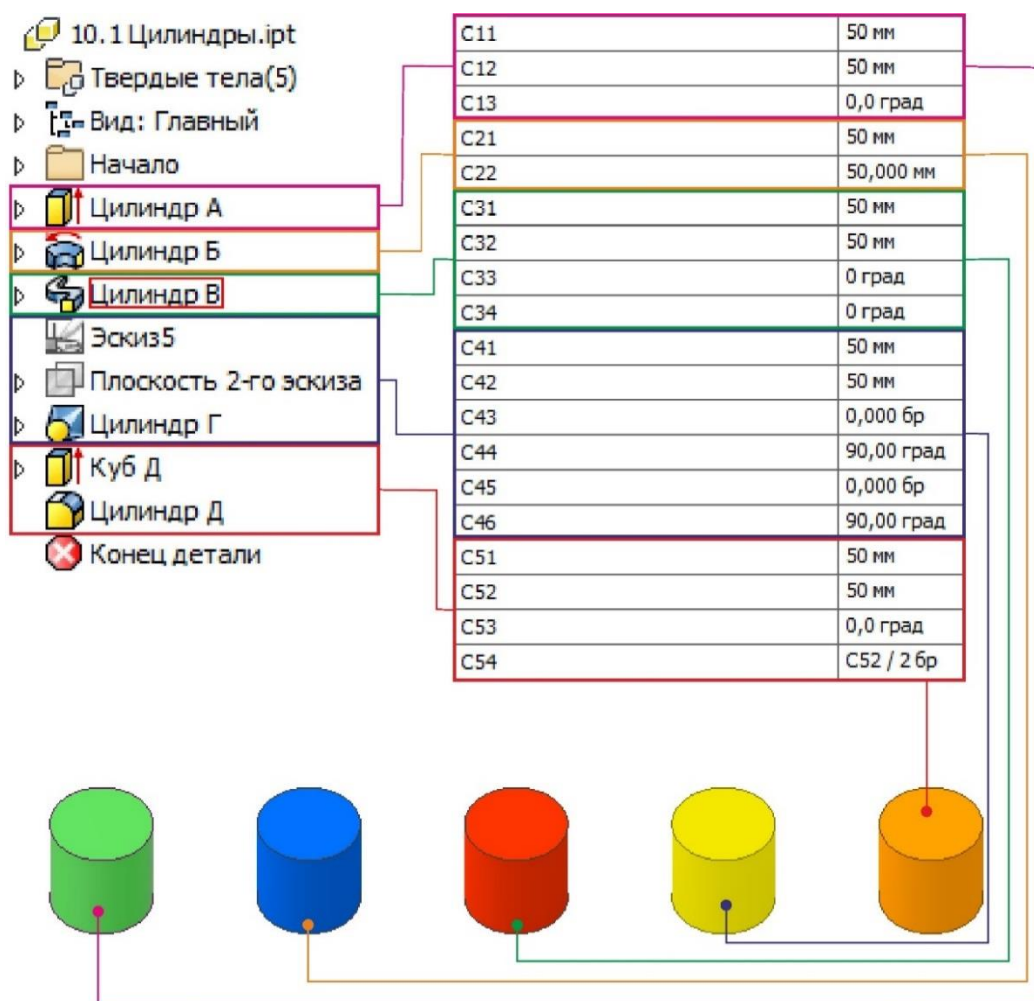


Рисунок 0.7 – Пример наборов переменных

Так из рисунка 0.7 видно, что цилиндр «а» содержит три переменных, одной из которых является угол конусности, а вариант построения «г» содержит четыре переменных, в которых помимо переменных варианта «а» присутствует и дополнительная переменная, задающая угол скручивания геометрии по мере продвижения контура по траектории. Благодаря различиям в наборах переменных возникает возможность задания различных свойств визуально одинаковым моделям, и как следствие возможность получать более гибкие модели. Но нельзя забывать о том факте, что при значительном увеличении количества переменных возникнет определённая сложность их контроля и как вариант остро встанет вопрос проблемы параметризации.

Также следует отметить, что несмотря на некоторую «натяннутость» ряда методов построения, как например, построение цилиндра по сечениям, в определенных обстоятельствах они могут единственно возможными.

Если же заменить рассматриваемый цилиндр любой более сложной машиностроительной деталью, то можно будет заметить, что количество вариантов

ее построения будет значительно увеличиваться. Полученное многообразие методов построения модели в совокупности со сложностью редактирования моделей, построенных с использованием иерархической параметризации, может привести к потере всех преимуществ достигаемых внедрением систем автоматизированного проектирования. В связи с этим при моделировании и проектировании деталей актуальной задачей становится вопрос определения типовых подходов к процессу построения, в качестве которых на сегодняшний день выделяют следующие:

- скоростной подход;
- топологический подход.

Для определения принципов построения при каждом из подходов, их достоинств и недостатков рассмотрим процесс моделирования одного и того же тела вращения в виде вала, представленного на рисунке 0.8, при каждом из них.

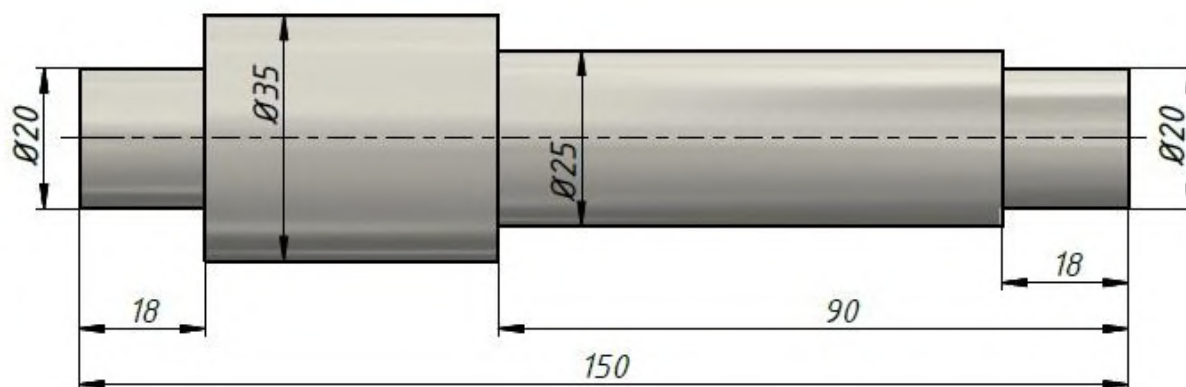


Рисунок 0.8 – Чертеж вала ступенчатого

Скоростной подход к моделированию заключается в стремлении выполнить построение геометрии за минимально возможное количество операций.

Для рассматриваемого примера минимально возможное количество операций будет равно одной, так как геометрия вала может быть построена при помощи операции вращения, что продемонстрировано на рисунке 0.9.

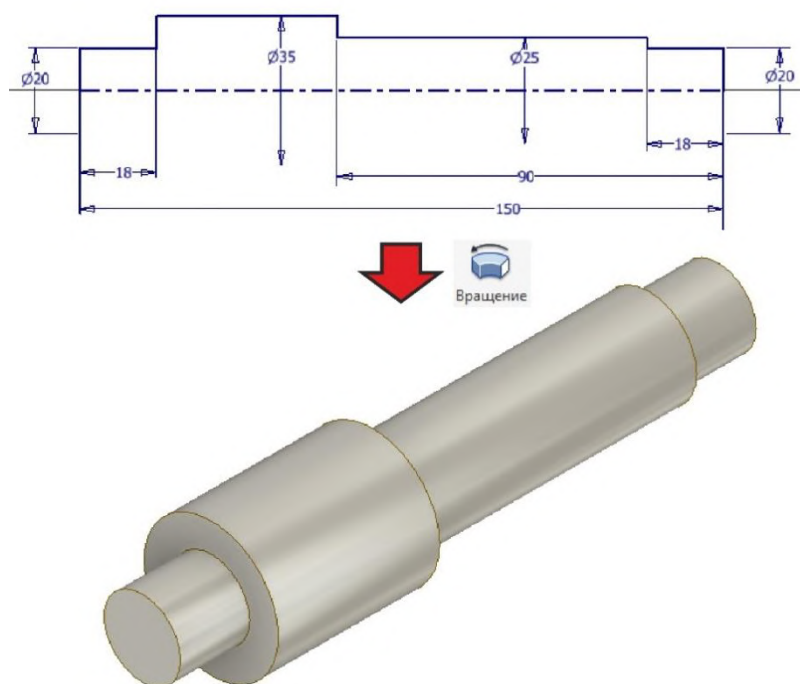


Рисунок 0.9 – Скоростной подход к моделированию вала

Анализируя представленное построение можно прийти к выводу о достоинствах и недостатках подхода. Так при данном методе построения геометрии производится создание довольно сложных эскизов, содержащих по возможности максимальное количество информации о структуре детали, а также минимизация количества операций. Минимальное количество операций позволяет сократить набор переменных незадействованных в процессе моделирования, таких как угол конусности при выдавливании, например, для рассматриваемого вала скоростной подход позволил инициировать лишь то количество переменных, которое задано на чертеже, что продемонстрировано на рисунке 0.10.

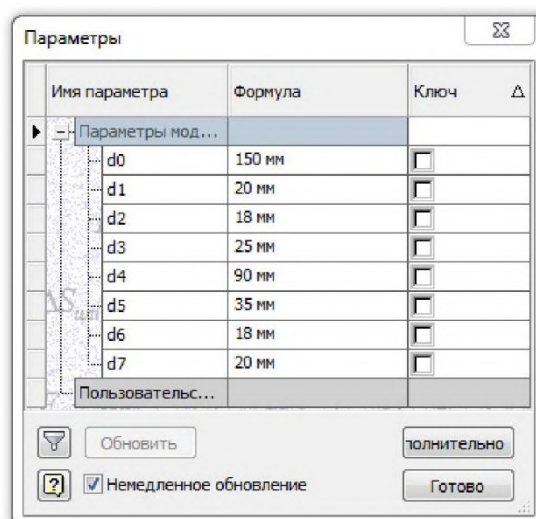


Рисунок 0.10 – Переменные модели вала

Необходимо отметить, что уменьшение количества переменных не только позволяет упростить процедуру контроля детали и является несомненным достоинством подхода, но и снижает гибкость редактирования модели за счет невозможности ее кардинального изменения, например, изменения формы одной из ступеней с цилиндрической на квадратную, без применения дополнительных операций. Кроме того, использование большинства переменных при построении эскиза потребует от пользователя перехода в режим эскиза для более удобного их редактирования.

Все вышеописанное позволяет выявить преимущества подхода, к которым следует отнести:

- минимизацию количества операций;
- минимизацию количества переменных;
- увеличение скорости построения геометрии.

При этом наряду с преимуществами данный подход обладает рядом недостатков, существенно влияющих на область его применения, и заключающихся в следующем:

- уменьшении гибкости модели;
- увеличении сложности процедуры изменения геометрии;
- увеличении сложности поиска и изменения отдельно взятых переменных.

Следующим подходом к процессу построения геометрии является топологический, главная особенность которого заключается в постепенном наращивании или вычитании элементов модели, в зависимости от чего производится разделение на подклассы: топологический и технологический соответственно.

При построении геометрии модели путем наращивания элементов, в рассматриваемом случае, ступеней вала, производится постепенное построение большого числа простых эскизов с элементарной геометрией и применения к ним результирующих операций. Наиболее упрощенно данную процедуру демонстрирует пример показанный на рисунке 0.11.

При технологическом же подходе вначале производится построение базового твердого тела по максимальным габаритным размерам, после чего из него

последовательно удаляются части материала, образуя этим некоторое сходство процесса моделирования с процессом изготовления детали на универсальных металлорежущих станках. Пример построения модели вала данным способом показан на рисунке 0.12.

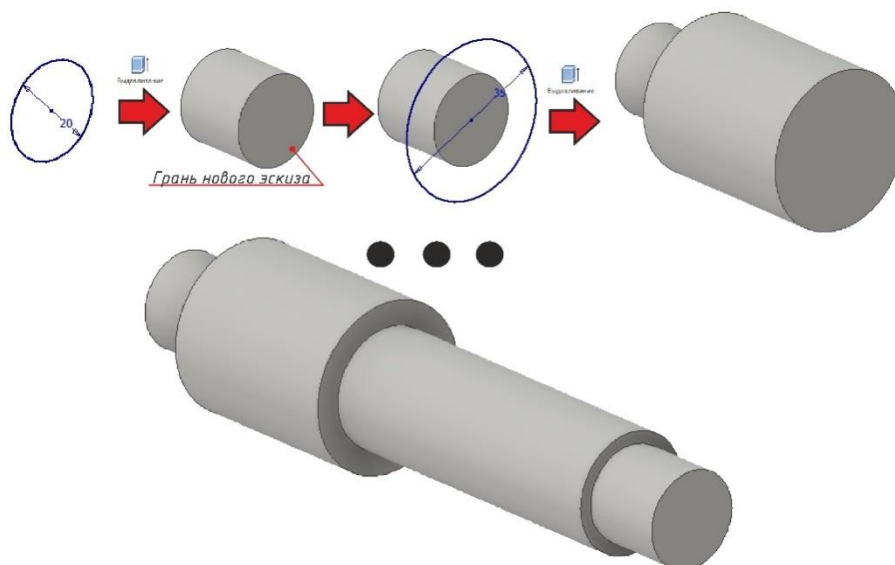


Рисунок 0.11 – Построение модели вала при топологическом подходе

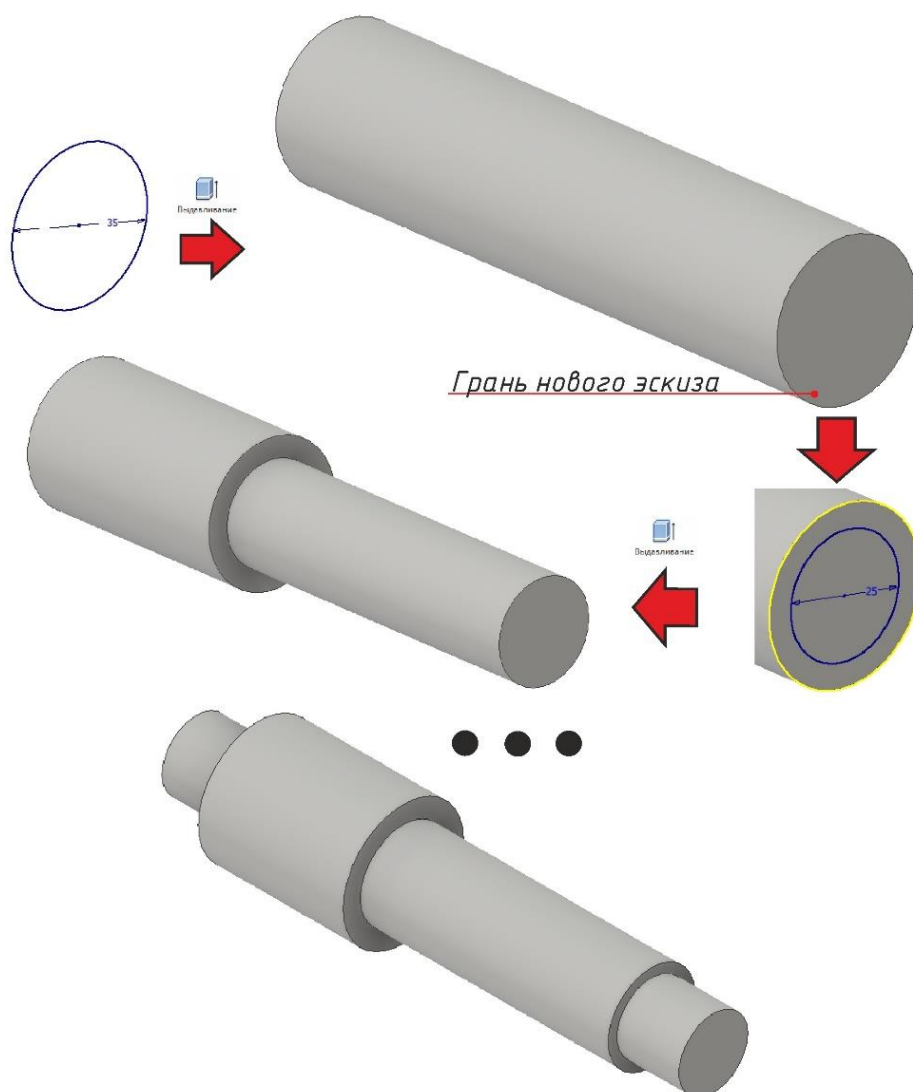


Рисунок 0.12 – Построение модели вала при технологическом подходе

Процесс моделирования геометрии вала при помощи топологического подхода, иллюстрация которого продемонстрирована на рисунке 0.11, назван упрощенным так как, анализируя его и перечень переменных, созданных при построении, можно прийти к выводу о том, что часть из них не соответствует заданным на чертеже (Рисунок 0.8). Например, отсутствует переменная, определяющая габаритную длину вала равной 150 мм, а также переменная, задающая расположение торцевой поверхности буртика диаметром 35 мм относительно конца вала на расстоянии 90 мм. При этом имеются переменные, определяющие длину буртика и длину следующей за ним ступени равные 42 мм и 72 мм соответственно, что наглядно продемонстрировано на рисунке 0.13.

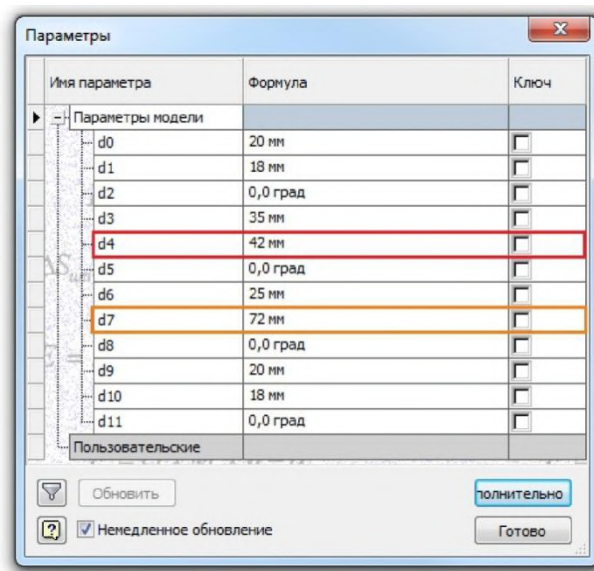


Рисунок 0.13 – Набор переменных модели вала при топологическом подходе

Описанная особенность позволяет сформулировать вывод о сложности моделирования даже простых деталей из-за необходимости введения в геометрию модели дополнительных элементов, реализующих необходимые параметры. Пример иллюстрирующий данное утверждение в случае моделирования вала с соблюдением заложенных в чертеж ограничений, представлен на рисунке 0.14, и требует введение двух дополнительных рабочих плоскостей на расстоянии: первой плоскости 150 мм от одной из базовых и второй плоскости на расстоянии 90 мм от первой.

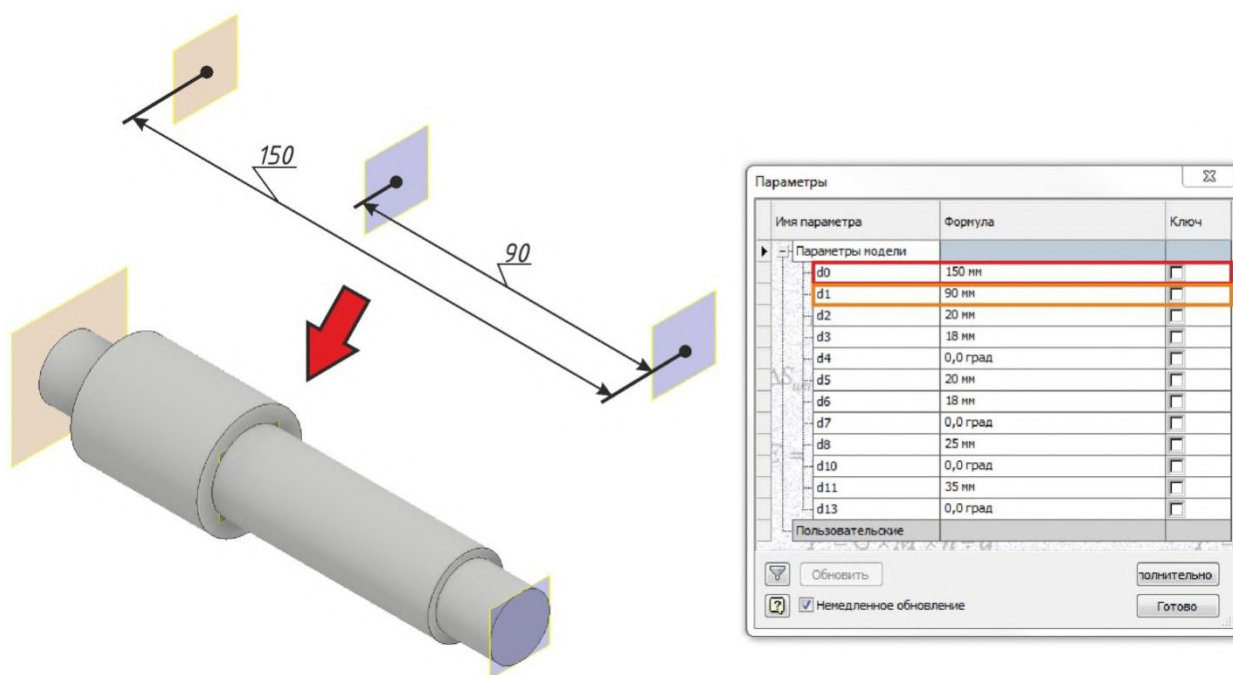


Рисунок 0.14 – Пример построения вала с заданием необходимого набора переменных

Анализируя рисунки 0.13 и 0.14 можно заметить, что при создании вала с использованием топологического подхода производится определение ряда дополнительных переменных, которые при различных ситуациях будут являться достоинством или недостатком, так, например, увеличенный набор переменных делает модель более гибкой, но менее удобной для проверки.

Изложенные свойства топологического подхода к процессу моделирования позволяют определить его достоинства и недостатки. К достоинствам подхода следует отнести:

- возможность построения «гибких» моделей;
- простоту контроля и изменения отдельно взятого конструктивного элемента.

Наряду с достоинствами описанный подход обладает и недостатками:

- сложностью достижения требуемых параметров;
- сложностью контроля геометрии из-за большого количества переменных.

Применение какого-либо конкретного подхода к моделированию геометрии является задачей, зависящей от целого ряда факторов, но как правило не существует моделей, построенных с использованием лишь одного из них. Как и приведенная

ранее классификация моделей по базовой операции, в вопросе построения моделей практически всегда будет использован комбинированный подход, использующий возможности как скоростного, так и топологического с превалированием одного из них. Например, при построении «быстрых» моделей, вероятность необходимости внесения изменений в которые минимальна становится целесообразным применение скоростного подхода, а при создании частично редактируемых «технических» моделей, логично использование топологического подхода с целью придания модели определенной гибкости при последующем редактировании.

По мере изучения систем автоматизированного проектирования не раз прямо или косвенно упоминалась важность обдуманного проставления размерных зависимостей, так как переход от двухмерного проектирования к трехмерному служит целям повышения эффективности процесса проектирования новых изделий, не отменяя при этом ту теоретическую базу, на которую опираются при использовании классических методов. Например, при проектировании любых изделий независимо от конечного вида конструкторской документации, которая равносильна как в виде чертежей, так и в виде трехмерных моделей, справедливыми остаются положения теории размерных цепей, технологии машиностроения и многих других используемых дисциплин.

В связи с этим особую важность приобретает умение свободно и наиболее технологично использовать различные типы параметров, способы их задания и последующую работу с ними.

До текущего момента при работе с геометрией моделей использовалась в основном лишь группа переменных «Параметры модели», которая напрямую определяет геометрию модели, при этом данная группа переменных не единственная и не позволяет раскрыть всю гибкость системы.

Как правило в наиболее распространенных системах автоматизированного проектирования среднего уровня реализовано 4 группы переменных:

- переменные, используемые непосредственно при построении геометрии;
- информационные переменные, необходимые для контроля;
- пользовательские переменные, косвенно определяющие геометрию;
- внешние переменные, косвенно определяющие геометрии.

Переменные первой группы, напрямую участвуют в процессе описания геометрии, и независимо от используемой системы автоматизированного проектирования реализуются при помощи размерных зависимостей в эскизах или результирующих операциях, пример чего продемонстрирован на рисунке 0.15. В системе Inventor данный тип переменных сгруппирован в области «Параметры модели» диспетчера параметров.

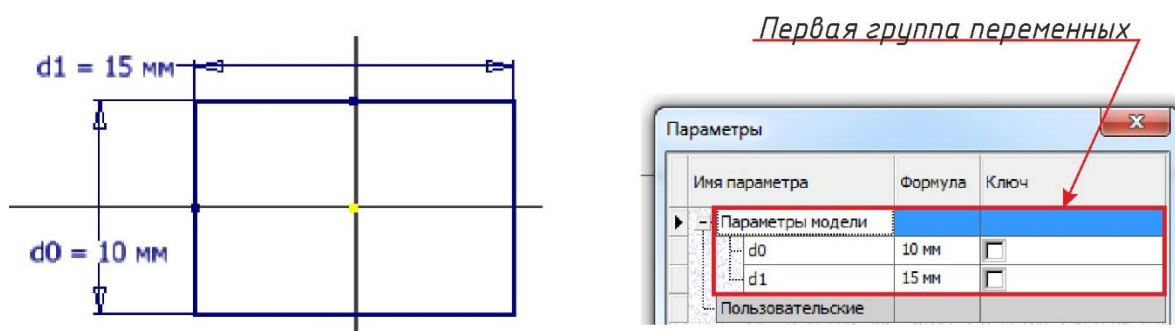


Рисунок 0.15 – Пример переменных первой группы

Информационные переменные или переменные второй группы аналогично переменным первой группы задаются при помощи размерных зависимостей, но в большинстве случаев не участвуют в описании геометрии модели, а служат лишь для справки. Для переменных данной группы характерно некоторое сходство со справочными размерами на чертежах. Появление информационных переменных становится возможным в случае если эскиз или его часть полностью определены, и проставление дополнительной размерной зависимости должно привести к избыточности. Ярким примером этого может служить попытка создания при помощи размерных зависимостей замкнутой размерной цепи, пример которой представлен на рисунке 0.16. В диспетчере параметров системы Inventor информационные переменные сгруппированы в области «Ссылочные параметры»

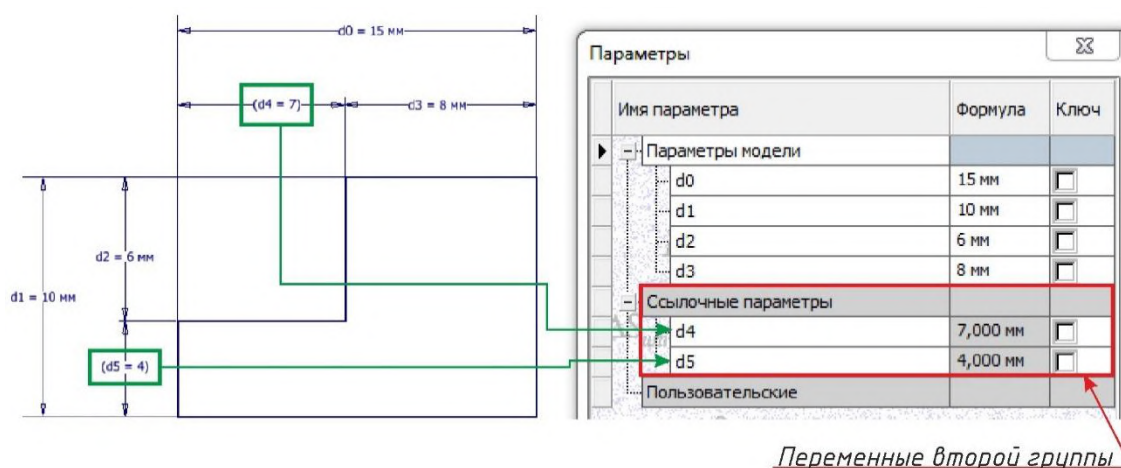


Рисунок 0.16 – Простейшая размерная цепь

Анализируя рисунок 0.16 можно заметить, что две размерных зависимости ограничены скобками, и занесены в группы «Ссылочные параметры» диспетчера параметров. В данном случае перенос размерных зависимостей в область информационных переменных вызван их избыточностью, так как значение зависимости $d4$ является разностью переменных $d0$ и $d3$, а значение $d5$ – разностью $d1$ и $d2$.

Информационные переменные в рассматриваемой САПР позволяют в некоторых случаях производить определение геометрии, так как могут использоваться при вычислении значения других переменных. Наглядным примером данного утверждения является процесс построения пластины с рядом равноудаленных друг от друга отверстий, в которых ссылочная размерная зависимость помимо замыкания размерной цепи позволяет производить определение равных расстояний между отверстиями вне зависимости от длины пластины. Пример эскиза, реализующего описанные требования представлен на рисунке 0.17.

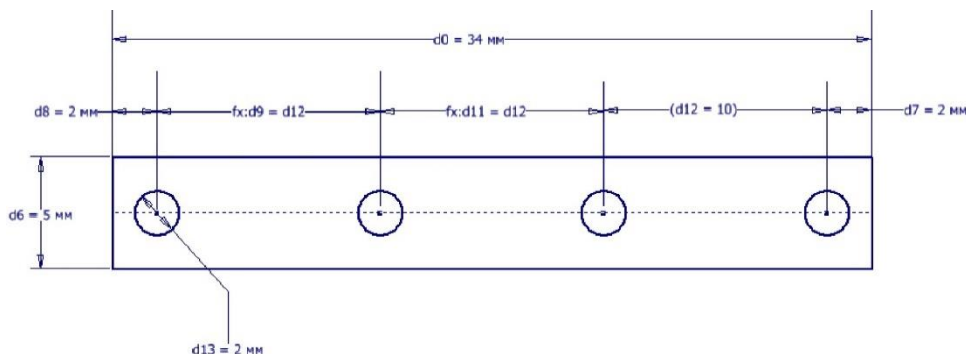


Рисунок 0.17 – Пример определение геометрии при помощи ссылочного размера

При рассмотрении комплекта переменных пластины (Рисунок 0.17) видно, что определяющими положение отверстий и расстояние между ними являются переменные с именами $d0$, $d7$, $d8$, зависимыми являются переменные $d9$ и $d11$, а справочной переменной – $d12$. Так при изменении длины пластины будет происходить изменение расстояния между соседними отверстиями, пример чего показан на рисунке 0.18.

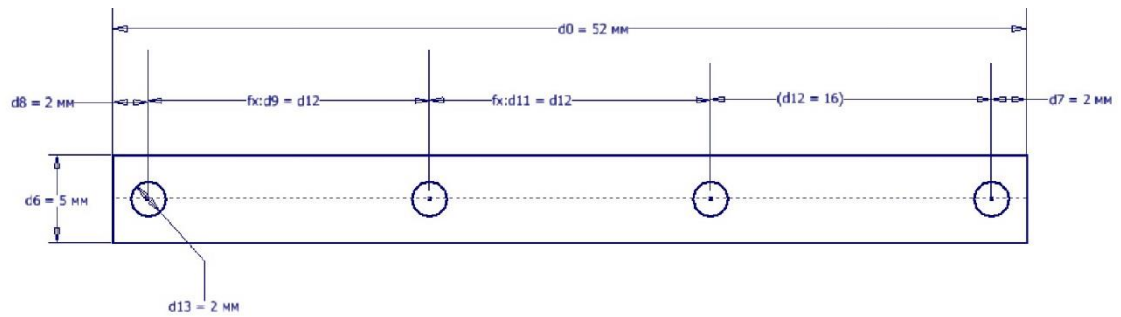


Рисунок 0.18 – Пример переопределения расстояния

По сути введение информационной переменной замыкающей размерную цепь и переопределение размеров позволяет уйти от необходимости решения данной задачи при помощи математических выражений.

Следующей группой переменных являются пользовательские, предназначенные для проведения предварительных расчетов и не влияющие на геометрию напрямую. Определение данных переменных производится непосредственно в диспетчере параметров при помощи кнопки «Добавить ... параметр» где вместо многоточия указывается тип параметра.

В системе Inventor пользовательские параметры могут быть представлены тремя типами переменных:

- числовым;
- текстовым;
- логическим.

Выбор же конкретного типа переменной осуществляется из выпадающего списка, что продемонстрировано на рисунке 0.19.

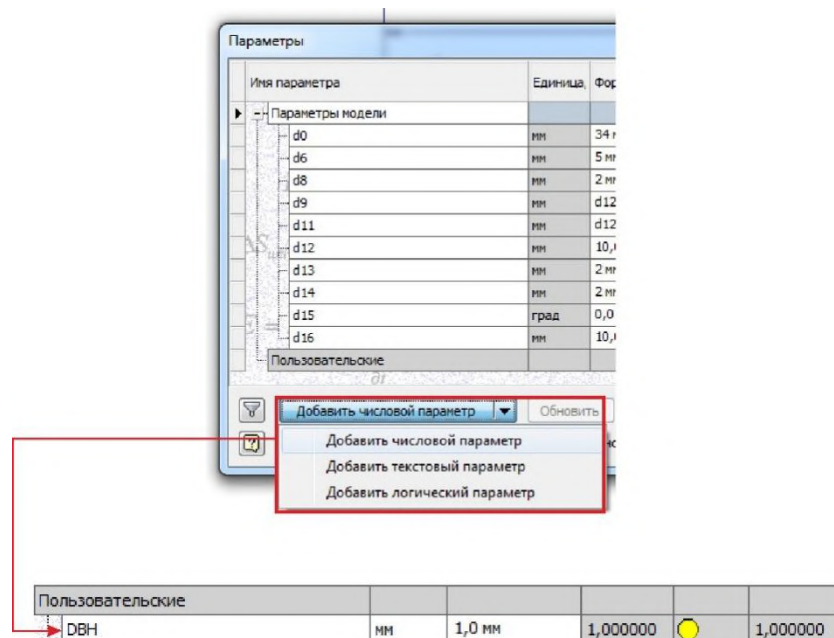


Рисунок 0.19 – Процедура создания пользовательской переменной

После появления переменной в группе пользовательских, пользователю остается задать имя, размерность в случае использования числовых переменных, и значение.

Числовые пользовательские переменные необходимы для выполнения расчетов или же задания базовых значений параметров изделия, на основании которых в последующем будет регулироваться геометрия модели.

Примером использования данной группы переменных может служить рассмотренная выше задача, решенная другим способом, так для определения расстояния между соседними отверстиями планки, показанной на рисунке 0.17, необходимо построить эскиз и задать необходимые размерные зависимости, иллюстрация чего представлена на рисунке 0.20.

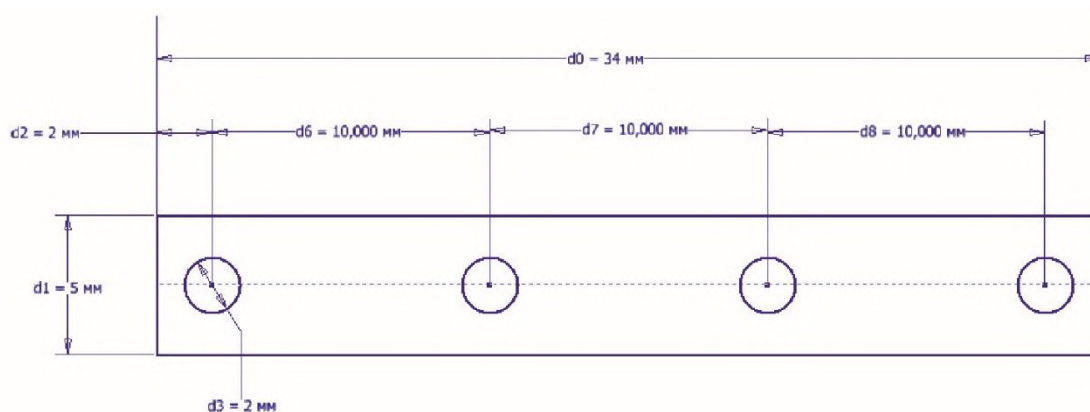


Рисунок 0.20 – Пример подготовленного эскиза планки

За подготовкой эскиза следует ввод в модель пользовательской переменной с именем «RO», размерностью в миллиметрах и значением, записанным в виде выражения. Решение задачи определения равного расстояния между двумя любыми соседними отверстиями заключается в необходимости определения общего расстояния, деленного на количество промежутков между ними. В общем виде данное выражение запишется в виде формулы 0.1):

$$x = \frac{L - 2a}{n - 1}; \quad (0.1)$$

где: x – расстояние между двумя соседними отверстиями, мм; L – общая длина планки, мм; a – расстояние от края пластины до центра крайнего отверстия, мм; n – количество отверстий.

Для решения данной задачи в условиях использования переменных представленных на эскизе (Рисунок 0.20), а также созданной пользовательской переменной «RO» формула 0.1) примет вид:

$$RO = \frac{d0 - 2 * d2}{4 - 1}; \quad (0.2)$$

Полное описание переменной «RO» с введенным выражением 0.2 показано на рисунке 0.21.

Пользовательские			
RO	мм	$(d0 - 2 * d2) / (4 * p - 1 * p)$	10,000000

Рисунок 0.21 – Пример вычисления расстояния

Для завершения определения эскиза необходимо переменные d6, d7 и d8 сделать зависимыми от переменной RO, после чего эскиз, показанный на рисунке 0.20, примет вид, представленный на рисунке 0.22.

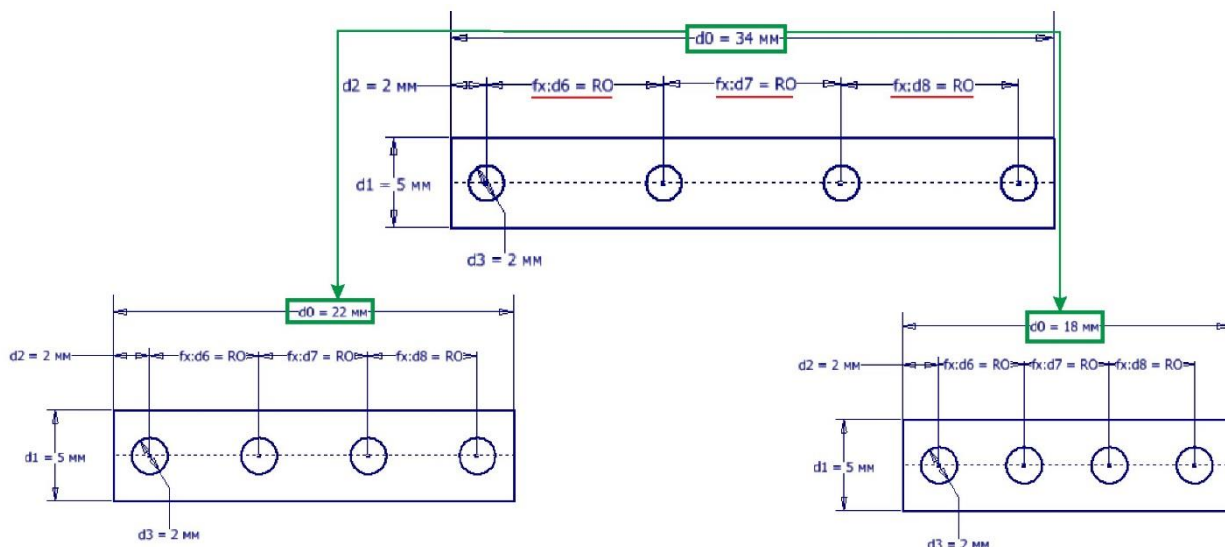


Рисунок 0.22 – Эскиз планки с зависимостью

Работая с расчетами в числовых пользовательских переменных следует учитывать особенность, не проявляющуюся при вычислениях выражений, компоненты которых имеют одну единственную единицу измерения или же безразмерны. Данная особенность заключается в необходимости строгого соблюдения последовательности записи переменных и действий с ними в случае использования различных единиц измерения и степеней [. Так, например, при необходимости вычисления значения переменной «а» по формуле 0.3)

$$a = b \times 10^3; \quad (0.3)$$

пользователю потребуется перестроить выражение таким образом, чтобы последовательность вычисления была указана в явном виде. Согласно правилам математики, для данного выражения сначала производится возведение в степень, а затем уже умножение, что требует перестроения выражения, представленного в формуле 0.3, одним из двух возможных вариантов:

$$a = b \times (10)^3; \quad (0.4)$$

$$a = 10^3 \times b. \quad (0.5)$$

Данное изменение требуется в связи с автоматическим перестроением системой Inventor вводимых выражений в соответствии со структурой записи выражений в программе. Пример преобразования выражения в случае записи формулы 0.3 без самостоятельного указания последовательности вычислений показан на рисунке 0.23.

