

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж им. С.И. Мосина

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
лабораторных работ
по учебной дисциплине «Электрические измерения»

по специальности СПО:

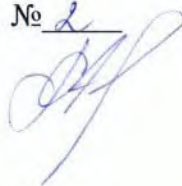
08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация
электрооборудования промышленных и гражданских зданий

УТВЕРЖДЕНО

на заседании цикловой комиссии естественнонаучных дисциплин

Протокол от «12» сентября 2024 г. № 2

Председатель цикловой комиссии



Е.А.Рейм

Лабораторная работа №1. Исследование цепи постоянного тока со смешанным соединением резисторов.

Цель работы: Отработка навыка построения электрических схем в программе «EWB». Отработка практических навыков проведения эксперимента. Исследование изменения токов и напряжений при смешанном соединении резисторов при изменении сопротивлений на различных участках цепи.

Краткие теоретические сведения:

Любая электрическая цепь (ЭЦ) включает в себя источники электрической энергии (генераторы, аккумуляторы, батареи) и потребители электрической энергии (нагреватели, осветительные приборы, реле, двигатели и др.).

Источники характеризуются электродвижущей силой E , измеряемой в вольтах (В) и внутренним сопротивлением $R_{вн}$, измеряемым в Омах (Ом). Потребители в ЭЦ постоянного тока характеризуются активным сопротивлением R (Ом), поэтому все потребители условно замещаются резисторами- активными сопротивлениями. Они могут быть подключены к источнику питания последовательно (например, лампы елочной гирлянды-см. рис.1), параллельно (лампы освещения промышленных и бытовых помещений, улиц; потребители электрической энергии в автомобиле- см. рис.2) и смешанно (лампы двух и более елочных гирлянд- см. рис.3).

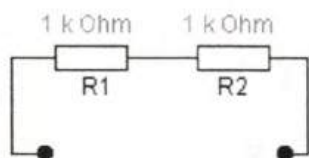


Рис. 1.

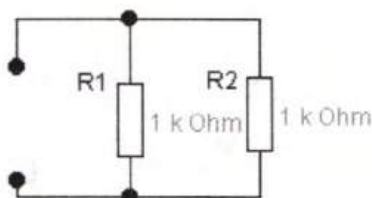


Рис. 2.

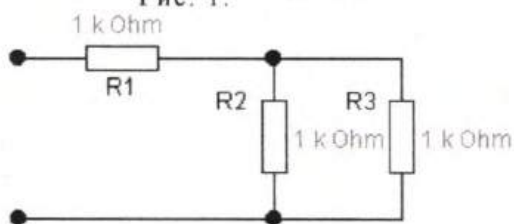


Рис. 3.

При **последовательном соединении** потребителей (элементов) конец первого потребителя соединяется с началом второго, конец второго- с началом третьего и т.д. Начало первого элемента и конец последнего подключаются к клеммам источника питания.

Общее сопротивление всей цепи равно сумме сопротивлений отдельных элементов:

$$R = R_1 + R_2.$$

Ток в такой цепи является общим для всех элементов и определяется в соответствии с **законом Ома**:

$$I = U/R.$$

На каждом из элементов падает напряжение. Падение напряжения на элементе определяется его сопротивлением и проходящем через него током:

$$U_1 = I_1 R_1 ; U_2 = I_2 R_2 .$$

В соответствии со вторым законом Кирхгофа

$$U = U_1 + U_2.$$

Потребляемая такой ЭЦ мощность равна сумме мощностей, потребляемых каждым элементом цепи:

$$P_{ЭЦ} = P_1 + P_2.$$

Отдаваемая источником мощность равна мощности, потребляемой всей цепью:

$$P_{И} = U I = I^2 R = P_{ЭЦ}.$$

Это уравнение баланса мощностей.

При **параллельном соединении** потребителей их начала соединяются в одну точку (1-й узел), а концы в другую (2-й узел). Оба узла подключаются к клеммам источника питания.

В соответствии с первым законом Кирхгофа

$$I = I_1 + I_2.$$

Так как напряжение для всех потребителей одно и тоже

$$U_1 = U_2 = U,$$

то в соответствии с законом Ома:

$$I_1 = U / R_1 ; I_2 = U / R_2 ; .$$

Общее сопротивление цепи определяется из соотношения:

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 \text{ или } R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2).$$

Мощность при параллельном соединении потребителей равна сумме мощностей потребителей, как и при последовательном соединении

$$P = P_1 + P_2.$$

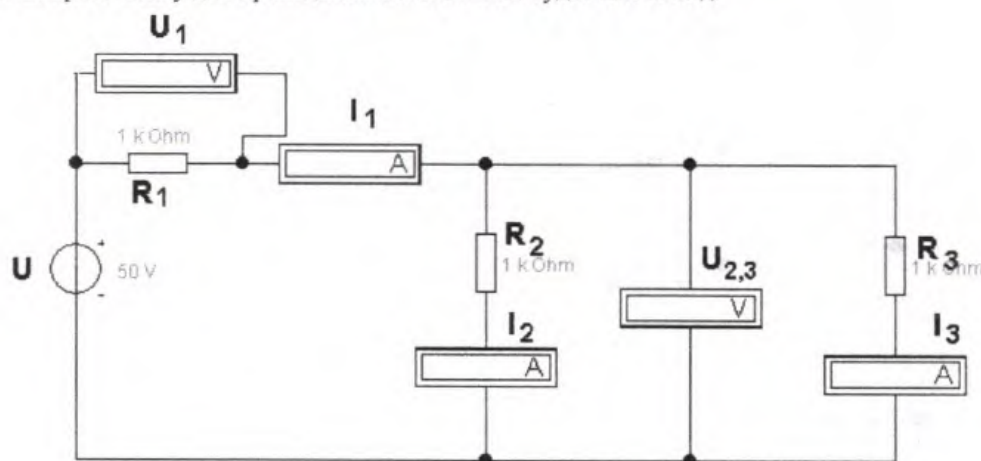
При *смешанном соединении* потребителей расчет ЭЦ выполняется на основе приведенных выше соотношений.

Мощность, отдаваемая источником, равна мощности ЭЦ и равна сумме мощностей, потребляемых каждым элементом цепи:

$$P = P_1 + P_2 + P_3.$$

Порядок выполнения лабораторной работы.

1. Запустить программу « Electronics Workbench Professional Edition» .
2. Собрать схему для проведения анализа. Она будет иметь вид:




3. Чтобы схема начала функционировать, необходимо нажать кнопку в правом верхнем углу .
4. Произвести замер токов и напряжений. Полученные данные занести в таблицу.
5. По данным значениям U, R₁, R₂, R₃ произвести расчет токов во всех ветвях цепи и напряжений на сопротивлениях, а также общее сопротивление цепи. Полученные результаты занести в таблицу.

Таблица.

№ опыта	Результаты опыта									Результаты расчета					
	U, В	R ₁ , Ом	R ₂ , Ом	R ₃ , Ом	U ₁ , В	U _{2,3} , В	I ₁ , А	I ₂ , А	I ₃ , А	I ₁ , А	I ₂ , А	I ₃ , А	U ₁ , В	U _{2,3} , В	R, Ом
1															
2															
3															

R – эквивалентное сопротивление цепи.

6. Сравнить расчетные и экспериментальные значения величин.

Лабораторная работа №2. Опытная проверка законов Кирхгофа для сложной цепи постоянного тока.

Цель работы:

Исследование распределения токов и напряжений в сложной цепи постоянного тока. Проверка экспериментальных данных методом узловых и контурных уравнений

Краткие теоретические сведения:

Любой из методов расчета электрических цепей основывается на **законах Кирхгофа**. Это связано с тем, что любую цепь можно полностью определить этими законами. Рассчитать электрическую цепь – значит найти значения токов, напряжений и мощностей всех или некоторых определенных участков цепи. При этом задается схема цепи, по которой определяется число ветвей и узлов.

Первый закон Кирхгофа гласит:

Алгебраическая сумма токов, сходящихся в узле, равна 0. $\sum I_k = 0$.

Второй закон Кирхгофа гласит:

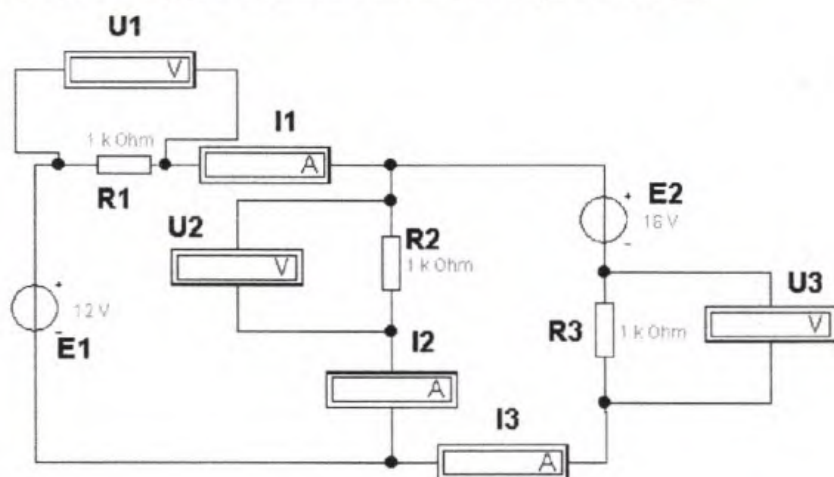
В любом замкнутом контуре, произвольно выбранном в разветвленной электрической цепи, алгебраическая сумма произведений сил токов I_i на сопротивления R_i соответствующих участков этого контура равна алгебраической сумме ЭДС E_k , встречающихся в этом контуре. $\sum I_i R_i = \sum E_k$


При расчете сложных цепей постоянного тока с применением законов Кирхгофа необходимо:

1. Выбрать произвольное направление токов на всех участках цепи; действительное направление токов определяется при решении задачи: если искомым ток получается положительным, то его направление было выбрано правильно, отрицательным – его истинное направление противоположно выбранному.
2. Выбрать направление обхода контура и строго его придерживаться; произведение IR положительно, если ток на данном участке совпадает с направлением обхода, ЭДС, действующие по выбранному направлению обхода, считают положительными, против – отрицательными.
3. Составить столько уравнений, чтобы их число было равно числу искомых величин (в систему уравнений должны входить все сопротивления и ЭДС рассматриваемой цепи); каждый рассматриваемый контур должен содержать хотя бы один элемент, не содержащийся в предыдущих контурах, иначе получатся уравнения, являющиеся простой комбинацией уже составленных.

Порядок выполнения работы:

1. Запустить программу « Electronics Workbench Professional Edition » .
2. Собрать схему для проведения анализа. Она будет иметь вид:



3. Чтобы схема начала функционировать, необходимо нажать кнопку в правом верхнем углу .
4. После того как схема начала функционировать произвести измерение E_1 и E_2 , токов и напряжений на сопротивлениях. Данные занести в таблицу.

Таблица

	E_1	E_2	r_1	r_2	R_1	R_2	R_3	I_1	I_2	I_3	U_1	U_2	U_3
	В	В	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	А	А	А	В	В	В
Результаты опыта													
Результаты расчета	*	*	*	*	*	*	*						

*-ячейки не заполняются.

5. Составить узловые и контурные уравнения и произвести расчет токов и напряжений. Результаты расчета занести в таблицу.

Лабораторная работа №3. «Опытная проверка расчета тока методом эквивалентного генератора».

Цель работы: Определение опытным путем параметров эквивалентного генератора.

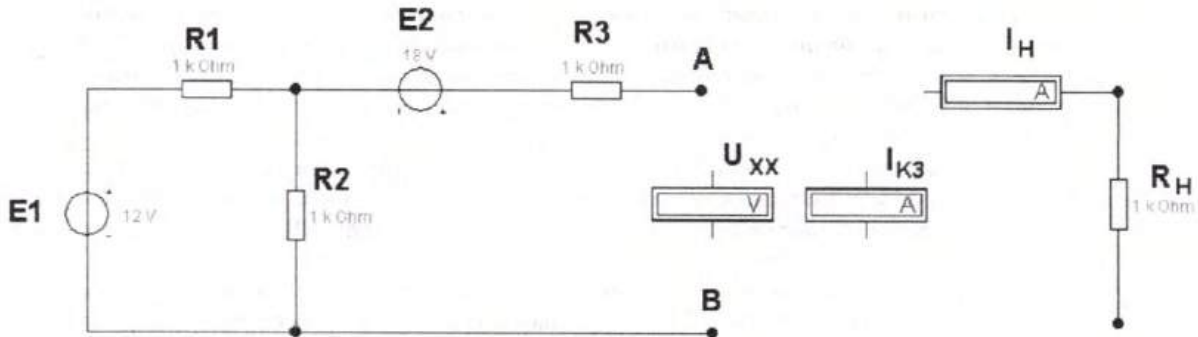
Краткие теоретические сведения:

Метод эквивалентного генератора рационально применять в случае необходимости определения тока (напряжения, мощности и др.) только одной ветви сложной электрической цепи.

Для этой цели разбивают сложную электрическую цепь на две части — на сопротивление R , ток которого I нужно определить, и всю остальную цепь, ее называют активным двухполюсником, так как эта часть имеет две клеммы A и B , к которой и подключается сопротивление R_H .

Порядок выполнения лабораторной работы.

1. Запустить программу « Electronics Workbench Professional Edition».
2. Собрать схему для проведения анализа и задать параметры её элементов по указанию преподавателя. Она будет иметь вид:




7. Чтобы схема начала функционировать, необходимо нажать кнопку  в правом верхнем углу.
8. Подключив к гнездам A и B вольтметр произвести замер напряжения холостого хода U_{XX} . Полученный результат занести в таблицу.
9. Подключив к гнездам A и B амперметр произвести замер тока короткого замыкания $I_{KЗ}$. Полученный результат занести в таблицу.

Таблица.

Исходные величины						Результаты опыта				Результаты расчета		
E1, В	E2, В	R1, Ом	R2, Ом	R3, Ом	R _H , Ом	U _{XX} , В	I _{КЗ} , А	R _{ЭКВ} , Ом	I _H , А	R _{ЭКВ} , Ом	E _{ЭКВ} , В	I _H , А

10. Подключив к гнездам A и B нагрузку R_H произвести замер тока в ней I_H . Полученный результат занести в таблицу.
11. Определить значение эквивалентного сопротивления по экспериментальным данным, используя формулу $R_{ЭКВ} = \frac{U_{XX}}{I_{КЗ}}$. Полученный результат занести в таблицу.
12. Произвести расчет ЭДС эквивалентного генератора $E_{ЭКВ}$ и его внутреннего сопротивления $R_{ЭКВ}$ по формулам: $R_{ЭКВ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + R_3$; $E_{ЭКВ} = \frac{E_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + E_2$. При этом внутренним сопротивлением источников пренебрегаем.
13. Произвести расчет I_H по формуле: $I_H = \frac{E_{ЭКВ}}{R_{ЭКВ} + R_H}$.
14. Сравнить расчетную и экспериментальную значения величины I_H .

Лабораторная работа №4. Исследование цепи переменного тока с последовательным включением активного и индуктивного; активного и емкостного сопротивлений.

Цель работы:

Исследование влияния активного сопротивления, индуктивности и емкости на режим работы неразветвленной цепи переменного тока.

Краткие теоретические сведения:

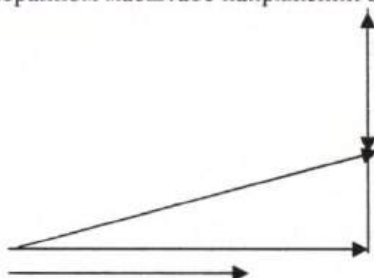
Любое электротехническое устройство можно представить в виде соединенных между собой определенным образом идеализированных элементов: резисторов (активное сопротивление), катушек индуктивности (индуктивное сопротивление) и конденсаторов (емкостное сопротивление).

Цепь, содержащая **последовательно** соединенные указанные элементы, обладает активным сопротивлением R и реактивным сопротивлением X , определяемым индуктивностью катушки L и емкостью конденсатора C : $X = X_L - X_C$. При этом $X_L = 2\pi fL$; $X_C = 1/(2\pi fC)$.

Общее сопротивление такой цепи определяется: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$.

При построении векторных диаграмм необходимо помнить, что синусоидальная функция описывается проекцией вектора на ось ординат при его вращении против часовой стрелки.

Поскольку при последовательном соединении элементов них протекает один и тот же ток, то построение векторной диаграммы начинают с построения вектора тока I . В выбранном масштабе токов он может быть отложен по горизонтальной оси. Относительно него под соответствующими углами ($0, +90^\circ, -90^\circ$) в выбранном масштабе напряжений откладывают векторы напряжений на всех элементах цепи.

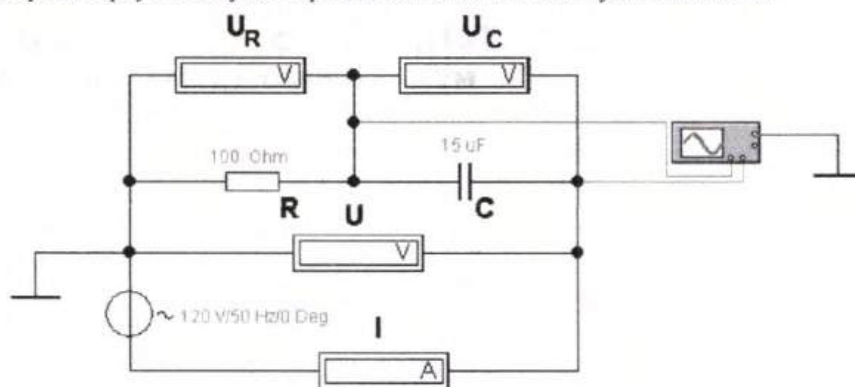


Вектор U_R совпадает по направлению с вектором тока I и откладывается параллельно ему. Вектор U_L опережает вектор тока на 90° и откладывается перпендикулярно ему из конца вектора U_R (рис. 1). Вектор U_C отстает от вектора тока на 90° т. е. направлен противоположно вектору U_L и откладывается из его конца. Соединив начало вектора U_R с концом вектора U_C , получают вектор напряжения питания U , равный по величине напряжению, поданному в электрическую цепь, и расположенный под углом φ к вектору тока I .

Косинус этого угла $\cos \varphi$ называется **коэффициентом мощности**. Повышение $\cos \varphi$ промышленных электроустановок является важной народно-хозяйственной задачей.

Порядок выполнения работы:

1. Запустить программу « Electronics Workbench Professional Edition ».
2. Собрать первую схему для проведения анализа. Она будет иметь вид:




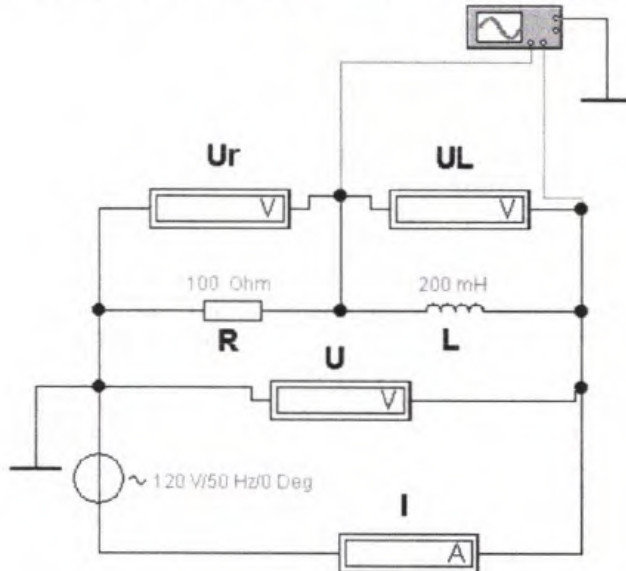

3. Чтобы схема начала функционировать, необходимо нажать кнопку в правом верхнем углу .
4. Снять показания всех приборов и занести их в табл. 1.
5. Развернуть экран осциллографа и произвести замер разности фаз между сигналами, снимаемыми с резистора и конденсатора в мс. Произвести пересчет разности фаз в угловую величину – градусы по формуле: $\varphi = 360 \cdot (T_2 - T_1) / A$, где A - величина периода колебаний в мс (Для $f=50$ Гц - $A=20$ мс). Полученный результат занести в табл. 1.
6. Выключить функционирование схемы и удалить её.
7. По показаниям приборов построить векторную диаграмму, произвести с помощью транспортира замер угла φ и сравнить его с величиной, замеренной с помощью осциллографа.

Таблица 1.

Параметр	U	U _R	U _C	T ₂ -T ₁ , мс	Φ (по осциллографу)	Φ (по диаграмме)
Величина						

8. Собрать вторую схему для проведения анализа. Она будет иметь вид:



9. Чтобы схема начала функционировать, необходимо нажать кнопку в правом верхнем углу .

10. Снять показания всех приборов и занести их в табл. 2.

11. Развернуть экран осциллографа и произвести замер разности фаз между сигналами, снимаемыми с резистора и катушки индуктивности в мс. Произвести пересчет разности фаз в угловую величину – градусы по формуле: $\varphi = 360 \cdot (T_2 - T_1) / A$, где A- величина периода колебаний в мс (Для f=50 Гц - A=20мс). Полученный результат занести в табл. 2.

12. Выключить функционирование схемы и удалить её.

13. По показаниям приборов построить векторную диаграмму, произвести с помощью транспортира замер угла φ и сравнить его с величиной, замеренной с помощью осциллографа.

Таблица 2.

Параметр	U	U _R	U _L	T ₂ -T ₁ , мс	Φ (по осциллографу)	Φ (по диаграмме)
Величина						

Лабораторная работа №5 Исследование цепи переменного тока с параллельным включением конденсатора и катушки индуктивности.

Цель работы:

Исследование влияния активного сопротивления, индуктивности и ёмкости на режим работы разветвленной цепи переменного тока. Исследование влияния ёмкости на повышение коэффициента мощности.

Краткие теоретические сведения:

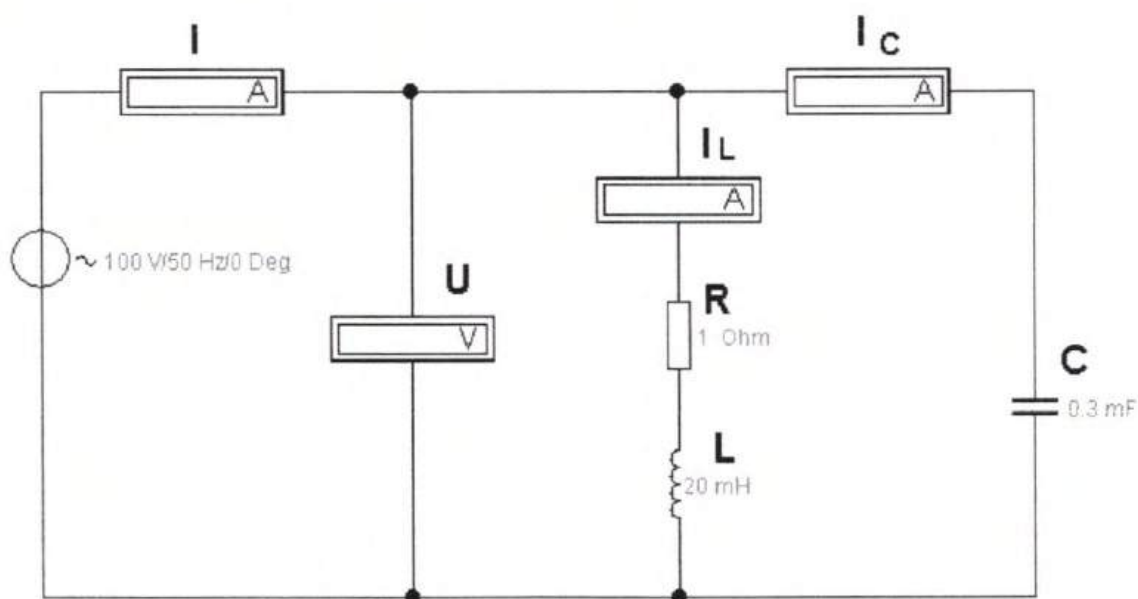
В электрической цепи содержащей параллельно включенные катушку индуктивности и конденсатор возможно появление резонанса. В данном случае имеет место резонанс токов. Условие появления резонанса токов – равенство индуктивной проводимости катушки $b_L = X_L / Z_k^2$ и емкостной проводимости конденсатора $b_C = 1 / X_C$ ($b_L = b_C$). Следствием резонанса токов является наименьший ток, потребляемый из сети, потребление цепью чисто активной мощности, равные и значительные значения токов ветвях с индуктивностью и емкостью.

