Проверяемые задания

Проверяемое задание 1
Тема 1. Основы проектирования в CAD-системах

Задание

Варианты заданий представлены на рис. 1.

Определить:

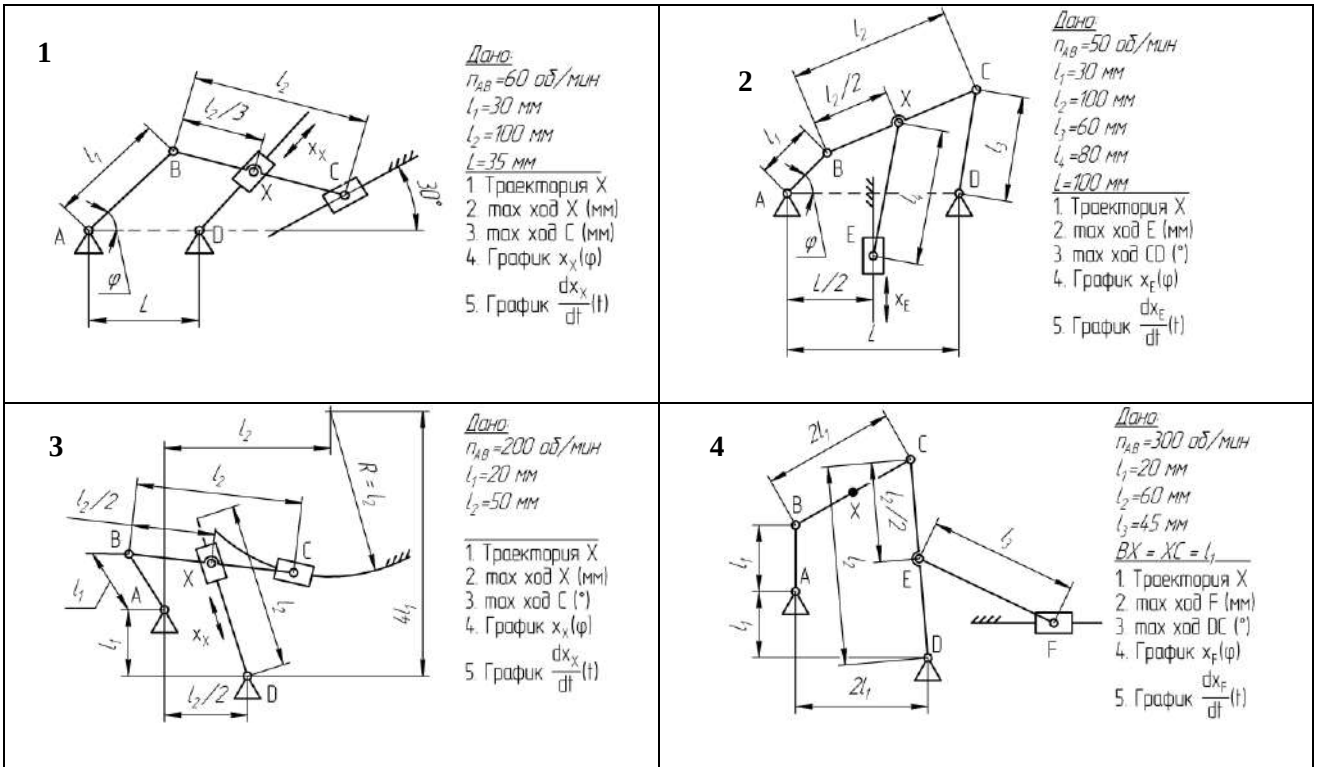
1) траекторию абсолютного движения заданной точки;

2) амплитуду относительного перемещения;

3) амплитуду угловых перемещений;

4) построить график зависимости относительного перемещения;

5) построить график зависимости линейной скорости при заданной частоте вращения кривошипа; определить максимальное значение линейной скорости.



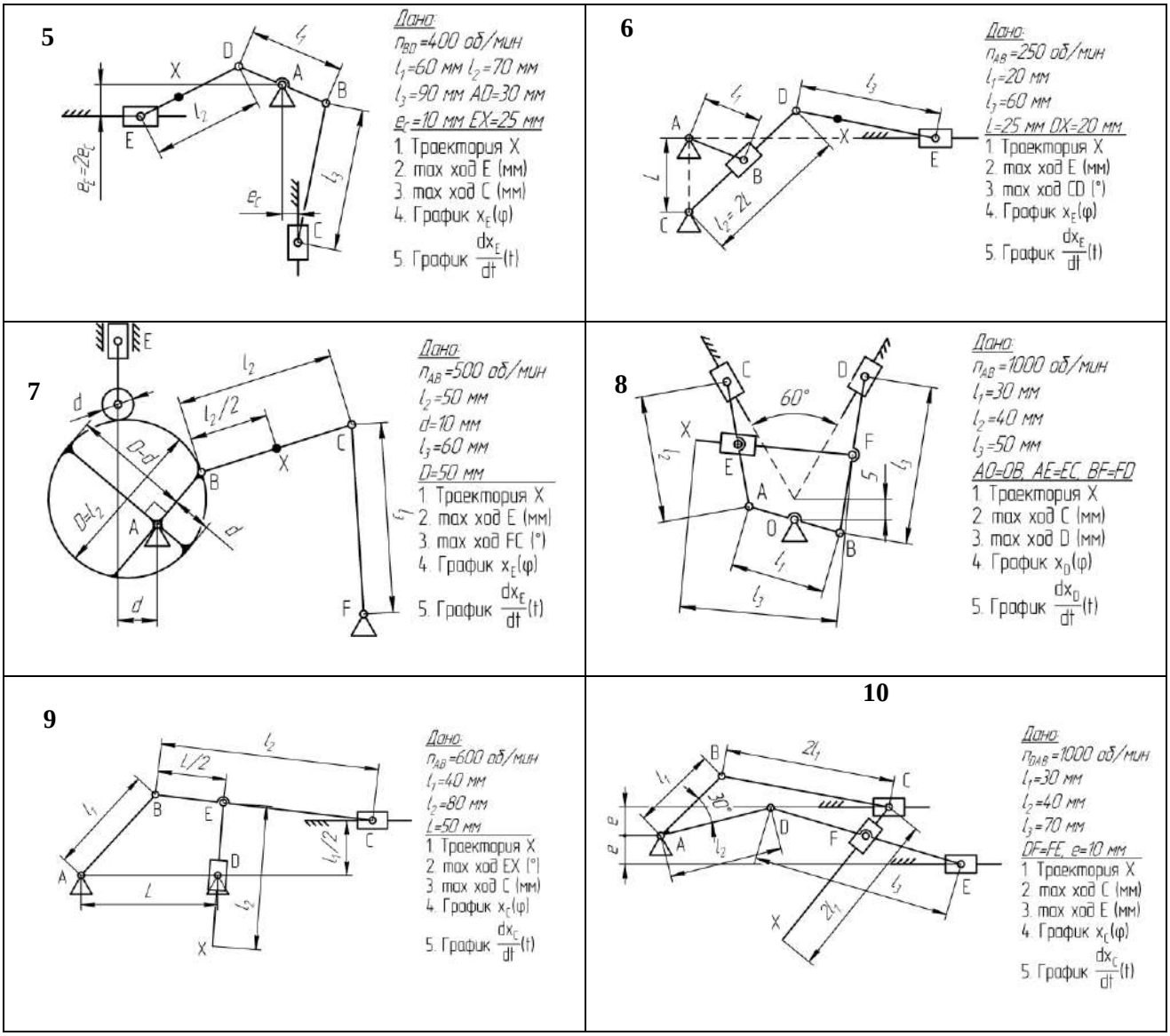


Рис.1. Варианты заданий

Таблица 1

Выбор варианта задания

Первая цифра	Первая буква фамилии	**Пример**: *Жуков Иван* – первая буква фамилии соответствует первой цифре 1, ***вариант 1***
1	***А, Г, Ж***	
2	***Б, Д, З***	
3	***В, Е, И***	
4	***К, Н, Р***	

5	***У, Ц, Щ***	
6	***Л, О, С***	
7	***Ф, Ч, Э***	
8	***М, П, Т***	
9	***Х, Ш***	
10	***Ю, Я***	

Предъявляется файл «КОМПАС-Фрагмента» (*.frw) с готовой моделью механизма и всеми вспомогательными построениями.

Рекомендации по выполнению задания

Пример. Дана кинематическая схема плоского механизма (рис. 2).

Требуется определить:

1) траекторию абсолютного движения кулисного камня (точки *C*);

2) амплитуду относительного перемещения кулисного камня относительно кулисы;

3) амплитуду угловых перемещений кулисы;

4) построить график зависимости относительного перемещения кулисного камня относительно кулисы от угла поворота кривошипа;

5) построить график зависимости линейной скорости кулисного камня от времени при условии, что частота вращения кривошипа n = 100 об/мин; определить максимальное значение линейной скорости.

Исходные данные: l_1 = 15 мм, l_2 = 55 мм, l_3 = 80 мм, L = 75 мм. В точках *A, B, D* звенья имеют шарнирные соединения. Кривошип 1 вращается вокруг точки *A* с угловой скоростью ω. Кулиса 3 и кулисный камень *C* образуют поступательную кинематическую пару. Звено 2 жестко соединено с кулисным камнем *C* под прямым углом, т. е. перпендикулярно кулисе. Стойки 4 и 5 неподвижны.

Требуется определить:

1) траекторию абсолютного движения кулисного камня (точки *C*);

2) амплитуду относительного перемещения кулисного камня относительно кулисы;

3) амплитуду угловых перемещений кулисы;

4) построить график зависимости относительного перемещения кулисного камня относительно кулисы от угла поворота кривошипа;

5) построить график зависимости линейной скорости кулисного камня от времени при условии, что частота вращения кривошипа n = 100 об/мин; определить максимальное значение линейной скорости.

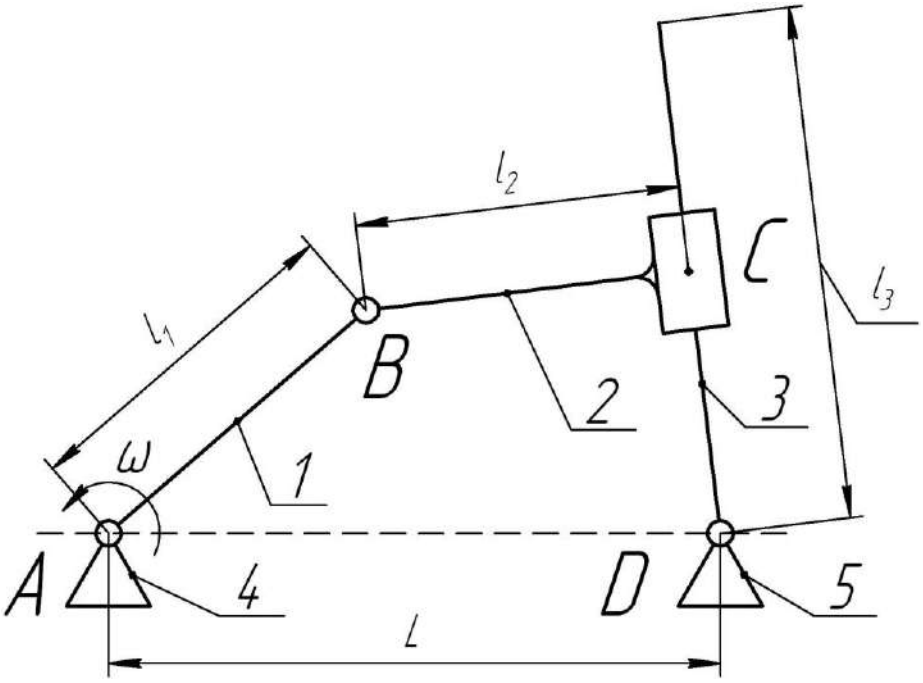


Рис. 2. Схема плоского кривошипно-кулисного механизма

Задание выполняется в программе «Компас». При выполнении работы необходимо оперировать привязками геометрических объектов. В зависимости от выполняемых операций нужно включать и выключать привязки «ближайшая точка», «середина», «точка на кривой» и др.

Поскольку при построении модели используется большое количество объектов (основные геометрические объекты, размеры, вспомогательные

построения и др.), то следует пользоваться разнесением их по слоям. Например, в одном слое располагать контуры механизма, во втором − размеры звеньев, в третьем − вспомогательные построения и т. д.

Этап 1. Построение параметрической геометрической модели механизма. При выполнении этапа 1 для задания связей между моделями звеньев механизма необходимо при создании нового фрагмента включить опции ассоциативности и параметризации объектов, а также фиксацию размеров.

1.1. В системном слое (установлен по умолчанию) провести на плоскости изображения 3 линии, как показано на рис. 3. *Примечание: привязки, используемые при построении, описаны в таблице 1.1. Для выбора одного из нескольких доступных вариантов привязки при построении отрезка 2 нужно в ходе выполнения команды нажать правую кнопку мыши и из контекстного меню выбрать «Привязка» → <нужный вид привязки>.*

Таблица 1.1

Точка	Кинематическая пара	Соединение отрезков	Используемая привязка
B	Шарнир	Начало отрезка 2 в конце отрезка 1	«Ближайшая точка»/«нормаль»
C	Поступательная пара	Конец отрезка 2 внутри отрезка 3	«Точка на кривой»

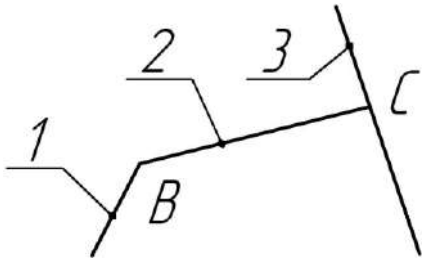


Рис. 3

1.2. Создать новый слой «Размеры», сделать его текущим и проставить размеры звеньев в соответствии с заданием. Размеры должны быть зафиксированными (значения размеров в рамке). *Примечание: для отображения ограничений, наложенных на объекты, в версии 8.0 программы «Компас» используется соответствующая кнопка на панели инструментов «Параметризация».* Каждому размеру поставить в соответствие имя переменной (рис. 2) − l_1, l_2, l_3, L. После простановки всех размеров слой рекомендуется погасить, сделав текущим системный слой.

1.3. Наложить ограничения на объекты:

− перпендикулярность линий 2 и 3;

− фиксированная точка *A* (ось кривошипа);

− выравнивание по горизонтали точек *A* и *D* (стойки).

