

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

Кафедра электропривода и автоматизации

Составители
И. Ю. Семькина
Е. А. Ратникова

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Методические указания к лабораторным работам

Рекомендованы учебно-методической комиссией направления
подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
в качестве электронного издания для использования
в образовательном процессе

Кемерово 2018

Рецензенты:

Негадаев В. А. – доцент кафедры электропривода и автоматизации

Семыкина И. Ю. – председатель учебно-методической комиссии
направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Семыкина Ирина Юрьевна

Ратникова Ева Александровна

Компьютерная графика в электротехнике : методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] : для обучающихся по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника очной формы обучения / сост.: И. Ю. Семыкина, Е. А. Ратникова; КузГТУ. – Кемерово, 2018. – Систем. требования : Pentium IV; ОЗУ 8 Мб; Windows XP; мышь. – Загл. с экрана.

Учебное электронное издание предназначено для использования по курсу компьютерной графики в электротехнике для обучающихся, получающих подготовку в области электротехники и автоматики. Приведены общие сведения о графических форматах и программах для компьютерного редактирования графической информации. Особое внимание уделяется программным средствам для автоматизации проектирования в электротехнических задачах. Будет полезно не только студентам, но и инженерам проектировщикам. Рекомендуется также для использования при подготовке к курсовому и дипломному проектированию.

© КузГТУ , 2018

© Семыкина И. Ю.,
Ратникова Е. А.,
составление, 2018

Содержание

Начертательная геометрия

1. Графическое отображение информации о форме и геометрии деталей	3
1.1 Изображения. Основные положения и определения	3
1.2 Проекционные задачи	5
1.3 Выполнение разрезов	7
1.4 Нанесение размеров	8
1.4.1 Основные требования и определения	8
1.4.2 Основные правила нанесения размеров	10
1.4.3 Полуавтоматическое нанесение размеров	16
1.4.4 Пример нанесения размеров	19
1.5 Построение аксонометрических проекций	21

Инженерная и компьютерная графика

2.1 Создание 3D деталей	22
2.2 Создание 3D сборок	43
2.2.1 Планирование сборки	43
2.2.2 Создание комплекта конструкторских документов	43
2.3 Формирование чертежей на базе 3-х мерных деталей (сборок)	45

Электрические схемы и чертежи

3.1 Электрические схемы соединений и подключения	47
3.1.1 Основные правила выполнения схем соединений и подключения	48
3.1.2 Особенности маркировки соединения и подключения схемы	56
3.1.3 Чтение и составление схем (УГО). Обозначения для схем соединения (монтажных схем) щитков и пультов	72
3.2 Чертежи жгутов, кабелей, проводов	75
3.2.1 Правила выполнения жгутов, кабелей, проводов	75
3.2.2 Схема расположения	81
3.3 Чертежи печатных плат	82
3.3.1 Как автоматически производить трассировку в программе Eagle	83

Коллоквиум	87
-------------------	-----------

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

1. Графическое отображение информации о форме и геометрии деталей

Виды изделий всех отраслей промышленности при выполнении конструкторской документации устанавливает ГОСТ 2.101-68.

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Установлены следующие виды изделий:

- детали;
- сборочные единицы;
- комплексы;
- комплекты.

Деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например: валик из одного куска металла, литой корпус, печатная плата. К деталям также относят изделия типа коробки (склеенной, сваренной, спаянной) из одного куска листового материала (картон, листовая сталь).

Части детали, имеющие определенное назначение, называются ее элементами, например: фаска, проточка, ребро и т. п.

Виды и комплектность конструкторских документов на изделия устанавливает ГОСТ 2.102-68. Чертеж детали — документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

1.1 Изображения. Основные положения и определения

В инженерной графике под изображением понимают отображение предмета, выполненное в натуральную величину или в масштабе при соблюдении основных правил упрощения и предназначенное для передачи информации о форме и геометрии предмета.

Правила изображения предметов устанавливает ГОСТ 2.305-68. Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При этом предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис. 1.1, а). За основные плоскости проекций принимают 6 граней куба. Грани совмещают с плоскостью чертежа, как показано на рис. 1.1,б.

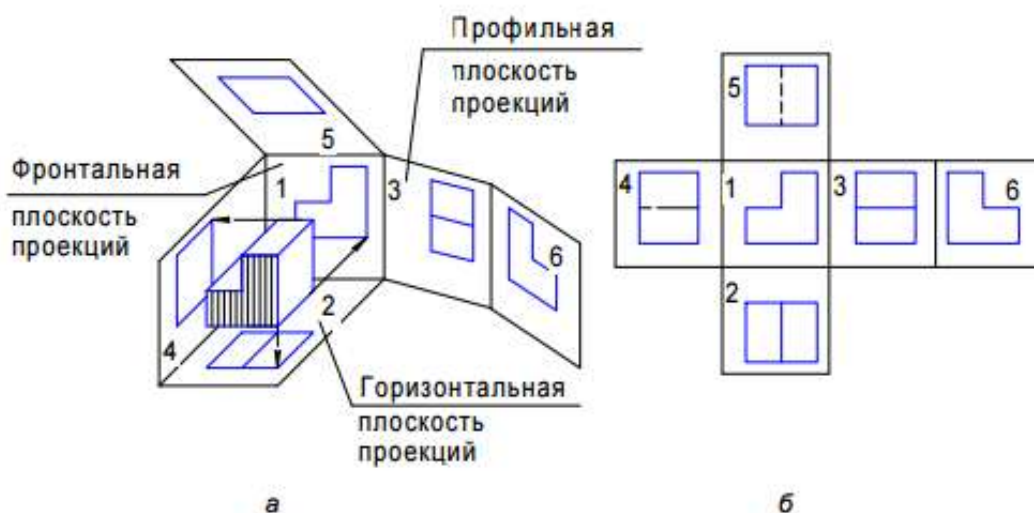


Рис. 1.1 а — расположение предмета относительно плоскостей проекций;
 б — расположение основных видов

Из шести плоскостей проекций наиболее часто используют три: фронтальную (1), горизонтальную (2), профильную (3). Основные виды (рис. 1.1, б):

- 1 — вид спереди (главный вид);
- 2 — вид сверху;
- 3 — вид слева;
- 4 — вид справа;
- 5 — вид снизу;
- 6 — вид сзади.

Вид спереди принимают на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Предметы следует изображать в их функциональном положении или в положении, удобном для изготовления предмета.

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения.

Вид — изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий.

Разрез — изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывается то, что находится в секущей плоскости и расположено за ней. Допускается показывать не все объек-

ты за секущей плоскостью, которые не нужны для понимания конструкции предмета.

Сечение — изображение фигуры при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

1.2 Проекционные задачи

В данном и последующих разделах приведены примеры выполнения и редактирования несложных изображений основных тематических задач технического черчения.

На рис. 1.2 приведены условия и решения четырех проекционных задач. Мы кратко остановимся на содержательной стороне решения первых трех задач, а для четвертой раскроем технологию компьютерной реализации решения.

В двух первых задачах, для сокращения числа возможных решений, необходимо указать, что заданные геометрические тела снаружи ограничены набором плоских многоугольников и не имеют скрытых отсеков и внутренних поверхностей. Предварительный анализ формы заданных тел позволяет представить, какие линии получаются в результате пересечения смежных поверхностей. В первой задаче тело состоит из трех призм и усеченной пирамиды. Призмы на виде слева изображаются прямоугольниками, усеченная пирамида — в виде трапеции.

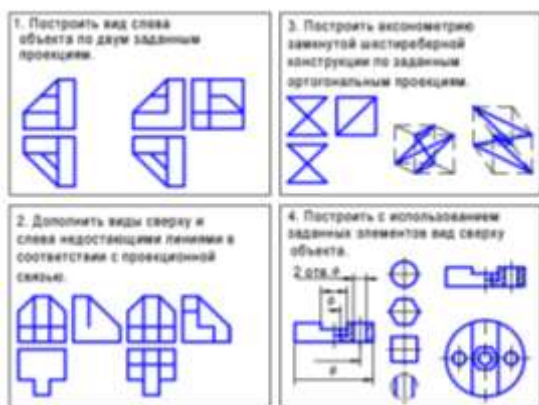


Рис. 1.2. Решение проекционных задач

Решение третьей задачи заключается в изображении двух вариантов замкнутой конструкции, у которой любая вершина образована соединением двух ребер. Следует отметить одну особенность: направление отдельных участков пространственной линии на аксонометрическом чертеже может быть недостаточно наглядным, так как в аксонометрии углы искажаются. Поэтому для

большей наглядности рекомендуется изображение конструкции вписывать в изображение подходящего по форме параллелепипеда. Если для нахождения решений пространственного воображения не хватает, то возможен подход с формализацией этапов решения. На первом этапе можно пронумеровать вершины куба на прямоугольных и аксонометрической проекциях. Далее следует перечислить и изобразить на аксонометрической проекции куба все допустимые ребра проволочной конструкции, которые не противоречат исходным данным. И, наконец, из данного множества ребер выбрать те, которые дадут искомое решение.

В четвертой задаче набор геометрических примитивов для вида сверху обеспечивает единственность правильного решения, и не обязательно использовать все четыре элемента. На рис. 1.3 поэтапно рассмотрена последовательность построений, необходимых для получения решения.



Рис. 1.3. Этапы построения изображения втулки

Показанные на рис. 1.3 размерные линии и символы необходимы для правильного построения вида сверху. При выполнении задания их наносить не требуется.

1.3 Выполнение разрезов

Задание ориентировано на применение знаний ГОСТ 2.305-68, 2.311-68, 2.316-68 и включает 4 задачи по достраиванию изображений деталей. Необходимо первоначально скопировать исходные изображения в правую часть

соответствующего вида и в дальнейшем редактировать именно эти изображения. На рис. 1.4–1.7 представлены исходные данные и раскрыты этапы решения задач с указанием команд на отдельных этапах.

В первой задаче (рис. 1.4) необходимо завершить построение контуров двух изображений, а на половине вида спереди показать обращенную к наблюдателю видимую часть поверхности детали.

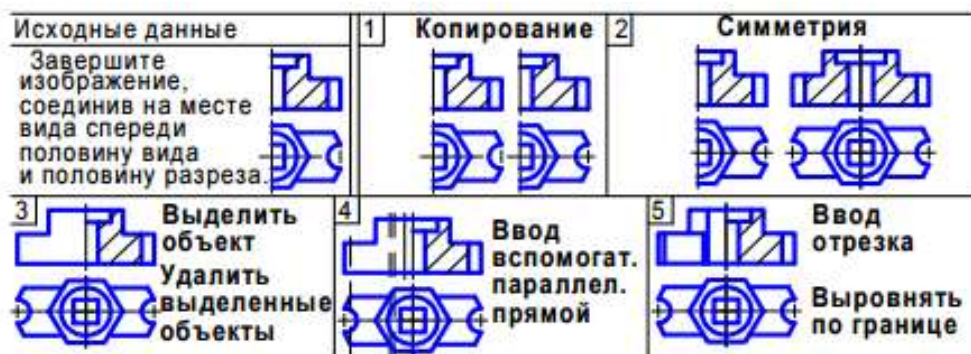


Рис. 1.4. Соединение половины вида и половины разреза

При решении второй задачи (рис. 1.5) следует обратить внимание на правильность расположения границы вида и разреза и на изображение ребра, совпадающего с осью симметрии детали.



Рис. 1.5. Соединение части вида и части разреза

Для получения правильного решения в третьей задаче (рис. 2.6) необходимо обратить внимание на условность выполнения разрезов, когда секущая плоскость направлена вдоль длинной стороны тонкой стенки типа ребра жесткости.

Такие элементы согласно ГОСТ 2.305-68 показывают незаштрихованными.

Цель задачи на рис. 1.7 — закрепить знания об использовании условностей и упрощений при выполнении видов и разрезов, связанные, в частности, с изображением тонкими линиями резьбы и рифления. Из условия ясно, что внутренняя и наружная поверхности детали — поверхности вращения.



Рис. 1.6. Разрез детали с ребром жесткости

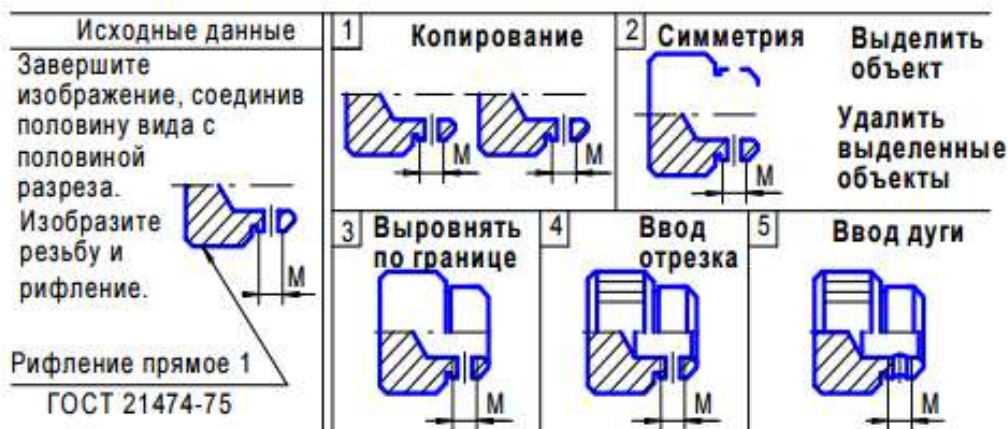


Рис. 1.7. Исходные данные и построение изображения втулки

1.4.Нанесение размеров

1.4.1 Основные требования и определения

Основанием для определения величины изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Размер на чертеже — число, показывающее истинную величину изделия или его элементов независимо от масштаба и точности.

При нанесении размеров необходимо учитывать следующие основные требования.

- Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия.
- Каждый размер указывают только один раз.
- Линейные размеры указывают в миллиметрах без обозначения единиц измерения.
- Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: 4ε, 4ε30', 4ε30'40".
- При выполнении рабочих чертежей деталей, изготовляемых отливкой, штамповкой, ковкой или прокаткой с последующей механической об-

работкой части поверхности детали, указывают не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающего механически обработанные поверхности с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке.

- Размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный.

Размеры разделяют по разным признакам:

- действительные — размеры, установленные измерением с допустимой погрешностью;
- номинальные — размеры, относительно которых определяют предельные размеры и которые служат началом отсчета отклонений;
- исполнительные (рабочие) — размеры, подлежащие обязательному выполнению по данному чертежу;
- справочные — размеры, не подлежащие выполнению по данному чертежу и указываемые для большего удобства пользования чертежом.

Справочные размеры на чертеже отмечают звездочкой, а в технических требованиях записывают: "* Размеры для справок". Если все размеры на чертеже справочные, их знаком звездочки не отмечают, а в технических требованиях записывают: "Размеры для справок".

К справочным размерам на чертежах деталей относят следующие:

- один из размеров замкнутой размерной цепи;
- размеры, перенесенные с чертежей изделий-заготовок;
- размеры деталей (элементов) из сортового, фасонного, листового и другого проката.

Размеры на чертежах, в общем случае, наносят с их предельными отклонениями. В курсе "Инженерная графика" предельные отклонения на чертежах не наносят, т. е. указывают только номинальные размеры. При установлении номинальных размеров у конструируемых изделий необходимо стремиться к сокращению разнообразия размеров. При уменьшении разнообразия в размерах упрощается производственный процесс, уменьшается число необходимого режущего и измерительного инструмента, и в результате может быть снижена стоимость изготовления изделия.

При назначении номинальных размеров необходимо учитывать требования ГОСТ 6636-69.

1.4.2. Основные правила нанесения размеров

Правила нанесения размеров на чертежах устанавливает ГОСТ 2.307-68. Рассмотрим некоторые из них.

- Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями.
- При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии — перпендикулярно размерным.
- При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии — радиально.
- Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.
- Размерную линию, как правило, с обоих концов ограничивают стрелками.
- Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1–5 мм.
- Минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура — 10 мм и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа.
- Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Поэтому меньшие размеры ставят ближе к контуру изображения, чем большие размеры.
- Величины элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов показаны на рис. 1.8.



Рис. 1.8. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов

- При недостатке места для стрелок на размерных линиях стрелки наносят, как показано на рис. 1.9. Можно заменять стрелки засечками или четкими точками.

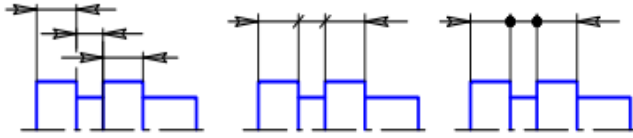


Рис. 1.9. Выполнение размерных линий при недостатке места для стрелок

- При указании размера диаметра перед размерным числом наносят знак диаметра. При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий. Если размерное число внутри окружности не помещается, его выносят за пределы окружности, как показано на рис. 1.10.

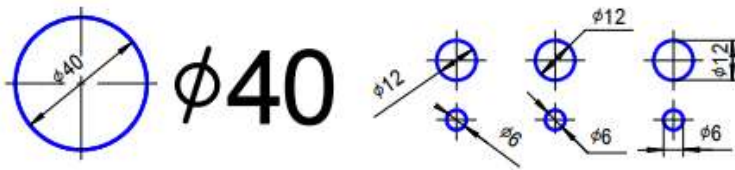


Рис. 1.10. Нанесение размера диаметра

- При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву "R" (рис. 1.11). Размерная линия радиуса проходит из центра дуги и оканчивается стрелкой, упирающейся в точку дуги окружности. Для большого радиуса центр допускается приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90°. Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса можно не доводить до центра и смещать относительно него.

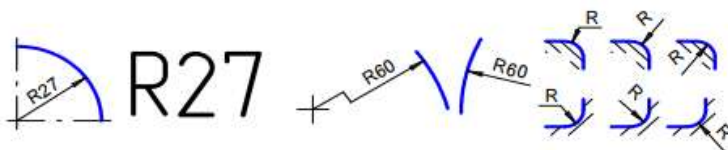


Рис. 1.11. Нанесение размера радиуса

- Перед размерным числом, указывающим сторону квадратного элемента, наносят знак квадрата (рис. 1.12). При этом высота знака равна высоте цифр.

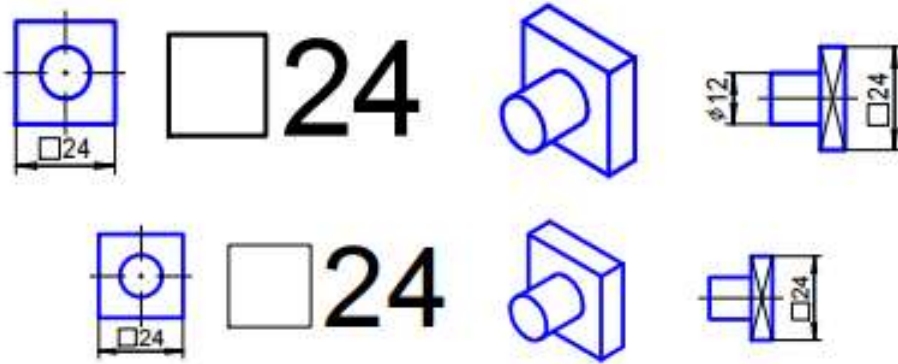


Рис. 1.12. Нанесение размера квадратного элемента

- При изображении детали в одной проекции размер ее толщины или длины наносят, как показано на рис. 1.13.
- При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий размерные числа над ними располагают в шахматном порядке (рис. 1.14).
- Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (рис. 1.15).

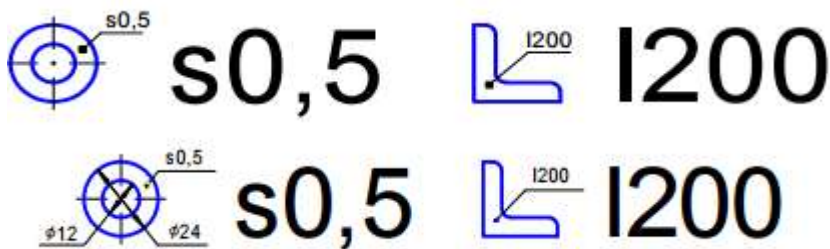


Рис. 1.13. Нанесение размера толщины s и длины l

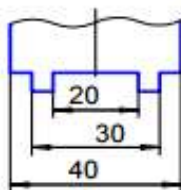


Рис. 1.14. Расположение размерных чисел при нанесении нескольких

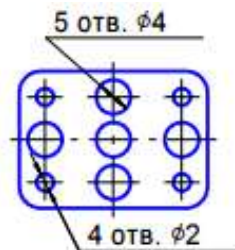


Рис. 1.15. Нанесение размеров одинаковых элементов

- Размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества (рис. 1.16).

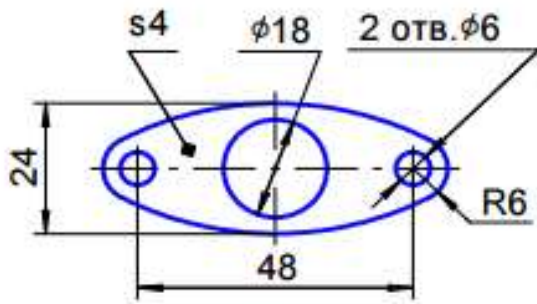


Рис. 1.16. Нанесение размеров для симметрично расположенных элементов

- Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях.
- В случае, показанном на рис. 1.17, размерные и выносные линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм.

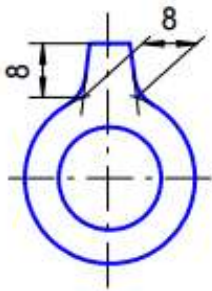


Рис. 1.17. Смещение размерной линии

- Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рис. 1.18, а. Размеры других фасок указывают по общим правилам, линейным и угловым размерами или двумя линейными размерами (рис. 1.18, б);

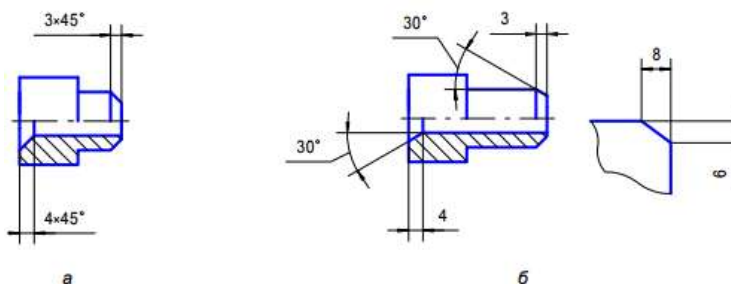


Рис. 1.18. Нанесение размера фаски

- Если на изображении совмещается вид с разрезом, то размеры, относящиеся к виду, помещают со стороны вида, а размеры, относящиеся к разрезу, помещают со стороны разреза.
- Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу

(пазу, выступу, отверстию), рекомендуется группировать в одном месте, располагая на том изображении, где форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 1.19).

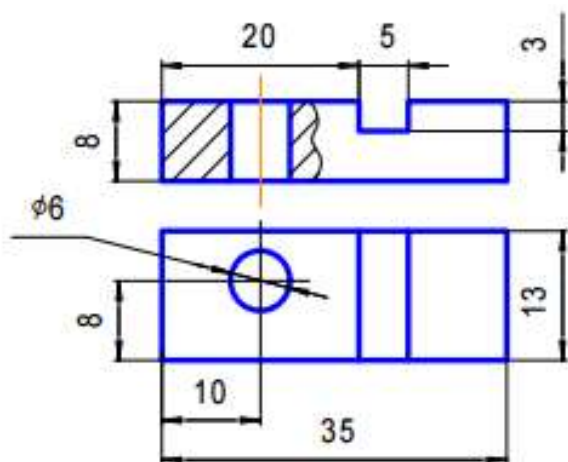


Рис. 1.19. Группировка размеров паза

- При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (рис. 1.20).

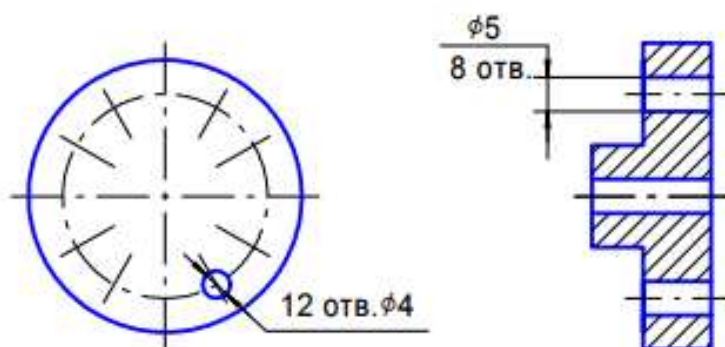


Рис. 1.20. Нанесение размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия

- При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков на размер промежутка (рис. 1.21).

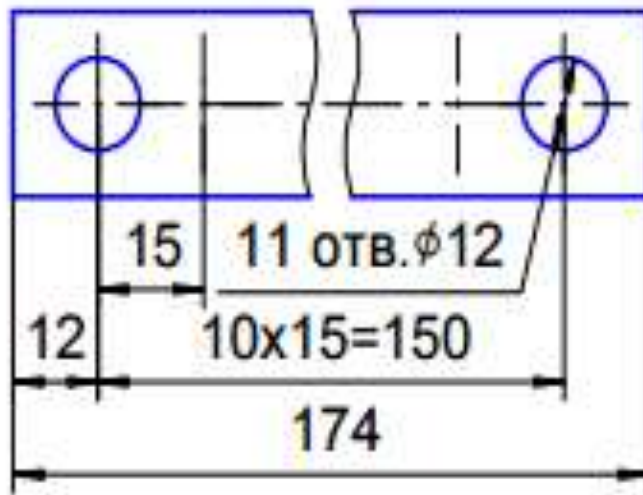


Рис. 1.21. Нанесение размеров для равномерно расположенных элементов

- Допускается не наносить на чертеже размеры радиуса дуги окружности
- сопрягающихся параллельных линий (рис. 1.22).

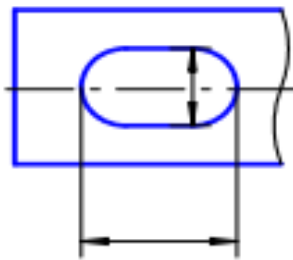


Рис. 1.22. Размер радиуса дуги не наносится

- При большом количестве размеров, нанесенных от общей базы, допускается наносить линейные размеры, как показано на рис. 1.23. При этом проводят общую размерную линию от нулевой отметки и размерные числа наносят в направлении выносных линий, у их концов.

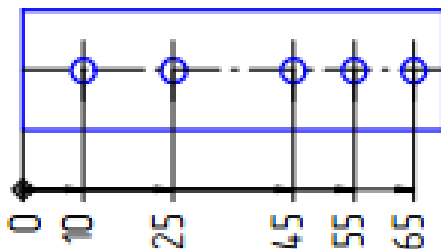


Рис. 1.23. Нанесение от общей базы большого количества размеров

- Если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам,

проводят с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси (рис. 1.24).

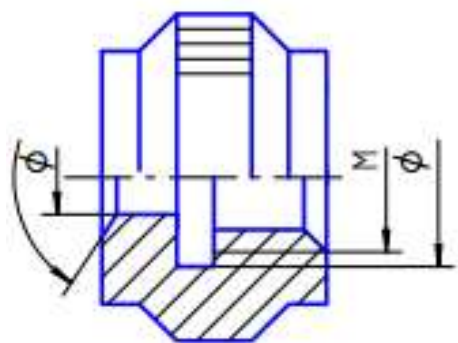


Рис. 1.24. Выполнение обрывов размерных линий

- Одинаковые элементы, расположенные в разных частях изделия (например отверстия), рассматривают как один элемент, если между ними нет промежутка или если эти элементы соединены тонкими линиями. При отсутствии этих условий указывают полное количество элементов.

1.4.3. Полуавтоматическое нанесение размеров

Размеры выражают основные геометрические характеристики объектов. Размеры бывают четырех основных типов: линейные, угловые, диаметральные, радиальные. Линейные размеры делятся на горизонтальные, вертикальные, параллельные, повернутые. Различают способы нанесения размеров от одной или нескольких общих баз, заданием размеров между смежными элементами (цепочкой).

CAD-системы предоставляют средства нанесения размеров, которые существенно упрощают этот трудоемкий процесс. Наиболее распространенным является режим полуавтоматического нанесения размеров. В этом режиме пользователю необходимо указать нужный элемент и установить размерное число в требуемую точку. На основе этих данных система автоматически формирует выносные и размерные линии и рассчитывает размерное число.

Вид размеров и способов их ввода в базу данных определяется набором размерных переменных. Размерными переменными можно управлять. В большинстве систем предусматривается возможность создания ассоциативных размеров, которые автоматически пересчитываются и перерисовываются при редактировании соответствующих фрагментов изображений.

Линейные размеры

В табл. 1.1 перечислены типы линейных размеров, полуавтоматическое нанесение которых обеспечивается в САД-системах. При вводе обычного (одиночного) горизонтального или вертикального размера необходимо указать точки 1 и 2 выхода выносных линий и точку 3 пересечения размерной линии со второй выносной линией. Система автоматически располагает выносные линии параллельно друг другу, а размерную линию — перпендикулярно им.