Резонанс токов широко используется в промышленных электроустановках для повышения коэффициента мощности $\cos \varphi$, который показывает, какую часть полной мощности S составляет активная мощность P , обуславливающая совершение полезной работы.

При построении векторной диаграммы для разветвленной цепи необходимо помнить, что общим для параллельно соединенных элементов является напряжение U . Построение векторной диаграммы начинают с построения вектора напряжения U . В выбранном масштабе напряжений он может быть отложен по горизонтальной оси. Относительно него под соответствующими углами ($0, +90^\circ, -90^\circ$) в выбранном масштабе токов откладывают векторы токов во всех элементах цепи.

Порядок выполнения работы:

1. Запустить программу « Electronics Workbench Professional Edition» .
2. Собрать схему для проведения анализа. Она будет иметь вид:



3. Задать параметры элементов цепи в соответствии со своим вариантом.
4. Задать напряжение источника 100 В. Все приборы выставить на работу в цепях переменного тока.
5. Рассчитать значение резонансной емкости конденсатора по формуле $C_{рез} = \frac{0,01}{L} \cdot 10^3$ мФ.

$$C_{рез} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ мФ}$$


6. Чтобы схема начала функционировать, необходимо нажать кнопку в правом верхнем углу .
7. Изменяя значение емкости конденсатора в соответствии со своим вариантом, снять показания всех приборов и полученные данные занести в табл. 1.

Таблица 1.

C, мФ	U, В	I, А	I _L , А	I _C , А	P, Вт	S, ВА	Cos φ

15. Произвести расчет полной S , активной P мощностей и $\text{Cos } \varphi$ для каждого значения емкости конденсатора. Результаты занести в табл. 1.

Формулы для расчета:

$$P = I_L^2 \cdot R; \quad S = U \cdot I; \quad \text{Cos } \varphi = \frac{P}{S}$$

16. Построить на одной координатной плоскости графики зависимостей полной мощности S , потребляемой электрической цепью, и $\text{Cos } \varphi$ от емкости конденсатора C . Отметить резонансную частоту.

Лабораторная работа №6. Исследование цепи переменного тока с последовательным включением конденсатора и катушки индуктивности.

Цель работы:

Исследование явления резонанса напряжений при последовательном соединении катушки индуктивности и конденсатора.

Краткие теоретические сведения:

Цепь, содержащая последовательно соединенные катушку индуктивности и конденсатор, обладает активным сопротивлением $R=R_K$ (сопротивление катушки), и реактивным сопротивлением X , определяемым индуктивностью катушки L и емкостью конденсатора C : $X = X_C - X_L$, при этом

$$X_L = 2\pi f L_K; X_C = \frac{1}{2\pi f C}, \text{ где } f - \text{ частота питающего напряжения.}$$

При этом полное сопротивление этой цепи определяется по формуле:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Практический интерес представляет равенство индуктивного сопротивления катушки X_L и емкостного сопротивления конденсатора X_C . В этом случае полное сопротивление Z становится чисто активным, угол

$\varphi=0$ и ток $I = \frac{U}{R}$ в цепи совпадает по фазе с напряжением U . В этом случае цепь потребляет лишь

активную мощность $P=S$. Ток в этот момент максимален, напряжения на элементах U_C и U_L также значительны и при

$X_L = X_C \gg R$ могут во много раз превышать напряжение питания цепи.

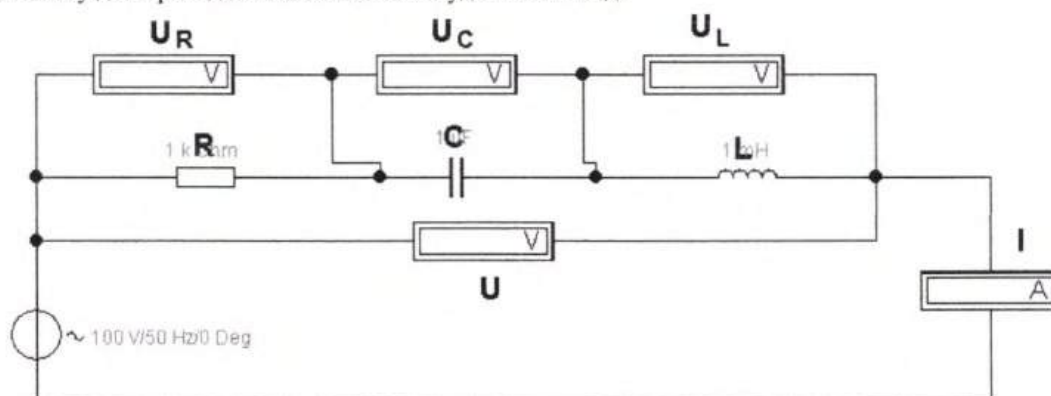
Это явление в электрических цепях, получившее название **резонанса напряжений**, может привести к нежелательным последствиям, например к пробое изоляции в катушках индуктивности или пробое конденсаторов. В то же время оно широко используется в радиотехнике, например при создании электрических фильтров.

Таким образом, условие резонанса напряжений – равенство индуктивной и емкостной составляющих сопротивления цепи, а следствие – наибольший ток в цепи, потребление цепью чисто активной мощности, равные и значительные величины напряжений на реактивных элементах.

Наиболее просто резонанс напряжений достигается за изменения емкости C при постоянных индуктивности L и частоте f питающего напряжения.

Порядок выполнения работы:

1. Запустить программу « Electronics Workbench Professional Edition».
2. Собрать схему для проведения анализа. Она будет иметь вид:



3. Задать значение напряжения источника питания 100 В , а значения сопротивления R , индуктивности L и емкости C по заданию в соответствии с номером варианта.
4. Для заданных значений C и L рассчитать значение резонансной частоты данной цепи по формуле:

$$f_{PE3} = \sqrt{\frac{1}{4\pi^2 C \cdot L}};$$

$$f_{PE3} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Гц.}$$


5. Чтобы схема начала функционировать, необходимо нажать кнопку в правом верхнем углу .
6. Изменяя частоту питающего напряжения в соответствии с заданием, замерить значения напряжений на всех элементах цепи. Занести полученные результаты в табл. 1.

Таблица 1.

$f, \text{Гц}$	$U_R, \text{В}$	$U_C, \text{В}$	$U_L, \text{В}$	$I, \text{А}$
10				
20				
30				
40				
50				
60				

7. По данным опыта построить на одной координатной плоскости графики зависимостей U_R, U_C, U_L, I от частоты питающего напряжения f . Используя признаки резонанса напряжений определить по графикам резонансную частоту данной цепи и сравнить её с расчетной.

Лабораторная работа №7. «Исследование электрической цепи переменного тока со взаимной индуктивностью»

Цель лабораторной работы:

Приобретение навыков исследования электрических цепей, содержащих индуктивно связанные обмотки.

Задачи лабораторной работы:

Приобретение навыков разметки индуктивно связанных обмоток; определение взаимной индуктивности; определение параметров индуктивно связанных обмоток; построение векторных диаграмм трансформатора.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать цепь (рис. 1) для определения параметров индуктивной катушки

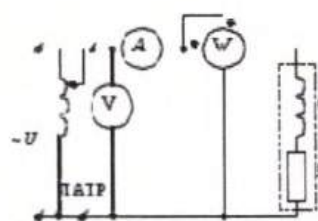


Рис. 1

2. Довести ток до значения, не меньшего 2/3 предела измерения амперметра, при плавно увеличивающемся напряжении. Записать показания приборов U, I, P .
3. Повторить действия по п. 2 для второй катушки.
4. Собрать цепь (рис. 2), соединив индуктивные катушки последовательно. Записать показания приборов U, I, P .

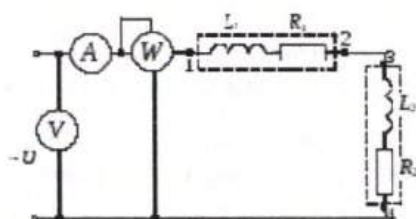


Рис. 2

5. Поменять местами концы одной из катушек. Повторить действия по п. 4.
6. Собрать схему трансформатора (рис. 3). В качестве первичной обмотки взять катушку с меньшей индуктивностью.

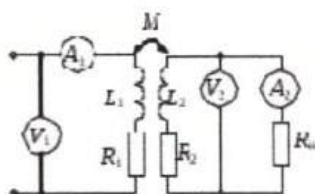


Рис. 3

7. Установить сопротивление нагрузки R_n , равное 30 Ом. Измерить токи и напряжения в цепи.
8. Установить сопротивление нагрузки R_n , равное нулю, закоротив его концы. Измерить токи и напряжения.
9. Разомкнуть вторичную цепь и измерить токи и напряжения.
10. По результатам измерений, полученным в п. 2 и 3 рассчитать активные и индуктивные сопротивления индуктивных катушек ($R_1, X_1, R_2, X_2, L_1, L_2$).
11. По результатам измерений, полученным в п. 4 и 5, рассчитать взаимную индуктивность, коэффициент индуктивной связи, а также разметить концы обмоток.
12. По результатам измерений, полученным в п. 9, рассчитать взаимную индуктивность катушек другим методом. Сравнить результат с результатом, полученным в п. 11.
13. По результатам расчетов, полученным в п. 10 и 11, составить уравнения трансформатора и рассчитать токи и напряжения при сопротивлениях нагрузки $R_H = 30$ Ом и $R_H = 0$ Ом. Сравнить результаты с данными п. 7 и 8. Построить векторные диаграммы трансформатора при $R_H = 30$ Ом и $R_H = 0$ Ом.
14. Оформить отчет о лабораторной работе, в котором для каждого эксперимента привести схему исследуемой цепи, измеренные величины, формулы, диаграммы, выводы (сравнение результатов эксперимента и результатов расчета). Порядок выполнения работы и расчеты сопровождать текстовыми

пояснениями.

Методические указания:

При определении параметров индуктивных катушек по экспериментальным данным использовать формулы

$$R = \frac{P}{I^2}, \quad Z = \frac{U}{I}, \quad X = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

При определении взаимной индуктивности сначала по указанным формулам определить сопротивления двух катушек R_1, Z_1, X_1 для одного эксперимента, а затем, поменяв концы одной из катушек, для другого эксперимента. Тогда

$$M = \frac{X_{\omega \text{ вл}} - X_{\omega \text{ впр}}}{4\omega}$$

В том опыте, где Z_2 оказалась меньше (или соответственно, при неизменном напряжении ток оказался больше) там катушки включены встречно.

Коэффициент индуктивной связи определяется по формуле

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

Другим методом взаимную индуктивность можно определить по данным п.9, так как $U_{2 \text{ вк}} = \omega M I_{1 \text{ вк}}$. Тогда

$$M = \frac{U_{2 \text{ вк}}}{\omega I_{1 \text{ вк}}}$$

При выполнении п.13 использовать уравнения трансформатора

$$\dot{I}_1 (R_1 + j\omega L_1) + j\omega M \dot{I}_2 = \dot{U}_1;$$

$$\dot{I}_2 (R_2 + j\omega L_2) + j\omega M \dot{I}_1 + \dot{I}_2 Z_{\text{н}} = 0.$$

При построении векторных диаграмм трансформатора начинать необходимо с построения тока I_2 в масштабе m_I . Далее строят диаграмму напряжений в масштабе m_U , откладывая соответственно $I_2 R_2$ и $I_2 Z_{\text{н}}$,

параллельно току I_2 , далее $I_2 X_{L_2}$ перпендикулярно току, а вектор $I_1 X_M$ – замыкающий треугольника напряжений определит направление тока I_1 (ток должен отставать от напряжения $I_1 X_M$, так как

$\dot{U}_M = j\omega M \dot{I}_1$). Отложив в ранее выбранном масштабе ток I_1 перпендикулярно напряжению $I_1 X_M$, можно по первому уравнению трансформатора достроить диаграмму напряжений: $I_1 R_1$ – параллельно току I_1 , $I_1 X_{L_1}$ – перпендикулярно току I_1 и далее $I_2 \omega M$ перпендикулярно току I_2 . Сумма этих векторов определит входное напряжение U_1 .

Лабораторная работа №8. Исследование трехфазной цепи при соединении активной нагрузки звездой.

Цель работы:

Проверить экспериментальным путем соотношения между линейными и фазными токами и напряжениями для приемников, соединенных «звездой». Исследовать влияние нейтрального провода на значения фазных напряжений при симметричной и несимметричной нагрузках.

Краткие теоретические сведения:

Трехфазная система ЭДС предназначается для питания симметричных трехфазных приемников (асинхронных и синхронных двигателей) и однофазных несимметричных приемников, соединенных «звездой» или «треугольником» (осветительные приборы, бытовая аппаратура).

При соединении приемников «звездой» концы фаз соединяются вместе, образуя нейтральную точку, а начала фаз подключаются к линейным проводам, идущим от трехфазного источника питания. Нейтральные точки источника и нагрузки соединяются проводом, который называется *нулевым* (нейтральным).

Такая трехфазная система называется *четырёхпроводной*.

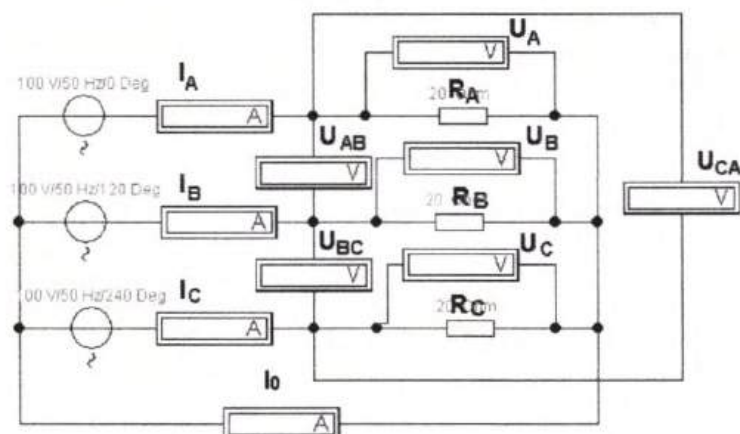
В трехфазной цепи при соединении приемников «звездой» различают фазные и линейные токи и напряжения.


Для активной симметричной нагрузки в фазах фазные и линейные токи равны: $I_{\phi} = I_L$, а линейные и фазные напряжения связаны зависимостью: $U_L = \sqrt{3} U_{\phi}$.

Для активной симметричной нагрузки в фазах ток в нулевом проводе отсутствует $I_0 = 0$. При нарушении симметричности нагрузки в нулевом проводе начинает протекать ток, что восстанавливает равновесие фазных напряжений.

Порядок выполнения работы:

1. Запустить программу « Electronics Workbench Professional Edition ».
2. Собрать схему для проведения анализа, задав параметры схемы по указанию преподавателя. Она будет иметь вид:



3. Чтобы схема начала функционировать, необходимо нажать кнопку в правом верхнем углу .
4. С помощью осциллографа убедиться, что сдвиг фазы сдвинуты относительно друг друга на 120° .
5. Подключив вольтметры и амперметры определить значения линейных и фазных напряжений и токов при симметричной нагрузке. Полученные результаты записать в табл. 1.
6. Изменив величину нагрузки в фазе А, повторить замеры п.5. Полученные результаты записать в табл. 1.
7. Изменив величину нагрузки в фазах А и В, повторить замеры п.5. Полученные результаты записать в табл. 1.
8. Изменив величину нагрузки в фазах А, В и С повторить замеры п.5. Полученные результаты записать в табл. 1.
9. Оставив нагрузку несимметричной, оборвать линейный провод одной из фаз и повторить замеры п.5. Полученные результаты записать в табл. 1.
10. Оставив нагрузку несимметричной, восстановить линейный провод фазы, оборвать нулевой провод и повторить замеры п.5. Полученные результаты записать в табл. 1.
11. Определить для всех случаев фазные мощности и мощность, потребляемую всей цепью. Полученные результаты записать в табл. 1.

Формулы для расчета:

$$P_A = U_A I_A - \text{активная мощность фазы А;}$$

$$P_B = U_B I_B - \text{активная мощность фазы А; Для активной нагрузки}$$

$$P_C = U_C I_C - \text{активная мощность фазы А;}$$

$$P = P_A + P_B + P_C - \text{активная мощность всей цепи при несимметричной нагрузке;}$$

$$P = \sqrt{3} U_L I_L - \text{активная мощность всей цепи при симметричной нагрузке.}$$

Таблица 1.

Нагрузка		$I_A,$ А	$I_B,$ А	$I_C,$ А	$I_0,$ А	$U_A,$ В	$U_B,$ В	$U_C,$ В	U_{AB} В	U_{BC} В	U_{CA} В	$P_A,$ Вт	$P_B,$ Вт	$P_C,$ Вт	$P,$ Вт
Симметричная															
Несимметричная	1														
	2														
Обрыв линейного провода															
Обрыв нулевого провода															

12. Проверить соотношение линейных и фазных напряжений (для симметричной нагрузки):

$$\frac{U_{AB}}{U_A} = \text{---}; \quad \frac{U_{BC}}{U_B} = \text{---}; \quad \frac{U_{CA}}{U_C} = \text{---}.$$

13. Построить векторные диаграммы напряжений и токов для трех случаев

- А) симметричная нагрузка;
- Б) несимметричная нагрузка 1 и 2;
- В) обрыв линейного провода.

Лабораторная работа № 9. Исследование нелинейных цепей переменного тока.

Цель работы: экспериментальное исследование электрических цепей с нелинейным элементом – диодом. Снимаются осциллограммы напряжений на элементах цепи при действии на входе источника синусоидального напряжения. Проводятся измерения постоянной составляющей и действующего значения напряжений на элементах цепи.

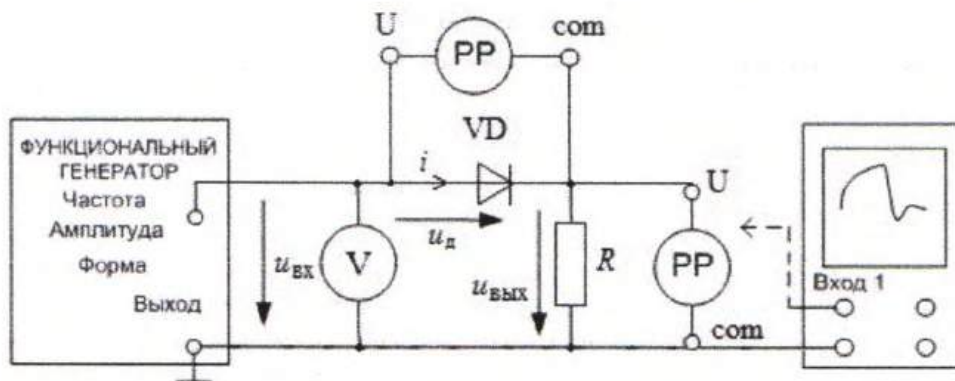
Краткие теоретические сведения:

При использовании нелинейных элементов в цепях переменного тока возникает ряд явлений, принципиально невозможных в линейных цепях. Нелинейный элемент обладает способностью преобразовывать спектр воздействующих периодических ЭДС (источников напряжения или тока). Если нелинейная электрическая цепь переменного тока содержит безинерционные в тепловом отношении элементы, то токи и напряжения в них в той или иной степени несинусоидальны. Токи и напряжения строго синусоидальны в нелинейных цепях, содержащих только инерционные в тепловом отношении нелинейные элементы, примером которых является диод.

Порядок выполнения работы:

Источником синусоидального напряжения является модуль функционального генератора. В качестве измерительных приборов используются мультиметры и электронный вольтметр. Для наблюдения кривых напряжения используют осциллограф. В качестве нелинейного элемента электрической цепи выбирают диод.

1. Собрать цепь по приведенной схеме. Подключить измерительные приборы.



2. Включить автоматический выключатель и тумблер функционального генератора. Переключатель осциллографа установить в положение \sim . Установить значение частоты $f=100\text{Гц}$.
3. Регулятором функционального генератора установить действующее значение напряжения $U=2\text{В}$. Измерение действующего значения напряжения на входе проводить электронным вольтметром.
4. Используя мультиметры измерить постоянную составляющую и действующее значение напряжения на диоде и напряжения на выходе. Результаты измерений занести в табл. 1.
5. Подключить осциллограф и зарисовать кривую входного напряжения $u_{вх}(t)$, напряжения на диоде $u_d(t)$ и кривую выходного напряжения $u_{вых}(t)$.

Таблица 1

$U_{вх}, \text{В}$	$U_m, \text{В}$	$U_{0д}, \text{В}$	$U_d, \text{В}$

Лабораторная работа №10. Изучение процесса зарядки и разрядки конденсатора.

Цель работы:

Экспериментальным путем исследовать переходный процесс при зарядке и разрядки конденсатора в цепи постоянного тока.

Краткие теоретические сведения:

Переходный процесс в электрической цепи – это электромагнитный процесс, возникающий при переходе от одного установившегося (принужденного) режима к другому.

Переходный процесс базируется на двух законах коммутации:

1. Ток в индуктивности не может изменяться скачком;
2. Напряжение на конденсаторе не может изменяться скачком.

Если конденсатор с сопротивлением R и емкостью C подключить к источнику с постоянным напряжением U , то в цепи появится ток зарядки конденсатора

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_c}{dt}$$

По второму закону Кирхгофа

$$U = iR + u_c$$

$$U - u_c = iR = RC \frac{du_c}{dt}$$

Где $\tau_c = R \cdot C$ - постоянная времени переходного процесса в RC цепи.

Напряжение на заряжающемся конденсаторе в любой момент времени переходного процесса определяется

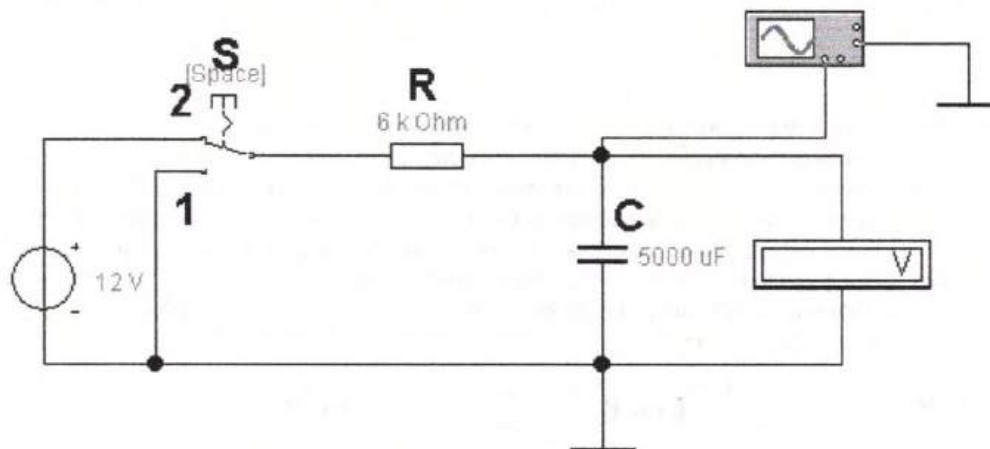
$$u_c = U(1 - e^{-t/\tau_c})$$


Ток при зарядке конденсатора уменьшается по закону

$$i = Ie^{-t/\tau_c}$$

Порядок выполнения работы:

1. Запустить программу « Electronics Workbench Professional Edition » .
2. Собрать схему для проведения анализа, задав элементам схемы заданные величины. Она будет иметь вид:



3. Для заданных значений R и C рассчитать постоянную времени τ_c .
4. Чтобы схема начала функционировать, необходимо нажать одновременно клавишу SPACE и кнопку  в правом верхнем углу. (Первоначальное положение переключателя S - 1)
5. На счетчике времени следить за временем процесса. При достижении времени значений $0,5\tau_c$, τ_c , $2\tau_c$, $3\tau_c$, $4\tau_c$ останавливать процесс кнопкой PAUSE и фиксировать по вольтметру напряжение зарядки конденсатора U_z и занести его в таблицу. Для продолжения процесса отключать кнопку PAUSE.
6. Поставить переключатель S в положение 2 и повторить п.п. 4 и 5, измеряя напряжение разрядки конденсатора U_p для тех же значений времени.

7. По формуле $i = I \cdot e^{-t/\tau_c}$ подсчитать ток заряда конденсатора для заданных значений времени ($I = \frac{U}{R}$). Полученные результаты занести в таблицу.