Примечание: не следует накладывать ограничение «фиксированная точка» на ось качания кулисы (точка D), поскольку её положение однозначно задаётся размером расстояния AD и ограничением «выравнивание по горизонтали» точек A и D.

1.4. Проверить работоспособность построенной модели. Для этого выделить отрезок 1 (кривошип) и подвигать незафиксированную точку. Вся модель должна двигаться соответствующим образом, повторяя движения кулисного механизма.

1.5. Выполнить вспомогательные построения:

− соединить тонкой линией стойки *A* и *D*;

− поставить размер между этой линией и кривошипом (угол поворота кривошипа);

− задать для размера переменную *fi*;

− на панели переменных[1], на вкладке «Уравнения», создать выражение для этой переменной следующего вида: *fi* = 90. После ввода уравнения кривошип должен встать в верхнее вертикальное положение;

[1] Информацию о пользовании панелью «Переменные» можно найти в справочной системе «КОМПАС».

− пошагово довести значение переменной до *fi* = 0,001. *Примечание: не рекомендуется единовременное изменение значения переменной более чем в 2–5 раз в сторону увеличения или уменьшения, при необходимости такое изменение делается пошагово. Нулевое значение переменной не используется, поскольку при этом значении теряется геометрический смысл размера, обозначенного переменной.*

Этап 2. Исследование геометрической модели. При выполнении этапа 2 необходимо отключить опции «Ассоциировать при вводе» и «Параметризовать», которые были включены перед выполнением этапа 1.

2.1. Создать точку на пересечении звеньев 2 и 3 (кулисный камень *C*).

2.2. Изменить выражение для переменной *fi* в большую сторону на 10 (0,001; 10; 20 и т. д.).

Повторять п. 2.1 и 2.2 до тех пор, пока кривошип не пройдет один полный оборот. *Примечание 1: не рекомендуется делать приращение угла поворота кривошипа больше 10–15°, поскольку это, во-первых, влияет на точность построения, во-вторых, большее изменение значения переменной может завершиться ошибкой программы «Система не имеет решений».*

Примечание 2: в данном случае следует использовать значения переменной, входящие в область $0{,}001 \leq fi \leq 350$.

2.3. Построить замкнутую кривую Безье, проходящую через все полученные точки, − траекторию движения кулисного камня *C* (рис. 4).

2.4. Построить две окружности с центром в точке *D*, касательные к траектории. Разность радиусов построенных окружностей будет равна относительному расстоянию между крайними положениями кулисного камня (амплитуда относительного перемещения камня по кулисе).

2.5. Построить два отрезка из точки *D*, касательных к траектории, олицетворяющих крайние положения кулисы. Угол между ними будет равен амплитуде угла поворота кулисы (рис. 5).

2.6. Построить зависимость относительного перемещения камня по кулисе от угла поворота кривошипа. Порядок построения кривой проиллюстрирован на рис. 6. Каждому значению *fi* сопоставляется длина радиус-вектора соответствующей точки траектории относительно точки *D*. За нулевое положение камня принимается его крайнее положение, максимально приближенное к точке *D* (в данном случае при нулевом положении кривошипа).

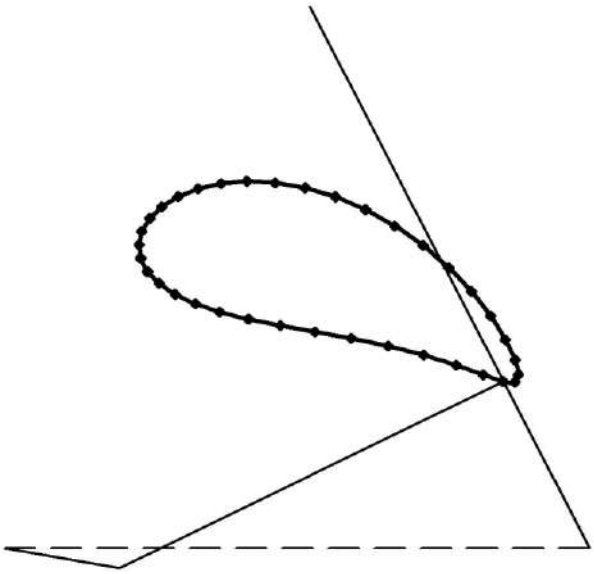


Рис. 4.Траектория движения кулисного камня

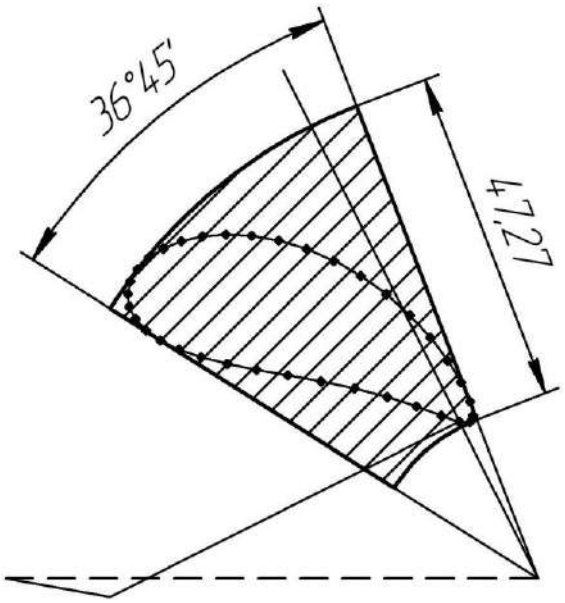


Рис. 5. Определение максимальных угла и перемещения звеньев

2.7. Построение зависимости скорости от времени. Скорость определяется как первая производная перемещения по времени. Таким образом, задача построения графика изменения скорости от времени сводится к графическому дифференцированию зависимости перемещения от времени (которая при постоянной скорости вращения кривошипа аналогична полученной в п. 2.6). В каждой *i*-й точке исходного графика *x*(*fi*) (начиная со второй) строится вертикальный отрезок длиной $|x_{i+1} - x_{i-1}|$, который переносится на ось абсцисс. По точкам концов отрезков строится кривая Безье, представляющая собой график зависимости скорости от времени (рис. 7). Шкала оси абсцисс переводится по соотношению

$$\tau = \frac{fi[^\circ]}{360 \cdot n[об/мин]}, \qquad (1)$$

где n − частота вращения кривошипа;

fi − шкала угла поворота кривошипа.

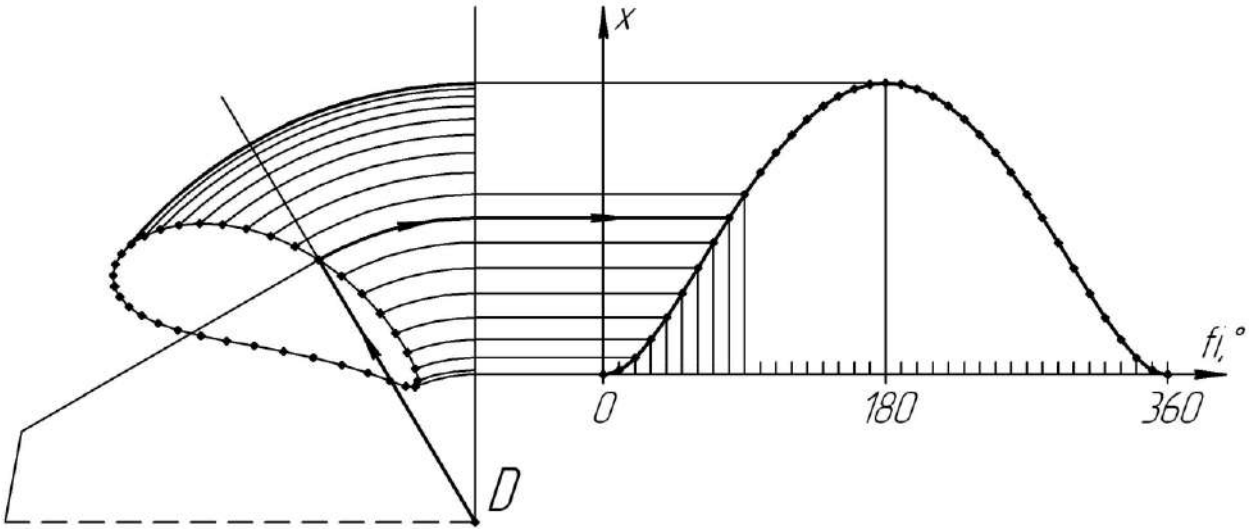


Рис. 6. Зависимость положения камня от угла поворота кривошипа

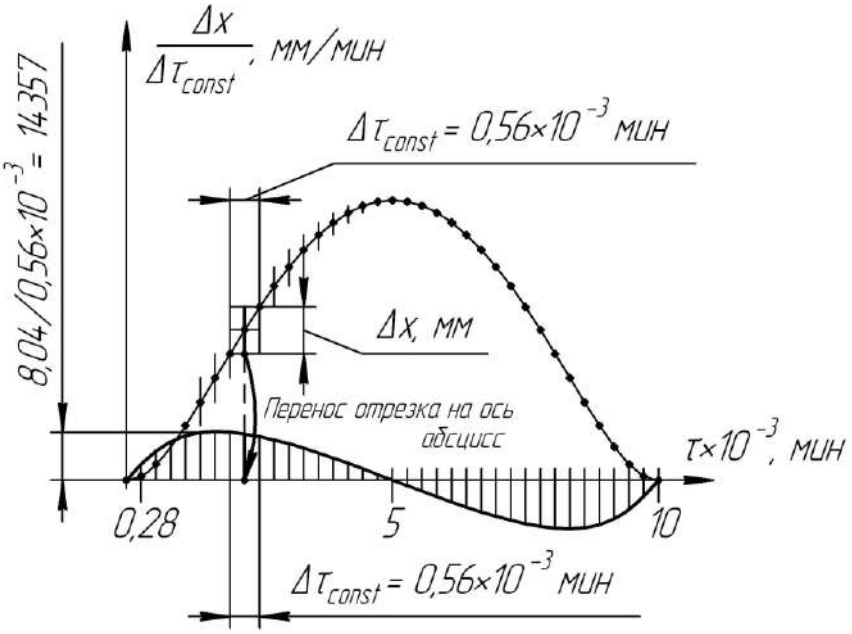


Рис. 7. Построение зависимости скорости от времени

Скорость в мм/мин определяется по формуле

$$v_i = \left.\frac{dx}{d\tau}\right|_i = \frac{\Delta x_i}{\Delta \tau_{const}}, \qquad (2)$$

где $\Delta x_i = (x_{i+1} - x_{i-1})$ − приращение перемещения в окрестности точки $\tau = \tau_i$;

$\Delta\tau_{const}$ − ширина окрестности точки $\tau = \tau_i$, постоянная для всех точек, равная времени поворота кривошипа на два угловых шага, определенных в п. 2.2 (в нашем случае − 20˚, или 1/18 часть оборота).

Алгоритм построения зависимости проиллюстрирован на рис. 7.

Проверяемое задание 2
Тема 2. Основные приемы работы в системе «КОМПАС»

Задание

Дан контур детали, обрабатываемой круглым фасонным резцом. Требуется построить твердотельную модель круглого фасонного резца для получения заданного профиля детали путем геометрического моделирования «сверху вниз» (от сборки к детали).

Номер варианта – двузначное число от 01 до 29. Первая цифра варианта означает номер схемы (0, 1, 2), вторая – номер столбца исходных данных (0–9).

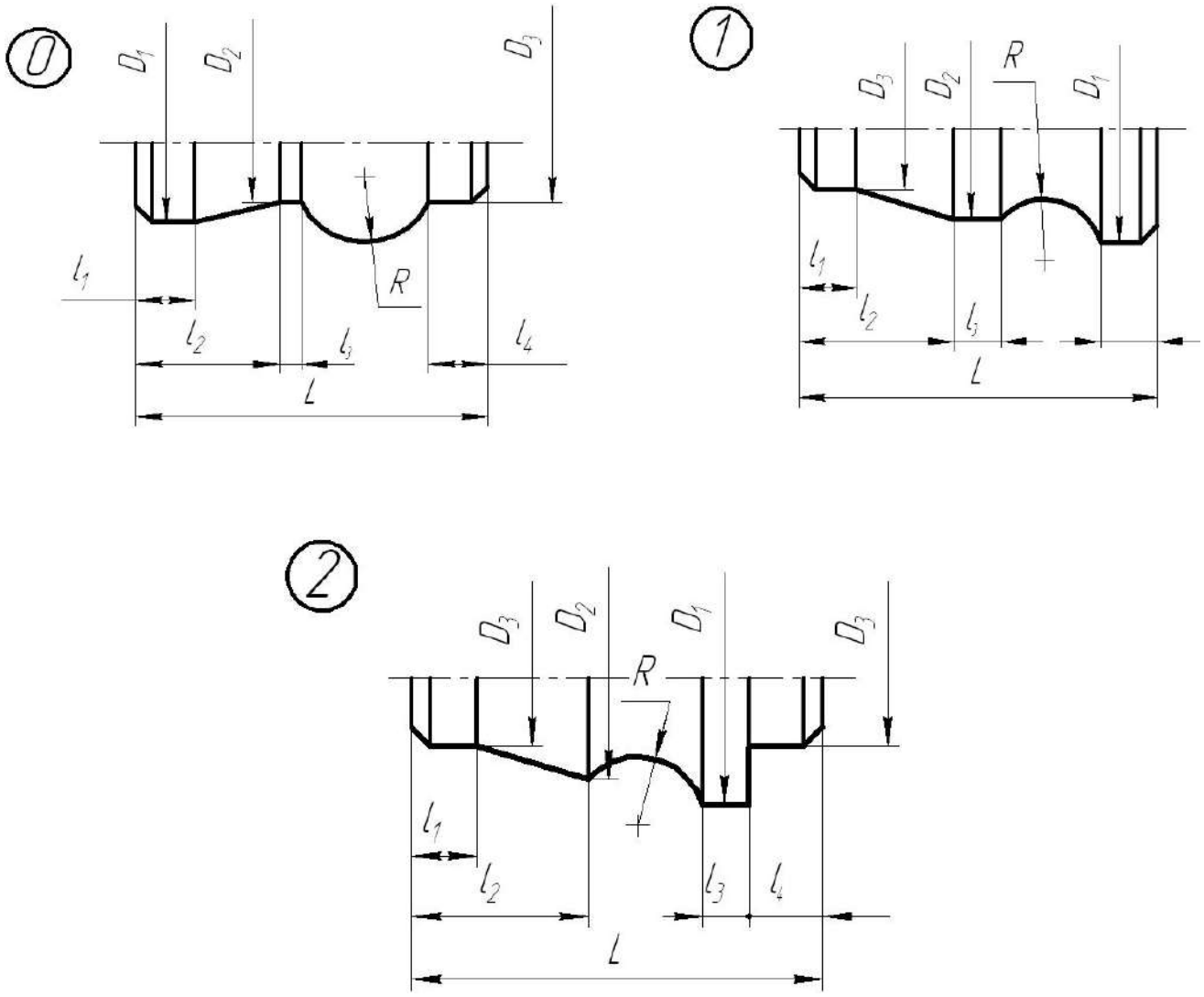
Таблица 1.2

Выбор варианта задания

Первая цифра	**Первая буква фамилии**	**Пример**: *Жуков Иван* – первая буква фамилии соответствует первой цифре ***0***, а первая буква имени соответствует второй цифре ***8, вариант 08***
0	***А, Г, Ж, К, Н, Р, У, Ц, Щ, Я***	
1	***Б, Д, З, Л, О, С, Ф, Ч, Э***	
2	***В, Е, И, М, П, Т, Х, Ш, Ю***	
Вторая цифра	**Первая буква имени**	
0	***А, Л, Х***	
1	***Б, М, Ц***	
2	***В, Н, Ч***	**Примечание**: если в результате окажется ***вариант 00***, то следует принять ***вариант 29***
3	***Г, О, Ш***	
4	***Д, П, Щ***	
5	***Е, Р, Э***	