Если длина размерной линии меньше суммарной длины двух стрелок, стрелки автоматически будут сформированы снаружи выносных линий.

Если отсутствует необходимость автоматического формирования размерной надписи, то текст надписи вводит пользователь, при этом по умолчанию предлагается надпись, содержащая только точное значение размера, измеренное по координатам выносных линий.

Система автоматически определяет длину введенной размерной надписи, исходя из параметров текста. Если надпись помещается между выносными линиями, запрашивается подтверждение на такое ее размещение. В противном случае или при отказе пользователю предлагаются следующие варианты:

- указать положение надписи (по умолчанию);
- разместить надпись на полке;
- вручную разместить надписи.

Таблица 1.1. Задание точек для нанесения линейных размеров

Тип линейного размера	Пример нанесения размера	Тип линейного размера	Пример нанесения размера
Обычный		С обрывом размерной линии	
Несколько размеров от общей базы		Параллельный (размерная линия параллельна отрезку 12)	
Цепь размеров		Повернутый (размерная линия повернута на заданный угол)	
С общей размерной базой			

На рис. 1.25 схематично показаны пять типов угловых размеров, полуавтоматическое нанесение которых поддерживается в системе КОМПАС.



Рис. 1.25. Типы угловых размеров

При вводе обычного (одиночного) углового размера отмечаются два непараллельных отрезка, затем точка на размерной дуге, положение которой определяет радиус и сектор размерной линии. "Резиновые" окружности и радиус указывают текущее положение размера на чертеже. Режим установки параметров размера аналогичен рассмотренному ранее случаю нанесения линейных размеров. При автоматическом вводе размерной надписи в ней будут проставлены знаки градуса и минуты, а в случае ручного ввода текста эти символы должен вводить пользователь.

Диаметральные размеры

Диаметральные размеры можно проставлять только на окружности или дугах. Для ввода диаметрального размера необходимо указать точку на элементе. Размерная линия пройдет через центр дуги или окружности и указанную точку. Последовательность выбора параметров размера такая же, как и при простановке линейных размеров. Знак диаметра подставляется в текст размерной надписи автоматически. При необходимости размерная надпись может быть полностью введена с клавиатуры.

Радиальные размеры сопровождаются прописной буквой "R" перед размерным числом, при этом стрелка на размерной линии должна упираться в дугу. Способ нанесения размера при различных положениях размерных линий (стрелок) определяется наибольшим удобством чтения. Для ввода нужного типа размера выбирают соответствующий вариант из меню.

Размеры толщины или длины можно нанести при помощи команды **Линия - выноска** со страницы **Обозначения**. При этом целесообразен следующий порядок действий:

1. Вызовите команду **Линия-выноска**.
2. На Панели свойств во вкладке **Параметры** раскройте окно **Стрелка** и выберите строку **Вспомогательная точка**.
3. На вкладке **Текст** введите толщину или длину детали (например, s3 или l200).

4. Внутри контура детали укажите курсором точку начала линии-выноски, а затем точку начала полки.
5. Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели свойств.

Размеры конусности и уклона наносятся аналогично. При вводе текста может использоваться команда **Вставить спецзнак**.

2.4.4. Пример нанесения размеров

Пример выполненного задания по нанесению размеров разных типов показан на рис. 1.26.

На чертеже не должно быть зависимых размеров. Зависимый размер можно определить как размер одного элемента, величина которого зависит от изменения геометрии детали при изменении размера другого элемента детали.

Размеры следует наносить, учитывая удобство их контроля. Очевидно, что для внешних промеров штангенциркулем проще измерять диаметры, чем радиусы.

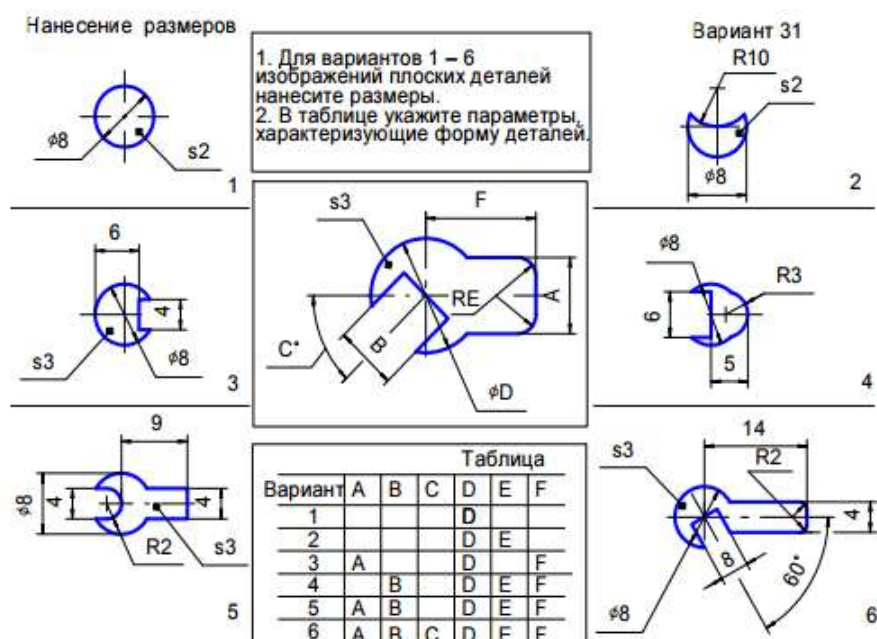


Рис. 1.26. Нанесение размеров разных типов

Система КОМПАС-3D LT предоставляет пользователю мощные средства для выполнения геометрических построений. Вспомогательная прямая может быть построена девятью способами, отрезок и окружность — шестью. При необходимости по вспомогательным прямым производится "обводка", при завершении чертежа вспомогательные линии стираются.

На рис. 1.27 показан пример выполнения изображения плоской детали по приведенным данным.

При нанесении размеров необходимо указать толщину пластины. Так как толщина используемого материала указывается в основной надписи, то размер толщины указывают как справочный.

На заключительном этапе выполнения задания заполняется основная надпись.

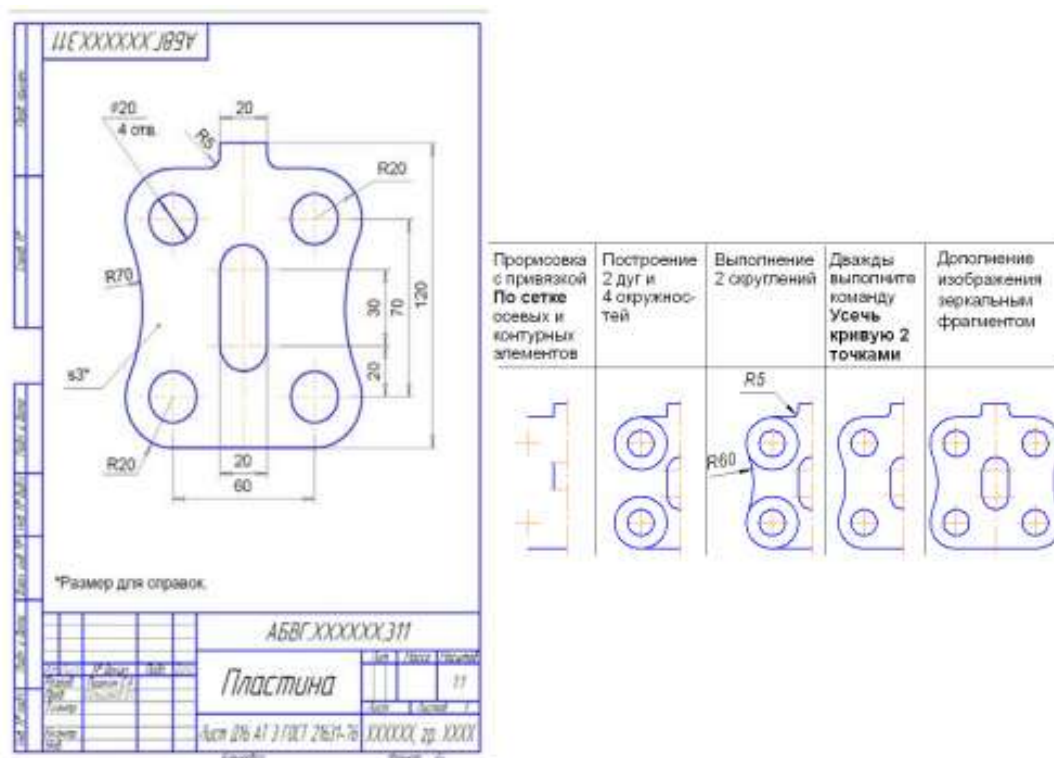


Рис. 1.27. Изображение плоской детали и нанесение размеров

1.5. Построение аксонометрических проекций

Аксонометрическим называют изображение параллельной проекции предмета на специально выбранную плоскость.

Из многообразия аксонометрических проекций ГОСТ 2.317-69 устанавливает для выполнения чертежей 5 разновидностей: две прямоугольные (изометрическую и диметрическую) и три косоугольные проекции (фронтальную изометрическую, фронтальную диметрическую и горизонтальную изометрическую). На рис. 1.28 представлены справочные данные по прямоугольным проекциям, которые создаются на основе трехмерного моделирования в системе КОМПАС-3D.

АксонOMETрические проекции характеризуются коэффициентами искажения по осям. Под коэффициентами искажения понимают отношения аксонометрических проекций отрезков к их натуральным величинам.

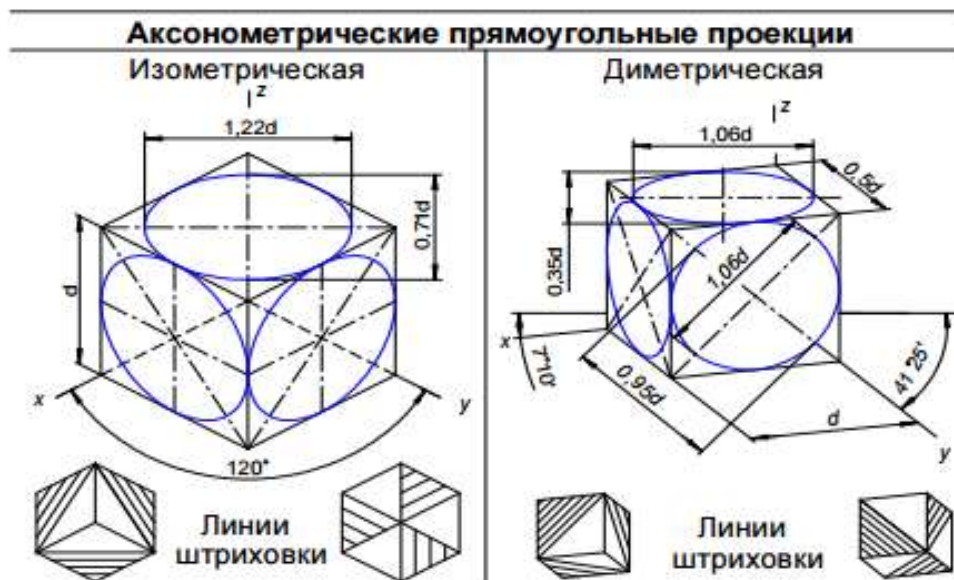


Рис. 1.28. Разновидности прямоугольных аксонометрических проекций

На рис. 1.28 показана изометрическая проекция (коэффициенты искажения по трем осям равны) и диметрическая (коэффициенты искажения одинаковы лишь по двум осям). Диметрические проекции, как правило, выполняют с коэффициентом 1 искажения по осям x , z и коэффициентом 0,5 искажения по оси y . Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов в соответствующих координатных плоскостях.

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

2.1 Создание 3D деталей

В данной главе рассмотрены этапы создания 3D-модели корпуса начиная с указания свойств модели и заканчивая добавлением элементов оформления и технических требований, для последующего создания рабочего чертежа с готовой 3D-модели.

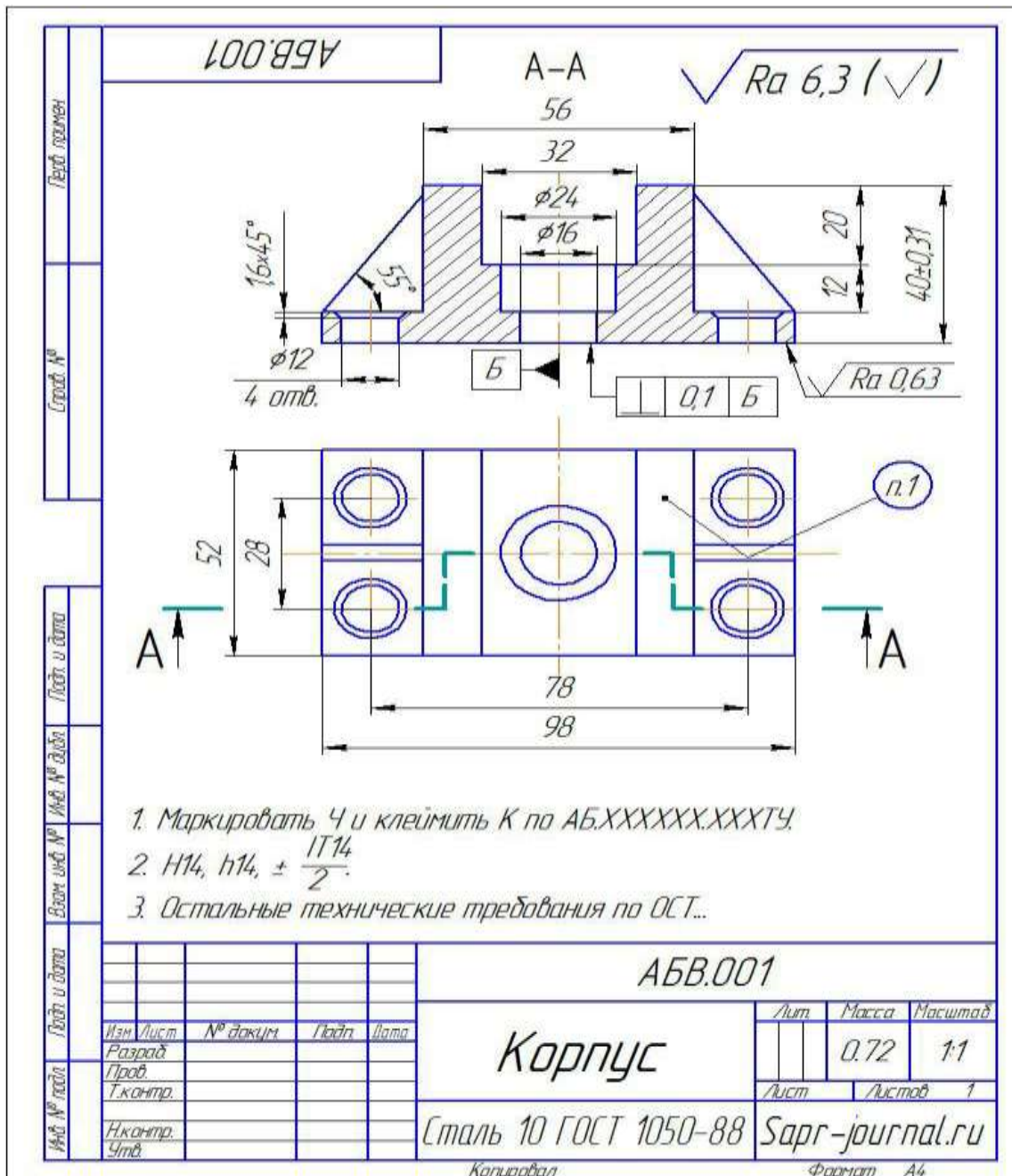
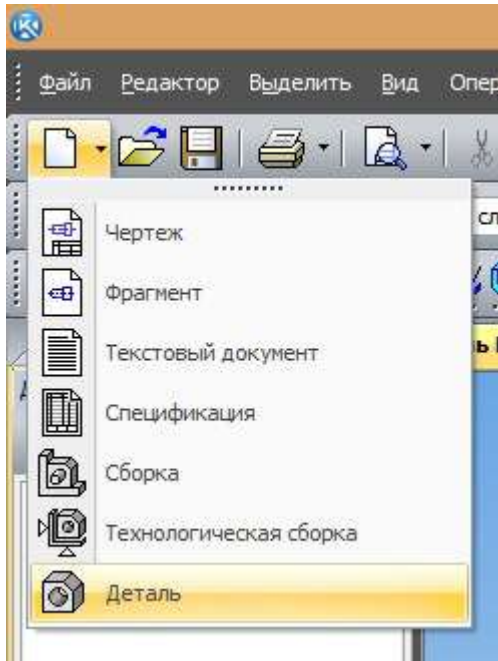


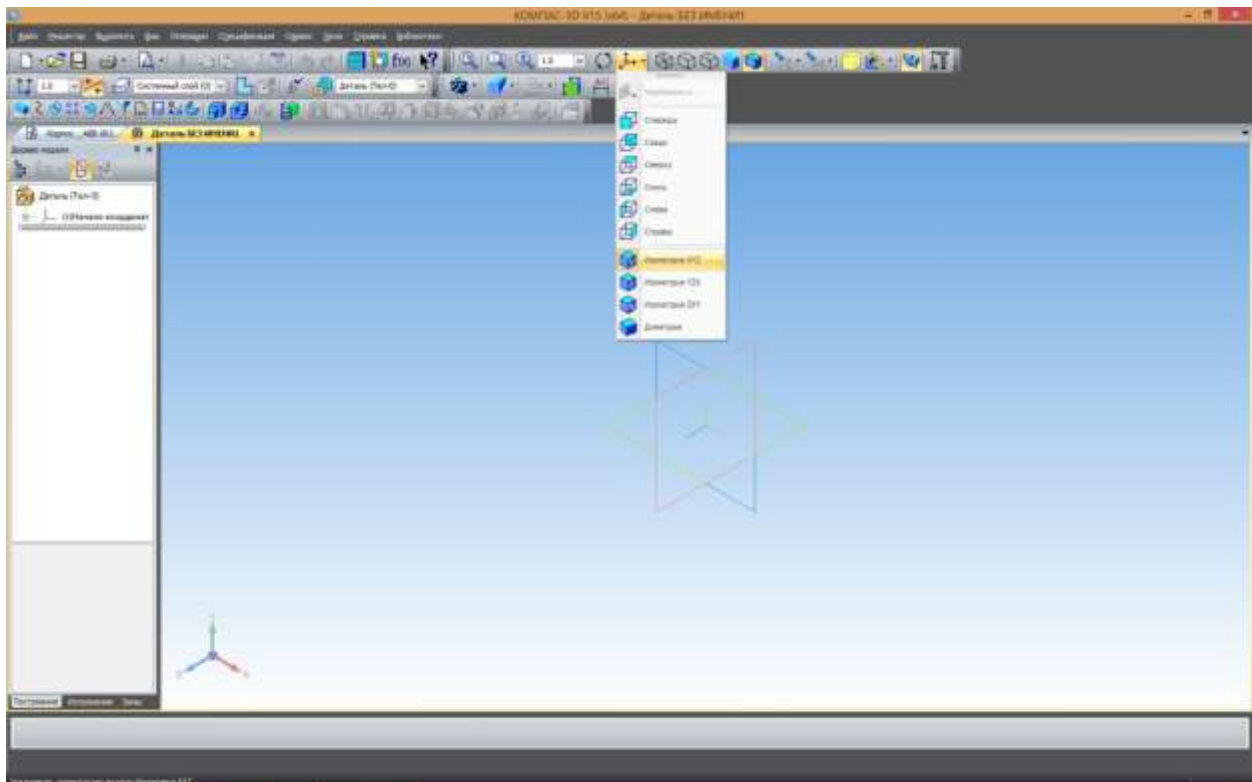
Рис. 2.1 Исходный чертеж

Жмем **Файл** → **Создать** → **Деталь**. Альтернативный способ:

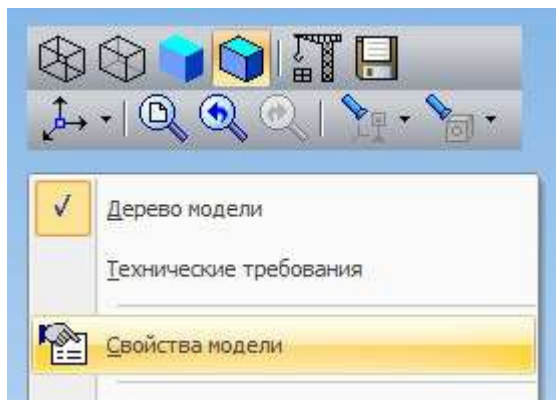


Открывается окно создания новой детали. Выбираем начальную ориентацию модели XYZ.

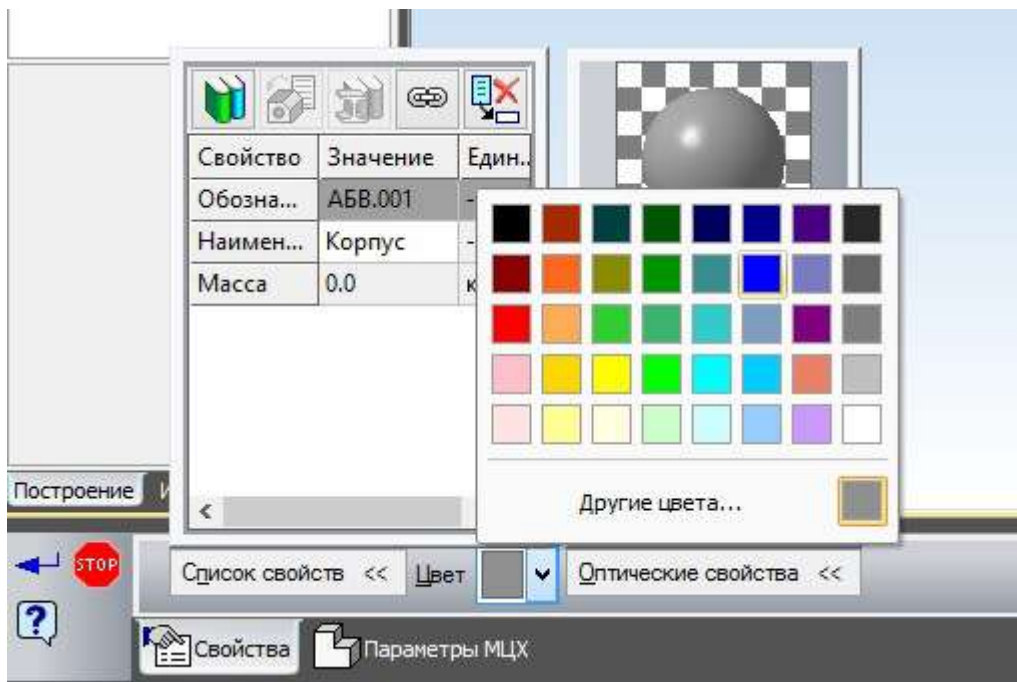
Выбор начальной ориентации модели не оказывает влияния на ход ее моделирования и на ее свойства. От этого будет зависеть только ее ориентация в пространстве при выборе одной из стандартных ориентаций.



Вводим свойства детали: щелкаем на свободном поле ПКМ(правой кнопки мыши) и в контекстном меню выбираем соответствующий пункт контекстного меню:



В поле Обозначение вводим шифр чертежа, в поле Наименование вводим название детали: Корпус и выбираем цвет.



Переключаемся на вкладку Параметры МЦХ. Двойной клик ЛКМ(левой кнопки мыши) в поле Обозначение и выбираем материал нашей детали из списка → Сталь 10 ГОСТ 1050-88 → **Ок**.



Выбрать из списка (Выбрает материал из справочного файла плотностей, который используется системой КОМПАС-3D по умолчанию. На экране появляется диалог выбора плотности материала);



Выбрать материал из справочника (Запускается процесс выбора материала из Справочника Материалы и Сортаменты);



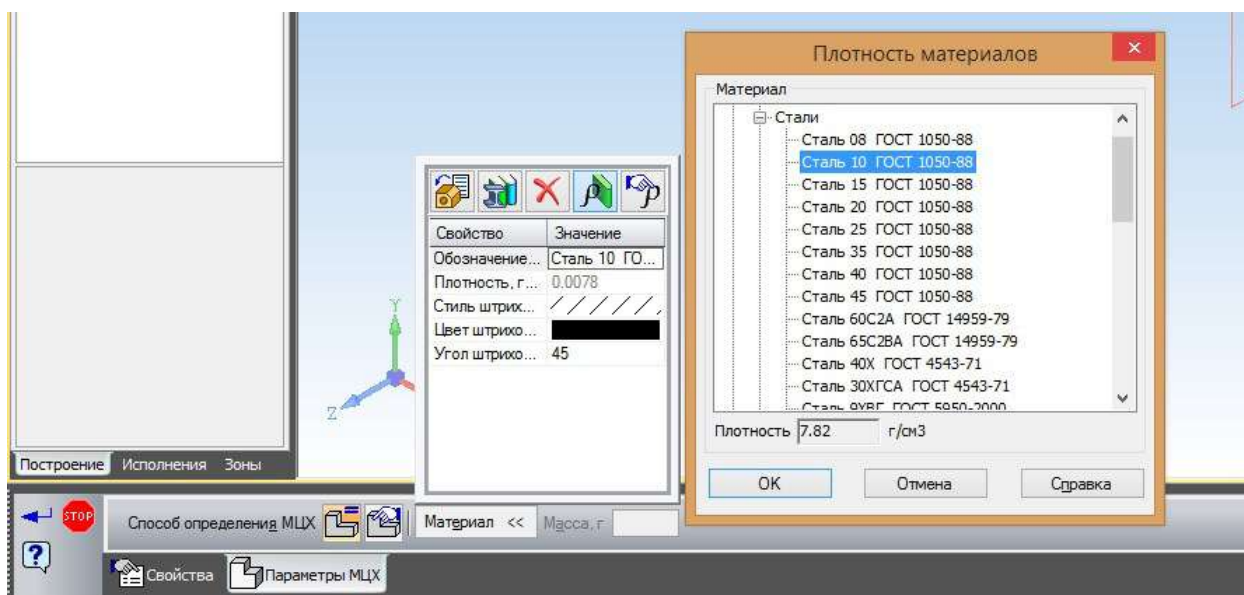
Удалить (Удаляет обозначение материала, отображающееся в ячейке);



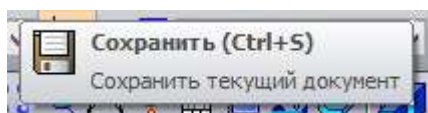
Выбрать из справочника (Работает только если выбран способ **Расчет по плотности**. Значение плотности материала было взято из справочного файла плотностей или Справочника Материалы и Сортаменты);



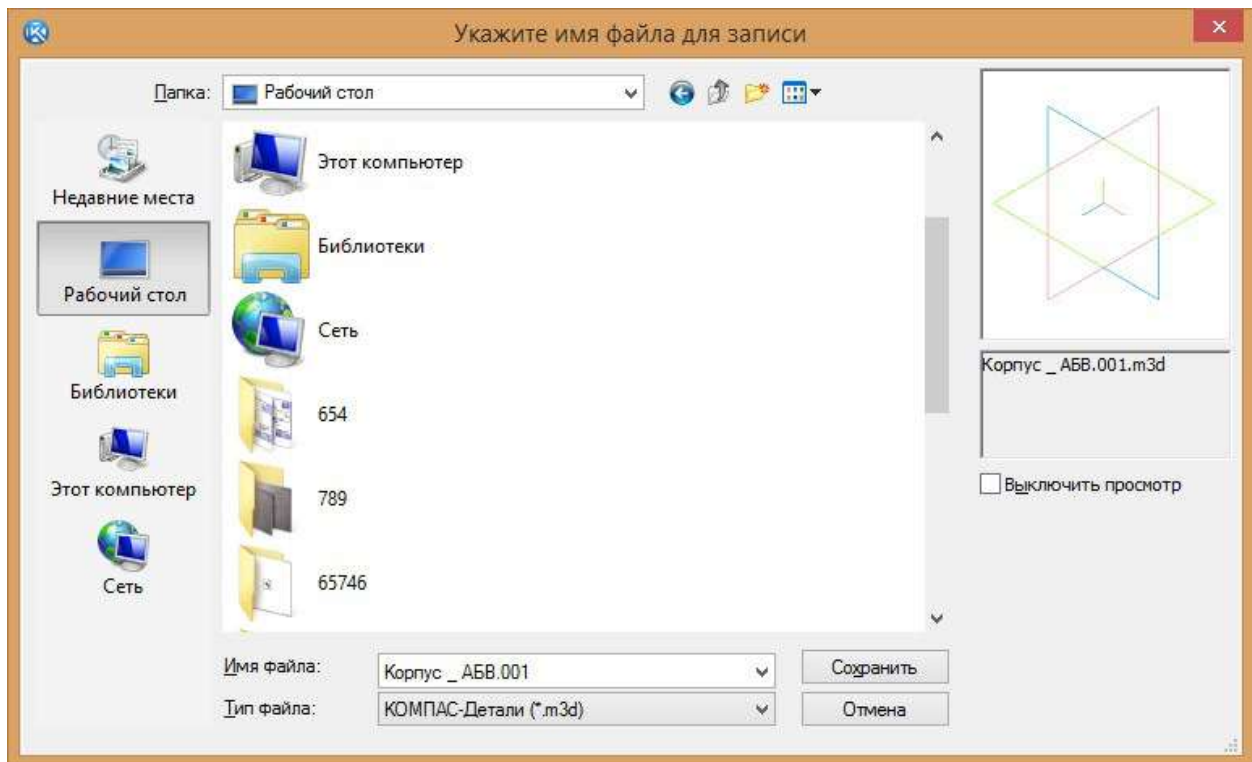
Ручной ввод (Работает только если выбран способ **Расчет по плотности**. Задать значение плотности вручную. Поле **Плотность** становится доступно для ввода числового значения).