Таблица

Время, с	0	$0,5\tau_c$	τ_c	$2\tau_c$	$3\tau_c$	$4\tau_c$
		0				
$U_3, \text{В}$	0					
$U_P, \text{В}$	12					
$i, \text{А}$						

8. По данным таблицы в одной системе координат построить графики зависимостей $U_3=f(t)$, $U_P=f(t)$, $I=f(t)$.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

Технический колледж им. С.И. Мосина

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ

практических заданий

по учебной дисциплине «Инженерная графика»

по специальности СПО:

08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация
электрооборудования промышленных и гражданских зданий

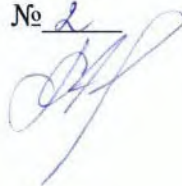
ТУЛА 2024

УТВЕРЖДЕНО

на заседании цикловой комиссии естественнонаучных дисциплин

Протокол от «12» сентября 2024 г. № 2

Председатель цикловой комиссии



Е.А.Рейм

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

«ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА»

Цель занятия: получить знания по стандарту ГОСТ 2.303-68* ЕСКД, приобрести навыки выполнения и применения по назначению типов линий.

Задание к практическому занятию

Вычертить линии чертежа на формате А4 по одному из вариантов, используя данные таблицы 1. Линии чертежа. Расстояние между линиями 5 мм.

Обеспечение занятия: Чертежная бумага /формата А4/, линейка, циркуль, карандаши различной твёрдости и мягкости (ИТ, Т, ТМ, М, 2М), резинка.

Методические указания по выполнению практического занятия

При размещении построений (компоновке) следует располагать фигуры и надписи на листе равномерно, используя все поле чертежа.

Толщину сплошных толстых основных линий для чертежа следует принимать 0,7- 0,8мм.

Упражнения в нанесении штриховки следует выполнять по приведенным размерам в масштабе 1:1. В некоторых случаях следует принимать указанный над рисунком масштаб 2:1.

Порядок выполнения работы

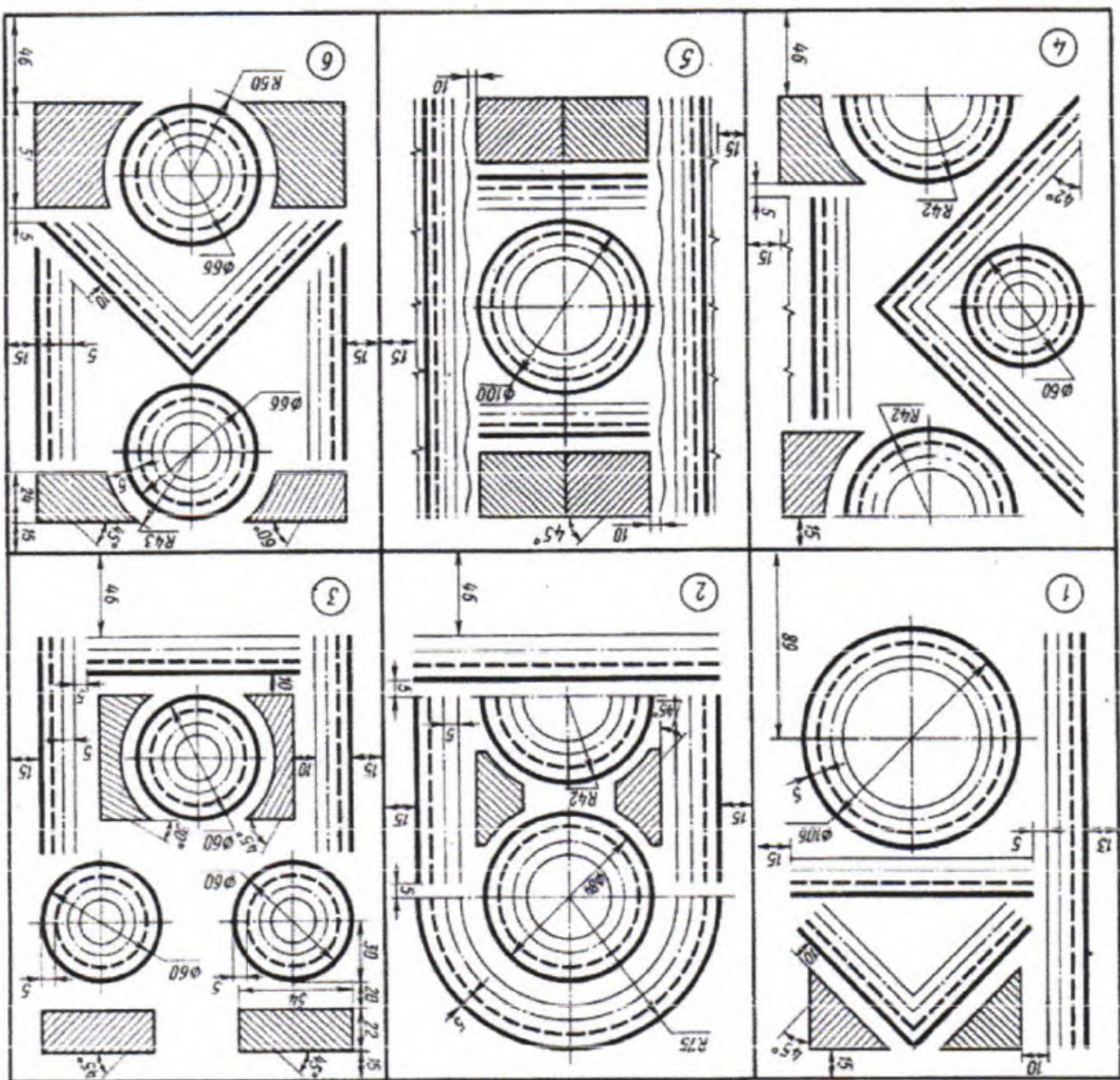
1. Оформление формата по стандарту.
2. Выполнение работы в соответствии с заданием.
3. Соблюдение необходимых интервалов при оформлении работы.
4. Соблюдение толщин линий в соответствии со стандартом.
5. Аккуратность выполнения работы.

Линии (ГОСТ 2.303-68)		
Наименование	Начертание	Толщина линии
Сплошная толстая основная		$S=0,5...1,4$
Сплошная тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Сплошная волнистая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{2}{3}S$
Штриховая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{2}{3}S$
Штрихпунктирная тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$
Штрихпунктирная утолщенная		от $\frac{S}{2}$ до $\frac{2}{3}S$
Разомкнутая		от S до $1,5S$
Сплошная тонкая с изломами		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{2}{3}S$
Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		от $\frac{S}{3}$ до $\frac{S}{2}$

Таблица 1 Линии чертежа (ГОСТ 2.303-68*)

Вопросы для самоконтроля

1. Каково назначение сплошной толстой основной линии?
2. Какая линия называется штриховой? Где она используется? Какова толщина этой линии?
3. Где используют на чертеже штрихпунктирную тонкую линию? Какова ее толщина?
4. Для чего на чертеже используют сплошную тонкую линию? Какой толщины она должна быть?
5. Как показывают на развертке линию сгиба?



Варианты задания

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

ШРИФТЫ

Цель работы: получить знания по стандарту ГОСТ 2.304-81* ЕСКД, приобрести навыки написания шрифтов.

Задание к практическому занятию

Название чертежа: Графическая работа №2. «Шрифты чертёжные. Шрифт типа Б», используя данные таблиц 2 и 3. Начертание прописных и строчных букв и цифр показано на рис. 1

Порядок выполнения работы:

1. Оформление формата.
2. Выполнение работы в соответствии с заданием.
3. Соблюдение необходимых интервалов при написании букв.
4. Соблюдение толщин линий.
5. Соблюдение наклона букв и их формы.
6. Аккуратность выполнения работы.

Шрифты чертёжные. Шрифт типа Б

Вопросы для самоконтроля

1. Какие размеры имеет лист формата А4?
2. На каком расстоянии от границы формата надо проводить линии рамки чертежа?
3. Где помещают основную надпись на чертеже? Назовите ее размеры.
4. Рассмотрите рисунок 2, б и перечислите, какие сведения содержит основная надпись чертежа.
5. Как определяется размер шрифта?
6. Чему равна ширина прописных букв?
7. Чему равна высота строчных букв размера 14? Какова их ширина?

Методические указания по выполнению практического занятия

Для получения навыков написания шрифта типа Б выполнить на формате А4 написать алфавит прописными и строчными буквами, цифры шрифтом 10 и словосочетания по вариантам шрифтом 7.

Обеспечение занятия: Чертежная бумага /формата А4/, линейка, циркуль, карандаши различной твёрдости и мягкости (ИТ, Т, ТМ, М, 2М), резинка.

Образец выполнения

Вариант 1

И И Л П Т Ц Б В К О Р У Ч Ь Э Я
Г Е А Д М Х Ы Ю З С
Ж Ш Щ Ф Ъ
2 3 4 5 6 7 8 9 0 R7 Ø10
а б в г д и
й л о п р с
у ц е з к н
х ч ь ь э я
ж т ф ш
щ м ы ю
Подшипник Болт

Dimensions: 20, 15, 20, $\frac{1}{2}h$, $\frac{1}{3}h$, $\frac{1}{4}h$, $\frac{1}{5}h$, $\frac{1}{6}h$, $\frac{1}{7}h$, $\frac{1}{8}h$, $\frac{1}{9}h$, $\frac{1}{10}h$, $\frac{1}{11}h$, $\frac{1}{12}h$, $\frac{1}{13}h$, $\frac{1}{14}h$, $\frac{1}{15}h$, $\frac{1}{16}h$, $\frac{1}{17}h$, $\frac{1}{18}h$, $\frac{1}{19}h$, $\frac{1}{20}h$, $\frac{1}{21}h$, $\frac{1}{22}h$, $\frac{1}{23}h$, $\frac{1}{24}h$, $\frac{1}{25}h$, $\frac{1}{26}h$, $\frac{1}{27}h$, $\frac{1}{28}h$, $\frac{1}{29}h$, $\frac{1}{30}h$, $\frac{1}{31}h$, $\frac{1}{32}h$, $\frac{1}{33}h$, $\frac{1}{34}h$, $\frac{1}{35}h$, $\frac{1}{36}h$, $\frac{1}{37}h$, $\frac{1}{38}h$, $\frac{1}{39}h$, $\frac{1}{40}h$, $\frac{1}{41}h$, $\frac{1}{42}h$, $\frac{1}{43}h$, $\frac{1}{44}h$, $\frac{1}{45}h$, $\frac{1}{46}h$, $\frac{1}{47}h$, $\frac{1}{48}h$, $\frac{1}{49}h$, $\frac{1}{50}h$, $\frac{1}{51}h$, $\frac{1}{52}h$, $\frac{1}{53}h$, $\frac{1}{54}h$, $\frac{1}{55}h$, $\frac{1}{56}h$, $\frac{1}{57}h$, $\frac{1}{58}h$, $\frac{1}{59}h$, $\frac{1}{60}h$, $\frac{1}{61}h$, $\frac{1}{62}h$, $\frac{1}{63}h$, $\frac{1}{64}h$, $\frac{1}{65}h$, $\frac{1}{66}h$, $\frac{1}{67}h$, $\frac{1}{68}h$, $\frac{1}{69}h$, $\frac{1}{70}h$, $\frac{1}{71}h$, $\frac{1}{72}h$, $\frac{1}{73}h$, $\frac{1}{74}h$, $\frac{1}{75}h$, $\frac{1}{76}h$, $\frac{1}{77}h$, $\frac{1}{78}h$, $\frac{1}{79}h$, $\frac{1}{80}h$, $\frac{1}{81}h$, $\frac{1}{82}h$, $\frac{1}{83}h$, $\frac{1}{84}h$, $\frac{1}{85}h$, $\frac{1}{86}h$, $\frac{1}{87}h$, $\frac{1}{88}h$, $\frac{1}{89}h$, $\frac{1}{90}h$, $\frac{1}{91}h$, $\frac{1}{92}h$, $\frac{1}{93}h$, $\frac{1}{94}h$, $\frac{1}{95}h$, $\frac{1}{96}h$, $\frac{1}{97}h$, $\frac{1}{98}h$, $\frac{1}{99}h$, $\frac{1}{100}h$

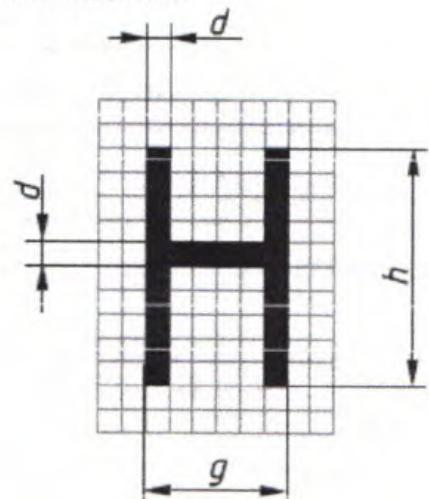
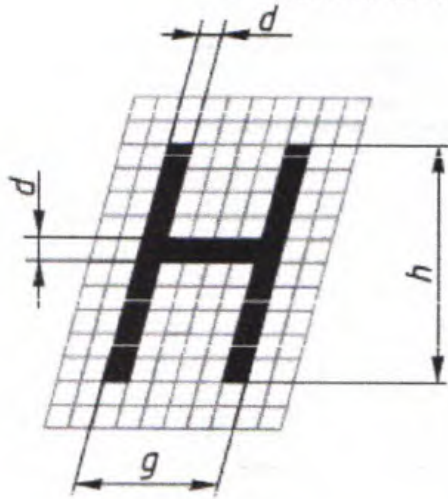
Размеры прописного шрифта типа Б

Параметры шрифта	Обозначение	Размеры, мм						
		2,5	3,5	5	7	10	14	20
Размер шрифта	<i>h</i>	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Высота букв и цифр	<i>h</i>	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Ширина букв и цифр А, Б, В, Г, Е, З, И, Я, К, Л, Н, О, П, Р, С, Т, У, Х, Ц, Ч, Ъ, Э, Я	<i>g</i>	1,8	2,1	3	4,2	6	8,5	12
Ширина букв Д, Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ъ, Ы, Ю	<i>g</i>	2	3	4,2	5,5	8	11	16
Расстояние между буквами	<i>a</i>	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	4
Расстояние между основаниями строк	<i>b</i>	4	5,5	8	14	16	22	31
Расстояние между словами	<i>e</i>	1,5	2	3	4,2	6	8,5	12
Толщина линий шрифта	<i>d</i>	1,5	1/10 <i>h</i>					

Размеры строчного шрифта типа Б

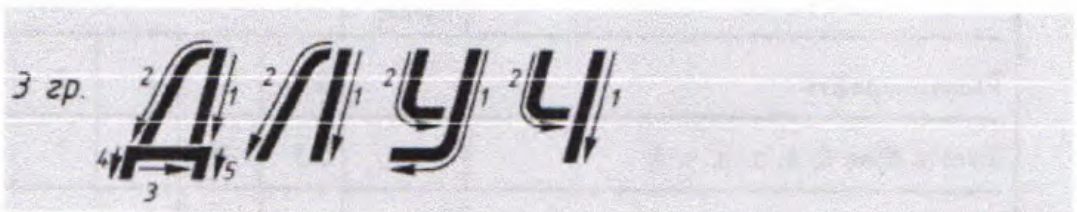
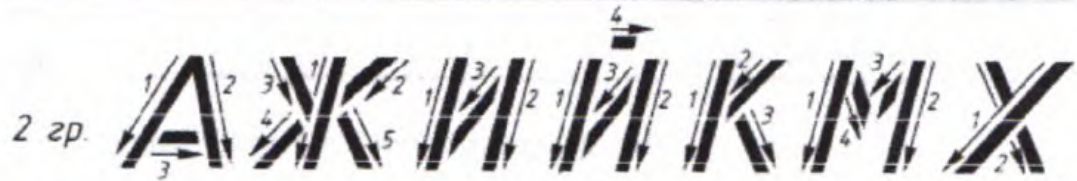
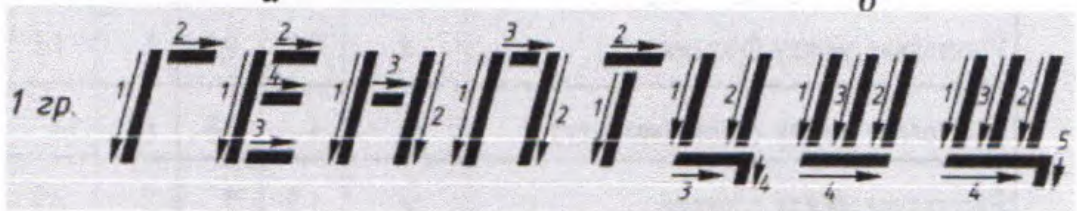
Параметры шрифта	Обозначение	Размеры, мм						
		2,5	3,5	5	7	10	14	20
Размер шрифта	<i>h</i>	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Высота букв б, в, д, р, у, ф	<i>h</i>	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Высота букв а, г, е, ж, з, и, й, к, л, м, н, о, п, с, т, х, ц, ч, ш, щ, ъ, ы, ь, э, я	<i>c</i>	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
Ширина букв ж, м, т, ф, ш, щ, ъ, ы, ю	<i>g</i>	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
Ширина букв а, б, в, г, д, е, з, и, й, к, л, н, о, п, р, с, у, х, ц, ч, ь, э, я	<i>g</i>	1,25	1,8	2,5	3,6	5	7	10
Расстояние между буквами	<i>a</i>	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	4
Расстояние между основаниями строк	<i>d</i>	4	5,5	8	11	16	22	31
Толщина линий шрифта		1/10 <i>h</i>						

Помощь для выполнения задания



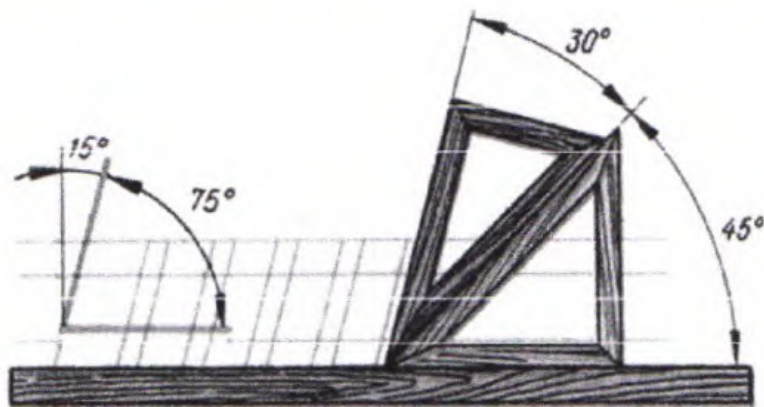
а

б



1 зр. *ц д в е з*

2 зр. *и н ш щ*



МИНСК ВИТЕБСК

Прокладка ϕ %

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

«НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ (ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ КОНТУРОВ ДЕТАЛЕЙ И НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ)»

Цель занятия: освоить простановку размеров на чертежа.

Основными правилами при простановке размеров являются: во-первых, условия работы детали в изделии и ее конструкция; во-вторых, технологический процесс изготовления детали.

Размерные линии с размерами наносят вне контура изображения. Это облегчает чтение чертежа и обеспечивает достаточно места для нанесения размеров, условных знаков и обозначений.

При нанесении нескольких (параллельных) размерных линий следует избегать взаимного пересечения выносных и размерных линий (пересечение выносных линий допускается). Расстояние между размерными линиями и параллельной им линии контура должно быть 7–10 мм.

Перед размерным числом диаметра во всех случаях следует наносить знак диаметра \varnothing , а перед размерным числом радиуса — букву R .

Размер радиуса или диаметра сферической поверхности может сопровождаться знаком \square «сфера» в случае, когда это не ясно из чертежа. Все эти обозначения упрощают чтение чертежа и иногда дают возможность уменьшить число изображений.

Не рекомендуется проставлять размеры внутреннего контура детали, изображенного на чертеже штриховыми линиями.

При нескольких изображениях размеры, определяющие какой-либо элемент, следует давать только один раз и проставлять их на том изображении, на котором данный элемент детали дается наиболее полно.

Например, размеры, определяющие форму четырех отверстий, даны на местном разрезе, выполненном на главном изображении, размеры прямоугольного отверстия — также на главном изображении, а размеры продольного паза — на виде слева.

Простановку размеров на деталях, имеющих внутренние формы, по возможности группируют: размеры, относящиеся к внутренним очертаниям, отдельно от размеров, относящихся к наружным очертаниям.

Пример такой группировки размеров дан на рис. 1, где размеры длин, относящиеся к наружным очертаниям, нанесены внизу, а размеры длин, характеризующие внутреннюю форму, — наверху.

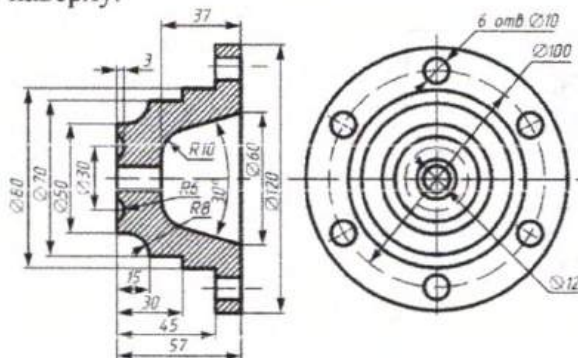


Рисунок 1

Для деталей тел вращения или сочетания различных тел вращения размеры диаметров следует проставлять на изображении, полученном проецированием на плоскость, параллельную оси тела. При такой простановке размеров можно легко прочесть форму детали. Нанесение размеров диаметров окружностей на изображении, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси тела, допускается для

максимального и минимального диаметров и для диаметра окружности, характеризующей расположение осей отверстий.

Для деталей, представляющих собой часть тела вращения, полученных разрезкой заготовки на две или несколько частей, размеры проставляют также на изображении, полученном проецированием на плоскость, параллельную оси, а размерные линии выполняют с обрывом (рис. 2).

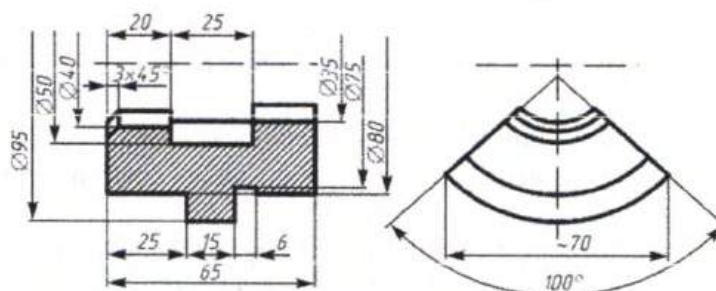


Рисунок 2

Угловые размеры осей отверстий $\varnothing 10$, равномерно расположенных по окружности, обычно не проставляют, а указывают только их количество.

При простановке размеров на деталях сложной конфигурации с плавными переходами фиксируют основной контур, составленный из прямолинейных участков.

При изображении детали в одной проекции размер толщины наносят, как показано на рис. 3.