6	***Ж, С, Ю***	
7	***З, Т, Я***	
8	***И, У***	
9	***К, Ф***	

Исходные данные для конструирования



№	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	Материал	$\sigma_в$, МПа	Варианты
***D*₁**	40	48	44	52	60	65	56	70	75	80	Сталь 20	410	01,03,05,07,09

D_2	30	38	34	42	50	54	44	60	65	70			
D_3	20	25	24	28	36	42	32	44	48	50	Сталь 45	600	02,04,06,08,20, 22,24,26,28
l_1	8	12	10	14	16	18	8	12	12	8			
l_2	16	18	17	20	22	24	18	16	20	22	Сталь 60	680	11,13,15,17,19
l_3	5	7	6	5	7	6	5	8	10	12			
l_4	8	6	10	10	8	8	16	18	14	14	Сталь 35	530	10,12,14,16,18
L	48	55	54	60	68	70	60	65	70	75			
R	13	18	15	19	25	26	15	17	20	21	Сталь 20ХГСА	780	21,23,25,27,29
S	0,03			0,05			0,08		0,04				

Рис. 8. Исходные данные для конструирования

Предъявляются файлы «КОМПАС-Сборки» (*.a3d) и «КОМПАС-Деталей» (*.m3d) с готовой моделью резца и всеми вспомогательными построениями.

Рекомендации по выполнению задания

Сведения о конструировании фасонных резцов. Фасонные резцы применяют для точения из прутка деталей в виде тел вращения с фасонными профилями методом поперечной подачи. Вращательное движение резания сообщается обрабатываемой заготовке 1 (рис. 9), а направление движения резца 2 перпендикулярно оси вращения заготовки.

Наибольшее распространение имеют круглые и призматические резцы с осью или базой крепления, параллельными оси детали. Исходными параметрами при проектировании резцов являются материал, твердость и размеры детали, допуски на размеры, шероховатость обрабатываемых поверхностей, режимы резания (скорость *v* и подача *S*).

Проектирование фасонных резцов производят в следующем порядке.

Выбор геометрических параметров. Задний угол α принимают в пределах 10–12° для круглых резцов и 12–15° для призматических; передний

угол γ назначают в зависимости от твердости и прочности обрабатываемого материала (таблица 2).

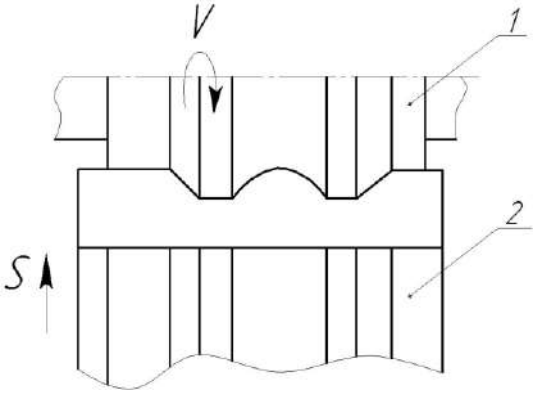


Рис. 9. Схема обработки фасонным резцом

Таблица 2

Передние углы фасонных резцов

Обрабатываемый материал	$\sigma_в$, МПа	*HB*	γ, °
Алюминий, медь	–	–	25–30
Сталь	До 500	До 150	20
	Больше 500	Больше 150	15
	До 600	До 175	
	Больше 600	Больше 175	10
	До 800	До 235	
	Больше 800	Больше 235	5
Чугун	–	< 180	10
		180 – 200	5
		> 200	0
Бронза, латунь	–	–	0–5

Примечание. Указанные значения углов относятся к точке резца, наиболее удаленной от его оси или базы крепления, в сечении, перпендикулярном к оси детали.

Диаметр *d* посадочного отверстия определяют из условия достаточной прочности и жесткости оправки в зависимости от главной составляющей силы резания:

$$P_z = p_z l_u',\qquad (3)$$

где l_u' – проекция длины режущей кромки на ось резца;

p_z – удельное усилие резания, приходящееся на единицу длины режущей кромки (таблица 3).

При консольном креплении резца:

$$d = 1{,}24 l_u'^{0{,}33} P_z^{\,0{,}38};\qquad (4)$$

при двустороннем креплении:

$$d = 1{,}36 (l_u')^{0{,}33} P_z^{\,0{,}25}.\qquad (5)$$

Таблица 3

Значения удельных сил резания при обработке конструкционных материалов

S, мм/об	v, м/мин	p_z,Н/мм
0,03	31	150
0,04	27	190
0,05	24	220
0,06	22	260
0,07	20	290
0,08	19	320
0,09	18	350
0,10	17	380

При l_u' > 30 мм для лучшего конструктивного оформления резца надо применять двустороннее крепление. После расчета диаметр отверстия округляют до ближайшего большего значения из нормального ряда посадочных отверстий. Наружный диаметр:

$$d_a \approx 2\left(t + a + e + \frac{d}{2}\right),\qquad (6)$$

где $t = (d_{\max} - d_{\min})/2$ – глубина профиля детали;

a = 3–8 мм – размер, обеспечивающий достаточное пространство для размещения стружки;

e – толщина стенки резца (для обеспечения прочности принимается не менее 0,5d).

Со стороны торца резца, которым резец должен располагаться к патрону станка, делается дополнительная кромка длиной l_1 = 4–5 мм под углом 15–20° для проточки канавки под последующую отрезку готовой детали. С той же стороны располагается цилиндрическая выточка диаметром (d + 10–15) мм и длиной 10–15 мм для закрепления резца на цилиндрической оправке. Со стороны открытого торца заготовки резец по профилю должен перекрывать деталь на l_2 = 1–2 мм. Во избежание появления острых углов этот торец также снабжают цилиндрическим пояском длиной l_3 = 1–2 мм.

С правой стороны резца выполняют буртик шириной $l_б$ = 3–5 мм и диаметром $d_б$ = (1,5–1,7)d. На торце его делают радиальные рифления для передачи крутящего момента. Число зубчиков рифлений z = 32–34, угол профиля их в нормальном сечении 90°. Для постоянства площадки при вершине зубчиков по длине дно впадин между зубчиками располагают к торцу буртика под углом $\beta = \operatorname{arctg}(\pi/z)$. Общая длина круглого резца

$$L_0 = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 + l_б . \qquad (7)$$

Форма передней поверхности инструмента принимается плоской. Положительный задний угол α обеспечивается за счёт вертикального смещения оси инструмента относительно оси детали. Для обеспечения минимального значения заднего угла α_{min}, необходимо, чтобы ось резца располагалась выше оси заготовки так, чтобы касательная плоскость к максимальному диаметру резца была под углом α_{min} к вертикальной плоскости резания. Таким образом, передняя поверхность инструмента должна проходить через точку пересечения минимального диаметра детали и осевой горизонтальной плоскости детали под углом γ к ней.

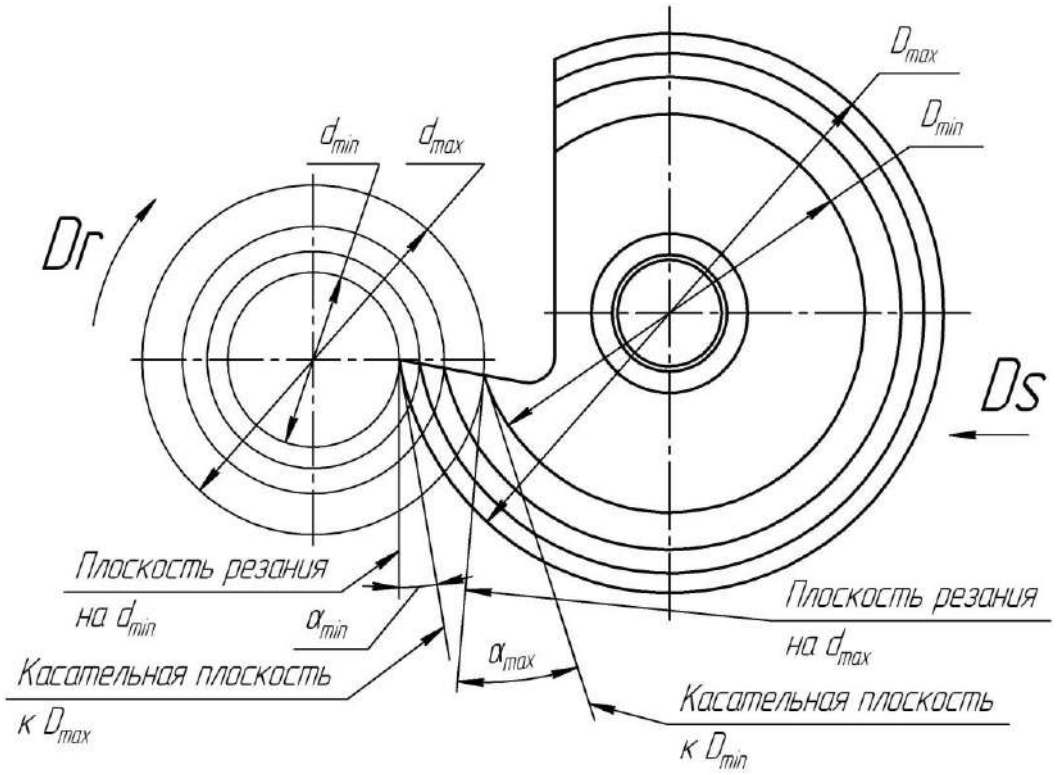


Рис. 10. К определению положения передней поверхности

Пример. Дан контур детали, обрабатываемой круглым фасонным резцом (рис. 11). Требуется построить твердотельную модель круглого фасонного резца для получения заданного профиля детали путем геометрического моделирования «сверху вниз» (от сборки к детали).

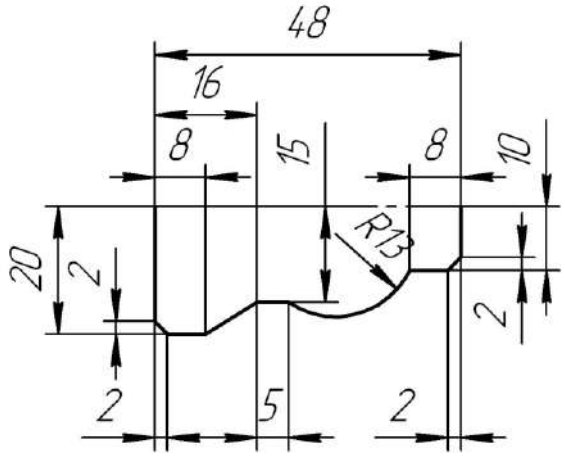


Рис. 11. Контур детали

Исходные данные: материал заготовки – сталь 45 $\sigma_в$ = 600 МПа; минимальный задний угол α = 10°; размеры готовой детали (рис. 11).

Задание выполняется в программе «КОМПАС 8.0». При выполнении работы необходимы навыки построения простых трехмерных моделей, знания методик и основных операций построения твердотельных и поверхностных моделей (выдавливание плоского эскиза вдоль прямой и произвольной траектории,

вращение, построение по сечениям), навыки работы с привязками и параметризацией.

Работу нужно вести в документе типа «КОМПАС-Сборка» (*.a3d), поскольку в документе «КОМПАС-Деталь» не допускается наличие более одной твердотельной модели. Метод проектирования, при котором форма модели детали задаётся требованиями сборки (моделью более высокого уровня), называется условно проектированием «сверху вниз». В обратном случае, при составлении сборки из уже готовых деталей, смоделированных отдельно друг от друга, проектирование идет «снизу вверх».

Этап 1. Модель обработанной детали. Построения ведутся в новом пустом файле «КОМПАС-Сборки», деталей ещё пока нет. Деталь представляет собой тело вращения, поэтому моделируется при помощи построения плоского эскиза (образующей наружной поверхности детали) и вращения его относительно оси симметрии детали.

1.1. Создать новую деталь. Для этого нужно в дереве построения выбрать одну из координатных плоскостей и нажать кнопку  «Создать деталь» панели инструментов  «Редактирование сборки». Выбранная координатная плоскость будет использоваться как база для создания эскиза новой детали. В появившемся диалоговом окне задать расположение и имя файла новой КОМПАС-Детали.

Примечание: для удобства последующей работы предварительно нужно создать рабочую папку, в которой будут храниться файлы сборки, деталей и т. д., относящиеся к выполняемой работе.

1.2. Создать профиль обрабатываемой детали. При выполнении команды «Эскиз»  создается двухмерная система координат, в которой ведётся дальнейшее построение. В этой системе координат выполняется по размерам и с соответствующими привязками контур профиля детали согласно заданию (рис. 11). Линии профиля выполняются основной линией, а ось вращения − осевой линией. *Примечание 1: для последующего выполнения*

операции «Вращение» в созданном эскизе должна быть строго одна осевая линия. Иначе системой выдается сообщение об ошибке. *Примечание 2: рекомендуется связывать построения в эскизе с началом координат и направлениями координатных осей. Например, располагать пересечение образующей левого торца и осевой линии (центр торцовой поверхности) в начале координат эскиза, а ось вращения − вдоль координатной оси Ox.* По окончании построения нужно выйти из режима эскиза повторным нажатием кнопки .