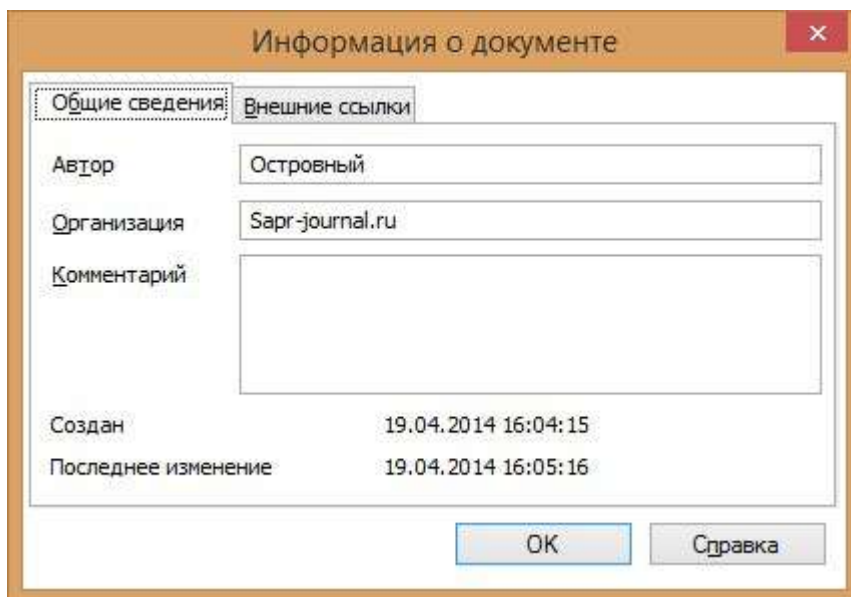
После всего жмем Создать объект (Ctrl+Enter). Затем сохраняем деталь: нажав по соответствующему значку или нажав Ctrl+S.



Так как мы ввели название и обозначение то имя детали создается автоматически.



Заполняем поля автора, организации и вписываем комментарий(не обязательно) →Ок.



Далее приступаем к непосредственному созданию детали корпуса.

Система КОМПАС-3D располагает разнообразными операциями для построения объемных элементов и поверхностей, четыре из которых считаются базовыми:

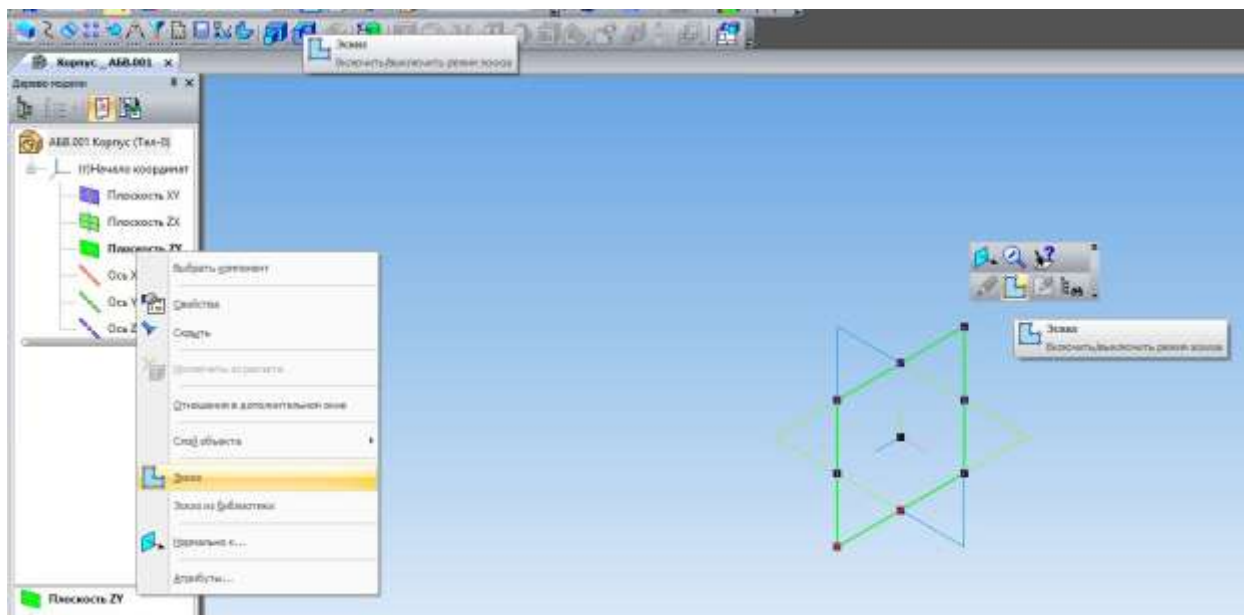
Операция выдавливания — *Выдавливание эскиза перпендикулярно его плоскости.*

Операция вращения — *Вращение эскиза вокруг оси, лежащей в его плоскости.*

Кинематическая операция — *Перемещение эскиза вдоль направляющей.*

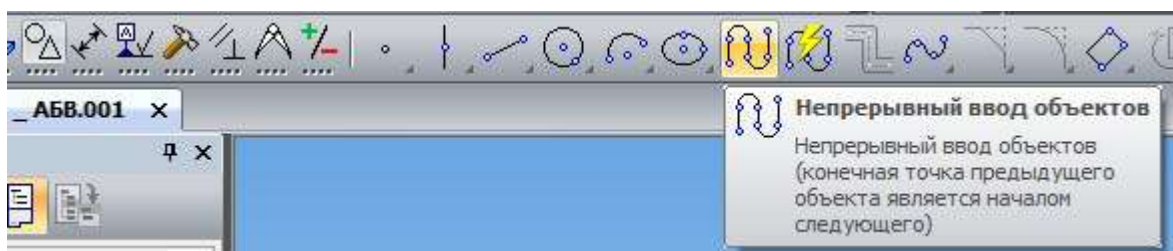
Операция по сечениям — *Построение объемного элемента или плоскости по нескольким эскизам (сечениям).*

Создаем эскиз сечения корпуса на плоскости ZY

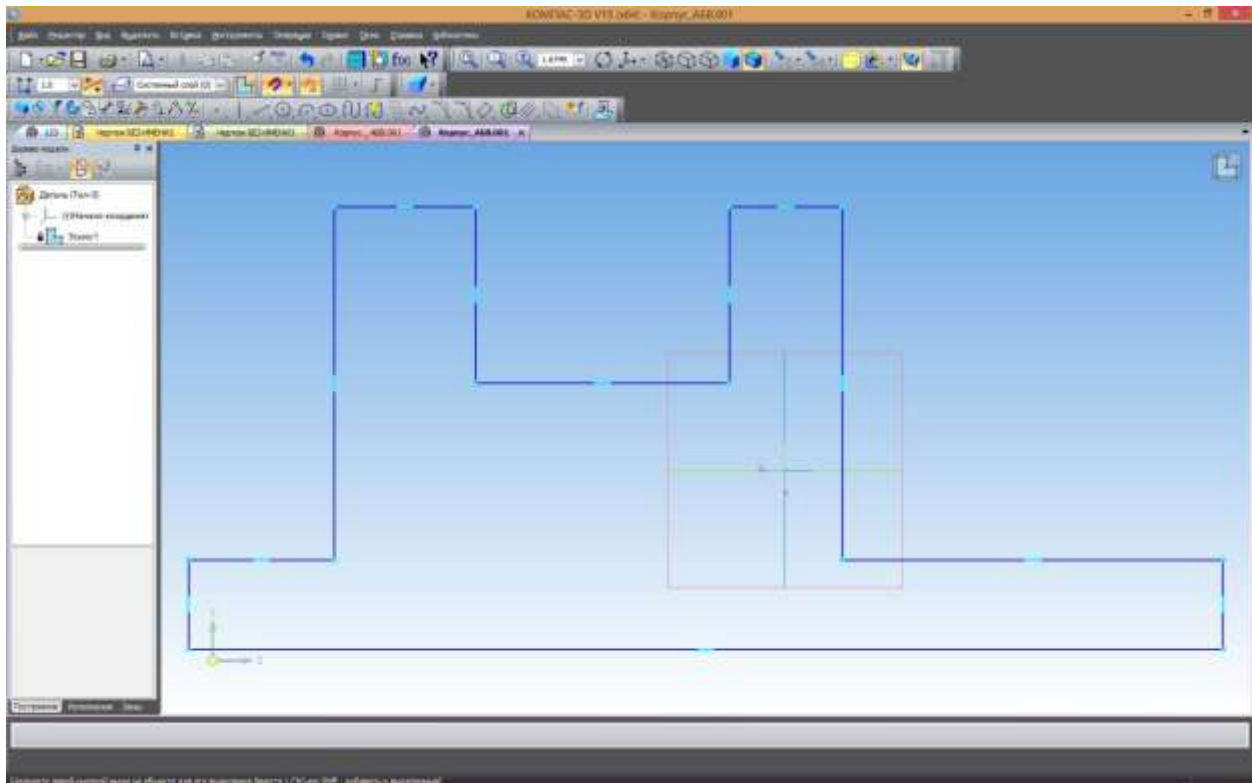


Для удобства отображения некоторые панели будут в горизонтальном положении (по умолчанию вертикальны).

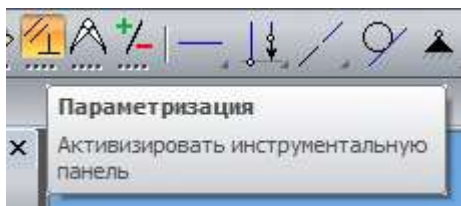
Инструментом **Непрерывный ввод объектов** создаем эскиз с произвольными размерами.



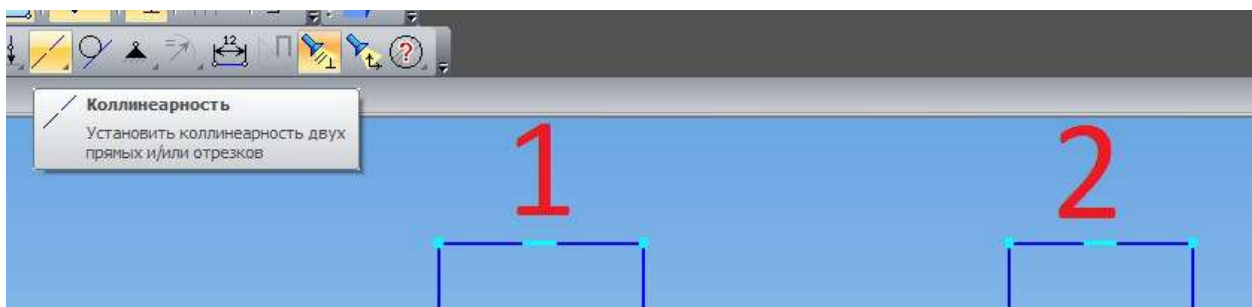
Обратите внимание на то что при такой ориентации ось Y направлена вверх, а в эскизе она направлена вниз Сочетанием клавиш ALT+→(стрелка влево) вращаем эскиз до нужного положения (ось Y направлена вверх).



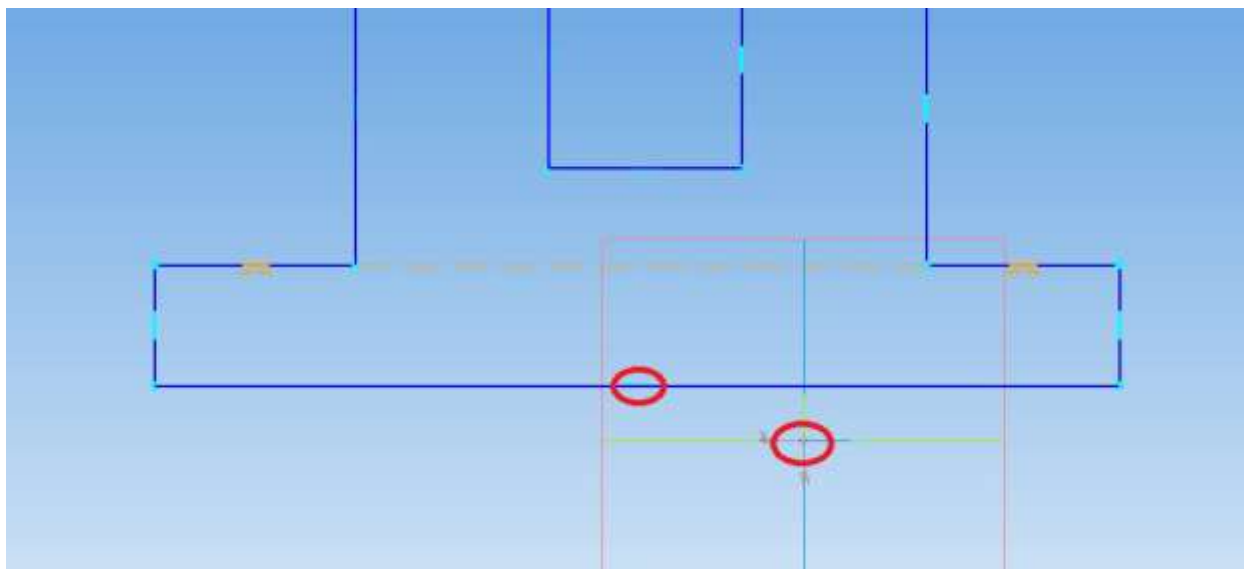
Переходим на вкладку **Параметризация**.



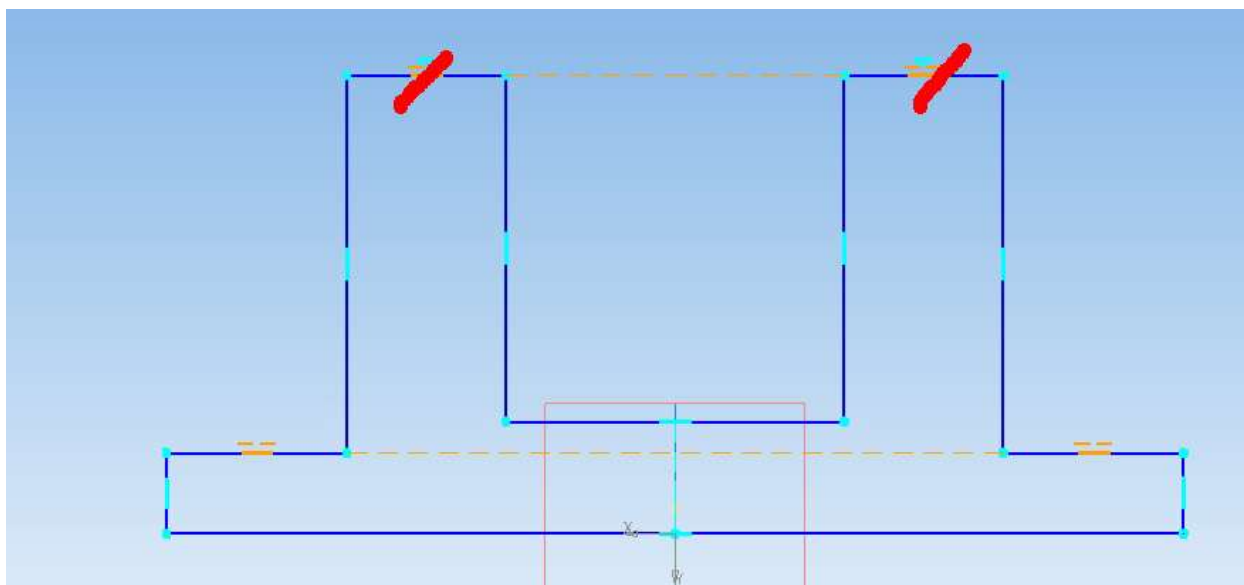
Инструментом **Коллинеарность** выбираем две верхние и 2-е нижние линии (что бы при дальнейших перестроениях они были на одном уровне).



Инструментом **Объединить точки** выбираем начало координат и середину линии (обведены на эскизе).

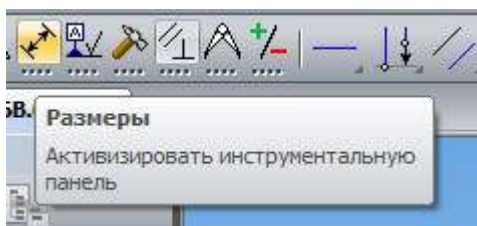


Инструментом равенство длин задаем линии которые равны между собой (при перестроении модели сохраняются пропорции).

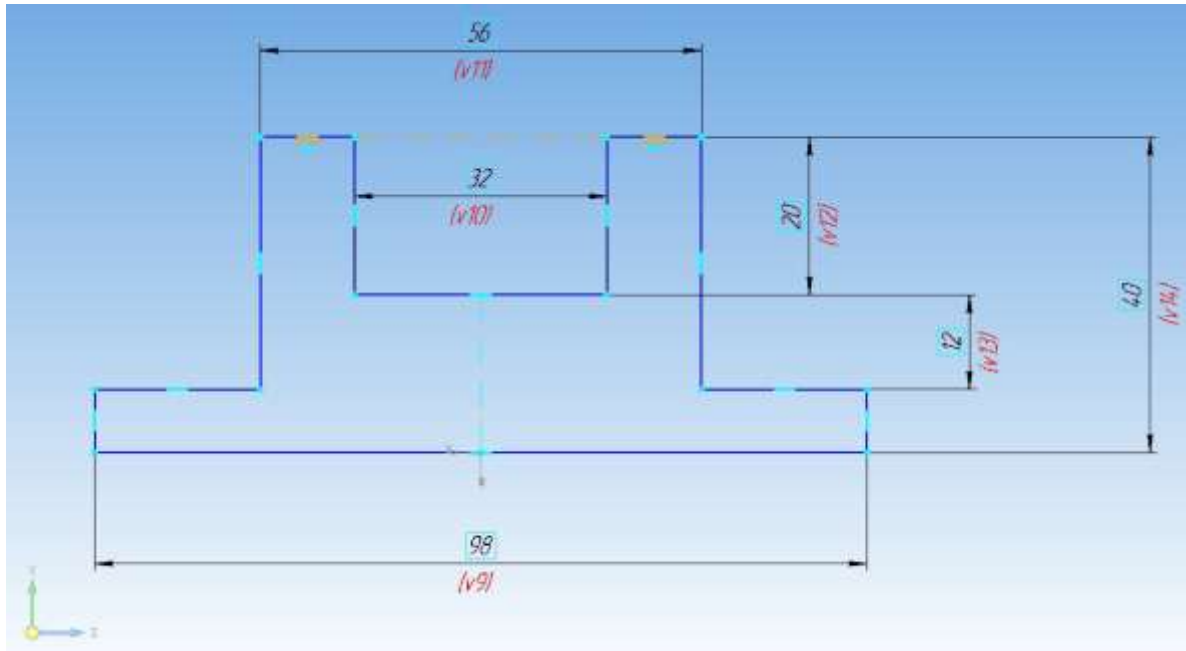
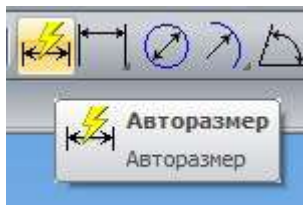


Для сохранения симметрии и пропорций можно было использовать переменные при образмеривании об этом я расскажу в следующих статьях.

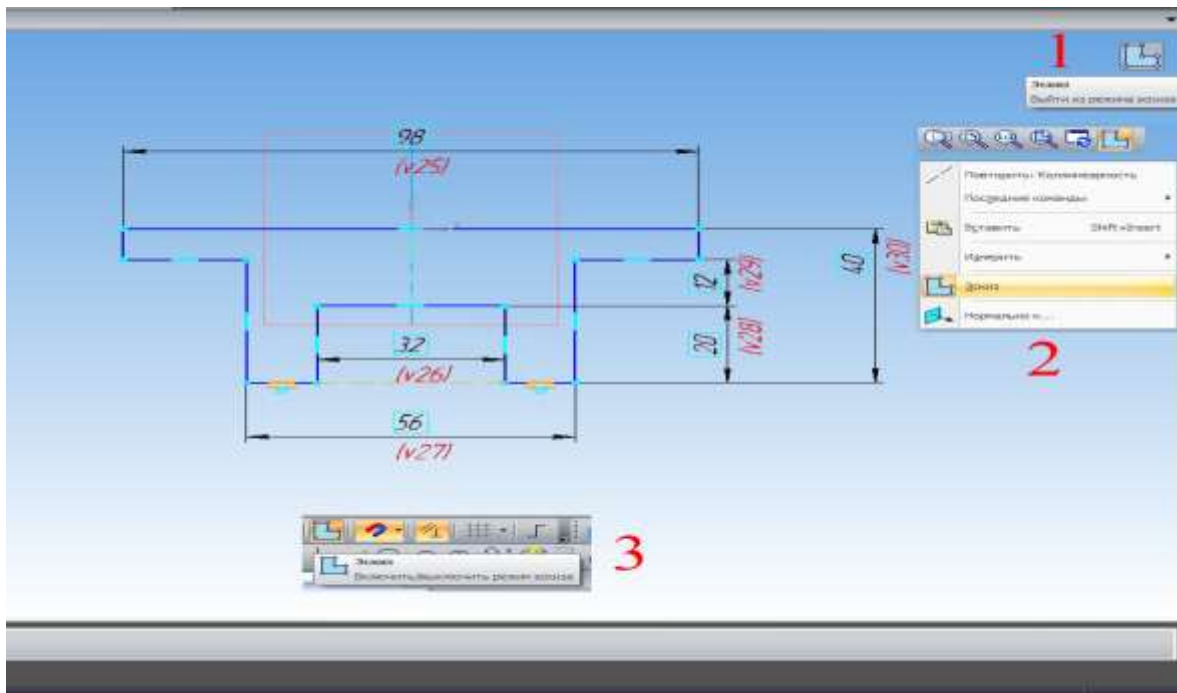
Переходим на вкладку **Размеры**.



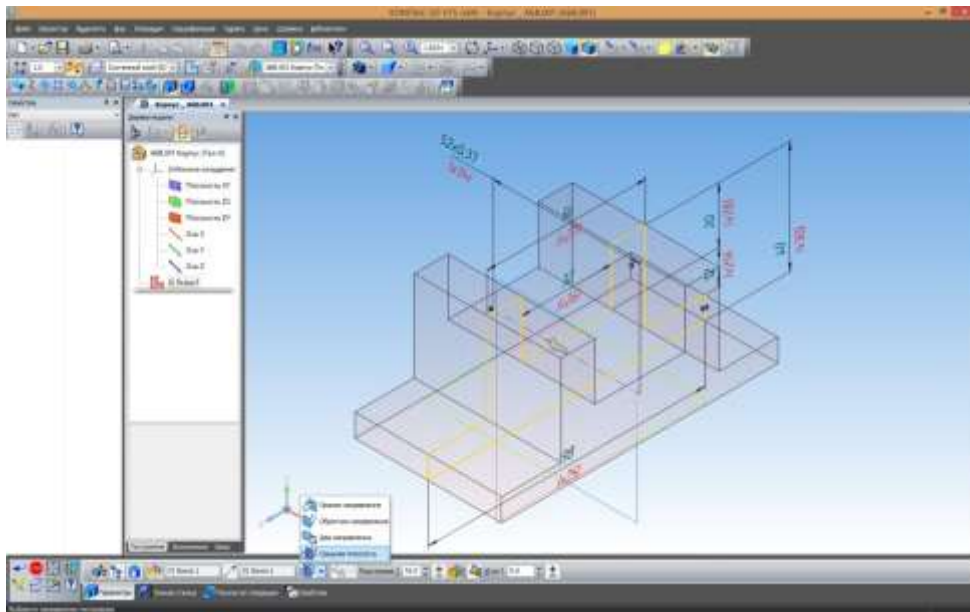
Инструментом **Авторазмер** задаем необходимые размеры.



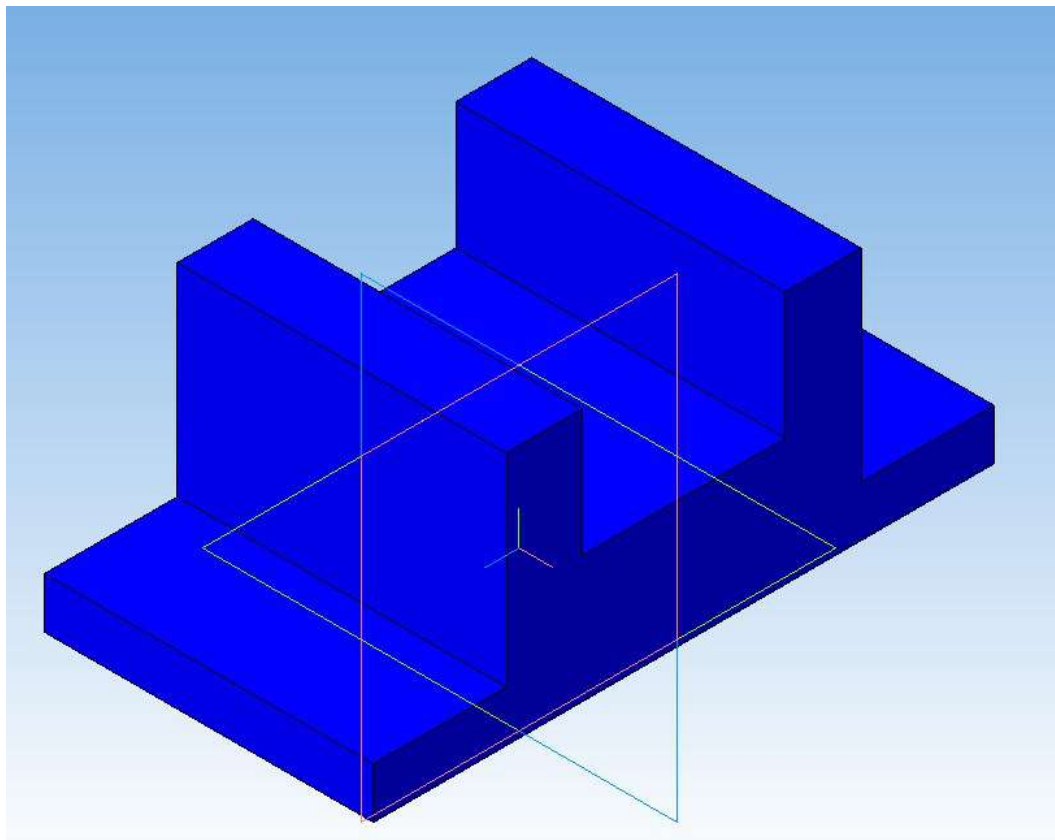
Выходим с эскиза: (1 вариант появился в 15-й версии (показывает в каком режиме находится в данный момент, аналог такого в SolidWorks), 2-й ПКМ на свободном поле и 3-й на панели инструментов.



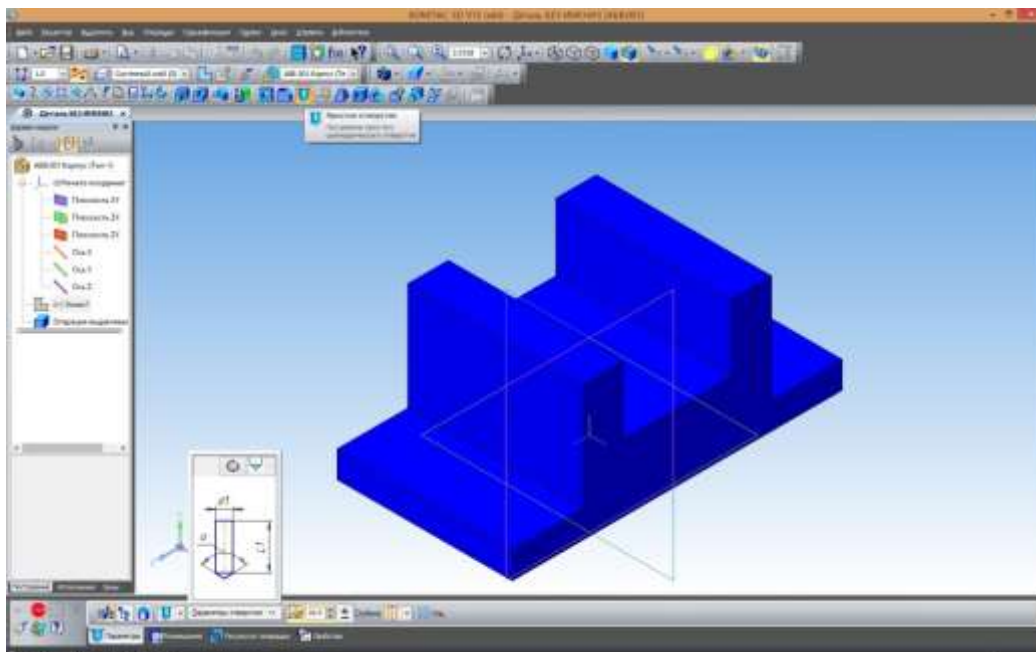
Инструментом **Выдавливание (средняя плоскость)** создаем первые очертания нашего корпуса.