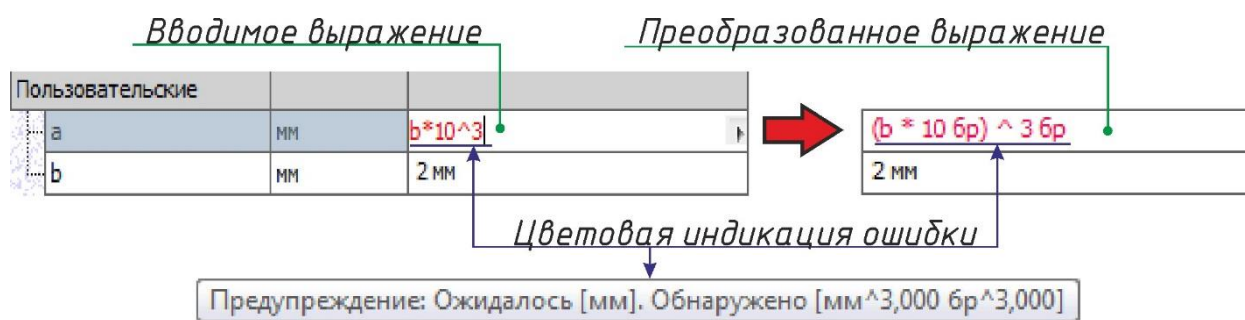


Рисунок 0.23 – Автоматическое преобразование зависимостей

Анализ рисунка 0.23 показывает ошибочность автоматического преобразования в результате, которого системой производится возведение в степень размерности формулы и как следствие цветовая индикация о наличии ошибки в выражении.

В случае же ввода в качестве выражения формулы 0.4, происходит иное преобразования позволяющее получить ожидаемый результат, иллюстрация которого продемонстрирована на рисунке 0.24.

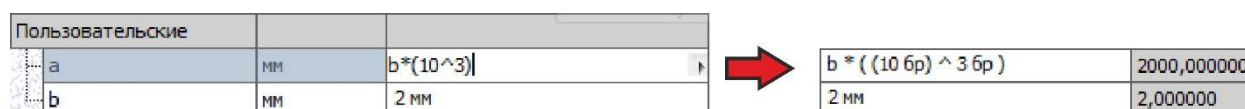


Рисунок 0.24 – Изменение последовательности вычислений

Текстовые переменные служат для реализации более сложных условий, которые, как правило, невозможно формализовать при помощи цифр, например, при проектировании корпусной мебели текстовая переменная может задавать тип использующегося крепления. Данные переменные в основном содержат по

несколько фиксированных значений, для добавления которых необходимо после создания параметра вызвать контекстное меню и выбрать команду «Создать несколько значений», как показано на рисунке 0.25.

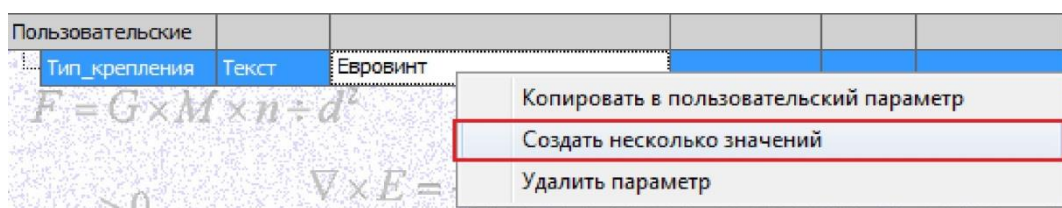


Рисунок 0.25 – Процедура создания нескольких значений переменной

Для завершения процедуры создания нескольких значений, пользователю необходимо выполнить их последовательный ввод в появившемся окне «Редактор списка значений», что продемонстрировано на рисунке 0.26. По завершению процедуры создания списка переменных в диспетчере параметров остается возможность лишь выбора одного из созданных вариантов из выпадающего списка, как показано на рисунке 0.27.

Описанная процедура создания списка значений переменных справедлива для числовых пользовательских параметров и параметров модели.

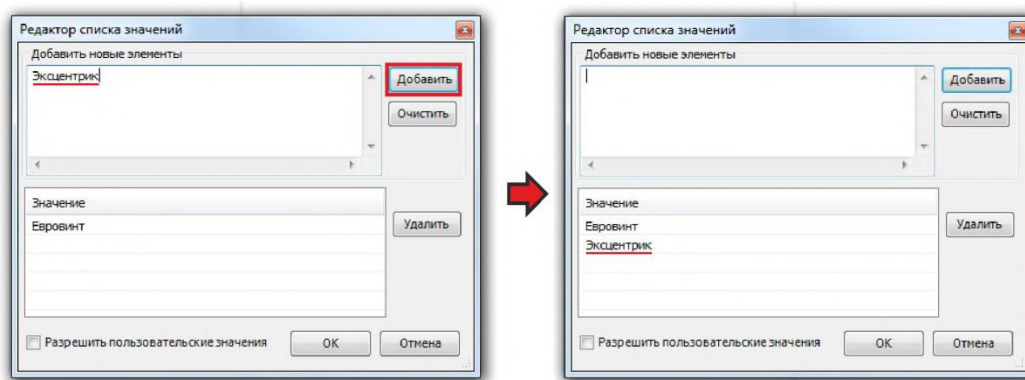


Рисунок 0.26 – Редактор списка значений

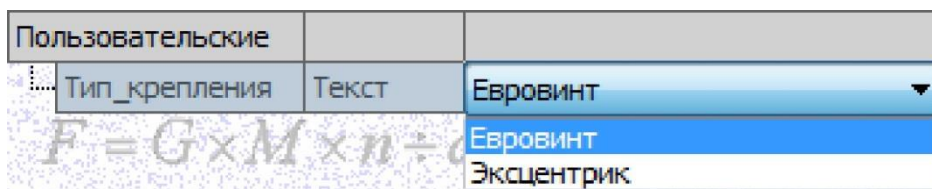


Рисунок 0.27 – Выбор значения переменной

Логические пользовательские параметры предназначены для управления конфигурациями изделий или значениями иных параметров в зависимости от определенных условий. Данные параметры наряду с текстовыми используются при внедрении в модели и сборки правил iLogic.

Последней группой переменных являются внешние переменные, задание которых производится при помощи сторонних приложений. Переменные данной группы не участвуют напрямую в определении геометрии модели и могут выступать лишь в качестве управляющих, параметрами модели или пользовательскими параметрами, переменных.

В рассматриваемой системе в качестве внешних переменных могут выступать данные табличного процессора Microsoft Excel, а также переменные других моделей или сборок.

Сопряжение файла модели с источником внешних переменных осуществляется при помощи кнопки «Связь» расположенной в диспетчере параметров, после активации, которой открывается диалоговое окно выбора файла, пример чего показан на рисунке 0.28.

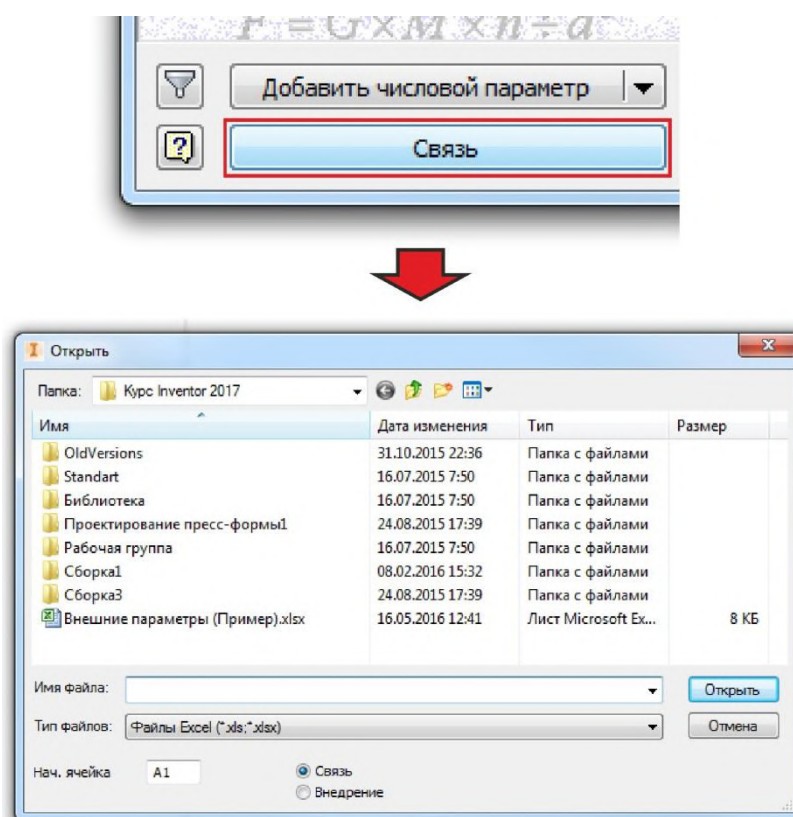


Рисунок 0.28 – Подключение внешнего источника переменных

В результате подключения внешнего источника переменных диспетчер параметров примет вид, представленный на рисунке 0.29.

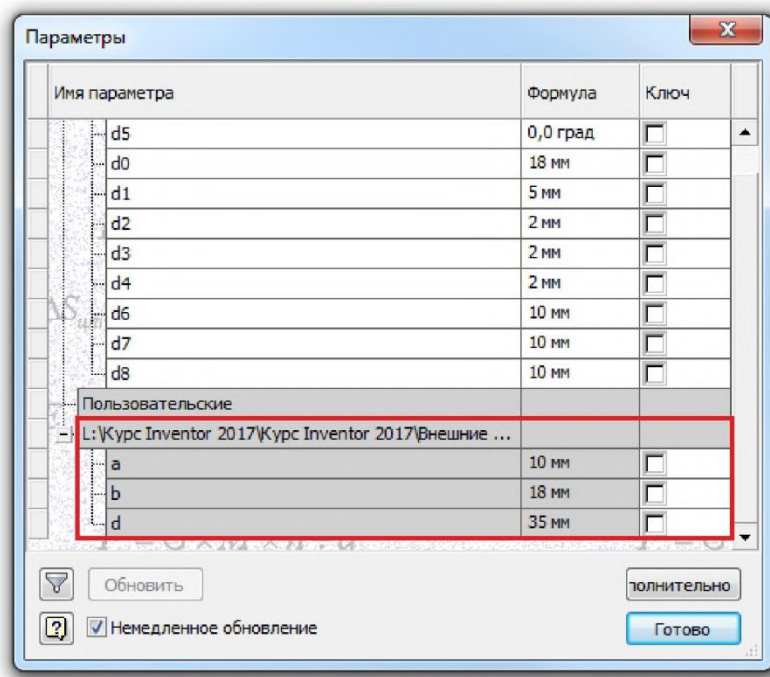


Рисунок 0.29 – Диспетчер параметров с внешними переменными

Для организации трансляции внешних переменных из файлов табличного процессора необходимо чтобы электронные таблицы были выполнены в соответствии с определенной структурой записи переменных.

Так трансляция в рассматриваемую систему осуществляется в случае последовательной записи в табличном процессоре: имени переменной; ее значения; единиц измерения; комментария. При этом запись может осуществляться как в строку, так и в столбец, пример чего представлен на рисунке 0.30.

	A	B	C	D
1	DI	50 мм	Длина	
2	Vs	20 мм	Высота	
3	Sh	10 мм	Ширина	

	A	B	C
1	DI	Vs	Sh
2	50	20	10
3	мм	мм	мм
4	Длина	Высота	Ширина

Рисунок 0.30 – Структура таблицы внешних переменных

Комментарий к параметру является необязательным элементом так же, как и использование ячейки «A1» в качестве начала таблицы переменных. В случае начала

таблицы с любой другой ячейки пользователю необходимо ее указать в диалоговом окне, представленном на рисунке 0.28.

Существуют и иные способы обмена переменными моделей и таблиц, в том числе, позволяющие реализовать доступ к параметрам деталей из пространства сборок.

Помимо импорта переменных из электронных таблиц существует возможность связи моделей напрямую между собой, для чего необходимо произвести выбор связываемого типа файла в диалоговом окне «Открыть» (Рисунок 0.28), и указать необходимую модель, по завершению чего произойдет открытие диалогового окна «Параметры связи», пример которого продемонстрирован на рисунке 0.31.

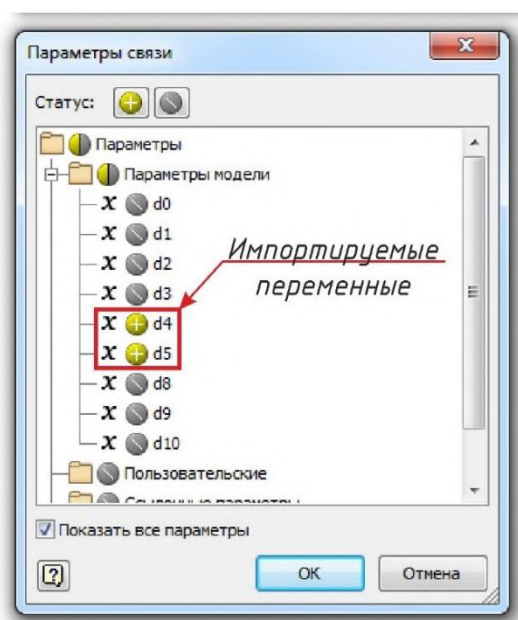


Рисунок 0.31 – Диалоговое окно «Параметры связи»

В появившемся диалоговом окне необходимо указать связываемые параметры, выбор которых отмечается соответствующим знаком. Заккрытие окна произведет перенос параметров из управляющей модели в управляемую аналогично примеру, показанному на рисунке 0.29.

При этом существует одна деталь описанного вида связей, налагающая определенное ограничение. Данная особенность выражается в невозможности построения взаимных двусторонних связей между моделями, то есть при переносе параметров «Модели 1» в «Модель 2» становится невозможным перенос параметров «Модели 2» в «Модель 1». Иллюстрация данного утверждения представлена на рисунке 0.32.

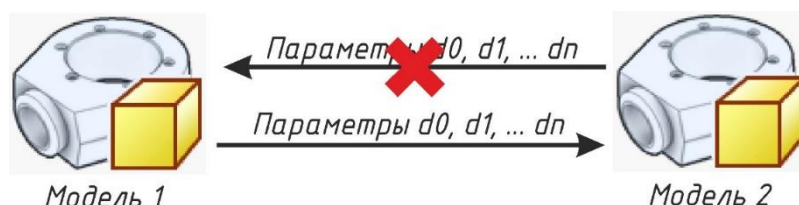


Рисунок 0.32 – Связи между моделями

Следствием данной особенности является необходимость построения четкой иерархии зависимости одних моделей от других. Также данная зависимость характерна для работы со сборками, так при импортировании параметров сборки в модель становится невозможным вставка этой модели в сборку.

Как уже неоднократно отмечалось ранее, работа с моделями, особенно сложными подразумевает под собой необходимость контроля и изменения ее параметров, которые при их большом количестве могут свести на нет все преимущества систем автоматизированного проектирования. В связи с этим необходимо рассмотреть ряд рекомендаций по организации работы с параметрами.

Первой рекомендацией, облегчающей работу по контролю и изменению параметров модели, является присвоение переменным уникальных имен. При этом выбор данных имен следует производить в соответствии с установленными правилами, например, в соответствии с ГОСТ 2.321-84 согласно которому регламентируются основные буквенные обозначения, применяемые в конструкторских документах. Так согласно данному стандарту параметры, управляющие длиной модели следует обозначать буквами «L» или «В» а высоту «H» и так далее. Пример модели с использованием уникальных имен показан на рисунке 0.33.

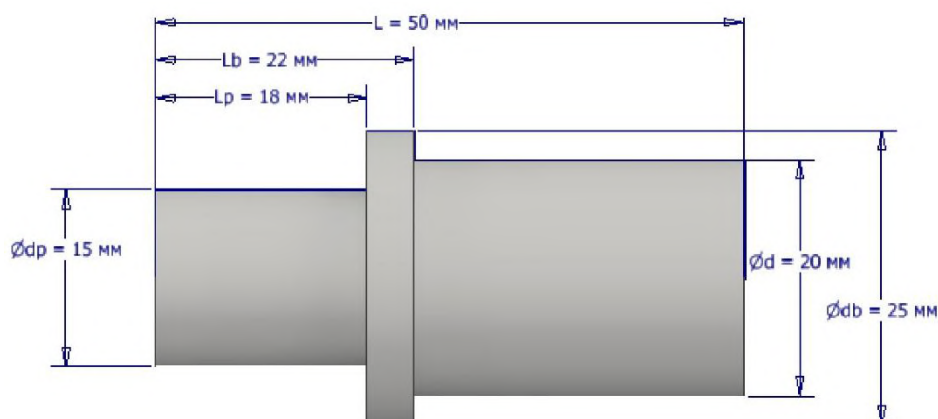


Рисунок 0.33 – Пример модели с переименованными переменными

Второй рекомендацией по работе с переменными является выделение среди всего количества наиболее существенных. Данное действие позволяет отсортировать переменные и осуществить вывод пользователю только значимых. В системе Inventor данное действие осуществляется при помощи переключателя «Ключ» диспетчера параметров. Допустим, что для вала представленного на рисунке 0.33, наиболее существенными переменными являются «L», «db» и «Lb», тогда при их выделении в качестве ключевых диспетчер параметров примет вид, показанный на рисунке 0.34.

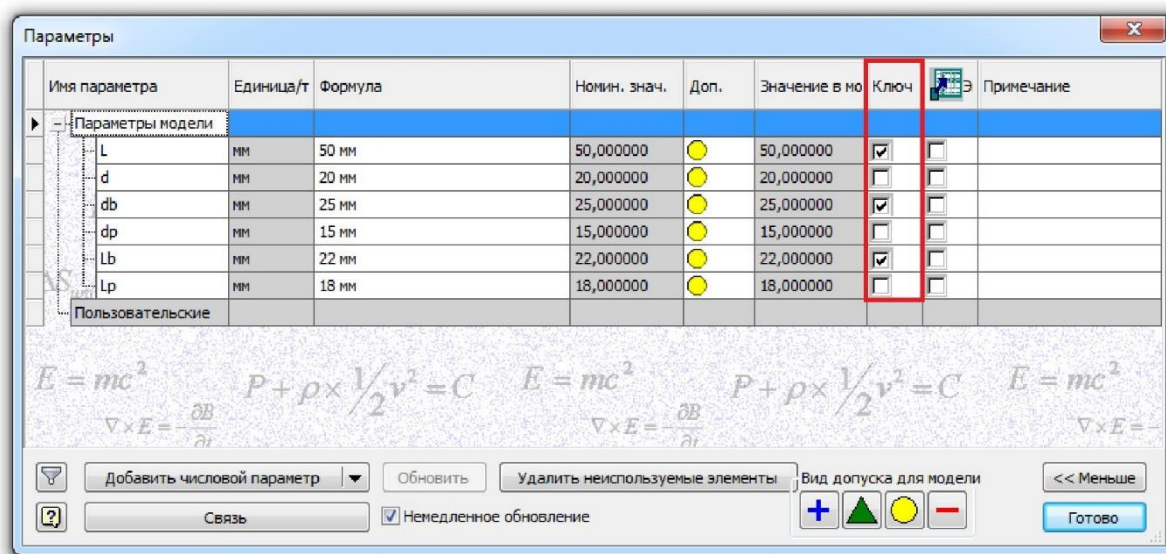


Рисунок 0.34 – Пример выделения ключевых параметров

Переключение в режим отображения лишь ключевых параметров осуществляется при помощи соответствующего фильтра, выбор которого осуществляется из выпадающего списка в левом нижнем углу диспетчера параметров, как показано на рисунке 0.35.

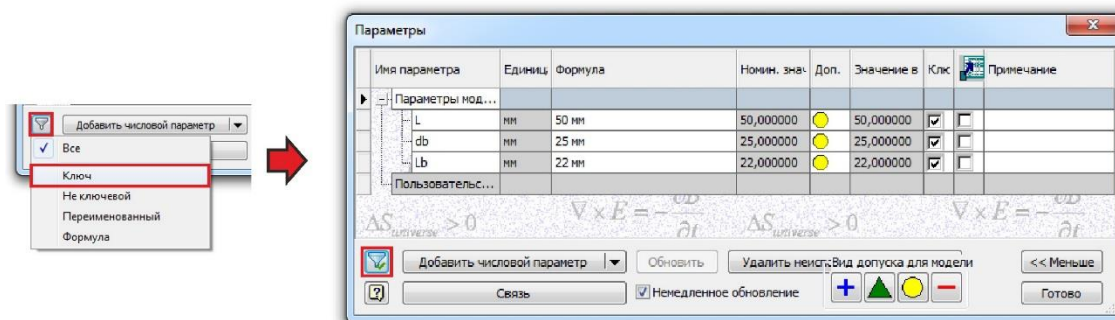


Рисунок 0.35 – Фильтрация переменных

Еще одной особенностью работы с параметрами в системе Inventor является возможность вызова списка параметров при написании выражений, в который

входят только переменные с уникальными именами, пример чего показан на рисунке 0.36.

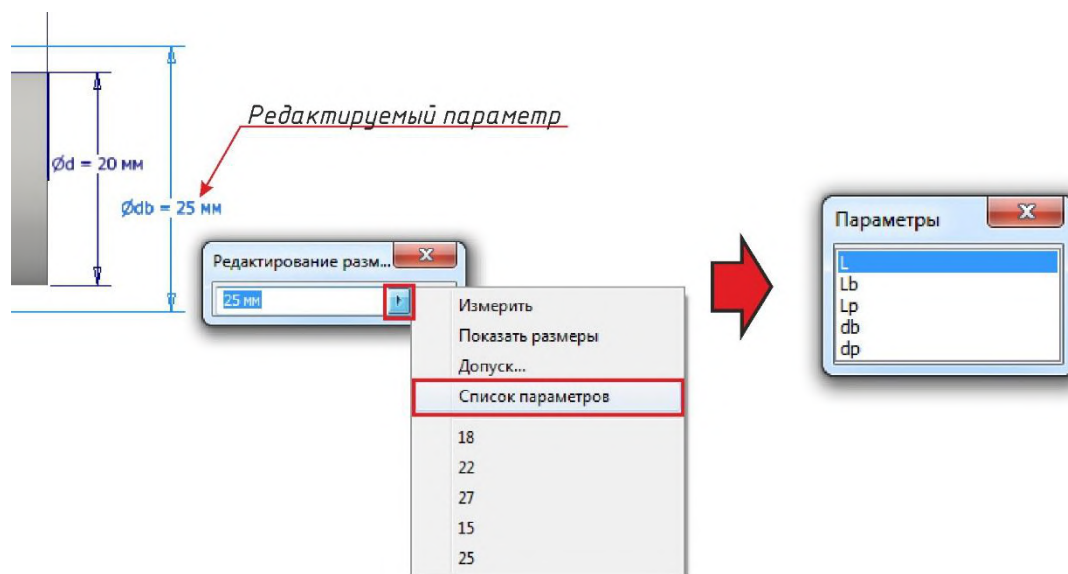


Рисунок 0.36 – Вызов списка уникальных параметров

Использование описанных рекомендаций, хоть и ведет к увеличению времени при первоначальной проработке модели, позволяет получить ряд преимуществ при последующей работе с моделями, к которым следует отнести:

- уменьшение времени необходимого на внесение изменений, поиска ошибок и облегчение контроля взаимосвязей параметров в модели;
- уменьшение времени интеграции имеющихся разработок в новые проекты за счет унификации параметров;
- уменьшение времени последующей автоматизации, в том числе и внедрения правил iLogic.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Компьютерный класс, оснащенный интерактивным мультимедийным оборудованием (Проекторы EpsonEB-436Wi или EpsonEB-536Wi), вычислительной техникой с доступом к внутренней информационной сети; глобальной информационной сети; к технологии удаленных рабочих столов VDI.

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

студенту при работе на ПК запрещается:

- прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;

- переключать разъемы интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
- допускать попадание влаги на поверхность системного блока, монитора, иного оборудования, рабочую поверхность клавиатуры, дисководов, принтеров и других устройств;
- производить самостоятельное вскрытие и ремонт оборудования;
- работать на компьютере при снятых кожухах;
- отключать оборудование от электросети и выдергивать электровилку, держа за шнур.

ЗАДАНИЯ

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Построить модель детали, представленной в задании с соблюдением указанных правил работы модели.
3. При моделировании детали использовать наиболее рациональные пути достижения результата, в соответствии с рекомендациями.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В качестве отчета по лабораторной работе студент предоставляет электронные чертежи изделия либо электронные модели изделия, оформленные в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации или иными указаниями преподавателя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Многовариантность подходов к процессу построению элементарных тел.
2. Подходы к процессу моделирования и их краткая характеристика.
3. Достоинства и недостатки скоростного подхода.
4. Достоинства и недостатки топологического подхода.
5. Различия между топологическим и технологическим методами построения моделей.
6. Группы переменных в системах автоматизированного проектирования.
7. Назначение информационных переменных.

8. Различия между импортируемыми переменными и внедренными из табличных процессоров.
9. Построение двунаправленной связи между параметрами различных моделей.
10. Достоинства и недостатки унификации имен переменных в случае создания быстрых не редактируемых моделей и полностью редактируемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Что нам стоит дом построить? Часть 1. Многообразие способов построения геометрии. [Электронный ресурс]. URL: http://www.saprobasni.ru/2010/08/1_07.html (Дата обращения 05.05.2016).
2. Эскиз с регулярными размерами в Inventor. [Электронный ресурс]. URL: <http://mikhailov-andrey-s.blogspot.ru/2012/11/eskiz-inventor.html> (Дата обращения 16.05.2016).
3. Вычисление сложных выражений со степенями. [Электронный ресурс]. URL: <http://forums.autodesk.com/t5/inventor-russkiy/vychislenie-slozhnyh-vyrazheniy-so-stepenyami/td-p/6270590> (Дата обращения 18.05.2016).
4. Параметризация. Часть 4. Классификация параметров. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.saprobasni.ru/2010/12/4.html> (Дата обращения 19.05.2016).
1. Малюх В.Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с.:ил.

Практическое занятие № 13. Сборочный чертеж.

Цель: получение навыков и умений при построении сборочных чертежей изделия.

Актуальность темы: при проектировании различных деталей необходимо изучение основных сведений из общих правил выполнения и оформления сборочных чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД.

Теоретическая часть

В соответствии с ГОСТ 2.109–73* сборочный чертеж должен содержать: а) изображение сборочной единицы, дающее полное представление о расположении и взаимосвязи составных частей, входящих в сборку, и обеспечивающее возможность осуществления ее сборки и контроля;

б) размеры и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному чертежу;

в) указания о характере сопряжения разъемных частей изделия и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п. во время сборки;

г) указания о способе соединения деталей в неразъемных соединениях (сварных, паяных и др.);

д) номера позиций составных частей, входящих в изделие; е) размеры габаритные, установочные, присоединительные, а также необходимые справочные размеры; Сборочный чертеж выполняется с упрощениями, установленными ЕСКД. Допускается не показывать на чертеже мелкие элементы: фаски, проточки, скругления, зазоры между сопрягающимися деталями, головка болта и гайка изображаются прямоугольными.

Последовательность выполнения учебного сборочного чертежа: 1-й этап. Установить назначение и принцип работы изделия.

2-й этап. Разборка изделия на составные части.

3-й этап. Уточнение способов соединения отдельных сопряженных деталей (резьба, сварка, развальцовка).

4-й этап. Выполнение эскизов нестандартных деталей изделия. Начинать надо с корпусной детали (смотри выше задание 29)

й этап. Составление спецификации (смотри ниже занятие 33).

й этап. Выполнение сборочного чертежа в тонких линиях. Начинают с выбора главного вида. Затем размещают другие изображения Чертеж должен содержать минимально необходимое количество видов.

й этап. Нанесение на сборке габаритных, осевых, межцентровых и присоединительных размеров. Нанесение номеров позиций в соответствии со спецификацией. Заполнение основной надписи. Обводка чертежа.

Учебный сборочный чертеж необходимо будет вычертить в масштабе 1:1 на формате А4. Однако, у сборочных чертежей в вариантах заданий масштаб изображения не соответствует указанным размерам.

В этом случае размеры деталей удобно определять с помощью графика пропорционального масштаба (рисунок 5.1).

Нанесение номеров позиций. На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номером позиций, указанным в спецификации этой сборочной единицы (т.е. после заполнения спецификации). Номера позиций указывают на горизонтальных полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей на основных видах или разрезах. Полки располагают параллельно основной надписи вне контура изображения и группируют в колонки и строчки (рисунок 5.3).

Сначала строят линию масштабов 1:1. Для этого размер, проставленный на чертеже, например 110, измеряют циркулем и откладывают от точки О на оси ОХ, а на оси ОZ откладывают действительный размер, т. е. 110. Проводя из построенных точек прямые, параллельные осям, получают точку А. Соединив ее с точкой О, получают график, позволяющий определять размеры, не проставленные на чертеже, графически.

Одним концом линия-выноска должна заходить на изображение детали и заканчиваться точкой, а другим – соединяться с горизонтальной полкой.

Если деталь узкая или зачернена в разрезе, то точка заменяется стрелкой. Линии-выноски проводят так, чтобы они не пересекались между собой, не были параллельны линиям штриховки и не пересекали размерных линий чертежа.

Размер шрифта номеров позиций должен быть на один–два размера больше, чем у чисел на том же чертеже.

Допускается проводить одну общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для: группы крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления (рисунок 5.2).

Номер позиции наносят на чертеже один раз. Порядок нумерации составных частей изделия следующий: вначале обозначают сборочные единицы изделия, затем его детали, далее стандартные изделия и в последнюю очередь материалы.

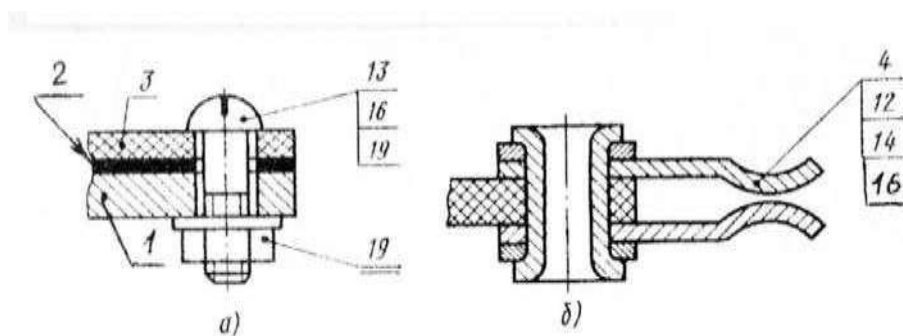


Рисунок 5.2 – Крепежная группа

Спецификация. Каждый сборочный чертеж сопровождается спецификацией, которая согласно ГОСТ 2.102–68 является основным конструкторским документом, определяющим состав сборочной единицы.

Спецификация необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство данного изделия (ГОСТ 2.108–68).

Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 по форме 1 как на рисунке 5.1. При этом основную надпись для заглавного листа выполняют по форме 2 (рисунок 5.2а), а для последующих листов по форме 2а (рисунок 5.2б).

Если же чертеж сборочной единицы выполнен на листе формата А4, то там же может быть помещена ее спецификация (рисунок 5.6). При этом шифр СБв обозначении сборочного чертежа не проставляется.

На сборочном чертеже составные части изделия обозначаются номерами позиций из спецификации, т.е. спецификация должна быть выполнена до простановки позиций на сборочном чертеже.

Спецификацию заполняют сверху вниз. В общем случае она состоит из восьми разделов, которые располагают в такой последовательности:

- документация; комплексы; сборочные единицы;
- детали; стандартные изделия;

прочие изделия; материалы; комплекты.

Названия разделов указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают тонкой линией (рисунок 5.1). После каждого заголовка оставляют свободную строку. Допускается резервировать и номера позиций, проставляя их у резервных строк.

Графы спецификации заполняют следующим образом (рисунок 5.1):

а) в графе «Формат» указывают форматы документов (например, А2, А3 или А4). Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе пишут «БЧ». В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» эту графу не заполняют;

б) графа «Зона» на учебных чертежах не заполняется;

в) в графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей. Эта графа для раздела «Документация» не заполняется;

г) в графе «Обозначение» записывается обозначение документа на изделие (сборочную единицу, деталь) в соответствии с ГОСТ 2.201 – 80. Но для учебных чертежей обозначение составных частей изделия записывается упрощенно. Например, запись МЧ. 03.03.11.01 означает: МЧ – машиностроительное черчение; 03 – третий раздел; 03 – вариант; 11 – порядковый номер учебного чертежа; 01 – номер детали (рисунок 5.6).

Эту графу для раздела стандартные изделия не заполняют (рисунок 5.1);

д) в графе «Наименование»:

для раздела «Документация» указывают только наименование документа, например, «Сборочный чертеж»;

для раздела «Стандартные изделия» указывают наименование и обозначение изделий в соответствии со стандартом на это изделие, например:

«Гайка М6 ГОСТ 5915–70». Запись выполняют по группам деталей, объединенных по функциональному назначению (крепежные изделия, подшипники, кольца уплотнительные). В пределах каждой группы запись наименования делают в алфавитном порядке (болт, винт, гайка, шайба, шпилька, штифт и т. д.), а в пределах одного наименования в порядке возрастания номера ГОСТ, а в пределах одного ГОСТа – в порядке возрастания размеров изделия (М8, М12 и т. д.);

в разделе «Материалы» указывается количество материала, требуемого для изделия, с указанием единицы измерения.

В основной надписи спецификации буквы СБ в конце обозначения не пишут.



Рисунок 5.2 – Формы основной надписи для спецификации

Вопросы и задание

Что является основным конструкторским документом для сборочного чертежа?

Какие условности и упрощения допустимы при выполнении сборочного чертежа?

Какова последовательность чтения сборочного чертежа?

Какие размеры указывают на сборочном чертеже?

Каково назначение сборочных чертежей на производстве?

Каково назначение спецификации?

На каком формате выполняется спецификация?

Какие графы и разделы содержит спецификация?

Какие изделия и в каком порядке указывают в разделе «Стандартные изделия»?

Создание учебного сборочного чертежа. Вариант своего задания взять из Приложения А, таблица 23.

В этом задании необходимо выполнить все этапы. По перечню деталей, приведенному в вариантах заданий, составить спецификацию. На формате А3 выполнить сборочный чертеж изделия и спецификацию к нему.

Для этого формат А3 разделить на два формата А4. В правой части листа подготовить основную надпись по форме 1 (для чертежей), а в левой – по форме 2 (для текстовых документов).

На формате А4 правой части, используя график пропорционального масштаба (рисунок 30.1), изобразить сборочный чертеж с разрезом. Проставить необходимые размеры. Нанести номера позиций с учетом созданной выше спецификации. На формате А4 левой части разместить спецификацию изделия. Образец выполнения практического занятия приведен в Приложении Б, рисунок 10.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Ковалев, В. А. Инженерная графика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Ковалев. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет экономики и управления

«НИНХ», 2017. — 279 с. — 978-5-7014-0802-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87106.html>

Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшее образование, 2009. — 471 с. : ил. — (Основы наук). — Библиогр.: с. 465-466. — ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике : учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А.А. Чекмарев. — 3-е изд., стер. — М. : Академия, 2008. — 128 с. — (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). — Библиогр.: с. 124. — ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373

Чекмарев, А. А. Инженерная графика : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — Изд. 9-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 2007. — 382 с. : ил. — (Общетеchnические дисциплины). — Библиогр. с. 370. — Предм.указ.: с. 371-377.

— ISBN 978-5-06-00543-2.

Конакова, И. П. Основы оформления конструкторской документации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. П. Конакова, Э. Э. Истомина, В. А. Белоусова. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 76 с. — 978-5-7996- 1152-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68451.html>

<http://www.i-mash.ru/normatdok/gosty/eskd/> - каталог стандартов ЕСКД.
<http://www.propro.ru/graphbook/> - электронные учебные пособия по курсам «Начертательная геометрия», «Конструкторские документы и правила их выполнения», «Геометрические основы построения чертежа».

Практическое занятие № 14. Выполнение сборочного чертежа и связанной спецификации в системе КОМПАС и/или Autocad.

Цель работы: Изучение подходов работы со сборочными единицами, понятий нисходящего и восходящего проектирования.

Актуальность темы: выражается в необходимости проектирования сложных машин и механизмов как в рамках основной образовательной программы, так и в рамках профессиональной деятельности. Знания, полученные при изучении материалов практического занятия, будут востребованы в профессиональной деятельности.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

До сих пор основное внимание при изучении системы Inventor было отведено рассмотрению аспектов, освещающих методы, подходы, а также конкретные операции моделирования отдельных деталей.

В ряде случаев детали могут являться готовыми изделиями, но как правило, изделия состоят из множества деталей определенным образом соединенных между собой, в которых последние являются лишь неделимой частью. Структурно изделие может состоять из отдельных деталей и сборочных единиц, которые в свою очередь также состоят из отдельных деталей, пример структуры изделия показан на рисунке 0.37.

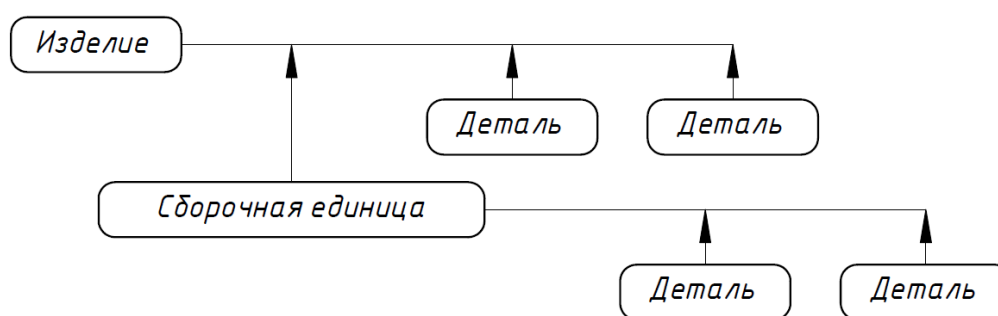


Рисунок 0.37 – Структура изделия

Наборы деталей, соединенные между собой определенным образом, называются сборочными единицами, а их модели, выполненные в САПР – сборками или сборочными моделями. В большинстве систем автоматизированного проектирования, и Inventor не является исключением, сборки являются отдельными типами файлов, для рассматриваемой системы – это файлы с расширением «*.iam».

В наиболее общих чертах модели сборочной единицы можно дать следующее определение: сборка – это файл, содержащий описание различных деталей или других сборок, в него входящих, и правила их соединения между собой. Примером данного утверждения может служить модель смесителя строительных смесей, внешний вид которого представлен на рисунке 0.38.

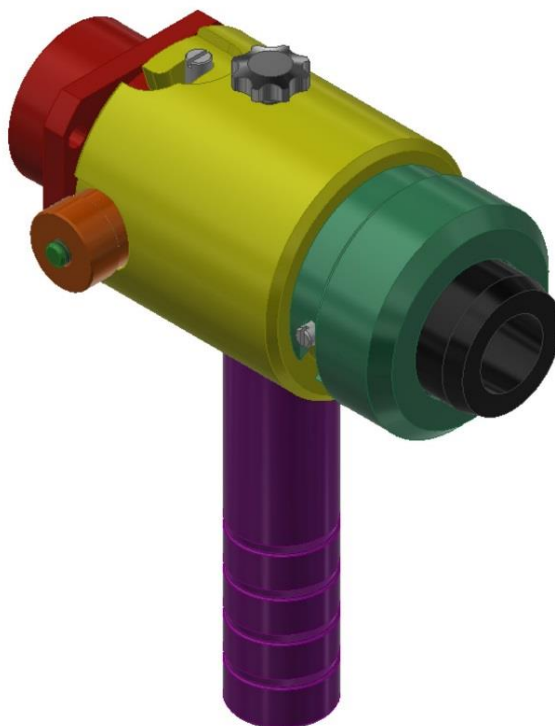


Рисунок 0.38 – Внешний вид модели смесителя

Представленная модель смесителя состоит из двух сборочных единиц и семи отдельных деталей, что продемонстрировано в дереве построения модели, представленном на рисунке 0.39.