1.3. Создать операцию вращения. В дереве построения выделить вновь созданный эскиз и выполнить команду «Операция вращения» панели инструментов «Редактирование детали» . При построении тела вращения без сквозной внутренней полости следует использовать опцию «Сфероид» и параметру «Тип построения тонкой стенки» присвоить значение «Нет» . Результат операции вращения показан на рис. 12.

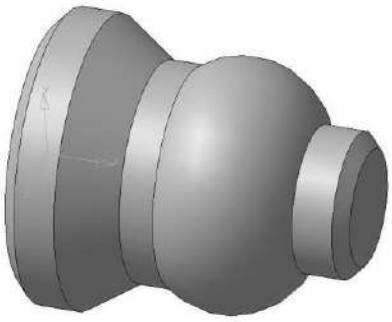


Рис. 12. Модель детали

1.4. Создать направляющий отрезок передней поверхности фасонного резца. Отрезок располагается на плоскости одного из торцов детали (рис. 13). Для создания эскиза на плоской грани твердотельной модели нужно выделить соответствующую грань и перейти в режим эскиза нажатием кнопки . *Примечание: для дальнейшего выполнения работы в эскизе только один отрезок должен быть сделан основной линией, все остальные построения делаются тонкой линией.*

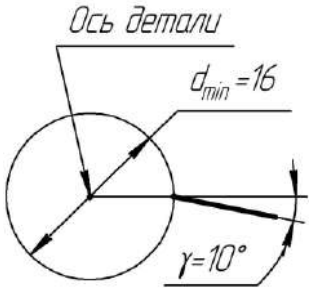


Рис. 13. Эскиз п. 1.4

1.5. Построить плоскость передней поверхности инструмента. Для построения вспомогательной

плоскости воспользуемся панелью инструментов «Вспомогательная геометрия» , инструментом «Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани» . Выделить в дереве построения эскиз, построенный в п. 1.4, выбрать опцию «Перпендикулярно грани» и указать одну из торцовых граней модели.

1.6. Рассечь деталь плоскостью, построенной в п. 1.5, используя инструмент «Сечение поверхностью» панели инструментов «Редактирование детали» , выбрав направление отсечения − вверх от проведенной плоскости (рис. 14). В построенном сечении лежит режущая кромка будущего фасонного резца.

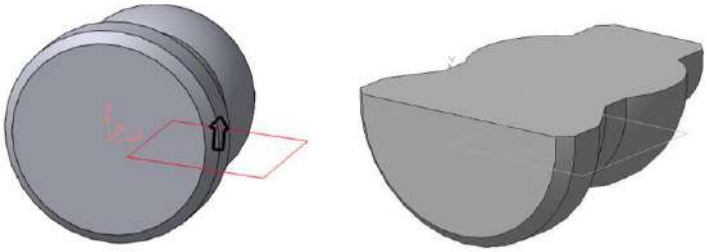


Рис. 14. Иллюстрация п. 1.6

1.7. Завершить построение детали при помощи выхода из режима «Редактировать на месте» , который был включен автоматически при выполнении п. 1.1.

Этап 2. Модель режущего инструмента. Инструмент представляет собой тело вращения, однако ось вращения и образующая задней поверхности инструмента лежат в разных плоскостях. Поэтому получить 3D-модель вращением, как в этапе 1 в программе «КОМПАС», не представляется возможным.

2.1. Создать новую деталь на базе грани, полученной в п. 1.6, аналогично п. 1.1.

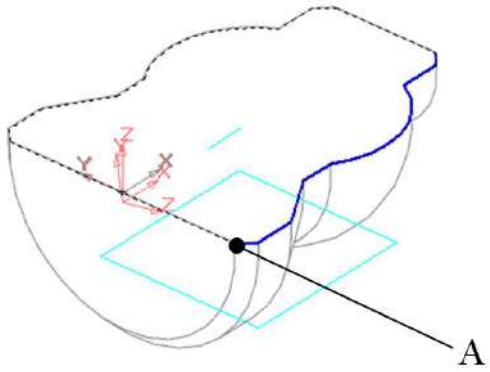


Рис. 15. Эскиз режущей кромки

2.2. Построить эскиз образующей задней поверхности фасонного резца (режущей кромки). При выполнении п. 2.1 автоматически включаются режимы «Редактировать на месте» и «Эскиз». В текущем эскизе при помощи команды «Спроецировать объект» панели инструментов «Геометрия» построить проекцию профиля детали, полученного в результате сечения плоскостью передней поверхности, контактирующего с резцом (рис. 15).

2.3. Построить в плоскости левого торца детали эскиз окружности-направляющей с центром на оси резца для создания задней поверхности инструмента (рис. 16). Для этого создать эскиз; спроецировать на текущий эскиз точку *A* (рис. 15); построить точку *O* − ось резца. Расположение точки *O* определяется размерами d_{min}, *L*, α (рис. 16). Значения размеров:

− d_{min} = 16 мм (рис. 11);

− α = 10° (задание);

− *d* − диаметр посадочного отверстия резца, определяется по формуле (5):

$$d = 1{,}36\left(l_u'\right)^{0{,}33} P_z^{\,0{,}25},$$

− $l_u' = 53$ мм − ширина фасонного профиля с учетом ширины отрезной канавки (рис. 9);

− P_z − окружная сила резания, определяется по формуле (3):

$$P_z = p_z l_u' = 150 \cdot 53 = 7200 \text{ Н};$$

− p_z = 150 Н/мм (табл. 3) − удельная окружная сила резания;

$$d = 1{,}36 \cdot 53^{0{,}33} \cdot 7200^{0{,}25} = 44{,}95 \approx 45 \text{ мм};$$

− d_{max} = 40 мм (рис. 11);

− *a* = 8 мм (расшифровка обозначений к формуле (6));

− *e* = 25 мм (там же);

– L – расстояние по горизонтали между осями детали и резца:

$$L = \frac{d_{\max}}{2} + a + e + \frac{d}{2} = 20 + 8 + 25 + 22{,}5 = 75{,}5 \text{ мм.} \qquad (8)$$

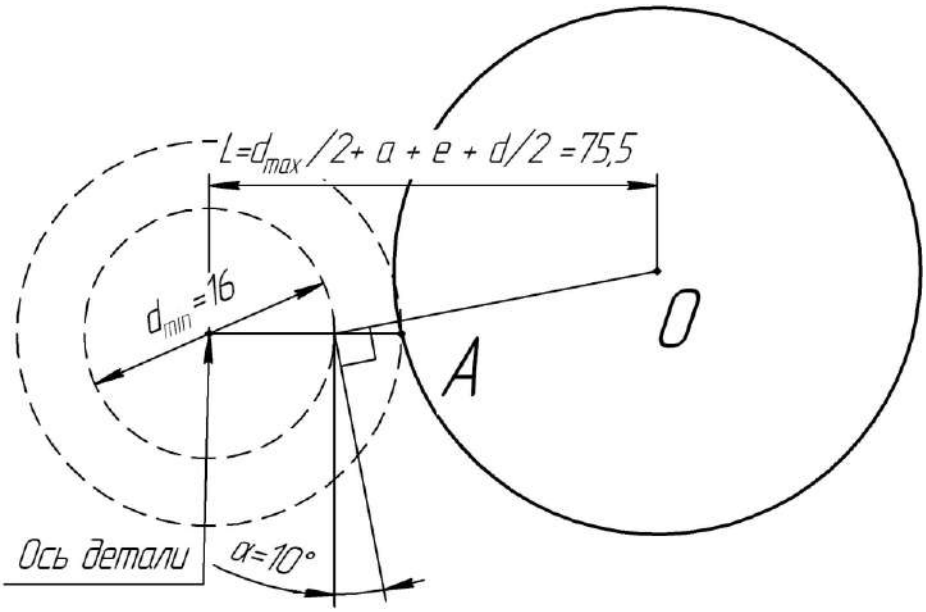


Рис. 16. Построение окружности-направляющей

Провести окружность основной линией из точки *O* радиусом *OA*. Выйти из режима эскиза нажатием кнопки . *Примечание: все остальные построения в эскизе должны быть выполнены тонкими, штриховыми или вспомогательными линиями.*



Рис. 17. Задняя поверхность инструмента

2.4. Построить заднюю поверхность фасонного резца. Для этого применить команду «Кинематическая поверхность» панели инструментов «Поверхности». В качестве сечения указать образующую, построенную в п. 2.2, траектория – направляющая окружность (п. 2.3), параметру «Движение сечения» присвоить значение «Сохранять угол наклона». Результат выполнения этапа показан на рис. 17.

2.5. Построить твердотельную модель на основе данной поверхности: используя команду «Заплатка» панели инструментов «Поверхности», построить торцовые плоскости, ограничивающие объём внутри поверхности вращения, показанной на рис. 17. Затем, используя команду «Сшивка поверхностей» панели инструментов «Поверхности» с включенной опцией «Создавать тело», преобразовать три поверхности (одну вращения и две плоскости-«заплатки») в объемное тело.

2.6. Конструктивная доработка твердотельной модели в соответствии с требованиями (рис. 9).

2.6.1. Прорезной выступ. Построить ось любой поверхности вращения полученной модели при помощи команды «Ось конической поверхности» панели инструментов «Вспомогательная геометрия». Построить плоскость симметрии тела, проходящую через ось параллельно одной из координатных плоскостей сборки при помощи инструмента «Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани» панели инструментов «Вспомогательная геометрия». В полученной плоскости создать эскиз прорезного выступа с размерами в соответствии с рис. 9. *Примечание 1: для*

отслеживания точки привязки эскиза к контуру поверхности и оси вращения следует использовать проекцию торцовой поверхности, к которой прилегает прорезной выступ, на плоскость эскиза. Примечание 2: требования к оформлению эскиза аналогичны п. 1.2. Эскиз с размерами представлен на рис. 18. Далее необходимо создать выступ при помощи операции «Операция вращения» панели инструментов «Редактирование детали» . При добавлении элемента вращения без сквозной внутренней полости следует использовать опцию «Сфероид» и параметру «Тип построения тонкой стенки» присвоить значение «Нет» . Вид модели после выполнения п. 2.6.1 приведён на рис. 19.

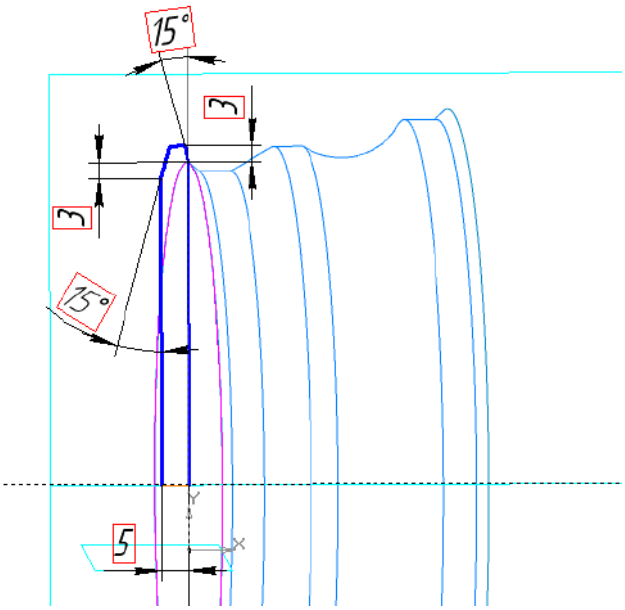


Рис. 18. Эскиз прорезного выступа



Рис. 19. Результат операции «Приклеить вращением»

2.6.2. Перекрывающий поясок (см. рис. 9 и пояснения к нему). Действия аналогичны п. 2.6.1. *Примечание: для того чтобы коническая поверхность пояска была продолжением конической поверхности основного профиля, нужно спроецировать её на плоскость эскиза и построить отрезок-образующую конического участка пояска параллельно отрезку-*

образующей конической поверхности профиля (рис. 20). Вид модели после выполнения операции приведен на рис. 21.

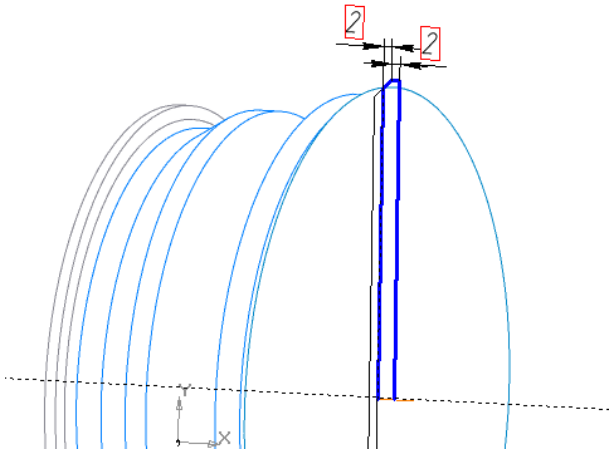


Рис. 20. Эскиз пояска

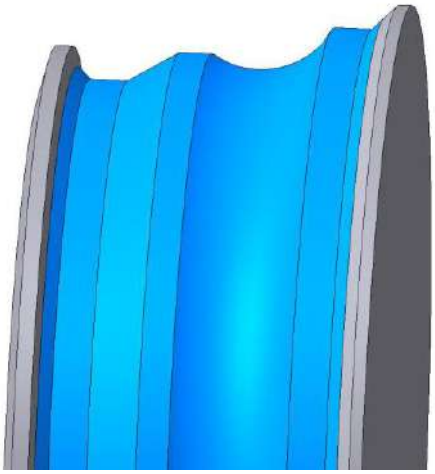


Рис. 21. Результат построения

2.6.3. Цилиндрический буртик. Диаметр буртика определяем из соотношения d_6 = (1,5–1,7)d = 67,5–76,5 мм, принимаем 70 мм, ширина − l_6 = 5 мм. На правом торце существующей модели создать эскиз − окружность диаметром 70 мм с центром в центре грани. Выделив эскиз в дереве построения, при помощи команды «Операция выдавливания» панели инструментов «Редактирование детали» создать цилиндрический буртик, присвоив параметру «Расстояние 1» значение «5,0» (ширина).

2.6.4. Посадочное отверстие. На торце буртика создать эскиз − окружность диаметром d = 45 мм с центром в центре грани. С использованием операции «Вырезать выдавливанием» панели инструментов «Редактирование детали», используя способ построения «Через всё» ,создать сквозное цилиндрическое отверстие.