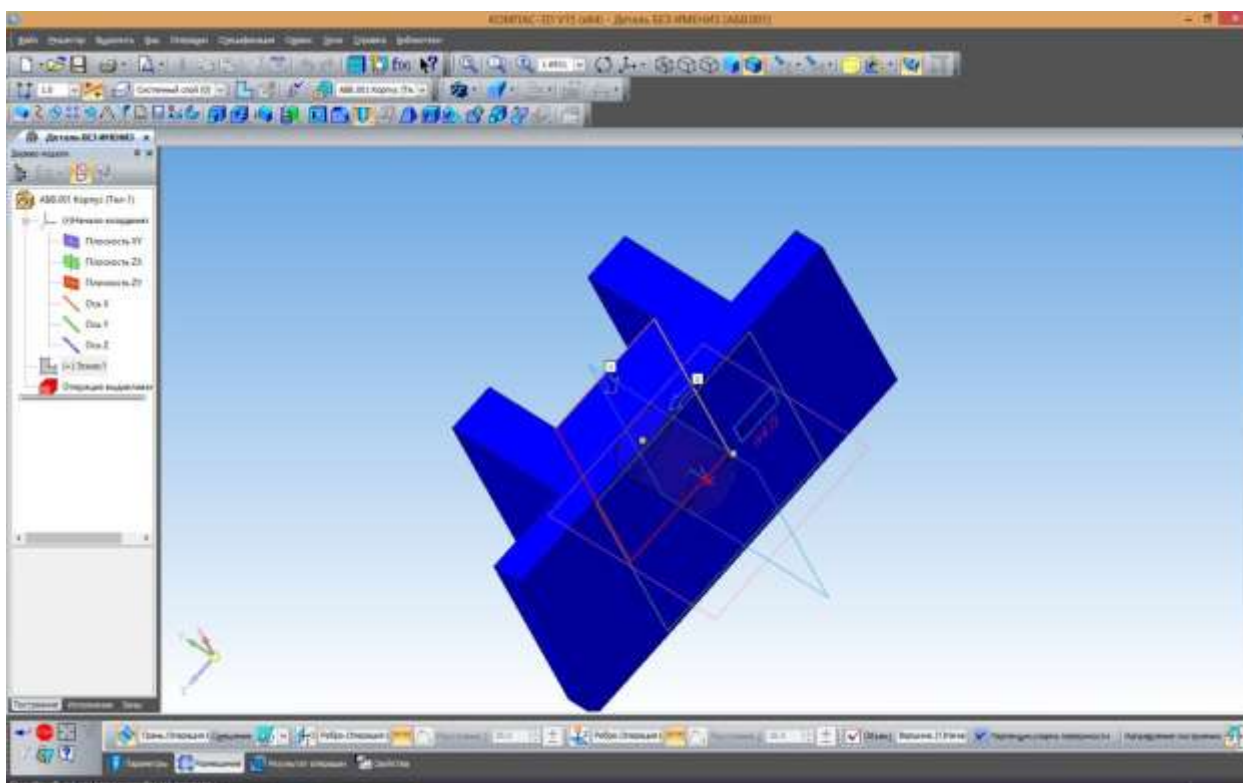
После жмем **Создать объект** (Ctrl+Enter) и смотрим на результат:



Инструментом **Простое отверстие** создаем отверстие через всю деталь. На вкладке параметры задаем необходимые параметры (D=16, через все).



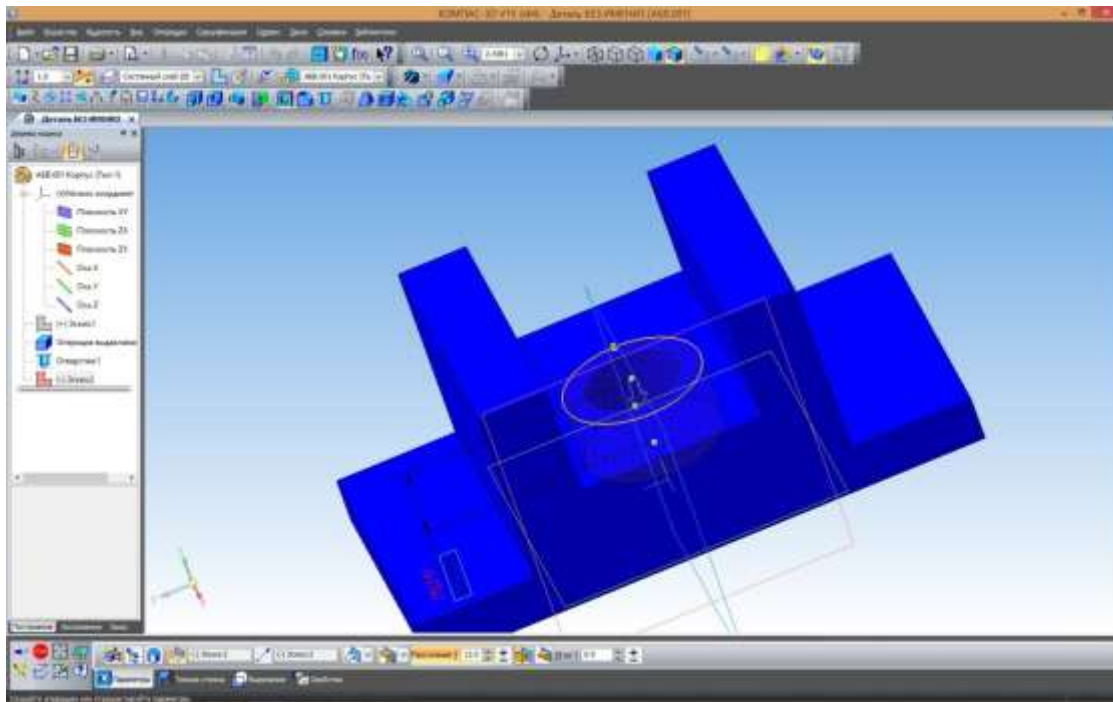
На вкладке **Размещение** указываем место положение отверстия: Выбираем начало координат.



Завершаем операцию нажатием **Создать объект (Ctrl+Enter)**.

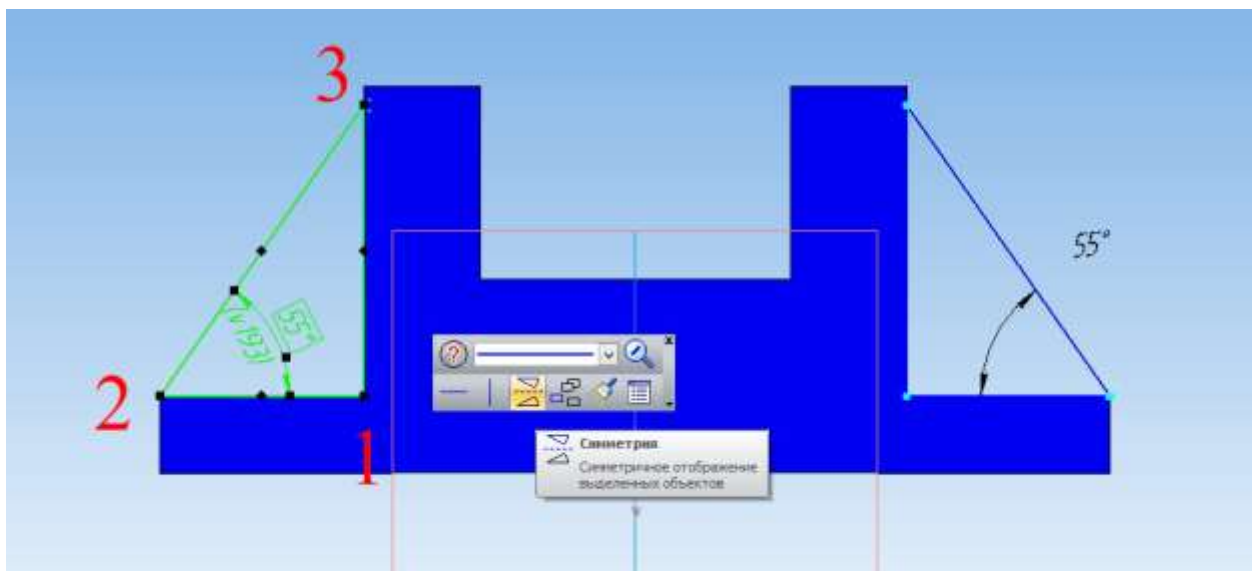
Отверстие диаметром 24 мм и глубиной 12 мм создадим операцией **Вырезать выдавливанием**.

Создаем эскиз на поверхности и выдавливаем на глубину 12 мм.



Следующим этапом будет создание ребер жесткости.

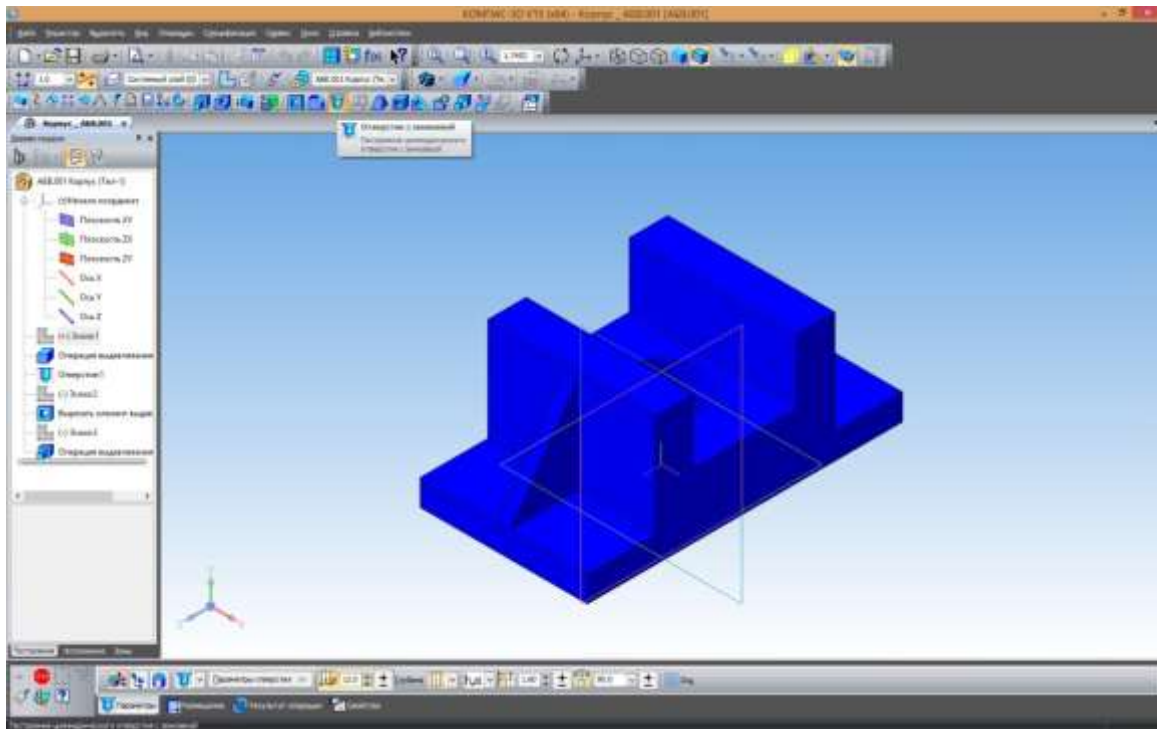
Создаем эскиз на плоскости ZY согласно чертежа. Инструментом Непрерывный ввод объектов создаем замкнутый профиль 1 → 2 → 3 → 1, Угол между линиями 12 и 23 55 град. Создаем симметрично такой же эскиз.



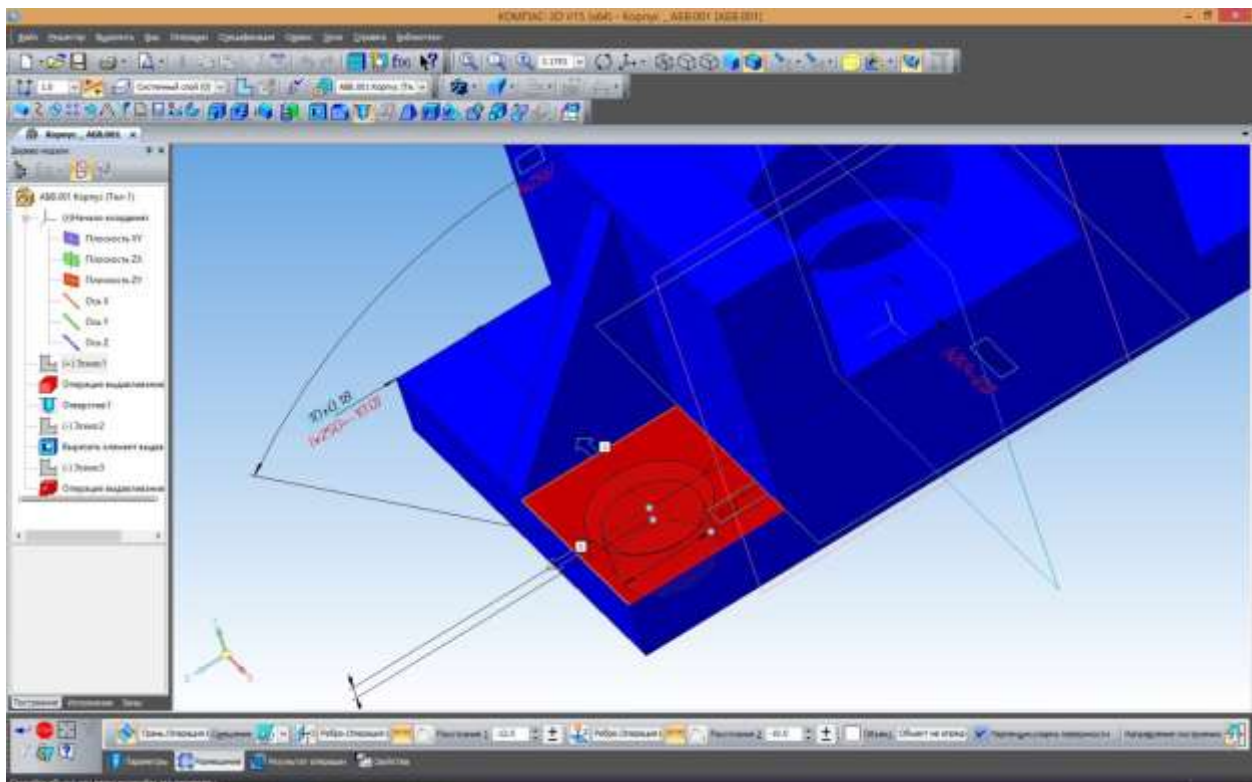
Операцией **Выдавливание** с параметром **средняя плоскость** создаем ребра жесткости толщиной 4 мм.

Предпоследним этапом будет создание 4-ех отверстий с зенковкой.

При помощи одноименной операции создаем отверстие с зенковкой с параметрами $D=12$, зенковка $1,6 \times 45$.

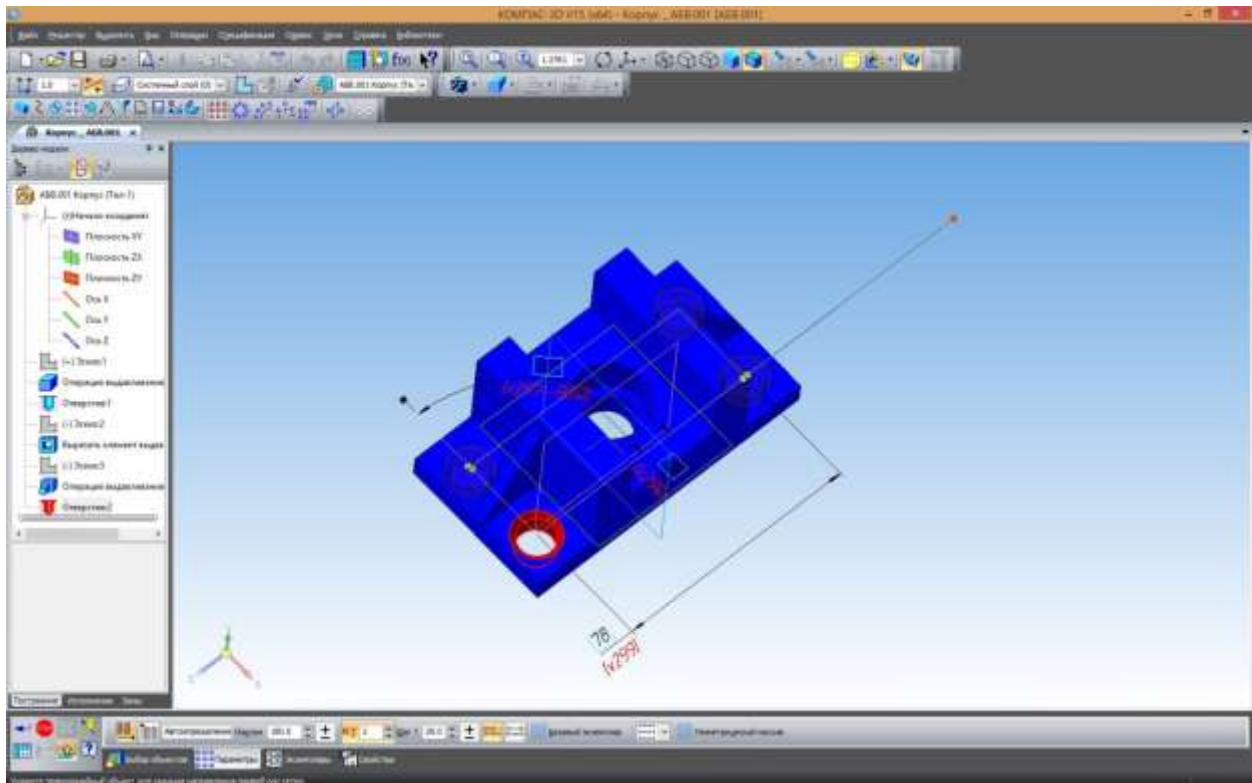


На вкладке размещение указываем точное положение отверстия с зенковкой:



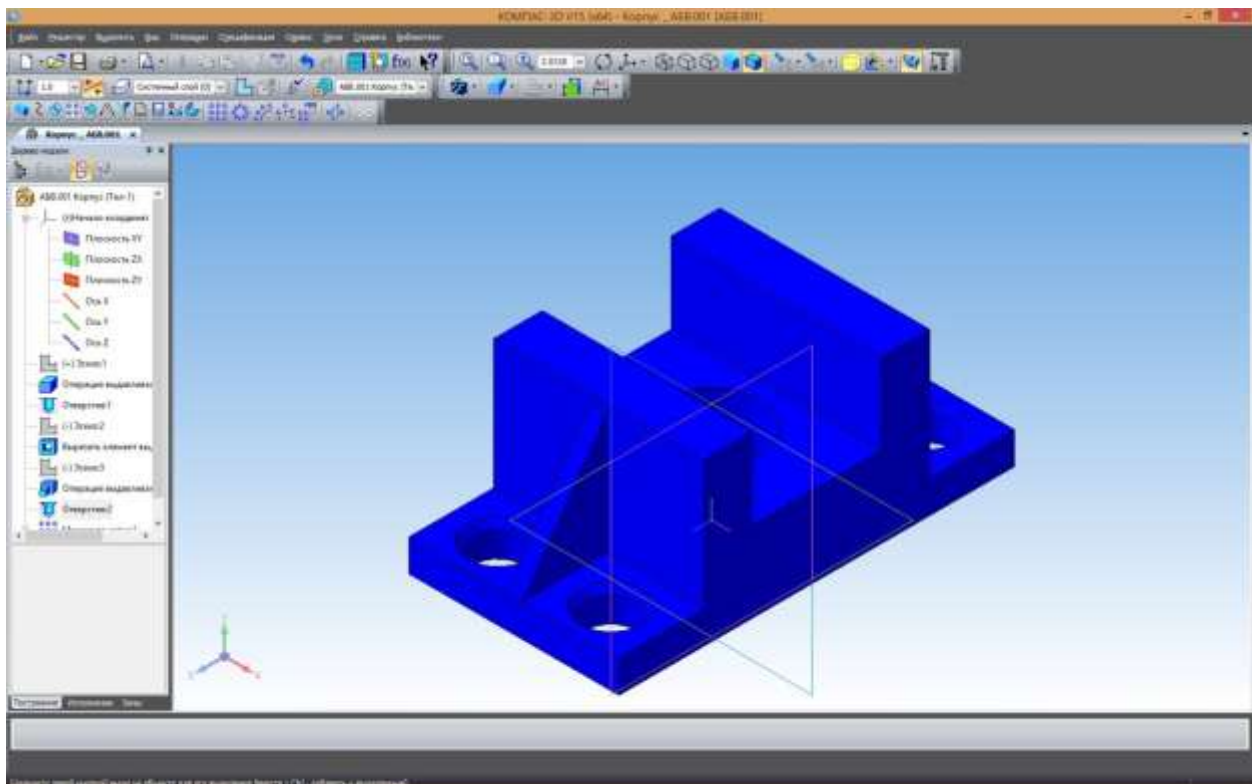
Завершаем создание объекта (**Ctrl+Enter**).

При помощи инструмента **Массив** создаем остальные 3 отверстия с зенковкой.



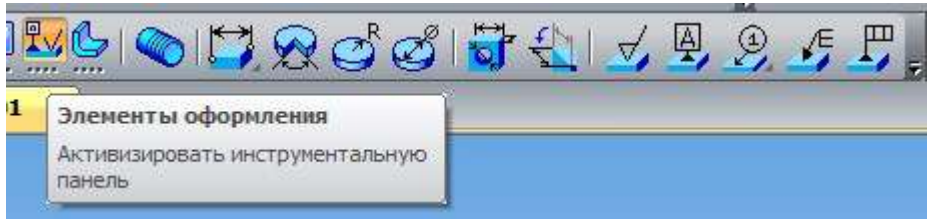
Завершаем создание объекта.

В итоге мы создали деталь корпуса:



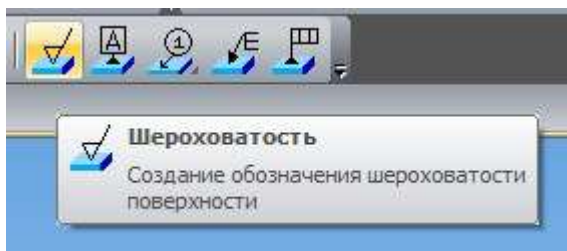
Завершающим этапом создания 3D модели корпуса будет задание **Технических требований** и **Элементов оформления**.

Добавление Элементов оформления:

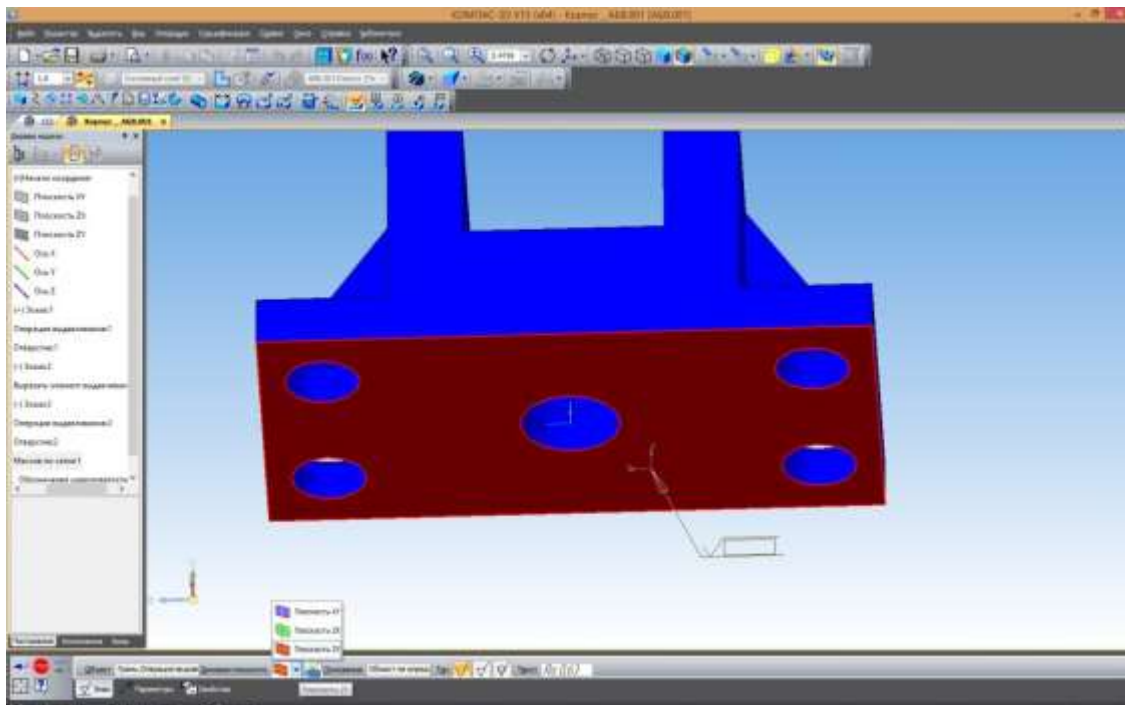


Для данной модели нам необходимо указать:

- Шероховатость:



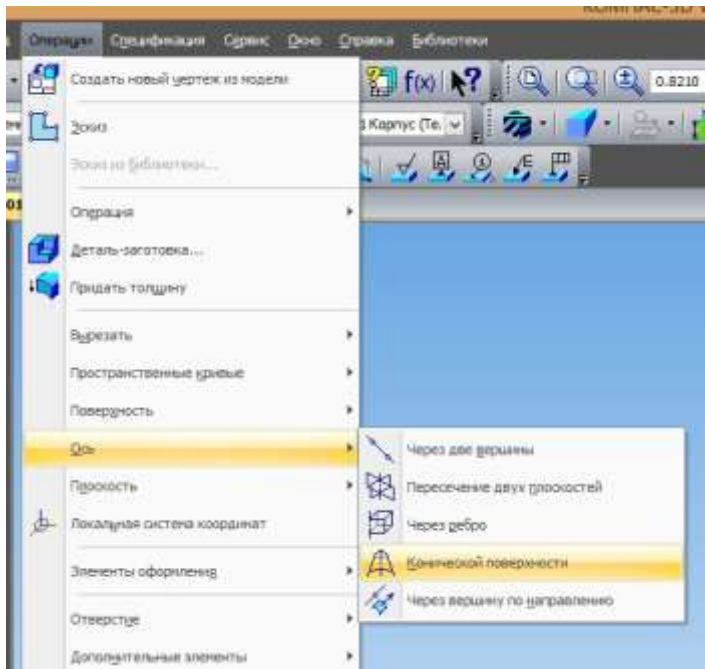
Запускаем инструмент Шероховатость и выбираем плоскость которой задаем это значение → выбираем плоскость в которой будет отображаться значение шероховатости → в поле Текст, двойной клик ЛКМ и в открывшемся окне также Двойной клик ЛКМ и выбираем значение из списка.



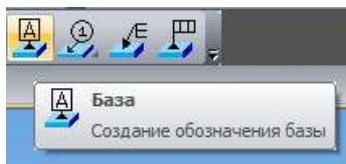
- База

В качестве базы задана ось отверстия в центре детали.

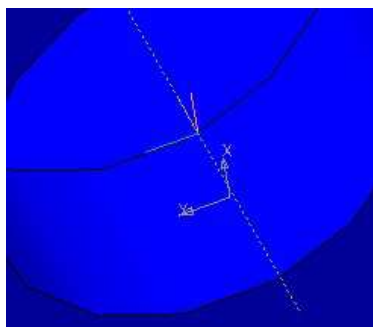
Создаем ось: **Операции** → **Ось** → **Конической поверхности** → **Задаем отверстие** → **ОК**.



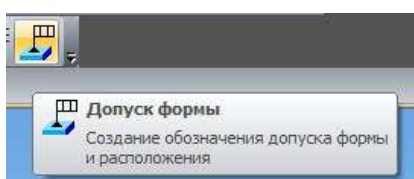
Задаем базу: **Элементы оформления** → **База**.