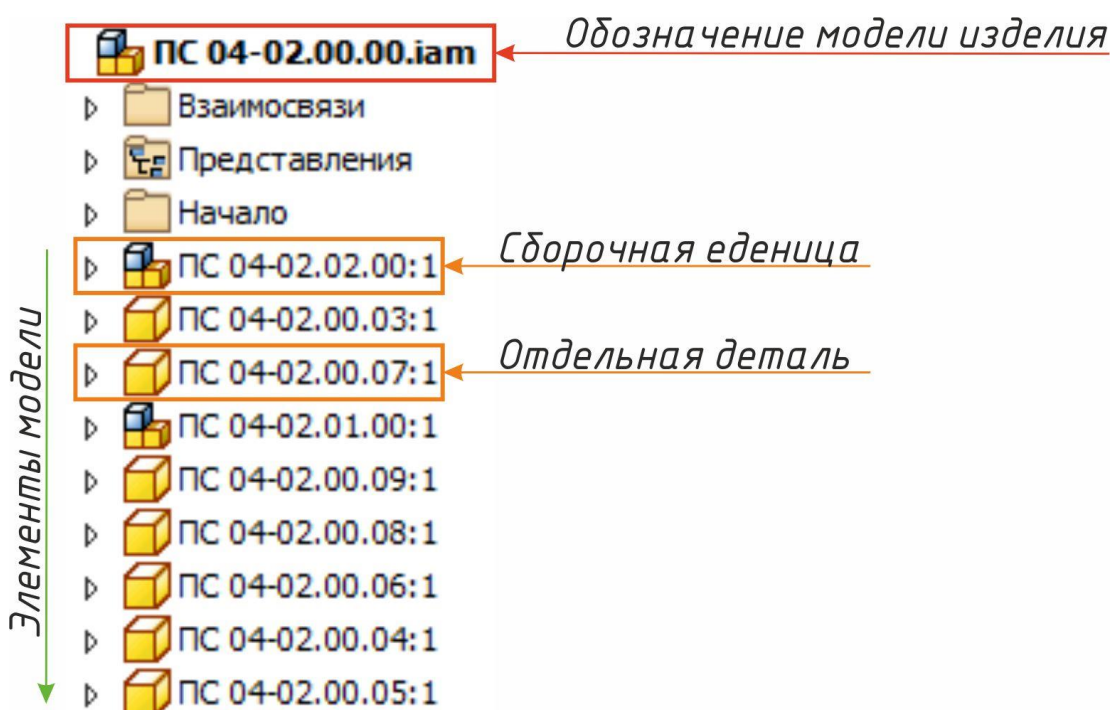


Рисунок 0.39 – Дерево построения модели смесителя

Построение сборочной модели является достаточно сложным процессом, который как правило включает в себя определение принципиальной схемы изделия, расчет каких-либо характеристик, размеров, количества и правил соединения деталей, и называется проектированием. Данный процесс может быть организован при помощи различных методов и подходов, знание и умение использовать которые является неотъемлемым условием эффективного использования САПР.

В настоящее время принято выделять два основных метода проектирования с использованием САПР: «снизу-вверх» или восходящее проектирование и «сверху-вниз» или нисходящее проектирование. Каждый из представленных методов обладает своими достоинствами и недостатками и предназначен для решения конкретных задач, о чем можно сделать выводы, подробнее рассмотрев каждый из них.

Так при использовании метода восходящего проектирования на первоначальном этапе производится построение моделей отдельных деталей, геометрия которых как правило не зависит друг от друга, после чего выполняется их соединение в сборку.

Структура метода восходящего проектирования проиллюстрирована на рисунке 0.40.

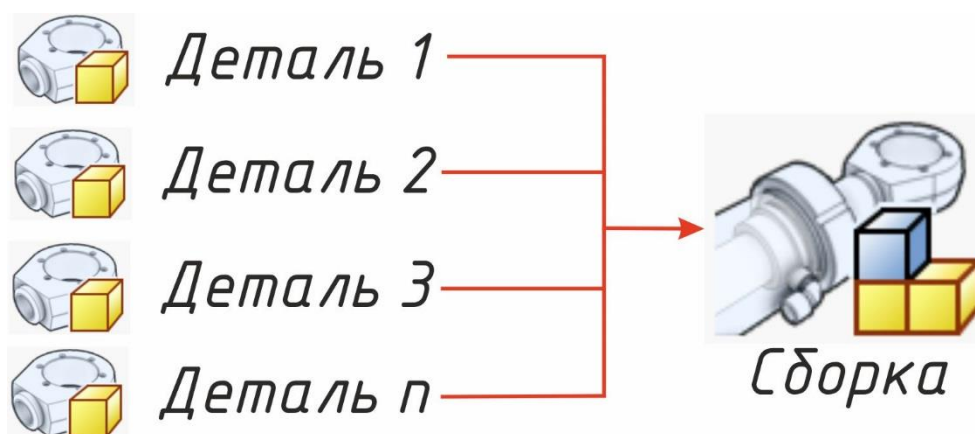


Рисунок 0.40 – Структурная схема метода восходящего проектирования

Рассматривая структуру метода можно сделать вывод о том, что обособленное построение отдельных деталей несет в себе существенное ограничение в виде отсутствия принципиальной компоновки изделия и как следствие отсутствия возможности взаимосвязи параметров различных деталей на этапе их моделирования. Данное ограничение в свою очередь требует от конструктора четкого представления конечной цели проектирования, и существенно затрудняет процесс внесения изменений в конструкцию сборочной единицы. Например, при отсутствии связей между конструктивными элементами двух сопрягаемых друг с другом деталей и необходимостью внесения в их конструкцию изменений, потребуется выполнить редактирование каждой детали в отдельности.

При этом попытка уменьшить количество редактируемых деталей, например, при помощи построения зависимостей конструктивных элементов одних деталей от конструктивных элементов других, может привести к появлению еще больших трудностей при редактировании сборки. Описанная особенность заключается в том, что на практике крайне редко существует зависимость всех или большей части деталей от одной единственной, и в общем случае карта зависимостей может иметь достаточно сложную структуру, например, как показано на рисунке 0.41.

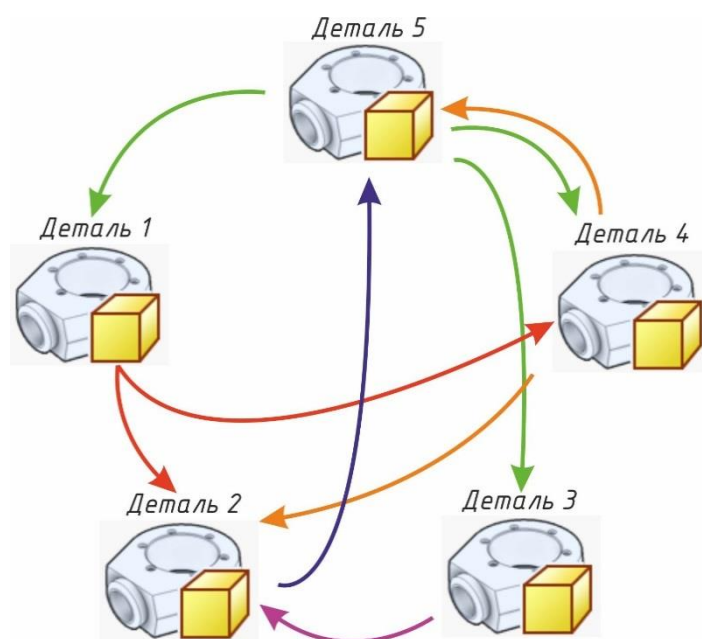


Рисунок 0.41 – Ориентировочная карта зависимостей

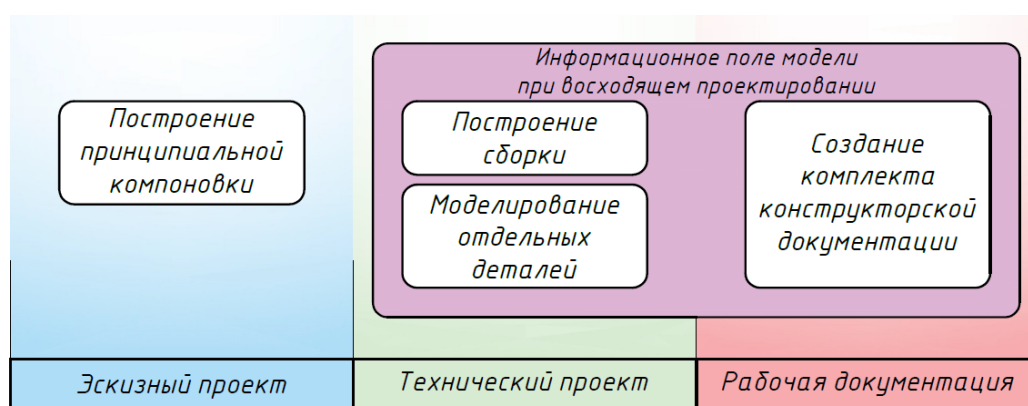
Обозначенные, на рисунке 0.41, при помощи стрелок связи, подразумевают зависимость переменных, определяющих размеры конструктивных элементов одной детали в зависимости от параметров другой детали, например, в случае необходимости внесения изменений в конструктивные элементы деталей №3, 4, 5 потребуется изменить значения переменных деталей №5 и 4.

По мере же увеличения количества деталей в проектируемом изделии будет существенно возрастать количество связей, которые в конечном итоге приведут к возникновению проблемы параметризации из-за сложности их контроля. Кроме того, смена разработчика при таком методе проектирования сведет на нет все построенные ранее связи, из-за отсутствия принципиальной схемы изделия.

Исходя из описанных ограничений можно обозначить область применения метода проектирования «снизу-вверх». Так отсутствие, в информационном поле модели, структурной схемы или компоновки будущего изделия сужает область применения данного метода до проектирования типовых механизмов с заранее известной, многократно отработанной конструкцией. К таковым относятся практически все механизмы, представленные в справочниках. Кроме типовых механизмов одним из направлений применения описанного метода может являться проектирование изделий с базовой деталью, как правило представленной в виде корпуса, и выступающей своеобразной компоновочной схемой, на которую будет завязана большая часть зависимостей.

Еще одним традиционным направлением применения метода восходящего проектирования является интеграция существующих наработок, выполненных до перехода предприятий к использованию систем автоматизированного проектирования среднего или высшего уровней, то есть создание трехмерных моделей, разработанных ранее изделий, по имеющимся чертежам.

Все вышеизложенное позволяет сформулировать основную отличительную особенность метода восходящего проектирования, а именно отсутствие в информационном поле модели начального этапа ее проектирования – эскизной компоновки, как показано на рисунке 0.42.



Стадии проектирования согласно ГОСТ 2.103-68

Рисунок 0.42 – Место метода «снизу-вверх» в структуре проектирования

Также из рисунка 0.42 видно, что использование данных о принципиальной структуре разрабатываемого механизма, количестве деталей и их взаимодействии при работе, не входящих в информационно поле модели, уменьшает охват последнего до двух стадий проектирования, регламентированных стандартом ГОСТ 2.103-2013, а именно до стадий разработки технического проекта и рабочей документации. Данный факт позволяет говорить о том, что метод восходящего проектирования позволяет решать лишь задачи конструирования, то есть задачи по выработке окончательных технических решений, дающих полное представление об устройстве разрабатываемого изделия. К которым следует отнести определение размеров деталей и проверку изделия на собираемость.

Попытка же внедрения компоновки в информационное поле модели привела к появлению нисходящего метода проектирования.

Суть метода нисходящего проектирования заключается в создании, на первоначальном этапе, принципиальной схемы механизма, регулирующей как

параметры отдельных деталей, так и их расположение. Структурная схема метода «Сверху-вниз» представлена на рисунке 0.43.

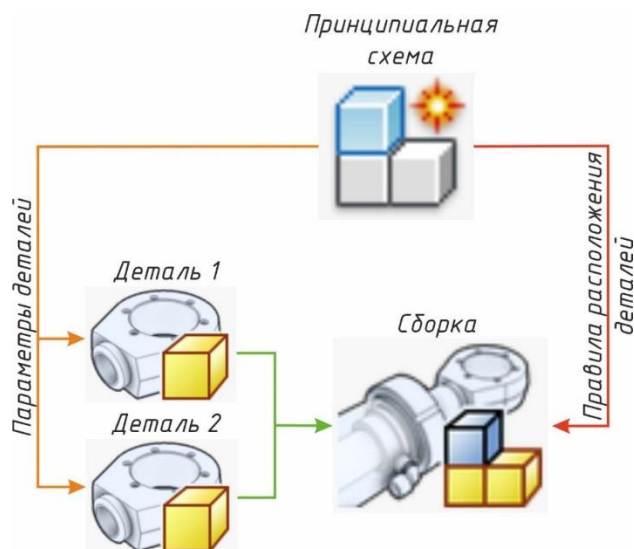


Рисунок 0.43 – Структурная схема метода нисходящего проектирования

Анализ представленной схемы позволяет сделать выводы о ее преимуществах и недостатках. Так одним из основных преимуществ является возможность сбора большинства, управляющих сборкой и размерами отдельных деталей, параметров в одном месте, вне зависимости от их принадлежности каким-либо структурным единицам изделия. Данное обстоятельство ведет к реальному уменьшению количества контролируемых элементов и существенному упрощению карты зависимостей, представленной на рисунке 0.41, которая из-за использования компоновки изделия в информационном поле модели примет вид, показанный на рисунке 0.44.

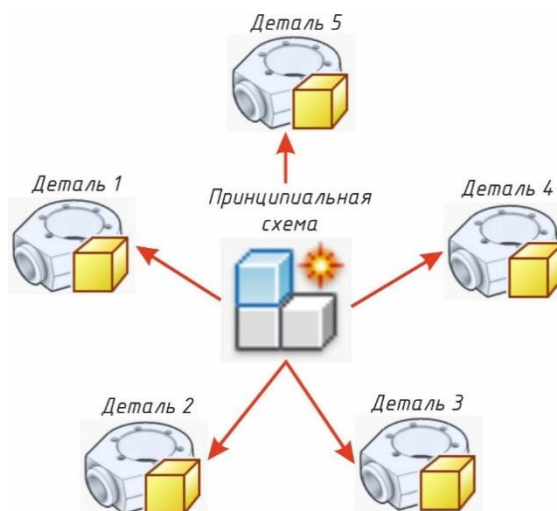


Рисунок 0.44 – Карта зависимостей при нисходящем проектировании

Рассматривая случай, аналогичный показанному для восходящего проектирования, при котором требуется внесение изменений в конструкцию деталей

№3, 4 и 5, можно заметить наличие необходимости изменения лишь принципиальной схемы, что сокращает количество редактируемых элементов с двух до одного. При этом усложнение конструкции и увеличением количества связей между деталями не приводит к увеличению количества контролируемых элементов в различных деталях.

Вторым достоинством представленного метода организации процесса проектирования является малая чувствительность к смене разработчика, достигаемая наличием всех необходимых сведений о проектируемом изделии в информационном поле модели, наглядная иллюстрация чего представлена на рисунке 0.45.

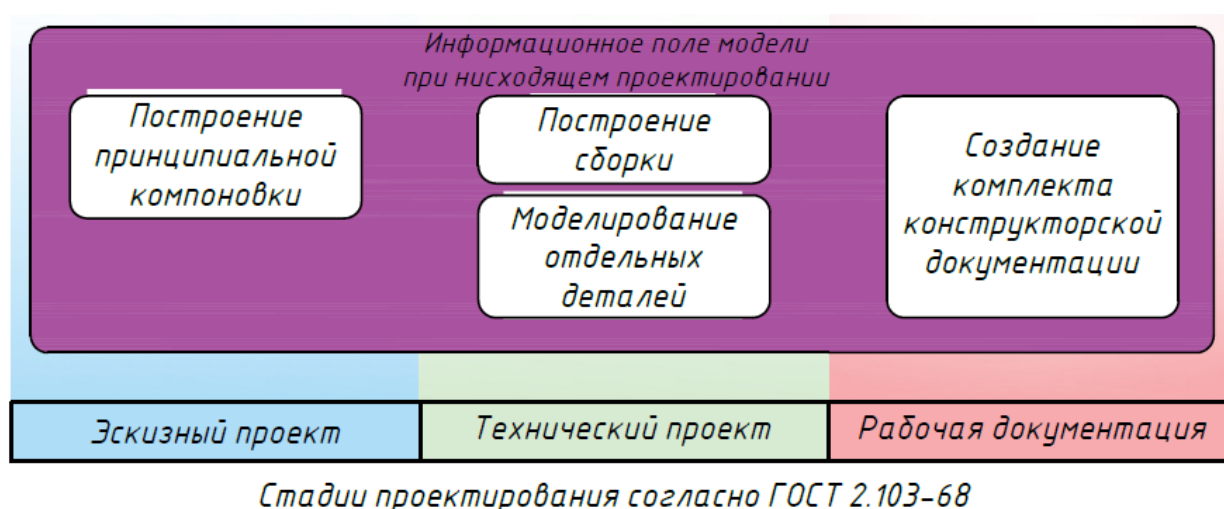


Рисунок 0.45 – Место метода «сверху-вниз» в структуре проектирования

Анализируя схему информационного поля модели и охват ею стадий проектирования можно сделать выводы об области применения метода проектирования «сверху-вниз». Благодаря возможности организации работ над стадиями эскизного и технического проектов в единой среде системы автоматизированного проектирования упрощается процесс внесения изменений в конструкцию, что позволяет разрабатывать сложные изделия и изделия с уникальной конструкцией.

Строго говоря именно введение стадии эскизного проекта в информационное поле модели позволяет говорить о проектировании как таковом. Так как построение принципиальной компоновки априори является одним из этапов проектирования, а ее отсутствие в информационном поле модели, говорит лишь о том, что ее построение было выполнено вручную или в другой системе автоматизированного проектирования.

Алгоритм работы в САПР по методу нисходящего проектирования как правило представлен следующими этапами:

1. Создание отдельного файла (в большинстве случаев детали), содержащего компоновку изделия;
2. Создание сборочной модели, содержащей созданный ранее файл с компоновкой;
3. Проработка геометрии отдельных деталей в среде сборочной модели, за счет использования геометрических и размерных параметров компоновки.

Сама компоновка будущего изделия на сегодняшний день может быть реализована огромным количеством подходов, к основным из которых следует отнести:

1. Эскиз, содержащий обычные геометрические примитивы в виде отрезков, дуг, окружностей и т.д.;
2. Эскиз, содержащий блоки будущих деталей и сборочных единиц;
3. Мультидеталь, каждое тело которой в последующем будет являться отдельной единицей сборочной модели;
4. Рабочую геометрию в виде осей, точек, плоскостей или поверхностей, ограничивающих размеры и взаимное расположение элементов изделия.

При этом осуществление второго этапа алгоритма возможно двумя способами. первый способ заключается в преобразовании элементов компоновки в отдельные детали или сборочные единицы и автоматическая генерация сборки их преобразованных элементов. для работы при помощи данного способа наиболее характерно построение компоновки при помощи блоков или многотельных деталей. Второй же способ заключается в самостоятельном создании сборки с количеством деталей равным количеству элементов компоновки и постепенным заимствованием геометрических примитивов и размерных параметров из компоновки в отдельные детали. При использовании данного способа наиболее характерным подходом к построению компоновки является применение в ней отдельных геометрических примитивов и рабочей геометрии.

Компьютерный класс, оснащенный интерактивным мультимедийным оборудованием (Проекторы EpsonEB-436Wi или EpsonEB-536Wi), вычислительной техникой с доступом к внутренней информационной сети; глобальной информационной сети; к технологии удаленных рабочих столов VDI.

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

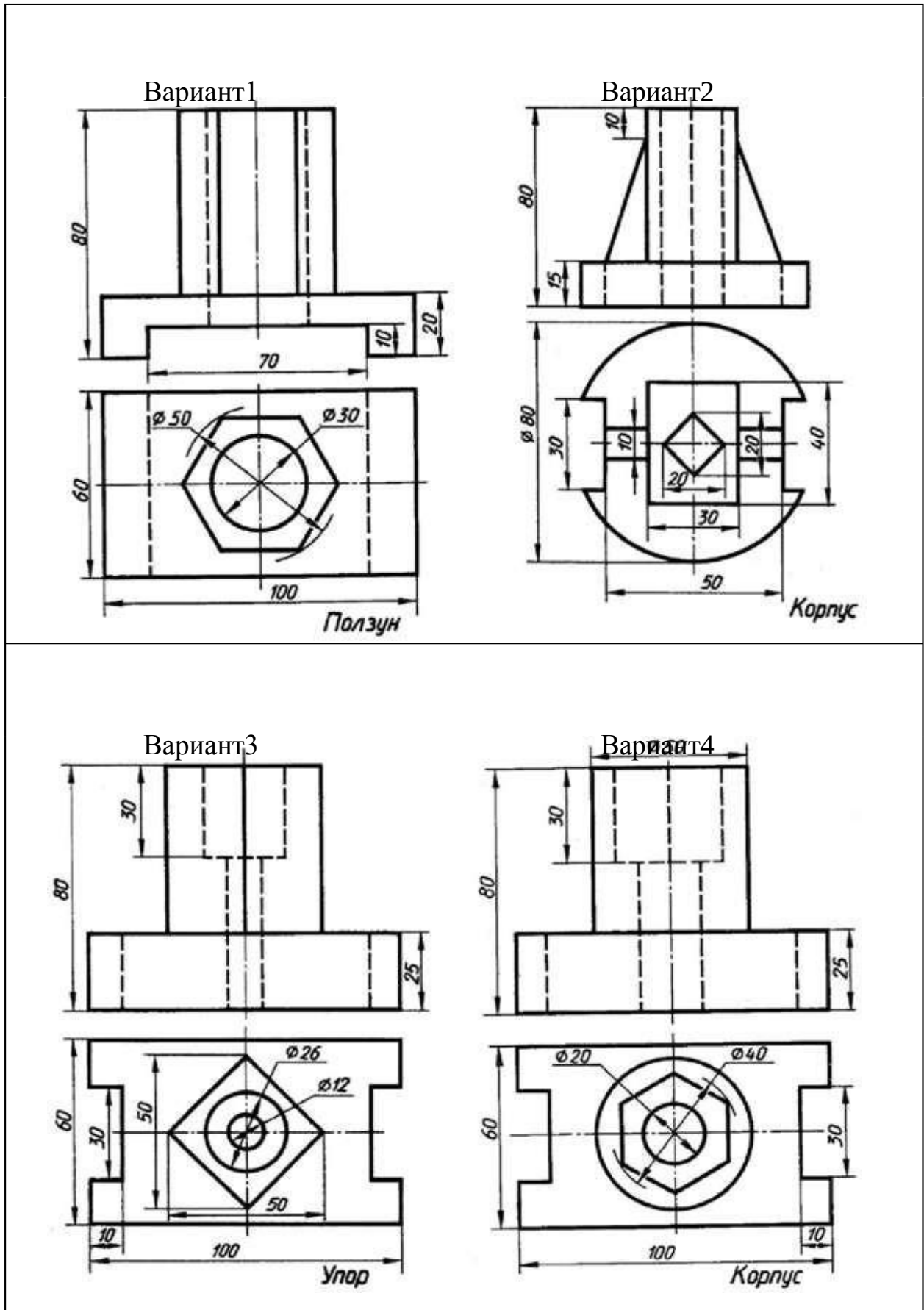
Студенту при работе на ПК запрещается:

- прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;
- переключать разъемы интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
- допускать попадание влаги на поверхность системного блока, монитора, иного оборудования, рабочую поверхность клавиатуры, дисководов, принтеров и других устройств;
- производить самостоятельное вскрытие и ремонт оборудования;
- работать на компьютере при снятых кожухах;
- отключать оборудование от электросети и выдергивать электровилку, держа за шнур.

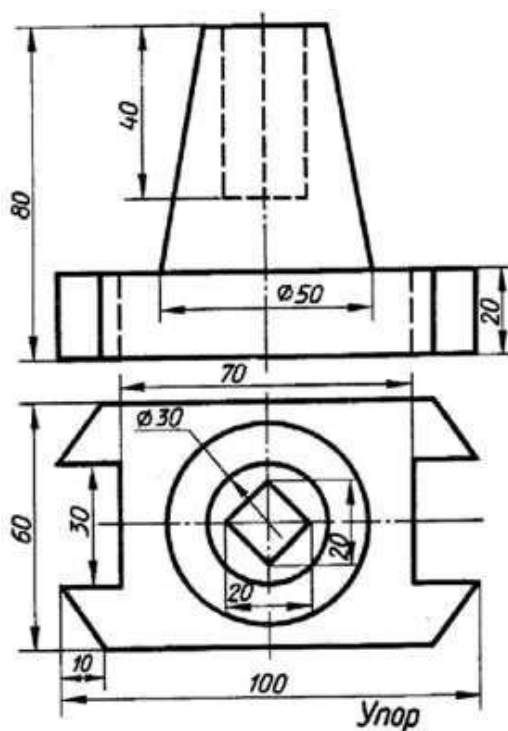
ЗАДАНИЯ

1. Произвести анализ выданного преподавателем задания.
2. Построить сборочную модель детали, представленной в задании с соблюдением указанных правил работы модели.

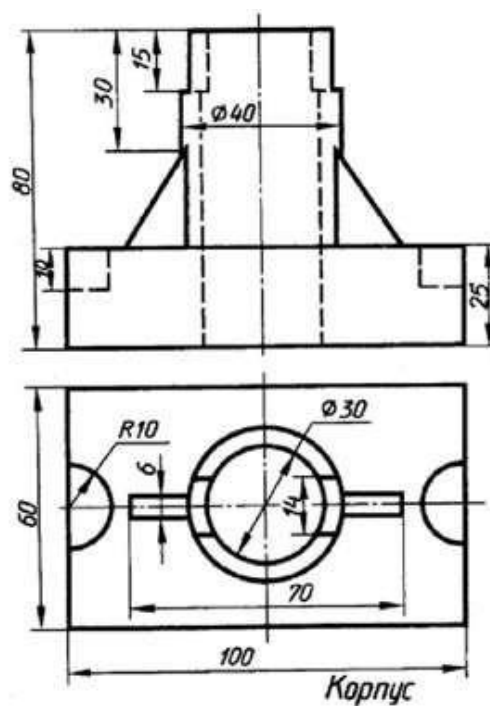
Таблица 19- Данные для практического занятия



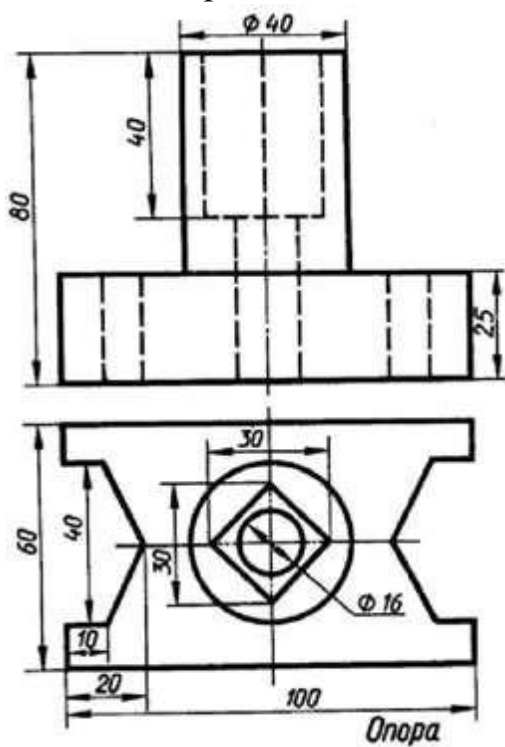
Вариант 5



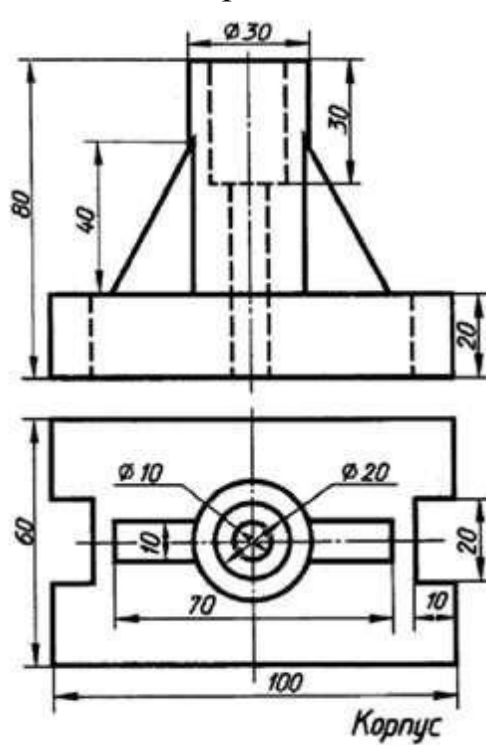
Вариант 6



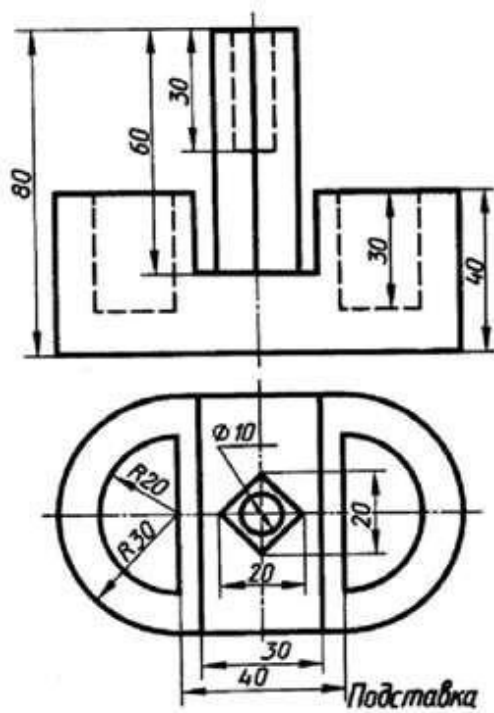
Вариант 7



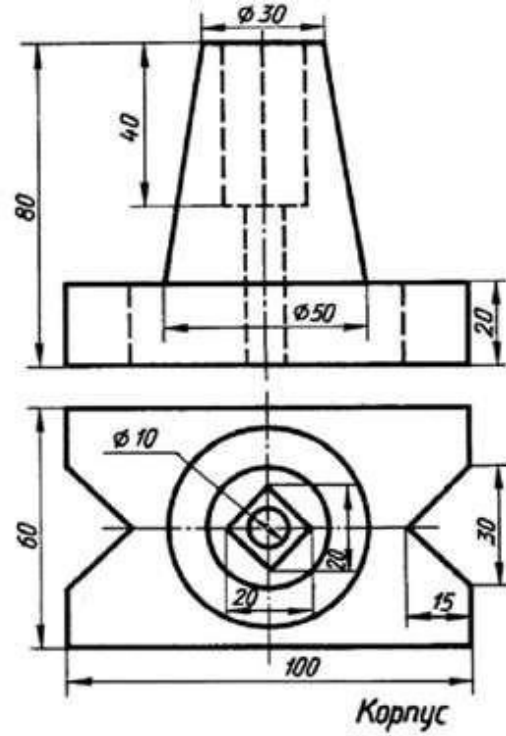
Вариант 8



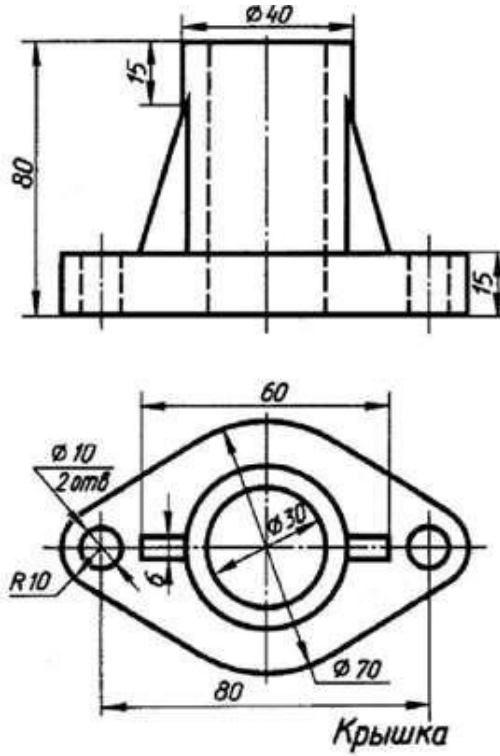
Вариант 9



Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12

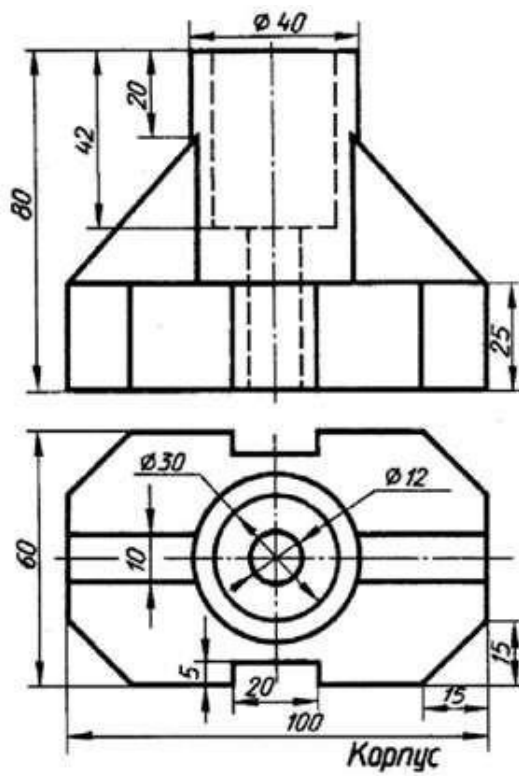
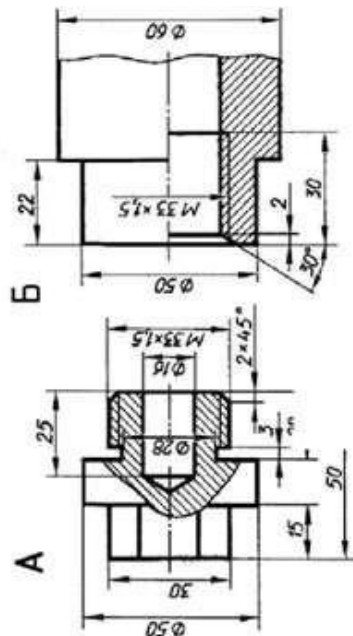
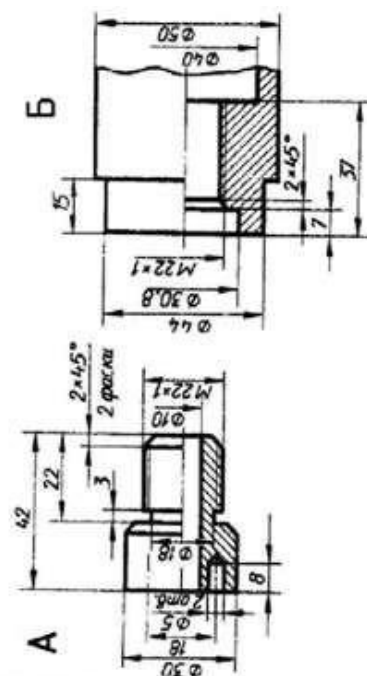


Таблица 20 - Данные для практического занятия 22

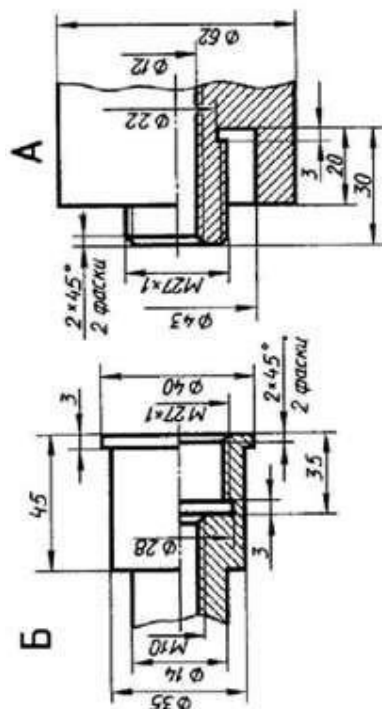
Вариант1



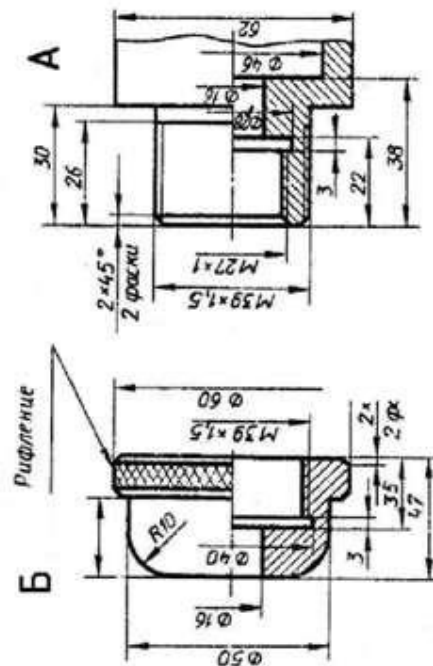
Вариант2



Вариант3

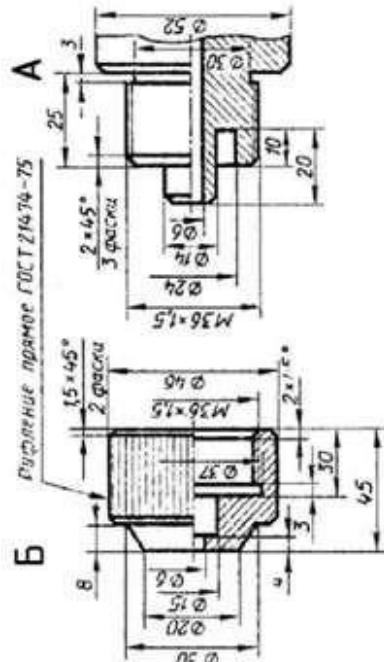


Вариант4

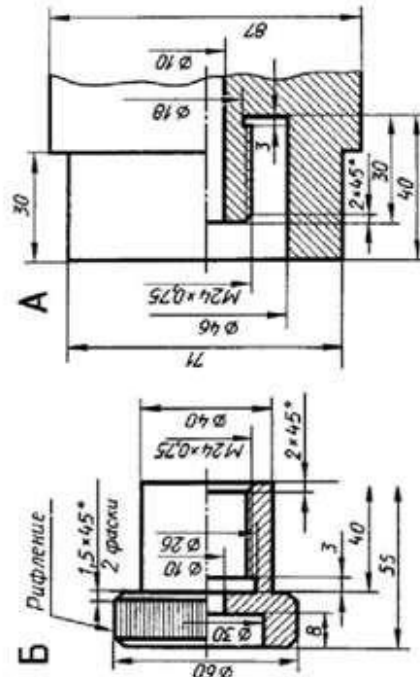


Продолжение таблицы 20

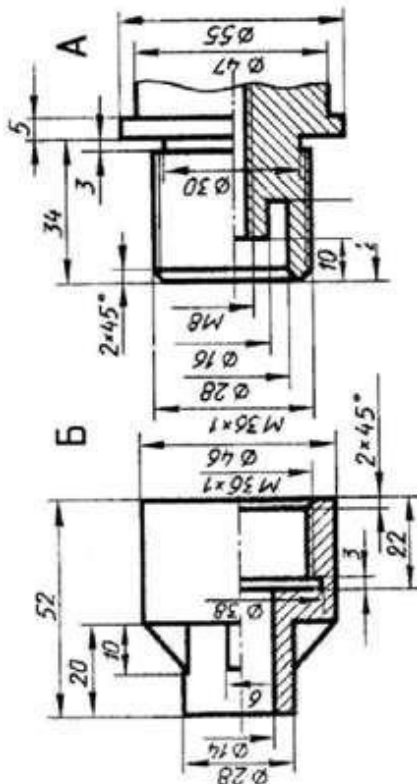
Вариант 9



Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12

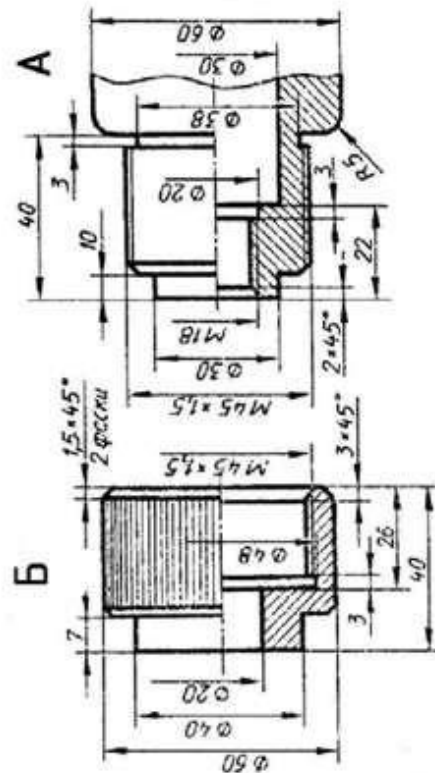
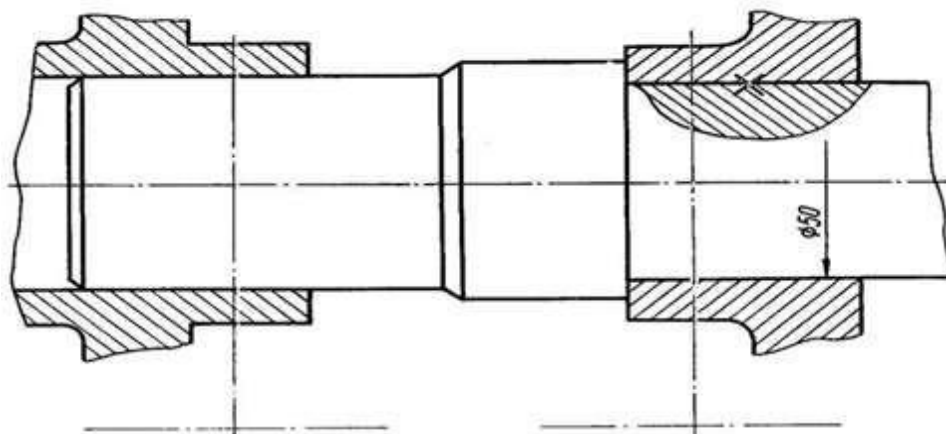