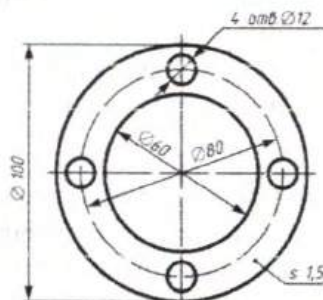


Рисунок 3

При отсутствии на чертеже места для простановки размерных чисел на изображении мелких элементов последние следует выносить на свободное поле чертежа в увеличенном масштабе и проставлять размеры, как показано на рис. 4

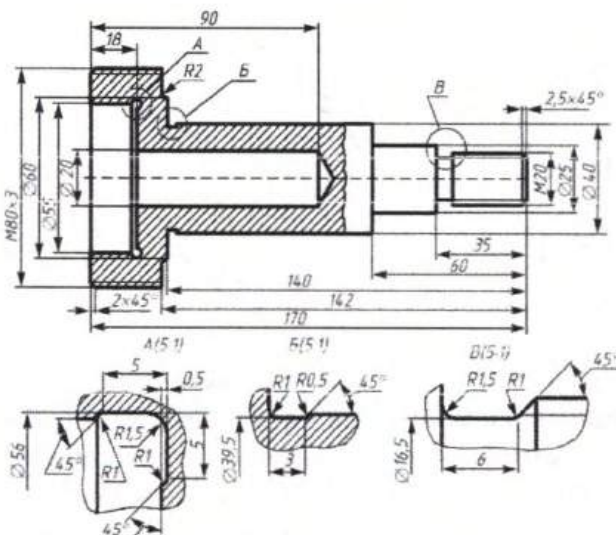


Рисунок 4

Задание для выполнения графической работы

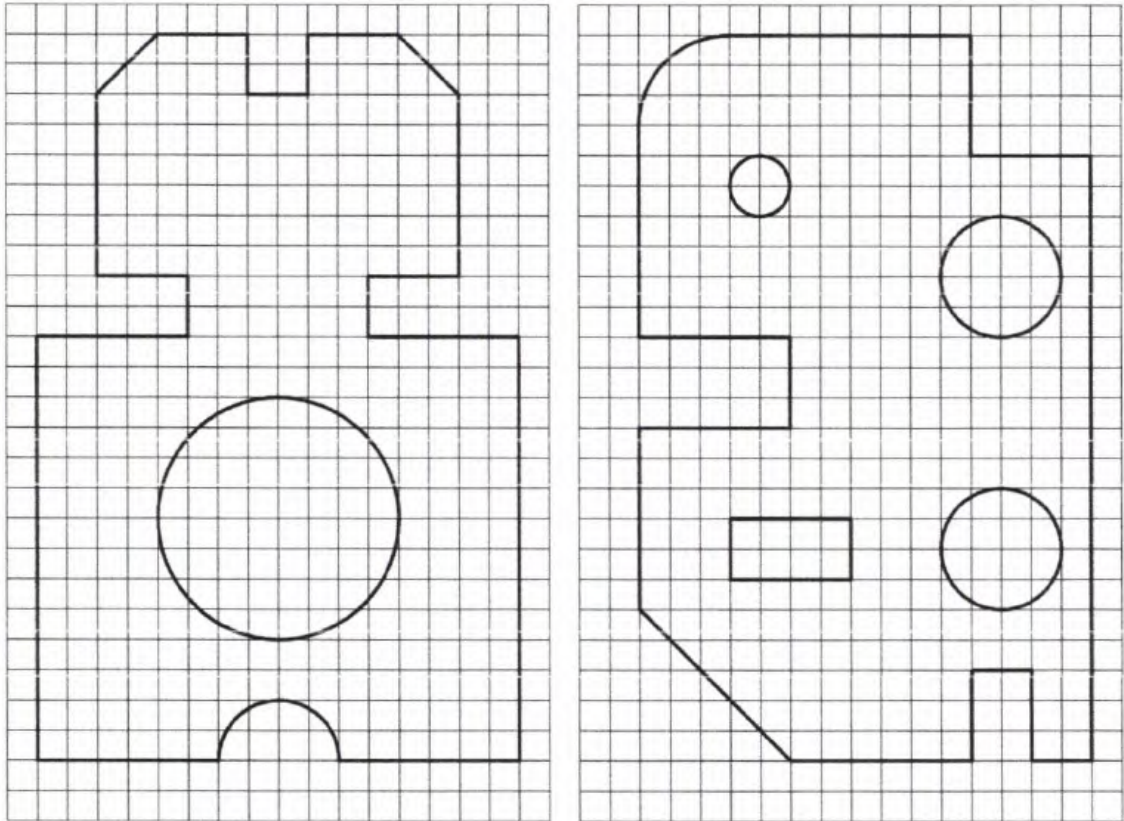
Выполнить выданное преподавателем задание по приложенному образцу

Упражнение. Нанесение размеров на чертежах.

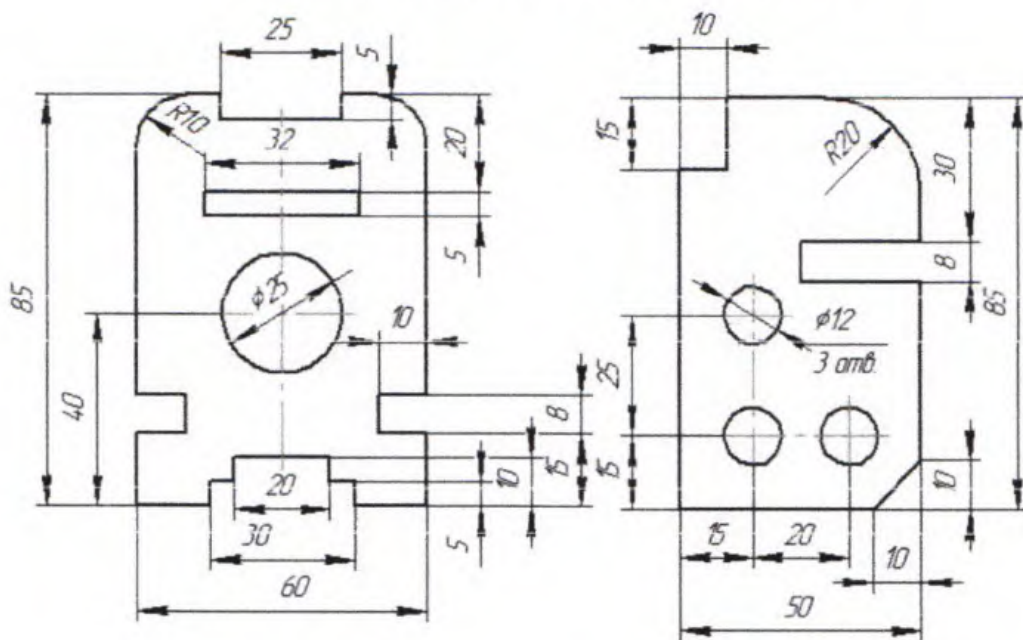
Перечертить детали(формат А3), определяя размеры по клеткам.

Нанести размеры.

1



Пример выполнения упражнения.



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

МОДЕЛЬ (ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХ ПРОЕКЦИЙ МОДЕЛИ ПО АКСОНОМЕТРИИ)

Цель работы: получить навыки выполнения технических чертежей

Задание к практическому занятию

Построить три проекции модели, используя аксонометрическое изображение детали.

Обеспечение занятия: Чертежная бумага /формата А4/, линейка, циркуль, карандаши различной твёрдости и мягкости (ИТ, Т, ТМ, М, 2М), резинка.

Методические указания по выполнению практического занятия

1. Перед началом построения внимательно рассмотрите выданное аксонометрическое изображение детали. Выберите вид, на котором деталь имеет характерное очертание. Это будет фронтальным видом.

2. Разделите формат на проекционные плоскости. Для этого проведите горизонтальную и вертикальную тонкие линии, расположив их цент приблизительно в середине формата.

3. В результате этого действия получите проекционные плоскости: левая верхняя – для фронтальной проекции; левая нижняя – вид сверху; правая верхняя – профильная проекция.

4. Построение начинается с вычерчивания фронтальной проекции.

5. Постройте проекции всех вершин вида сверху, проведя тонкие вертикальные линии.

6. Зная размер глубины детали, достройте вторую проекцию.

7. Проекционная связь между элементами детали сохраняется при любом расстоянии между изображениями трех видов этой детали на чертеже. Благодаря такой связи можно построить третью профильную проекцию детали.

3. Постройте проекции всех вершин двух имеющихся видов детали на вспомогательную вертикаль. Другими словами – опустите перпендикуляры на вспомогательную вертикаль из всех вершин на фронтальной проекции и вида сверху. Перпендикуляры, проведенные из точек фронтальной поверхности, продлите правее вспомогательной вертикальной линии до желаемого места размещения третьей проекции. Вы получили высоту еще не вычерченной третьей проекции. Перпендикуляры, проведенные из точек вида сверху, за вертикаль продолжать не нужно.

4. Поставьте иглу циркуля в точку пересечения вспомогательных вертикали и горизонтали. Карандаш циркуля установите в точку пересечения вспомогательной горизонтали и перпендикуляра, проведенного из точки вида сверху. Полученным радиусом сделайте отметку на вспомогательной

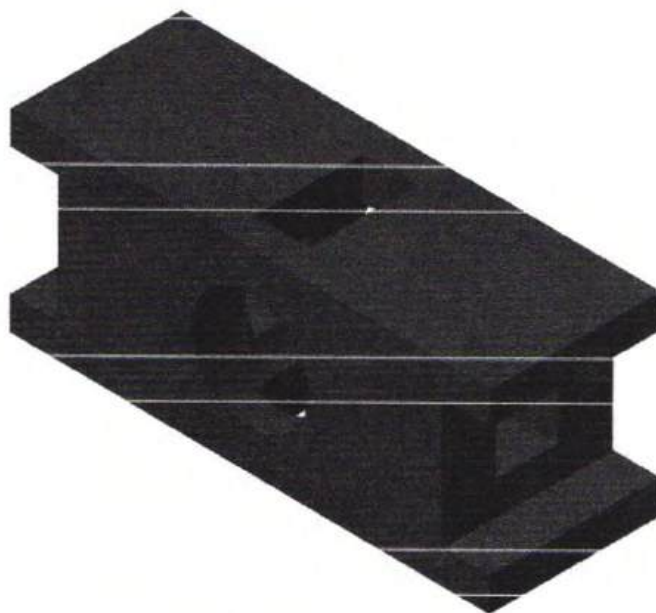
горизонтали. Таким же образом с помощью циркуля перенесите проекции всех вершин вида сверху со вспомогательной вертикали на вспомогательную горизонталь.

5. Продлите полученные перпендикуляры до пересечения с уже построенными линиями третьей проекции.

6. Закончите вычерчивание третьей проекции детали. Обведите основной линией контур детали и все видимые части проекции. Штриховой линией выполните невидимые части детали. Места расположения окружностей на выполняемой третьей проекции обозначены квадратами, получившимися при пересечении перпендикуляров к вспомогательным линиям. Впишите в эти квадраты окружности.

7. Для завершения работы нанесите размерные линии и проставьте размеры.

АксонOMETРИИ ДЕТАЛИ



Пример выполнения задания

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5 МОДЕЛЬ (ПОСТРОЕНИЕ ТРЕХ ПРОЕКЦИЙ ПО ДВУМ ДАНЫМ И АКСОНОМЕТРИИ)

Цель работы: получить навыки выполнения технических чертежей

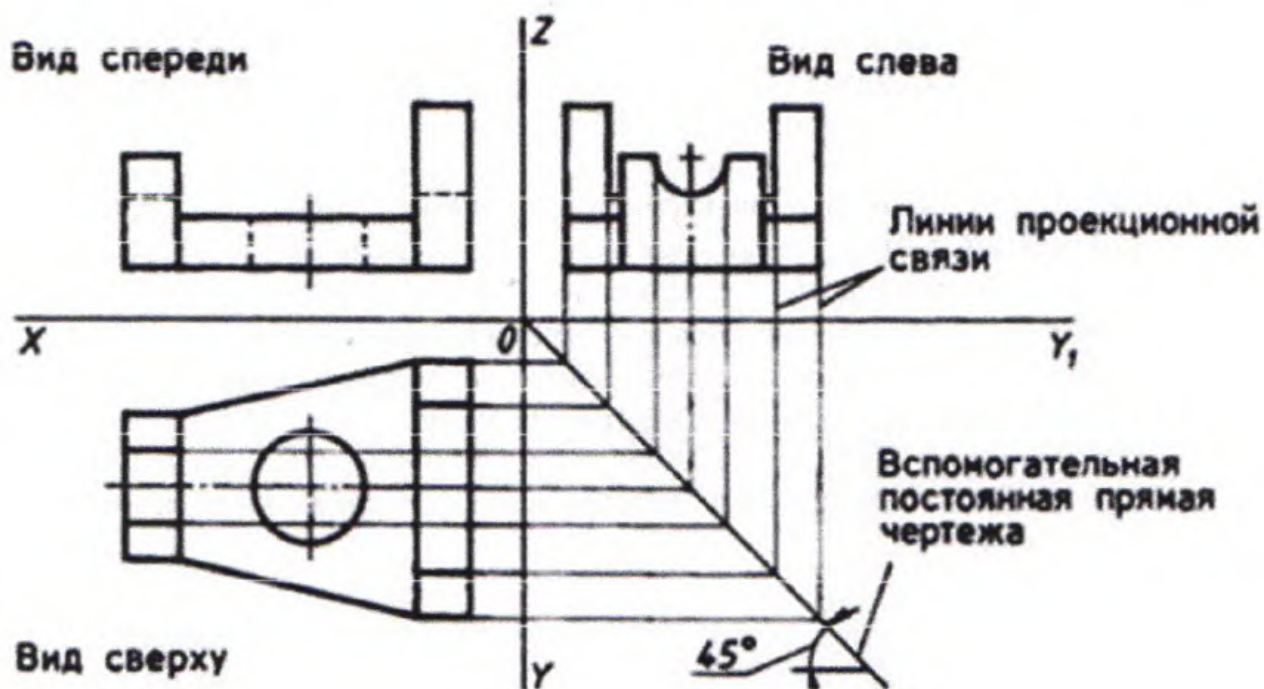
Задание к практическому занятию

Построить третью проекцию модели по двум заданным, используя аксонометрическое изображение детали.

Обеспечение занятия: Чертежная бумага /формата А4/, линейка, циркуль, карандаши различной твёрдости и мягкости (ИТ, Т, ТМ, М, 2М), резинка.

Методические указания по выполнению практического занятия

1. Проекционная связь между элементами детали сохраняется при любом расстоянии между изображениями трех видов этой детали на чертеже. Благодаря такой связи можно по двум проекциям построить третью недостающую. Пусть вам даны вид на деталь спереди (фронтальная проекция) и вид сбоку (профильная проекция). Это предположение допустимо для любых двух проекций, ведь деталь можно повернуть как угодно.



2. Проведите тонкую вертикальную линию между фронтальной и профильной проекциями. Продлите эту линию вниз до уровня желаемого расположения третьей проекции. Проведите тонкую горизонтальную линию под двумя данными проекциями на произвольном расстоянии. Третья

проекция будет построена ниже горизонтальной линии под фронтальной проекцией. Вспомогательные вертикальная и горизонтальная линии служат для построения третьей проекции детали.

3. Постройте проекции всех вершин двух имеющихся видов детали на вспомогательную горизонталь. Другими словами – опустите перпендикуляры на вспомогательную горизонталь из всех вершин на фронтальной и профильной проекциях. Перпендикуляры, проведенные из точек фронтальной поверхности, продлите ниже вспомогательной горизонтальной линии до желаемого места размещения третьей проекции. Вы получили ширину еще не вычерченной третьей проекции. Перпендикуляры, проведенные из точек профильной проекции, за горизонталь продолжать не нужно.

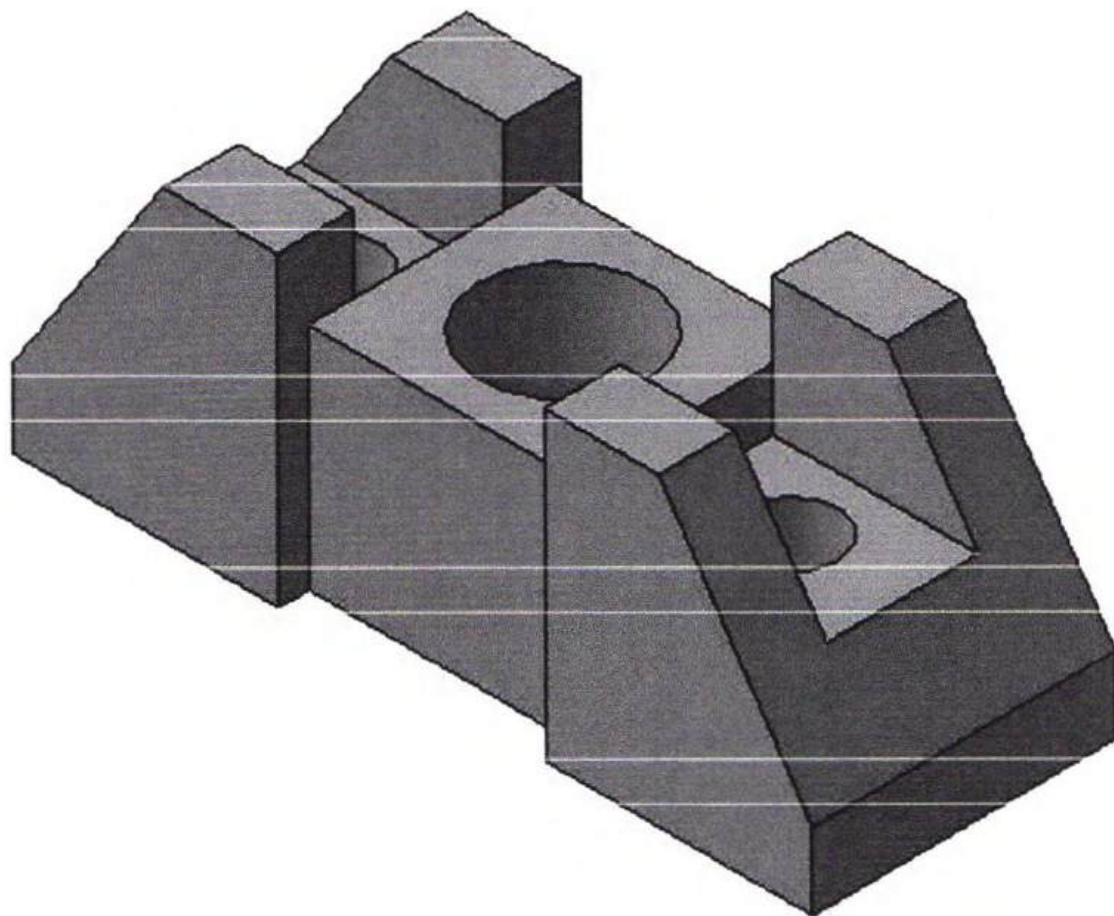
4. Поставьте иглу циркуля в точку пересечения вспомогательных вертикали и горизонтали. Карандаш циркуля установите в точку пересечения вспомогательной горизонтали и перпендикуляра, опущенного из точки профильной проекции. Полученным радиусом сделайте отметку на вспомогательной вертикали вниз. Таким же образом с помощью циркуля перенесите проекции всех вершин профильной проекции со вспомогательной горизонтали на вспомогательную вертикаль.

5. Восстановите перпендикуляры к вертикальной вспомогательной линии из перенесенных на нее проекций вершин профильной проекции детали. Продлите полученные перпендикуляры до пересечения с уже построенными линиями третьей проекции.

6. Закончите вычерчивание третьей проекции детали. Обведите основной линией контур детали и все видимые части проекции. Штриховой линией выполните невидимые части детали. Места расположения окружностей на выполняемой третьей проекции обозначены квадратами, получившимися при пересечении перпендикуляров к вспомогательным линиям. Впишите в эти квадраты окружности.

7. Для завершения работы нанесите размерные линии и проставьте размеры.

Пример выполнения работы



Лист №

Лист №

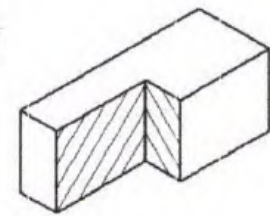
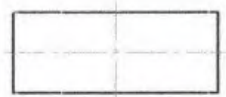
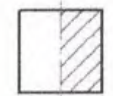
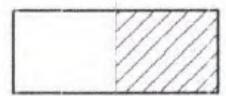
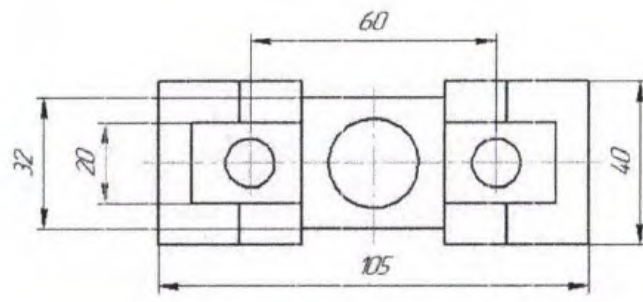
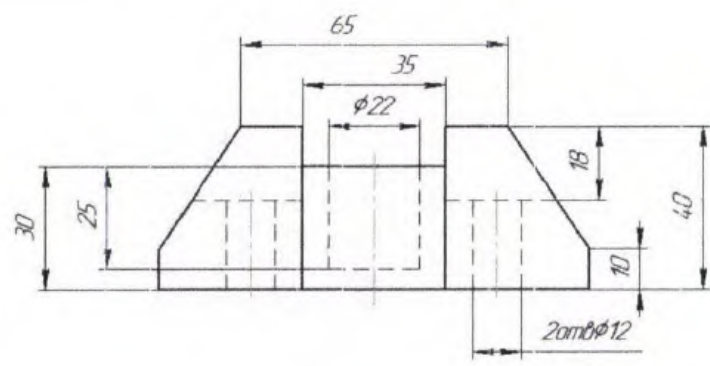
Лист №

Лист №

Лист №

Лист №

Лист №



По двум данным проекциям построить третью проекцию с применением разрезов, указанных в схеме, изометрическую проекцию с вырезом передней четверти. Нанесение размеров.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пята	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.							0,72	1:1
Проф.						Лист	Листов	
Т.контр.								
Н.контр.					Сталь 10 ГОСТ 1050-88			
С.тв.					Копирова			

Формат А3

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6
МОДЕЛЬ (ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА
МОДЕЛИ С ПАЗАМИ, ОТВЕРСТИЯМИ, СРЕЗАМИ)

Цель занятия:

1. Развитие пространственного воображения студентов.
2. Научиться применять требования стандартов при решении графических задач; совершенствовать навыки и умения работы со справочной и учебной литературой.
2. Научиться применять на практике правила замены половины вида на половину разреза

Обеспечение занятия: тетрадь, формат А3, чертежные инструменты

Задание к практическому занятию

1. На основании заданного наглядного изображения детали выполнить три вида.
2. Научиться выполнять изображения разрезов на чертежах.

Последовательность выполнения работы:

- на формате А3 построить три вида детали из задания;
- определить местоположение секущей плоскости, совпадающей с плоскостью симметрии детали, и построить на месте вида спереди простой разрез;
- нанести размеры согласно правилам нанесения размеров (ГОСТ 2.307-68);
- заполнить основную надпись.

Лист 1 из 1

Склад №

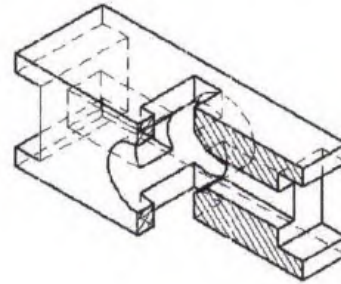
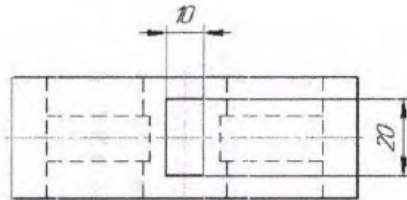
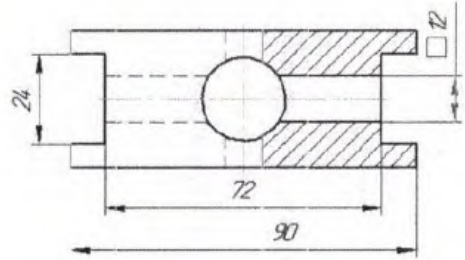
Листы в сборе

Масштаб

Вариант №

Листы в сборе

Лист №



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Рисов						0,4	1:1
Проект					Лист	Листов	1
Технический							
Исполнитель							
Вид							

Призма

Сталь 10 ГОСТ 1050-88

Копировать

Формат: А3

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7

«ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗРЕЗА ДЕТАЛИ»

Цель занятия:

1. Изучить содержание ГОСТ 2.305 – 68.
2. Развитие пространственного воображения студентов.
3. Научиться применять требования стандартов при решении графических задач; совершенствовать навыки и умения работы со справочной и учебной литературой.
4. Научиться применять на практике правила замены половины вида на половину разреза.

Обеспечение занятия: тетрадь, формат А3, чертежные инструменты.

Задание к практическому занятию

1. На основании заданного наглядного изображения детали выполнить три вида.
2. Научиться выполнять изображения разрезов на чертежах.

Последовательность выполнения работы:

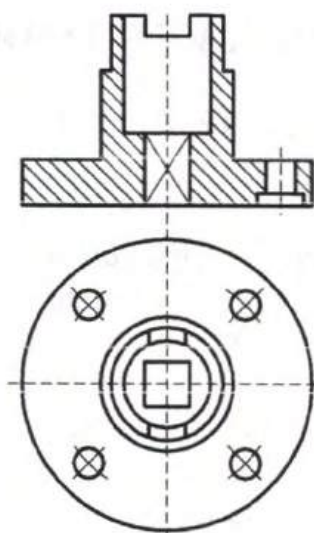
- на формате А3 построить три вида детали **Корпус** (из задания);
- определить местоположение секущей плоскости, совпадающей с плоскостью симметрии детали, и построить на месте вида спереди простой разрез;
- нанести размеры согласно правилам нанесения размеров (ГОСТ 2.307-68);
- заполнить основную надпись.