2.6.5. Выточка для закрепления на оправке. На левом торце создать эскиз − окружность диаметром 60 мм. Вырезать элемент аналогично п. 2.6.4, используя способ построения «На расстояние», присвоив параметру «Расстояние 1» значение «15,0».

2.6.6. Технологическая выточка. Создать параллельную плоскость на расстоянии 15 мм вглубь детали от торца буртика при помощи команды «Смещенная плоскость» панели инструментов «Вспомогательная геометрия». Выделив плоскость в дереве построения, создать на ней эскиз − окружность диаметром (d + 2) = 47 мм. С использованием операции «Вырезать выдавливанием» панели инструментов «Редактирование детали», используя способ построения «До поверхности», включив опцию «До объекта», выделив плоскость дна выточки п. 2.6.5 и задав параметру «Расстояние 1» значение «15,0», создать технологическую выточку. Результат выполнения п. 2.6.3–2.6.6 представлен на рис. 22.

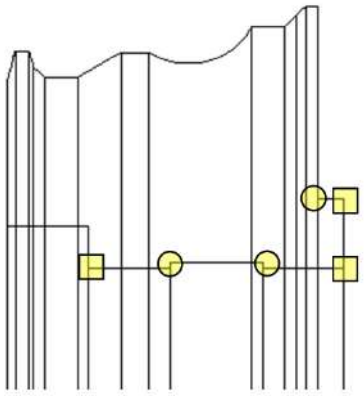


Рис. 22. «Проволочный каркас» модели после п. 2.6.6

2.6.7. Фаски и скругления. Создать фаски 1х45° в местах модели, отмеченных на рис. 22 знаком ◻. Создать скругления в местах модели, отмеченных на рис. 22 знаком ○.

2.6.8. Радиальные рифления на буртике. В плоскости симметрии резца (построенной в п. 2.6.1) при помощи проекций создать эскиз, как показано на рис. 23.

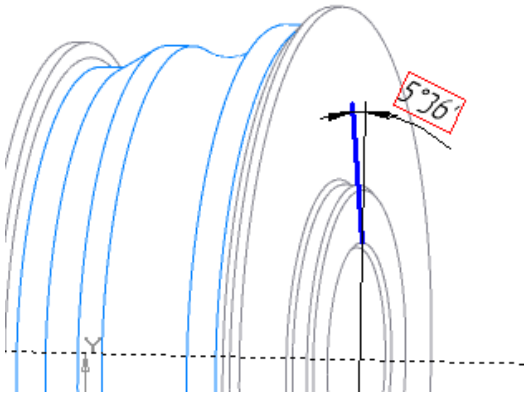


Рис. 23. Эскиз направляющей рифлений

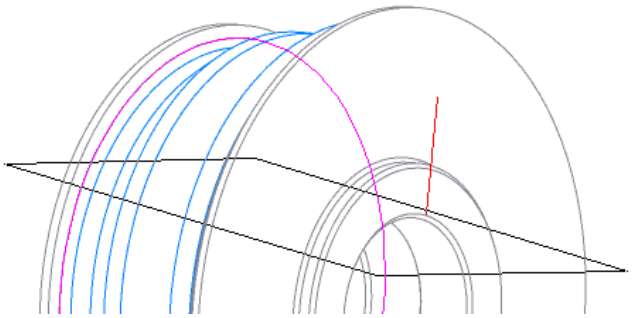


Рис. 24. Плоскость образующей рифлений

Используя команду «Плоскость через вершину перпендикулярно ребру» , построить плоскость, перпендикулярно эскизу через его нижнюю точку (рис. 24). В выполненной плоскости создать эскиз − контур образующей впадины рифлений, согласно рис. 9. Построенный контур изображён на рис. 25. *Примечание: размеры 1,5 и 0,25 даны от точки начала направляющей.* Вырезать выдавливанием полученный эскиз, выбрав опцию «Два направления» и задав ориентировочную длину вырезания в обе стороны.

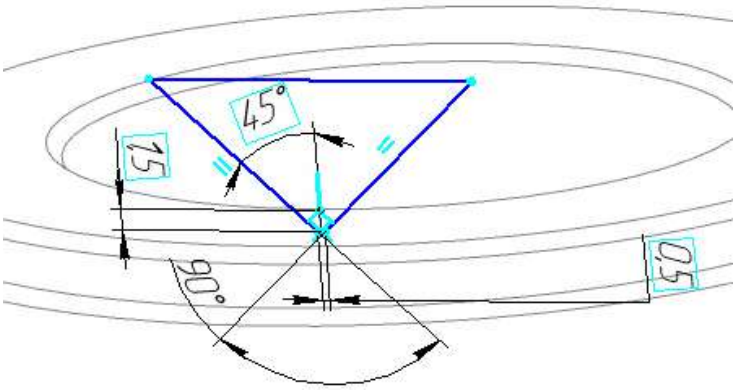


Рис. 25. Направляющая впадины рифления

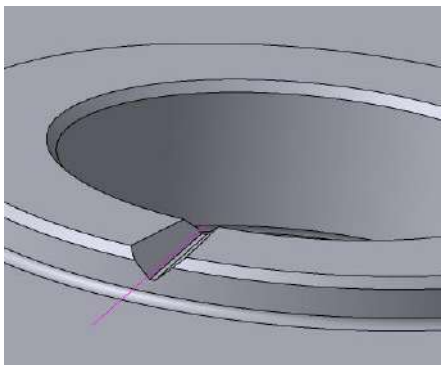


Рис. 26. Впадина рифления

Выделить операцию «Вырезать выдавливанием» в дереве построения и, используя команду «Массив по концентрической сетке» , задав осью массива ось цилиндрической поверхности (построенную в п. 2.6.1), присвоив параметру «N2» значение «32» и включив опцию «Геометрический массив», построить массив из 32 радиальных рифлений.

2.6.9. Передняя поверхность и пространство для схода стружки. На левом торце резца при помощи проецирования создать эскиз, как показано на рис. 27. Вырезать эскиз выдавливанием «Через всё», затем построить скругление внутреннего угла радиусом 2 мм.

Готовая модель резца представлена на рис. 28.

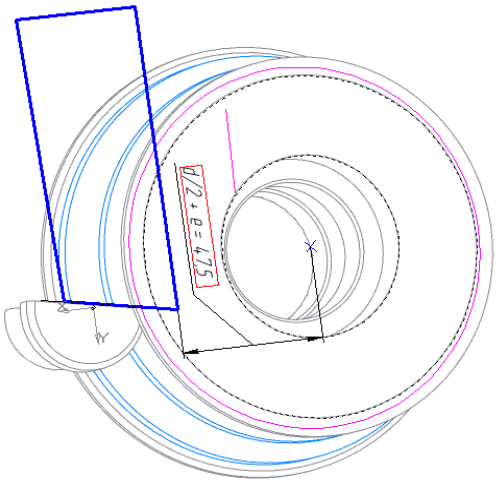


Рис. 27. Эскиз пространства для схода стружки

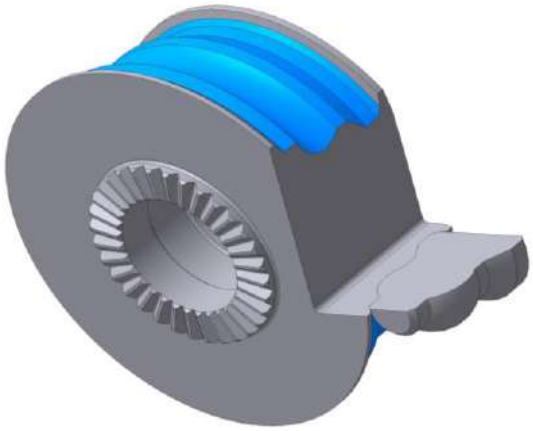


Рис. 28. Готовая модель фасонного резца

Проверяемое задание 3
Тема 3. 2D-моделирование в системе «КОМПАС»

Задание

Дана твердотельная модель фасонного резца в виде файла *.m3d, выполненная в программе «КОМПАС-3D». Требуется построить рабочий чертёж фасонного резца с необходимыми размерами и техническими требованиями. Задание выполняется в программе «КОМПАС». Формат чертежа в примере − горизонтальный А2. *Примечание: в зависимости от используемых масштабов видов, сложности и наполненности чертежа формат может варьироваться. Для изменения формата текущего чертежа можно воспользоваться, например, «Менеджером документа»* . *С его помощью можно также изменить ориентацию листа чертежа и его шаблон оформления.*

Для выполнения задания используются данные работы 2. Предъявляются файлы «КОМПАС-Детали» (*.m3d) и «КОМПАС-Чертежа» (*.cdw) с моделью резца и ассоциативным чертежом.

Рекомендации по выполнению задания

Пример. Дана твердотельная модель фасонного резца в виде файла *.m3d, выполненная в программе «КОМПАС-3D» (рис. 29). Требуется построить рабочий чертёж фасонного резца с необходимыми размерами и техническими требованиями. Задание выполняется в программе «КОМПАС». Формат чертежа в примере − горизонтальный А2. *Примечание: в зависимости от используемых масштабов видов, сложности и наполненности чертежа формат может варьироваться. Для изменения формата текущего чертежа можно воспользоваться, например, «Менеджером документа»* . *С его помощью можно также изменить ориентацию листа чертежа и его шаблон оформления.*

Этап 1. Необходимые геометрические виды фасонного резца.

Построения ведутся в новом пустом файле «КОМПАС-Чертежа». Для создания чертежа на основе трехмерной модели используются команды панели инструментов «Ассоциативные виды» .

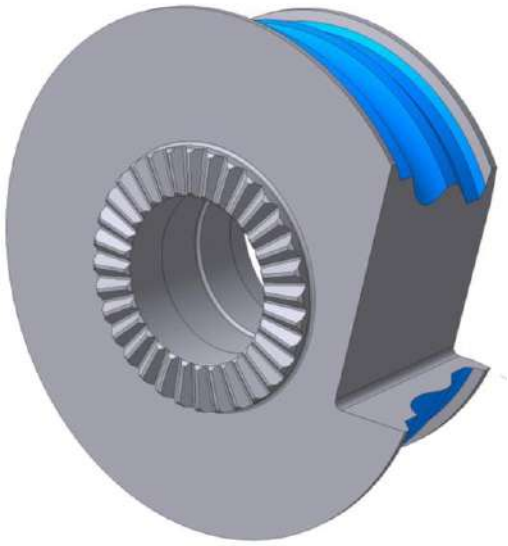


Рис. 29. Исходная модель инструмента

Примечание: при построении ассоциативного чертежа исходная модель не обязательно должна быть открыта в окне программы. В случае если не планируется редактирование твердотельной модели (и видов ассоциативного чертежа), достаточно указать местонахождение файла модели.

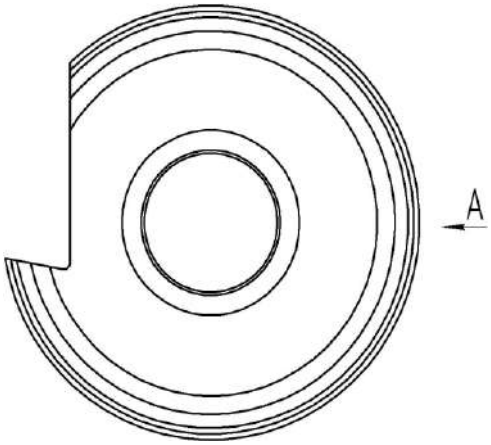


Рис. 30. Главный вид резца

1.1. Построение главного вида. При помощи команды «Произвольный вид»  панели инструментов «Ассоциативные виды» создать вид инструмента слева (со стороны передней бабки токарного станка). *Примечание: в зависимости от координатной плоскости, в которой было начато построение твердотельной модели в предыдущей лабораторной работе, требуемый вид может быть одним из стандартных видов: спереди,*

сзади, сверху, снизу, слева, справа. Для того чтобы узнать, какой именно вид указывать при выполнении текущего этапа, нужно в окне 3D-модели инструмента, используя меню «Ориентация» , *определить название нужного вида. В рассматриваемом примере это вид слева* .Его изображение показано на рис. 30.

1.2. Построение вида справа.

1.2.1. Используя команду «Стрелка взгляда»  панели инструментов «Обозначения» , создать стрелку А в направлении, указанном на рис. 30. *Примечание: это и другие построения должны производиться только в том виде, к которым они относятся. Иными словами, при выполнении каких-либо построений в некотором виде этот вид должен быть активным и текущим. Управление состоянием видов может осуществляться, например, в дереве построения чертежа (меню «Вид» → «Дерево построения»).*

1.2.2. При помощи команды «Вид по стрелке»  панели инструментов «Ассоциативные виды» , указав точку расположения вида на листе чертежа, создать вид, как показано на рис. 31, *а*.

1.3. Построение местного разреза на виде справа.

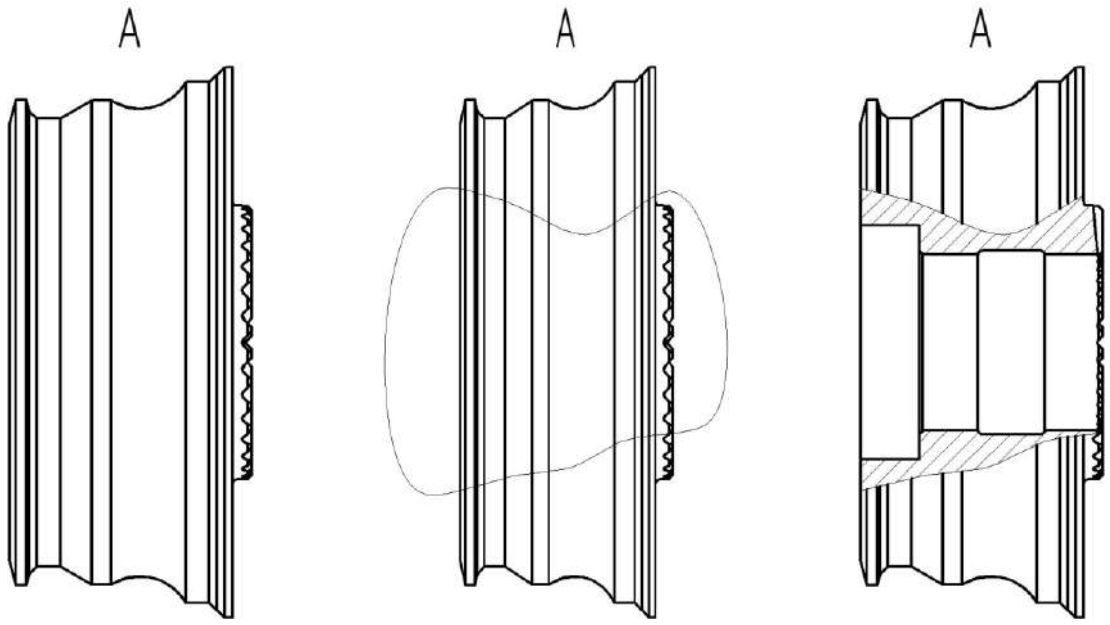
1.3.1. При помощи инструмента «Кривая Безье»  панели инструментов «Геометрия»  в текущем виде создать *замкнутый* сплайн, как показано на рис. 31, *б*.