Таблица 21 - Данные для практического занятия 23

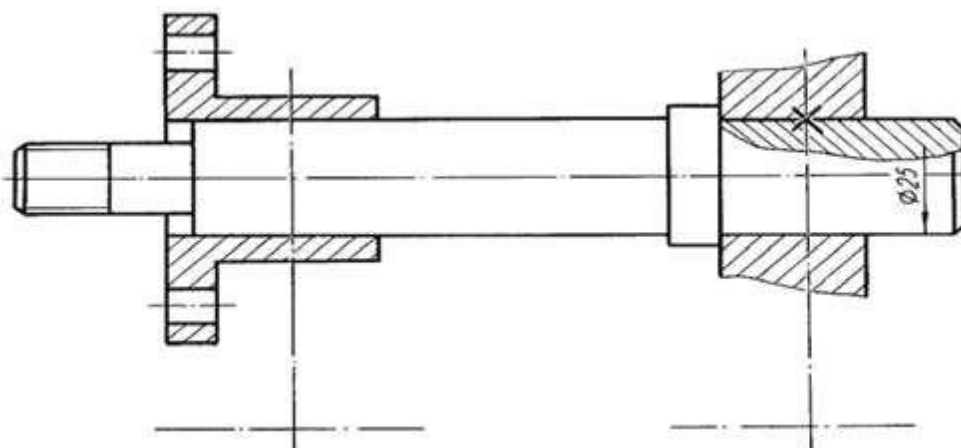
Вариант 1



Выполнить шлицевое соединение D–8 х 46 х 54 ГОСТ 1139–80*

Выполнить соединение шпонкой 16 х 10 х 35 ГОСТ 23360–78*

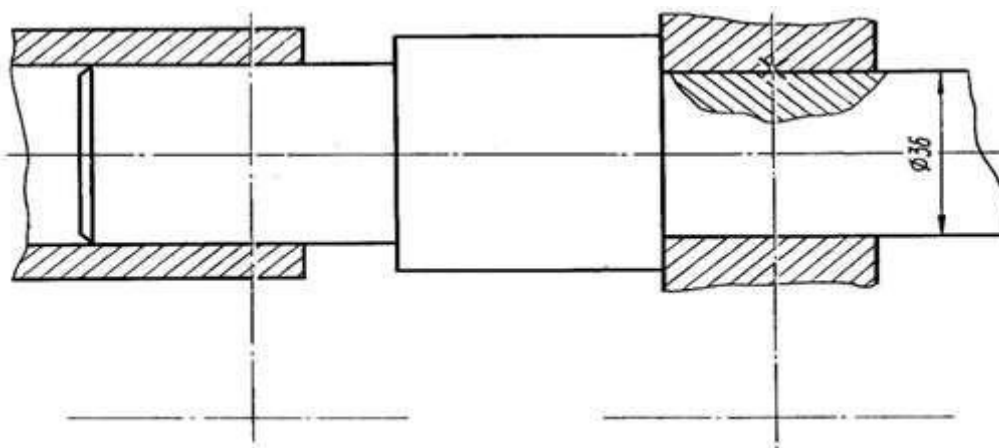
Вариант 2



1. Выполнить шлицевое соединение в–6 х 21 х 25 ГОСТ 1139–80*

2. Выполнить соединение шпонкой 8 х 7 х 36 ГОСТ 23360–78*

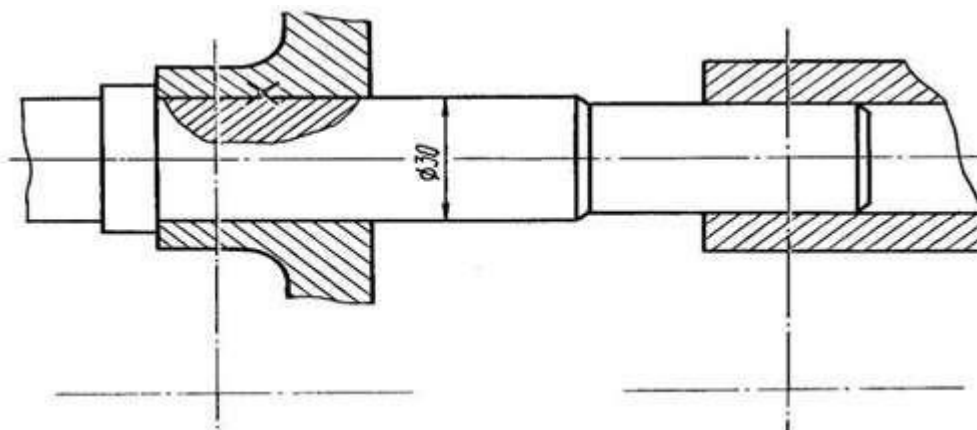
Вариант 3



1. Выполнить шлицевое соединение D–8 х 32 х 38 ГОСТ 1139–80*

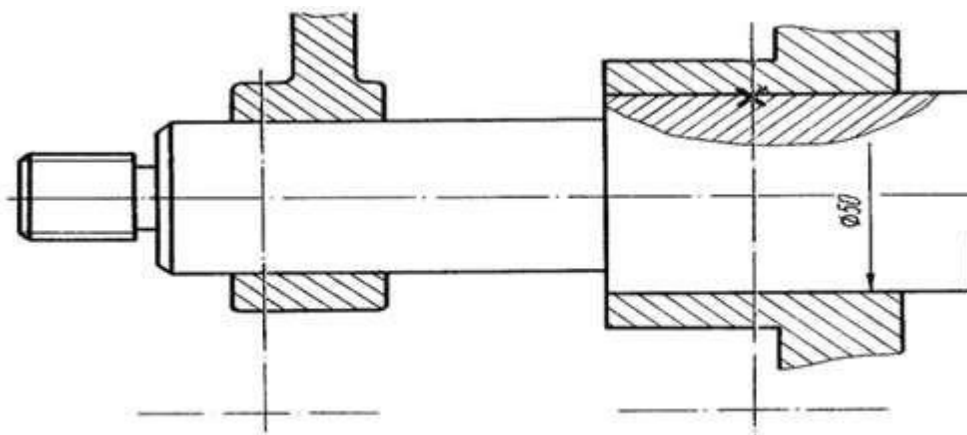
2. Выполнить соединение шпонкой 10 х 8 х 25 ГОСТ 23360–78*

Вариант 4



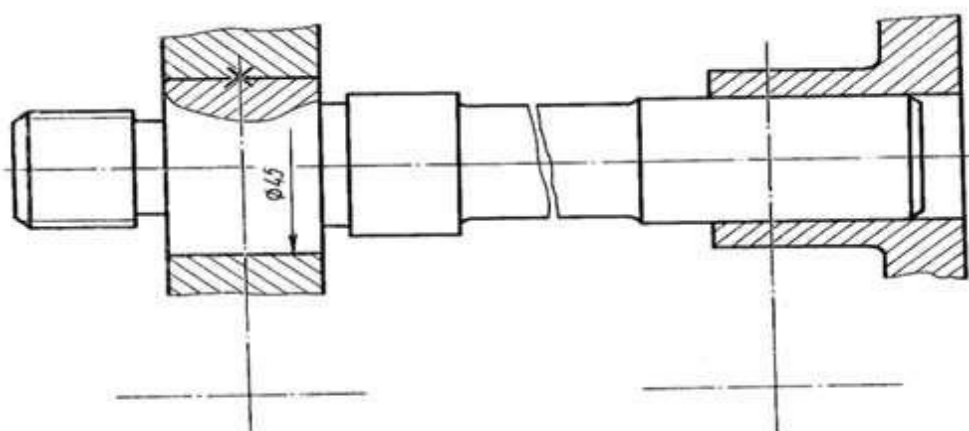
1. Выполнить соединение шпонкой 10x8x30 ГОСТ 23360-78*
2. Выполнить шлицевое соединение eb-6x23x28 ГОСТ 1139-80*

Вариант 5



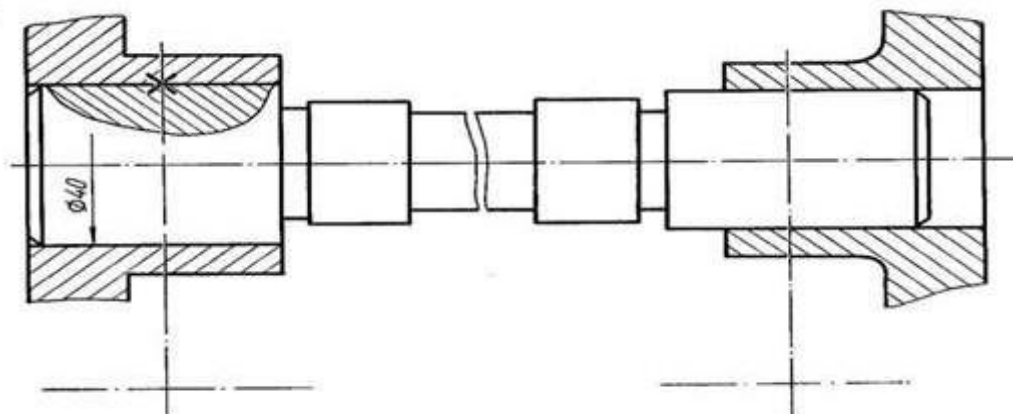
1. Выполнить шлицевое соединение ed-8x32x38 ГОСТ 1139-80*
2. Выполнить соединение шпонкой 14x9x40 ГОСТ 23360-78*

Вариант 6



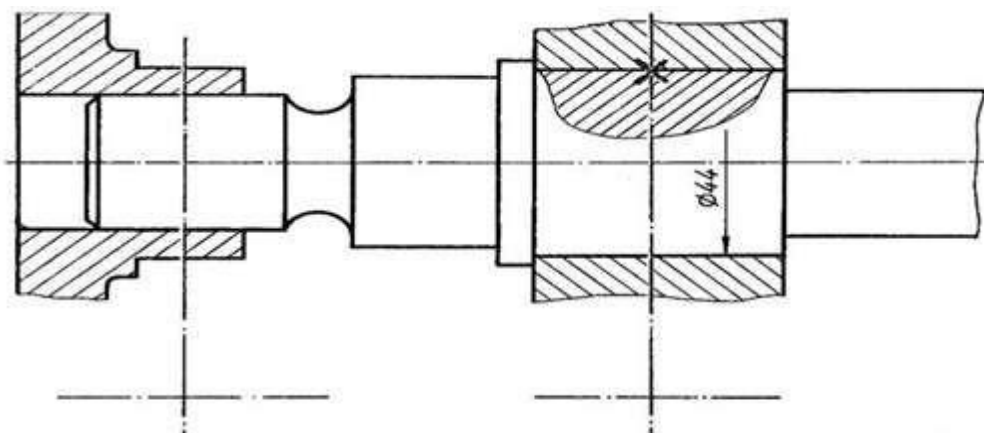
1. Выполнить соединение шпонкой 14x9x20 ГОСТ 23360-78*
2. Выполнить шлицевое соединение D-6x26x32 ГОСТ 1139-80*

Вариант 7



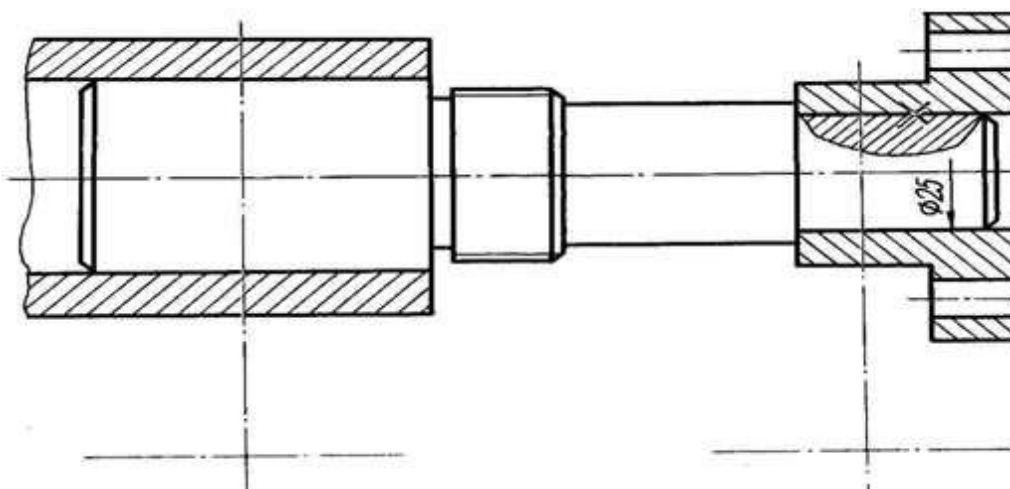
1. Выполнить соединение шпонкой 12x8x36 ГОСТ 23360-78*
2. Выполнить шлицевое соединение d-6x28x36 ГОСТ 1139-80*

Вариант 8



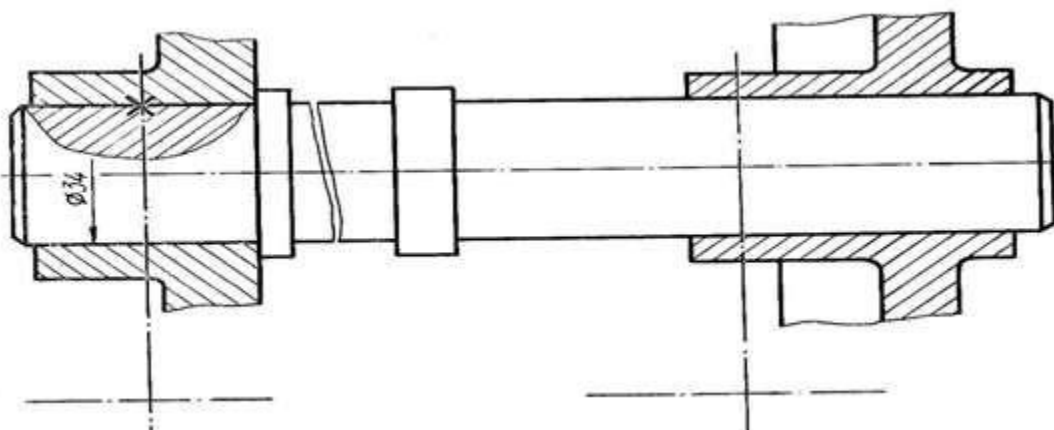
1. Выполнить шлицевое соединение D-6x26x32 ГОСТ 1139-80*
2. Выполнить соединение шпонкой 12x8x32 ГОСТ 23360-78*

Вариант 9



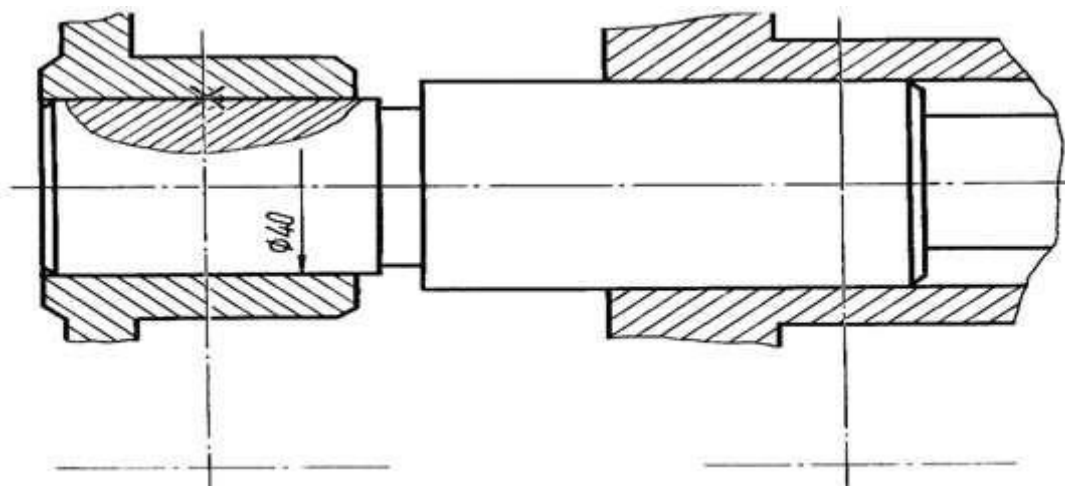
1. Выполнить шлицевое соединение d-8x36x42 ГОСТ 1139-80*
2. Выполнить соединение шпонкой 8x7x20 ГОСТ 23360-78*

Вариант 10



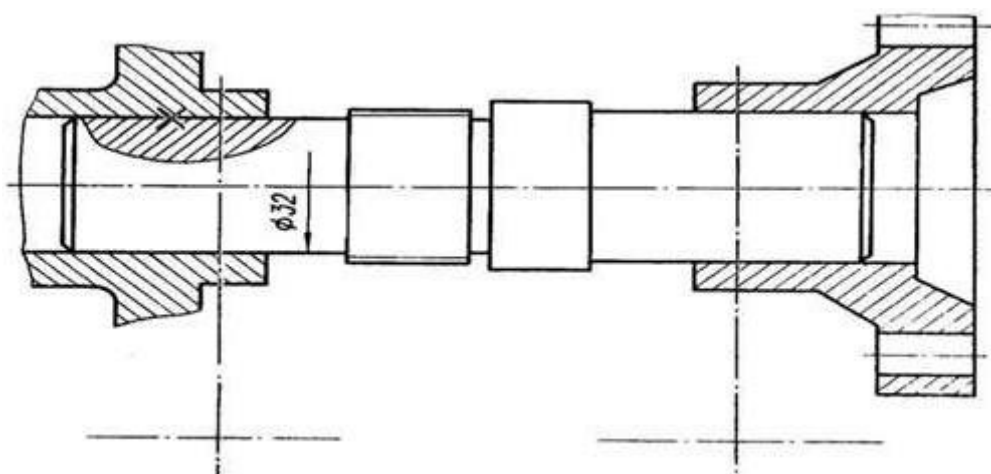
1. Выполнить соединение шпонкой 10x8x30 ГОСТ 23360-78*
2. Выполнить шлицевое соединение d-6x28x34 ГОСТ 1139-80*

Вариант 11



1. Выполнить соединение шпонкой 12x8x35 ГОСТ 23360-78*
2. Выполнить шлицевое соединение d-8x42x48 ГОСТ 1139-80*

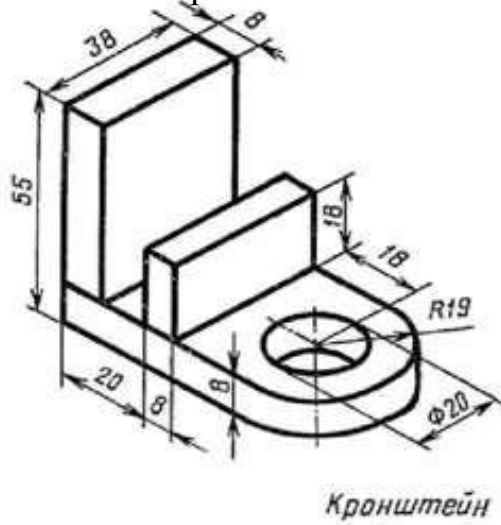
Вариант 12



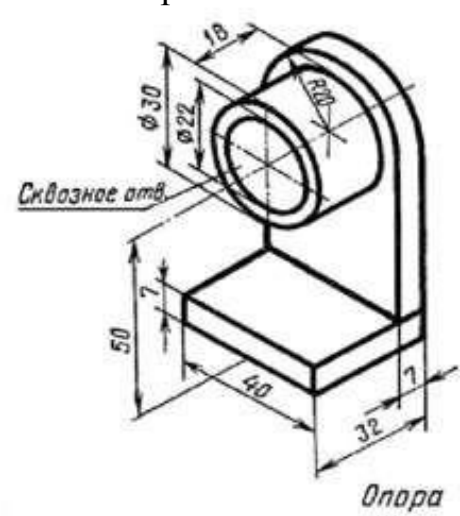
1. Выполнить соединение шпонкой 10x8x30 ГОСТ 23360-78*
2. Выполнить шлицевое соединение d-6x28x34 ГОСТ 1139-80*

Таблица 22 - Данные для практического занятия

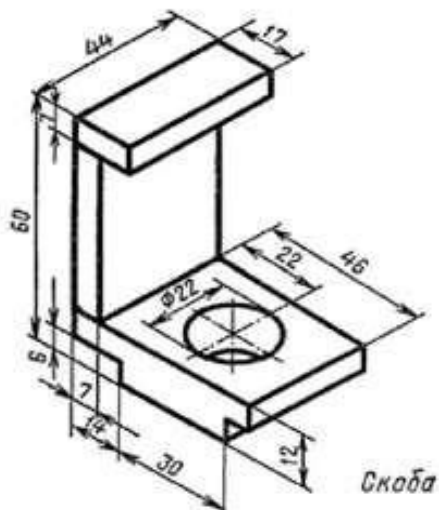
Вариант 1



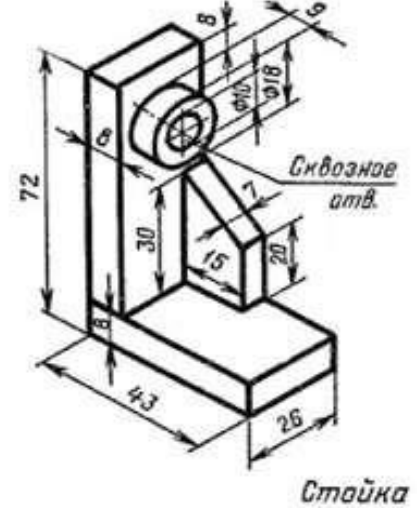
Вариант 2



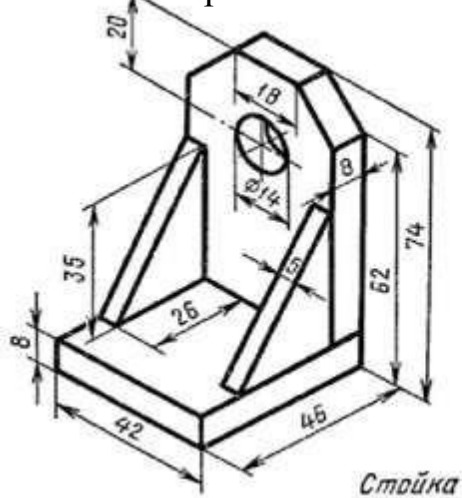
Вариант 3



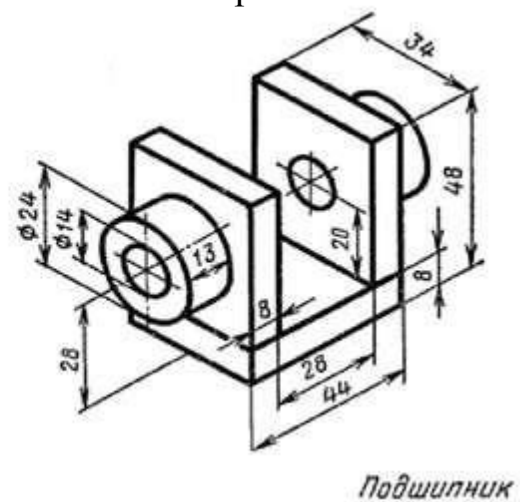
Вариант 4



Вариант 5

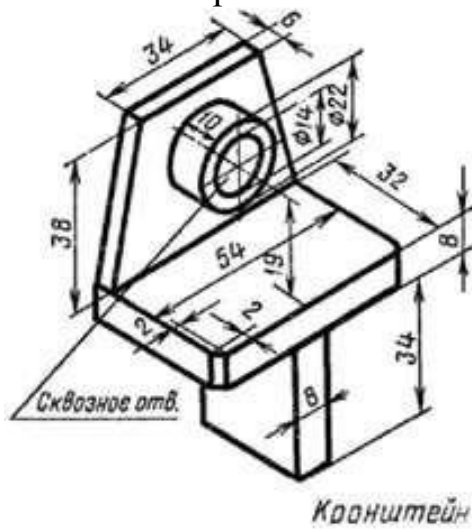


Вариант 6

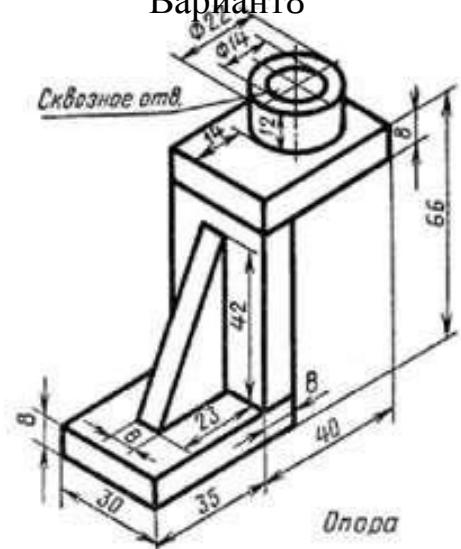


Продолжение таблицы 22

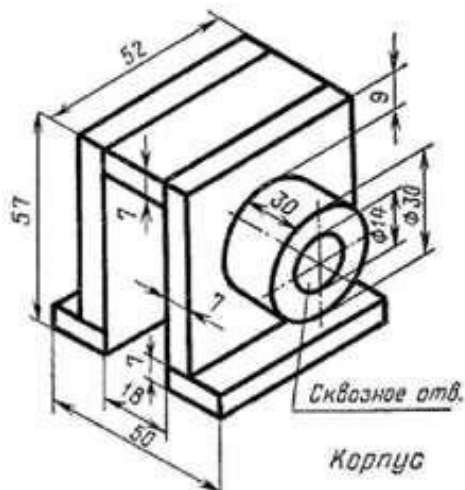
Вариант 7



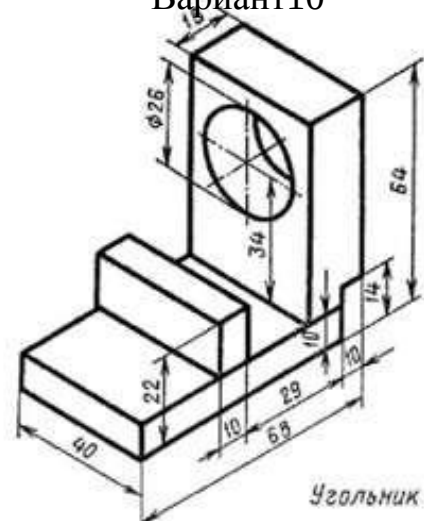
Вариант 8



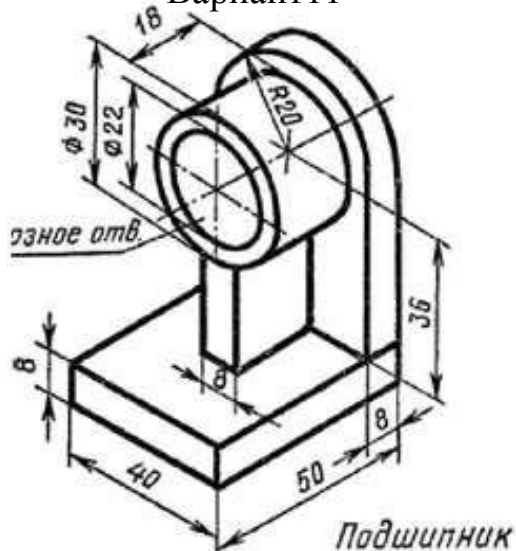
Вариант 9



Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12

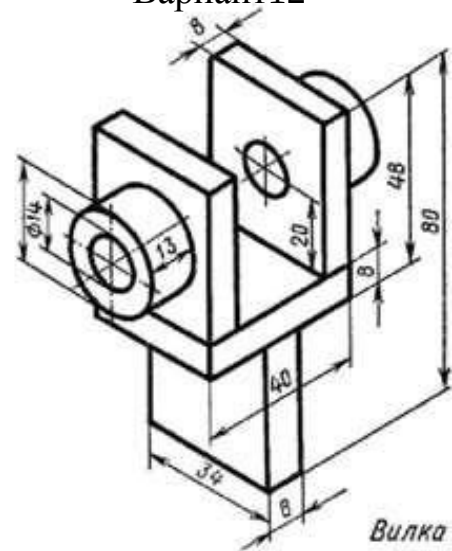
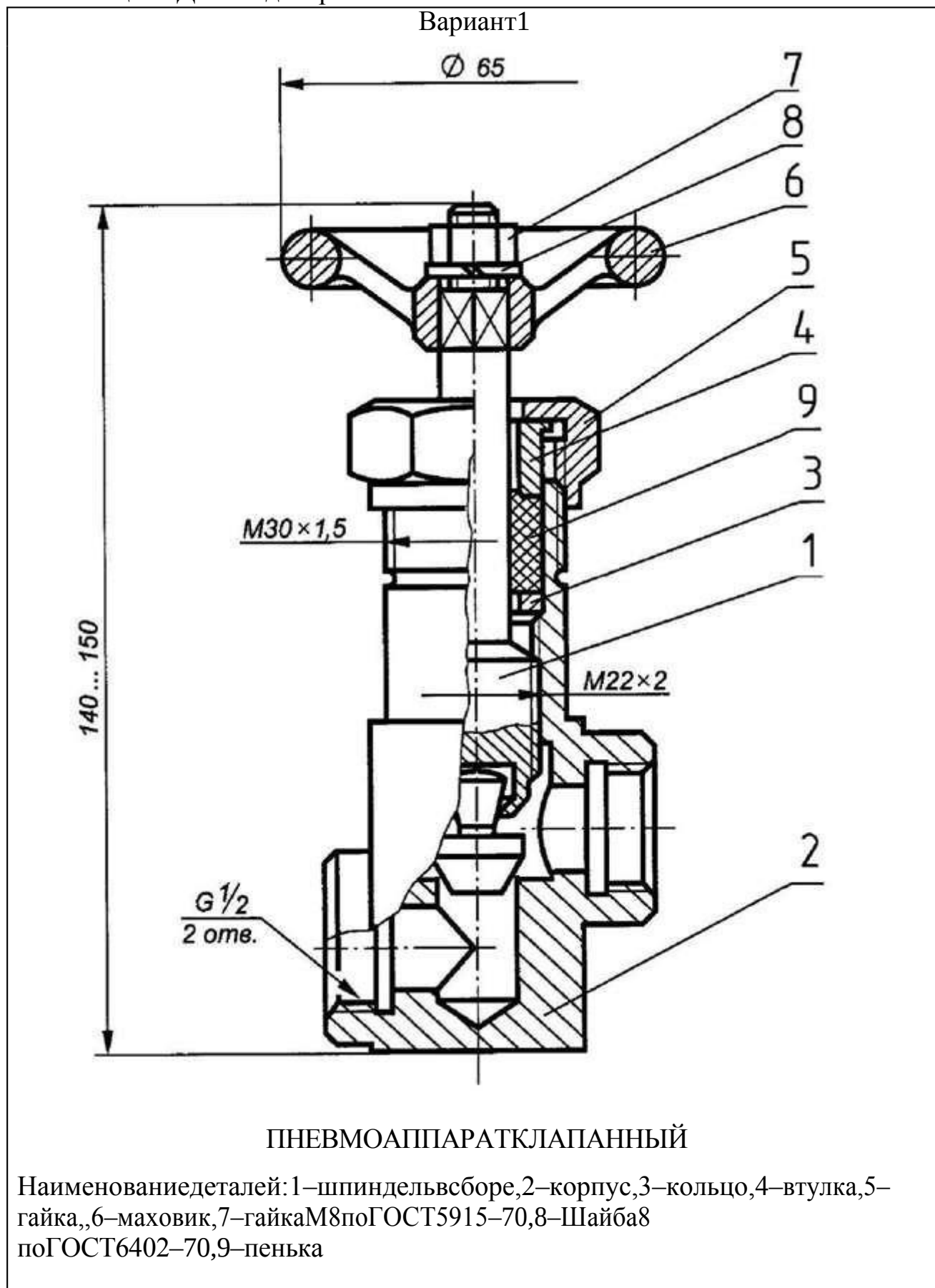
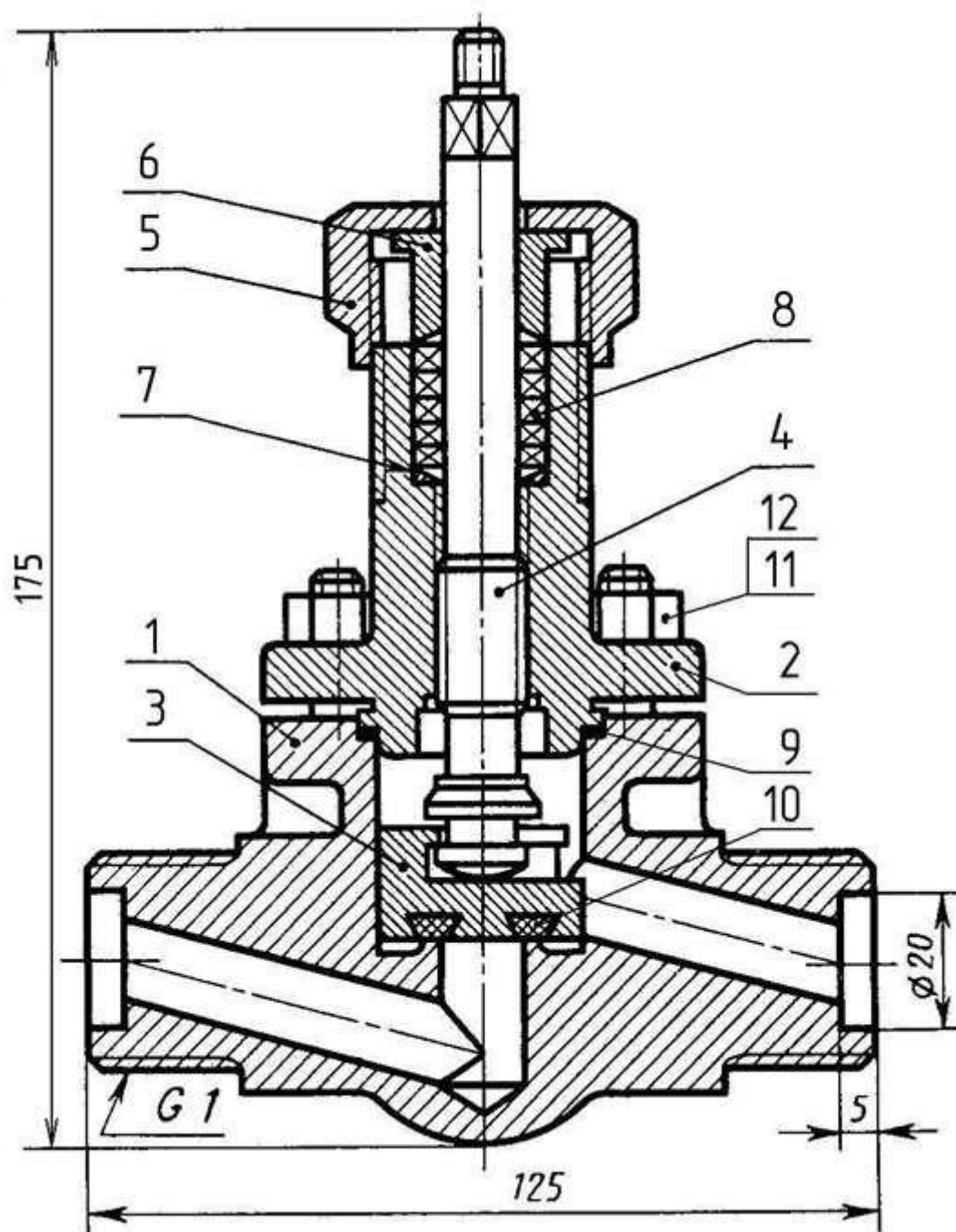