Методические указания по выполнению практического занятия

Назначение разрезов. Некоторые детали, как и изделия в целом, имеют очень сложную внутреннюю форму. Большое количество штриховых линий, если их использовать на чертеже для показа всех невидимых элементов детали, создает дополнительные трудности в восприятии ее формы. Для уяснения внутренней формы детали по чертежу, выявления ее отдельных частей и элементов применяют разрезы.

Разрез — это изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. При этом часть предмета, расположенная между наблюдателем и секущей плоскостью, мыслится удаленной. На разрезе показывают то, что находится в секущей плоскости и за ней.

Рассмотрим пример более подробно. Пусть секущая плоскость a расположена параллельно плоскости 112 . Плоскость a будем считать прозрачной. Если удалим условно часть детали, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью a (например, «сдвинем» на себя), то на изображении увидим фигуру сечения (она выделена штриховкой) и те части детали, которые находятся за секущей плоскостью.



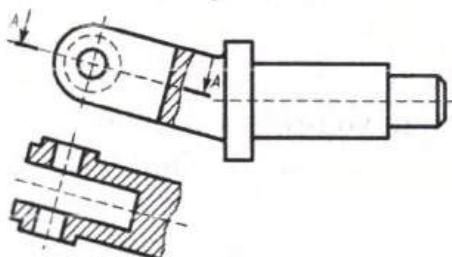
Как изменился чертеж детали после использования разреза? Как видите, вид сверху на чертеже не изменился. В то же время штриховые линии, которыми на главном виде были изображены внутренние очертания, теперь обведены сплошными основными линиями, так как они стали видимы. Фигура сечения, входящая в разрез, заштрихована. Но штриховка нанесена только там, где сплошные части детали попали в секущую плоскость.

Линии, находящиеся на передней (видимой), т. е. не изображенной, части детали, на разрезе не показаны.

Название и обозначение разрезов. Разрез детали, показанный на рисунке, получен с помощью одной плоскости. Такие разрезы называют простыми. Секущая плоскость в данном случае расположена параллельно фронтальной плоскости проекции. Поэтому разрез называют фронтальным.

Разрез, полученный при рассечении предмета плоскостью, параллельной горизонтальной плоскости проекций, называют горизонтальным. Если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций, разрез называют профильным.

Разрезы могут быть и наклонными. Такие разрезы получают плоскостями, расположенными под некоторым (отличным от 90°) углом к горизонтальной плоскости проекций.

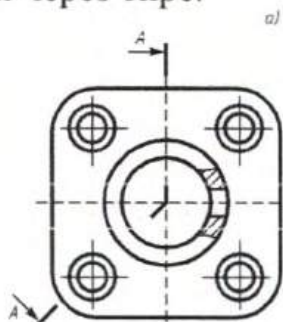


Разрез, полученный несколькими секущими плоскостями, называют сложным. На одном чертеже детали может быть несколько разрезов. Применение каждого из них должно быть целесообразным и оправданным.

Разрезы обычно располагают в проекционной связи: фронтальный — на месте главного вида, профильный - на месте вида слева, а горизонтальный — на месте вида сверху.

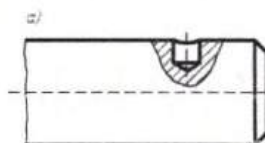
В том случае, когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали и разрез расположен в проекционной связи, его не обозначают.

Если секущая плоскость не совпадает с плоскостью симметрии, разрезы обозначают так же, как сечения - разомкнутой линией. Стрелки с буквами показывают направление взгляда. Над разрезом пишут те же буквы через тире.



На сечении показано лишь то, что расположено непосредственно в секущей плоскости. При построении разреза необходимо вместе с фигурой сечения давать изображения и тех частей детали, которые расположены за секущей плоскостью.

Местные разрезы. Для более четкого выявления формы детали в каком-нибудь ограниченном месте используют разрез, называемый местным. На чертеже с помощью такого разреза показаны форма и глубина отверстия детали. В этом случае достаточно ограничиться разрезом лишь той части детали, где находится данный элемент (например, отверстие). Местный разрез на виде выделяют сплошной волнистой линией, толщина которой — от $s/3$ до $s/2$, или сплошной тонкой линией с изломом. Эти линии не должны совпадать с другими линиями на изображении.



Соединение части вида и части разреза. Для выявления одновременно внутренней и наружной форм детали допускается соединять на одном изображении часть вида и часть соответствующего разреза. Эти изображения разделяют сплошной волнистой линией, которую проводят от руки, или сплошной тонкой линией с изломом.

Чем же вызвана необходимость применения именно таких изображений? Если на чертеже выполнить полный фронтальный разрез, то

по одному виду сверху нельзя будет судить о форме и высоте верхнего ушка. На фронтальном разрезе оно не будет показано.

Поэтому в данном случае лучше соединить часть вида и часть разреза.

Соединение половины вида и половины разреза. Если вид и располагаемый на его месте разрез представляют собой симметричные фигуры, можно соединить половину вида и половину разреза

При выполнении таких изображений следует иметь в виду, что границей между видом и разрезом служит ось симметрии, т. е. штрихпунктирная линия. Разрез на чертеже располагают справа от оси симметрии или под ней. На половине вида штриховые линии, изображающие контур внутренних очертаний, не проводят.

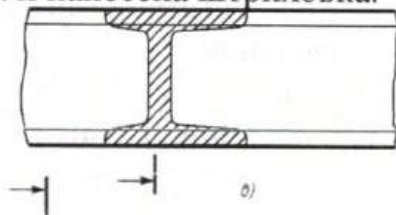
Если линия контура совпадает с осью симметрии, то соединяют часть вида и часть разреза, разделяя их сплошной тонкой линией так, чтобы контурная линия, о которой идет речь, не исчезла с чертежа.

Если на изображении, где соединены половина вида и половина разреза, необходимо нанести размеры, то размерные линии, относящиеся к элементу детали, вычерченному только до оси симметрии (например, отверстия), проводят несколько дальше оси и ограничивают стрелкой с одной стороны. Размер же указывают полный. Размеры внешней формы детали указывают со стороны вида, внутренней — со стороны разреза.

Изображение тонких стенок и спиц на разрезе. Существует ряд условностей при выполнении разрезов. Так, если секущая плоскость проходит вдоль тонкой стенки (ребра жесткости) детали, то на чертеже ее показывают рассеченной, но незаштрихованной

Не заштриховывают также спицы колес, если секущая плоскость проходит не поперек, а вдоль них.

При поперечном расположении секущей плоскости выполнено наложенное сечение швеллера и нанесена штриховка.

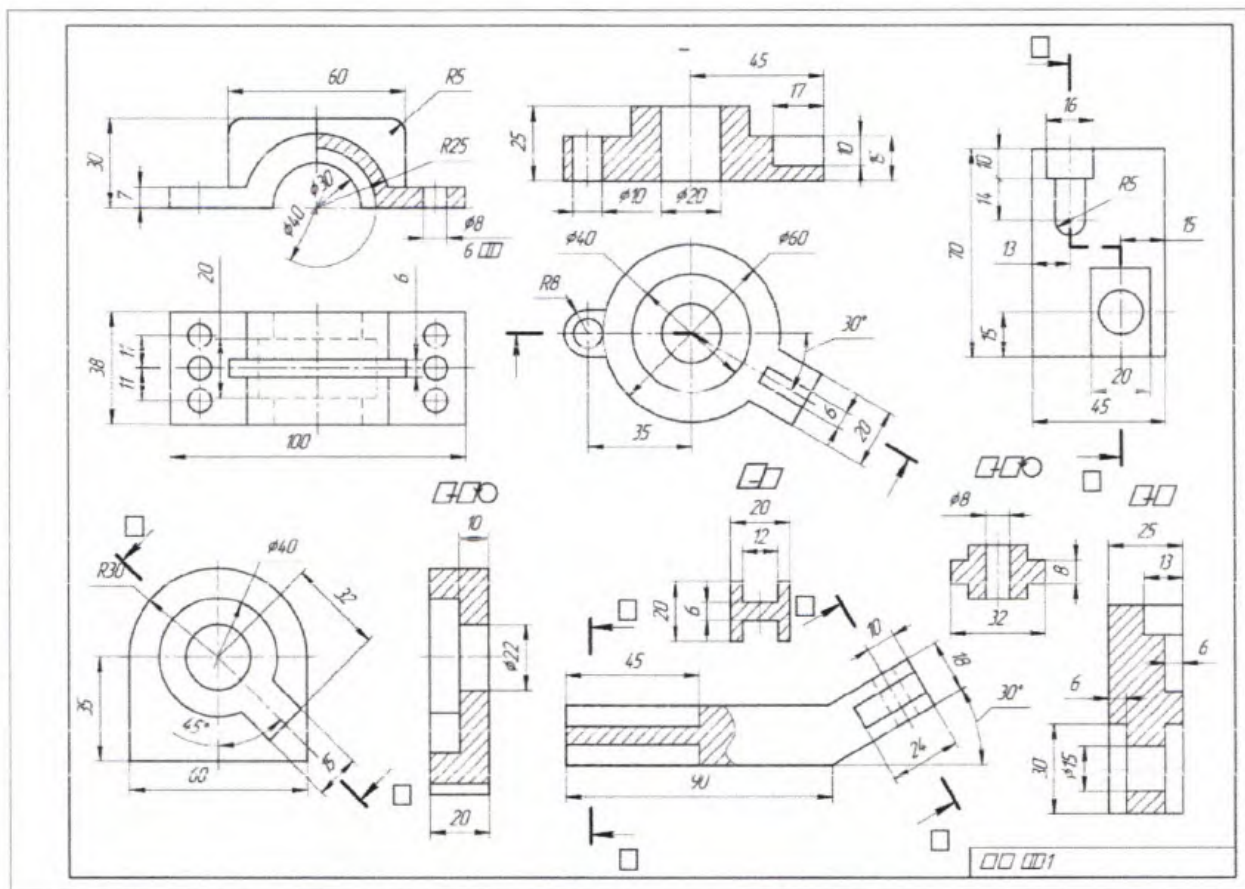


Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение разреза.
2. Укажите назначение разрезов.
3. Как изменится изображение после выполнения разреза?
4. Укажите отличия разреза от вида.
5. Как выделяется фигура сечения, входящего в разрез?
6. Какие разрезы называют простыми?
7. Какие разрезы называют горизонтальными? фронтальными? профильными?
8. В каких случаях разрезы не обозначают?
9. Какой разрез называют местным?

10. Когда применяют местный разрез?
11. Какими линиями ограничивают местный разрез?
12. С какой целью на чертеже используют часть вида и часть разреза? Какой линией их разделяют?
13. В каких случаях можно соединять половину вида и половину разреза? Какой линией их разделяют?
14. Показывают ли на половине вида внутренние очертания предмета?
15. В чем заключается особенность изображения в разрезе деталей с тонкими стенками?
16. В чем особенность изображения спиц в разрезе?

Пример выполнения задания



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (УПРОЩЕННОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ, БОЛТОМ, ВИНТОМ, ШПИЛЬКОЙ)

Цель занятия: 1. Изучить основные положения стандартов, относящихся к конструкциям и изображениям на чертежах изделий болтовых, винтовых и шпилечных соединений.

2. Усвоить термины и определения понятий, относящихся к конструкциям и правилам изображения на чертежах разъёмных резьбовых соединений.

Обеспечение занятия: Чертежная бумага /формата А3/, линейка, циркуль, карандаши различной твёрдости и мягкости (ИТ, Т, ТМ, М, 2М), резинка.

Задание к практическому занятию

1. Изучить основные положения стандартов, относящихся к конструкциям и изображениям на чертежах изделий болтовых, винтовых и шпилечных соединений.

2. На листе чертежной бумаги формата А3 вычертите рамку и графы основной надписи.

3. Постройте в зависимости от варианта по размерам, приведенным в табл.1, чертеж болта (в двух видах) по ГОСТ 7805-70 и чертежи входящих в комплект его соединения гайки (по ГОСТ 5915-70) и шайбы (по ГОСТ 11371-78).

4. Проставьте размеры на деталях.

5. Масштаб изображения выберите из стандартных значений масштабов самостоятельно с учетом требования эффективного заполнения поля чертежа.

6. Заполните основную надпись. Название работы – Изделия крепежные.

Методические указания по выполнению практического занятия

Основным элементом резьбовых соединений является резьба-поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. Резьба классифицируется по следующим признакам:

а) в зависимости от формы поверхности, на которой выполнена резьба,

резьбы подразделяются на цилиндрические, образованные на цилиндрической поверхности, и конические, образованные на конической поверхности;

б) в зависимости от расположения резьбы на поверхности стержня или отверстия резьбы подразделяются на внешние и внутренние;

в) в зависимости от формы профиля резьбы, то есть контура сечения резьбы в плоскости, проходящей через её ось, различают резьбы

треугольного, прямоугольного, трапециевидного, круглого и других профилей.

Треугольную резьбу подразделяют на метрическую, трубную и коническую дюймовую; трапециевидную — на трапецеидальную, окулярную и упорную.

Профили резьб характеризуются следующими особенностями.

Специальные резьбы - резьбы, имеющие стандартный профиль и нестандартный либо диаметр, либо шаг резьбы.

К параметрам резьбы относятся её шаг и ход.

Шаг резьбы (Р)- расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля, измеренными вдоль оси резьбы. По величине шага различают резьбу крупную, мелкую и специальную.

Ход резьбы - относительное осевое перемещение винта (гайки) за один оборот, равное произведению $p \cdot P$, где p - число заходов резьбы. По числу заходов резьбы делятся на однозаходные и многозаходные.

По направлению винтовой линии различают резьбу правую (образованную контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя) и левую (образованную контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя). Наиболее распространенными являются правые резьбы.

В зависимости от назначения резьбы делятся на крепёжные, предназначенные для неподвижного соединения деталей; крепёжно-уплотняющие, предназначенные одновременно для соединения деталей и обеспечения герметичности полученного соединения, и ходовые, предназначенные для передачи движения.

ГОСТ 2.311-68 устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах.

На стержне резьбу изображают сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру. Конец резьбы изображают сплошными основными толстыми линиями. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру проводят дугой равной $3/4$ окружности, разомкнутой в любом месте.

В отверстиях резьбу изображают сплошными тонкими линиями по наружному диаметру. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную $3/4$ окружности, разомкнутую в любом месте.

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстояние не менее 0,8 мм от толстой основной линии и не более величины шага резьбы.

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстиях, т. е. в обоих случаях до сплошной основной толстой линии.

Кромка, срезанная в виде усеченного конуса на цилиндрическом стержне или в отверстии, называется фаской. Этот элемент обеспечивает удобство сопряжения деталей, улучшает внешний вид изделия, предохраняет резьбу от забоя. Фаски в проекции на плоскость перпендикулярную к оси стержня или отверстия не изображают

На разрезах резьбовых соединений изображают только ту часть внутренней резьбы, которая не закрыта внешней резьбой.

Резьбовые соединения образуются с помощью резьбовых крепёжных деталей: винтов, болтов, шпилек, гаек или резьбы, нанесенной непосредственно на соединяемые детали. Резьбовые соединения относятся к разъёмным неподвижным соединениям. В такого рода соединениях соединяемые детали друг относительно друга не перемещаются, а за счёт наличия резьбовых деталей такое соединение легко разбирается на составные части без нарушения целостности входящих в соединение деталей

Болт представляет собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется резьба, выполненная способом накатки или нарезки, а на другом - головка. Форма головок: шестигранная, квадратная, цилиндрическая и т. д.

По конструкции болты с 6-гранными головками разделяются на

- а) Исполнение 1 - без отверстий;
- б) Исполнение 2 - со шплинтовым отверстием в стержне;
- в) Исполнение 3 - с двумя сквозными отверстиями в головке - для прошплинтовки проволокой с целью предотвращения самоотвинчивания.

Примеры условного обозначения болтов:

1) болт с диаметром резьбы $d = 12$ мм, длиной $L = 60$ мм, класса прочности 5,8, исполнения 1, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 6g, без покрытия:

Болт M12 x 60-6g .58 ГОСТ 7798—70;

2) то же класса прочности 10.9 из стали 40X, исполнение 2, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6g, с покрытием 01:

Болт 2M12 x 1,25-6g x60.109.40x.01 ГОСТ 7798-70.

Винт представляет собой резьбовой стержень с головкой, форма и размеры которой отличаются от головок болтов. В зависимости от формы головки винтов они могут завинчиваться ключами или отвертками, для чего в головке винта выполняется специальный шлиц (прорезь) для отвертки (рис. 55).

Шпилькой называется крепежная деталь, представляющая собой цилиндрический стержень, имеющий с двух концов резьбу.

Конструкция и размеры шпилек общего применения регламентированы

ГОСТ 22032-76 - ГОСТ 22043-76, шпилек двухсторонних для фланцевых соединений - ГОСТ 9066-75.

Шпильки общего применения выпускаются нормальной и повышенной

точности для деталей с резьбовыми отверстиями (рис. 56) и для деталей с гладкими отверстиями.

Пример условного обозначения шпильки для детали с резьбовым отверстием:

1) Шпилька с диаметром резьбы $d = 20$ мм, с крупным шагом $P = 2,5$ с полем допуска 6g, длиной $L = 140$ мм, класса прочности 5,8, без покрытия:

Шпилька М20-6g x 140.5,8 ГОСТ 22032-76.

Гайкой называется деталь, которая имеет отверстие с резьбой для навинчивания на болт или шпильку.

По форме гайки разделяются на шестигранные, круглые, корончатые и прорезные и другие

Примеры условного обозначения:

1) Гайка исполнения 1, с диаметром резьбы $d = 12$ мм, с крупным шагом резьбы, с полем допуска 7H, класса прочности 5, без покрытия:

Гайка М12.5 ГОСТ 5915 - 70 ;

2) то же исполнения 2, с мелким шагом резьбы, с полем допуска 6H, класса прочности 12, из стали марки 40Х, с покрытием 0,1 толщиной 6 мкм:

Гайка 2М12 x 1,25-6H.12.40Х.016 ГОСТ 5915-70.

Шайбой называется деталь (круглое кольцо с отверстием без резьбы для болта, винта или шпильки), подкладываемая под гайку, головку болта (винта) как для предохранения поверхности детали от повреждения при закручивании гайки, для более равномерного распределения давления гайки на соединяемые детали и устранения самоотвинчивания болтов, винтов и гаек при вибрации.

Резьбовые соединения изображают конструктивно, упрощенно или условно в зависимости от назначения чертежа. Если при изображении изделия необходимо указать технологические особенности соединяемых частей, то используют конструктивное изображение крепёжных деталей и соединений.

В случае, когда изображение изделия выполнено достаточно крупно и нет необходимости указывать технологические особенности соединяемых частей, крепёжные детали и соединения изображают упрощенно. На чертеже крепёжных деталей, диаметры которых равны 2 мм и менее, все соединения следует изображать условно.

При вычерчивании резьбовых соединений необходимо учитывать следующее:

а) на главном изображении головку болта и гайку принято показывать тремя гранями;

б) по ГОСТ 2.305-68 болты, винты и шпильки в продольном разрезе изображают нерассеченными. На сборочных чертежах нерассеченными, как правило, изображают также гайки и шайбы;

в) смежные детали штрихуют с наклоном в разные стороны. Наклон штриховки для одной и той же детали должен быть в одну и ту же сторону на всех изображениях;

г) на упрощенном изображении резьбового соединения не показывают фаски, зазор между стержнем и отверстием, резьбу изображают по всей длине независимо от её действительной длины;

д) шлиц в головке под отвертку у винтов изображают на видах спереди и слева перпендикулярно к фронтальной и профильной плоскостям проекций, а на виде сверху - условно под углом 45° .

Болтовое соединение состоит из болта, гайки, шайбы и скрепляемых деталей (рис. 59). Размеры деталей упрощенного изображения соединения берутся в зависимости от диаметра резьбы болта - d .

Винтовое соединение состоит из самого винта и двух соединяемых деталей. В одной из них просверлено глухое отверстие с резьбой. Винт свободно проходит сквозь отверстие присоединяемой детали и ввинчивается в глухое резьбовое отверстие другой детали, причем коническая головка винта не должна выступать над поверхностью детали. Размеры деталей упрощенного изображения соединения берутся в зависимости от диаметра резьбы винта - d .

Длина ввинчиваемого (посадочного) конца винтов - L_i зависит от материала деталей, имеющих резьбовое отверстие.

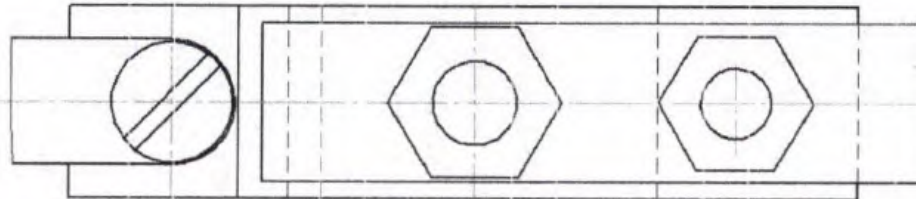
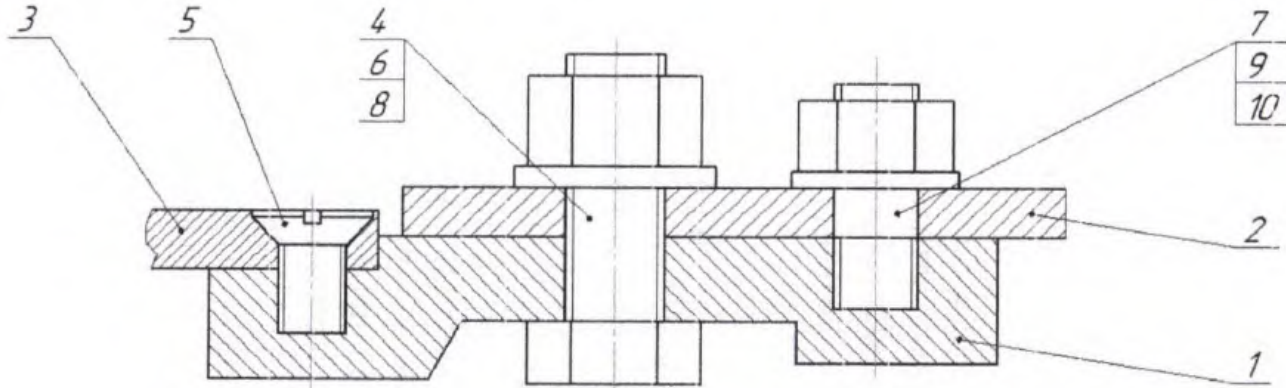
Шпильчное соединение состоит из шпильки, гайки и шайбы. В одной из соединяемых деталей просверливают глухое отверстие. В этом отверстии нарезают резьбу - d . Шпильку резьбовым посадочным концом - L_i завинчивают в отверстие. Затем в подсоединяемой детали просверливают отверстие диаметром $(1,05-1,1)d$ и надевают её на шпильку. После этого на шпильку надевают шайбу и навинчивают гайку. Размеры деталей упрощенного изображения соединения берутся в зависимости от диаметра резьбы шпильки - d .

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое резьба?
2. Классификация резьб?
3. Что относится к основным параметрам резьбы?
4. Что называется шагом и ходом резьбы?
5. Как условно изображается резьба на чертежах?
6. Каково условное изображение резьбы на стержне и в отверстии?
7. В чём отличие в обозначениях метрической и трубной резьбы?
8. Как изображается и обозначается резьба с нестандартным профилем?
9. Какая резьба называется специальной?
10. Какие детали входят в состав болтового соединения?
11. Какие детали входят в состав шпильчного соединения?

Пример выполнения задания

ЛЗ 8 00 00 8 СБ



Лист №

Склад №

Лист и форма

Лист №

Лист №

Лист и форма

Лист №

				ЛЗ 8 00 00 8 СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.							1:1
Проб.					Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.							
Умб.							

К. Куропан

Формат А1

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9 **«НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ (ВЫПОЛНЕНИЕ** **СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ)»**

Цель занятия: получить знания по стандарту ГОСТ 2.312ЕСКД, приобрести навыки выполнения чертежей сварных изделий.