1.3.2. Выполнив команду «Местный разрез»  панели инструментов «Ассоциативные виды»  и указав на *главном* виде след плоскости местного разреза, проходящей через ось резца, построить местный разрез, как показано на рис. 31, *в*.

1.4. Построение вида режущей кромки.

1.4.1. На главном виде построить вспомогательную прямую, нормальную к проекции передней поверхности. Вдоль этой прямой, аналогично п. 1.2.1, создать стрелку вида Б (рис. 32, *а*). *Примечание: названия видов по умолчанию присваиваются автоматически в алфавитном порядке буквами русского алфавита.*

1.4.2. Создать вид по стрелке аналогично п. 1.2.2. По умолчанию при построении вида включена опция «Проекционная связь» и угол поворота вида − 0° (рис. 32, *б*).



а) *б)* *в)*

Рис. 31. Построение вида справа с местным разрезом: *а* − построение вида (п. 1.2); *б* − ограничивающая кривая для местного разреза (п. 1.3.1); *в* − вид с местным разрезом по осевой плоскости (п. 1.3.2)

Примечание: эти и другие свойства ассоциативных видов можно изменять после их создания при помощи команды «Параметры вида...» контекстного меню вида. Для его отображения необходимо выделить вид, кликнув ЛКМ на рамке вида (отображается пунктиром), и нажать ПКМ.

1.4.3. Создать замкнутую кривую для построения местного разреза. В данном случае это может быть ломаная линия (команда «Ломаная»  панели инструментов «Геометрия»), располагающаяся, как показано на рис. 32, *в*. *Примечание: местный разрез нужно создать для того, чтобы полностью отобразить на чертеже переднюю поверхность.*

1.4.4. Создать местный разрез по замкнутой кривой аналогично п. 1.3.2, указав на главном виде след плоскости, параллельной и проходящей

несколько выше передней поверхности. Результат построения показан на рис. 32, *г*.

1.4.5. Создать замкнутую кривую для построения местного вида. Действия аналогичны п. 1.3.1, результат показан на рис. 32, *д*. *Примечание: для вида режущей кромки только эта часть вида Б будет являться информативной. Поэтому остальную часть целесообразно убрать с чертежа.*

1.4.6. При помощи команды «Местный вид»  панели инструментов «Ассоциативные виды» создать местный вид режущей кромки инструмента.

1.4.7. Изменить угол поворота и масштаб вида (см. примечание к п. 1.4.2). В данном примере угол поворота составляет 80° по часовой стрелке (−80°), а масштаб − 2:1. Результат построения представлен на рис. 32, *е*.

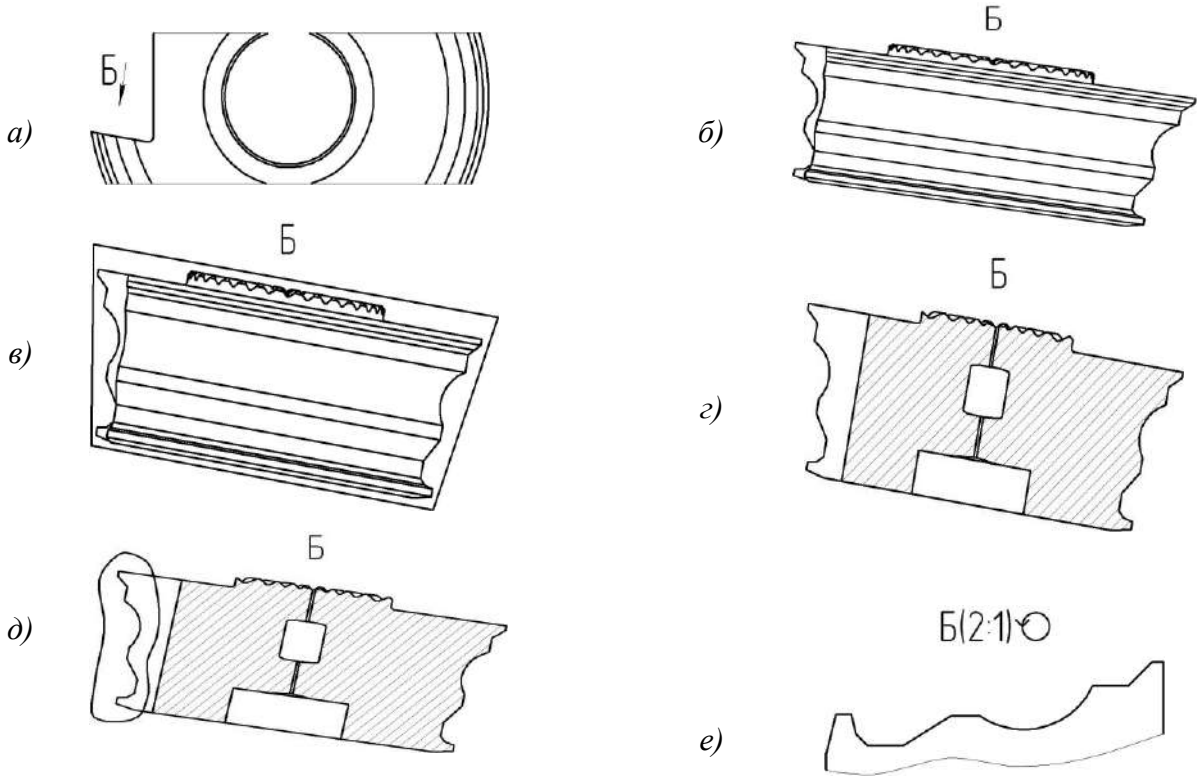


Рис. 32. Построение вида режущей кромки: *а* − направление стрелки вида (п. 1.4.1); *б* − вид по стрелке (п. 1.4.2); *в* – ограничивающая ломаная местного разреза (п. 1.4.3); *г* − местный разрез плоскостью, параллельной передней поверхности (п. 1.4.4); *д* − ограничивающий сплайн местного вида (п. 1.4.5); *е* − местный вид с измененным масштабом и углом поворота (п. 1.4.7)

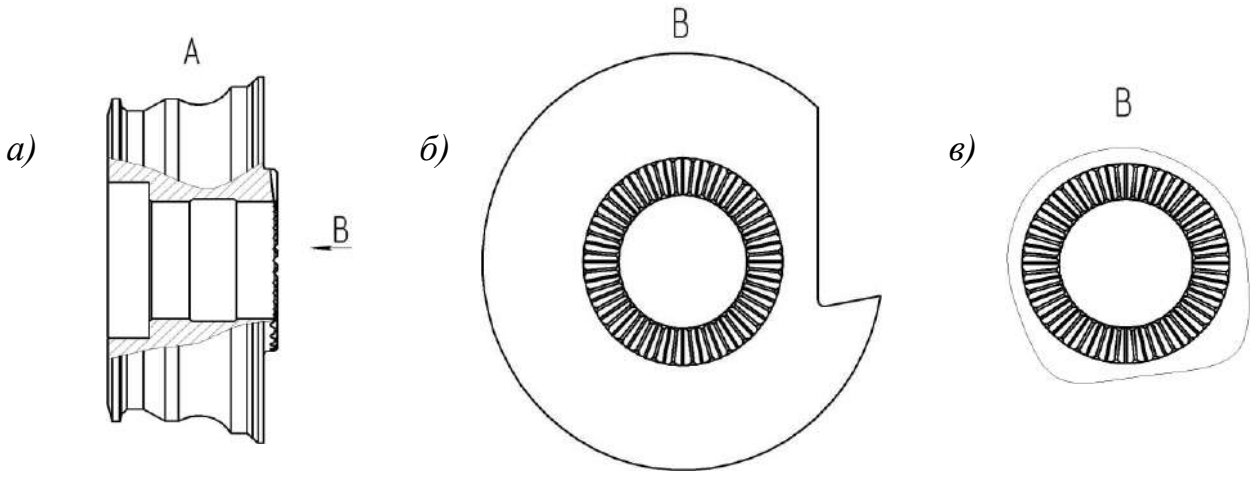


Рис. 33. Построение вида зубцов рифлений: *а* − стрелка вида В; *б* − вид по стрелке (вид сзади); *в* − местный вид

1.5. Построение местного вида зубцов рифлений (вид сзади).

1.5.1. На виде А аналогично п. 1.2.1, 1.4.1, создать стрелку вида В (рис. 33, *а*).

1.5.2. Создать вид по стрелке аналогично п. 1.2.2, 1.4.2 (рис. 33. *б*).

1.5.3. Создать замкнутую кривую для построения местного вида аналогично п. 1.3.1, 1.4.5.

1.5.4. Создать местный вид, ограниченный замкнутой кривой, аналогично п. 1.4.6. (рис. 33, *в*).

1.6. Построение сечения зубцов рифлений.

1.6.1. Используя команду «Линия разреза» панели инструментов «Обозначения», на местном виде В создать обозначение разреза Г−Г по горизонтальной линии, как показано на рис. 34, *а*.

1.6.2. Создать разрез Г−Г при помощи команды «Разрез/сечение» панели инструментов «Ассоциативные виды» (рис. 34, *б*).

1.6.3. Построить местный вид, ограниченный замкнутым сплайном, аналогично п. 1.5.3, 1.5.4.

1.6.4. Изменить масштаб вида на 5:1. Результат проведения операций представлен на рис. 34, *в*.

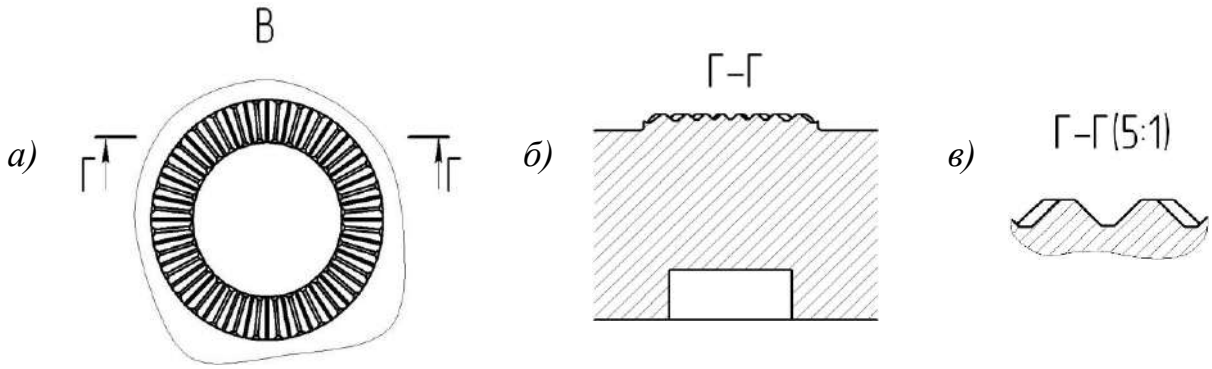


Рис. 34. Построение профиля зубцов рифлений: *а* − обозначение разреза; *б* − разрез; *в* − разрез одной впадины в масштабе 5:1

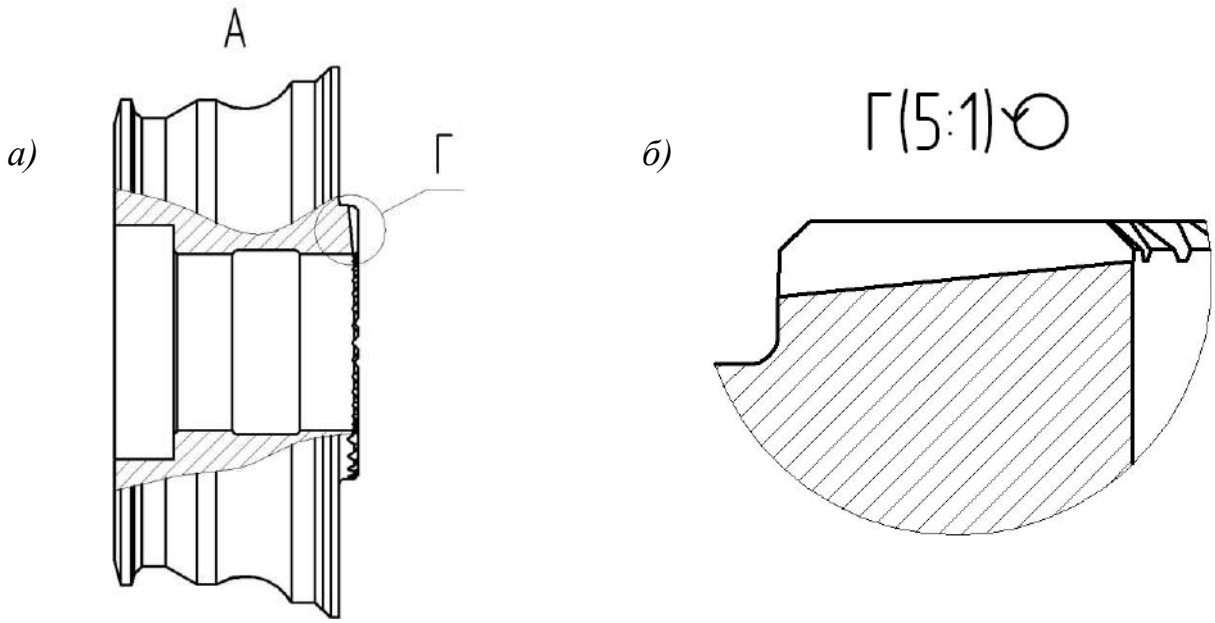


Рис. 35. Построение продольного сечения впадины рифлений: *а* − обозначение выносного элемента; *б* − выносной элемент в масштабе 5:1

1.7. Построение продольного сечения впадины рифлений.