Таблица 23-Данные для практического занятия

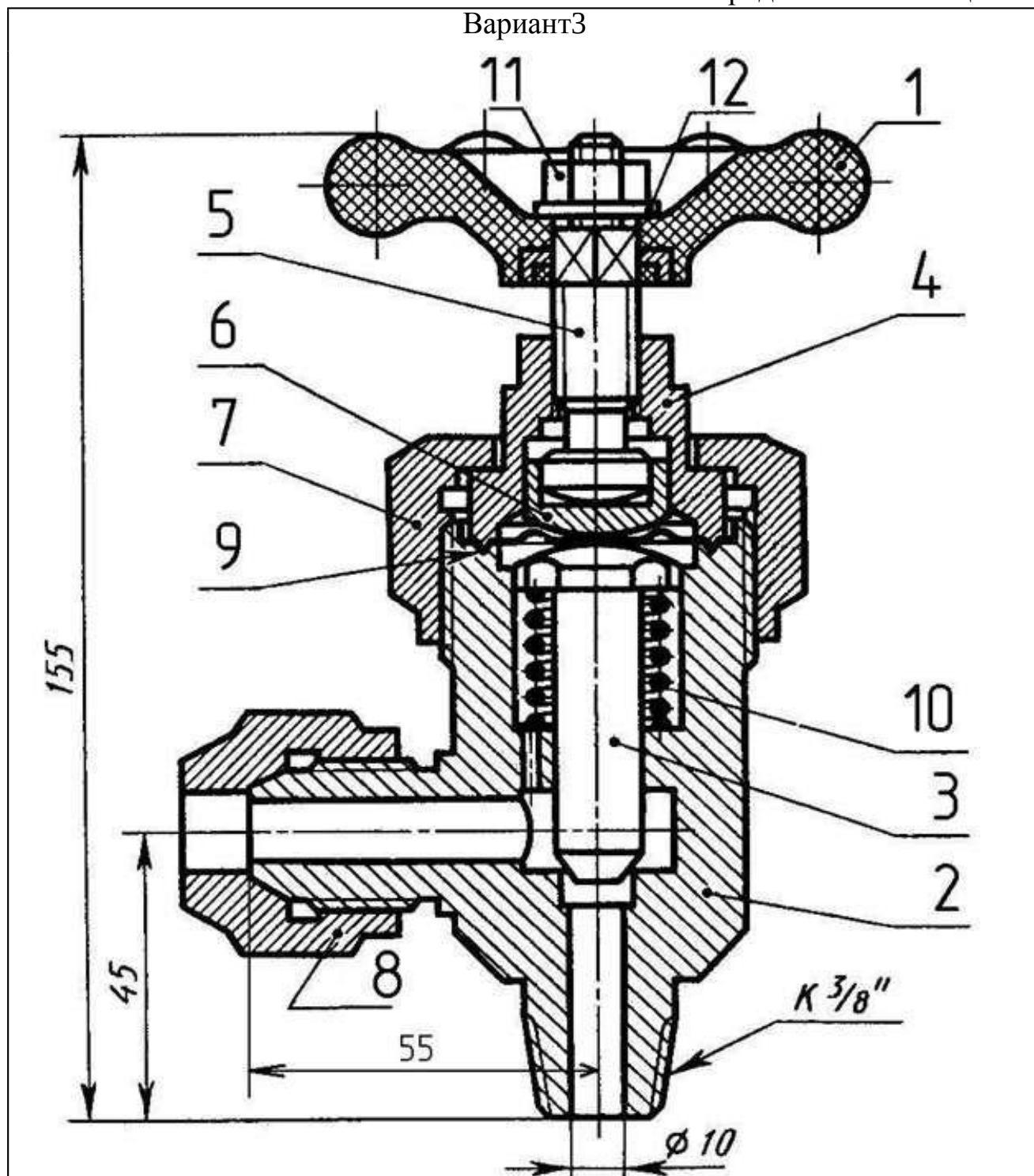


Вариант2



ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ, ЦАПКОВЫЙ

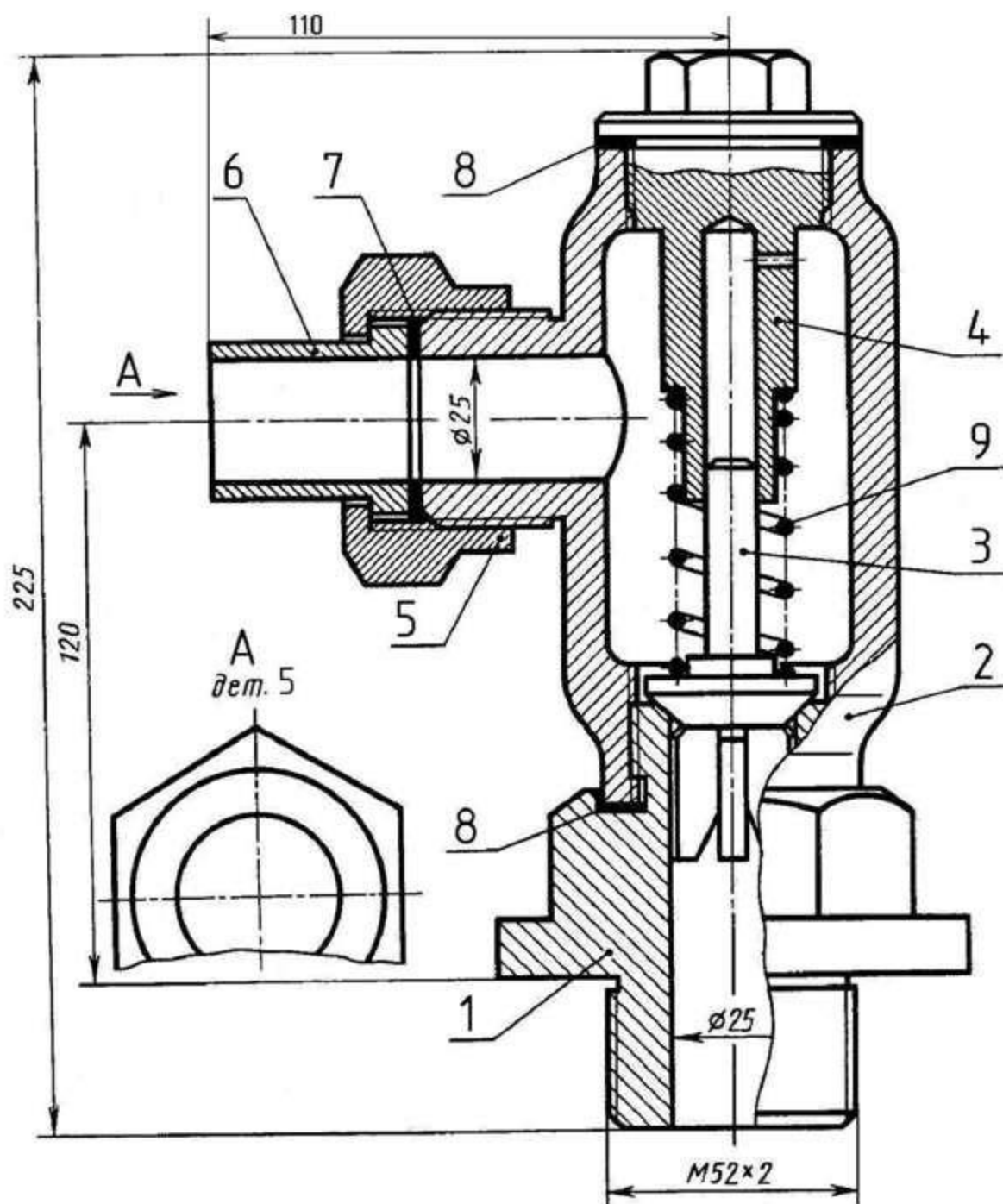
Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – крышка, 3 – золотник, 4 – шпindel с резьбой М14, 5 – гайка накидная с резьбой М33, 6 – втулка сальниковая, 7 – шайба специальная, 8 – асбест, 9 – прокладка паронитовая, 10 – уплотнение из баббита, 11 – шпилька М10 по ГОСТ 22032–76 (4 шт.), 12 – гайка М10 по ГОСТ 5915–70



ВЕНТИЛЬЗАПОРНЫЙ, УГЛОВОЙ

Наименование деталей: 1 – маховик, 2 – корпус из латуни, 3 – шток, 4 – крышка, 5 – шпindel с резьбой M14, 6 – подпятник, 7 – гайка накидная с резьбой M52, 8 – гайка накидная с резьбой M24, 9 – мембрана, 10 – пружина, 11 – гайка M8 по ГОСТ 5915–70, 12 – шайба 8 по ГОСТ 1137178

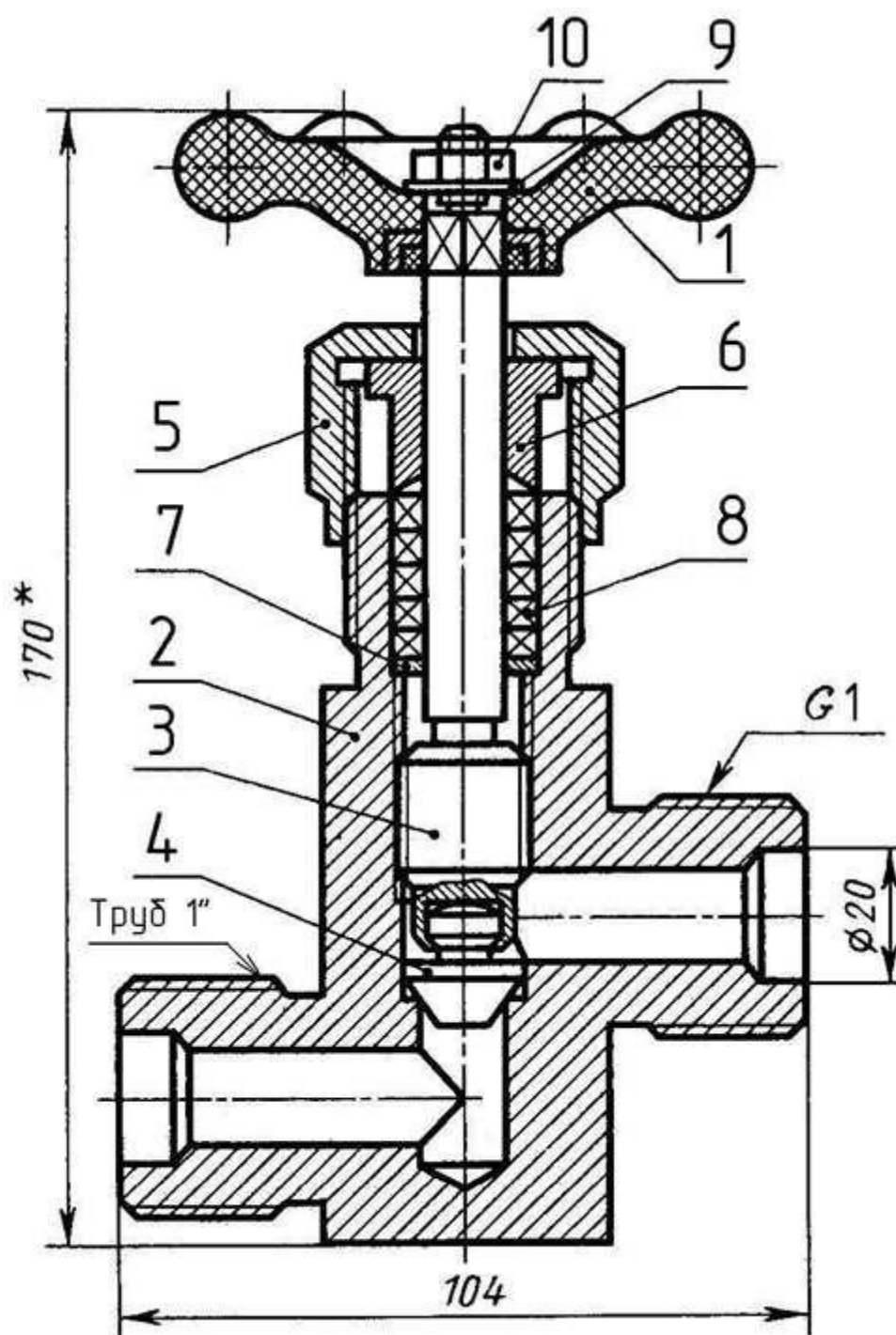
Вариант 4



КЛАПАНОБРАТНЫЙ

Наименование деталей: 1 – штуцер, 2 – корпус из стали с резьбовыми отверстиями М42х2, 3 – золотник, 4 – крышка, 5 – гайка накидная срезьбой М42х2, 6 – патрубок, 7 – прокладка резиновая, 8 – прокладка резиновая, 9 – пружина

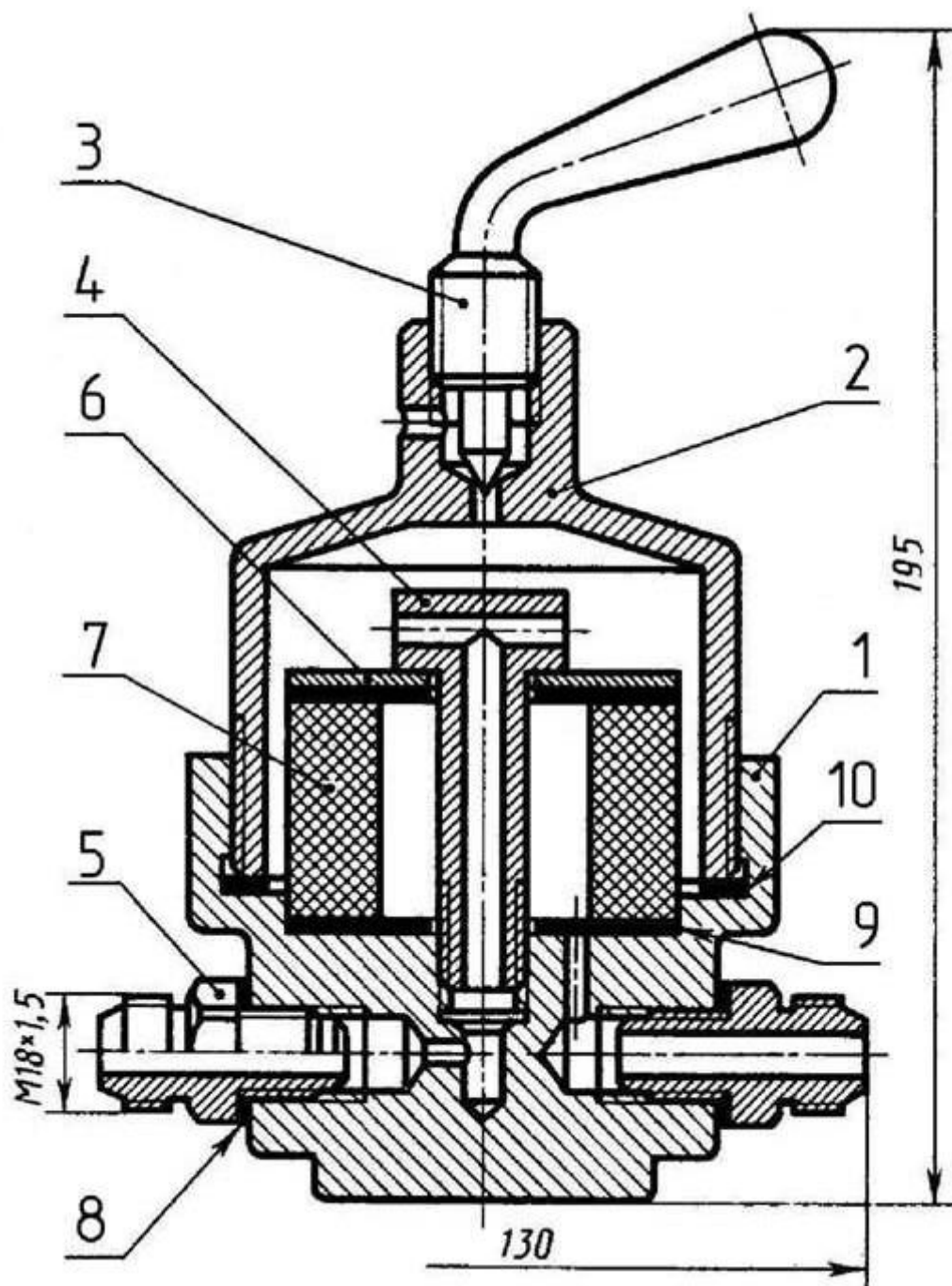
Вариант5



ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ, ЦАПКОВЫЙ

Наименование деталей: 1 – маховик, 2 – корпус стальной, 3 – шпindelь, 4 – золотник, 5 – гайка накидная с резьбой М36х1, 5, 6 – втулка сальниковая, 7 – шайба, 8 – набивка асбестовая, 9 – шайба по ГОСТ 11371–78, 10 – гайка М6 по ГОСТ 5915–70

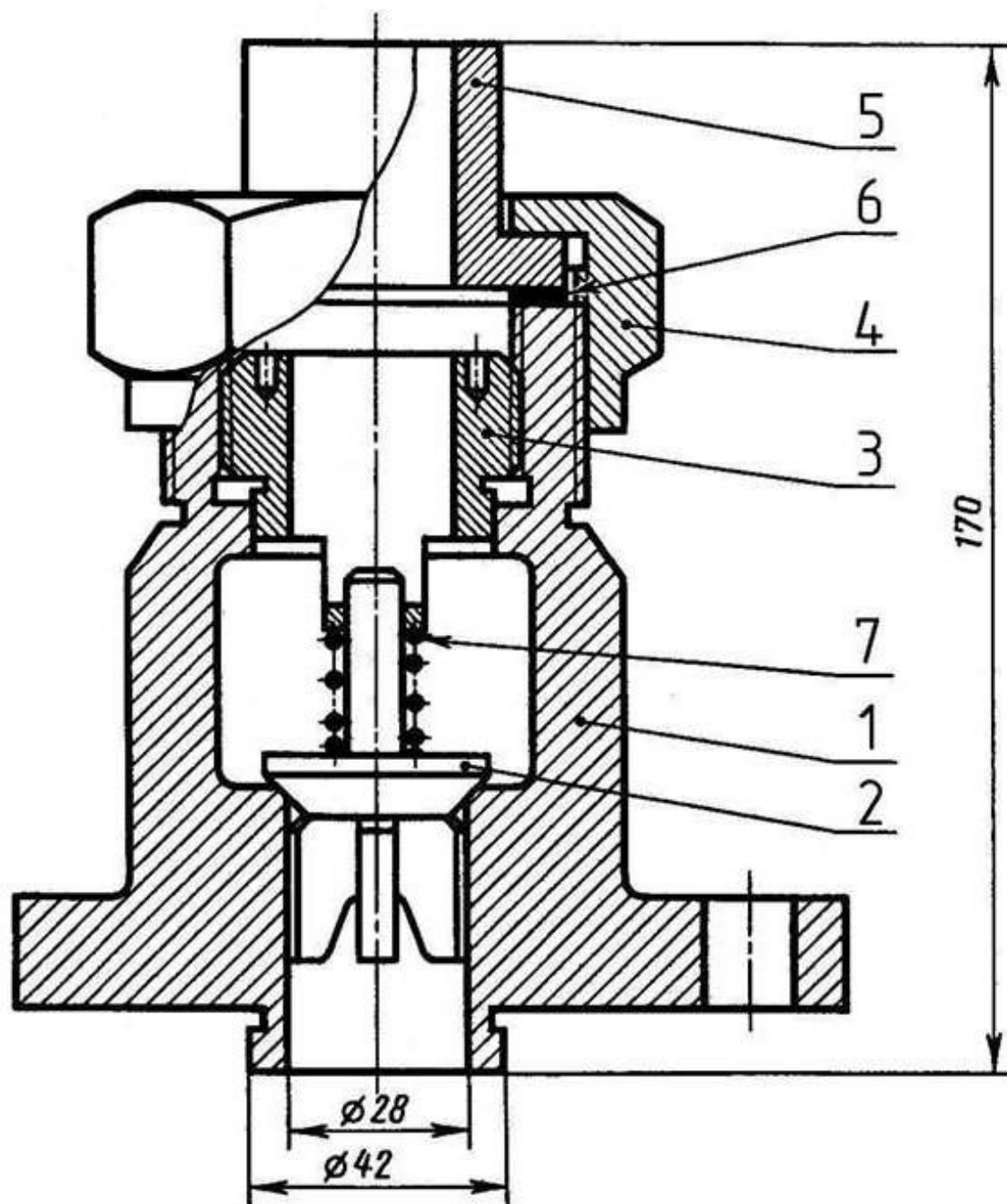
Вариант6



ФИЛЬТР ВОЗДУШНЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – крышка с резьбой M80x3, 3 – рукоятка с резьбой M18, 4 – штуцер из латуни с резьбой M14x1, 5 – штуцер из стали (2 шт.), 6 – шайба, 7 – фильтр, 8 – прокладка резиновая (2 шт.), 9 – прокладка резиновая (2 шт.), 10 – прокладка резиновая

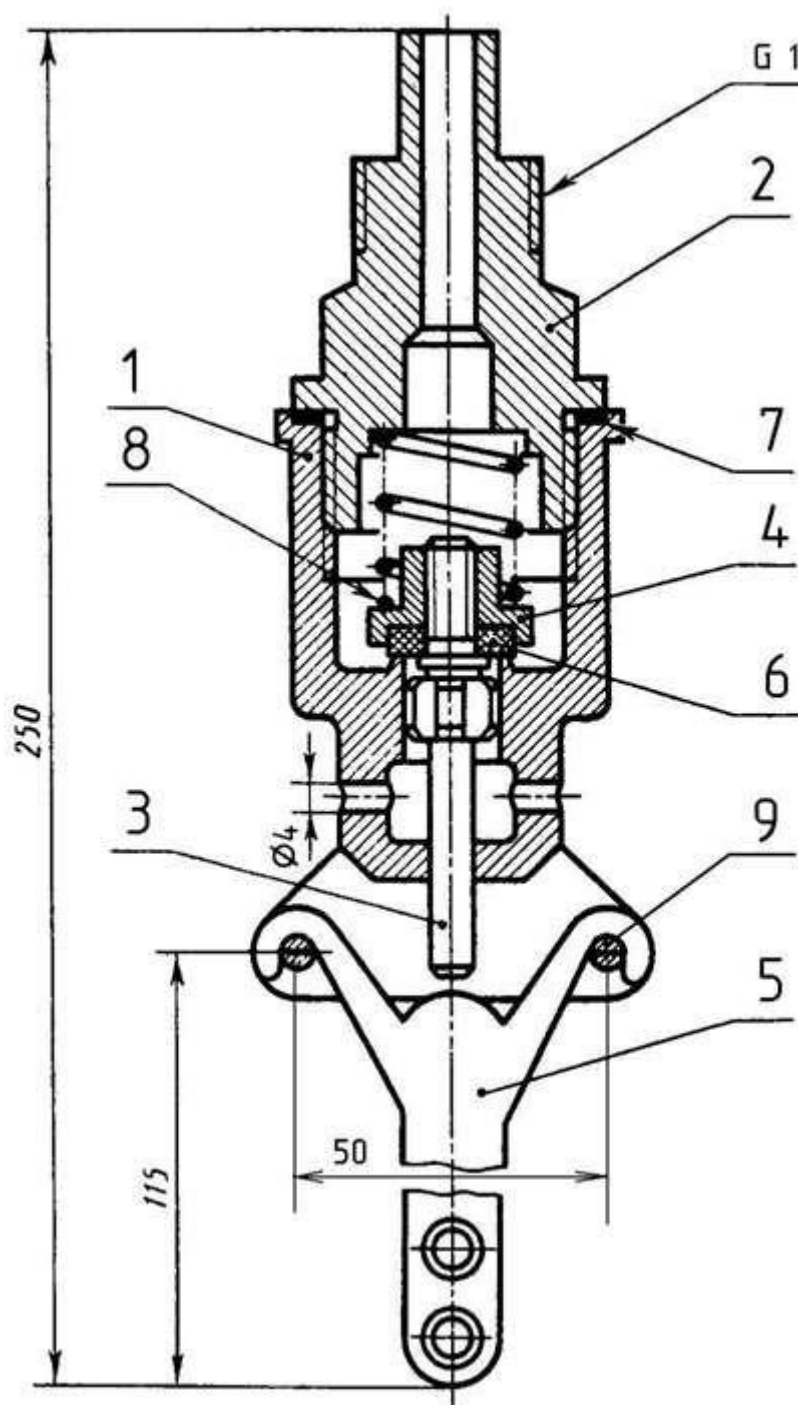
Вариант 7



КЛАПАНОБРАТНЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – золотник из латуни, 3 – втулка с резьбой М50, 4 – гайка накидная с резьбой М72х4, 5 – патрубок, 6 – прокладка из резины, 7 – пружина

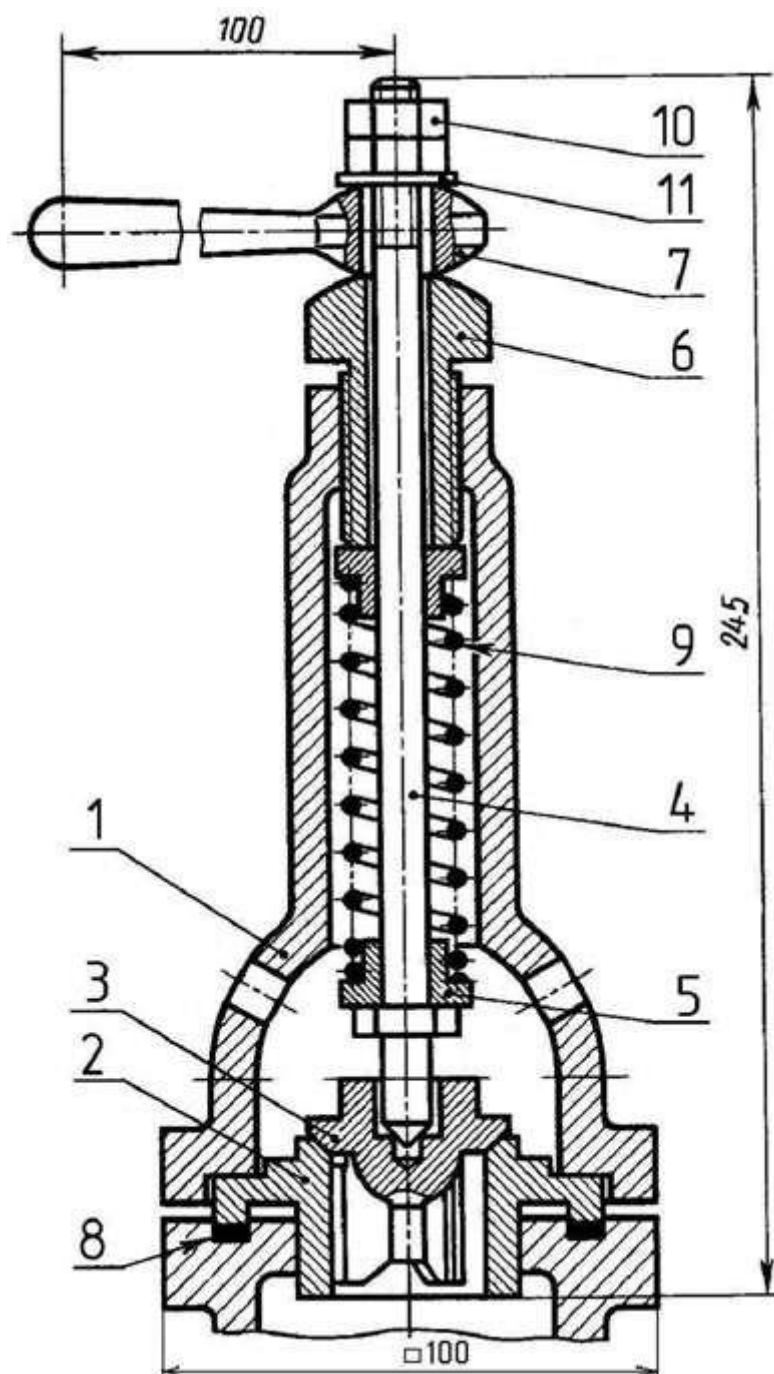
Вариант 8



КЛАПАН ВЫПУСКНОЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – крышка с резьбой М40х1,5, 3 – клапан из латуни с резьбой М6, 4 – гайка специальная, 5 – рукоятка, 6 – прокладка резиновая, 7 – прокладка резиновая, 8 – пружина, 9 – шплинт 6х30 по ГОСТ 397-79

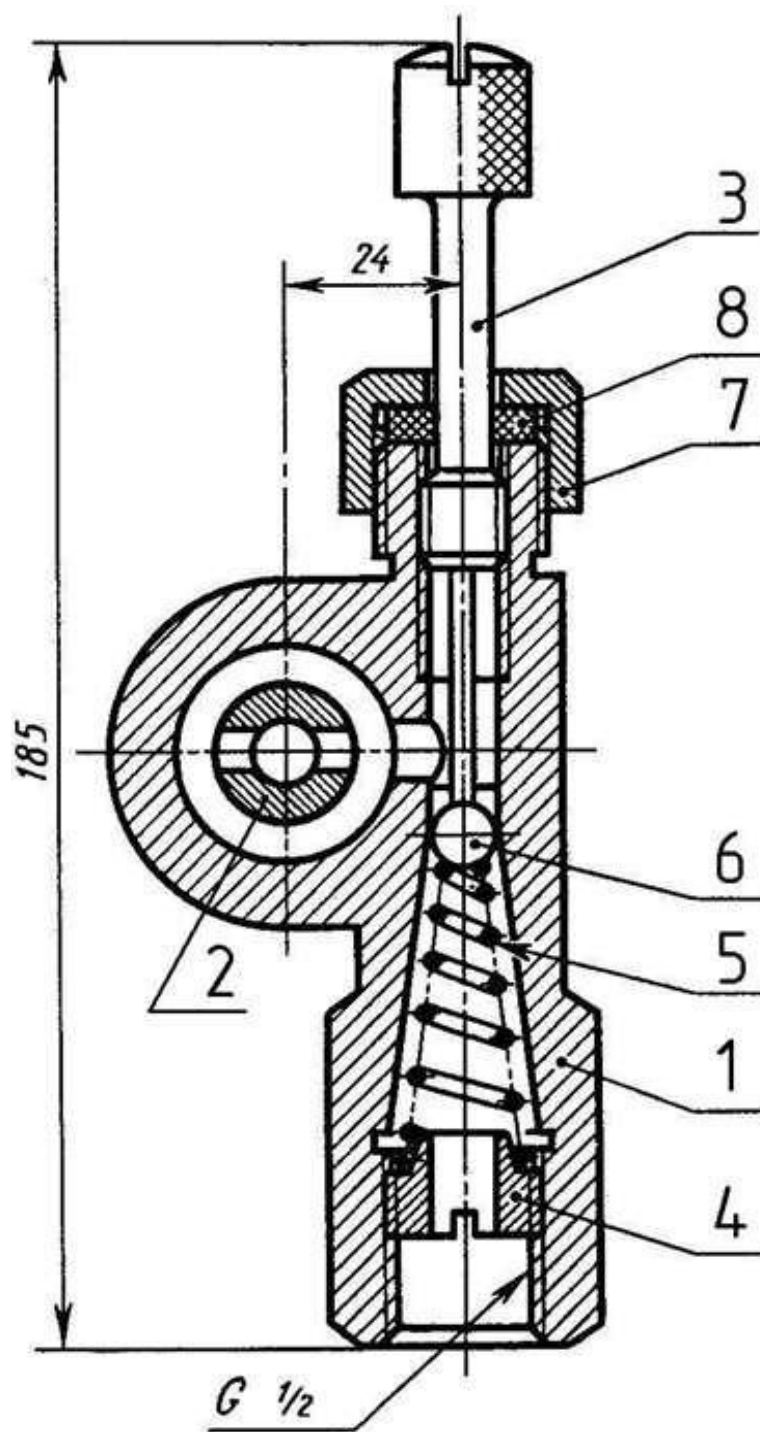
Вариант 9



КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – седло, 3 – золотник из латуни, 4 – шток, 5 – тарелка пружины, 6 – втулка с резьбой М24, 7 – рукоятка, 8 – прокладка резиновая, 9 – пружина, 10 – гайка М10 по ГОСТ 5915–70 (2 шт.), 11 – шайба 10 по ГОСТ 11371–78

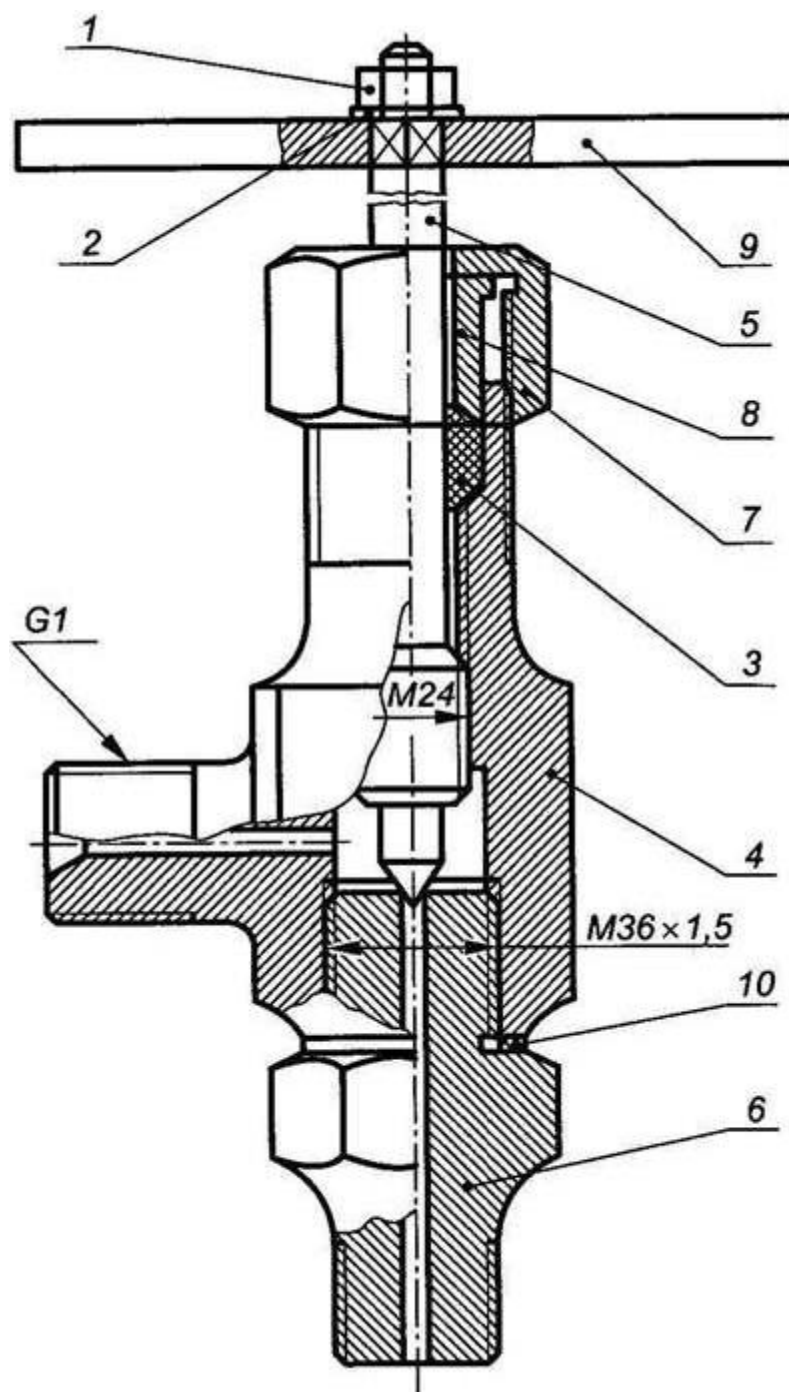
Вариант 10



КЛАПАН РЕГУЛИРУЕМЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – штуцер, 3 – игла регулирующая с резьбой M14, 4 – гайка специальная, 5 – пружина, 6 – шарик, 7 – гайка накидная с резьбой M26, 8 – прокладка резиновая

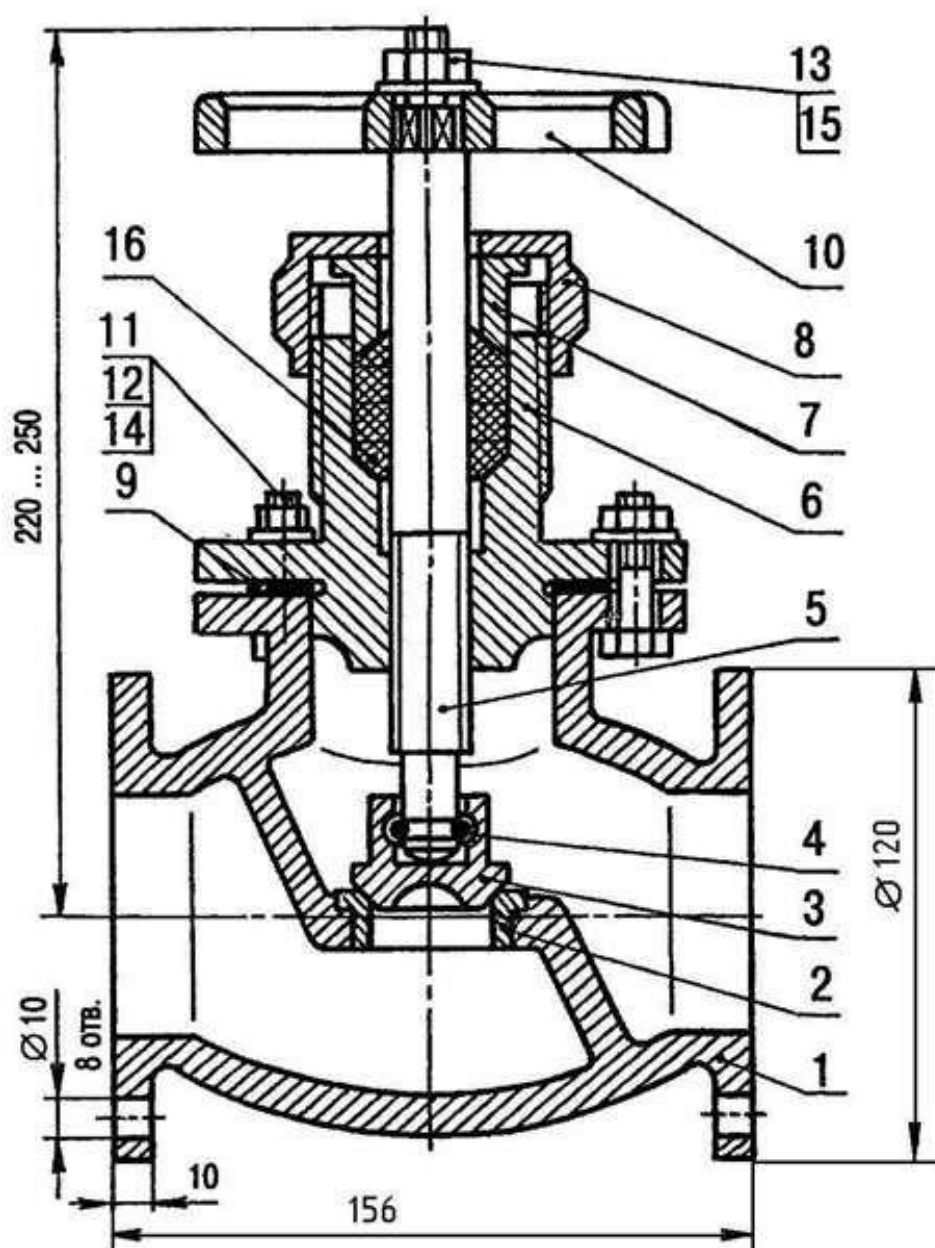
Вариант11



ВЕНТИЛЬ УГЛОВОЙ

Наименование деталей: 1 – гайка М10 по ГОСТ 5915–70, 2 – шайба 10 по ГОСТ 11371–78, 3 – пенька ПП по ГОСТ 9993–74, 4 – корпус из стали, 5 – шпindel с резьбой М24, 6 – штуцер с резьбой М36х1,5, 7 – гайка накидная с резьбой М42х2, 8 – втулка, 9 – рукоятка, 10 – прокладка

Вариант 12



ВЕНТИЛЬ УГЛОВОЙ

Наименование деталей: 1 – корпус чугунный, 2 – втулка стальная, 3 – золотник бронзовый, 4 – скоба, 5 – шпindel с резьбой М14, 6 – крышка, 7 – втулка нажимная, 8 – гайка накидная с резьбой М60, 9 – прокладка, 10 – маховик 120x14 по ГОСТ 5260–75, 11 – болт М8 по ГОСТ 7798–70, 12 – гайка М8 по ГОСТ 5919–70, 13 – гайка М10 по ГОСТ 5915–70, 14 – шайба 8 по ГОСТ 11971–78, 15 – шайба 10 по ГОСТ 11971–78, 16 – пенька по ГОСТ 9993–74, 0,017 кг

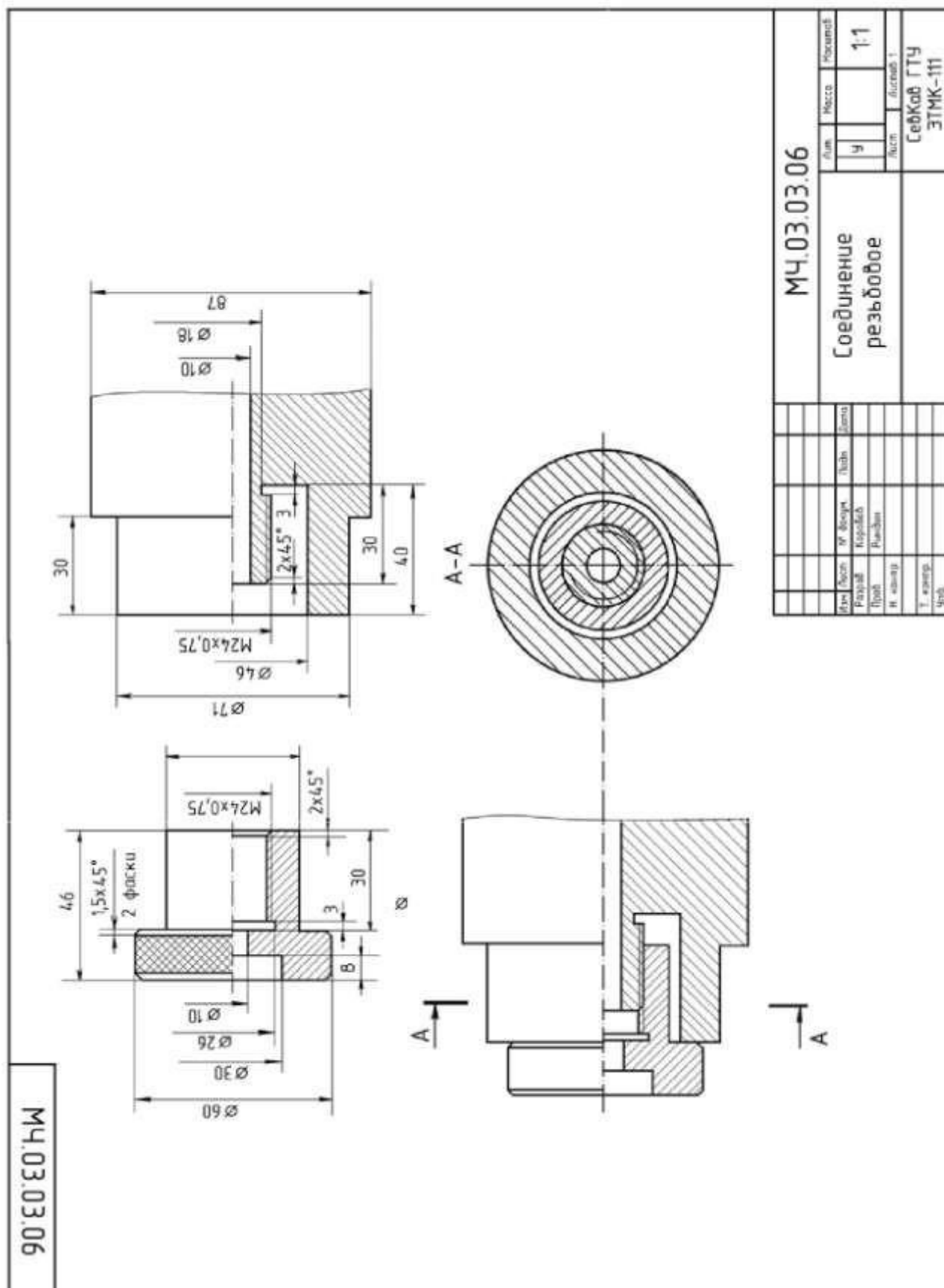


Рисунок 6—Пример выполнения практического занятия

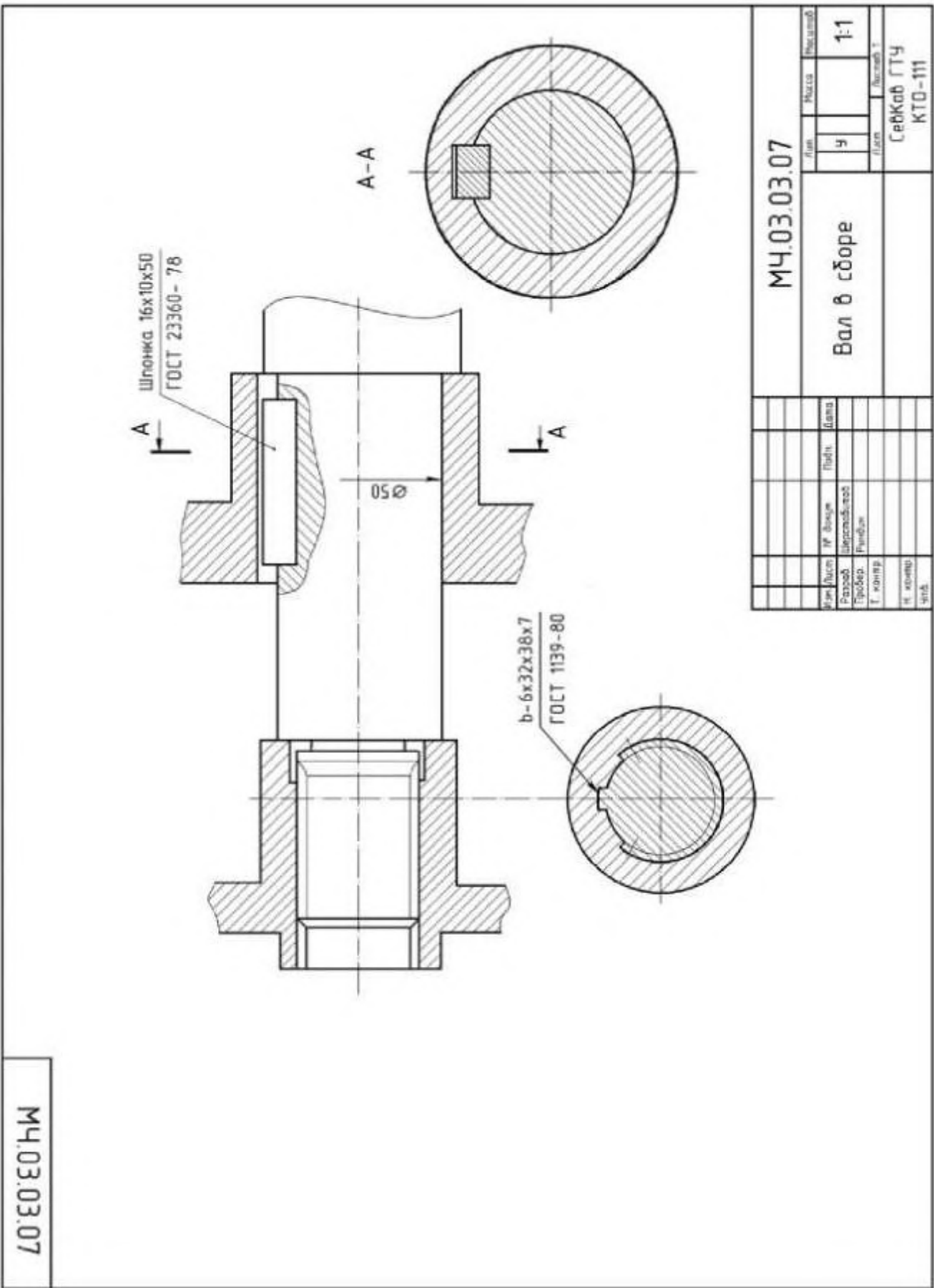


Рисунок 7 – Пример выполнения практического занятия

МЧ. 03.03.11.00								
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
				<u>Детали</u>				
Б4			МЧ. 03.03.11.01	Фланец	1			
Б4			МЧ. 03.03.11.02	Стойка	1			
Б4			МЧ. 03.03.11.03	Плита	1			
				МЧ. 03.03.11.00				
				Опора	Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ документа	Подп.		Дата	У		1:1
Разраб.	Акинин							
Провер.	Рындин							
Т.контр.								
					Лист	Листов 1		
Н.контр.	Рындин				ЭТТМКБ -112			
Утвер.								