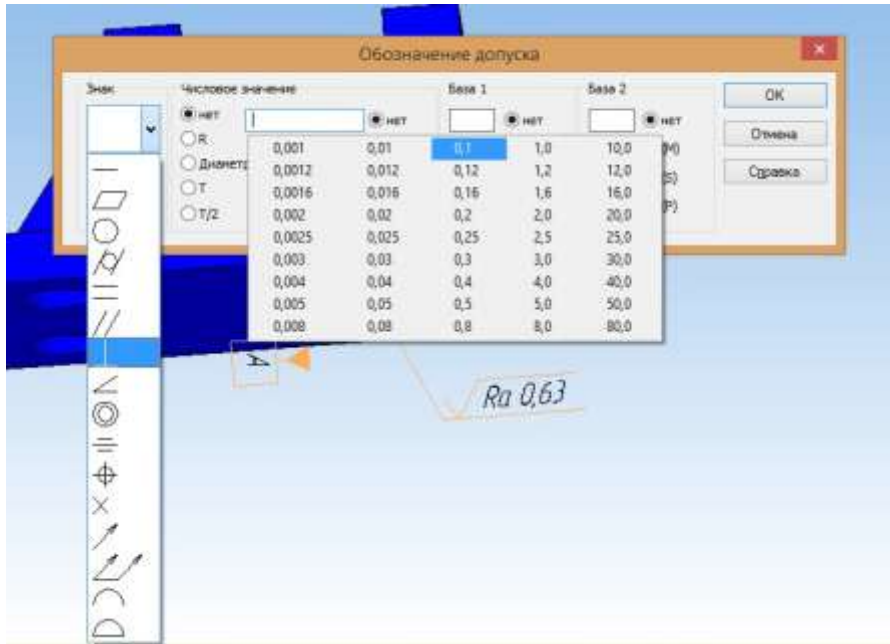
Указываем на созданную нами ось → задаем плоскость в которой будет отображаться обозначение (ZY), Завершаем выполнение операции созданием объекта.



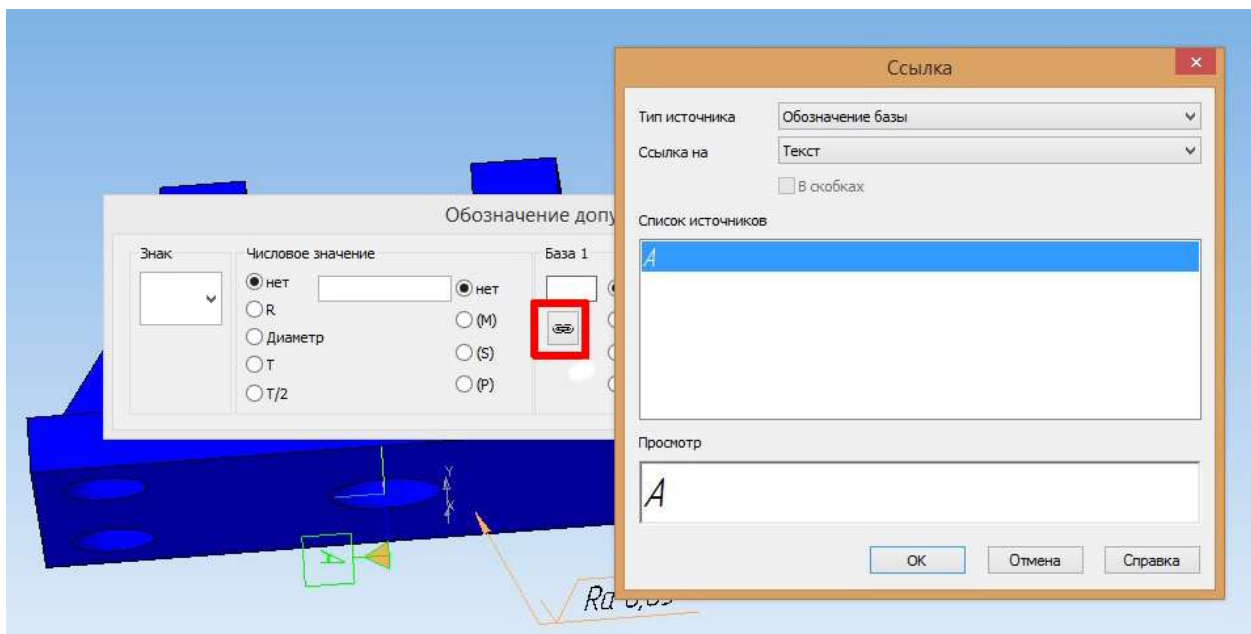
- Допуск формы



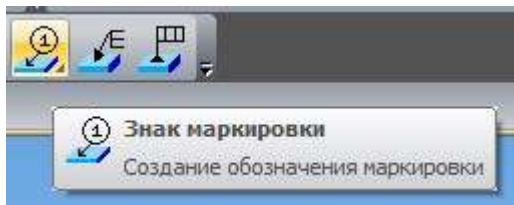
Запускаем инструмент Допуск формы, в панели свойств (жмем по значку таблица) и задаем допуск перпендикулярности (из выпадающего списка) 0,1 (двойной клик ЛКМ в поле и выбираем из списка).



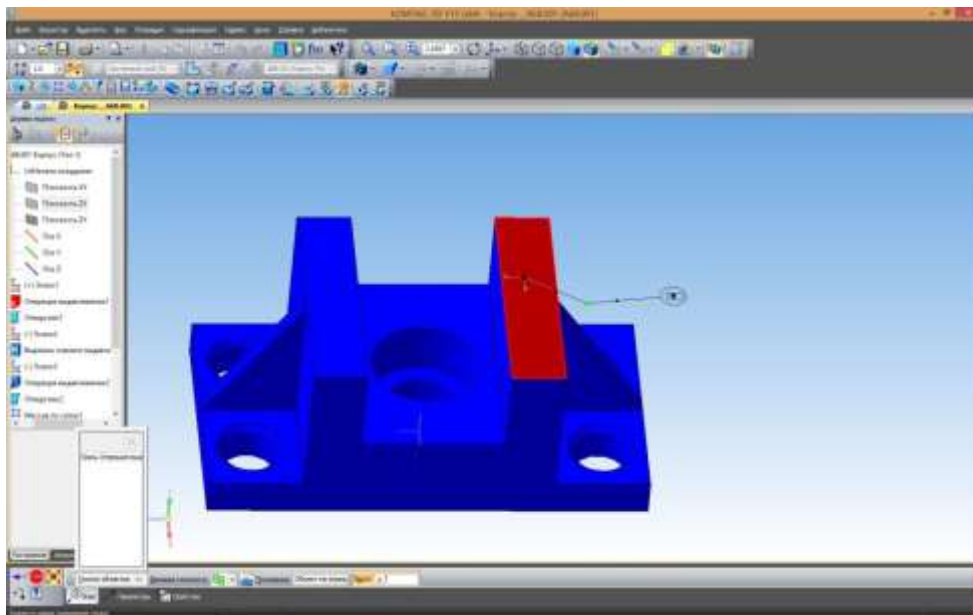
Базу выбираем ссылкой жмем на значок ссылки и в открывшемся окне выбираем необходимую нам базу. Также выбираем плоскость ZY в которой будет идти отображение допуска.



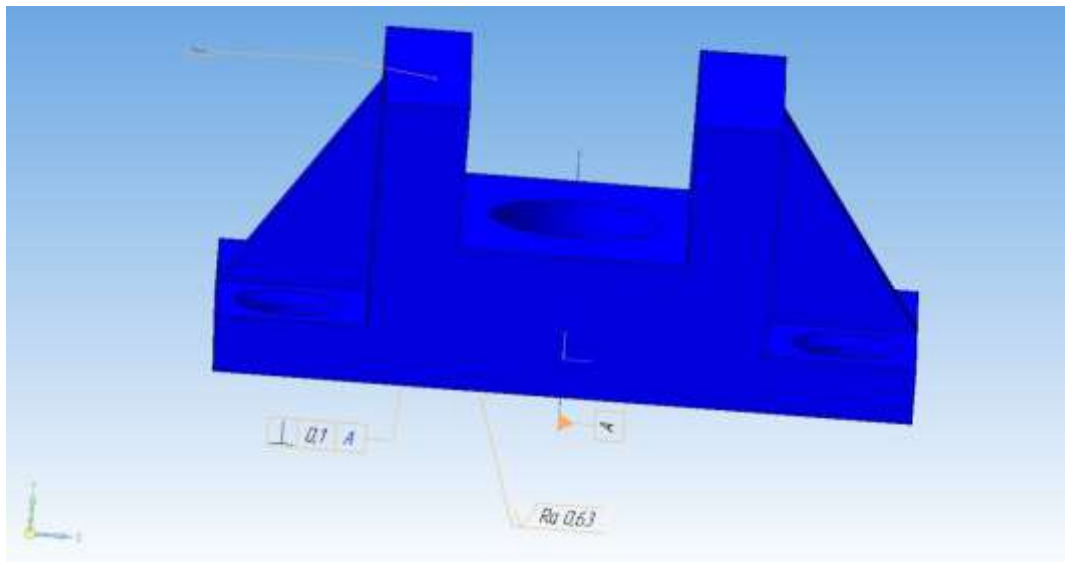
- Место маркировки



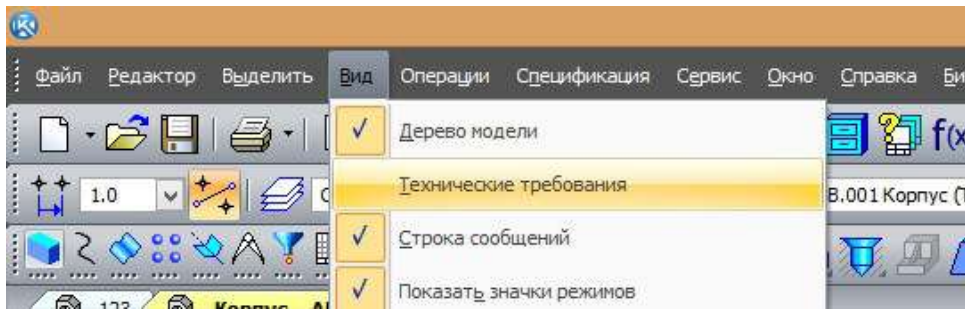
Выбираем поверхность на которой будем маркировать → выбираем плоскость в которой будет идти отображение → завершаем создание объекта.



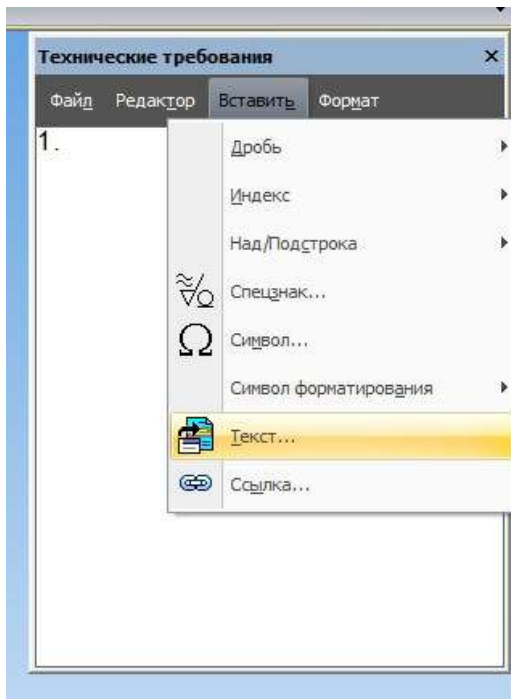
В итоге получилась такая модель:



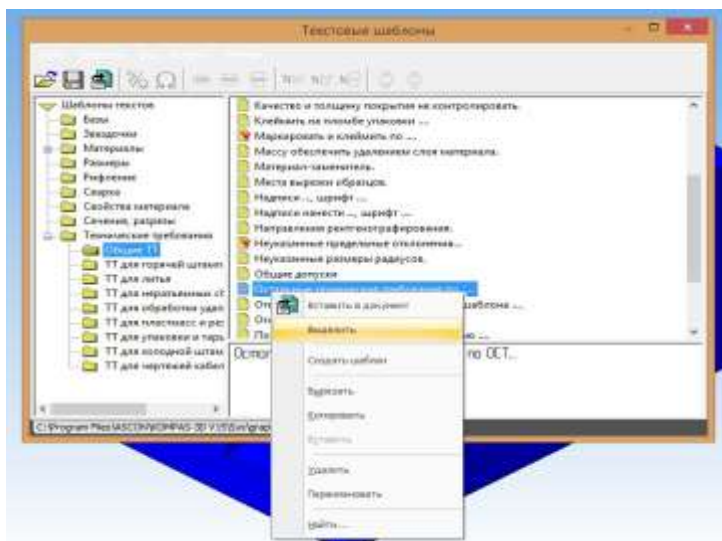
Добавляем технические требования: Вид → Технические требования.



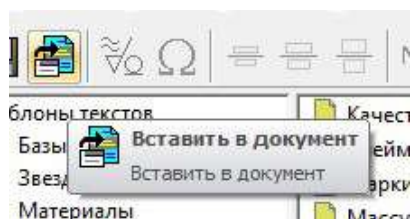
Справа появится панель ввода технических требований. Для ввода технических требований: **Вставить** → **Текст**.



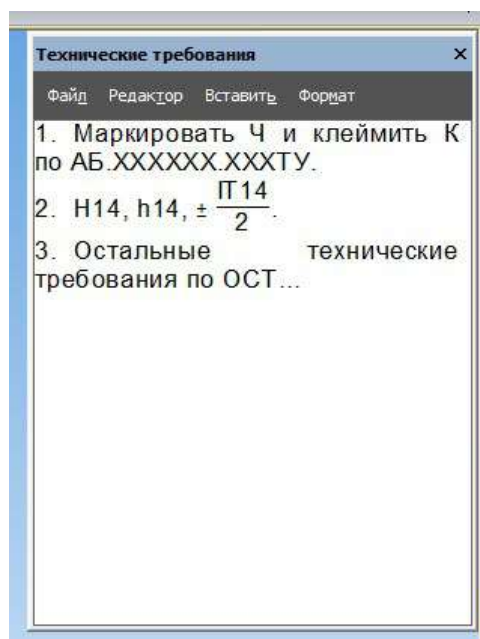
Открывается окно текстовых шаблонов откуда выбираем: **ПКМ** → **выделить**.



После того как выбрали необходимые текстовые шаблоны жмем



И в панельке появляются выбранные текстовые шаблоны:



Далее можно закрыть панельку, теперь при создании чертежа с данной модели, при добавлении первого вида, автоматически будут добавляться и технические требования.

2.2 Создание 3D сборок

2.2.1 Планирование сборки

Сборка в КОМПАС3D — трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий, а также информацию о взаимном положении компонентов.

Пользователь задает состав сборки, добавляя в нее новые компоненты или удаляя существующие. Модели компонентов хранятся в отдельных файлах на диске. В файле сборки хранятся только ссылки на компоненты.

Изделие Блок направляющий состоит из одной сборочной единицы Ролик (указана стрелкой), четырех деталей и нескольких стандартных изделий. Все детали, входящие в изделие, хранятся в папке \Tutorials\Блок направляющий

основного каталога установки системы. Вам нужно лишь выполнить сборочные операции.

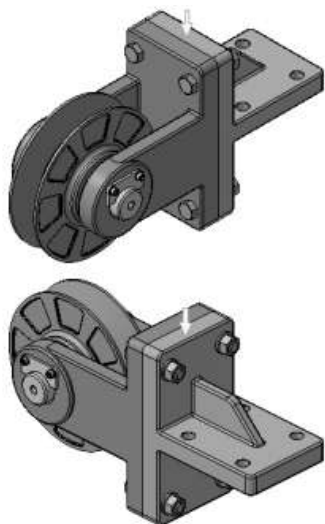


Рис.2.2 Блок направляющий

2.2.2 Создание комплекта конструкторских документов

При разработке трехмерной модели изделия, кроме создания собственно модели, нужно получить комплект конструкторских документов: сборочные чертежи и спецификации на само изделие и на входящие в него узлы, а также рабочие чертежи на детали.

Типовая последовательность действий может быть такой.

1. Создайте трехмерные модели деталей, входящих в изделие.
2. Если в изделие входят сборочные единицы, создайте их.
3. В компонентах, не относящихся к разделам *Детали* и *Сборочные единицы*, создайте объекты спецификации (ОС).
4. Создайте трехмерную сборку изделия.
5. Создайте комплект спецификаций на изделие и на его сборочные единицы.

Для каждой сборочной единицы выполните следующие действия:

6. Создайте сборочный чертеж. Проставьте на чертеже позиционные линии-выноски.
7. Подключите чертеж к соответствующей спецификации.
8. Включите позиционные линии-выноски в состав соответствующих ОС.
9. Создайте рабочие чертежи деталей и подключите их к объектам раздела *Детали* спецификации.

10. Закончите оформление спецификации: создайте раздел *Документация* и другие необходимые разделы. Заполните основную надпись.

Те же самые действия нужно повторить для всего изделия:

11. Создайте сборочный чертеж. Проставьте на чертеже позиционные линии-выноски.

12. Подключите чертеж к соответствующей спецификации.

13. Подключите спецификации и чертежи сборочных единиц к объектам раздела *Сборочные единицы* спецификации на изделие.

14. Создайте рабочие чертежи деталей. Подключите чертежи деталей к объектам раздела *Детали* спецификации на изделие.

15. Закончите оформление спецификации на изделие: создайте раздел *Документация* и другие необходимые разделы. Заполните основную надпись.

2.3 Формирование чертежей на базе 3-мерных деталей (сборок)

В общем случае создание модели включает формирование основания, приклеивание и вырезание дополнительных элементов, построение массивов элементов и зеркальное копирование, создание дополнительных конструктивных элементов (рис. 2.3).

Формирование отдельных трехмерных объектов начинается с создания эскиза — плоской фигуры, на основе которой образуется объемное тело. Эскиз может располагаться в одной из стандартных плоскостей проекций, на плоской грани существующего тела или во вспомогательной плоскости, положение которой задано пользователем. Эскиз обычно состоит из одного или нескольких контуров.

По умолчанию в эскизе включен параметрический режим. В этом режиме наносятся размеры, управляющие положением выносных линий, привязанных к определенным точкам эскиза. С изменением параметрических размеров изменяется геометрия контуров в эскизе.

В эскиз можно перенести изображение из ранее подготовленного чертежа или фрагмента. Это позволяет при создании трехмерной модели опираться на существующую чертежно-конструкторскую документацию.

Объемные элементы образуются в результате операций — формообразующих перемещений эскизов (рис. 2.3).

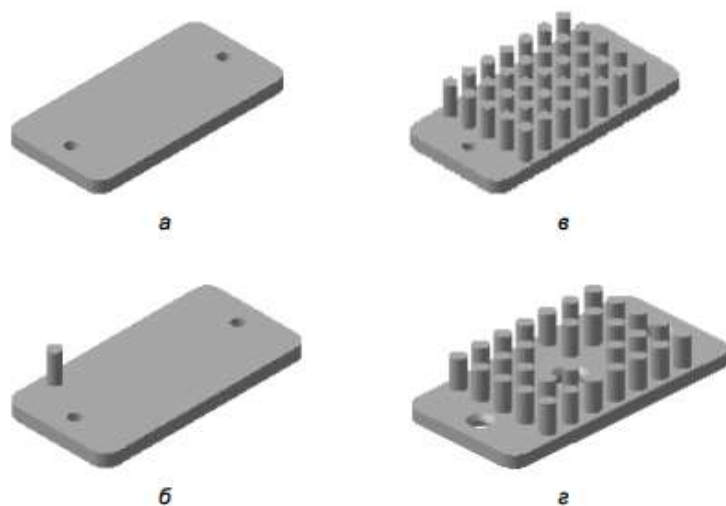


Рис. 2.3, Этапы создания твердотельной модели детали:
 а — формирование основания; б — приклеивание дополнительного элемента; в — построение массива элементов скруглений; г — создание дополнительных конструктивных элементов

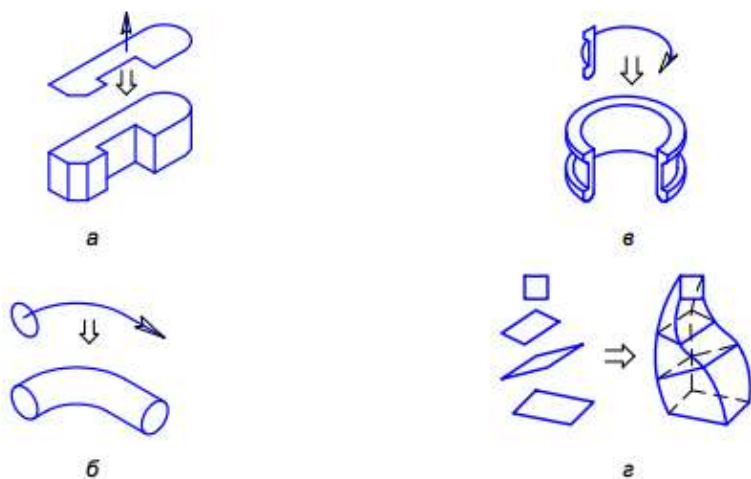


Рис. 2.4, Основные формообразующие операции создания трехмерных объектов: а — выдавливание; б — кинематическая; в — вращения; г — по сечениям

Построение трехмерной модели детали начинается с основания. Форма основания детали определяется из конструкции будущей детали. При выборе формы основания деталь разбивается на составляющие ее формообразующие элементы (параллелепипеды, призмы, цилиндры, конусы, торы, кинематические элементы и т. д.). При этом мелкие конструктивные элементы (фаски, скругления, проточки и т. п.) из рассмотрения исключаются.

Чаще всего в качестве основания используют самый крупный из этих элементов. Если в составе детали есть несколько сопоставимых по размерам элементов, то в качестве основания можно использовать любой из них.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И ЧЕРТЕЖИ

3.1 Электрические схемы соединений и подключения

Схемы соединений и подключения. По-другому такие схемы в народе называют монтажные. Такие схемы показывают реальное расположение электродвигателей, электрических аппаратов и других элементов автоматизации на станке, в шкафах и на пультах управления. Все элементы на монтажных схемах выполняются аналогично по тем же ГОСТ, как и на схемах принципиальных.

Все провода на схеме соединения и подключения имеют свой уникальный номер, который после монтажа реальной схемы наносится на провод. На таких схемах провода идущие в одном направлении часто объединяют в жгуты или пучки и показывают одной толстой линией. Все соединения проводов выполняются только на зажимах электрических аппаратов или с помощью специальных клеммников. Все соединения между частями отдельных шкафов и пультов управления выполняются тоже через клеммник, что значительно в дальнейшем облегчает обслуживание электрооборудования станков.

Если на принципиальных схемах отдельные элементы одного и того же аппарата могут находиться в разных частях схемы, например, катушка пускателя - в цепях управления, а контакты в силовых цепях, то на схеме соединений и подключения все элементы того же пускателя показываются рядом. При этом выводы аппарата на схеме нумеруются таким же образом, как на реальном аппарате.

Например, для пускателя выводы катушки нумеруются - А - В, силовые контакты - 1-2, 3-4, 5-6, блокировочные 13-14. Это значительно облегчает монтаж электрооборудования. Человеку, который этим занимается не приходится думать где разместить сам аппарат (это уже показано на схеме) и куда какой провод подключать. Так как наличие номера на блокировочном контакте "13-14" говорит о том, что это контакт является нормально разомкнутым. Если бы контакт был нормально-замкнутым, то номер был бы "11-12".

Очень часто в паспортах станков схемы соединения и подключения показывают отдельно. На схемах подключения обозначают контуры станка или установки, основные элементы - двигатели, аппараты находящиеся на самом станке (путевые выключатели, датчики, электромагниты), шкафы и пульта управления, а также электрические проводки, которые это все связывают.

Шкафы и пульты управления показывают пустыми контурами с клеммниками, на которые и приводят провода. А на схемах соединения изображают только какой-либо конкретный шкаф управления со всеми аппаратами, входящими в него и разводкой проводами. При этом, на схемах подключения упор делается на описание расположения и способов крепления проводов, жгутов, труб, электрических аппаратов и электродвигателей на самом станке.

Существует несколько вариантов выполнения схем соединения и подключения. Один из самых популярных способов в последнее время - это адресный метод. В этом методе провода на схемах не показывают, а только обозначают номерами около выводов электрических аппаратов. Хотя такую и схему и проще выполнить при использовании компьютерных программ, на мой взгляд, она получается существенно сложнее и часто приводит к ошибкам при монтаже.

3.1.1 Основные правила выполнения схем соединений и подключения

Схема соединений (Э4)

Схема соединений определяет конструктивное выполнение электрических соединений элементов в изделии. На схеме изображают все устройства и элементы, входящие в состав изделия, их входные и выходные элементы (соединители, платы, зажимы и т. п.) и соединения между ними. Устройства изображают в виде прямоугольников или упрощенных внешних очертаний, элементы - в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД прямоугольников или упрощенных внешних очертаний. Внутри прямоугольников или упрощенных внешних очертаний, изображающих элементы, допускается помещать их условные графические обозначения, а для устройств - их структурные, функциональные или принципиальные схемы.

Входные и выходные элементы изображают условными графическими обозначениями. Расположение изображений входных и выходных элементов или выводов внутри условных графических обозначений устройств и элементов должно примерно соответствовать их действительному расположению в устройстве или элементе.

На схеме соединений радиоприемного устройства в отличие от его принципиальной схемы показаны также элементы, необходимые для выполнения монтажа и эксплуатации изделия: гнездо XSX для подключения антенны,

телефонное гнездо XS2, соединители XT1, XT2 для подключения аккумуляторов батареи питания, монтажная стойка XI.

Допускается взамен условных графических обозначений входных и выходных элементов помещать таблицы с характеристиками цепей и адресами внешних подключений.

Расположение графических обозначений устройств и элементов на схеме должно примерно соответствовать их действительному размещению в изделии. Допускается на схеме не отражать расположение устройств и элементов в изделии, если схему выполняют на нескольких листах или размещение устройств и элементов на месте эксплуатации неизвестно.

Около условных графических обозначений устройств и элементов указывают позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме. Около или внутри графического обозначения устройства допускается указывать его наименование и тип или обозначение документа, на основании которого устройство применено. При отсутствии принципиальной схемы изделия позиционные обозначения устройствам, а также элементам, не вошедшим в принципиальные схемы составных частей изделия, присваивают в соответствии с ГОСТ 2.710-81.

На схеме следует указывать обозначения выводов (контактов) элементов (устройств), нанесенные на изделие или установленные в документации изделия. Если в конструкции устройства или элемента и в его документации обозначения входных и выходных элементов не указаны, то допускается условно присваивать им обозначения на схеме, помещая соответствующее пояснение на поле схемы.

Устройства с одинаковыми внешними подключениями изображают на схеме с указанием подключений только для одного из них.

Если устройства имеют самостоятельные схемы подключения, то на схеме изделия допускается не показывать присоединение проводов и жил кабелей к входным и выходным элементам.

При изображении соединителей отдельные контакты допускается не изображать, а заменять их таблицами с указанием подключения контактов (табл. 3.1). Таблицы можно помещать около изображения соединителя, на поле схемы или на последующих листах схемы. В последнем случае им присваивают позиционные обозначения соответствующих соединителей. В таб-

лице допускается указывать дополнительные сведения, например, данные провода.

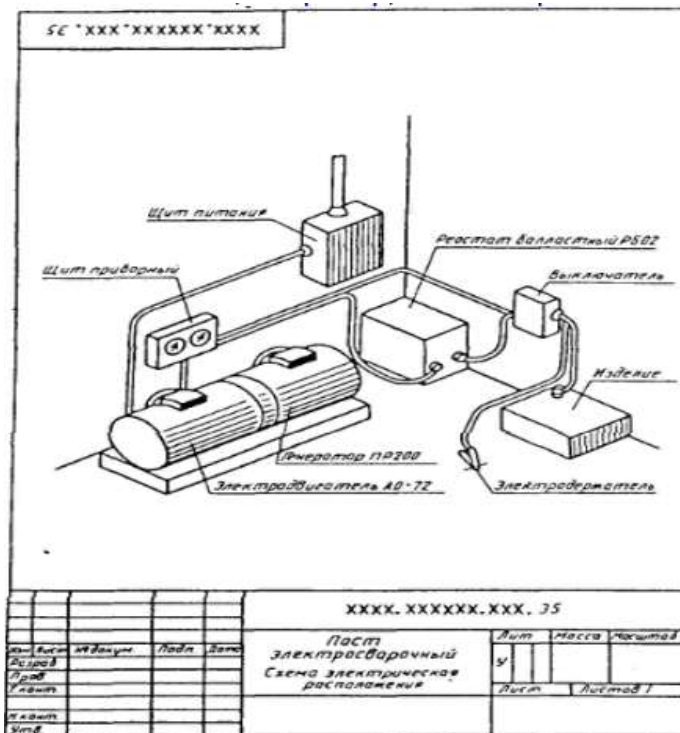


Рис. 3.1

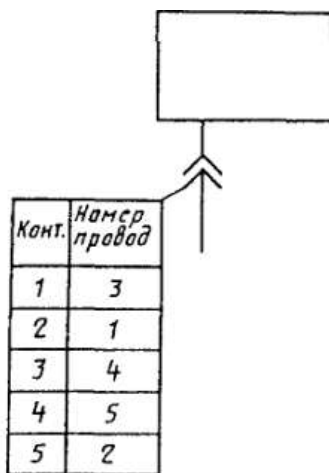


Таблица 3.1

Если жгут (кабель — многожильный провод, электрический шнур, группа проводов) соединяет одноименные контакты соединителей, то таблицу помещают около одного конца изображения жгута (кабеля).