Задание к практическому занятию
На формате А3 выполнить чертеж сварного соединения

Обеспечение занятия: Чертежная бумага /формата А3/, линейка, циркуль, карандаши различной твёрдости и мягкости (Т, ТМ, М, 2М), резинка.

Методические указания по выполнению практического занятия

Неразъемные соединения

Неразъемными называют соединения, повторная сборка и разборка которых невозможна без повреждения деталей или связующего их элемента. К ним относятся сварные, паяные соединения, соединения, получаемые склеиванием, сшиванием, заклепками, при помощи металлических скобок.

Изображения и обозначения сварных соединений

СВАРКА - процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312.

Способы сварки:

1. Ручная электродуговая ГОСТ 5264
2. Автоматическая и полуавтоматическая под флюсом ГОСТ 11533
3. Дуговая сварка в защитном газе ГОСТ 14771
4. Контактная сварка ГОСТ 15878 и др.

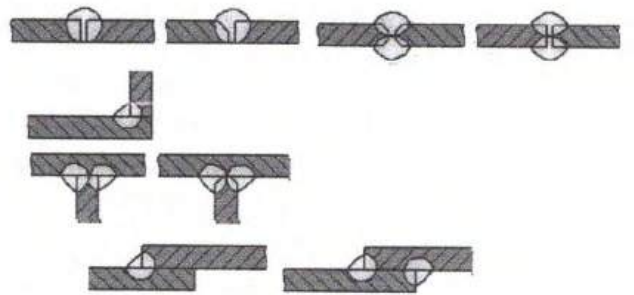
Виды сварных соединений

• Стыковое, обозначается буквой С

• Угловое, обозначается буквой У

• Тавровое, обозначается буквой Т

• Нахлесточное, обозначается буквой Н

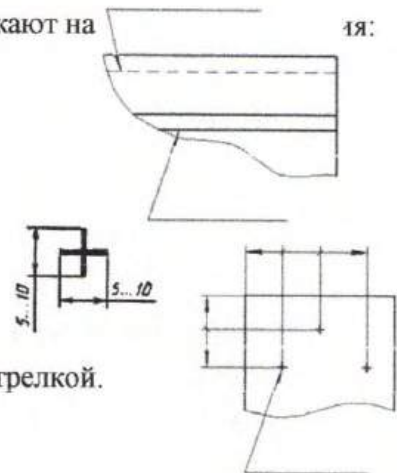


Сварной шов, независимо от способа сварки, изображают на **видимый** - сплошной основной линией, **невидимый** - штриховой линией.

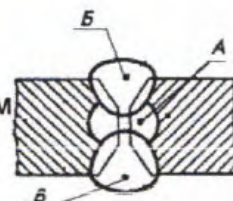
Видимую одиночную сварную точку, независимо от способа сварки, условно изображают знаком «+», который выполняют сплошными линиями. Высотой и шириной 5...10 мм.

Невидимые сварные точки не изображают.

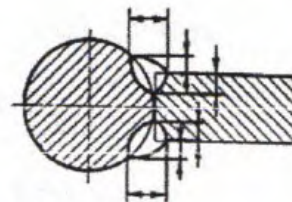
От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой.



На изображение сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом их необходимо обозначать прописными буквами русского алфавита.



Шов, размеры конструктивных элементов которого стандартами не установлены (нестандартный шов), изображают с указанием размеров конструктивных элементов, необходимых для выполнения шва по данному чертежу.



Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва - сплошными тонкими линиями.

За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку.

За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с несимметрично подготовленными кромками принимают сторону, с которой производят сварку основного шва.

За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с симметрично подготовленными кромками может быть принята любая сторона.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ШВОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

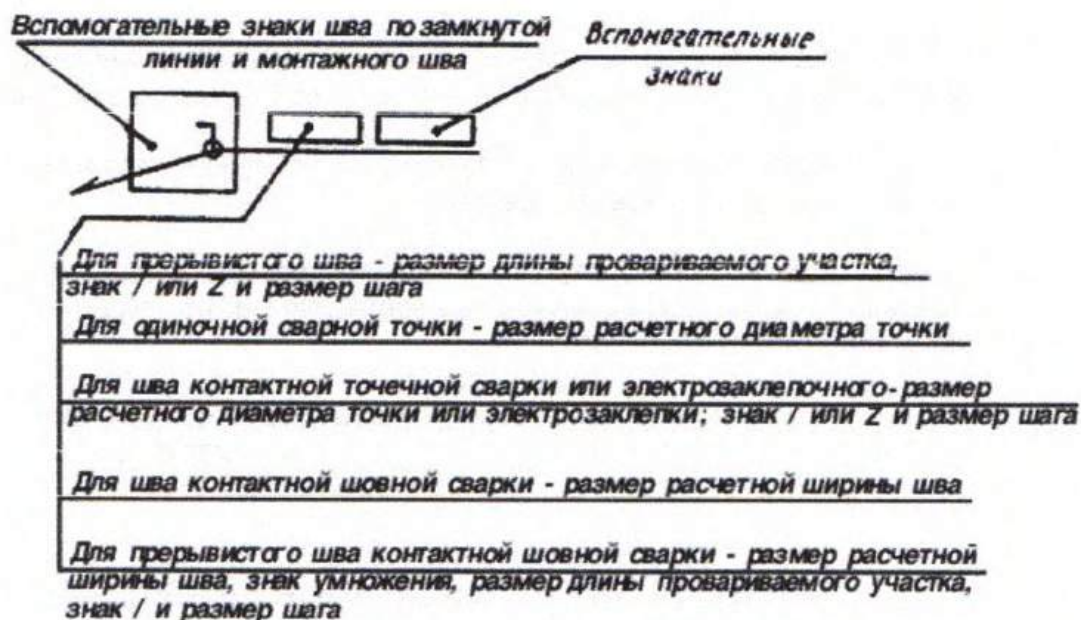
В скобках приведено изображение знаков при обозначении шва с оборотной стороны

№ знака	Знак ²	Значение знака
1		Монтажный шов по замкнутому контуру
2		Шов по незамкнутому контуру, если расположение шва ясно из чертежа
3		Шов выполнить при монтаже изделия
4		Катет шва
5		Шов прерывистый или точечный с цепным расположением провариваемых участков с указанием длины участка l и шага t
6		Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением провариваемых участков с указанием длины участка l и шага t
7		Усиление (выпуклость) шва снять
8		Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу

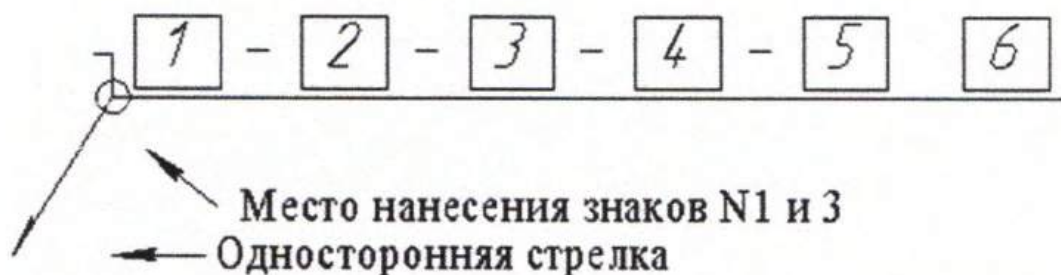
В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями.

Вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.


Структура условного обозначения нестандартного шва или одиночной сварной точки



Структура условного обозначения стандартного шва или одиночной сварной точки по ГОСТ 2.312



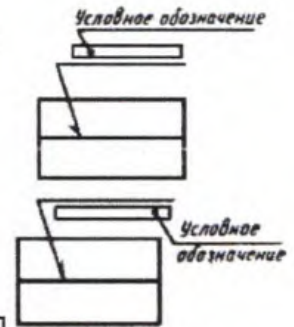
- 1 — Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов
- 2 — Буквенно-цифровое обозначение шва
- 3 — Условное обозначение способа сварки (допускается не указывать)
- 4 — Знак \triangle и размер катета
- 5 — Размер:
 - для прерывистого шва — длины привариваемого участка
 - для одиночной сварной точки, или контактной точечной сварки — расчетного диаметра точки
 - для контактной шовной сварки — расчетной ширины шва
 - для прерывистого шва контактной шовной сварки — расчетной ширины шва, знак умножения, размер
- длины привариваемого участка, знак / и размер шва
- 6 — Вспомогательные знаки

Знаки  выполняют сплошными тонкими линиями. Высота знака должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

В технических требованиях чертежа или таблицы швов указывают способ сварки, которым должен быть выполнен нестандартный шов.

Условное обозначение шва наносят:

- а) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны;
- б) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны.



Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности наносят на полке или под полкой линии-выноски после условного обозначения шва, или указывают в таблице швов, или приводят в технических требованиях чертежа, например: "Параметр шероховатости поверхности сварных швов...".

Содержание и размеры граф таблицы швов настоящим стандартом не регламентируются.



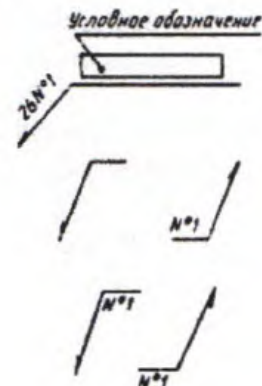
Если для шва сварного соединения установлен контрольный комплекс или категория контроля то их обозначение допускается помещать под линией-выноской.

В технических требованиях или таблице швов на чертеже приводят ссылку на соответствующий нормативно-технический документ.

Сварочные материалы указывают на чертеже в технических требованиях или таблице швов. Допускается сварочные материалы не указывать.

При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносят у одного из изображений, а от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают один порядковый номер, который наносят:

- а) на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва;
- б) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с лицевой стороны ;
- в) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с оборотной стороны.



Швы считают одинаковыми, если:

- одинаковы их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении;
- к ним предъявляют одни и те же технические требования.

УПРОЩЕНИЯ ОБОЗНАЧЕНИЙ ШВОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

При наличии на чертеже швов, выполняемых по одному и тому же стандарту, обозначение стандарта указывают в технических требованиях чертежа: запись по типу:

«Сварка – по ... Сварные швы... по...» или таблице.

Допускается не присваивать порядковый номер одинаковым швам, если все швы на чертеже одинаковы и изображены с одной стороны (лицевой или оборотной). При этом швы, не имеющие обозначения, отмечают линиями-выносками без полок.



На чертеже симметричного изделия, при наличии на изображении оси симметрии, допускается отмечать линиями-выносками и обозначать швы только на одной из симметричных частей изображения изделия.

Одинаковые требования, предъявляемые ко всем швам или группе швов, приводят один раз - в технических требованиях или таблице швов.

На чертеже изделия, в котором имеются одинаковые составные части, привариваемые одинаковыми швами, эти швы допускается отмечать линиями-выносками и обозначать только у одного из изображений одинаковых частей.

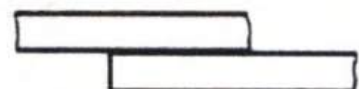
Допускается не отмечать на чертеже швы линиями-выносками, а приводить указания по сварке записью в технических требованиях чертежа, если эта запись однозначно определяет места сварки, способы сварки, типы швов сварных соединений и размеры их конструктивных элементов в поперечном сечении и расположение швов.

СОЕДИНЕНИЯ ПАЯНЫЕ И КЛЕЕНЫЕ








Пайкой называют процесс соединения металлических или металлизированных деталей с помощью дополнительного связующего материала – припоя, температура плавления которого ниже температуры плавления материала соединяемых деталей.

Склеиванием называют соединение деталей тонким слоем быстротвердеющего раствора – клея.

В соединениях, получаемых пайкой и склеиванием, место соединения элементов следует изображать сплошной линией толщиной 2s.



Как и сварные, паяные (П) швы подразделяют на:

Нахлесточные		ПН-1, ПН-2, ПН-3
Телескопические		ПН-4, ПН-5, ПН-6
Стыковые		ПВ-1, ПВ-2
Косостыковые		ПВ-3, ПВ-4
Тавровые		ПТ-1, ПТ-2, ПТ-3, ПТ-4
Угловые		ПУ-1, ПУ-2, ПУ-3
Соприкасающиеся		ПС-1, ПС-2, ПС-3, ПС-4, ПС-5

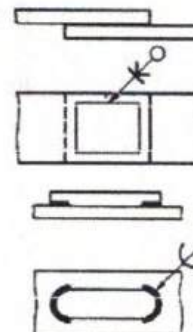
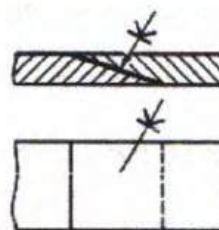
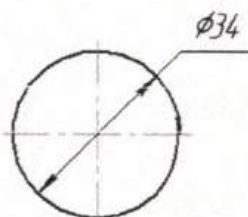
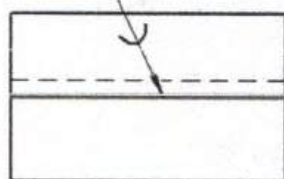
Для обозначения паяного и клееного соединения следует применять условный знак, который наносят на линии-выноске сплошной основной линией:

С
К

- для пайки;

- для склеивания.

Паять ПОС 30
ГОСТ 21930-76



Швы, выполняемые по замкнутой линии, следует обозначать окружностью диаметром от 3 до 5 мм, выполняемой тонкой линией

Швы, ограниченные определенным участком, следует обозначать, как показано на черт.

На изображении паяного соединения при необходимости следует указывать размеры шва и обозначение шероховатости поверхности.

Обозначение припоя или клея (клеящего вещества) по соответствующему стандарту или техническим условиям следует проводить в технических требованиях чертежа записью по типу:

"ПОС 40 ГОСТ..." или "Клей БФ-2 ГОСТ...".

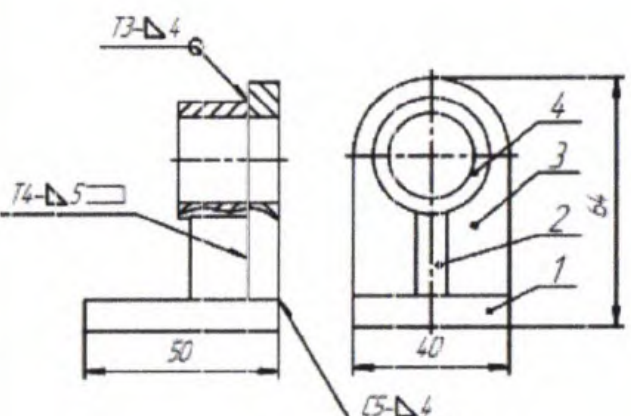
При необходимости в том же пункте технических требований следует приводить требования к качеству шва. Ссылку на номер пункта следует помещать на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва.

При выполнении швов припоями или клеями различных марок всем швам, выполняемым одним и тем же материалом, следует присваивать один порядковый номер, который следует наносить на линии-выноске. При этом в технических требованиях материал следует указывать записью по типу:

"ПОС 4 ГОСТ... (N 1), клей БФ-2 ГОСТ... (N 2)".

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

ТК XX XX 000 СБ



1. Старые шты по ГОСТ 5264-80
 2. Электроды марки ЭЭ1 ГОСТ 9467-75

ТК XX XX 000 СБ

№	Имя
Иванов	
Петров	

Подшпник

Лист	Масштаб	Материал
1	0,3	11

Контур: /
Вариант: /

Код	Обозначение	Наименование	Ис.	Примечание
	<u>Документация</u>			
И	ТК XX XX 000 СБ	Сборочный чертеж		
	<u>Детали</u>			
1	ТК XX XX 001	Глушка	1	
2	ТК XX XX 002	Кольцо	1	
3	ТК XX XX 003	Шпилька	1	
4	ТК XX XX 004	Втулка	1	

ТК XX XX 000

№	Имя
Иванов	
Петров	

Подшпник

Лист	Лист	Листов
1	1	1

Контур: /
Вариант: /

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10

«НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ (ВЫПОЛНЕНИЕ ЭСКИЗА РАБОЧЕЙ ДЕТАЛИ С НАТУРЫ С ПРОСТАНОВКОЙ РАЗМЕРОВ)»

Цель занятия: научиться строить изображение плоских фигур с натуры.

Обеспечение занятия: Чертежная бумага /формата А3/, линейка, циркуль, карандаши различной твёрдости и мягкости (ИТ, Т, ТМ, М, 2М), резинка.

Задание к практическому занятию № 10

Выполнение эскиза детали

- выполнение изображений детали в соответствии с правилами стандартов ЕСКД;
- знакомство с приемами измерения размеров детали;

Эскиз выполняется на листе белой клетчатой бумаги, соответствующей формату А3, удобной для проведения линий и установления проекционной связи между изображениями. Карандаш применяют маркировки *НВ* или *В*, а также *ТМ*, *М*.

Последовательность выполнения работы:

1. По заданию (выданной детали) выполнить эскиз
2. Продумать компоновку чертежа
4. Выполнить нужные разрезы (сечения), штриховку и простановку размеров в соответствии с произведенными замерами.
5. Заполнить основную надпись

Методические указания по выполнению практического занятия

1. Эскиз это выполненный от руки чертеж детали с приблизительным сохранением пропорций предмета.
2. Построение эскиза детали, как и любого чертежа, начинают с построения осей.
3. Эскизы деталей удобно выполнять на бумаге в клетку (миллиметровке).
4. Выполнить эскиз детали со всеми необходимыми разрезами и сечениями.
5. Произвести простановку размеров.
6. Заполнить основную надпись, проверить оформление чертежа.

Выполнение изображений детали с натуры (съемка эскиза) – важная часть обучения составлению чертежа. Эскиз и чертеж детали по содержанию одинаковы, они должны содержать все сведения о форме и размерах детали.

Эскиз детали выполняют с натуры от руки без применения чертежных инструментов, без соблюдения стандартного масштаба, но с соблюдением пропорций между размерами отдельных элементов детали и соблюдением проекционной связи между изображениями. Графа для масштаба в основной надписи не заполняется.

Каждый студент во время аудиторных занятий по дисциплине «Инженерная графика» получает для съемки эскиза деталь, а также измерительный инструмент и методические указания к выполнению работы.

Последовательность выполнения эскиза

Предлагаемый порядок выполнения эскиза позволит оптимизировать процесс эскизирования и в значительной мере предотвратит ошибки.

1. Знакомство с деталью

Внимательно осмотреть деталь. Проанализировать форму детали и определить характер ограничивающих ее поверхностей (наружных и внутренних), их взаимное расположение. Определить положение детали относительно плоскостей проекций. Выяснить материал, из которого изготовлена деталь.

Деталь, с которой студенты снимают эскиз, имеет преимущественно форму соосных поверхностей вращения. Деталь имеет две наружные и одну внутреннюю резьбы, а также гладкое цилиндрическое отверстие. Кроме того, она имеет шестигранник для передачи крутящего момента.

2. Определение содержания и количества изображений

Особое внимание уделяется выбору главного изображения. Оно должно давать наиболее полное представление о форме и размерах детали.

Главное изображение детали, имеющей преимущественно форму поверхностей вращения, чаще всего располагают так, чтобы ось вращения была параллельна основной надписи на чертеже. Гранную поверхность на главном изображении располагают предпочтительно так, чтобы было видно максимальное количество граней.

На главном изображении совмещаем вид спереди и фронтальный разрез, которые позволяют выявить наружную и внутреннюю формы штуцера.

Далее определяется количество изображений – видов, разрезов, сечений, полностью выявляющих форму детали. Количество изображений на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для передачи формы детали.

Если данная деталь имеет в сечении гранную фигуру, то необходимо выполнить сечение или вид слева.

Если на детали есть мелкие элементы, то для пояснения конструкции этих элементов и нанесения размеров рекомендуется прибегать к выносным элементам

На главном изображении проточки изображаются с упрощением. Выносные элементы дают полное представление о формах и размерах проточек.

3. Выбор размера листа

Размер листа выбирают в зависимости от сложности и размеров детали с учетом увеличения или уменьшения изображений по сравнению с натурой. Размеры изображений должны быть такими, чтобы не затруднялись чтение эскиза и простановка размеров. Изображения без размеров должны занимать примерно 30 – 40% поля чертежа.

4. Компоновка изображений

После выбора листа наносят тонкими линиями внутреннюю рамку, основную надпись.

Проводят осевые линии.

Намечают тонкими сплошными линиями габаритный прямоугольник и окружность для будущих изображений с учетом равномерного использования поля листа и обеспечения необходимого поля для размещения размерных линий и других данных.

В левой нижней части листа будут расположены выносные элементы.

5. Построение изображений

Изображения детали строят, используя в возможно большей степени линии клетчатой бумаги. Центры окружностей (как правило) помещают в точках пересечений линий сетки. Окружности разрешается проводить циркулем с последующей их обводкой от руки. Линии связи отслеживают, но не проводят.

Элементы детали (проточки для выхода резьбообразующего инструмента) отмечают на главном изображении замкнутой сплошной тонкой линией и обозначают на полке линии-выноски прописной буквой русского алфавита. Над изображением выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен. На эскизах вместо масштаба делается надпись по типу А.

Измерительные инструменты и приемы измерения

Перед нанесением выносных и размерных линий на изображениях штангера целесообразно определить параметры резьб.

Обмер детали при выполнении ее эскиза с натуры выполняется с помощью различных инструментов, которые выбирают в зависимости от величины и формы детали, а также от требуемой точности определения размеров.

Для приближенного определения линейных размеров применяются металлическая линейка, кронциркуль и нутромер.

Металлической линейкой измеряют линейные размеры деталей с точностью до 1 мм.

Кронциркулем измеряют размеры наружных, а **нутромером** – внутренних поверхностей деталей с точностью до 1 мм.

На рис. 39, 40 показаны приемы измерения диаметров цилиндрической части детали кронциркулем и нутромером и длины основания металлической линейкой.

Длину детали, имеющей ступенчатую форму, измеряют линейкой и угольниками

В аудиторных условиях для обмера деталей помимо простой линейки может быть использован специальный мерительный инструмент: штангенциркули с точностью измерения до 0,1 мм и резьбомеры.

У штангенциркуля с одного конца штанги, имеющей миллиметровую шкалу, расположены длинные (для измерения наружных) и короткие (для внутренних размеров и диаметров) измерительные губки. По штанге перемещается рамка с такими же ответными губками. На ней имеется специальная шкала – нониус, на которой нанесено десять делений с ценой каждого деления 1,9 мм, что позволяет при совпадении рисок определять размеры с точностью до 0,1 мм. По пазу на оборотной стороне штанги перемещается щуп – глубиномер.

Работают штангенциркулем, держа его в руке за длинную штангу и перемещая по ней рамку. При этом будет изменяться расстояние между губками и степень выдвижения щупа.

При определении размера детали, измеряемого штангенциркулем, смотрят, на каком месте шкалы штанги приходится крайний левый (нулевой) штрих нониуса. Исходя из этого, определяют по шкале штанги, сколько миллиметров содержится в данном размере. Затем замечают, какой штрих нониуса точно совпадает со штрихом шкалы штанги; количество делений на нониусе до совпадающего штриха соответствует количеству десятых долей миллиметра.

6. Нанесение выносных и размерных линий

В соответствии с ГОСТ 2.307–2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений» при нанесении выносных и размерных линий должны соблюдаться следующие правила:

При соединении вида и разреза размеры внешних элементов детали наносят со стороны вида, а внутренних – со стороны разреза.

Наибольшее количество размеров должно быть сгруппировано на главном изображении, наиболее полно отображающем форму детали.

Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу, необходимо группировать в том месте, где геометрическая форма этого элемента показана наиболее полно.

Допускается проводить размерную линию с обрывом.

Следует избегать пересечения размерных линий, а также пересечения размерных и выносных линий.

Расстояние между размерной линией и параллельной ей линией контура должно быть не менее 10 мм. Расстояние между параллельными размерными линиями рекомендуется – 10 мм, для удобства использования клеток листа бумаги.

7. Обмер детали и простановка размеров

Это очень важный этап. Пропуск или ошибка хотя бы в одном из размеров делают чертеж непригодным к использованию.