Рисунок 8 – Пример выполнения практического занятия

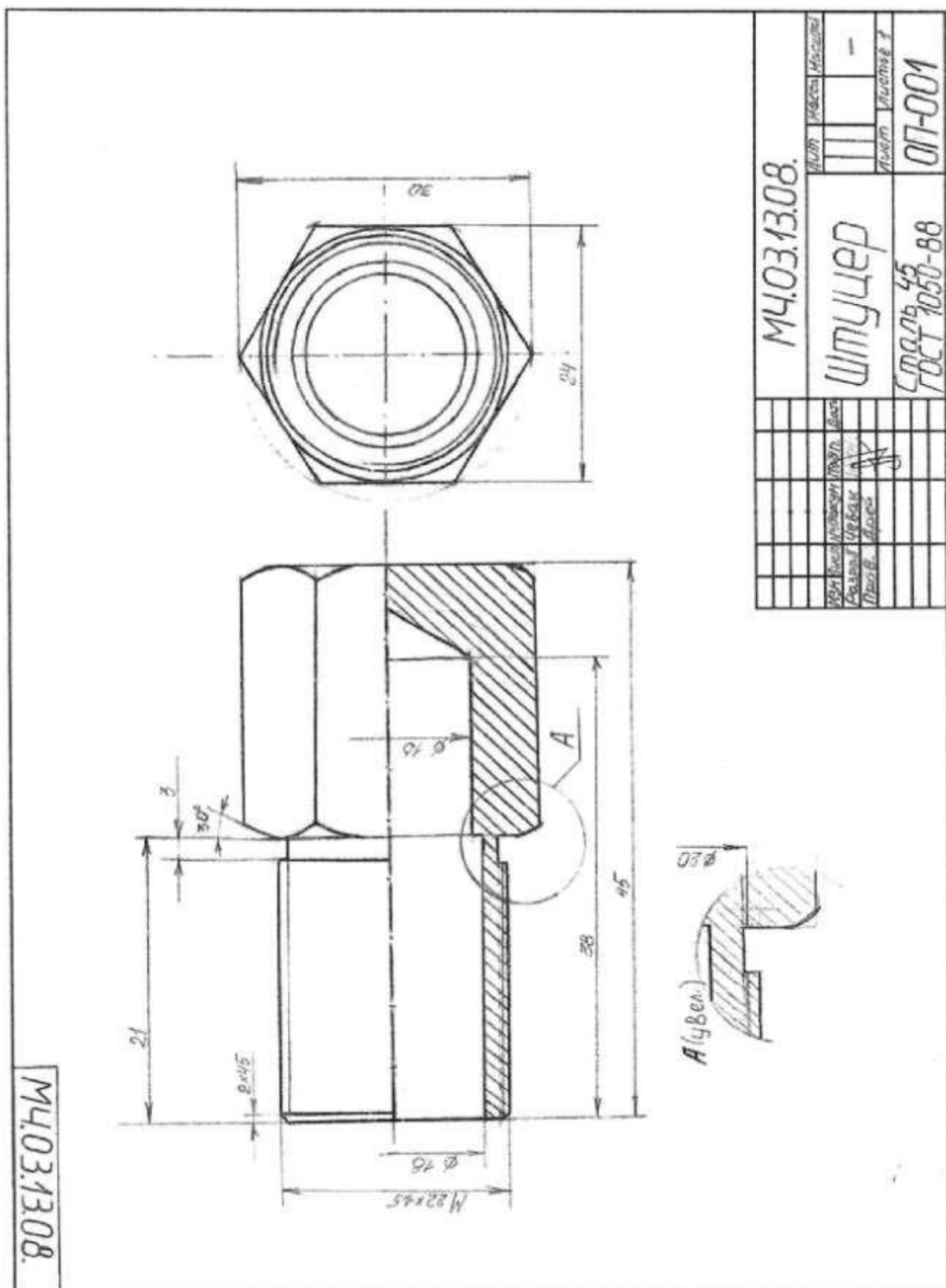


Рисунок 9 – Пример выполнения практического занятия

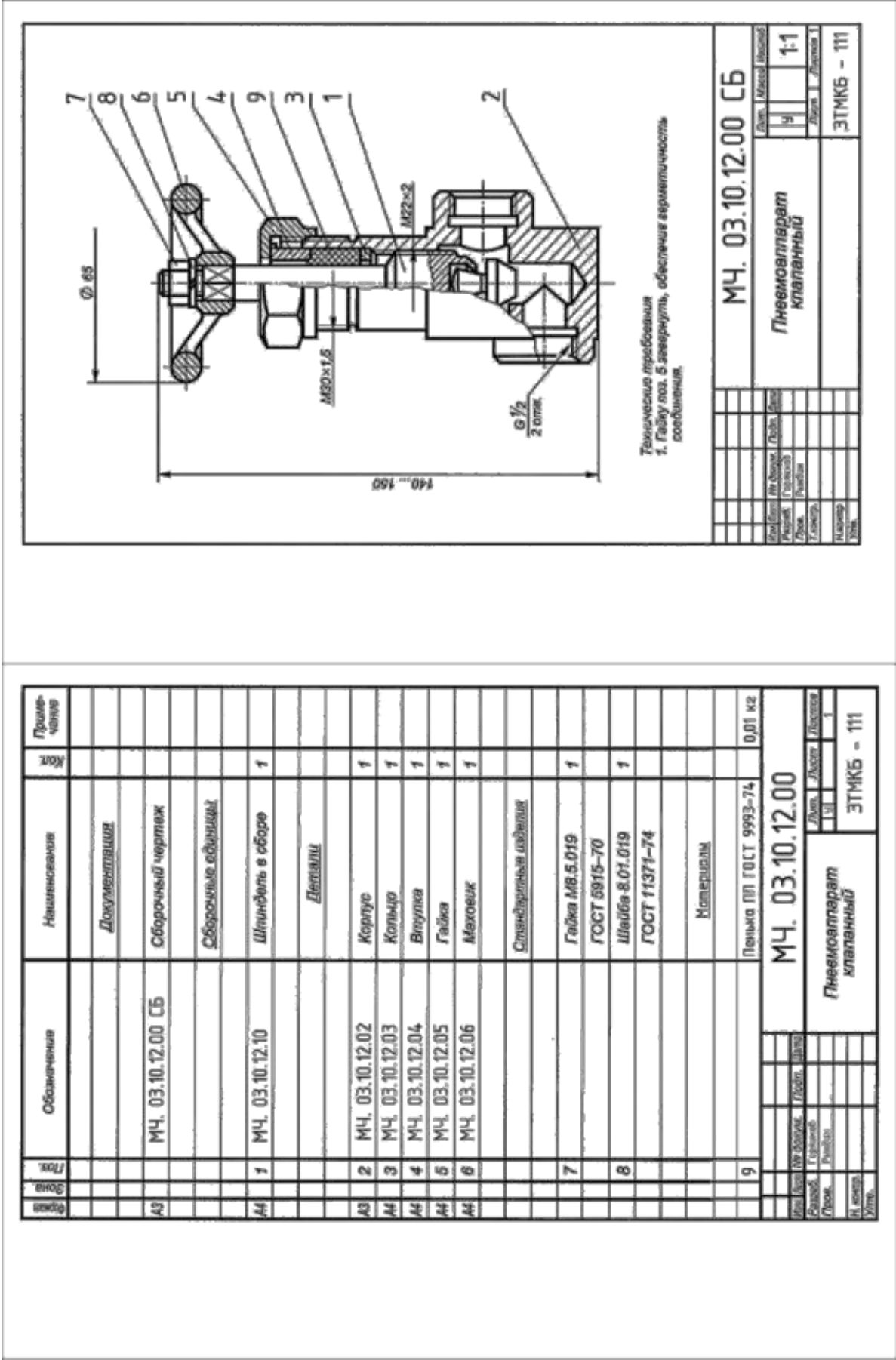


Рисунок 10 – Пример выполнения практического занятия

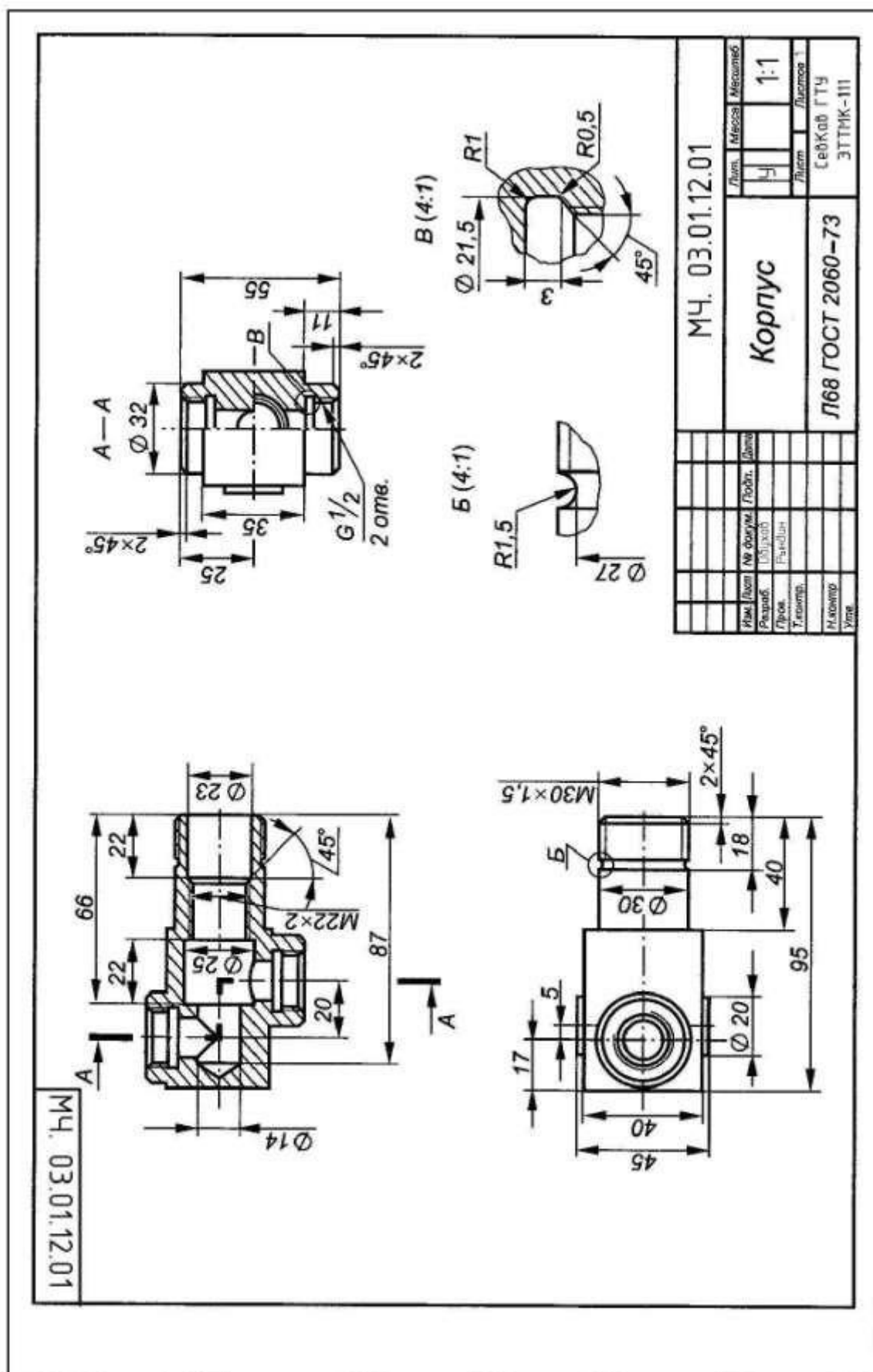


Рисунок 11 – Пример выполнения практического занятия

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине «Компьютерная и инженерная графика»
для студентов направления подготовки

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

Методические указания для обучающихся по аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работе носят общий характер и адресованы студентам очной и заочной) формы обучения для освоения компетенций:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД-2 _{ОПК-6} Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности	Понимает принципы работы современных информационных технологий и использует их для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-10 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы пригодные для практического применения	ИД-1 _{ОПК-10} Владеет современными САД-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий	Владеет современными САД-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий

Вид работы: Подготовка конспекта. Инструкция по выполнению самостоятельной работы

Хорошо составленный конспект помогает усвоить материал. В конспекте кратко излагается основная сущность учебного материала, приводятся необходимые обоснования, табличные данные, схемы, эскизы, расчеты и т.п. Конспект целесообразно составлять целиком на тему. При этом имеется возможность всегда дополнять составленный конспект вырезками и выписками из журналов, газет, статей, новых учебников, брошюр по обмену опытом, данных из Интернета и других источников. Таким образом конспект становится сборником необходимых материалов, куда студент вносит всё новое, что он изучил, узнал. Такие конспекты представляют, большую ценность при подготовке уроков.

1. Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.

2. Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.
3. Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.
4. Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.
5. Составление опорного конспекта.

Темы конспекта.

4 семестр

Тема 1. Интерфейс автоматизированной системы разработки чертежей КОМПАС и/или Autocad. Основные панели интерфейса. Управление изображением документа. Использование контекстных меню.

Тема 2. Основные команды создания и редактирования объектов в системе КОМПАС и/или Autocad. Привязки. Графические примитивы, отрезок, линия, окружность, дуга, многоугольник, штриховка, текст. Способы выбора объекта и команды редактирования.

Тема 3. Разрезы. Разрезы простые. Совмещение вида и разреза. Разрезы сложные.

Тема 4. Соединения разъёмные. Резьбовые соединения. Виды резьб. Изображение резьбы на чертеже. Обозначение резьб. Резьбовые соединения (болтовое, шпилечное, винтовое).

Тема 5. Соединения неразъёмные. Сварные соединения. Виды сварных соединений по ГОСТ. Типы сварных швов. Изображение и обозначение сварных швов.

Тема 6. Виды и слои в системе КОМПАС и/или Autocad. Состояние видов и слоев. Работа с видами. Компьютерная 2D и 3D графика.

Тема 7. Сборочный чертеж. Эскизирование и детализирование чертежа. Общие сведения. Упрощения на сборочном чертеже. Последовательность выполнения сборочного чертежа. Нанесение номеров позиций. Выполнение эскизов деталей. Последовательность выполнения чертежа зубчатого колеса. Чтение чертежей общего вида. Выполнение чертежей деталей. Последовательность выполнения чертежа корпуса.

Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося **Очная форма обучения**

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности и студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
4 семестр						
ИД-2 _{ОПК-6} ИД-1 _{ОПК-10}	Подготовка к лабораторным работам	альбом чертежей	собеседование	3,8	0,4	4,2

ИД-2 _{ОПК-6} ИД-1 _{ОПК-10}	Подготовка к практическим занятиям	альбом чертежей	собеседование	5,0	0,6	5,6
ИД-2 _{ОПК-6} ИД-1 _{ОПК-10}	Подготовка к лекционным занятиям	конспект	собеседование	1,3	0,1	1,4
ИД-2 _{ОПК-6} ИД-1 _{ОПК-10}	Самостоятельное изучение литературы	конспект	собеседование	39,4	4,4	43,8
ИД-2 _{ОПК-6} ИД-1 _{ОПК-10}	Выполнение расчетно-графической работы	расчетно-графическая работа	комплект заданий	13,5	1,5	15,0
ИД-2 _{ОПК-6} ИД-1 _{ОПК-10}	Подготовка к экзамену	экзамен	собеседование	52,5	1,5	54
Итого за 4 семестр				115,5	8,5	124
Итого				115,5	8,5	124

Форма контроля и критерии оценки

«5» Полнота использования учебного материала. Объем конспекта – 1 тетрадная страница на один раздел или один лист формата А 4. Логика изложения (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями). Наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта. Грамотность (терминологическая и орфографическая). Отсутствие связанных предложений, только опорные сигналы – слова, словосочетания, символы. Самостоятельность при составлении.

«4» Использование учебного материала не полное. Объем конспекта – 1 тетрадная страница на один раздел или один лист формата А 4. Не достаточно логично изложено (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями). Наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта. Грамотность (терминологическая и орфографическая). Отсутствие связанных предложений, только опорные сигналы – слова, словосочетания, символы. Самостоятельность при составлении.

«3» Использование учебного материала не полное. Объем конспекта – менее одной тетрадной страницы на один раздел или один лист формата А 4. Не достаточно логично изложено (наличие схем, количество смысловых связей между понятиями). Наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта. Грамотность (терминологическая и орфографическая). Отсутствие связанных предложений, только опорные сигналы – слова, словосочетания, символы. Самостоятельность при составлении. Не разборчивый почерк.

«2» Использование учебного материала не полное. Объем конспекта – менее одной тетрадной страницы на один раздел или один лист формата А 4. Отсутствуют схемы, количество смысловых связей между понятиями. Отсутствует наглядность (наличие рисунков, символов, и пр.; аккуратность выполнения, читаемость конспекта. Допущены

ошибки терминологические и орфографические. Отсутствие связанных предложений, только опорные сигналы – слова, словосочетания, символы. Несамостоятельность при составлении. Не разборчивый почерк.

Критерии оценивания компетенций указаны после каждого вида самостоятельной работы

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

Вопросы для собеседования

по дисциплине «Компьютерная и инженерная графика»

Базовый уровень

1. Назовите основные форматы и их размеры.
2. Назовите стандартные масштабы.
3. Перечислите типы линий, используемые при создании чертежа.
4. Чем определяется номер шрифта?
5. Что называется сопряжением?
6. Перечислите основные требования при нанесении размеров.
7. Как рекомендуется располагать размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу?
8. На каком расстоянии друг от друга и от контурной линии проводятся размерные линии?
9. Где наносят на чертеже размер числа относительно размерной линии?
10. Что называется видом?
11. Как называются основные виды?
12. Как правильно выбрать главный вид?
13. Правила компоновки изображений на поле чертежа.
14. Что называется простым разрезом?
15. Как называются простые разрезы?
16. В каких случаях обозначают секущую плоскость?
17. Какие разрезы называются сложными?
18. В чем отличие ступенчатого разреза от ломаного?
19. В каких случаях сечение не обозначается?
20. Где располагают вынесенное сечение?
21. Какие виды аксонометрических проекций вы знаете?
22. Под каким углом расположены оси в изометрии?
23. Какую фигуру представляет изометрическая проекция окружности?
24. Какие приняты коэффициенты искажения по осям X, Y, Z для построения диметрической проекции?
25. Под какими углами расположены оси в диметрии?
26. Основные правила нанесения штриховки в аксонометрических проекциях.
27. Как классифицируются резьбы по профилю?
28. Как изображается резьба на стержне?
29. Как изображается резьба в отверстии?
30. Как выполняется штриховка в разрезах резьбовых изделий?
31. Какие резьбовые соединения вы знаете?

Повышенный уровень

1. Какие данные содержит чертеж детали?
 2. С проведения каких линий начинают выполнение чертежа?
 3. Сколько листов формата А4 содержится в листе формата А1?
 4. Какие факторы учитывают при нанесении размеров на чертежах?
 5. Как рекомендуется наносить размерные числа при нескольких параллельных размерных линиях?
 6. Какие знаки используются при нанесении размеров?
 7. Как получается аксонометрический чертеж?
 8. Каков масштаб изображения в стандартной прямоугольной изометрии?
- Почему?
9. Как в изометрии расположена большая ось эллипса для окружности, принадлежащей профильной плоскости проекций?
 10. Какой фигурой будет являться диметрическая проекция квадрата?
 11. Как построить диметрическую проекцию окружности, расположенной во фронтальной плоскости проекций?
 12. Как располагают на чертеже изображения деталей тел вращения?
 13. Какие условности позволяют сократить количество изображений?
 14. С какого вида берут ширину детали при построении вида слева?
 15. Чем отличается сечение от разреза?
 16. Как выполняют совмещение вида с разрезом?
 17. Как изображается внутреннее ребро детали на разрезе?
 18. Сколько плоскостей используют при выполнении сложного разреза?
 19. Где располагают наложенное сечение?
 20. В чем состоит разница между шагом и ходом резьбы?
 21. Охарактеризуйте метрическую резьбу и приведите пример условного обозначения.
 22. В каком случае шаг метрической резьбы не указывается?
 23. Что такое номинальный диаметр резьбы?
 24. Какие допускаются упрощения на чертеже резьбового соединения?

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он исчерпывающе, четко и логически связано отвечает на вопросы как базового, так и повышенного уровня, демонстрирует знание теоретических основ начертательной геометрии, методик решения задач, элементов технического черчения, норм ЕСКД, методов и средств компьютерной графики, а также умеет интегрировать теоретические знания и применять их для решения нестандартных вопросов, проводить сравнительный анализ и моделирование пространства для раскрытия вопроса или обоснования принятого решения. Отвечая на вопрос, пользуется знаниями, полученными, в том числе при самостоятельном изучении литературы. При этом сопровождает свой ответ грамотно выполненными поясняющими схемами, эпюрами эскизами с соблюдением правил оформления конструкторской документации. Компетенции ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10} в рамках данной дисциплины освоены на повышенном уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он уверенно отвечает на вопросы только базового уровня, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми знаниями и навыками в области начертательной геометрии, технического черчения, норм ЕСКД, компьютерной графики. При ответе на вопрос использует в основном лекционный материал. Сопровождает свой ответ поясняющими эскизами и этюрами. Компетенции ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10} в рамках данной дисциплины полностью освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он неуверенно отвечает на вопросы базового уровня, т.е. демонстрирует знания теоретических основ начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики, однако испытывает затруднения при анализе и применении их в модельных практических ситуациях; в иллюстрации ответа с помощью моделирования пространства, построения эскизов и этюров. Допускает нарушение норм ЕСКД при оформлении чертежей. Компетенции ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10} в рамках данной дисциплины частично освоены на базовом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он допускает существенные ошибки в ответе на вопросы базового уровня, не владеет навыками применения теоретических положений к решению практических задач в области моделирования пространства, построения этюров, создания чертежей в соответствии с правилами и нормами ЕСКД. Не знает средства и методы компьютерной графики. Компетенции ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10} в рамках данной дисциплины не освоены.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Данные оценочные мероприятия проводятся в рамках контрольных точек. Процедура проведения оценочного мероприятия включает в себя: предоставление студентом чертежей с выполненными на практических занятиях заданиями по индивидуальным вариантам; устное индивидуальное собеседование с преподавателем по темам практических занятий, предшествующих контрольной точке; выставление оценки.

Предлагаемые студенту вопросы позволяют проверить освоение студентом профессиональных ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10} компетенций на базовом и повышенном уровне. Вопросы базового уровня направлены на проверку знаний в области теоретических основ дисциплины в рамках лекционного материала, методик решения стандартных практических задач, навыка моделирования пространства и объектов в нем, навыка выполнения чертежа с соблюдением правил его оформления. Вопросы повышенного уровня позволяют оценить готовность к системному подходу при решении задач, анализу теоретических положений и применению их в нестандартной практической ситуации. При подготовке к ответу на вопросы повышенного уровня требуется самостоятельное изучение разделов дисциплины, не освещенных на лекционных занятиях, в том числе с применением глобальной компьютерной сети.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо оформить согласно требованиям ЕСКД чертежи с выполненными заданиями по соответствующей теме, изучить

лекционный материал и литературные источники, а также сведения, находящиеся в свободном доступе в глобальной сети Интернет.

При проверке задания оцениваются:

- правильность решения задачи или задания;
- соблюдение требований и норм ЕСКД;
- полнота раскрытия вопроса;
- логичность и последовательность ответа;
- степень обоснованности выбранного решения;
- степень использования графических иллюстраций ответа.

Комплект заданий для расчетно-графической работы

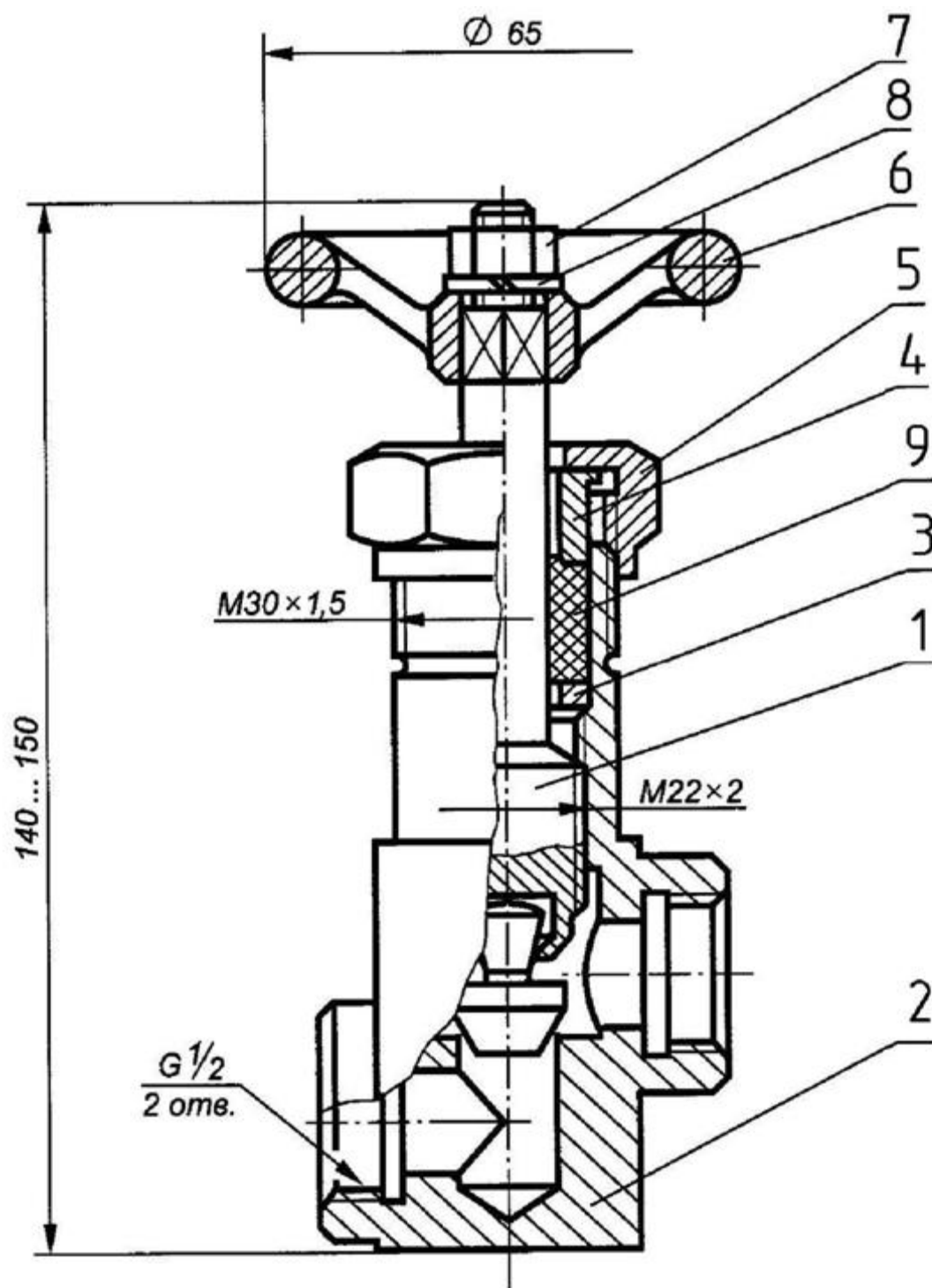
по дисциплине «Компьютерная и инженерная графика»

Тема 4.	Сборочный чертеж	
<i>Базовый уровень</i>	Задание 1	Установить назначение и принцип работы изделия (таблица 1).
	Задание 2	Разборка изделия на составные части.
	Задание 3	Уточнение способов соединения отдельных сопряженных деталей (резьба, сварка, развальцовка)
	Задание 4	Составление спецификации
	Задание 5	Выполнение сборочного чертежа в тонких линиях.
	Задание 6	Нанесение на сборке габаритных, осевых, межцентровых и присоединительных размеров. Нанесение номеров позиций в соответствии со спецификацией. Заполнение основной надписи. Обводка чертежа.
<i>Повышенный уровень</i>	Задание 7	Выполнение эскизов нестандартных деталей изделия.

Варианты заданий

Таблица 1–Индивидуальные задания для расчетно-графической работы

Вариант 1



ПНЕВМОАППАРАТ КЛАПАННЫЙ

Наименование деталей: 1 – шпindel в сборе, 2 – корпус, 3 – кольцо, 4 – втулка, 5 – гайка, 6 – маховик, 7 – гайка М8 по ГОСТ 5915–70, 8 – Шайба 8 по ГОСТ 6402–70, 9 – пенька

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если в работе выполнены задания повышенного уровня; все чертежи выполнены в полном объеме и с максимальной точностью; работа оформлена технически грамотно и аккуратно, с соблюдением стандартов ЕСКД. Работа выполнена и сдана в установленные сроки. При выполнении заданий студент проявил способность к самоорганизации и самообразованию. Компетенции ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10} освоены на повышенном уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если работа выполнена на базовом уровне; чертежи выполнены в полном объеме и с максимальной точностью; работа оформлена технически грамотно, с соблюдением стандартов ЕСКД. При выполнении заданий проявил ответственность и внимательность. Компетенции ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10} освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если чертежи выполнены в полном объеме на базовом уровне, но допущены ошибки в построении изображений и незначительные отклонения от норм ЕСКД при оформлении работы. Чертежи выполнены неаккуратно. Компетенции ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10} частично освоены на базовом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если задания выполнены не в полном объеме или допущены грубые ошибки, работа оформлена с грубыми нарушениями стандартов ЕСКД. Компетенции ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10} не освоены.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Данное оценочное мероприятие проводится в рамках контрольной точки. Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: выполнение расчетно-графической работы, сдача работы на проверку, проверка преподавателем правильности и качества выполнения работы, выставление оценки.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить профессиональные компетенции ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10}. Задания базового уровня направлены на формирование базовых умений и навыков моделирования пространства, решения метрических и позиционных задач на плоскости и технически грамотного оформления чертежей. Задания повышенного уровня позволяют получить более глубокие умения и навыки.

Расчетно-графическая работа выполняется в течение семестра. Задание на расчетно-графическую работу выдается в начале семестра, срок сдачи – последняя неделя текущего семестра.

При выполнении работы студенту необходимо пользоваться учебной литературой для уяснения алгоритмов решения задачи и выполнения заданий.

При проверке задания оцениваются:

- правильность решения задачи или задания;
- соблюдение требований и норм ЕСКД;
- степень обоснованности выбранного решения;
- качество и аккуратность выполнения чертежей.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-2 _{ОПК-6} , ИД-1 _{ОПК-10}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	

	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Вопросы к экзамену

Базовый уровень

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности:

- Знать:
1. Понятие ЕСКД. Какие правила устанавливают стандарты ЕСКД?
 2. Основные форматы по ГОСТ 2.301-68. Формы основной надписи.
 3. Масштабы. Типы и назначение линий, используемых для оформления чертежа.
 4. Типы и размеры шрифтов по ГОСТ 2.304-68.
 5. Основные требования и правила нанесения размеров на чертежах.
 6. Понятие вида. Классификация видов. Обозначение видов.
 7. Разрезы. Понятие разреза, классификация, обозначение.
 8. Виды сечений и их обозначение.
 9. Аксонометрические проекции. Виды аксонометрических проекций.
 10. Виды резьбовых деталей и резьбовых соединений. Правила изображения резьбы. Обозначение стандартных резьб.
 11. Правила изображения шпоночного соединения на чертеже. Как обозначаются разные виды шпонок?
 12. Правила изображения шлицевого соединения на чертеже. Как обозначается шлицевое соединение?
 13. Виды сварных соединений, типы швов и их обозначение.
 14. Изображение и обозначение сварного шва на чертеже.
 15. Требования, предъявляемые к содержанию и оформлению сборочного чертежа.
 16. Последовательность выполнения сборочного чертежа.
 17. Спецификация и ее состав. Правила заполнения спецификации.
- Уметь, владеть
1. Построить сопряжение двух пересекающихся прямых дугой окружности радиусом $R = 15$ мм.
 2. Построить внешнее сопряжение окружности радиусом $R_1 = 13$ мм с прямой дугой окружности радиуса $R = 18$ мм.
 3. Построить внутреннее сопряжение окружности радиусом $R_1 = 10$ мм с прямой дугой окружности радиуса $R = 33$ мм.
 4. Дана окружность m с центром в точке O_2 и радиусом $R = 22$ мм, и точка O_1 вне ее. Через данную точку провести касательную к данной окружности.
 5. Построить сопряжение с внутренним касанием двух данных окружностей m и n радиусами $R_1 = 16$ мм и $R_2 = 19$ мм дугой заданного радиуса $R = 47$ мм.

6. Строить основные виды по заданному трехмерному изображению модели.
7. Строить недостающий вид по двум имеющимся.
8. Строить простые и сложные разрезы моделей.
9. Строить резьбовое соединение.
10. Обозначать сварочное соединение на чертеже.

Повышенный уровень

Знать	1. Сформулируйте понятие «сопряжение». Опишите методику построения сопряжения кривых. 2. Какие виды изделий установлены ГОСТ? 3. Какие существуют виды конструкторских документов? 4. Какой тип шрифта рекомендуется для машиностроительных чертежей? 5. По какому принципу выбирается главный вид? 6. Чем сечение отличается от разреза? 7. Правила компоновки изображений на чертеже. 8. Способы построения трехмерного чертежа. Правила штриховки в аксонометрии. 9. Назовите виды разъемных и неразъемных соединений. Приведите примеры их использования. 10. Какую форму может иметь профиль резьбы? Какой тип резьбы является основным для крепежных изделий? 11. Что такое шпонка, для чего она предназначена? Виды шпонок. 12. Что такое шлицы, в каких случаях они используются? Виды шлицевых соединений. 13. Что такое сварка? Какие существуют способы образования сварного соединения? 14. Какие вспомогательные знаки применяют в обозначении шва? 15. Какие упрощения изображений на сборочном чертеже предусмотрены стандартами ЕСКД? 16. Сферы применения компьютерной графики. Классификация применений компьютерной графики. 17. Форматы хранения графической информации. Назначение и области применения конкретных форматов.
Уметь, владеть	1. Построить сопряжение с внешним касанием двух заданных окружностей m и n с радиусами $R_1=14$ мм и $R_2=11$ мм дугой заданного радиуса $R=17$ мм. 2. Построить сопряжение с внешне-внутренним касанием двух данных окружностей m и n с радиусами $R_1=16$ мм и $R_2=9$ мм дугой заданного радиуса $R=32$ мм. 3. Даны окружности m и n с центрами в точке O_1 и точке O_2 и радиусами $R_1=9$ мм и $R_2=16$ мм. Построить общую касательную AB к данным окружностям. 4. Строить изометрическую проекцию модели по заданным видам. 5. Строить диметрическую проекцию модели по заданным разрезам.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и задачами как базового, так и повышенного уровня. При ответе использует сведения, полученные из литературных источников при самостоятельном изучении. Демонстрирует знание правил и видов проецирования, алгоритмов решения основных метрических и позиционных задач. Умеет применять эти знания для решения конкретных практических ситуаций. Демонстрирует навыки моделирования пространства и изображения пространственных объектов на плоскости, сопровождая свой ответ графическими иллюстрациями. Компетенции ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10} освоены на повышенном уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал на базовом уровне в объеме лекционного материала, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения начертательной геометрии при решении типичных практических вопросов и задач, владеет базовыми навыками моделирования пространства и изображения пространственных объектов на плоскости. Компетенции ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10} освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного (базового) материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при иллюстрации ответов графическими схемами и эпюрами и решении практических задач, демонстрируя тем самым отсутствие устойчивых умений и навыков моделирования пространства и изображения объектов на плоскости. Компетенции ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10} частично освоены на базовом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Демонстрирует полное отсутствие навыков моделирования пространства и построения эпюров. Компетенции ИД-2_{ОПК-6}, ИД-1_{ОПК-10} не освоены.