На схеме соединений изделия допускается показывать его внешние подключения.

Провода, группы проводов, жгуты и кабели показывают на схеме отдельными линиями толщиной от 0,4 до 1,0 мм. Допускается отдельные провода, идущие на схеме в одном направлении, сливать в общую линию, но при подходе к контактам каждый провод и жилу кабеля изображают отдельной линией. Во избежание многократных пересечений допускается линии, изображающие провода, группы проводов, жгуты и кабели, не проводить или обрывать их около мест присоединения. В этих случаях около мест присоединения (табл. 3.2.) или в таблице на свободном поле схемы (табл. 3.3.) помещают сведения, необходимые для обеспечения однозначного соединения.

При изображении многоконтактных элементов в сложных схемах разрешается линии, изображающие жгуты (кабели), доводить только до контура графического обозначения элемента, не показывая присоединения к контактам. Указания о присоединении проводов или жил кабеля к контактам приводят одним из следующих способов: у контактов показывают концы линий, изображающих провода которые направляют в сторону соответствующего жгута, кабеля или группы проводов и обозначают их (рис. 3.2). Около изображения многоконтактного элемента помещают в таблицу с указанием подключения контактов, которую соединяют линией-выноской с соответствующим жгутом, кабелем или группой проводов (рис. 3.3).

Вводные элементы, через которые проходят провода, изображают в виде условных графических обозначений, установленных в стандартах ЕСКД; проходные изоляторы, гермовводы, сальники — в виде условных графических обозначений, приведенных на рис. 3.2. На схеме указывают обозначения вводных элементов, нанесенные на изделие. Если обозначения вводных элементов не указаны в конструкции изделия, то допускается условно присваивать им обозначения на схеме. При этом на поле схемы следует помещать необходимые пояснения.

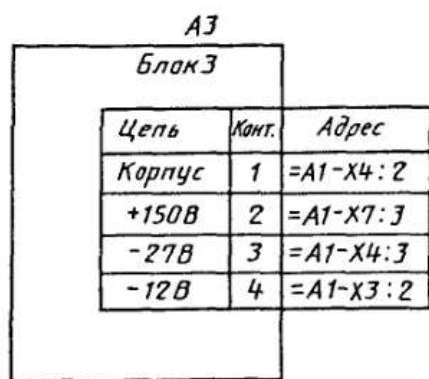


Таблица 3.2

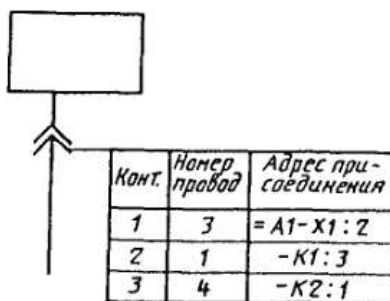


Таблица 3.3

Проводам, жгутам, кабелям на схеме присваивают порядковые номера. Нумерация проводится в пределах изделия отдельно для кабелей и проводов: провода, входящие в жгут, нумеруют в пределах жгута, жилы кабеля — в пределах кабеля. Допускается сквозная нумерация всех проводов и жил кабелей в пределах изделия. Жгуты, кабели и отдельные провода допускается не обозначать, если изделие входит в комплекс и обозначения присваивают в пределах всего комплекса. При этом на поле схемы помещают соответствующее пояснение.

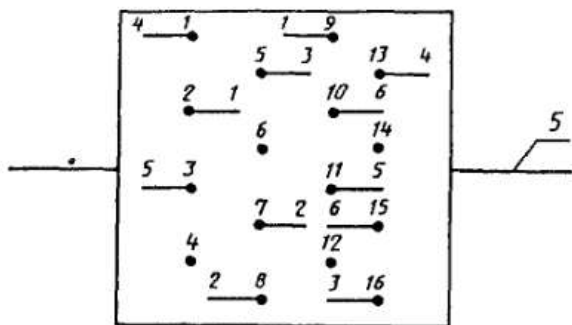


Рис. 3.2

Если на принципиальной схеме электрические цепи обозначены в соответствии с ГОСТ 2.709-72, то эти же обозначения следует присваивать всем одножильным проводам, жилам кабелей и проводам жгутов. При этом жгуты и кабели нумеруют отдельно.

Номера проводов и жил кабелей проставляют около обоих концов их изображений. Номера кабелей проставляют в окружностях, помещенных в разрывах изображений кабелей вблизи от мест разветвления жил. При большом количестве кабелей, идущих в одном направлении, окружность можно не изображать.

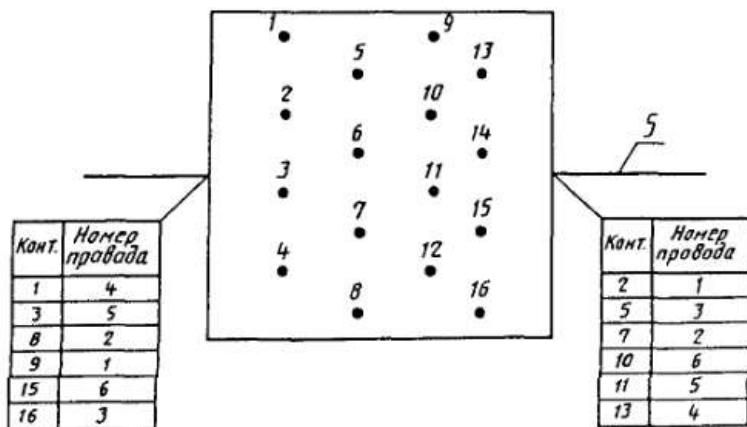


Рис. 3.3

Номера жгутов проставляют на полках линий-выносок около мест разветвления проводов жгута, номера групп проводов — около линий-выносок.

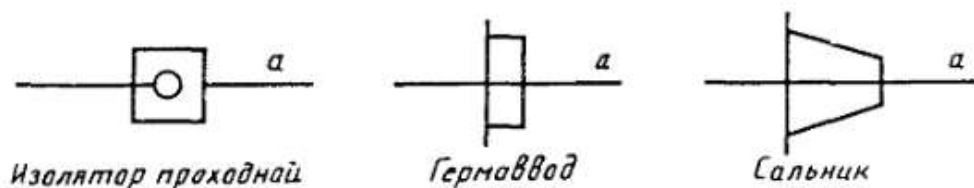


Рис. 3.4

При большой протяженности на схеме проводов, жгутов и кабелей разрешается проставлять их номера через промежутки, удобные для чтения схемы.

На схеме допускается указывать при помощи буквенно-цифрового обозначения функциональную принадлежность проводов, жгутов или кабелей к определенному комплексу, помещению или функциональной цепи. Такое обозначение проставляют перед обозначением провода через дефис или без него. Буквенно-цифровое обозначение входит в состав принятого обозначения провода, жгута, кабеля.

При присвоении кабелям буквенно-цифровых обозначений допускается номера кабелей проставлять в разрыве линии без окружности.

На схеме указывают марку и сечение проводов, количество и сечение жил кабелей. При необходимости указывают расцветку проводов. Эти данные проставляют около линий, изображающих провода и кабели. В этом случае допускается обозначение проводам и кабелям не присваивать. Если для этого применены условные обозначения, то на поле схемы должна быть дана их расшифровка.

Сведения о числе жил помещают в прямоугольнике справа от обозначения кабеля.

Одинаковые марки, сечение и другие данные о всех или большинстве проводов и кабелей разрешается указывать на поле схемы.

Для жгутов, кабелей и проводов, изготавливаемых по чертежам, указывают обозначение основного конструкторского документа.

Характеристики входных и выходных цепей на схеме рекомендуется указывать в виде таблиц, помещаемых взамен условных графических обозначений входных и выходных элементов (см. табл. 3.1)

Если на схеме не указаны места присоединений проводов и жил кабеля, а также при большом числе соединений составляют таблицу соединений, в которой указывают данные о проводах, жгутах и кабелях и адреса их соединений. Таблицу соединений помещают на первом листе схемы, а при большом количестве проводов и кабелей выполняют в виде самостоятельного документа. Таблицу соединений, помещенную на первом листе схемы, располагают над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм. Продолжение таблицы помещают слева от основной надписи, повторяя шапку таблицы. Таблицу соединений в виде самостоятельного документа выполняют на формате А4 (210×297) с основной надписью по ГОСТ 2.104-68 (форма 2 и 2а).

Ниже приведены рекомендуемые формы таблицы соединений.

Обозначение провода	Откуда идет	Куда поступает	Данные провода	Примечание
------------------------	----------------	-------------------	-------------------	------------

Обозначение провода	Соединения	Данные провода	Примечание
------------------------	------------	-------------------	------------

В графах таблиц указывают:

- в графе «Обозначение провода» - обозначение одножильного провода, жилы кабеля или провода жгута;
- в графах «Откуда идет», «Куда поступает» — условные буквенно-цифровые обозначения соединяемых элементов или устройств;
- в графе «Соединения» - условные буквенно-цифровые обозначения соединяемых элементов или устройств, которые разделяют запятой;
- в графе «Данные провода» указывают для одножильного провода - марку, сечение и, при необходимости, расцветку, а для кабеля, записываемого в спецификацию как материал, — марку, сечение и количество жил; данные провода и кабеля указывают в соответствии с документом, на основании которого они применены;

- в графе «Примечание» указывают дополнительные уточняющие данные.

При заполнении таблицы соединений необходимо придерживаться следующего порядка:

а) при выполнении соединений отдельными проводами запись их в таблицу производится в порядке возрастания номеров;

б) при выполнении соединений проводами жгутов или жилами кабелей перед записью проводов каждого жгута или жил каждого кабеля должен быть помещен заголовок по типу: «Жгут 1» или «Жгут. АБВГ.ХХХХХХ.032»; «Провод 5». Провода жгута или жилы кабеля должны быть записаны в порядке возрастания присвоенных проводов или жилам номеров;

в) при выполнении соединений отдельными проводами, жгутами проводов и кабелями заполнение таблицы должно начинаться с записи отдельных проводов без заголовка. Затем с соответствующими заголовками записываются жгуты проводов и кабели.

Указания о надеваемых на провода изоляционных трубках, экранирующих оплетках и т. а помещаются в графе "Примечание" или на поле схемы.

Допускается указывать адрес соединений около обоих концов изображений отдельных проводов, проводов жгутов и жил кабелей. В этом случае таблицу соединений не составляют и провода не обозначают.

На поле схемы, как правило, над основной надписью допускается помещать необходимые технические указания: величины минимально допустимых расстояний между проводами, жгутами и кабелями; данные о специфичности их прокладки и защиты; о недопустимости совместной прокладки некоторых проводов, жгутов и кабелей и т.п.

3.1.2 Особенности маркировки соединения и подключения схемы

Схема соединений отображает все электрические соединения в изделии, а схема подключения показывает, как это изделие должно быть подключено.

На схеме соединений должны быть изображены все устройства и элементы, входящие в состав изделия, его входные и выходные элементы (соединители,

платы, зажимы и т.п.), а также соединения между этими устройствами и элементами. Кроме того, могут быть отображены и вводные элементы (проходные изоляторы, термовводы, сальники и др.), через которые проходят провода (группы проводов, жгуты, кабели, электрические шнуры).

Устройства изображают в виде прямоугольников или упрощенных внешних очертаний, где должны быть отражены их выводы (контакты) для подключения подводимых проводников. Отдельные элементы, в том числе входные и выходные, а также вводные изображают в виде условных графических обозначений ЕСКД. Внутри изображений устройств можно, помещать их структурные, функциональные или принципиальные схемы.

Расположение графических обозначений устройств и элементов на схеме соединений должно примерно соответствовать действительному их размещению в изделии. Около устройств и элементов указывают позиционные обозначения, присвоенные им на принципиальной схеме. Около или внутри графического обозначения устройства допускается указывать его наименование и тип.

При изображении на схеме соединителей допускается применять условные графические обозначения, не показывая отдельных контактов, но около изображения соединителя, на поле схемы или на последующих ее листах, в этом случае помещают таблицы с указанием подключения проводов.

На рис. 3.5 приведены примеры изображения устройств и элементов на схемах соединений. Изображения устройств: токового реле КА, электрического счетчика РІ и переключателя SA (рис. 3.5, а — е) выполнены в виде прямоугольников, причем на рис. 3.5, б, г и е — с принципиальными схемами внутри: Отдельные элементы: резистор R, конденсатор С, сигнальная лампа НЛу колодка зажимов ХІ, соединитель Х2 представлены в виде условных графических обозначений ЕСКД (рис. 3.5, ж — ж), причем на рис. 3.5, л в изображении соединителя Х2 показаны отдельные контакты, а на рис. 3.5, м — не показаны, но приведена таблица с указанием подключения проводов. Обозначения вводных элементов: проходного изолятора, термоввода и сальника показаны на рис. 3.5, и — п.

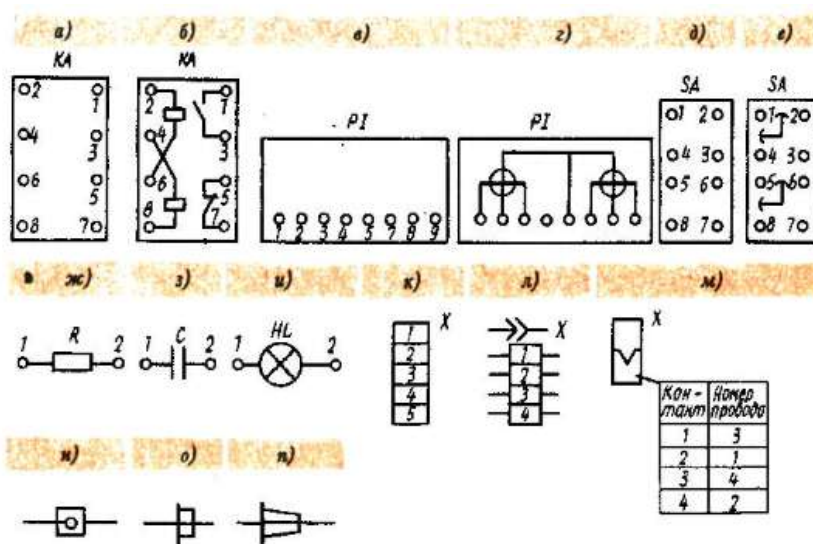


Рис. 3.5. Условные графические обозначения (а-п), используемые в схемах соединений.

Провода, группа проводов, жгуты и кабели должны быть показаны на схеме отдельными линиями. Для упрощения начертания схемы допускается сливать отдельные провода или кабели, идущие на схеме в одном направлении, в общую линию. При подходе к контактам каждый провод и жилу кабеля изображают отдельно. Одножильные провода, жгуты и кабели должны быть обозначены порядковыми номерами в пределах изделия. При этом провода, входящие в жгут, нумеруются в пределах жгута, а жилы кабеля — в пределах кабеля.

На схеме должны быть указаны: для проводов — марка, сечение и при необходимости расцветка; для кабелей — марка, количество и сечение жил, при необходимости количество занятых жил.

На схеме подключения должны быть изображены изделие, его входные и выходные элементы (соединители, зажимы и т. п.) и подводимые к ним концы проводов и кабелей внешнего монтажа, около которых помещают данные о подключении изделия (характеристика внешних цепей и (или) адреса). Изделие на схеме подключения изображают в виде прямоугольника, а его входные и выходные элементы — в виде условных графических обозначений ЕСКД. Допускается изображать изделие в виде упрощенного внешнего очертания. В этом случае входные и выходные элементы изображают также в виде упрощенных очертаний.

Провода и кабели должны быть показаны на схеме отдельными линиями.

При необходимости на схеме указывают марки, сечение, расцветку проводов, а также марки кабелей, количество, сечение и занятость жил.

При наличии самостоятельной схемы подключения устройства на его схеме соединений можно не показывать присоединения проводов и жил кабелей к входным и выходным элементам.

Как уже отмечалось, на принципиальной схеме электроустановки или ее составной части отображают все элементы и электрические связи, необходимые для осуществления и контроля заданных процессов. При этом эти элементы, как правило, могут находиться в различных изделиях (оформленных самостоятельными конструкциями), для каждого из которых имеется своя схема соединений и подключения.

На листе, где изображена принципиальная схема, обычно указываются относящиеся к ней другие типы схем, что следует учитывать при подборе схем для ознакомления с конкретной электроустановкой или ее частью.

Так, элементы, показанные на принципиальной схеме дистанционного управления высоковольтным выключателем, конструктивно размещены в трех изделиях (устройствах): на панели управления (переключатель SA, автоматы SF1 и SF2, сигнальные лампы HLG, HLR и HLW, реле KCC и KCT, резисторы R1, R2 и R6); на панели релейной защиты (реле KQQ и KQT, KQH и резисторы R3 и R4); в приводе выключателя (электромагниты YAC и YAT, вспомогательные контакты Q:1 — Q:5; YAT:1 и YAT:2, магнитный контактор KM и автомат SF3).

Схемы соединений.

Схемы соединений выполняют различными способами, однако во всех случаях на них должны быть обозначены все контактные элементы, через которые осуществляются электрические соединения (выводы аппаратов и приборов, шины, зажимы) и отходящие от них проводники. На простых схемах полностью показывают все проводники, которыми соединяются аппараты, приборы и другие элементы, часто отображая примерное их расположение.

Чтение простых схем соединений не вызывает больших трудностей. Широкое внедрение автоматизации в электроэнергетику и другие отрасли народного хозяйства привело к созданию довольно сложных электрических устройств и электроустановок, отображаемых сложными схемами с большим количеством электрических цепей и входящих в них элементов. Для уплотнения монтажа используют жгуты, состоящие из большого количества проводов, а также свободную прокладку проводов в лотках. На схемах соединений жгуты проводов и группы проводов в лотках показывают одной линией.

В непосредственной близости от контактных элементов каждый провод показывают отдельной линией.

На схемах соединений сложных комплектных электрических устройств с десятками аппаратов и приборов, относящихся в ряде случаев не к одному, а к нескольким объектам, обязательно показывают переключки (проводники, соединяющие выводы одного и того же аппарата или прибора и зажимы одного ряда). Проводники, соединяющие аппараты и приборы между собой и с рядами зажимов, не показывают, но приводят у каждого вывода и зажима адреса вторых концов отходящих проводов.

Для упрощения выполнения и чтения схем соединений рядом с обозначением каждого аппарата или прибора проставляют его порядковый номер (в числителе) и позиционное обозначение (в знаменателе). Номера аппаратам и приборам присваивают в определенном порядке независимо от их вида и цифровой части позиционного обозначения, исходя только из места расположения (например, слева направо, переходя от верхнего ряда вниз, если смотреть со стороны монтажа).

Так, если на панели находится двадцать приборов по четыре в каждом ряду, то левому прибору верхнего ряда присваивают первый номер, следующим в том же ряду — второй, третий и четвертый, а левому прибору во втором ряду — пятый и т.д. Таким образом, правому прибору в нижнем (пятом) ряду будет присвоен двадцатый номер.

Допустим, что порядковые номера ваттметра PW2 и сигнальной лампы HL3 — соответственно третий и седьмой. Тогда рядом с их обозначениями на схеме и на самих приборах должны иметься соответственно надписи $\frac{03}{PW2}$ и $\frac{07}{HL2}$.

В том случае, если в одном электрическом устройстве (например, панели управления) размещено оборудование, относящееся к нескольким объектам (линиям, трансформаторам, электродвигателям и др.), перед порядковым номером каждого аппарата или прибора в числителе проставляют порядковый номер, присвоенный данному объекту. Следует иметь в виду, что порядковые номера аппаратам и приборам присваиваются в пределах каждого объекта, начиная с первого.

Так, рядом с ваттметрами $PW2$, имеющими третий порядковый номер, но относящимися ко второму и третьему объектам, должны быть соответственно проставлены обозначения $\frac{0203}{PW2}$ и $\frac{0303}{PW2}$.

Проводники, соединяющие аппараты и приборы данного устройства, маркируют, т.е. на одном конце каждого из них наносят адресное обозначение, указывающее, куда подключен второй конец. Маркировка проводов, отходящих от выводных зажимов и выводов аппаратов или приборов, неодинакова. Конец провода, подключенного к зажиму, в общем случае имеет два обозначения: первое — порядковый номер объекта, к которому относится данный ряд выходных зажимов, и номер зажима; второе — адрес второго конца провода, т.е. позиционное обозначение аппарата или прибора и номер его вывода, к которому подключен этот конец.

Первое обозначение позволяет исключить ошибки при подключении проводов к зажимам при монтаже и эксплуатации, поскольку на каждом проводнике видно, от какого зажима какого ряда он был отключен. Кроме того, упрощается второе обозначение, так как в нем нет необходимости указывать номер объекта (он указан в первом обозначении).

Так, проводник, идущий от пятого вывода ваттметра $PW2$ второго объекта, на одном конце, подключенном к третьему зажиму ряда зажимов второго объекта, должен иметь маркировку $02X3 PW2-3$. Первое обозначение указывает номер ряда зажимов (02) и номер зажима (3) в этом ряду, а второе — адрес другого конца провода (ваттметр $PW2$, вывод 3); то, что ваттметр $PW2$ относится ко второму объекту, видно из первого обозначения. Второй конец этого проводника должен иметь маркировку $02X3$, указывающую, что он идет к зажиму 3 второго (02) объекта.

При маркировке проводов, соединяющих аппараты и приборы между собой, указывают номер объекта, порядковый номер аппарата или прибора и номер вывода. Так, проводник, идущий от второго вывода ваттметра, имеющего седьмой порядковый номер и относящегося ко второму объекту, подключенный к первому выводу амперметра того же объекта с третьим порядковым номером, будет иметь маркировку $0203—1$ на одном конце и $0207—2$ на другом.

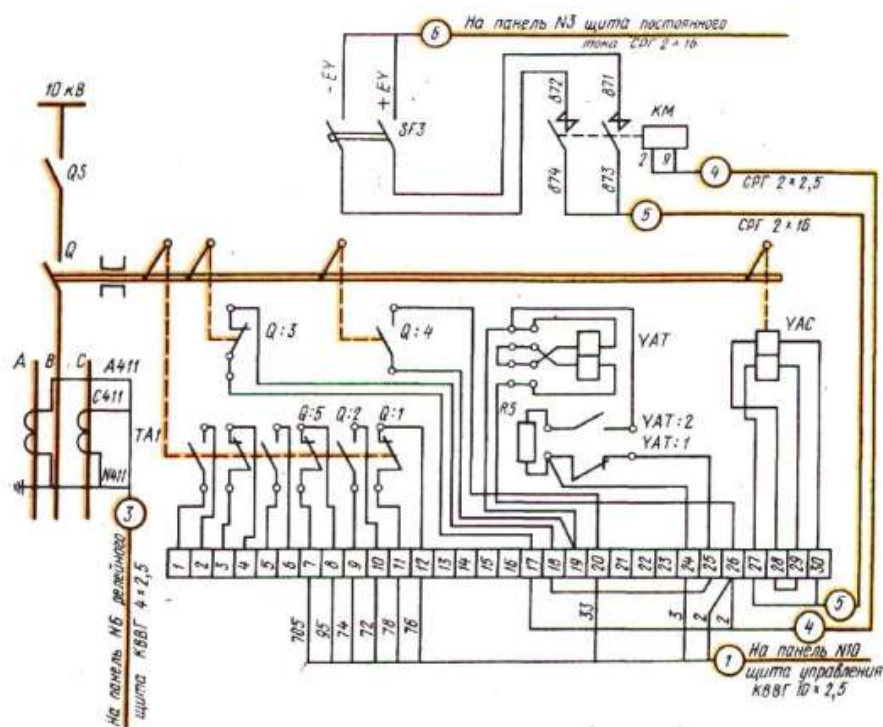


Рис. 3.6. Схема соединений ячейки выключателя распределительного устройства 10 кВ

Схема соединений ячейки выключателя распределительного устройства на 10 кВ приведена на рис. 3.6.

На этой схеме показаны измерительные трансформаторы тока ТА1, включенные в фазы Л и С, привод выключателя Q с включающим YAC и отключающим YAT электромагнитами и вспомогательными контактами, кинематически связанными с выходным валом привода (Q:1 — Q:5) и с отключающим электромагнитом (YAT:1 и YAT:2), автомат SF3, магнитный контактор KM и ряд зажимов, к которым подключены кабель № 1 от панели № 10 щита управления и кабельные перемычки № 4 и № 5 соответственно от катушки и контактов магнитного контактора KM. Кабели № 3 от панели № 6 релейного щита и № 6 от панели № 3 щита постоянного тока соответственно подключены к выводам трансформаторов тока ТА1 и автомата SF3.

На схеме даны позиционные обозначения и обозначения электрических цепей. Все проводники, соединяющие элементы привода выключателя Q между собой и с зажимами ряда зажимов, изображены полностью и легко прослеживаются, поэтому обозначение цепей на схеме показано только на жилах кабелей № 1, № 3 и № 6 и кабельных перемычек № 4, № 5.

На рассматриваемой схеме обозначения А411, С411 и N411 — это маркировка жил кабеля № 3 у отходящих от трансформатора тока ТА1; 705, 95, 74, 72, 78, 76, 33, 3 и 2 — маркировка жил кабеля № 1, отходящих от ряда зажимов

привода выключателя; 9, 2 и 873, 874 — маркировка жил кабельных перемычек № 4, № 5; +EY и — EY — маркировка жил кабеля № 6, отходящих от автомата SF3.

На кабелях и кабельных перемычках имеется также маркировка, указывающая их номер, марку кабеля, назначение или условное обозначение устройства, к которому подключен его второй конец. В данной схеме кабель № 1 марки КВВГ (контрольный, с пластмассовой оболочкой, и изоляцией жил, без наружных покровов) имеет 10 жил сечением $2,5 \text{ мм}^2$; кабель № 3 — такой же, но с числом жил 4; кабель № 6 марки СРГ (в свинцовой оболочке, с резиновой изоляцией жил, без наружных покровов) имеет две жилы сечением 16 мм^2 ; кабельные перемычки № 4, М 5 также выполнены из кабеля СРГ, но первая имеет сечение $2,5 \text{ мм}^2$, а вторая — 16 мм^2 .

На схеме не даны обозначения в маркировке жил, указывающие, к каким зажимам они подключены, поскольку ошибка при подключении жил кабелей к ряду зажимов маловероятна.

В рассматриваемой схеме, как и в других, приводимых в книге, используется основная маркировка, соответствующая приведенным выше рекомендациям стандартов ЕСКД. Однако в схемах некоторых электрических устройств применяют маркировку, используемую заводами-изготовителями (заводскую маркировку). Проектные организации наравне с основной могут в выпускаемых чертежах приводить также заводскую маркировку, заключая ее в скобки. Кроме того, на схемах соединений могут указываться типы используемых аппаратов и приборов.

Обязательным условием является идентичность маркировки на всех схемах (принципиальной, соединений и подключения) данного электрического устройства.

Схемы соединений панели № 10 щита управления и панели № 6 релейного щита приведены на рис. 3.7 и 3.8. На каждой из этих панелей размещено оборудование, относящееся к нескольким объектам, но приведенные схемы соединений относятся только к линии WI на 10 кВ — второй монтажной единице (02). Обе схемы выполнены с учетом требований, предъявляемых к сложным комплектным устройствам: провода внутри панелей не показаны, применена адресная маркировка и др.

Схема соединений панели № 10 щита управления приведена на рис. 3.7.

На этой схеме показаны резисторы R1, R2 и R6 амперметра PA, автоматы SF2 и SF1, сигнальные лампы HLR, HLG и HLW с красной, зеленой и белой линзами, переключатель SA, промежуточные реле КСС команды включения и КСТ команды отключения.

Поскольку аппараты и приборы утопленного типа устанавливаются на задней стороне панели, на схеме выводы заключены в рамки, выполненные сплошной линией. Все аппараты и приборы пронумерованы последовательным рядом чисел от 01 до 12 и в их маркировке указаны монтажная единица 02 и порядковый номер (в числителе), а также позиционное обозначение (в знаменателе). Так, амперметр, переключатель и сигнальные лампы соответственно имеют маркировку

$$\frac{0204}{PA}; \frac{0209}{SA}; \frac{0207}{HLR}; \frac{0208}{HLG}; \frac{0212}{HLW}$$

Выводы аппаратов и приборов, а также зажимы ряда зажимов, которые находятся на левой боковине панели, пронумерованы. Над рядом зажимов показаны шинки (оперативного тока и сигнальные).

На схеме полностью показаны перемычки аппаратов: между выводами 1 и 7 переключателя SA; между выводом 1 лампы HLR и выводом 2 лампы HLG; между выводами 1, 7, 9, 12 реле КСС и КСТ; между зажимами 15 и 16, 17 и 18, 19 и 20, 21 и 22, 26 и 27, 28 и 29, 30 и 31, 32 и 33 ряда зажимов. Остальные проводники даются не полностью, а только стрелками показано, что они проложены в коробе левой боковины панели.

Маркировка правой стороны ряда зажимов указывает адреса проводов, отходящих к оборудованию, установленному на панели. Кроме того, имеются обозначения, указывающие, к каким зажимам подключены проводники. В частности, у первого зажима имеется маркировка провода 0,2X1 R1 — 1. Первое обозначение указывает, что проводник подключен к зажиму 1 ряда зажимов, относящегося к монтажной единице 02 (линия W1 на 10 кВ), а второе — что другой конец этого проводника подключен к первому выводу резистора R1.