8. Оформление эскиза

Удалить вспомогательные линии построений. Выполнить необходимые надписи. Произвести обводку изображений, соблюдая соотношение толщин различных типов линий по ГОСТ 2.303–68.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение изделия.
2. Какое изделие называют деталью?
3. Чем эскиз отличается от чертежа?
4. Что называют изделием?
5. Какое изделие называют деталью?
6. Какой конструкторский документ называют чертежом детали?
7. Какие требования к выбору:
 - главного изображения;
 - количества содержания изображений детали;
 - масштаба изображений;
 - формата листа чертежа?
8. Какие правила применяют для уменьшения количества изображений детали на чертеже?
9. Какие основные требования устанавливает стандарт к нанесению размеров на чертеже детали?
ы нескольких одинаковых элементов изделия (например, 4 отверстия диаметром 10мм)?
10. В каких единицах указывают на чертеже линейные размеры, угловые размеры?
11. Как следует наносить размерные и выносные линии при указании размеров: прямолинейного отрезка, угла, дуги окружности?
12. На сколько миллиметров должны выходить выносные линии за концы стрелок размерной линии?
13. Чему равно минимальное расстояние между размерной линией и линией контура?
14. Какие знаки наносят перед размерными числами радиуса, диаметра, сферы, уклона, конусности?
15. Как рекомендует стандарт располагать размерные числа при нескольких параллельно расположенных размерных линиях?
16. Можно ли использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных?
17. В каком случае размерную линию можно проводить с обрывом?
18. Как наносят размер

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №11

«НАИМЕНОВАНИЕ ДЕТАЛИ (ВЫПОЛНЕНИЕ ЭСКИЗА КОРПУСНОЙ ДЕТАЛИ С НАТУРЫ С ПРОСТАНОВКОЙ РАЗМЕРОВ)»

Цель занятия: научиться строить изображение плоских фигур с натуры.

Обеспечение занятия: Чертежная бумага /формата А3/, линейка, циркуль, карандаши различной твёрдости и мягкости (ИТ, Т, ТМ, М, 2М), резинка.

Задание к практическому занятию № 10

Выполнение эскиза детали

- выполнение изображений детали в соответствии с правилами стандартов ЕСКД;
- знакомство с приемами измерения размеров детали;

Эскиз выполняется на листе белой клетчатой бумаги, соответствующей формату А3, удобной для проведения линий и установления проекционной связи между изображениями. Карандаш применяют маркировки *НВ* или *В*, а также *ТМ*, *М*.

Последовательность выполнения работы:

1. По заданию (выданной корпусной детали) выполнить эскиз
2. Продумать компоновку чертежа
4. Выполнить нужные разрезы (сечения), штриховку и простановку размеров в соответствии с произведенными замерами.
5. Заполнить основную надпись

Методические указания по выполнению практического занятия

1. Эскиз это выполненный от руки чертеж детали с приблизительным сохранением пропорций предмета.
2. Построение эскиза детали, как и любого чертежа, начинают с построения осей.
3. Эскизы деталей удобно выполнять на бумаге в клетку (миллиметровке).
4. Выполнить эскиз детали со всеми необходимыми разрезами и сечениями.
5. Произвести простановку размеров.
6. Заполнить основную надпись, проверить оформление чертежа.

Выполнение изображений детали с натуры (съёмка эскиза) – важная часть обучения составлению чертежа. Эскиз и чертеж детали по содержанию одинаковы, они должны содержать все сведения о форме и размерах детали.

Эскиз детали выполняют с натуры от руки без применения чертежных инструментов, без соблюдения стандартного масштаба, но с соблюдением пропорций между размерами отдельных элементов детали и соблюдением проекционной связи между изображениями. Графа для масштаба в основной надписи не заполняется.

Каждый студент во время аудиторных занятий по дисциплине «Инженерная графика» получает для съемки эскиза корпусную деталь, а также измерительный инструмент и методические указания к выполнению работы.

Последовательность выполнения эскиза

Предлагаемый порядок выполнения эскиза позволит оптимизировать процесс эскизирования и в значительной мере предотвратит ошибки.

1. Знакомство с деталью

Внимательно осмотреть деталь. Проанализировать форму детали и определить характер ограничивающих ее поверхностей (наружных и внутренних), их взаимное расположение. Определить положение детали относительно плоскостей проекций. Выяснить материал, из которого изготовлена деталь.

2. Определение содержания и количества изображений

Особое внимание уделяется выбору главного изображения. Оно должно давать наиболее полное представление о форме и размерах детали.

Главное изображение детали,

Далее определяется количество изображений – видов, разрезов, сечений, полностью выявляющих форму детали. Количество изображений на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для передачи формы детали.

Необходимо выполнить нужные для полного представления детали сечения или местные разрезы.

Если на корпусе есть мелкие элементы, то для пояснения конструкции этих элементов и нанесения размеров рекомендуется прибегать к выносным элементам

На главном изображении проточки изображаются с упрощением. Выносные элементы дают полное представление о формах и размерах проточек.

3. Выбор размера листа

Размер листа выбирают в зависимости от сложности и размеров детали с учетом увеличения или уменьшения изображений по сравнению с натурой. Размеры изображений должны быть такими, чтобы не затруднялись чтение эскиза и простановка размеров. Изображения без размеров должны занимать примерно 30 – 40% поля чертежа.

4. Компоновка изображений

После выбора листа наносят тонкими линиями внутреннюю рамку, основную надпись.

Проводят осевые линии.

Намечают тонкими сплошными линиями габаритный прямоугольник и окружность для будущих изображений с учетом равномерного использования поля листа и обеспечения необходимого поля для размещения размерных линий и других данных.

В левой нижней части листа будут расположены выносные элементы.

5. Построение изображений

Изображения детали строят, используя в возможно большей степени линии клетчатой бумаги. Центры окружностей (как правило) помещают в точках пересечений линий сетки. Окружности разрешается проводить циркулем с последующей их обводкой от руки. Линии связи отслеживают, но не проводят.

Измерительные инструменты и приемы измерения

Перед нанесением выносных и размерных линий на изображениях штуцера целесообразно определить параметры резьб.

Обмер детали при выполнении ее эскиза с натуры выполняется с помощью различных инструментов, которые выбирают в зависимости от величины и формы детали, а также от требуемой точности определения размеров.

Для приближенного определения линейных размеров применяются металлическая линейка, кронциркуль и нутромер.

Металлической линейкой измеряют линейные размеры деталей с точностью до 1 мм.

Кронциркулем измеряют размеры наружных, а **нутромером** – внутренних поверхностей деталей с точностью до 1 мм.

На рис. 39, 40 показаны приемы измерения диаметров цилиндрической части детали кронциркулем и нутромером и длины основания металлической линейкой.

Длину детали, имеющей ступенчатую форму, измеряют линейкой и угольниками

В аудиторных условиях для обмера деталей помимо простой линейки может быть использован специальный мерительный инструмент: штангенциркули с точностью измерения до 0,1 мм и резьбомеры.

У штангенциркуля с одного конца штанги, имеющей миллиметровую шкалу, расположены длинные (для измерения наружных) и короткие (для внутренних размеров и диаметров) измерительные губки. По штанге перемещается рамка с такими же ответными губками. На ней имеется специальная шкала – нониус, на которой нанесено десять делений с ценой каждого деления 1,9 мм, что позволяет при совпадении рисок определять размеры с точностью до 0,1 мм. По пазу на оборотной стороне штанги перемещается щуп – глубиномер.

Работают штангенциркулем, держа его в руке за длинную штангу и перемещая по ней рамку. При этом будет изменяться расстояние между губками и степень выдвижения щупа.

При определении размера детали, измеряемого штангенциркулем, смотрят, на каком месте шкалы штанги приходится крайний левый (нулевой)

штрих нониуса. Исходя из этого, определяют по шкале штанги, сколько миллиметров содержится в данном размере. Затем замечают, какой штрих нониуса точно совпадает со штрихом шкалы штанги; количество делений на нониусе до совпадающего штриха соответствует количеству десятых долей миллиметра.

6. Нанесение выносных и размерных линий

В соответствии с ГОСТ 2.307–2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений» при нанесении выносных и размерных линий должны соблюдаться следующие правила:

При соединении вида и разреза размеры внешних элементов детали наносят со стороны вида, а внутренних – со стороны разреза.

Наибольшее количество размеров должно быть сгруппировано на главном изображении, наиболее полно отображающем форму детали.

Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу, необходимо группировать в том месте, где геометрическая форма этого элемента показана наиболее полно.

Допускается проводить размерную линию с обрывом.

Следует избегать пересечения размерных линий, а также пересечения размерных и выносных линий.

Расстояние между размерной линией и параллельной ей линией контура должно быть не менее 10 мм. Расстояние между параллельными размерными линиями рекомендуется – 10 мм, для удобства использования клеток листа бумаги.

7. Обмер детали и простановка размеров

Это очень важный этап. Пропуск или ошибка хотя бы в одном из размеров делают чертеж непригодным к использованию.

8. Оформление эскиза

Удалить вспомогательные линии построений. Выполнить необходимые надписи. Произвести обводку изображений, соблюдая соотношение толщин различных типов линий по ГОСТ 2.303–68.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение корпусного изделия.
2. Какое изделие называют деталью?
3. Чем эскиз отличается от чертежа?
4. Какой конструкторский документ называют чертежом детали?
5. Какие требования к выбору:
 - главного изображения;
 - количества содержания изображений детали;
 - масштаба изображений;
 - формата листа чертежа?

6. В каких единицах указывают на чертеже линейные размеры, угловые размеры?
7. Как следует наносить размерные и выносные линии при указании размеров: прямолинейного отрезка, угла, дуги окружности?
8. На сколько миллиметров должны выходить выносные линии за концы стрелок размерной линии?
9. Чему равно минимальное расстояние между размерной линией и линией контура?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №12

«АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ЧЕРТЕЖ»

Цель занятия: научиться составлять строительные чертежи

Обеспечение занятия: Чертежная бумага /формата А3/, линейка, циркуль, карандаши различной твёрдости и мягкости (Т, ТМ, М, 2М), резинка.

Задание к практическому занятию № 10

1. Выполнить таблицу условных изображений элементов строительных конструкций.
2. Выполнить строительный чертёж по указанию преподавателя

Методические указания по выполнению практического занятия

1. Отступив от нижней и левой рамок чертежа по 80 – 90 мм, строим крайние оси сетки координационных осей несущих конструкций здания в соответствии с вариантом задания. Оси выполняем тонкими штрихпунктирными линиями и обозначаем марками в кружках диаметром 8 – 12 мм по левой и нижней сторонам плана здания. Размер шрифта для обозначения координационных осей выбираем на 1 – 2 номера больше, чем размер шрифта чисел. Пример приведен на рис. 1.

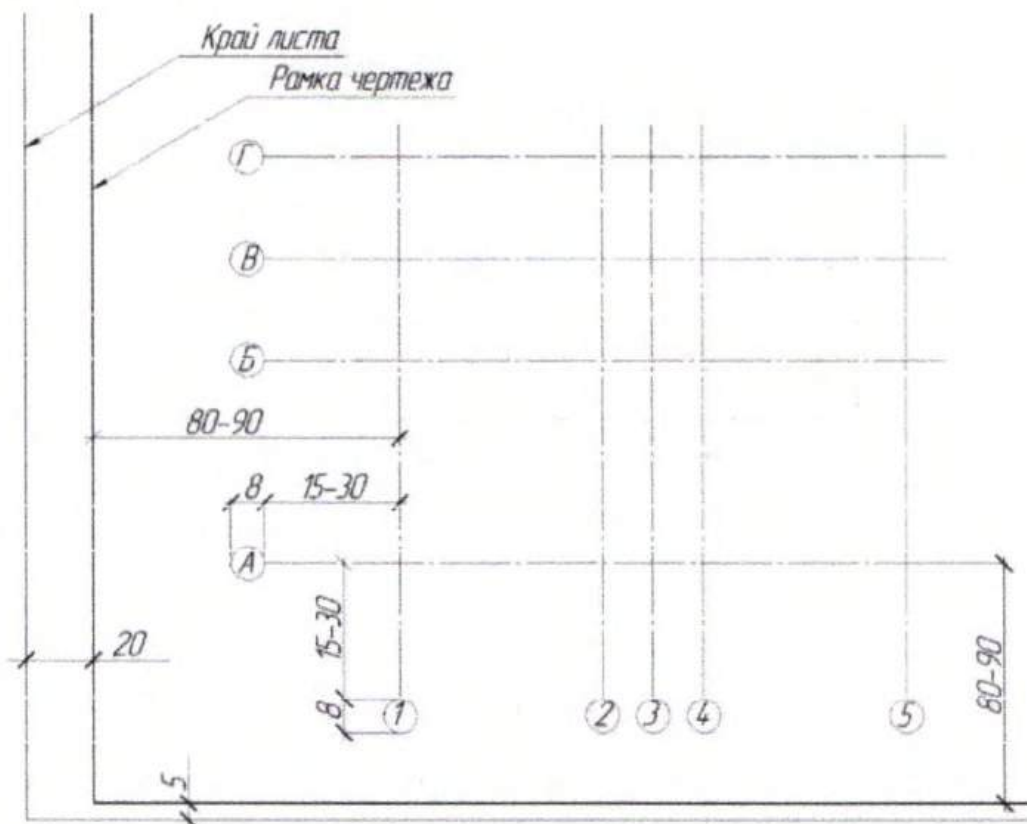


Рисунок 1.

2. Наносим контуры наружных и внутренних капитальных стен здания и перегородок (рис. 2). Привязку стен к осям выполняем согласно варианту. Все конструктивные элементы, попавшие в сечение, показываем основной толстой линией. Линии контуров, не попадающие в плоскость сечения, выполняем сплошной тонкой линией. Стены в сечении не штрихуем. Показываем примыкание внутренних перегородок к наружным стенам. Пример привязки несущих стен к координационным осям и перегородки к несущей стене представлен на рис. 3.

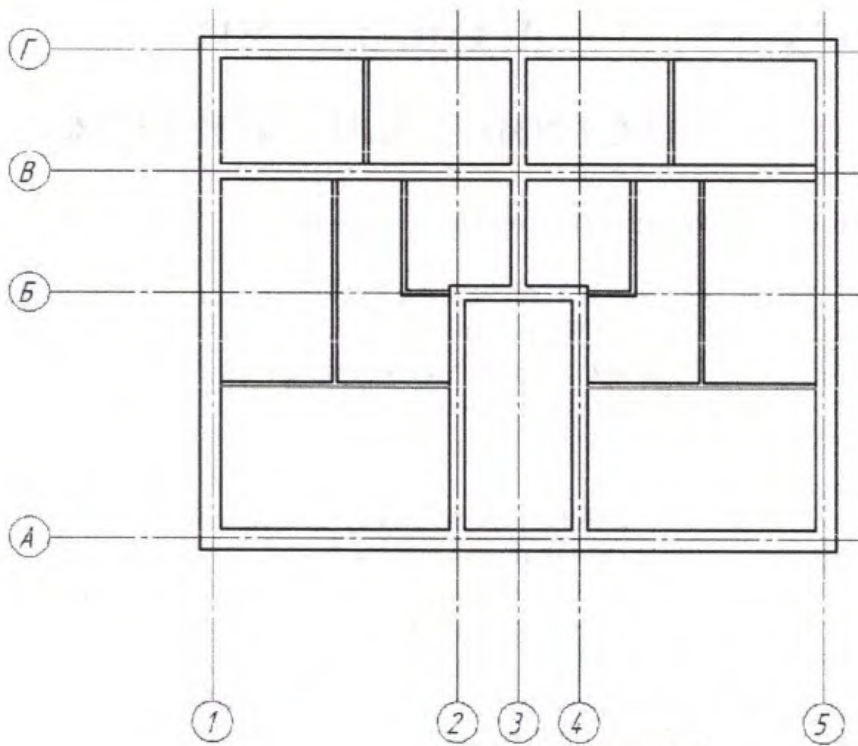


Рисунок 2.

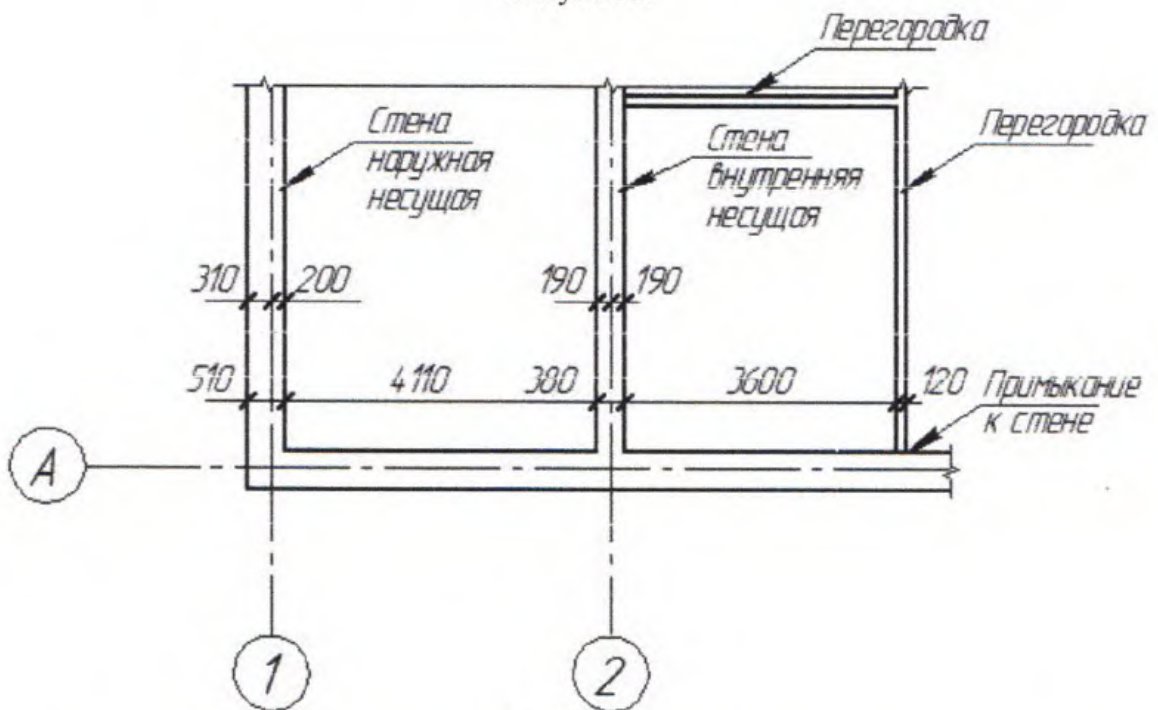


Рисунок 3.

3. В наружных стенах вычерчиваем оконные проемы по размерам, указанным на рис. 4. Все оконные проемы выполняем с четвертью, которую располагаем с внешней стороны окна. Марку заполнения оконных проемов указываем с внешней стороны здания.

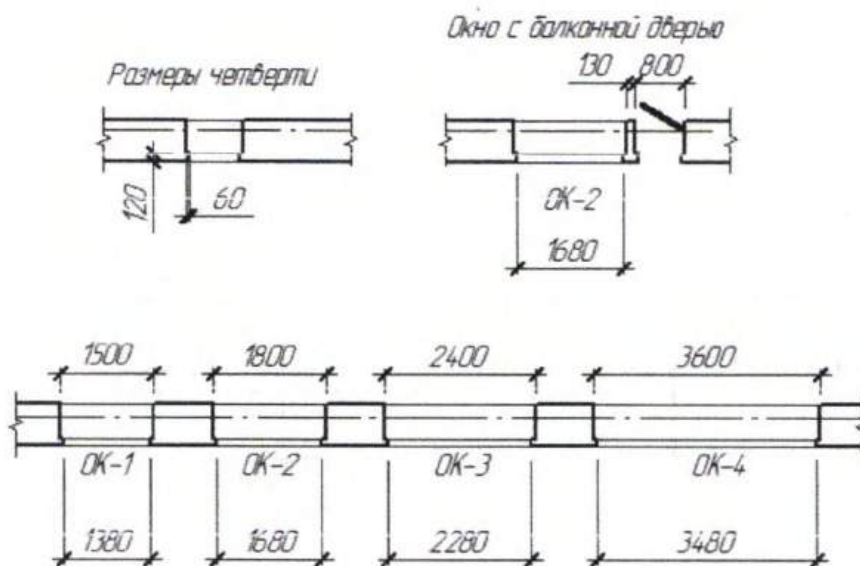


Рисунок 4.

4. Вычерчиваем дверные проемы, учитывая следующие моменты: наружная дверь должна открываться только по направлению выхода из здания; направление открывания внутриквартирных (межкомнатных) дверей выбирается исходя из удобства эксплуатации помещений; двери, ведущие из квартир на лестницу, должны открываться вовнутрь квартиры. Проем для наружной двери выполняем с четвертью. Дверное полотно на плане изображаем толстой сплошной линией под углом 30° . Марку заполнения проемов дверей указываем цифрой, помещенной в кружочке диаметром 5 мм. Пример приведен на рис. 5.

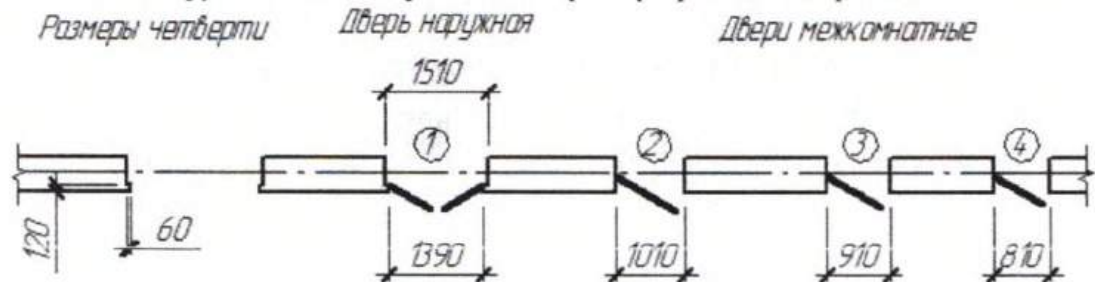


Рисунок 5

5. Вычерчивание лестницы в плане производим после расчета и вычерчивания лестницы в разрезе (по полученным размерам). При выполнении лестницы на плане учитываем следующие моменты:

- на 1-м этаже выполняем цокольный лестничный марш и нижний марш лестницы, идущей с 1-го на 2-й этаж. Так как горизонтальная секущая плоскость проходит на уровне оконных проемов, то нижний марш показываем не полностью, а с линией обрыва;
- при выполнении плана 2-го этажа показываем два полных марша лестницы, идущих с 1-го на 2-й этаж;
- между маршами в лестничных клетках оставляем просвет с зазором 100 мм;
- показываем стрелкой направление подъема по лестничному маршу.

Пример выполнения лестницы в плане представлен на рис. 6.

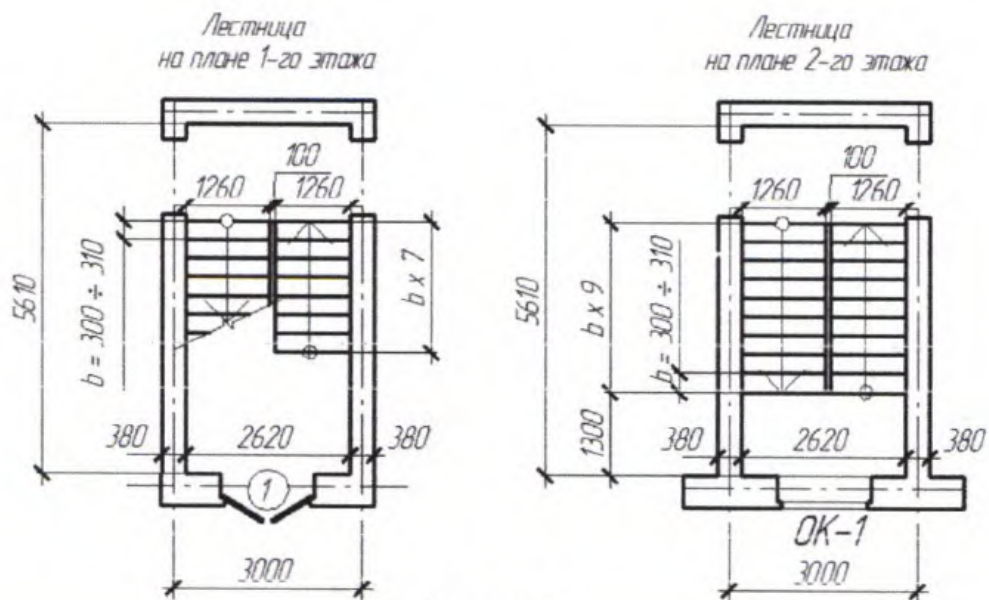


Рисунок 6.

6. Изображаем в санузлах и на кухне необходимое санитарно-техническое и электрическое оборудование, которое промаркировано буквами: В – ванна, У – унитаз, М – мойка, ЭП – электрическая печь, Р – раковина. Размеры оборудования указаны на рис. 7. Расстояние от электрической печи до стен должно быть не менее 100 мм в соответствии с требованиями пожарной безопасности.