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются два теоретических вопроса и один практический (задача). Каждый вопрос состоит из двух частей: базовый и повышенный уровень. Вопросы базового уровня направлены на проверку знаний в области теоретических основ и правил проецирования, типовых алгоритмов решения метрических и позиционных задач, на проверку формирования умений и навыков применения этих знаний для моделирования пространства и построения эпюров. Вопросы повышенного уровня позволяют оценить готовность к системному подходу при решении задач, анализу теоретических положений и применению их в конкретной практической ситуации. При подготовке к ответу на вопросы повышенного уровня требуется самостоятельное изучение разделов дисциплины, не освещенных на лекционных занятиях, в том числе с применением глобальных компьютерных сетей.

Для подготовки по билету отводится 60 мин.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования чертежными принадлежностями.

При проверке практического задания оцениваются последовательность и рациональность выполнения; полнота решения задачи; степень обоснованности выбранного решения.

Оценочный лист

ПК	Пункты оценки	Отметка о сформированности
ИД-2 _{ОПК-6} , ИД-1 _{ОПК-10}	степень усвоения программного материала	
	способность рассуждать и сопоставлять материал из разных источников	
	способность связывать теорию с практикой, другими темами данного курса	
	правильность и четкость ответов	
	правильность речи в быстром или умеренном темпе	
	умение использовать методическую, научную и техническую литературу	
	инициативность в поиске информации	

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Кирюхина, Т. А. Начертательная геометрия и инженерная графика : учебное пособие / Т. А. Кирюхина, В. А. Овтов. — Пенза : ПГАУ, 2022. — 131 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/332918>

2. Сальникова, В. В. Компьютерная графика : учебное пособие / В. В. Сальникова, Д. В. Третьяков. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2023. — 67 с. — ISBN 978-5-7641-1810-

9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/355091>

3. Григорьева, Е. В. Инженерная и компьютерная графика : учебное пособие / Е. В. Григорьева. — Находка : Дальрыбвтуз, 2023. — 152 с. — ISBN 978-5-88871-769-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/388883>

Дополнительная литература:

1. Ковалев, В. А. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Ковалев. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. — 279 с. — 978-5-7014-0802-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87106.html>

2. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшее образование, 2009. — 471 с. : ил. — (Основы наук). — Библиогр.: с. 465-466. — ISBN 978-5-9692-0332-7; 514_Ч-37

3. Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике : учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А.А. Чекмарев. — 3-е изд., стер. — М. : Академия, 2008. — 128 с. — (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). — Библиогр.: с. 124. — ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373

4. Чекмарев, А. А. Инженерная графика : учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – Изд. 9-е, перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2007. – 382 с. : ил. – (Общетехнические дисциплины). – Библиогр. с. 370. – Предм.указ.: с. 371-377. – ISBN 978-5-06-00543-2.

5. Конакова, И. П. Основы оформления конструкторской документации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. П. Конакова, Э. Э. Истомина, В. А. Белоусова. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 76 с. — 978-5-7996-1152-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68451.html>.

6. Черняева, Н. Н. Инженерная и компьютерная графика. Лабораторный практикум в среде Autocad Электронный ресурс / Черняева Н. Н. : учебное пособие. - Вологда :ВоГУ, 2014. - 88 с.

Интернет-ресурсы:

[http:// biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/) Университетская библиотека онлайн.

<http://www.rsl.ru> – Российская государственная библиотека.

www.iprbookshop.ru - ЭБСIPRbooks.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению расчетно-графической работы по дисциплине
«КОМПЬЮТЕРНАЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»
для студентов направления подготовки
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств
направленность (профиль) «Технология машиностроения»

Ставрополь 2026

Содержание

Введение	3
Цели, задачи и реализуемые компетенции	4
Формулировка задания и его объем	4
Общие требования к написанию и оформлению работы	5
Рекомендации по выполнению задания	5
План-график выполнения задания	15
Критерии оценивания работы	16
Порядок защиты работы	17
Список рекомендуемой литературы	18
Приложение А	19

Введение

Дисциплина «Компьютерная и инженерная графика» относится к обязательной части учебного плана. Ее освоение происходит в 4-ом семестре.

Изучение дисциплины «Компьютерная и инженерная графика» опирается на знания, полученные при изучении следующих дисциплин: Введение в специальность, Начертательная геометрия и инженерная графика, Основы проектной деятельности, Детали машин и основы конструирования, Метрология, стандартизация и сертификация.

Дисциплина «Компьютерная и инженерная графика» базируется на изучении основных требований и положений ЕСКД и применении их при выполнении конструкторской документации. Инженерная графика несет основную нагрузку в графической подготовке бакалавров, являясь одним из важнейших компонентов его общетехнической подготовки.

Решение задач и задания выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297х420). Площадь, занятая построениями, должна составлять 75%. Все построения проводятся с возможно большей точностью и аккуратностью в карандаше (марки ТМ и М). На эюре (чертеже) должны быть сохранены вспомогательные линии построений, выполненные сплошными тонкими линиями. Все надписи должны выполняться стандартным шрифтом размером 3, 5,5 и 7 в соответствии с ГОСТ 2.304-81.

ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И РЕАЛИЗУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

Целью данной работы является дать студентам знания, умения и навыки, которые понадобятся специалисту любого направления подготовки для изложения технических мыслей с помощью чертежа, а также для понимания по чертежу конструкций и принципа действия изображаемого технического изделия. Это является необходимой базой для последующего изучения общеинженерных и специальных дисциплин.

Задачи решаемые в процессе выполнения работы:

- дать знания законов конструирования различных геометрических пространственных объектов;
- дать знания правил выполнения эскизов деталей и составления конструкторской и технической документации производства в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Формируемые индикаторы компетенции:

ИД-2_{ОПК-6} Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности;

ИД-1_{ОПК-10} Владеет современными САД-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов:

Понимает принципы работы современных информационных технологий и использует их для решения задач профессиональной деятельности;

Владеет современными САД-системами, их функциональными возможностями для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий.

ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ И ЕГО ОБЪЕМ

Расчетно-графическая работа выполняется по теме: Сборочный чертеж.

В качестве задания каждому студенту выдаются индивидуальные данные (вариант, приложение А).

Вариант работы выдается ведущим преподавателем. Расчетно-графическая работа включает в себя пояснительную записку в объеме до 10 листов формата А4 и графическую часть до 10 листов формата А3.

На форматах А3 выполнить сборочный чертеж изделия, спецификацию к нему и выполнить чертежи отдельных деталей изделия.

Для этого **формат А3 разделить на два формата А4**. В правой части листа подготовить основную надпись по форме 1 (для чертежей), а в левой – по форме 2 (для текстовых документов).

На формате **А4 правой части**, используя график пропорционального масштаба (рисунок 1.1), изобразить сборочный чертеж с разрезом. Проставить необходимые размеры. Нанести номера позиций с учетом созданной выше спецификации. На формате **А4 левой части** разместить спецификацию изделия.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НАПИСАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РАБОТЫ

Расчетно-графическая работа оформляется в соответствии с требованием ГОСТов, ЕСКД и других стандартов и нормативных документов к текстовым и графическим документам и должно состоять из титульного листа, содержания, введения, последующих листов пояснительной записки, списком литературы, использованной студентом при выполнении работы и заканчиваться графической частью выполненной на листах формата А3. Все таблицы, схемы, рисунки, формулы и эскизы должны иметь наименование и нумерацию. При использовании справочной литературы необходима ссылка на нее.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

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

ГОСТ 2.304–81 установлено 9 размеров чертежных шрифтов: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 20; 28; 40. Размер шрифта определяется высотой прописных (заглавных) букв в миллиметрах. Высота прописных букв (h) измеряется перпендикулярно к основанию строки.

В машиностроении чаще используется шрифт типа Б с толщиной линий $d = 1/10 h$ и с наклоном 75° . То есть каждая заглавная буква занимает по высоте 10 строчек, а строчная 7 строчек. Начертание этого шрифта показано на рисунке 1. Для облегчения написания текста надо помнить, что буквы Г, Е, З, С по ширине занимают 5 клеточек; буквы А, Д, М, Х, Ы, Ю занимают 7 клеточек; буквы Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ занимают 8 клеточек; а остальные буквы занимают 6 клеточек. Расстояние между буквами должно быть 2 клеточки. Исключение составляют сочетания букв Г и А, Т и А, Г и Д, Р и А, А и Т, расстояние между которыми уменьшается до 1 клеточки.

Форматы. Форматами называются листы чертежей и других конструкторских документов (спецификация, технические условия и др.), размеры которых установлены ГОСТ 2.301–68.

Формат листа определяется размерами внешней рамки, выполненной тонкой линией (рисунок 2). Поле чертежа, на котором размещают изображения детали, геометрические построения или текст, ограничивают рамкой, выполненной сплошной толстой основной линией. Рамку проводят на расстоянии 5 мм от верхней, нижней и правой сторон формата и на расстоянии 20 мм от левой стороны. Поле шириной 20 мм предназначено для подшивки

чертежей.

В правом нижнем углу формата располагается основная надпись по форме 1, а над ней, если необходимо, указываются технические требования. Для всех чертежей и схем ГОСТ 2.104–68 устанавливает единую форму, размеры и порядок оформления основной надписи. Размеры и форма основной надписи представлена на рисунке 3.



Рисунок 1 – Шрифт типа Б с наклоном 75°



Рисунок 2 – Образование формата чертежа

Обозначения и размеры форматов, принятых за основные, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные форматы

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

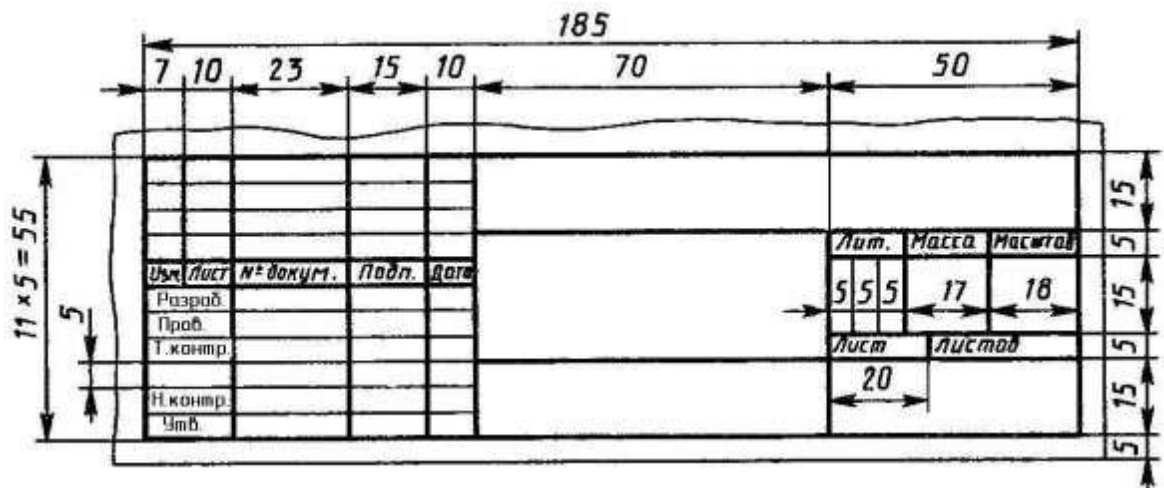


Рисунок 3 – Основная надпись

На листах формата **A4** основную надпись располагают только вдоль короткой стороны листа. А на листах формата **A3** располагают вдоль длинной стороны.

Масштабы. Масштабом называется отношение линейных размеров изделия на чертеже к его действительным линейным размерам.

Масштабы изображений и их обозначение устанавливает ГОСТ 2.302– 68 и должны выбираться из следующих рядов:

Масштабы уменьшения 1:2 1:2,5 1:4 1:5 1:10 и др.

Масштабы увеличения 2:1 2,5:1 4:1 5:1 10:1 и др.

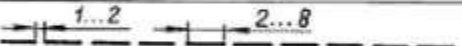
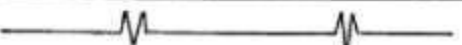
Основной масштаб, в котором выполнен чертеж, записывают в графе основной надписи. Если какой-либо элемент на чертеже выполнен в другом масштабе, то над ним помещают надписи типа А (1:5) – для вида, или Б–Б (10:1) – для разреза или сечения.

Следует помнить, что при любом масштабе на чертеже указывают истинные размеры предмета, а не те, которые изображение имеет на чертеже.

Линии. Для большей выразительности и наглядности на чертежах применяют различные типы линий, начертание, толщина, наименование и назначение которых устанавливает ГОСТ 2.303–68 (таблица 9).

Толщина сплошной основной линии **S** должна быть в пределах от **0,5 до 1,4 мм** в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина всех остальных типов линий чертежа зависит от толщины основной линии.

Таблица 2 – Линии чертежа

Начертание	Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии	Наименование
	S	Сплошная основная
	от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Сплошная тонкая
	— " —	Сплошная волнистая
	— " —	Штриховая
	— " —	Штрих-пунктирная тонкая
	от $\frac{1}{2}S$ до $\frac{2}{3}S$	Штрих-пунктирная утолщенная
	от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$	Сплошная тонкая с изломами
	от S до $1\frac{1}{2}S$	Разомкнутая

В соответствии с ГОСТ 2.109–73* сборочный чертеж должен содержать:

- а) изображение сборочной единицы, дающее полное представление о расположении и взаимосвязи составных частей, входящих в сборку, и обеспечивающее возможность осуществления ее сборки и контроля;
- б) размеры и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены и проконтролированы по данному чертежу;
- в) указания о характере сопряжения разъемных частей изделия и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п. во время сборки;
- г) указания о способе соединения деталей в неразъемных соединениях (сварных, паяных и др.);
- д) номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- е) размеры габаритные, установочные, присоединительные, а также необходимые справочные размеры.

Сборочный чертеж выполняется с упрощениями, установленными ЕСКД. Допускается не показывать на чертеже мелкие элементы: фаски, проточки, скругления, зазоры между сопрягающимися деталями, головка болта и гайка изображаются прямоугольными.

Последовательность выполнения учебного сборочного чертежа:

- 1-й этап. Установить назначение и принцип работы изделия.
- 2-й этап. Разборка изделия на составные части.
- 3-й этап. Уточнение способов соединения отдельных сопряженных деталей (резьба, сварка, развальцовка).
- 4-й этап. Выполнение эскизов нестандартных деталей изделия. Начинать надо с

корпусной детали (смотри выше задание «Эскизирование»)

5-й этап. Составление спецификации (смотри ниже занятие «Спецификация изделия»).

6-й этап. Выполнение сборочного чертежа в тонких линиях. Начинают с выбора главного вида. Затем размещают другие изображения. Чертеж должен, содержать минимально необходимое количество видов.

7-й этап. Нанесение на сборке габаритных, осевых, межцентровых и присоединительных размеров. Нанесение номеров позиций в соответствии со спецификацией. Заполнение основной надписи. Обводка чертежа.

Учебный сборочный чертеж необходимо будет вычертить в масштабе 1:1 на формате А4. Однако, у сборочных чертежей в вариантах заданий масштаб изображения не соответствует указанным размерам. В этом случае размеры деталей удобно определять с помощью **графика пропорционального масштаба** (рисунок 4). Сначала строят линию масштабов 1:1. Для этого размер, проставленный на чертеже, например 110, измеряют циркулем и откладывают от точки О на оси ОХ, а на оси ОZ откладывают действительный размер, т. е. 110. Проводя из построенных точек прямые, параллельные осям, получают точку А. Соединив ее с точкой О, получают график, позволяющий определять размеры, не проставленные на чертеже, графически.

Нанесение номеров позиций. На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с **номером позиций**, указанным в спецификации этой сборочной единицы (т.е. после заполнения спецификации). Номера позиций указывают на горизонтальных полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей на основных видах или разрезах. Полки располагают параллельно основной надписи вне контура изображения и **группируют в колонки и строчки** (рисунок 5.2).

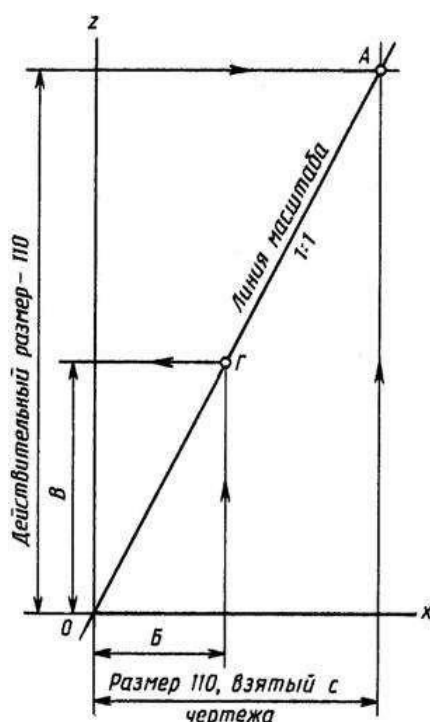


Рисунок 4 – Масштабирование

Одним концом линия-выноска должна заходить на изображение детали и заканчиваться точкой, а другим – соединяться с горизонтальной полкой.

Если деталь узкая или зачернена в разрезе, то точка заменяется стрелкой.

Линии-выноски проводят так, чтобы они не пересекались между собой, не были параллельны линиям штриховки и не пересекали размерных линий чертежа.

Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два размера больше, чем у чисел на том же чертеже.

Допускается проводить одну общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для: группы крепежных деталей, относящихся к одному месту крепления (рисунок 5).

Номер позиции наносят на чертеже один раз. Порядок нумерации составных частей изделия следующий: вначале обозначают сборочные единицы изделия, затем его детали, далее стандартные изделия и в последнюю очередь материалы.

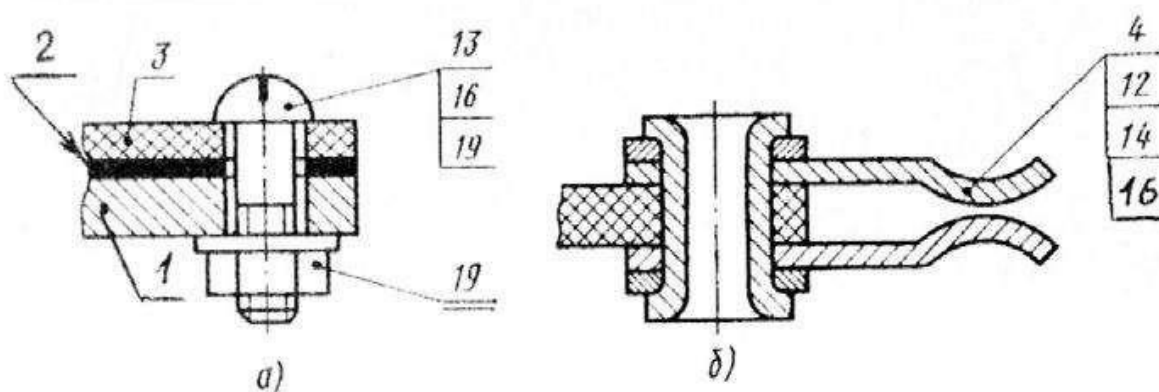


Рисунок 5 – Крепежная группа

Каждый сборочный чертеж сопровождается **спецификацией**, которая согласно ГОСТ 2.102–68 **является основным конструкторским документом**, определяющим состав сборочной единицы.

Спецификация необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство данного изделия (ГОСТ 2.108–68).

Спецификацию составляют на отдельных листах формата А4 по форме 1 как на рисунке 7. При этом основную надпись для заглавного листа выполняют по форме 2 (рисунок 7а), а для последующих листов по форме 2а (рисунок 7б).

Если же чертеж сборочной единицы выполнен на листе формата А4, то там же может быть помещена ее спецификация. При этом шифр **СБ** в обозначении сборочного чертежа не проставляется.

На сборочном чертеже составные части изделия обозначаются номерами позиций из спецификации, т.е. спецификация должна быть выполнена до простановки позиций на сборочном чертеже.

Спецификацию заполняют сверху вниз. В общем случае она состоит из восьми разделов, которые располагают в такой последовательности:

документация; комплексы; сборочные единицы;

6 6 8			70		63		10 22	
Формат	Лист	Всего	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
			Документация					
А3			ПК 04.08.00.00.СБ	Сборочный чертеж				
			Сборочные единицы					
А3	1		ПК 04.08.01.00	Ралик	1			
			Детали					
А4	2		ПК 04.08.00.01	Скоба	1			
А4	3		ПК 04.08.00.02	Кольцо	2			
А4	4		ПК 04.08.00.03	Ось	1			
А4	5		ПК 04.08.00.04	Кольцо	1			
А4	6		ПК 04.08.00.05	Вилка	1			
			Стандартные изделия					
	7		Винт М2×20.36 ГОСТ 8878-64					
	8		Гайка М20.4 ГОСТ 5915-70					
	9		Шайба 20 ГОСТ 11371-68					

10				ПК 04.08.00.00			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.					У	1	2
Пров.					5	5	5
И. контр.					КМТ		
Утв.							

Обойма

185

17 23 15 10

15 15 20

6 15 6 5

6

а)

7 10 23 15 10				185			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.					5	5	5
Пров.					15	20	
И. контр.							
Утв.							

Обозначение

Наименование изделия

185

15 15 20

15 5 5

15

б)

7 10 23 15 10				185			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов

Обозначение

185

10

10

8

Рисунок 7 – Формы основной надписи для спецификации

детали; стандартные изделия;
прочие изделия; материалы; комплекты.

Названия разделов указывают в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивают тонкой линией. После каждого заголовка оставляют свободную строку. Допускается резервировать и номера позиций, проставляя их у резервных строк.

Графы спецификации заполняют следующим образом

а) в графе «Формат» указывают форматы документов (например, А2, А3 или А4). Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в графе пишут «БЧ». В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» эту графу не заполняют;

б) графа «Зона» на учебных чертежах не заполняется;

в) в графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей. Эта графа для раздела «Документация» не заполняется;

г) в графе «Обозначение» записывается обозначение документа на изделие (сборочную единицу, деталь) в соответствии с ГОСТ 2.201–80. Но для учебных чертежей обозначение составных частей изделия записывается упрощенно. Например, запись МЧ. 03.03.11.01 означает: МЧ – машиностроительное черчение; 03 – третий раздел; 03 – вариант; 11 – порядковый номер учебного чертежа; 01 – номер детали. Эту графу для раздела стандартные изделия не заполняют (рисунок 6);

д) в графе «Наименование»:

- для раздела «Документация» указывают только наименование документа, например, «Сборочный чертеж»;

- для разделов «Сборочные единицы» и «Детали» указывают наименования деталей в соответствии с основными надписями на их чертежах.

Для деталей, на которые не выполняются чертежи (код – БЧ), в этой графе указывают размеры и материалы для ее изготовления. Если деталь изготавливается из сортового материала (уголок, швеллер, двутавр), то в этой графе для неё указывают наименование проката, его номер, ГОСТ, материал и все необходимые размеры, например:

Полка. Уголок $\frac{15 \times 15 \times 2 \text{ ГОСТ } 8509 - 72}{\text{Ст3 ГОСТ } 535 - 88}$; $L = 30$.

- для раздела «Стандартные изделия» указывают наименование и обозначение изделий в соответствии со стандартом на это изделие, например: «Гайка М6 ГОСТ 5915–70». Запись выполняют по группам деталей, объединенных по функциональному назначению (крепежные изделия, подшипники, кольца уплотнительные). В пределах каждой группы запись наименования делают в алфавитном порядке (болт, винт, гайка, шайба, шпилька, штифт и т. д.), а в пределах одного наименования в порядке возрастания номера ГОСТ, а в пределах одного ГОСТа – в порядке возрастания размеров изделия (М8, М12 и т.д.);

– в разделе «Материалы» указывается количество материала, требуемого для изделия, с указанием единицы измерения.

В основной надписи спецификации буквы СБ в конце обозначения непишут.

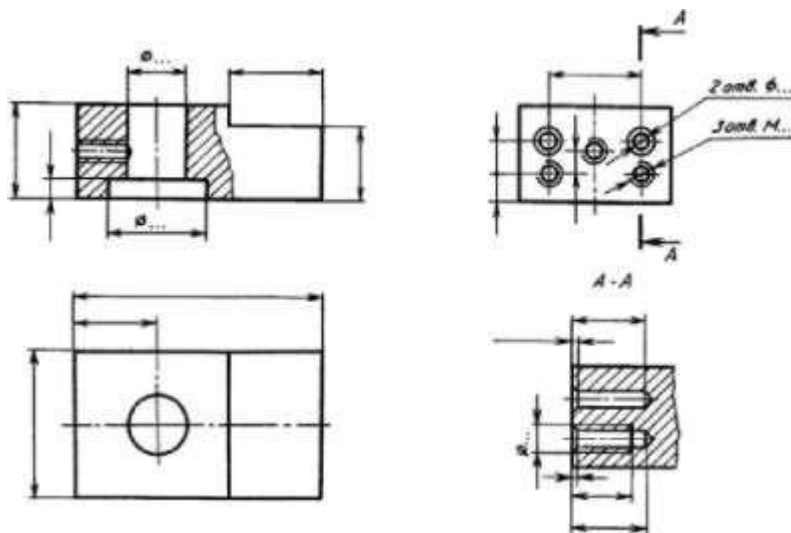
Детализированием называют разработку рабочих чертежей деталей по чертежу общего вида или по сборочному чертежу, выполненных в масштабе с использованием чертежных инструментов.

Рабочим чертежом детали называют изображение, на котором нанесены все размеры, необходимые для её изготовления и контроля, указаны материал, шероховатости поверхностей и технические требования.

При выполнении детализирования требуется умение применять все знания, которые были получены выше при изучении дисциплины «Инженерная графика».

Намеченную деталь подробно анализируют, определяя ее форму и необходимое (минимальное) число изображений (видов, разрезов, сечений, выносных элементов). Исходя из этого выбирают главный вид, который может быть не таким как на сборочном чертеже. На чертеже оси деталей, имеющих соосные поверхности вращения (валов, втулок, штуцеров, колес и т.п.), располагают параллельно основной надписи.

Далее выбирают масштаб изображения для рабочего чертежа и производят компоновку чертежа на листе выбранного формата (как и при выполнении эскизов на рисунке 4).



Затем вычерчивают виды, разрезы, сечения и выносные элементы. Наносят выносные и размерные линии и проставляют размерные числа как на рисунке 8. После этого производят обводку чертежа и наносят обозначение шероховатости поверхностей. В основной надписи указывают наименование детали начиная с существительного («Колесо зубчатое»), ее обозначение и материал, из которого сделана деталь.

ПЛАН-ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Таблица 10 - Календарный план выполнения расчетно-графической работы

Номер этапа	Содержание этапов работы	Процент выполнения	Срок выполнения, неделя семестра
1	2	3	4

1	Выдача задания	-	1 неделя
2	Анализ исходных данных задания. Подбор литературы.	5	2 неделя
3	1-й этап. Установить назначение и принцип работы изделия.	10	3 неделя
4	2-й этап. Разборка изделия на составные части.	20	5 неделя
5	3-й этап. Уточнение способов соединения отдельных сопряженных деталей (резьба, сварка, развальцовка).	25	6 неделя
6	4-й этап. Выполнение эскизов нестандартных деталей изделия. Начинать надо с корпусной детали (смотри выше задание «Эскизирование»)	45	9 неделя
7	5-й этап. Составление спецификации.	55	10 неделя
8	6-й этап. Выполнение сборочного чертежа в тонких линиях. Начинают с выбора главного вида. Затем размещают другие изображения. Чертеж должен, содержать минимально необходимое количество видов.	80	14 неделя
9	7-й этап. Нанесение на сборке габаритных, осевых, межцентровых и присоединительных размеров. Нанесение номеров позиций в соответствии со спецификацией. Заполнение основной надписи. Обводка чертежа.	95	16 неделя
10	Сдача расчетно-графической работы на проверку	100	16 неделя
11	Защита.		18 неделя

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РАБОТЫ

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если продемонстрированы: уверенное владение информацией в полном объеме, навыки и умения реализуются для нестандартных условий обработки.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в полном объеме; уверенное владение умениями и навыками реализуются для типовых ситуаций уверенно.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если продемонстрированы: владение информацией в не полном объеме; владение умениями и навыками реализуются не в полном объеме.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если теоретические знания имеются, но они разрознены и бессистемны; умения и навыки реализуются для типовых ситуаций с ошибками.

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55.

Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставаемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ

Допуск к защите расчетно-графической работы осуществляется при наличии у студентов оформленных в соответствии с единой системой конструкторской документации пояснительной записки и графической работы на форматах А3. Защита расчетно-графической работы проходит в форме собеседования по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если расчетно-графическая работа соответствует требованиям, описанным в единой системе конструкторской документации, а ответы на задаваемые вопросы полностью раскрывают суть работы. Основанием для снижения оценки являются:

- Бессистемность и разрозненность теоретических знаний;
- Наличие ошибок оформления чертежа и пояснительной записки.

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях:

- Допущения при выполнении расчетно-графической работы не критических ошибок.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенцию ОПК-6, ОПК-10. Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо систематическая подготовка к практическим занятиям и лекциям.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования любыми источниками.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Борисенко, И. Г. Начертательная геометрия. Начертательная геометрия и инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / И. Г. Борисенко, К. С. Рушелюк, А. К. Толстихин. — 8-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2018. — 332 с. — 978-5-7638-3757-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84258.html>

Супрун, Л. И. Начертательная геометрия [Электронный ресурс] : учебник / Л. И. Супрун, Е. Г. Супрун. — Электрон. текстовые данные. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018. — 244 с. — 978-5-7638-3802-2. —

Режимдоступа:<http://www.iprbookshop.ru/84259.html>

Ковалев, В. А. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Ковалев. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск :Новосибирский государственный университетэкономики и управления «НИНХ», 2017. — 279 с. — 978-5-7014-0802-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87106.html>

Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник длявузов / А. А. Чекмарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшее образование,2009.—471с.:ил.—(Основынаук).—Библиогр.:с.465-466.—ISBN978-5-9692-0332-7;514_Ч-37

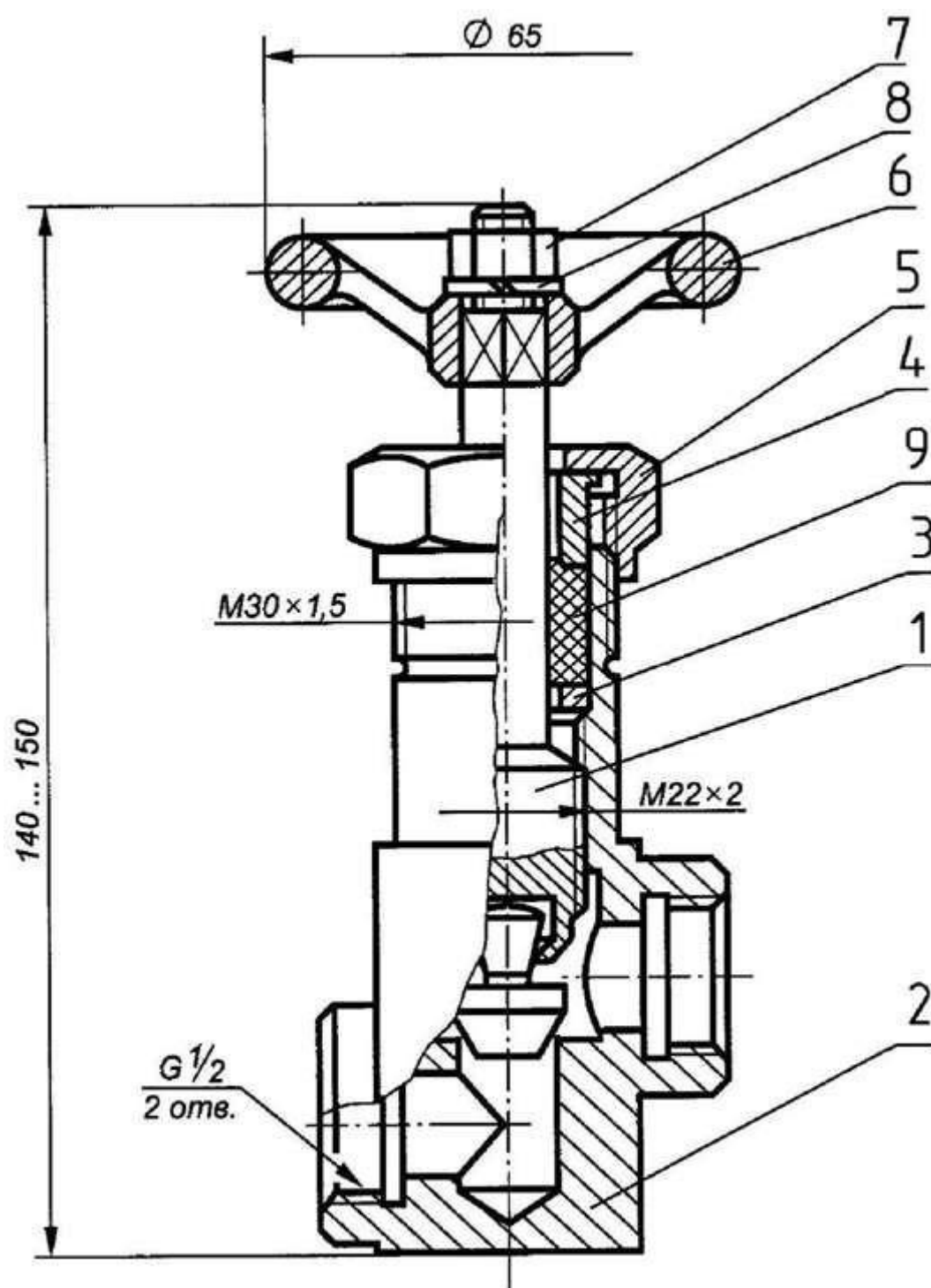
Чекмарев, А. А. Задачи и задания по инженерной графике : учебное пособие для студентов технических специальностей вузов / А.А. Чекмарев. — 3-еизд.,стер.— М.: Академия, 2008. — 128 с. — (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). — Библиогр.: с. 124. — ISBN 978-5-7695-4765-2; 607.6_Ч-373

Чекмарев, А. А. Инженерная графика : учебник для вузов / А. А.Чекмарев. — Изд. 9-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 2007. — 382 с. : ил. — (Общетехнические дисциплины). — Библиогр. с. 370. — Предм.указ.: с. 371-377. — ISBN978-5-06-00543-2.