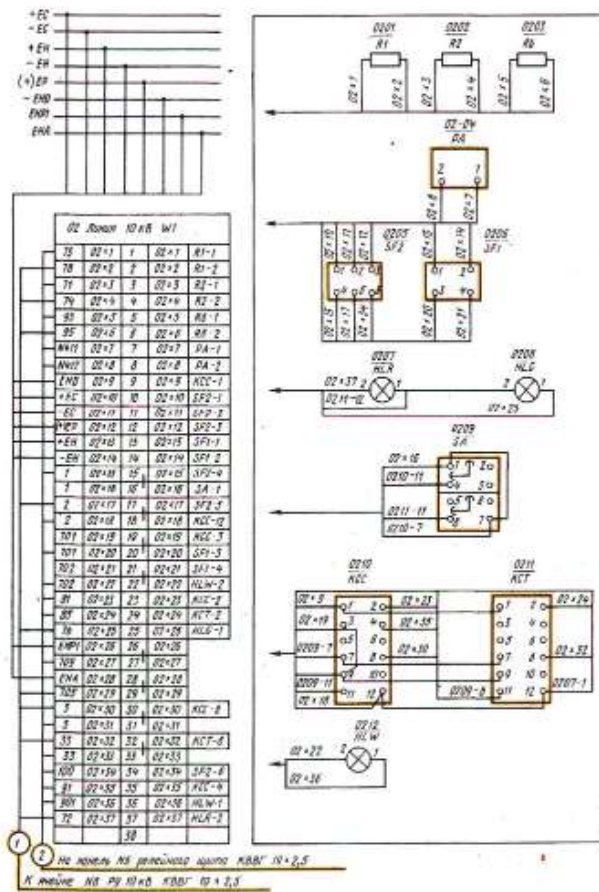


Рис. 3.7. Схема соединения панели №10 щита управления

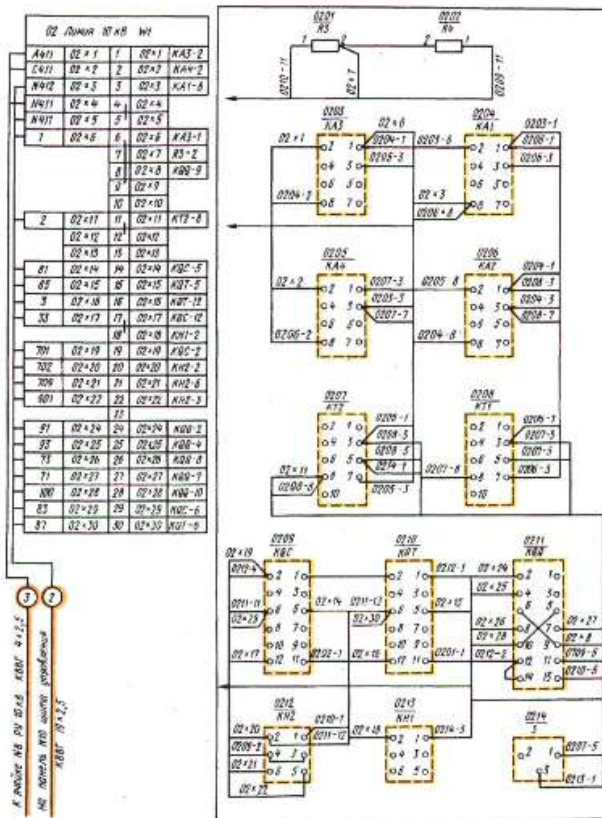


Рис. 3.8. Схема соединений панели №6 релейного щита

Маркировка левой стороны ряда зажимов указывает внешнее подключение рассматриваемой панели и, кроме того, к каким зажимам подключены проводники. В частности, у первого зажима слева имеется маркировка 73 02X1, относящаяся к жиле контрольного кабеля № 2, идущего на релейную панель № 6. Первое обозначение является цифровой маркировкой, принятой для обозначения участков цепей сигнальных ламп, а второе — указывает, что жила кабеля подключена к зажиму 1 ряда зажимов, относящегося к монтажной единицы 02.

Рассмотрим, как маркируют проводники, отходящие от оборудования, установленного на панели управления. Все проводники от резисторов R1, R2 и R6 подходят к зажимам от первого до шестого своего ряда, относящегося ко второй монтажной единице. Поэтому проводники, подключенные к выводам 1 и 2 резистора R1, промаркированы 02X1 и 02X2, указывая, что первый идет к первому зажиму, а второй — ко второму зажиму ряда зажимов монтажной единицы 02. Аналогично промаркированы проводники, подключенные к выводам резисторов R2 и R6. Таким образом, маркировка проводников, отходящих от выводов любых аппаратов или приборов в сторону ряда зажимов, содержит номер монтажной единицы (в рассматриваемом случае он всегда 02), знак X и номер зажима, к которому идет проводник.

Если проводник идет от одного аппарата или прибора к другому, то его маркировка содержит номер монтажной единицы, номер аппарата или прибора, к которому идет проводник, и через дефис' номер его зажима.

Схема соединений панели №6 релейного щита приведена на рис. 3.8.

На этой схеме показаны резисторы R3 и R4, реле максимального тока КА1 — КА4, реле времени КТ1 и КТ2, промежуточные КQQ (двухпозиционные типа РП11), КQT и КQC (типа РП23), указательные КН1 и КН2 и переключатель S. Эти аппараты установлены на лицевой стороне панели, а их выводы пропущены на монтажную (заднюю) сторону.

Поэтому на схеме рамки, в которые заключены выводы аппаратов, выполнены пунктирной линией, указывая, что аппараты с задней стороны панели не видны. Как и в схеме панели № 10 щита управления, все аппараты пронумерованы последовательным рядом чисел от 01 до 14 (по количеству аппаратов). Пронумерованы также все выводы аппаратов и зажимы ряда зажимов, находящегося на левой боковине панели.

Схемы подключения

Нормальная работа любой электроустановки и правильное взаимодействие входящих в нее устройств возможны лишь при подключении их в соответствии со схемами подключения.

На схемах подключения в общем случае могут быть показаны только вводные и выводные зажимы подключаемых устройств и внешние проводники, подсоединяемые к этим зажимам, а также соответствующая маркировка устройств, зажимов и проводников. Даже в простейших случаях, не имея схемы подключения, можно встретить значительные трудности при подключении электрического устройства.

Рассмотрим подключение люстры с тремя лампами так, чтобы при включении выключателя $S1$ загорелась только лампа $EL1$, при включении выключателя $S2$ загорались лампы $EL2$ и $EL3$, а при включении обоих выключателей — все три лампы (рис. 3.9, а).

К зажимам 1, 2 и 3 люстры подходят три провода: общий 1 от всех ламп; 2 от лампы $EL1$ и 3 от ламп $EL2$ и $EL3$, соединенных параллельно. В потолке, где должна быть подвешена люстра, имеются три проводника: $A1$ от выключателя $S1$, $A2$ от выключателя $S2$ и нулевой N от электрической сети.

Из шести возможных схем подключения (рис. 3.9, б-ж) только одна обеспечивает необходимую работу люстры — схема подключения, показанная на (рис. 3.9, е). В этом случае общий 1 для всех ламп провод должен быть соединен с нулевым N проводом электрической сети, лампа $EL1$ должна быть соединена с выключателем $S1$, а лампы $EL2$ и $EL3$ — соединены с выключателем $S2$.

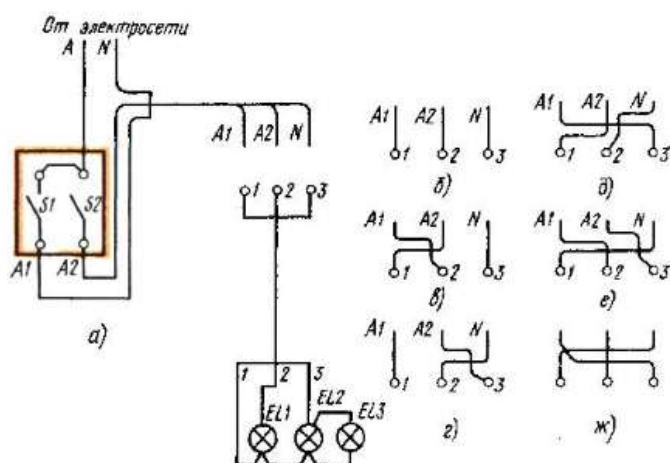


Рис. 3.9. Схемы трехламповой люстры, управляемой двумя выключателями: а — до подключения, б — д, ж - неправильного подключения, е-правильного подключения

При подключении по схеме, показанной на (рис. 3.9, б), общий 1 для всех ламп провод соединен с выключателем S1, лампа EL1 подключена к выключателю S2, а лампы EL2 и EL3 — к нулевому проводу N электросети. Если включить выключатель S1, лампы EL2 и EL3 загорятся нормальным накалом. Такое же состояние будет при двух включенных выключателях S1 и S2. Если включить только один выключатель S2, будут гореть все три лампы, но с неполным накалом, причем накал ламп EL2 и EL3 будет меньше, чем лампы EL1.

При подключении по схеме, показанной на (рис. 3.9, б), общий 1 для всех ламп провод будет соединен с выключателем S2, лампа EL1 — подключена к выключателю S1, а лампы EL2 и EL3 — к нулевому проводу N электросети. При включении выключателя S1 будут гореть неполным накалом все три лампы, а при включении обоих выключателей S1 и S2 или только выключателя S2 загорятся нормальным накалом лампы EL2 и EL3.

При подключении по схеме, показанной на (рис. 3.9, г), общий 1 для всех ламп провод будет соединен с выключателем S1, лампа EL1 окажется подключенной к нулевому проводу N электросети, а лампы EL2 и EL3 будут соединены с выключателем S2. При включении выключателя S1 загорится нормальным накалом лампа EL1. Такое же состояние будет при двух включенных выключателях S1 и S2. Если включить только один выключатель S2, будут гореть все три лампы, но неполным накалом, причем накал ламп EL2 и EL3 будет меньше, чем лампы EL1.

При подключении по схеме, показанной на (рис. 3.9, д), общий 1 для всех ламп провод будет соединен с выключателем S2, лампа EL1 соединена с нулевым проводом N электросети, а лампы EL2 и EL3 — с выключателем S1. При включении выключателя S1 будут гореть все три лампы неполным накалом, а при включении обоих выключателей S1 и S2 или только выключателя S2 лампа EL1 будет гореть нормальным накалом.

При подключении по схеме, показанной на (рис. 3.9, ж), общий 1 для всех ламп провод будет соединен с нулевым проводом электросети, лампа EL1 — с выключателем S2, а лампы EL2 и EL3 — с выключателем S1. При включении выключателя S1 загорятся нормальным накалом лампы EL2 и EL3, при включении выключателя S2 загорится нормальным накалом лампа EL1, а при включении обоих выключателей S1 и S2 будут гореть нормальным накалом все три лампы. По сравнению со схемой подключения, показанной на (рис. 3.9, е), обеспечивающей нормальную работу люстры с заданной по-

следовательностью зажигания ламп, в этом случае последовательность будет иной. Рассмотрим схемы подключения различных электроустановок.

Схема подключения асинхронного электродвигателя, управляемого автоматическим выключателем, показана на рис. 3.10.

Все внешние соединения — подведение питания от электросети к автомату QF, соединение автомата QF с электродвигателем М и подключение амперметра РА — выполнены проводом АПВ сечением 10 мм², проложенным в пластмассовых трубах (по три провода в трубах 1 и 3 и два в трубе 2). На схеме даны позиционные обозначения автомата, электродвигателя и амперметра (соответственно QF, М и РА) и обозначения участков электрической цепи: фаз сети А, В и С автомата; А1, В1 и С1 после автомата; С1 и С2 у амперметра; А1, В1 и С2 у электродвигателя.

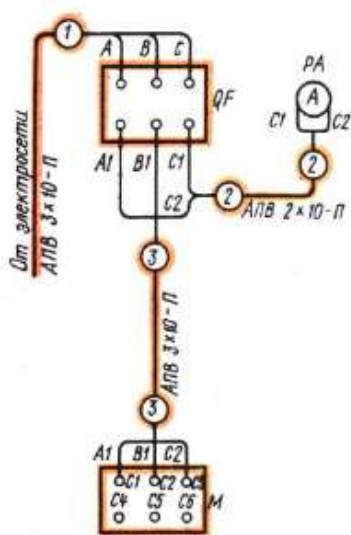


Рис. 3.10. Схема подключения асинхронного электродвигателя, управляемого автоматическим выключателем

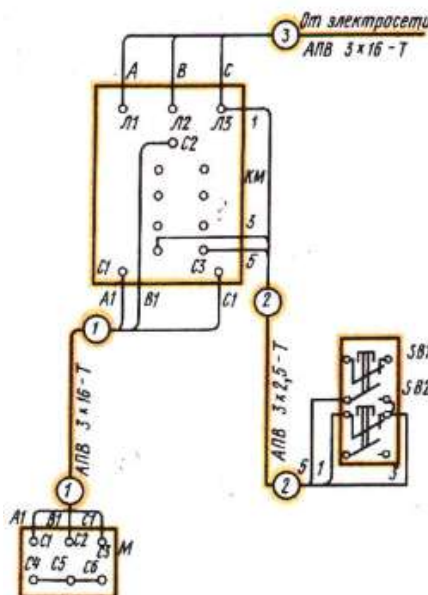


Рис. 3.11. Схема подключения асинхронного электродвигателя, управляемого магнитным пускателем

Схема подключения асинхронного электродвигателя М дистанционно управляемого магнитным пускателем КМ с кнопками включения SB1 и отключения SB2 показана на рис. 3.11.

На этой схеме все внешние соединения выполнены проводом АПВ, проложенным в стальных трубах (по три провода сечением 16 мм² в трубах 1 и 3 и три провода сечением 2,5 мм² в трубе 2).

Схема подключения асинхронного электродвигателя, управляемого магнитной станцией, показана на рис. 3.12.

Питание электроустановки осуществляется от электросети кабелем № 3 (ВВГЗХ16). Электродвигатель связан с магнитной станцией кабелем № 2 (ВВГЗХ16), а пункт управления — кабелем №1 (КВВГ 7Х1,5). Рассматриваемая схема одновременно является схемой соединений, так как на ней даны электрические соединения магнитной станции, имеющей пускатель КМ и автомат QF, а также пункта управления, имеющего кнопки SB1 и SB2 и сигнальные лампы HLG и HLR. Поскольку магнитную станцию и пункт управления можно полностью изготовить силами монтажной организации, целесообразно выполнять схему именно в таком виде, не разделяя ее на схемы соединений и подключения.

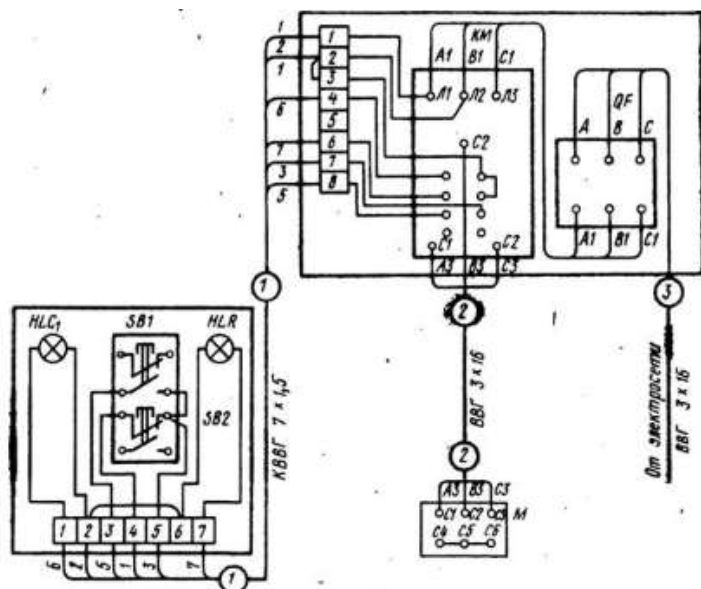


Рис. 3.12. Схема подключения асинхронного электродвигателя, управляемого магнитной станцией

На схемах соединений электрических устройств дано их подключение, т.е. эти схемы одновременно являются схемами подключения. Таким образом, схемы выполняют, если монтаж электрических устройств и их подключение осуществляют на месте монтажа.

Однако если проектная организация выдает задание заводам на изготовление комплектных устройств (панелей, пультов и шкафов, щитов управления, защиты, автоматики и др.), то при отправке этих устройств завод прикладывает к ним только схемы соединений. В этих случаях проектная организация дополнительно выполняет схемы подключения для рядов зажимов и подсоединяемых к ним проводников. В результате на месте монтажа используют две

схемы на каждое электрическое устройство: схему соединений, показывающую все соединения внутри его, и схему подключения, показывающую ряды зажимов с подключенными внешними проводами.

При монтаже и эксплуатации электроустановок обычно используют принципиальную схему, схемы соединений и подключения, а также таблицу с техническими данными всего электрооборудования, если эти данные не приведены в спецификации на схемах. Необходимость чтения нескольких видов схем одной электроустановки возникает, в частности, при проверке соответствия схем соединений и подключения принципиальной схеме.

Для примера возьмем принципиальную схему дистанционного управления высоковольтным выключателем и схемы соединения (они же подключения) ячейки №8 линии W1 распределительного устройства на 10 кВ (см. рис. 3.6), панели № 10 щита управления (см. рис. 3.7) и панели №6 релейного щита (см. рис. 3.8). Проследим цепи по схемам соединений, проверяя их соответствие принципиальной схеме.

Цепь включающего электромагнита YAC (см. рис. 3.6) начинается от щита постоянного тока (шинка +EY) и подходит к одному полюсу (правому) автомата SF3 и далее — к одному полюсу (правому) контактора KM. Этот участок цепи обозначен 871. Затем по кабельной перемычке 5 (жиле с маркировкой 873) цепь подходит к зажиму 27 и к обмотке электромагнита YAC, секции которой соединены последовательно, а от нее через зажим 30 по кабельной перемычке 5 (жиле с маркировкой 874) — к второму полюсу контактора KM (левому) и далее — к левому полюсу автомата SF3. Этот участок обозначен 872. От автомата SF3 конечный участок (жила с маркировкой —EY кабеля №6) цепь включающего электромагнита YAC идет на щит постоянного тока (шинка —EY). При сопоставлении с принципиальной схемой можно увидеть, что эта цепь на схеме соединений (см. рис. 3.6) показана правильно.

Цепь контактора KM начинается от шинки +EC (см. рис. 3), подходит через зажим 10 к выводу 1 автомата SF2, от вывода 4 которого идет к зажиму 15, соединенному перемычкой с зажимом 16, от которого подходит к выводу 1 переключателя SA, соединенному перемычкой с выводом 7, и далее — к выводу 7 реле КСС. Здесь оканчивается первый участок этой цепи, обозначенный 1. От вывода 8 реле КСС участок цепи, обозначенный 5, проходит к зажиму 30, соединенному перемычкой с зажимом 31. От зажима 30 жила с маркировкой 3 кабеля № 1 подходит к зажиму 24 (см. рис. 3.6) ячейки № 8 распределительного устройства на 10 кВ и далее — к размыкающему контакту YAT: 1, соединенному через резистор R5 с замыкающим контактом YAT:

2. От размыкающего контакта YAT: 1 начинается участок цепи (с маркировкой 7), проходящей через зажим 25, соединенный перемычкой с зажимом 18, и далее через размыкающий контакт Q: 3, зажим 17, кабельную перемычку №4 (жила с маркировкой 9) — к катушке контактора KM, от которой через ту же кабельную перемычку № 4 (жила с маркировкой 2) она идет к зажиму 26, от него кабелем №1 (жила с маркировкой 2) — на панель № 10 щита управления к зажиму 17 (см. рис. 3.7), а от него к выводу 5 автомата SF2 и, наконец, с вывода 2 автомата SF2 через зажим 11 к шинке — ЕС. При сопоставлении с принципиальной схемой можно увидеть, что и эта цепь на схемах соединений (см. рис. 3.6 и 3.7) показана правильно.

Если на принципиальную схему нанести зажимы рядов зажимов и выводы аппаратов, а также указать на ней номера кабелей, ею при проверке электрических цепей будет удобно пользоваться, не обращаясь к схемам соединений. Такую схему часто называют принципиально-монтажной.

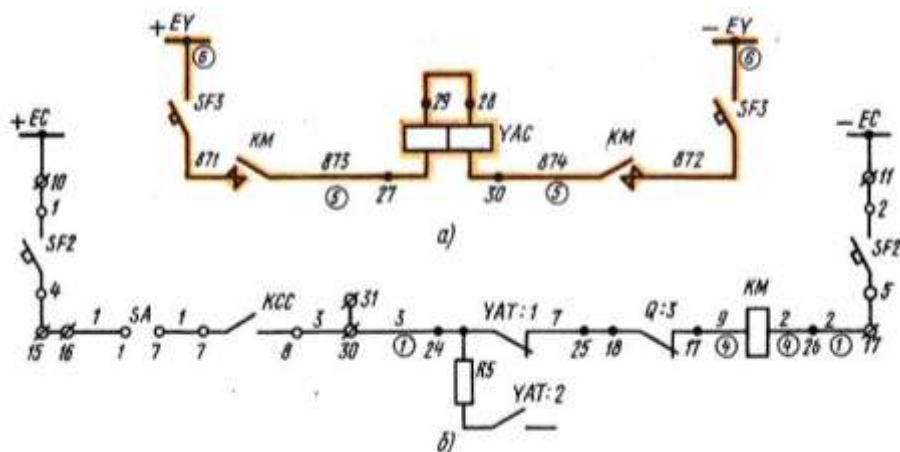


Рис. 3.13. Принципиально - монтажная схема управления высоковольтным выключателем: а — цепь включающего электромагнита, б — цепь отключающего контактора KM

Принципиально-монтажные схемы рассмотренных цепей включающего электромагнита YAC и контактора KM показаны на (рис. 3.13, а; б). Чтобы можно было различить зажимы рядов зажимов, относящихся к разным электрическим устройствам, их обозначают по-разному, например зажимы ячейки № 8 (РУ 10 кВ) — зачерненными точками; зажимы панели № 10 щита управления — незачерненными точками с диаметральной черточкой; зажимы панели № 6 релейного щита — крестиком (на рис. 3.13 не показано). Выводы аппаратов обозначают незачерненными точками, а номера кабелей — цифрами в кружочках.

3.1.3 Чтение и составление схем (УГО). Обозначения для схем соединения (монтажных схем) щитков и пультов

Рабочие чертежи — схемы, по которым монтируют щиты, пульты и другие электроконструкции, в книге не рассматриваются. Дело в том, что ГОСТ устанавливает типы схем и общие требования к их выполнению. А детализация способов выполнения схем конкретизируется отраслевыми нормативными документами, которые в разных отраслях не совсем одинаковы.

Тем не менее, несмотря на возможные различия, во всех без исключения случаях любая отрасль использует стандартные условные обозначения. Однако их применение в монтажных схемах имеет особенности. Рассмотрим их на типичных примерах.

1. Элемент состоит из нескольких частей. Например, реле (рис. 3.14, а) — из нескольких контактов и катушки; трансформатор для питания цепей управления — из обмоток и магнитопровода (рис. 3.14, б); командный прибор для программного управления несколькими механизмами - из спускового электромагнита Y , двигателя M , конечного выключателя SQ , контакта самоблокировки $S1:1$ и шести импульсных контактов $S1:2 - SL:7$ (рис. 3.14, е). В таких случаях все части одного аппарата изображают в непосредственной близости и обводят прямоугольным контуром.
2. Группа однотипных изделий, например предохранителей FU , смонтирована на общей плате. Их заключают в прямоугольный контур (рис. 3.14, г).
3. Группа диодов VD присоединена к двум платам с зажимами для внешних присоединений. В таких случаях изображают эти платы, а между ними показывают диоды VD (рис. 3.14, д). Выводы на платах обозначают цифрами, буквами или их сочетанием, т. е. так, как установлено отраслевой нормативной документацией.
4. Изображение многопозиционного переключателя приведено на рис. 2, а. Заметьте: нужно показывать, с какой стороны расположена рукоятка управления.
5. Одиночные изделия, например предохранители (рис. 3.15, б), а также многополюсные переключатели, если между контактами изображена механическая связь (две параллельные линии), в контур заключать не зачем (рис. 3.15, в). Иногда показывают просто монтажную сторону выключателя (рис. 3.15, г) с обозначениями выводов ($L1, L2, \dots, L3I$).

6. Ряды зажимов (рис. 3.15, д) можно изображать более подробно (сверху) или менее подробно (снизу). Красные цифры 1—8 — это порядковые номера зажимов, а синие — обозначения (маркировка) участков цепей. Крестами обозначены маркировочные колодки — они скрепляют группу зажимов, расположенных между ними. Между зажимами 4 и 6 показана перемычка. Она соединяет только зажимы 4 и 6 (точки), но с зажимом 5 не соединена (нет точки)
7. Разъемы изображают либо так, как на рис. 3.15, е, где сверху гнездовая, а снизу штыревая части разъема, либо как на рис. 3.15, ж. Заметьте; провода к частям разъема подходят только с одной стороны; в нашем примере сверху — к гнездовой части и снизу — к штыревой.

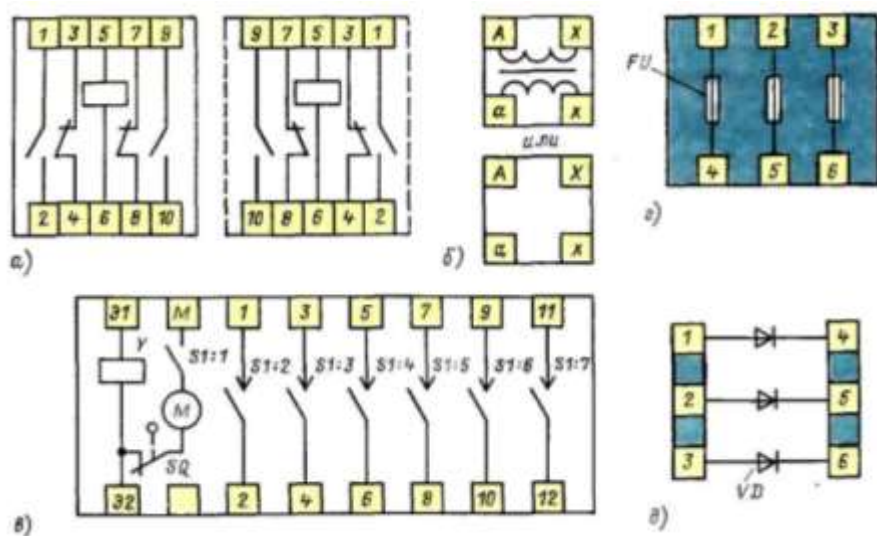


Рис. 3.14. Обозначения аппаратов и приборов на рабочих чертежах электроконструкций

Если разъем, которым заканчивается изделие, условно обозначенное А, изображают, как на рис 3.15, ж, то необходима табличка с поясняющими надписями. В ней перечислены номера контактов (1-5) и даны обозначения (марки) жил синие цифры.

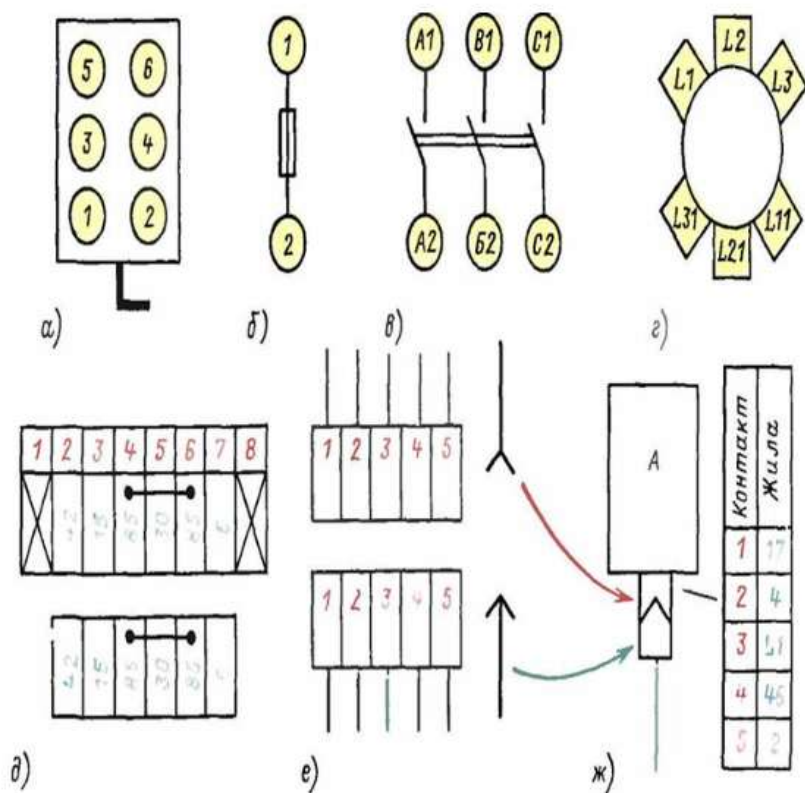


Рис. 3.15. Обозначения аппаратов и приборов на рабочих чертежах электроконструкций

Общие выводы, следующие из рассмотрения рис. 3.14 и 3.15, сводятся к следующему.