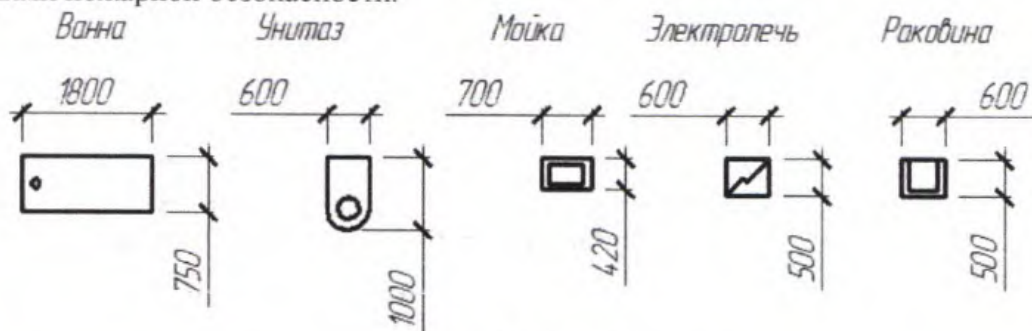


Рисунок 7.

7. На чертеже плана здания проставляем размеры в мм. Размеры наносим в виде замкнутых цепочек, ограниченных засечками (под углом 45°). Размерные линии должны выступать за крайние выносные линии на 1 – 3 мм. Цифры проставляем над размерной линией. С внешней стороны здания проставляем три линии (цепочки) размеров. Первую размерную линию располагаем на расстоянии 15 – 25 мм от внешнего контура здания. Между собой размерные линии располагаем на расстоянии 7 – 10 мм. На первой размерной линии указываем размеры проемов и простенков. На второй размерной линии проставляем размеры между разбивочными осями несущих конструкций. На третьей размерной линии проставляем габаритные размеры (между осями наружных стен здания). Пример простановки наружных размеров представлен на рис. 8.

Внутри плана здания замкнутыми цепочками проставляем все необходимые размеры (ширину и глубину каждого помещения, толщину стен и перегородок, привязку стен к осям). Пример простановки внутренних размеров представлен на рис. 9.

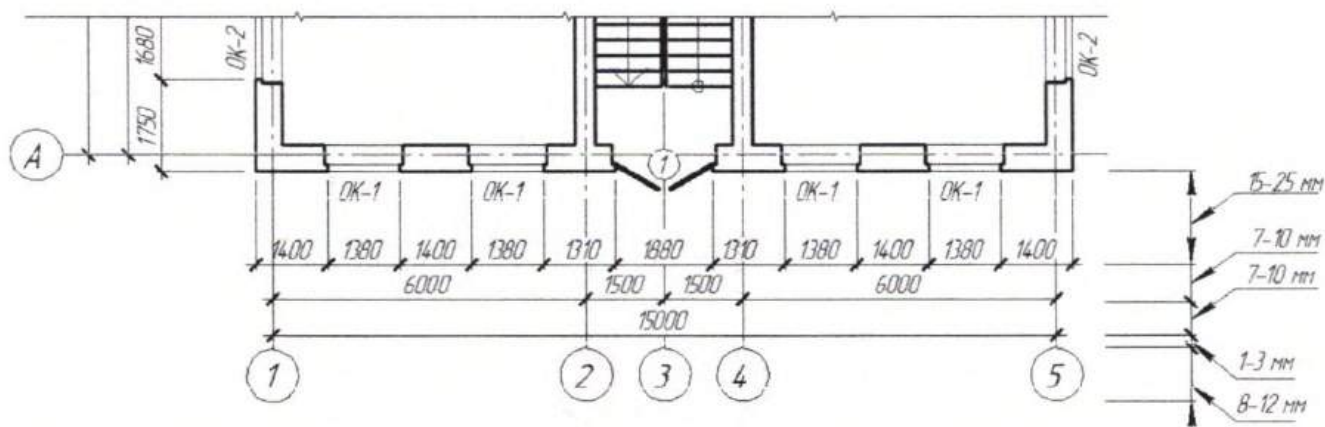


Рисунок 8.

8. Проставляем площадь жилых помещений в нижнем правом углу помещения и подчеркиваем сплошной линией (рис.9). Площадь высчитываем с точностью до 0,01 м². Коридор, лоджия, туалет и кухня не являются жилыми помещениями.

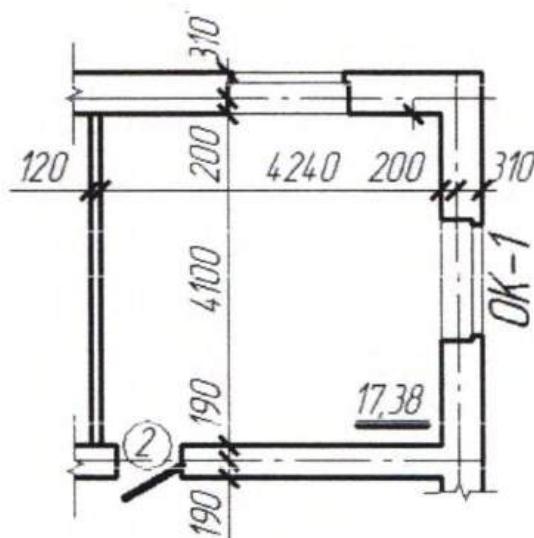
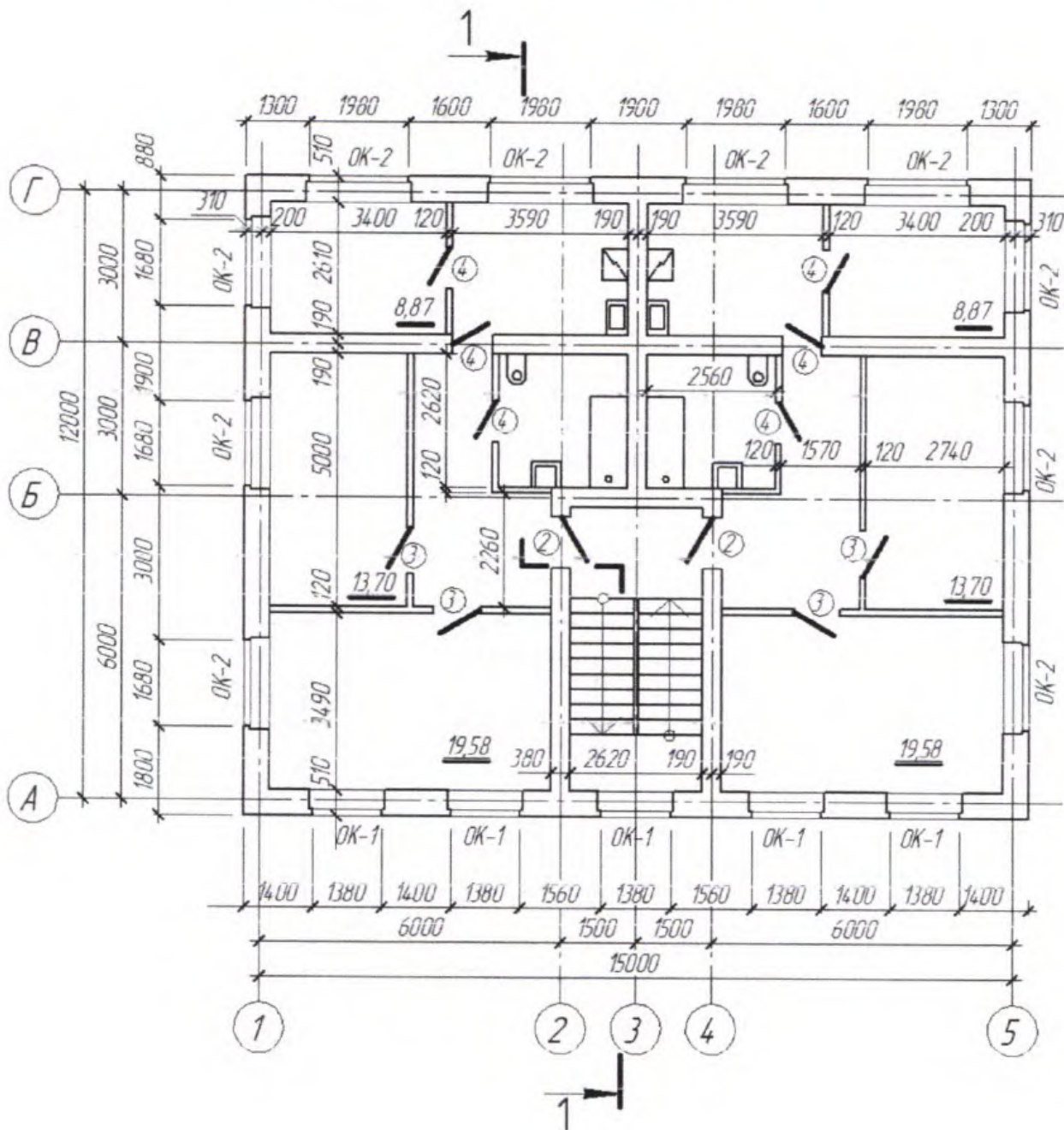


Рисунок 9.

9. Отмечаем на плане положение секущей плоскости и направление взгляда (разрез). Секущая плоскость должна обязательно проходить по лестничной клетке, ближайшему к наблюдателю маршу, а также по оконным и дверным проемам. Если это необходимо, разрез нужно сделать сложным ступенчатым. Подписываем разрез, указав обозначение секущей плоскости арабскими цифрами (Разрез 1-1).

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗДАНИЯ



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №13 «СХЕМА ПРОВОДОК И ОБОРУДОВАНИЯ»

Цель занятия: приобретение навыка построения и чтения электрических схем

Теоретические сведения

ГОСТ 2. 701- 84 (СТ СЭВ 651-77) устанавливает общие требования к выполнению схем, их виды и типы. Настоящий стандарт распространяется на схемы, выполненные вручную или автоматизированным способом, изделий всех отраслей промышленности, а также электрические схемы энергетических сооружений электрических станций, электрооборудования промышленных предприятий.

В современной технике широко используются механические, пневматические, гидравлические, электрические и другие устройства. Изучение принципа и последовательности действия таких устройств по чертежам общих видов и сборочным чертежам очень часто затруднительно. Поэтому, кроме чертежей, часто составляются специальные схемы, позволяющие значительно быстрее разобраться в принципе и последовательности действия того или иного устройства. Схемы просты по выполнению и достаточно наглядны.

С х е м а - конструкторский документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними. Схема должна пояснять основные принципы действия и (или) последовательность процессов при работе устройства, механизма, прибора и т. д., а также указывать необходимые данные для проектирования, регулирования, контроля, ремонта и эксплуатации соответствующего изделия.

Требования к оформлению и выполнению схем установлены стандартами седьмой классификационной группы ЕСКД, которые содержат следующие термины и определения:

элемент схемы - составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на составные части, имеющие самостоятельное функциональное значение (резистор, муфта, трансформатор и т. п.);

устройство - совокупность элементов, представляющих единую конструкцию (блок питания, механизм, клапан распределительный). Устройство может не иметь в изделии определенного функционального назначения;

функциональная группа - совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию;

функциональная часть - элемент, функциональная группа или устройство, выполняющее определенную функцию;

функциональная цепь - линия, канал, тракт определенного функционального назначения;

линия взаимосвязи - отрезок линии, указывающий на наличие связи между элементами схемы и функциональными частями изделия;

установка - условное наименование объекта в энергетических сооружениях, на который выпускается схема.

Классификацию схем по видам и типам устанавливает ГОСТ 2.701-84.

Виды схем определяются в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия (установки), и обозначаются буквами русского алфавита. Различают десять видов: электрическая - Э, гидравлическая - Г, пневматическая - П, газовые (кроме пневматических) - Х, кинематическая - К, вакуумная - В, оптическая - Л, энергетическая - Р, деления - Е, комбинированные - С.

Схемы деления изделия на составные части (буквенное обозначение Е) разрабатывают для определения состава изделия. Комбинированные схемы (С) выполняют, если в состав изделия входят элементы разных видов.

Схемы в зависимости от основного назначения подразделяют на следующие типы, обозначаемые арабскими цифрами. Установлено восемь типов схем: структурные - 1, функциональные - 2, принципиальные полные для электрических схем - 3, соединений (монтажные) - 4, подключения - 5, общие - 6, расположения - 7, объединенные - 0.

На объединенной схеме (0) совмещаются различные типы схем одного вида, например, схема электрическая соединений и подключения.

Наименование и код схемы определяется ее видом и типом. Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы, и цифровой части, определяющей тип схемы. Примеры кодов схем: электрическая принципиальная - ЭЗ, гидравлическая соединений - Г4, электрогидравлическая принципиальная - СЗ, электрическая соединений и подключений - Э0, гидравлическая структурная, принципиальная и соединений - ГО.

В дополнение к схемам или взамен схем выпускают в виде самостоятельных документов таблицы, дающие сведения о расположении, соединении, местах подключения устройств и другую информацию. Код таблицы состоит из буквы Т и кода соответствующей схемы, например, код таблицы соединений к электрической схеме соединений - ТЭ4. В основной надписи этого документа указывают наименование изделия и наименование документа: «Таблица соединений». В спецификацию их записывают после схем, к которым они выпущены, или вместо них.

Структурная схема определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Разрабатывается при проектировании изделия на стадии, предшествующей разработке схем других типов, и используется для общего ознакомления с изделием. Функциональные части изображают на схеме в виде прямоугольников или иных плоских фигур с вписанными в них обозначениями типов элементов. Допустимо использование

стандартных условных графических изображений. Ход рабочего процесса поясняют линиями взаимосвязи со стрелками.

Функциональная схема поясняет определенные процессы, протекающие в отдельных цепях изделия или изделия в целом. Используется для изучения принципа работы изделия, а также при наладке, регулировке, контроле и ремонте изделия.

Принципиальная схема (полная) определяет полный состав элементов и связей между ними и дает представление о принципах работы изделия. Служит для разработки других конструкторских документов, например, чертежей печатных плат, монтажных схем, а также изучения принципов работы изделия при его наладке и эксплуатации.

Схема соединений (монтажная) показывает порядок соединения составных частей изделия, состав элементов соединений (проводов, жгутов, трубопроводов), места присоединений, ввода и вывода. Используется при разработке других конструкторских документов - чертежей, определяющих прокладку и способы крепления элементов соединений, схем подключения и присоединения для осуществления контрольных операций.

Схема подключения показывает внешние входные и выходные подключения изделия. Используется для разработки других конструкторских документов и осуществления подключений изделия при его эксплуатации.

Общая схема определяет составные части комплекса и соединения его составных частей на месте эксплуатации. Используется при ознакомлении с комплексом, его монтаже и проведении контрольных операций на месте эксплуатации.

Схема расположения определяет относительное расположение составных частей изделия, в том числе (при необходимости) проводов, жгутов, трубопроводов и т. п. Используется при монтаже, эксплуатации и ремонте изделий.

Схема объединенная содержит в виде совмещения на одном конструкторском документе двух или нескольких типов схем, разрабатываемых для одного изделия.

1.2 Общие требования к выполнению схем

Номенклатура схем, входящих в комплект конструкторской документации, определяется разработчиком в зависимости от состава и особенностей изделия. Количество типов схем должно быть минимальным, но их совокупность должна содержать полный объем сведений, необходимых для проектирования, изготовления, монтажа, эксплуатации и ремонта изделия.

Схемы выполняются без соблюдения масштаба на форматах, установленных ГОСТ 2.301-68 (СТ СЭВ 1181-78) с предпочтительным применением основных форматов и ГОСТ 2.004-79 (СТ СЭВ 4405-83), если схема выполняется автоматизированным методом. Схемы могут выполняться на нескольких листах, при этом формат листов должен быть по возможности одинаковым.

При выполнении схемы на нескольких листах или в виде совокупности схем одного типа рекомендуется:

1) для схем, предназначенных для пояснения принципов работы изделия (функциональная, принципиальная), изображать на каждой схеме определенную функциональную группу, функциональную цепь (линию, тракт и т. п.);

2) для схем, предназначенных для определения соединений (схема соединений), изображать на каждом листе или на каждой схеме часть изделия (установки), расположенную в определенном месте пространства или определенной функциональной цепи.

Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, не нарушающее ее наглядности и удобства пользования ею. При выборе форматов схем необходимо учитывать: объем и сложность данной схемы; условия хранения и обращения схем; особенности и возможности техники выполнения, репродуцирования и (или) микрофильмирования схем; возможность обработки схем средствами вычислительной техники; необходимую степень детализации данных, обусловленную назначением схемы.

Построение схемы. Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия (установки) не учитывают или учитывают приближенно. Допускается располагать условные графические изображения элементов в том же порядке, в каком они расположены в изделии, если это не затрудняет чтение схемы. Графические обозначения элементов (устройств, функциональных групп) и соединяющие их и линии связи располагают на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

Схему одного вида можно дополнять отдельными элементами схем другого вида, элементами и устройствами, не входящими в состав изделия, но необходимыми для разъяснения принципов работы основной схемы. Графические обозначения таких элементов и устройств отделяют на схеме штрих-пунктирными линиями, указывая надписями местонахождение этих элементов и другие необходимые данные.

При наличии в изделии нескольких одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), соединенных параллельно, разрешается вместо изображения всех ветвей изображать одну ветвь с указанием количества ветвей "цифровым индексом или графическим обозначением ответвления

Методические указания по выполнению практического занятия

1. Запустить на компьютере программу «КОМПАС»
2. Используя прикладные библиотеки «КОМПАС» создать схему по указанию преподавателя

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №14 «СХЕМА СИЛОВЫХ СЕТЕЙ»

Цель занятия: приобретение навыка построения и чтения электрических схем

Рекомендации:

Перед выполнением работы повторить **Теоретические сведения** практического занятия №13 и содержания ГОСТов, с которыми знакомились на самостоятельной работе.

Методические указания по выполнению практического занятия

1. Запустить на компьютере программу «КОМПАС»
2. Используя прикладные библиотеки «КОМПАС» создать схему по указанию преподавателя

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №15 «СХЕМА СИЛОВЫХ СЕТЕЙ»

Цель занятия: приобретение навыка построения и чтения электрических схем

Рекомендации:

Перед выполнением работы повторить **Теоретические сведения** практического занятия №13 и содержания ГОСТов, с которыми знакомились на самостоятельной работе.

Методические указания по выполнению практического занятия

1. Запустить на компьютере программу «КОМПАС»
2. Используя прикладные библиотеки «КОМПАС» создать схему по указанию преподавателя

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж им. С.И. Мосина

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
реферата
по учебной дисциплине «Электротехника»

по специальности СПО:

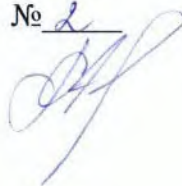
08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация
электрооборудования промышленных и гражданских зданий

УТВЕРЖДЕНО

на заседании цикловой комиссии естественнонаучных дисциплин

Протокол от «12» сентября 2024 г. № 2

Председатель цикловой комиссии



Е.А.Рейм

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СТРУКТУРА РЕФЕРАТА.....	5
2 ОФОРМЛЕНИЕ РЕФЕРАТА.....	6

ВВЕДЕНИЕ

Реферат - краткое изложение в письменном виде или в форме публичного выступления содержания книги, научной работы, результатов изучения научной проблемы.

Реферат является самостоятельной письменной работы студента. Реферат - работа, касающаяся какой-то одной достаточно узкой темы и обозначающая основные общепринятые точки зрения на данную тему. В реферате необходимо осветить конкретный вопрос, по сути, нужно пересказать его (желательно своими словами). В реферате не требуется наличия большого фактического материала, глубокого анализа, фундаментальных выводов.

1 СТРУКТУРА РЕФЕРАТА

Реферат должен включать оглавление, введение, несколько глав (от 2 до 5), заключение и список использованных источников.

Структура обычного реферата:

- Содержание;
- Введение;
- Несколько глав (от 2 до 5);
- Заключение;
- Список литературы (или библиографический список).

Во Введении реферата должны быть: актуальность темы реферата; цель работы; задачи, которые нужно решить, чтобы достигнуть указанной цели; краткая характеристика структуры реферата (*введение, три главы, заключение и библиография*); краткая характеристика использованной литературы.

Объем Введения для реферата - 1-1,5 страницы.

Главы реферата могут делиться на параграфы. Главы можно заканчивать выводами.

В Заключении должны быть ответы, на поставленные во Введении задачи и дан общий вывод. Объем Заключения реферата - 1-1,5 страницы.

Список использованных источников для реферата обычно должен включать 4-12 позиций - нормативные акты, книги, печатную периодику, интернет-ресурсы.

У реферата могут быть приложения - картинки, схемы и прочие.

2 ОФОРМЛЕНИЕ РЕФЕРАТА

Размеры полей при оформлении реферата: левое поле – не менее 20 мм, верхнее поле – не менее 20 мм, правое поле – не менее 20 мм, нижнее поле – не менее 10 мм.

Для компьютерного набора текста используется гарнитура «Times New Roman» размером кегля 12 пунктов с полуторным межстрочным интервалом или 14 пунктов с одинарным межстрочным интервалом. Нумерация страниц сквозная и проставляется в правом верхнем углу страницы. Первой страницей является титульный лист, на котором номер страницы не проставляется (приложение).

Каждая из частей реферата начинается с новой страницы. Заголовки каждой части реферата пишутся заглавными буквами и размещаются по центру строки. Между заголовком и последующим текстом должна быть пустая строка.

Главы реферата могут делиться на параграфы (если реферат небольшой, то лучше этого не делать). Заголовок параграфа пишется строчными буквами с заглавной, размещается «по ширине страницы» и с отступом красной строки. Пропуска строки между заголовком параграфа и последующим текстом не делается. Главы и параграфы реферата нумеруются. Точка после номера не ставится. Номер параграфа реферата включает номер соответствующей главы, отделяемый от собственного номера точкой, например: «1.3». Заголовки не должны иметь переносов и подчеркиваний, но допускается выделять их «жирностью» или курсивом.

Текст реферата размещается с центрированием «по ширине страницы». Абзацы выделяются красной строкой с отступом не менее 1,27 см.

Рисунки нумеруются последовательно арабскими цифрами или в пределах главы: в каждой главе начинается заново (тогда номер рисунка перед собственно своим номером через точку содержит номер главы). Рисунки могут сопровождаться пояснительными подписями (*Пример подписи рисунка: Рисунок 1 – Схема кодирования*). На все рисунки должны быть ссылки в тексте. Рисунки помещаются после первого упоминания в тексте.

Цифровой материал рекомендуется оформлять в виде таблицы. Таблицу помещают после первого упоминания в тексте. Над левым верхним углом таблице помещается надпись "Таблица" с указанием ее порядкового номера. Таблицы нумеруются последовательно арабскими цифрами или в пределах главы. Затем следует заголовок таблицы. При ссылке на таблицу указывается ее номер, например: (таблица 1 или таблица 2.3).

Материал, дополняющий текст работы, размещается в приложениях. Приложениями могут быть таблицы, схемы, диаграммы, чертежи, расчеты и т.д. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ.

Пример - ПРИЛОЖЕНИЕ А

Каждое приложение следует начинать с новой страницы. Вверху первой страницы каждого приложения посередине рабочей строки прописными буквами печатают слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его обозначение. Приложение должно иметь заголовок, который записывают по центру рабочей строки с прописной буквы отдельной строкой.

Список использованных источников для реферата обычно должен включать 4-12 позиций - нормативные акты, книги, печатную периодику, интернет-ресурсы. Впереди идут нормативные акты, потом книги, далее печатная периодика, источники с электронных носителей (например, «Консультант Плюс» или CD-издания), далее интернет-источники.

Очень желательно, чтобы в реферате были ссылки. Количество ссылок для реферата - от 2 до 10. Ставить ссылки можно двумя способами: за текстом номер ссылки в верхнем регистре - и внизу страницы название источника; за текстом в квадратных скобках с указанием номера источника по списку литературы. Ссылки безусловны на все точные числовые данные и на все прямые цитаты.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример оформления титульного листа

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж С.И. Мосина**

РЕФЕРАТ

по дисциплине «Электротехника»

на тему: «Расчет цепей с распределенными параметрами»

**Автор работы,
студент гр.080209-2**

А.А.Петров

**Руководитель,
преподаватель**

П.П.Иванова

Тула 202,