Конакова, И. П. Основы оформления конструкторской документации[Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. П. Конакова, Э. Э.Истомина,В.А.Белоусова.— Электрон.текстовыеданные.—Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБСАСВ, 2014.—76с.—978-5-7996-1152-1.— Режим доступа:<http://www.iprbookshop.ru/68451.html>

Таблица 1 – Индивидуальные задания для расчетно-графической работы

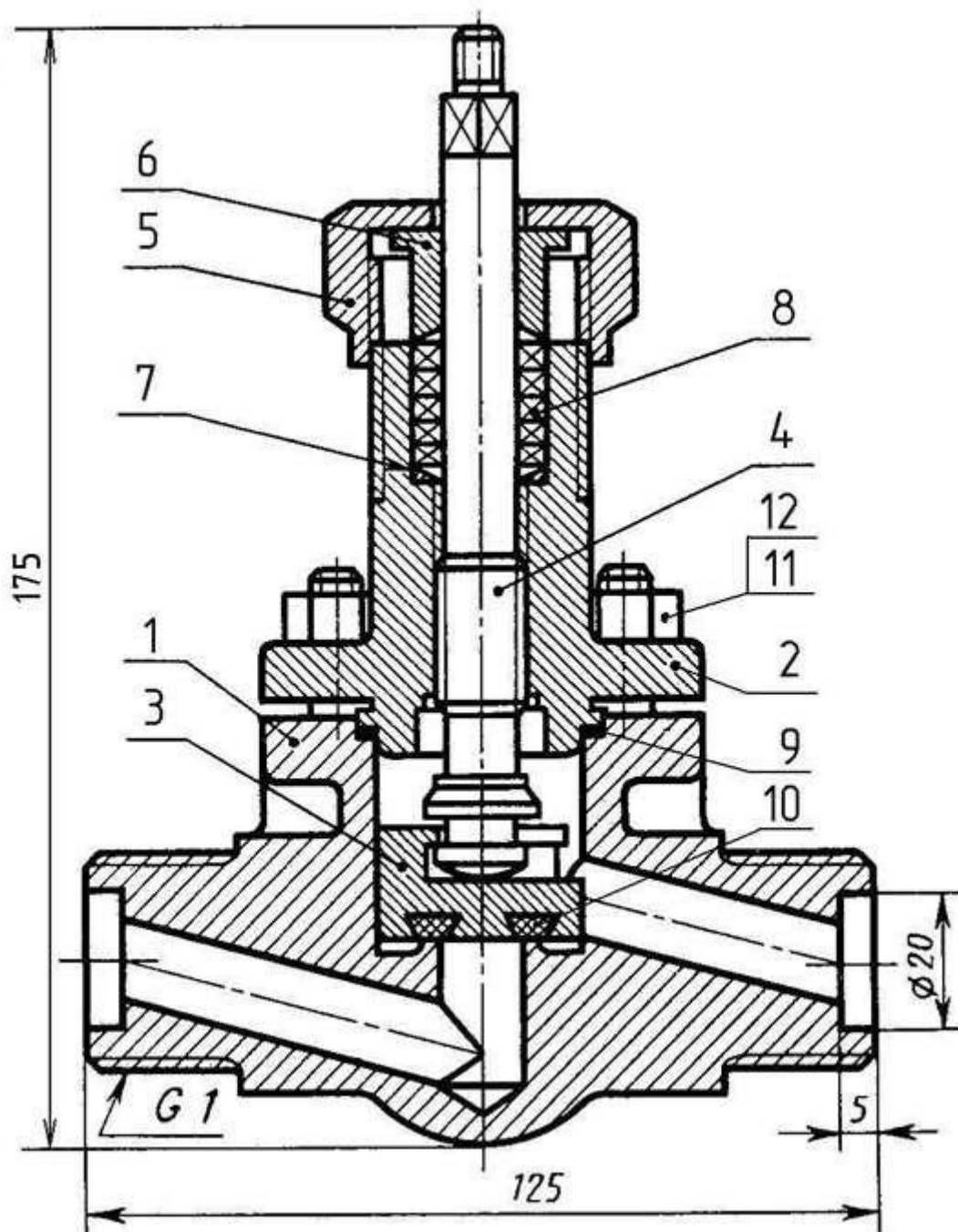
Вариант 1



ПНЕВМОАППАРАТ КЛАПАННЫЙ

Наименование деталей: 1 – шпиндель в сборе, 2 – корпус, 3 – кольцо, 4 – втулка, 5 – гайка, 6 – маховик, 7 – гайка М8 по ГОСТ 5915–70, 8 – Шайба 8 по ГОСТ 6402–70, 9 – пенка

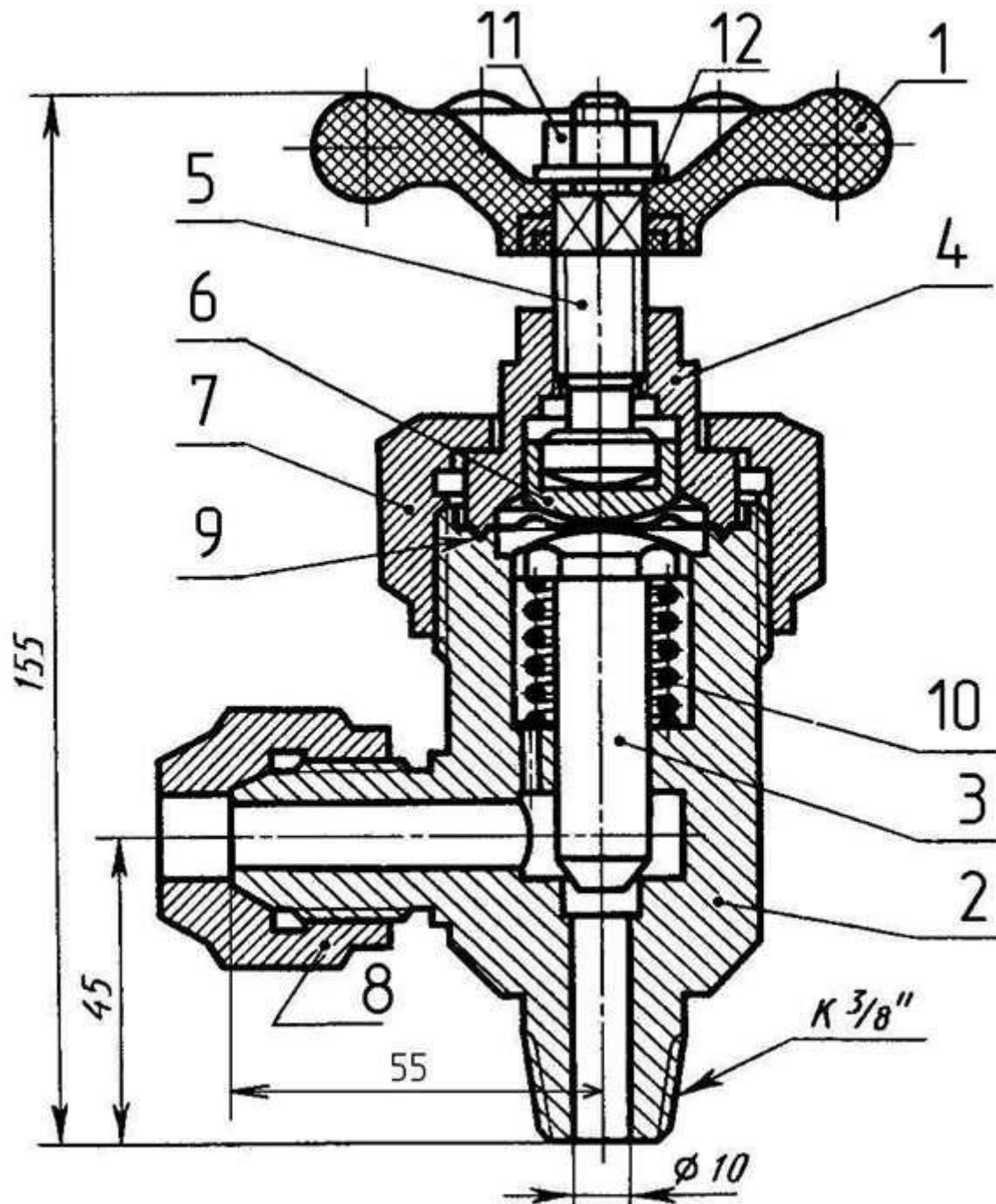
Вариант 2



ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ, ЦАПКОВЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – крышка, 3 – золотник, 4 – шпиндель с резьбой М14, 5 – гайка накидная с резьбой М33, 6 – втулка сальниковая, 7 – шайба специальная, 8 – асбест, 9 – прокладка паронитовая, 10 – уплотнение из баббита, 11 – шпилька М10 по ГОСТ 22032–76 (4шт.), 12 – гайка М10 по ГОСТ 5915–70

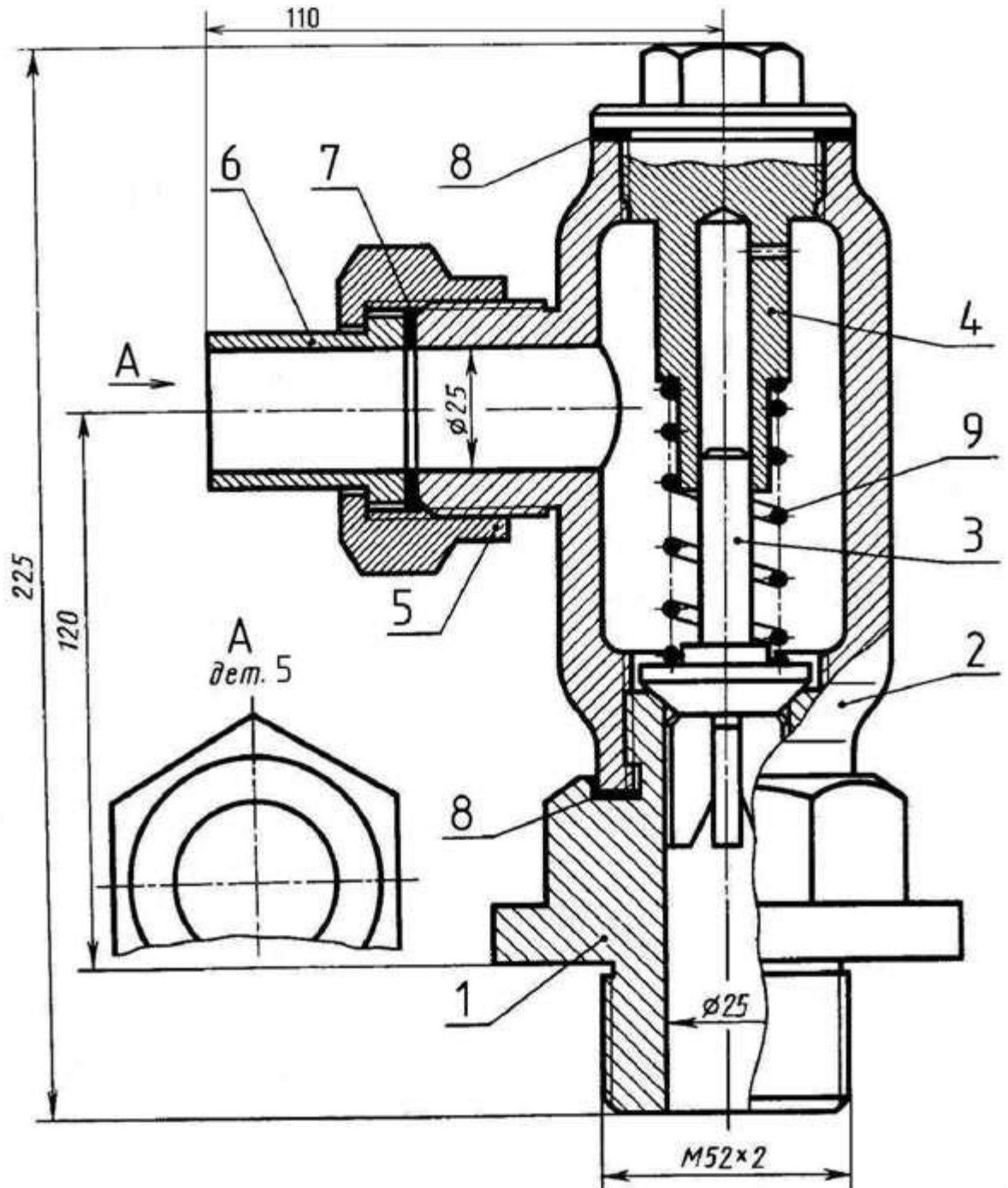
Вариант 3



ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ, УГЛОВОЙ

Наименование деталей: 1 – маховик, 2 – корпус из латуни, 3 – шток, 4 – крышка, 5 – шпindel с резьбой M14, 6 – подпятник, 7 – гайка накидная с резьбой M52, 8 – гайка накидная с резьбой M24, 9 – мембрана, 10 – пружина, 11 – гайка M8 по ГОСТ 5915–70, 12 – шайба 8 по ГОСТ 11371-78

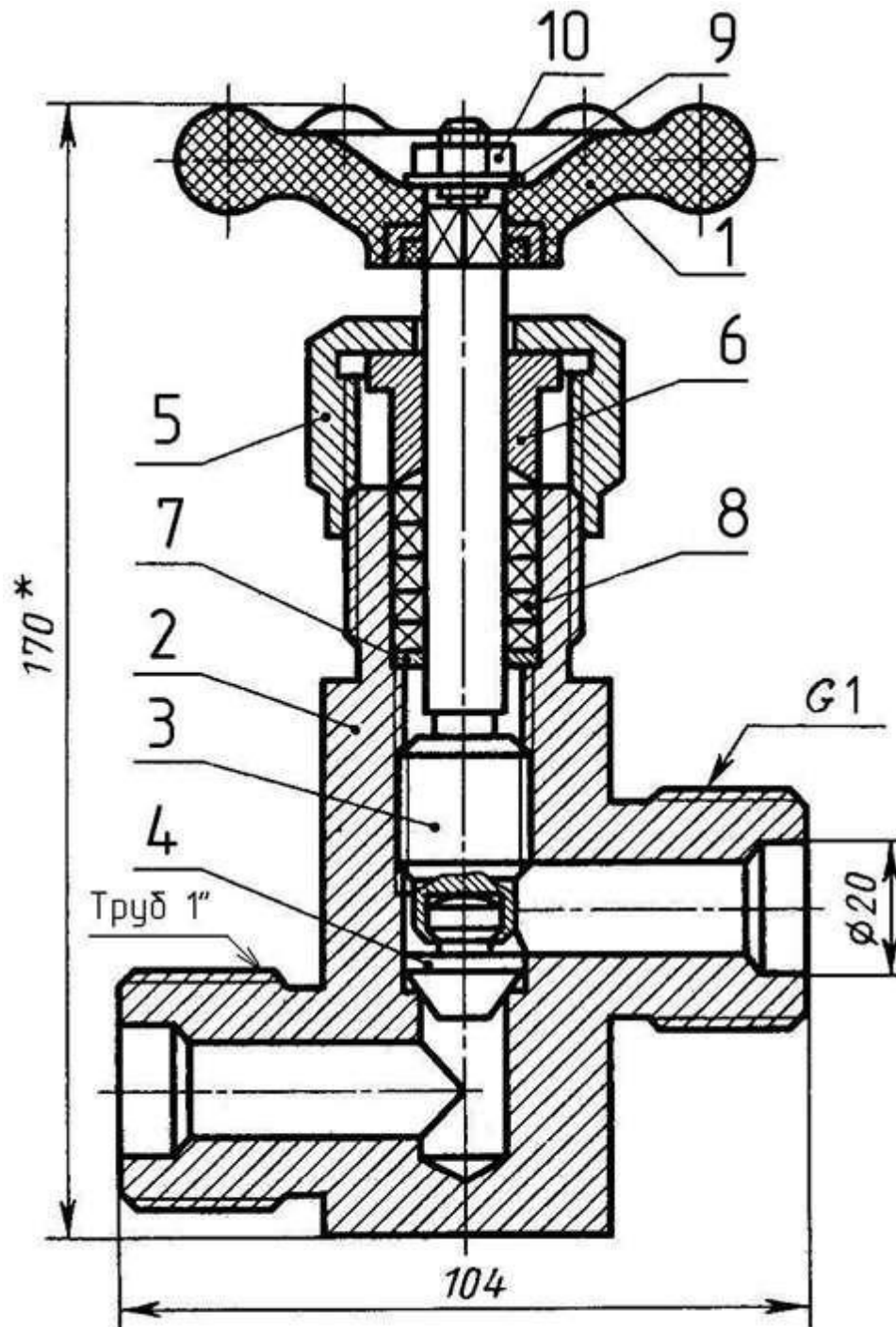
Вариант 4



КЛАПАН ОБРАТНЫЙ

Наименование деталей: 1 – штуцер, 2 – корпус из стали с резьбовыми отверстиями M42x2, 3 – золотник, 4 – крышка, 5 – гайка накидная с резьбой M42x2, 6 – патрубок, 7 – прокладка резиновая, 8 – прокладка резиновая, 9 – пружина

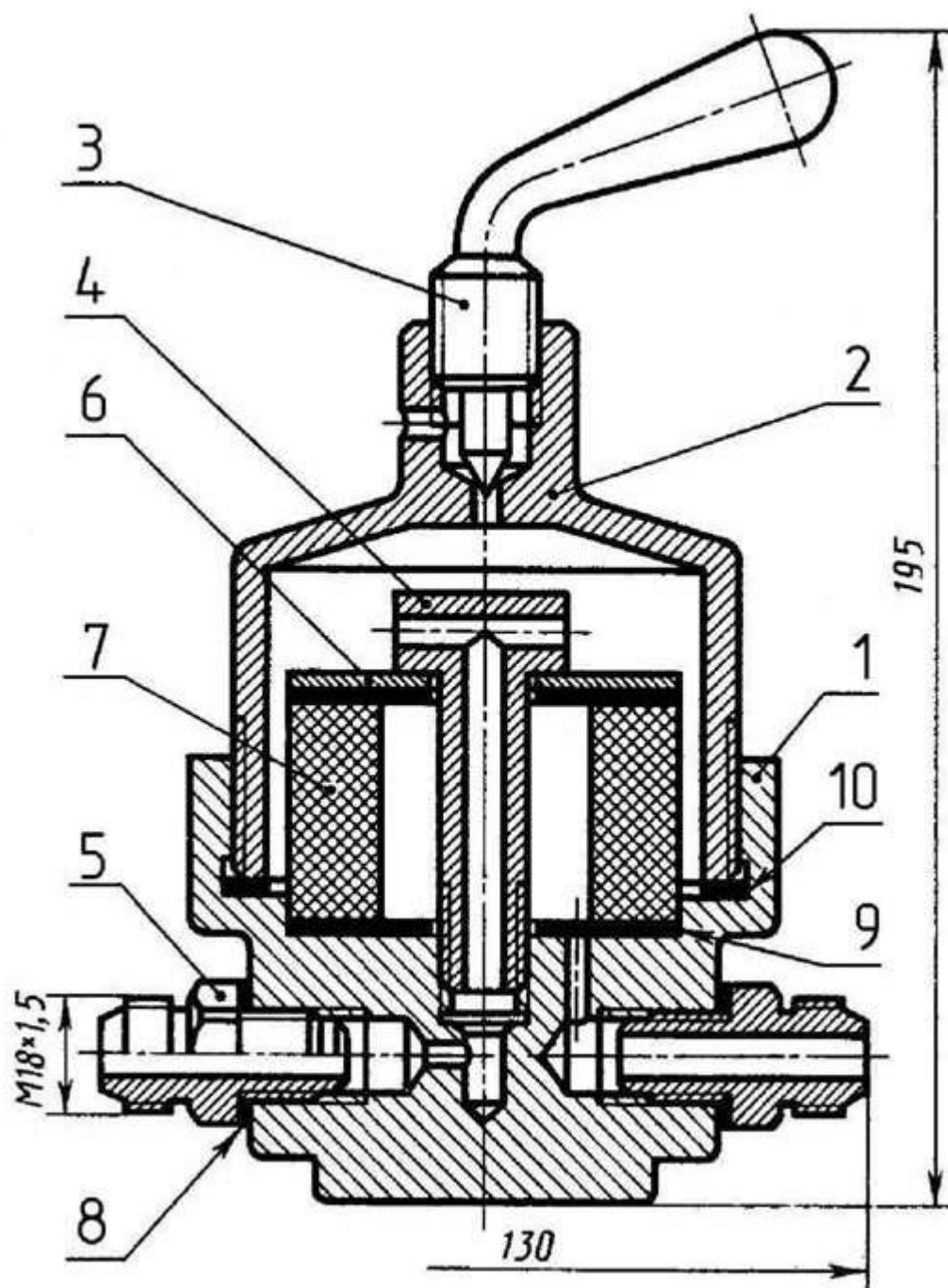
Вариант 5



ВЕНТИЛЬ ЗАПОРНЫЙ, ЦАПКОВЫЙ

Наименование деталей: 1 – маховик, 2 – корпус стальной, 3 – шпиндель, 4 – золотник, 5 – гайка накидная с резьбой М36х1,5, 6 – втулка сальниковая, 7 – шайба, 8 – набивка асбестовая, 9 – шайба 6 по ГОСТ11371–78, 10 – гайка М6 по ГОСТ 5915–70

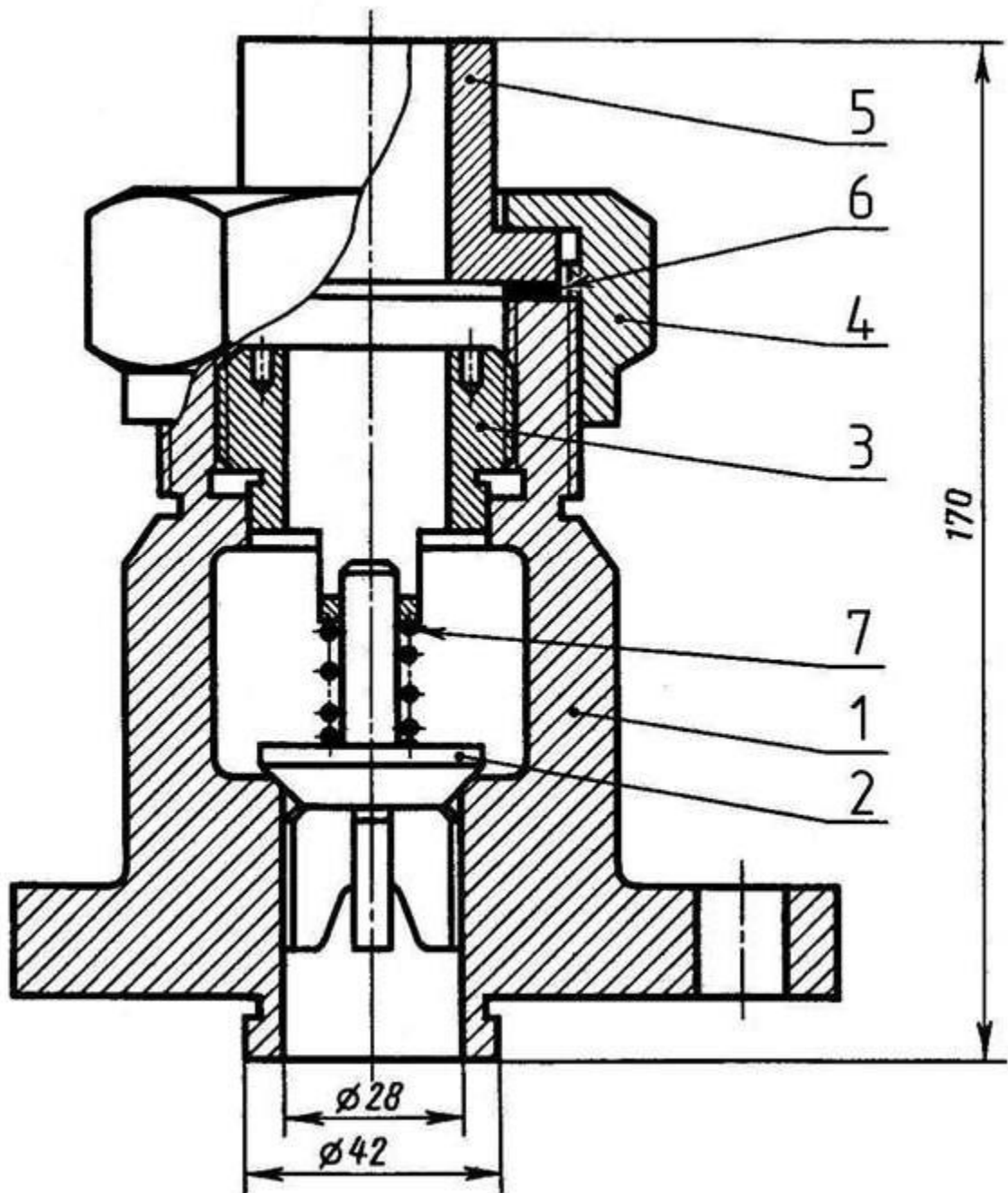
Вариант 6



ФИЛЬТР ВОЗДУШНЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – крышка с резьбой M80x3, 3 – рукоятка с резьбой M18, 4 – штуцер из латуни с резьбой M14x1, 5 – штуцер из стали (2шт.), 6 – шайба, 7 – фильтр, 8 – прокладка резиновая (2шт.), 9 – прокладка резиновая (2шт.), 10 – прокладка резиновая

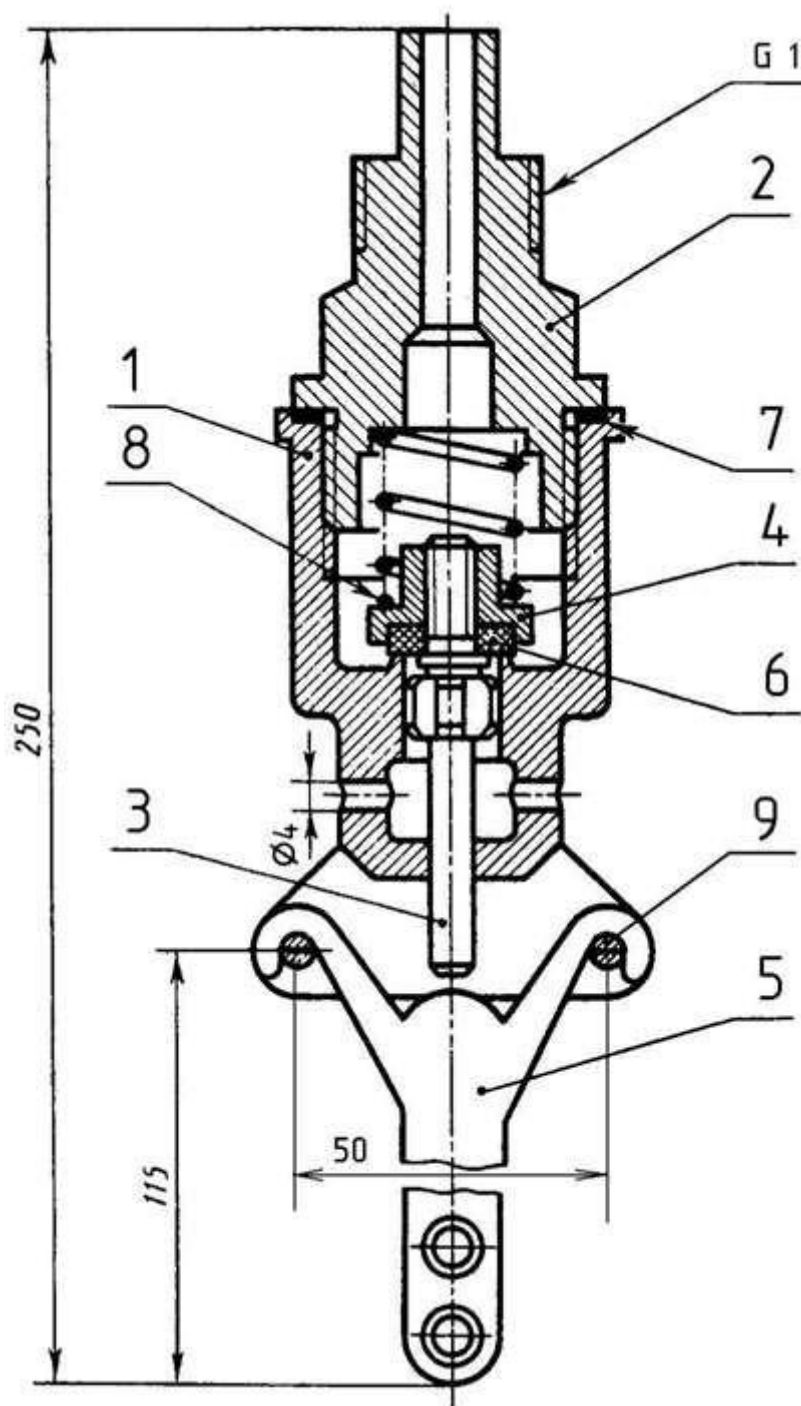
Вариант 7



КЛАПАН ОБРАТНЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – золотник из латуни, 3 – втулка с резьбой М50, 4 – гайка накидная с резьбой М72х4, 5 – патрубок, 6 – прокладка из резины, 7 – пружина

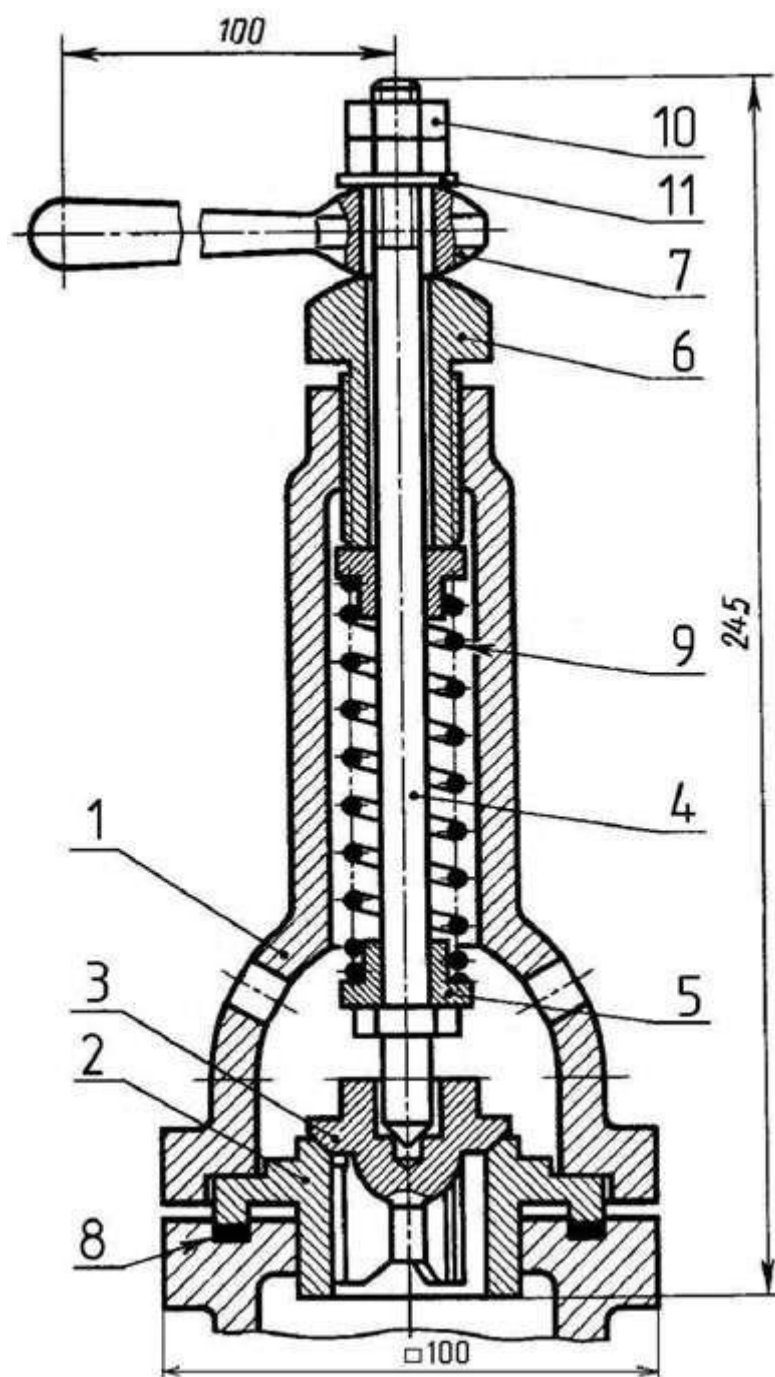
Вариант 8



КЛАПАН ВЫПУСКНОЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – крышка с резьбой М40х1,5, 3 – клапан из латуни с резьбой М6, 4 – гайка специальная, 5 – рукоятка, 6 – прокладка резиновая, 7 – прокладка резиновая, 8 – пружина, 9 – шплинт 6х30 по ГОСТ397–79

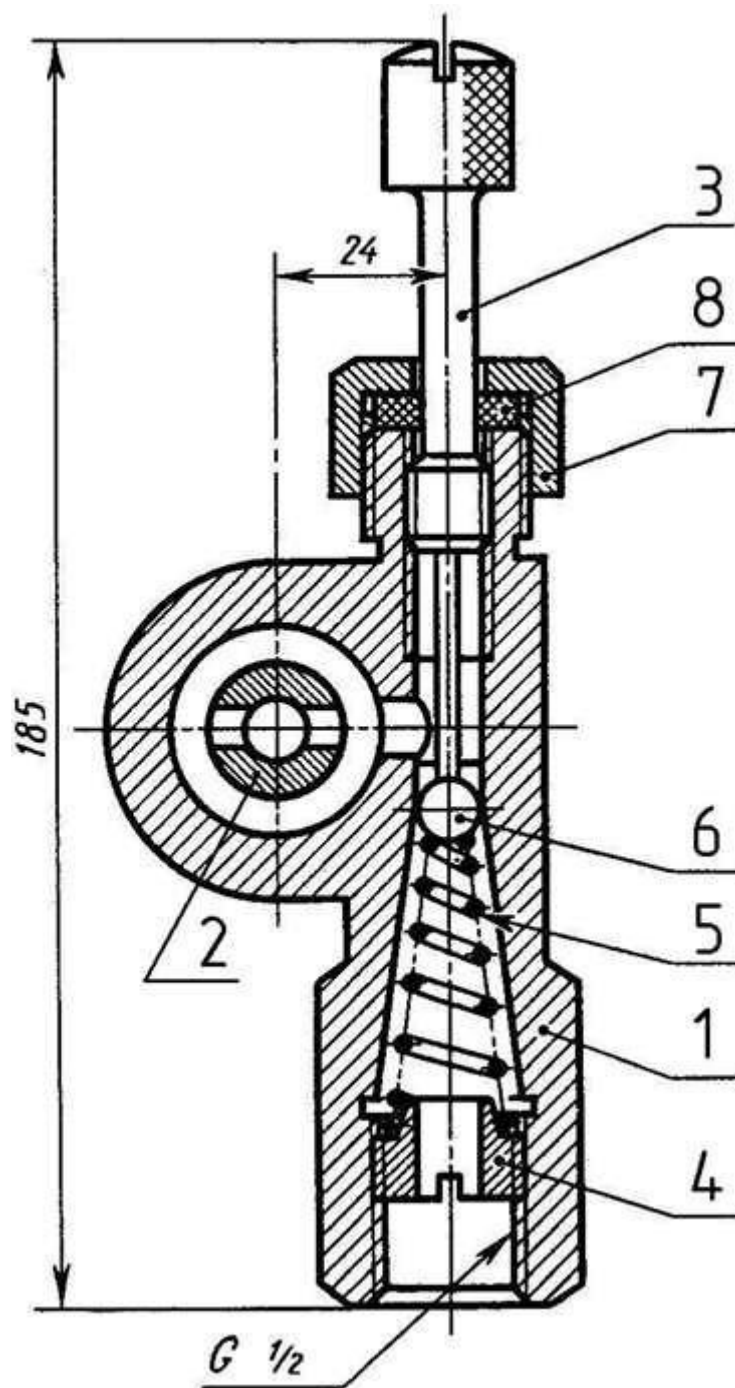
Вариант 9



КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – седло, 3 – золотник из латуни, 4 – шток, 5 – тарелка пружины, 6 – втулка с резьбой M24, 7 – рукоятка, 8 – прокладка резиновая, 9 – пружина, 10 – гайка M10 по ГОСТ5915–70 (2шт.), 11 – шайба 10 по ГОСТ11371–78

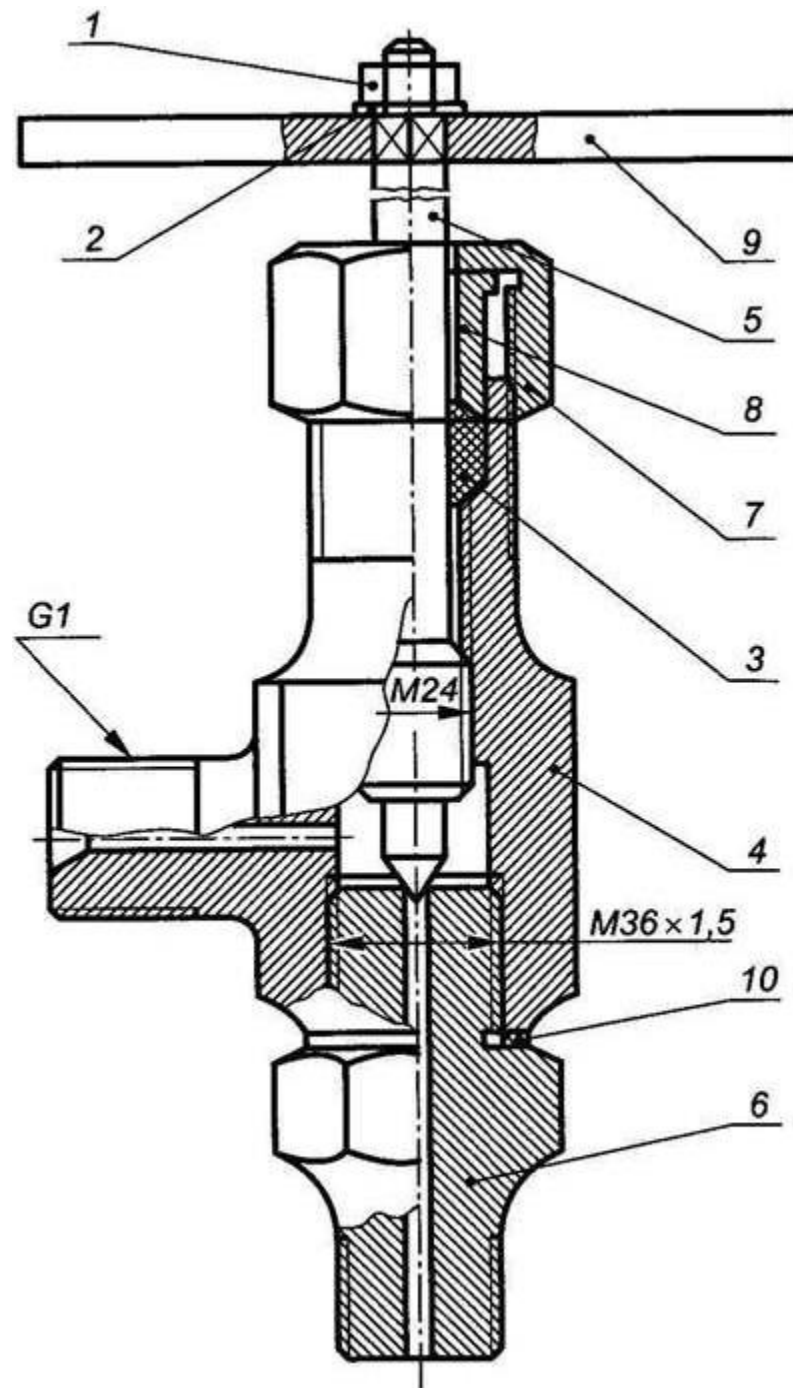
Вариант 10



КЛАПАН РЕГУЛИРУЕМЫЙ

Наименование деталей: 1 – корпус из стали, 2 – штуцер, 3 – игла регулирующая с резьбой М14, 4 – гайка специальная, 5 – пружина, 6 – шарик, 7 – гайка накидная с резьбой М26, 8 – прокладка резиновая

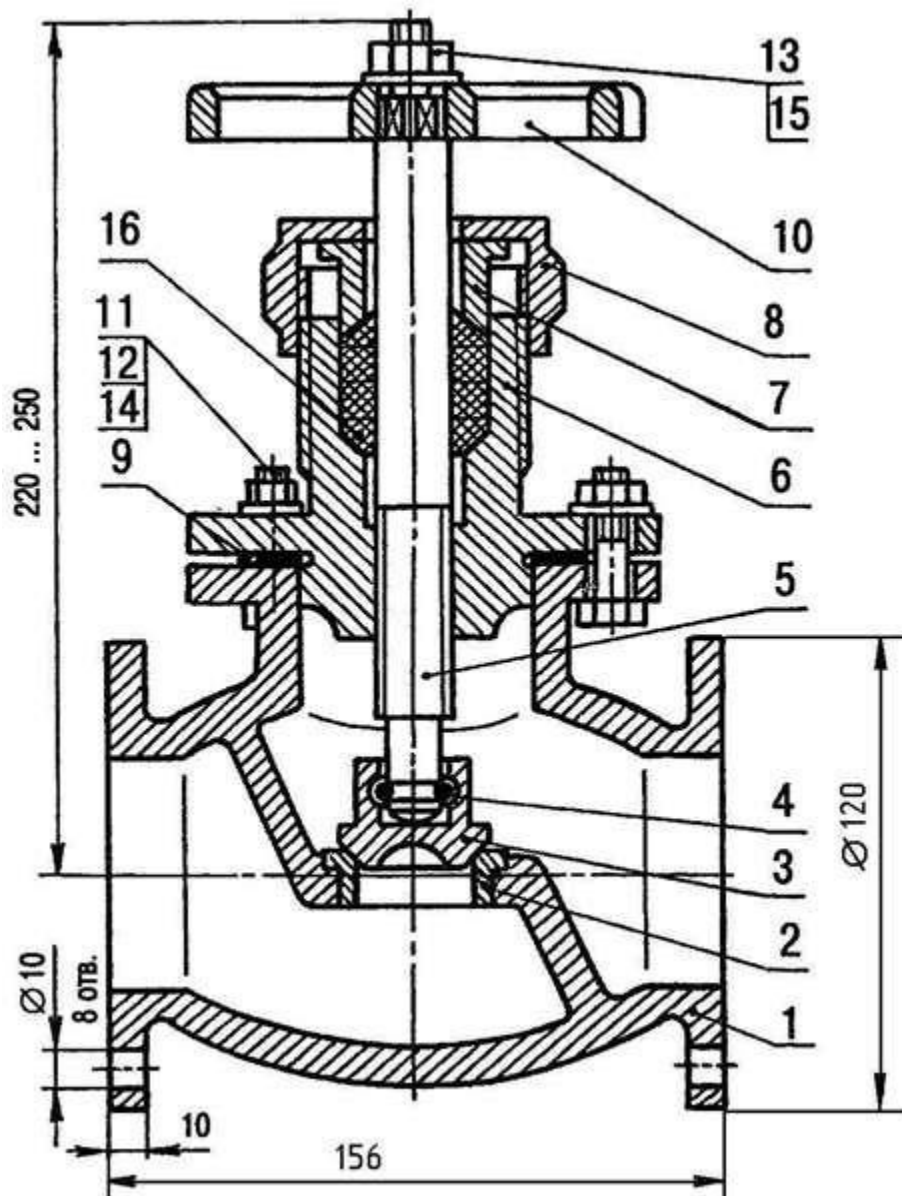
Вариант 11



ВЕНТИЛЬ УГЛОВОЙ

Наименование деталей: 1 – гайка М10 по ГОСТ 5915–70, 2 – шайба 10 по ГОСТ 11371–78, 3 – пенька ПП по ГОСТ 9993–74, 4 – корпус из стали, 5 – шпindel с резьбой М24, 6 – штуцер с резьбой М36х1,5, 7 – гайка накидная с резьбой М42х2, 8 – втулка, 9 – рукоятка, 10 – прокладка

Вариант 12



ВЕНТИЛЬ УГЛОВОЙ

Наименование деталей: 1 – корпус чугунный, 2 – втулка стальная, 3 –золотник бронзовый, 4 – скоба, 5 – шпindelь с резьбой М14, 6 – крышка, 7 – втулка нажимная, 8 – гайка накидная с резьбой М60, 9 – прокладка, 10 –маховик 120х14 по ГОСТ5260–75, 11– болт М8 по ГОСТ 7798–70, 12 – гайка М8 по ГОСТ 5919–70, 13 – гайка М10 по ГОСТ 5915–70, 14 – шайба 8 по ГОСТ 11971–78, 15 – шайба 10 по ГОСТ 11971–78, 16 – пенька по ГОСТ9993–74; 0,017 кг