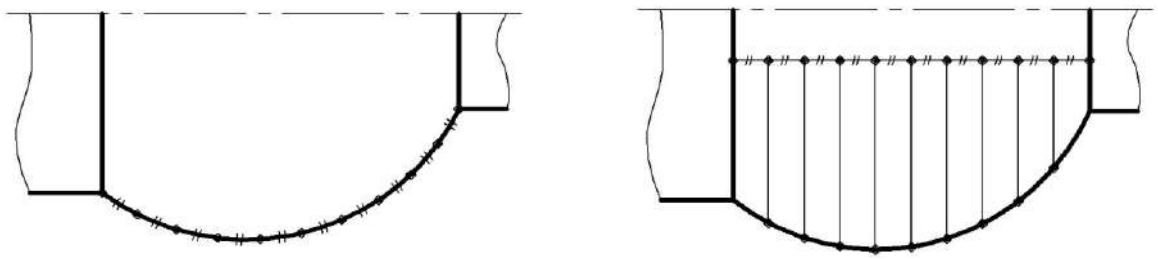
1.7.1. Используя команду «Выносной элемент» панели инструментов «Обозначения», на виде А создать выносной элемент Г, как показано на рис. 35, *а*. *Примечание: при этом созданный в п. 1.6 разрез Г−Г автоматически переименовывается программой в Д−Д. Изменения затрагивают как обозначение вида (рис. 34, а), так и его наименование (рис. 34, б,в).*

1.7.2. При помощи команды «Выносной элемент»  панели инструментов «Ассоциативные виды» построить выносной элемент Г в масштабе 5:1, повернутый на 90° против часовой стрелки (+90°) (рис. 35, *б*).

Этап 2. Простановка размеров и технических требований. Этап не требует никаких специальных навыков черчения, помимо базовых имеющихся. *Примечание 1: основная масса размеров не редактируется, поскольку при ручной доводке размеров исчезает смысл ассоциативного черчения, т. е. размеры, проставленные на чертеже, должны максимально соответствовать размерам исходной твердотельной модели. В случае когда размер по каким-то причинам не устраивает конструктора (или технолога), целесообразно изменять твердотельную модель, а не чертёж, построенный на её основе. В этом случае чертёж изменится автоматически и исключится несоответствие между ними.*

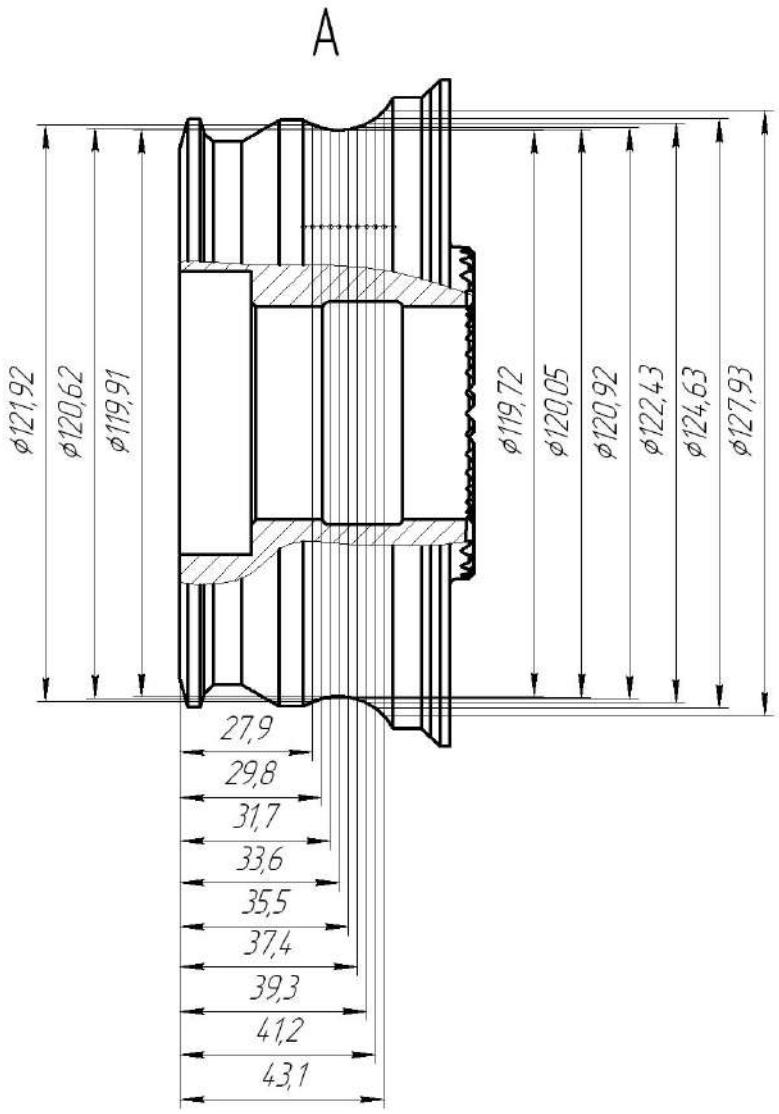
Исключение составляют размеры с допусками и (или) квалитетами, поскольку на твердотельной модели можно задать только абсолютное значение геометрических размеров. Здесь отсутствует понятие точности в том смысле, в котором оно применяется для реальных объектов (отклонение размеров от номинального значения).

Примечание 2: размеры части задней поверхности инструмента, отвечающей за формирование торовой поверхности детали, задаются координатами девяти точек на соответствующей образующей задней поверхности. Эти размеры проставляются в невидимом слое, а их значения вписываются в таблицу (рис. 37). Точки можно создать через равный шаг по кривой при помощи команды «Точки по кривой»  *панели инструментов «Геометрия» (рис. 36, а) или с равным шагом в направлении оси резца (рис. 36, б).*



а) *б)*

Рис. 36. Способы задания участков кривой: *а* – с равным шагом вдоль самой кривой; *б* – с равным шагом вдоль оси вращения



i	x_i	d_i
1	27,9	121,92
2	29,8	120,62
3	31,7	119,91
4	33,6	119,72
5	35,5	120,05
6	37,4	120,92
7	39,3	122,43
8	41,2	124,63
9	43,1	127,93

Рис. 37. Размеры сложного участка задней поверхности инструмента

Чертеж оформляется в соответствии с ЕСКД. Квалитеты точности и значения шероховатостей назначаются из конструкторских и технологических соображений. Технические требования включают характеристики материала, неуказанную точность размеров и т. п. Пример оформления чертежа представлен на рис. 39.

Этап 3. Заполнение основной надписи. Основная надпись ассоциативного чертежа модели заполняется автоматически в соответствии с данными исходной модели. Этап заключается в основном в доработке *исходной твердотельной модели*. Нужные операции с основной надписью чертежа производятся программой автоматически при обновлении исходной информации с файла модели.

3.1. Наименование чертежа. Поскольку созданный чертеж представляет собой чертеж детали, в графе «Наименования чертежа» указывается название изображенной детали. Название детали на твердотельной модели можно изменить путем переименования её в дереве построения (рис. 38).

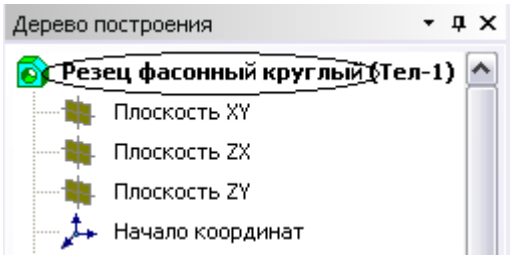


Рис. 38. Название детали

3.2. Наименование материала детали. Материал изменяется также на исходной модели. Для этого в дереве построения выделить название детали и в контекстном меню выбрать команду «Свойства детали». Во вкладке «Наименование материала» выбрать команду «Выбрать из справочника материалов», в открывшемся окне нажать кнопку «Больше...» и выбрать материал из списка предложенных. Зафиксировать материал, выполнив команду «Выбрать» контекстного меню материала.

3.3. Масса детали определяется автоматически, в зависимости от плотности материала (из выбранной библиотеки свойств) и объема детали. Остальные поля основной надписи чертежа при необходимости заполняются вручную.

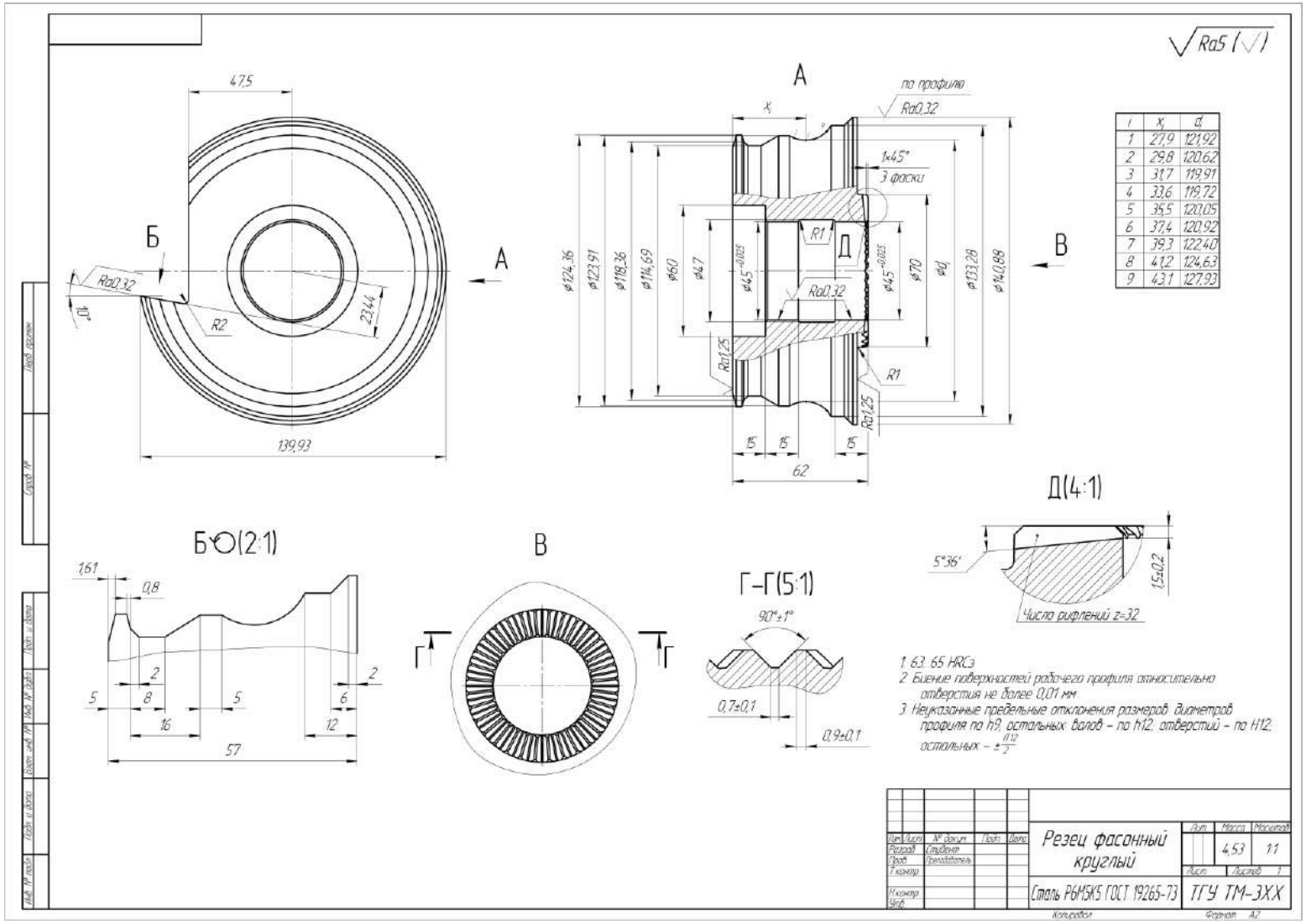


Рис. 39. Пример оформления чертежа инструмента

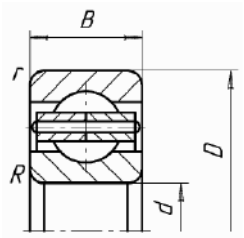
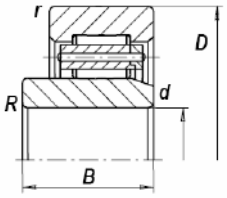
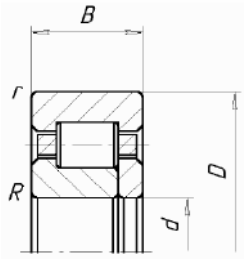
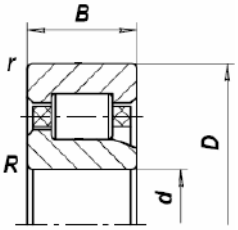
Проверяемое задание 4
Тема 4. 3D-моделирование в системе «КОМПАС»

Задание

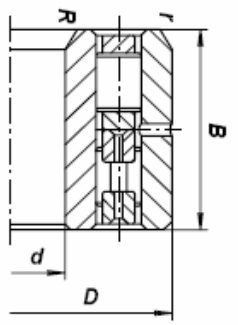
Эскиз подшипника с буквенным обозначением размеров по варианту индивидуального задания представлен ниже.