1. Все части изделия изображают в непосредственной близости и, как правило, заключают в рамку (контур).
2. Контур может быть либо сплошным (рис. 3.14, а слева), либо штриховым (рис. 3.14, с справа), что точно соответствует общим правилам черчения. Действительно, если провода проложены по той же стороне панели, на которой установлены аппараты (аппараты переднего присоединения), то контур сплошной. Если аппараты имеют заднее присоединение, т. е. установлены на лицевой стороне панели, а провода проложены сзади, то контур аппарата невидим и его изображают штриховой линией.
3. Части аппаратов (катушки, контакты и т. п.), а также провода в любом случае показывают только сплошными линиями.
4. Выводы для присоединения проводов могут быть изображены квадратами (например, рис. 3.14 и рис. 3.15, г), кружками (рис. 3.15, а-в) или как-нибудь иначе, но в любом случае они должны быть обозначены буквами, цифрами, сочетанием букв и цифр и т. п.

3.2 Чертежи жгутов, кабелей, проводов

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СХЕМ РАСПОЛОЖЕНИЯ

1. На схеме расположения изображают составные части изделия, а при необходимости - связи между ними, конструкцию, помещение или местность, на которых эти составные части будут расположены.
2. Составные части изделия изображают в виде упрощенных внешних очертаний или условных графических обозначений.
3. Провода, группы проводов, жгуты и кабели (многожильные провода, электрические шнуры) изображают в виде отдельных линий или упрощенных внешних очертаний.
4. Расположение графических обозначений составных частей изделия на схеме должно обеспечивать правильное представление об их действительном размещении в конструкции, помещении, на местности.
5. При выполнении схемы расположения допускается применять различные способы построения (аксонометрия, план, условная развертка, разрез конструкции и т.п.).
6. На схеме должны быть указаны:
 - для каждого устройства или элемента, изображенных в виде упрощенного внешнего очертания, - их наименование и тип и (или) обозначение документа, на основании которого они применены;
 - для каждого элемента, изображенного в виде условного графического обозначения, - его тип и (или) обозначение документа.

При большом количестве устройств и элементов рекомендуется эти сведения записывать в перечень элементов.

3.2.1 Правила выполнения жгутов, кабелей, проводов

Единая система конструкторской документации

ГОСТ 2.414-75

УДК 744:43:621.315.2:006.354

Группа Т52

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 26 ноября 1975 года № 3618

ВЗАМЕН ГОСТ 2.414-68

ИЗДАНИЕ (январь 2002 г.) с Изменением № 1, утвержденным в июле 1980 года (ИУС 10-80)

1. Настоящий стандарт устанавливает правила выполнения чертежей жгутов, кабелей и проводов в конструкторской документации изделий всех отраслей промышленности.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 649-77.

Примечания:

1. Чертежом жгута является сборочный чертеж специфицируемого изделия, состоящего из двух и более изолированных проводников (проводов, кабелей), скрепляемых в пучок сплетением, связыванием (ниткой, лентой) или каким-либо другим способом, и, при необходимости, других составных частей (соединительных устройств, наконечников и т.п.).

2. Чертежи жгутов, кабелей и проводов должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов, единой системы конструкторской документации и настоящего стандарта.

3. На чертежах жгутов, кабелей и проводов отдельные проводники следует изображать упрощенно, т.е. внешними очертаниями (черт. 1, а), или условно, т.е. одной линией (черт. 1, б). При упрощенном изображении проводников допускается выделять их графически по примеру, приведенному на черт. 2. На сборочных чертежах жгутов, кабелей и проводов остальные составные части следует изображать упрощенно.

4. Экранированные проводники следует изображать:

упрощенно - как показано на черт. 3;

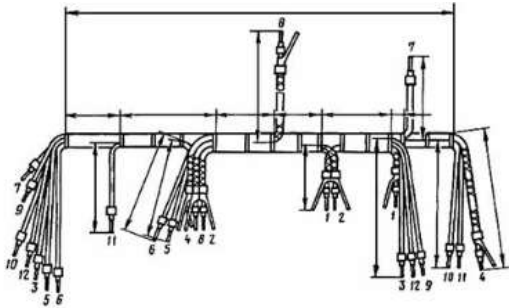
условно - в соответствии с требованиями, приведенными в ГОСТ 2.721-74.

5. Ленту, нитки и другой подобный материал, которым должен быть обмотан жгут или кабель, на чертеже изображать не следует; указания о материале и его применении должны быть приведены в технических требованиях чертежа.

6. На чертеже жгута или кабеля должны быть нанесены все размеры, необходимые для изготовления изделия (черт. 4).



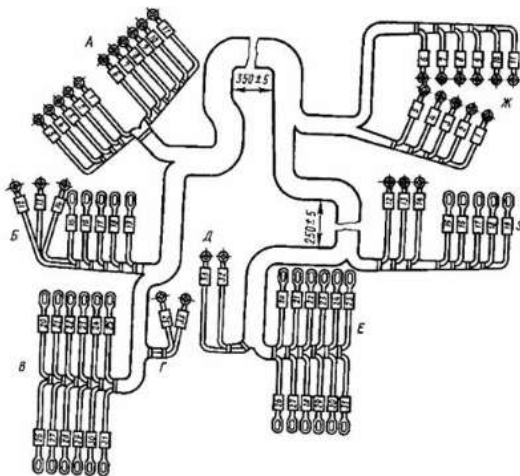
Черт. 1 Черт. 2 Черт. 3



Черт. 4

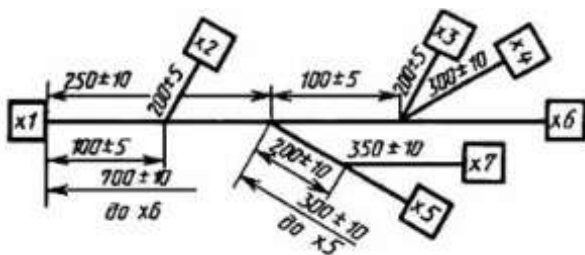
При изображении жгута в масштабе 1:1 допускается наносить только размеры участков, изображенных с разрывом (черт. 5).

Размеры радиусов изгиба допускается не указывать.



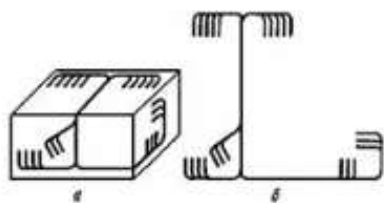
Черт. 5

При условном изображении жгута допускается наносить размеры отдельных участков жгута без выносных и размерных линий (черт. 6).

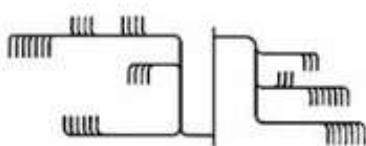


Черт. 6

7. Жгут, который в собранном изделии должен располагаться в разных плоскостях (черт. 7, а), следует изображать, как правило, развернутым в плоскости чертежа (черт. 7, б). Допускается изображать жгут в аксонометрических проекциях.



Черт. 7



Черт. 8

8. Отдельные участки изображения проводника допускается смещать так, как показано на черт. 8.

9. При выполнении чертежа жгута на двух и более листах следует на первом листе изображать, предпочтительно в масштабе уменьшения, ствол жгута со всеми ответвлениями (группами проводов и отдельными проводами), отходящими непосредственно от ствола. Разветвления групп проводов должны быть изображены полностью в виде выносных элементов (черт. 9) на последующих листах чертежа, предпочтительно в масштабе 1:1 (черт. 10).

Размеры, определяющие положение конечных разветвлений, не изображенных на первом листе, должны быть нанесены на первом и последующих листах, как показано на черт. 9 и 10.

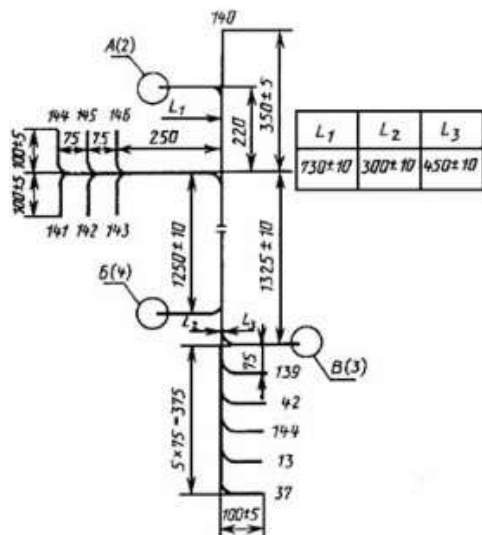
10. На чертеже жгута или кабеля каждый проводник (провод жгута или жила кабеля) должен иметь обозначение, присвоенное ему на чертеже для электромонтажа или, при отсутствии такого чертежа, на электрической схеме соединений монтируемого изделия.

11. Обозначение проводника следует наносить около обоих концов изображения проводника (черт. 4, 9, 10) и, при необходимости, у мест разветвления. Допускается наносить обозначение проводника на изображении маркировочной бирки (черт. 5).

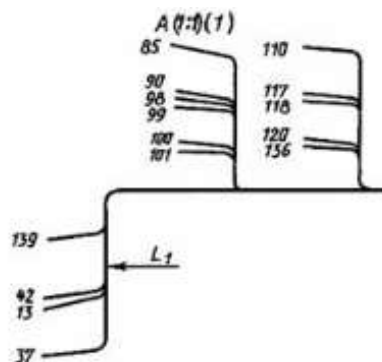
12. На чертеже жгута допускается присваивать условное обозначение группе проводников у места ее разветвления на отдельные провода, при этом группы следует обозначать прописными буквами русского алфавита в алфавитном порядке в соответствии с расположением групп на изображении, считая, как правило, сверху вниз в направлении слева направо (черт. 5).

13. На изображениях соединительных устройств или около них должны быть нанесены обозначения, присвоенные этим устройствам на электрической принципиальной схеме изделия или на схеме соединений (черт. 6).

В случаях, когда в изготовленном жгуте (кабеле) соединительные устройства не должны иметь маркировки, допускается обозначения на чертеже не наносить.



Черт. 9



Черт. 10

14. Взамен изображения мест присоединения проводников (проводов жгута или жил кабеля) указания о присоединениях могут быть приведены на чертеже жгута (кабеля) следующими способами:

- в таблице, выполняемой по правилам, приведенным в ГОСТ 2.413-72 (разд. 2);
- в таблице присоединений на поле чертежа – на первом листе чертежа или его последующими листами;
- в технических требованиях чертежа;
- в виде схематического изображения на поле чертежа.

15. При выполнении на чертеже жгута таблицы по правилам, приведенным в ГОСТ 2.413-72 (разд. 2), допускается заменять в ней графу "Провод" графой "Обратный адрес" с указанием в ней адресов присоединения вторых концов проводов. В этом случае приводить на чертеже таблицу присоединений не следует; номера позиций проводов (материала) по спецификации жгута должны быть нанесены на изображении жгута или указаны в технических

требованиях чертежа. Обозначения проводников в этих случаях допускается не наносить.

16. Таблицу присоединений следует выполнять по форме:

Проводник	Поз.	Присоединения	Длина	Примечание
-----------	------	---------------	-------	------------

Размеры граф таблицы в настоящем стандарте не устанавливаются.

В графе "Проводник" должно быть указано обозначение проводника.

В графе "Поз." должен быть указан номер позиции материала провода жгута по спецификации.

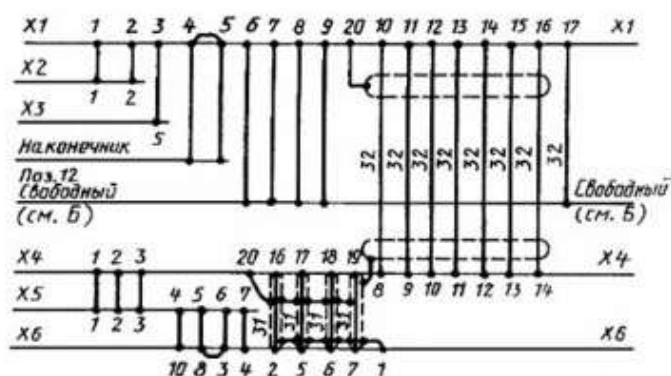
В графе "Присоединения" должны быть указаны адреса присоединений обоих концов проводника. В случаях, когда конец проводника снабжается наконечником или остается свободным, следует дать ссылку на номер позиции или на дополнительное изображение. При этом допускается ссылаться на обозначение, присвоенное группе проводников в соответствии с требованиями, приведенными в п. 12, например: "А, поз ...".

В графе "Длина" должна быть указана длина провода жгута, если она не указана на изображении.

В таблицу присоединений допускается по соответствующему отраслевому стандарту включать и другие графы, если их содержание не является повторением данных, имеющих в других конструкторских документах (спецификации, чертежах и т.д.).

17. В технических требованиях чертежа указания о присоединениях допускается приводить в случаях, когда проводники соединяют между собой одноименные контакты соединительных устройств.

18. На схематическом изображении присоединений проводов жгута (черт. 11) должны быть нанесены тонкие сплошные линии, каждая из которых отображает, например, отдельный разъем, одинаковые наконечники, свободные концы проводников и т.д. Присоединения провода (или перемычки) следует указывать, соединяя сплошной основной линией (отдельно для каждого провода) соответствующие тонкие линии или точки схематического изображения.



Черт. 11

Обозначения контактов соединительных устройств следует наносить у точки, обозначающей присоединение, над или под соответствующей линией. Над линией, изображающей провод, должен быть нанесен номер позиции материала провода по спецификации жгута.

Указания о скручивании проводов могут быть, при необходимости, даны условными обозначениями, приведенными в ГОСТ 2.721-74 или текстом в технических требованиях чертежа. Допускается указывать номера позиций материалов проводов в технических требованиях чертежа.

19. На изображении жгута (кабеля) допускается не наносить номера позиций бирок наконечников и т.п., если указания об их установке приведены в технических требованиях чертежа или в таблице присоединений.

3.2.2 Схема расположения

Схема расположения определяет относительное расположение составных частей изделия, а при необходимости, также жгутов, проводов, кабелей. На схеме изображают составные части изделия и при необходимости связи между ними, а также конструкцию, помещение или местность, на которых эти части расположены. Составные части изделия изображают в виде упрощенных внешних очертаний или условных графических обозначений, которые располагают в соответствии с действительным размещением частей изделия в конструкции или на местности.

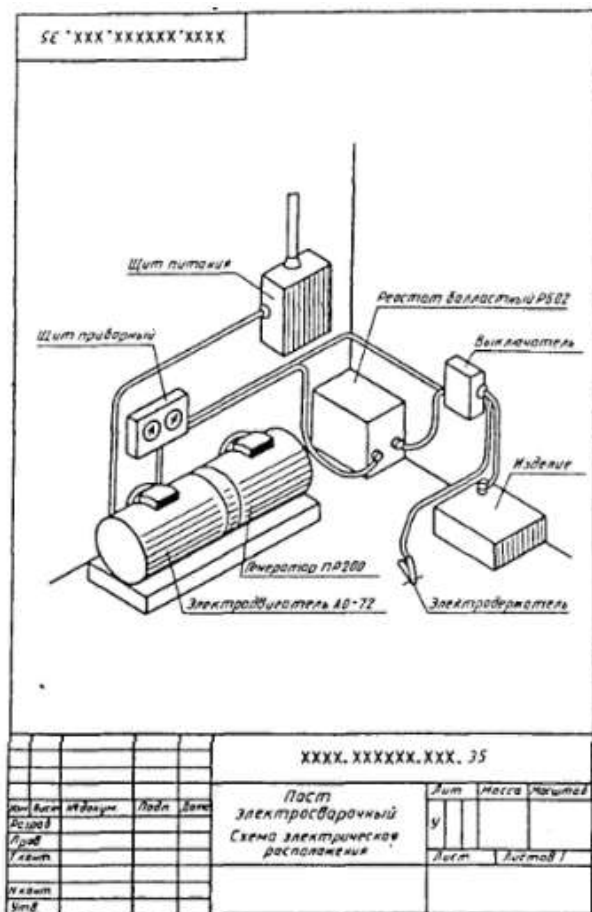
Провода, жгуты и кабели изображают в виде отдельных линий или упрощенных внешних очертаний.

Около изображений устройств и элементов помещают их наименования и типы и (или) обозначение документа, на основании которого они применены. При большом количестве составных частей изделия эти сведения записыва-

ют в перечень элементов. В этом случае составным частям изделия присваивают позиционные обозначения.

Схемы расположения могут быть выполнены на разрезах конструкций, разрезах или планах зданий или в аксонометрии.

Пример: Представлена электрическая схема расположения сварочного поста, изображенная в аксонометрии. Сварочный пост показан во внутреннем интерьере служебного помещения.



3.3 Чертежи печатных плат

Разработка печатной платы состоит из нескольких этапов:

1. Создание электрической схемы соединений
2. Изображение очертаний платы (ее формы и размеров)
3. Расположение деталей на плате
4. Проведение соединений между выводами деталей (дорожек)

EAGLE - это комплексное средство для разработки печатных плат, начиная с создания принципиальной электрической схемы и заканчивая созданием печатной платы и ее трассировкой. В программе реализованы три модуля: Про-

грамма включает в себя графический редактор схем (Schematic Editor), редактор печатных плат (Layout Editor), весьма гибкий и удобный редактор библиотек (Library Editor) и автотрассировщик (Autorouter). Кроме этого программа имеет довольно большую библиотеку, содержащую множество стандартных и достаточно распространенных электронных компонентов, например микроконтроллеры, таким образом, не нужно будет самому рисовать изображение компонента на схеме и создавать футпринт для печатной платы.

3.3.1 Как автоматически производить трассировку в программе Eagle

Запускаем Eagle. Начнем с главного окна проектов.

Там древовидная структура.

Libraries – библиотеки компонентов. Тут много всего, но вот в рабочую среду их включать будем выборочно. Зеленая точка возле имени библиотеки означает, что она включена в среду и доступна в поиске/выборе элементов. Вручную все точки выключать не надо, достаточно из контекстного меню выбрать пункт Use None, а потом включить нужные выборочно.

Наиболее распространенные библиотеки:

74xx-eu.lbr	библиотека стандартной логики.
atmel.lbr	контроллеры AVR
con-berg.lbr	USB разъем.
crystal.lbr	всякие кварцы
diode.lbr	диоды
docu-dummu.lbr	примитивы основных элементов. Понадобятся для создания своих компонентов
holes.lbr	стандартные отверстия под крепеж.
ic-package.lbr	Просто некие микросхемы в корпусах.
jumper.lbr	Разные джамперы.
microchip.lbr	Контроллеры PIC
pinhead.lbr	Штырьковые разъемы.
rcl.lbr	Тут все резисторы, конденсаторы и индуктивности.

Ввод схемы

Для ввода схемы используется Schematic Editor. Перед тем как начинать работать с проектом, необходимо четко определиться, какие компоненты и в каких корпусах для этого необходимы.

Открываем Control Panel. Жмем File\New\Schematic. При этом откроется окно с будущей схемой.

Выбираем компоненты для нашей схемы, используя кнопку ADD. Выбрав компонент, нажатием левой кнопки мышки устанавливаем его на рабочее поле (лист). При желании компонент можно поворачивать по часовой стрелке на 90 градусов правой кнопкой мышки. Расставляем компоненты в соответствии с нашими желаниями, используя кнопку MOVE (правая кнопка и здесь используется для поворота).

Соединяем выводы компонентов, используя кнопку WIRE. Правая кнопка мыши используется в этом случае для выбора угла изгиба линии соединения. Дабы придать схеме законченный вид, каждому элементу присваиваем имя (напр., R1, DD3 и т.д.). Используем для этого кнопку NAME. В большинстве случаев программа расставляет имена автоматически, по мере установки компонентов на рабочее поле. Здесь необходимо обратить внимание на недопустимость ввода русских символов и пробелов. Кроме компонентов, имена можно присваивать и соединениям: это пригодится позднее, при трассировке платы.

Расставляем номиналы - в основном это касается пассивных элементов: резисторов, конденсаторов, катушек. Для этого предназначена кнопка VALUE. Вот и все, схема готова!

Теперь рассмотрим создание принципиальной схемы и печатной платы на конкретном примере. В качестве примера используем схему светодиодного светильника. Схема состоит из нескольких светодиодов и гасящих резисторов.

1) Определяемся с необходимыми деталями и библиотеками, в которых они находятся. Для данного проекта нам понадобятся следующие детали:

- 4 постоянных резистора;
- 10 светодиодов;
- 1 диод;
- 1 пара выводов для подпайки проводов;

Ищем по библиотекам выбранные компоненты. Диод MBR0520LT - в библиотеке diode.lbr. Светодиоды LED5MM находятся в led.lbr, постоянные резисторы - в rcl.lbr, пара выводов для подпайки проводов называется 22-23-2021 и расположена в con-molex.lbr.

При выборе компонентов следует сразу выбирать и его Package, т.к. при создании печатной платы из схемы его "упаковка" переносится автоматически (особенно это касается микросхем).

2) Проводим первый этап конфигурации проекта - выбираем сетку кнопкой GRID (по умолчанию ее значение установлено 0.1 дюйма, шаг - в дюймах, изображение - линиями, а ее видимость выключена).

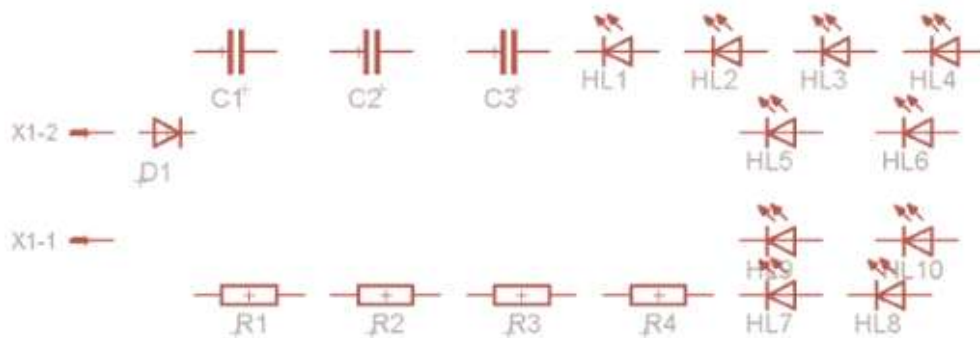


Возможные варианты:

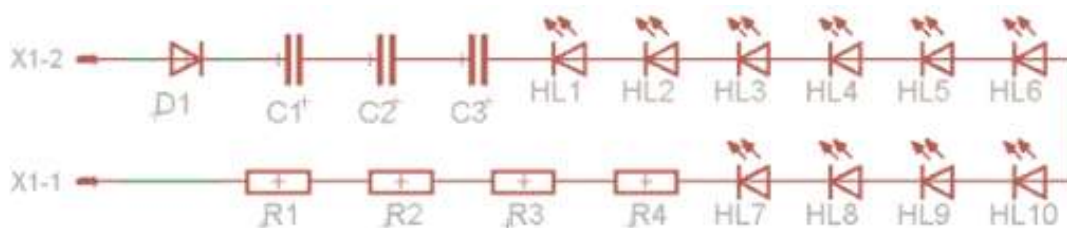
- Сетка может быть включена\выключена;
- Сетка может иметь вид линий\точек;
- Единицы проекта: милы, миллиметры, микроны, дюймы;

Значения сеток могут быть любыми, однако я рекомендую для рисования схем 0.05 дюйма. Следует особо выделить, что во всем проекте должны участвовать только сетки, кратные 0.1 дюйма (0.05, 0.025, 0.0125, 0.00625) - иначе могут возникнуть затруднения на любом этапе работы. На первых порах также рекомендую включить кнопкой DISPLAY все слои, а заодно установить сетку 0.05 дюйма и сделать ее видимой.

3) Нажимая кнопку ADD, достаем и выкладываем на рабочем поле вышеперечисленные компоненты из вышеперечисленных библиотек. Приблизительно в таком порядке:



4) Остается только правильно соединить все элементы схемы. Нажимая на Wire, соединяем выводы компонентов.




После завершения соединений схемы получаем картинку, аналогичную изображенной на рисунке. Схема готова, теперь можно приступать к созданию чертежа печатной платы.

Создаем плату из схемы

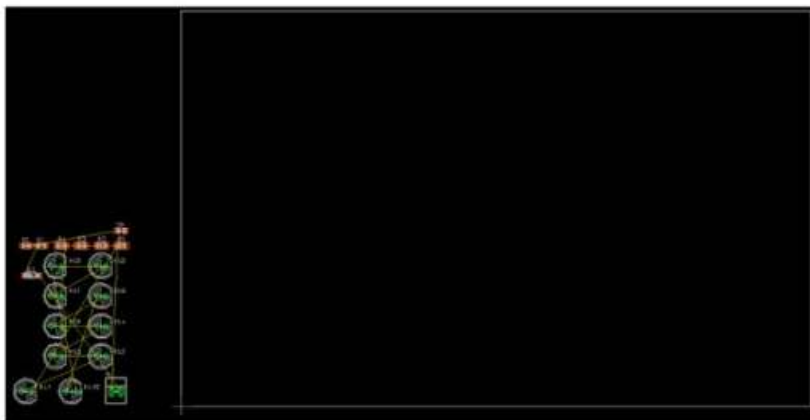
Для создания платы используется Layout Editor

Мы имеем принципиальную схему "светильника".

Для начала работы с платой необходимо нажать кнопку переключения из

Schematic в Layout: 

После ее нажатия, EAGLE сообщает нам, что платы, соответствующей нашей схеме, нет. И при этом предлагает создать ее из схемы. Отвечаем "Yes" и получаем вот такое окно:



С помощью команд рисования изобразим очертания платы.

Теперь расставим компоненты так, чтобы соединения между выводами деталей как можно меньше пересекались друг с другом.

И в завершение работы, соединим выводы деталей между собой с помощью соединительных линий - так называемых дорожек.



Для этого следует использовать кнопку: 

Вот что получится в итоге: готовая плата.

Коллоквиум

Контрольные вопросы для коллоквиума по теоретическому материалу дисциплины представлены ниже.

1. Какими средствами изображают устройства и установки?
2. Для чего служат схемы, и чем они отличаются от другой конструкторской документации?
3. Какие варианты конструкторской документации установлены для изделий с электромонтажом?
4. Какие виды и типы схем вы знаете?
5. Что показывают принципиальные схемы, схемы соединений и подключения?
6. В чем отличие электрических схем от схем других видов?
7. Какие обозначения используют при выполнении электрических схем?
8. Какие геометрические образы используют для построения условных графических обозначений?
9. Что означает точка при изображении линий электрической связи, обмотки магнитного усилителя и в баллоне газоразрядной лампы?
10. Для обозначения каких устройств используют две концентрические, пересекающиеся и соприкасающиеся окружности?
11. Как строятся УГО резистора, предохранителя, полупроводниковых диода и транзистора?
12. Как изображают УГО элемента вычислительной техники?
13. Что обозначают стрелки в УГО резистора и конденсатора, фоторезистора и электронагревателя?
14. Чем определяются требования к размерам УГО?
15. Из каких элементов состоят позиционные обозначения и для чего их применяют? 16. Каковы одно-, двух- и трехбуквенные позиционные обозначения?
17. Какие способы обозначения на схемах электрических цепей и их участков вы знаете?
18. Как обозначают на схемах силовые цепи переменного и постоянного тока?

19. Где наносят на схемах позиционные обозначения и обозначения цепей?
20. Где наносят на схемах нумерацию выводов элементов?
21. Как обозначают вторичные цепи постоянного и переменного тока?
22. Как выполняют принципиальные схемы разнесенным и совмещенным способами?
23. Как рекомендуется располагать элементы каждой цепи и сами цепи при выполнении принципиальных схем?
24. Где располагают позиционные обозначения и обозначения участков цепей на принципиальных схемах?
25. Каково назначение схем соединений?
26. Какие обозначения приводят у каждого аппарата на схемах панелей щитов управления?
27. Какие обозначения проставляют на схемах у проводов и жил контрольных кабелей, подключаемых к рядам зажимов?
28. Каково назначение схем подключения?
29. Когда целесообразно совмещать схемы соединений и подключения?
30. Что представляет собой принципиально-монтажная схема и в каких случаях ее удобно использовать?
31. Что представляют собой схемы расположения электрооборудования?
32. Как обозначается на схеме расположения электропроводка с двумя лампами накаливания, управляемыми каждая своим выключателем?
33. Почему не следует пользоваться условными графическими обозначениями для электрических схем и схем расположения на одном чертеже?
34. Какими средствами обеспечивается показ невидимых мест присоединения проводников на чертежах изделий?
35. Как отображают присоединение проводников к многоконтактному изделию?
36. Что отображают на чертежах жгутов проводов?
37. Какие сведения приводятся в таблице соединений?
38. Как изображают проводники и изоляцию электрических обмоток на видах и в разрезах?