Таблица 3.1

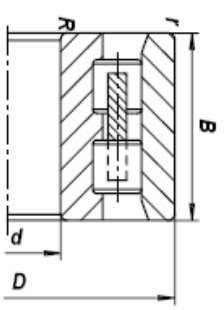
Варианты заданий

№ вар.	Наименование	Эскиз	№ вар.	Наименование	Эскиз
1	2	3	4	5	6
1	Подшипник шариковый радиальный однорядный		2	Подшипник роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами без бортов на внутреннем кольце	
3	Подшипник роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами с однобортовым внутренним кольцом и плоским упорным кольцом		4	Подшипник роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами с однобортовым внутренним кольцом	
5	Подшипник роликовый радиальный с короткими	(повернуто)	6	Подшипник роликовый радиальный с короткими	(повернуто)

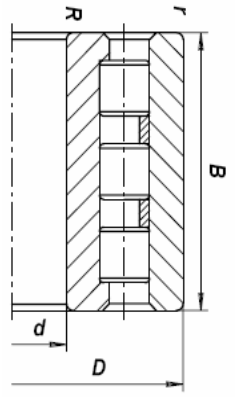
цилиндрическим и роликами двухрядный с безбортовыми наружным и внутренним кольцами с металлическим массивным сепаратором



цилиндрическими роликами двухрядный с безбортовым наружным кольцом с металлическим массивным сепаратором

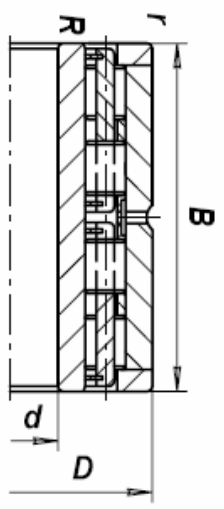


7 Подшипник роликовый радиальный с короткими цилиндрическим и роликами трехрядный с безбортовым наружным кольцом и цилиндрическим отверстием внутреннего кольца



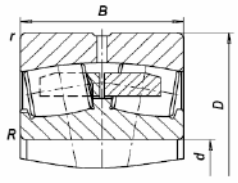
(повернуто)

8 Подшипник роликовый радиальный с короткими цилиндрическими роликами четырехрядный с безбортовыми наружным и внутренним кольцами с плоскими стопорными кольцами

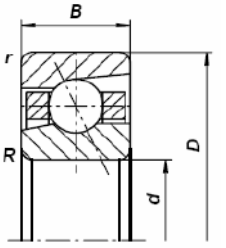


(повернуто)

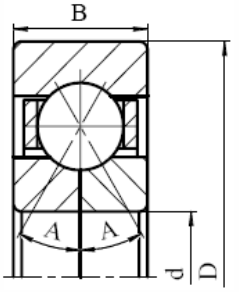
9 Подшипник роликовый радиальный сферический двухрядный



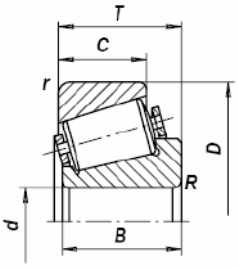
10 Подшипник шариковый радиально-упорный



11 Подшипник шариковый радиально-упорный однорядный с разъемным внутренним кольцом (A = 36°)



12 Подшипник роликовый радиально-упорный с коническими роликами однорядный



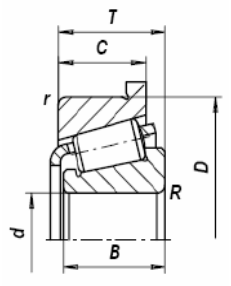
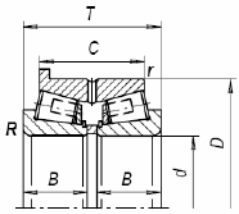
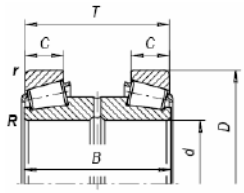
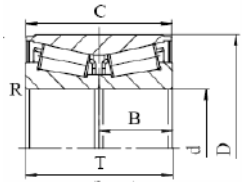
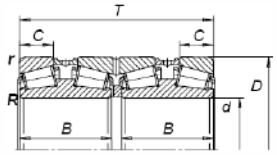
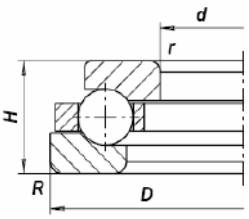
13	Подшипник роликовый радиально-упорный с коническими роликами однорядный с упорным бортом на наружном кольце		14	Подшипник роликовый радиально-упорный с коническими роликами двухрядный с упорным бортом на наружном кольце	
15	Подшипник роликовый радиально-упорный с коническими роликами двухрядный с двойным наружным кольцом		16	Подшипник роликовый радиально-упорный с коническими роликами двухрядный с двойным внутренним кольцом	
17	Подшипник роликовый радиально-упорный с коническими роликами четырехрядный		18	Подшипник шариковый упорно-радиальный	

Таблица 3.2

Выбор варианта задания

Первая цифра	Первая буква фамилии	
1	***А, Г***	**Пример**: *Жуков Иван* – первая буква фамилии соответствует первой цифре 11, ***вариант 11***
2	***Б, Д***	
3	***В, Е***	
4	***К, Н***	
5	***У, Ц***	

6	***Л, О***	
7	***Ф, Ч***	
8	***М, П***	
9	***Х, Ш***	
10	***Ю, Я***	
11	***Ж***	
12	***И***	
13	***Щ***	
14	***Э***	
15	***Т***	
16	***С***	
17	***Р***	
18	***З***	

Предъявляются файлы «КОМПАС-Деталей» (*.m3d) и «КОМПАС-Сборки» (*.a3d) с моделями деталей и подшипника в сборе.

Рекомендации по выполнению задания

Под *параметрической моделью* здесь и далее понимается геометрическая модель, количественные характеристики которой являются *переменными*. Переменной присваивается имя и выражение для расчета её значения. Например, по отношению к цилиндрической поверхности переменными $D = 20$ и $H = 30$ могут быть заданы, соответственно, её диаметр и длина. В случае если размеры цилиндрической поверхности *параметризованы* (т. е. им присвоены переменные), её можно модифицировать при помощи присвоения переменным других значений

(например $D = 25$ и $H = 35$). В этом случае поверхность должна перестроиться автоматически.

Для работы с переменными на экране должна присутствовать панель инструментов «Переменные». Ее можно отобразить при помощи кнопки  на стандартной панели инструментов. Работа с панелью подробно описана в разделе «Окно работы с переменными» справочной системы «КОМПАС-3DV8 Plus» и литературе.

Переменные могут быть *независимыми* и *зависимыми*. В первом случае им присваивается конкретное числовое значение (например, $x = 10$), во втором − выражение с использованием других переменных – как независимых, так и зависимых (например, $y = a + 2 \cdot d - r^x$).

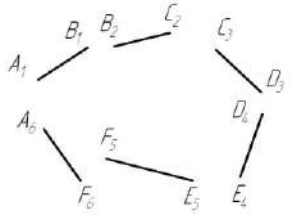
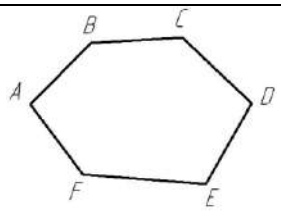
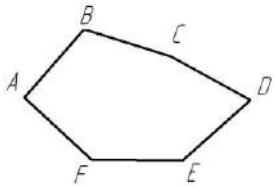
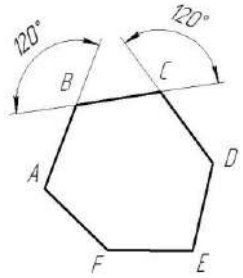
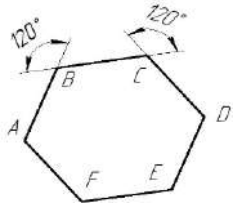
В зависимости от определяемых ими параметров переменные разделяются на три типа. Уровни переменных, используемых в трехмерных моделях, описаны далее.

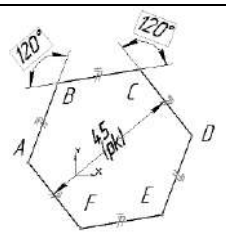
1. Переменная эскиза. Может ставиться в соответствие значениям линейных, угловых и радиальных размеров, расположенных в эскизе (отрезков, окружностей, расстояний между точками и т. д.). При изменении значения переменной меняется соответствующий размер. *Примечание: в программе «КОМПАС-3D V8 Plus» невозможно параметризовать при помощи переменных положение точек кривой Безье, включая начальную и конечную её точки. Остальные линии на базе точек (прямоугольники, правильные многоугольники, ломаные линии, NURBS-кривые) могут быть параметризованы в виде нескольких отрезков, связанных между собой в конечных точках. В этом случае переменными могут задаваться длины отрезков, угловое расстояние между ними, линейное расстояние между характерными точками. К примеру, правильный шестиугольник ABCDEF с одной независимой переменной* ***pk*** *«размер под ключ» можно задать набором следующих условий:*

1) AB = BC, 2) BC = CD, 3) CD = DE, 4) DE = EF, 5) EF = FA, 6) $\angle ABC = 120°$*,7)* $\angle BCD = 120°$*, 8)* $AB \parallel DE$*, 9)* $BC \parallel EF$*, 10)* $CD \parallel FA$*, 11) AC =* ***pk***.

В таблице 4 приведено описание последовательности действий для создания параметризованной фигуры с результатами каждого шага.

Таблица 4

№	Условие	Команда	Результат
1	2	3	4
0	Шесть произвольных отрезков	«Отрезок» (могут использоваться «Ломаная» или «Правильный многоугольник»)	
1	$A_1 = A_2$, $B_1 = B_2$, $C_1 = C_2$, $D_1 = D_2$, $E_1 = E_2$, $F_1 = F_2$	«Совпадение точек»	
2	$AB = BC$, $BC == CD$, $CD = DE$, $DE = EF$, $EF == FA$	«Равенство длин»	
3	$\angle ABC = 120°$, $\angle BCD = 120°$	«Угловой размер»	
4	$AB \parallel DE$, $BC \parallel EF$, $CD \parallel FA$	«Параллельность»	

5	*AC* = ***pk***	«Линейный размер» («*pk*» задается в качестве имени переменной)	

Внешняя переменная. Переменная эскиза может быть *внешней* по отношению к эскизу. В этом случае имеется возможность редактировать значение или выражение переменной, не переключаясь в режим редактирования *эскиза*, т. е. в режиме редактирования *детали*, в которой он находится. В противном случае для редактирования значения переменной необходимо перейти в режим редактирования уже созданного эскиза, в котором находится размер, заданный соответствующей переменной.

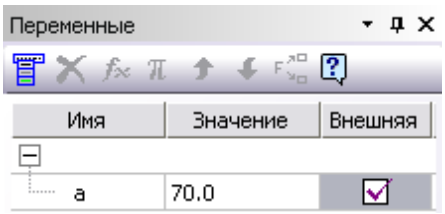


Рис. 40

Чтобы сделать переменную внешней, нужно поставить напротив ее имени отметку в соответствующей графе панели инструментов «Переменные» (рис. 40).

2. Переменная детали. Может входить в состав выражения, характеризующего некоторый параметр трехмерной операции (например длину отверстия, полученного выдавливанием) или внешнюю переменную эскиза. Аналогично переменной эскиза может быть зависимой и независимой, внешней по отношению к объекту (детали).

3. Переменная сборки. Может входить в состав выражения, определяющего внешнюю переменную детали или параметр сопряжения деталей в сборке (расстояния между плоскостями объектов, между элементами массива и др.). Так же, как и предыдущие рассмотренные переменные разных уровней, может быть зависимой и независимой.

Сопряжение – это параметрическая связь между гранями, ребрами или вершинами разных компонентов сборки. В «КОМПАС-3D V8» можно задать сопряжения следующих типов:

• совпадение;

• касание;

• соосность;

• параллельность;

• перпендикулярность;

• расположение элементов на заданном расстоянии;

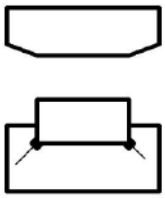
• расположение элементов под заданным углом.

Команды наложения сопряжений расположены в меню «Операции – Сопряжения компонентов». Кнопки для вызова этих команд находятся на панели инструментов «Сопряжения». Подробные сведения о сопряжениях объектов в сборке даются в справочной системе «КОМПАС-3D V8», в разделе «Сопряжение компонентов сборки» и в литературе. В рамках указаний для данной лабораторной работы будут даваться необходимые пояснения только по используемым в примере элементам сопряжений.

Пример. Требуется построить параметрическую модель подшипника качения. Подшипник содержит следующие детали: внутреннее и наружное кольца, ролики и сепаратор. Последний может иметь различную форму, в работе рассмотрим один из возможных вариантов. Внешними переменными модели должны быть наружный диаметр внешнего кольца, внутренний диаметр, ширина подшипника, радиусы галтелей. Работу нужно вести в документе типа «КОМПАС-Сборка» (*.a3d).

Этап 1. Создание параметрического эскиза. В параметрическом эскизе отображаются в связанном виде все основные детали подшипника, за исключением сепаратора. Эскиз должен быть построен с применением параметризации и иметь набор переменных, некоторые из которых являются внешними.

1.1. В одной из координатных плоскостей сборки создать новый эскиз. *Примечание: для удобства создания модели нужно включить режим параметризации объектов при вводе в меню «Сервис», командой «Параметры...».*



1.2. Построить изображение, аналогичное рис. 41.

1.3. Проставить размеры на эскизе и обозначить их соответствующими переменными, как показано на рис. 42. Внешними по отношению к эскизу должны быть переменные, отмеченные на рис. 43. Остальные параметры следует связать с внешними при помощи *уравнений* (рис. 44).

Рис. 41

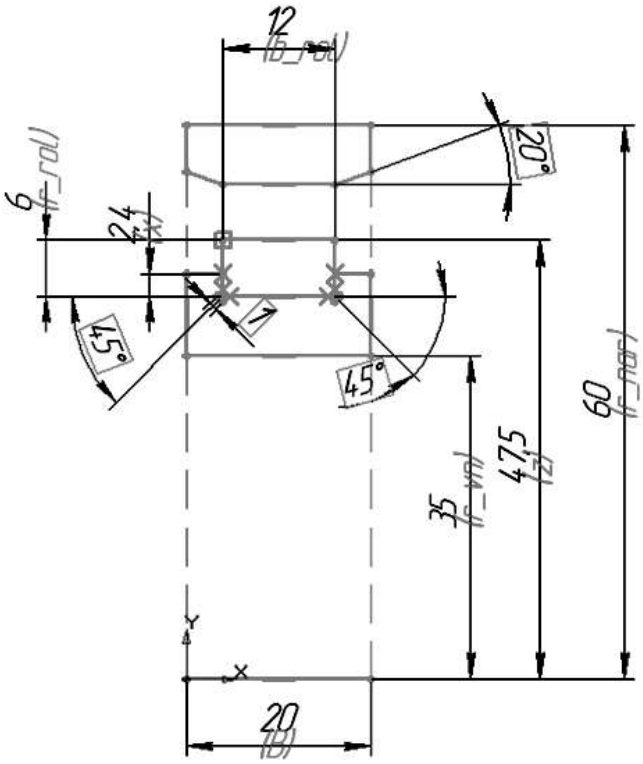


Рис. 42

1.4. Наложить ограничения взаимного расположения на элементы эскиза при помощи панели инструментов «Параметризация» . На рис. 45 пронумерованы все объекты (отрезки и точки), входящие в эскиз. Точки обозначим номерами, а отрезки – двумя номерами по точкам, через которые он проведен. Набор ограничений, наложенных на объекты, представлен в табл. 5.

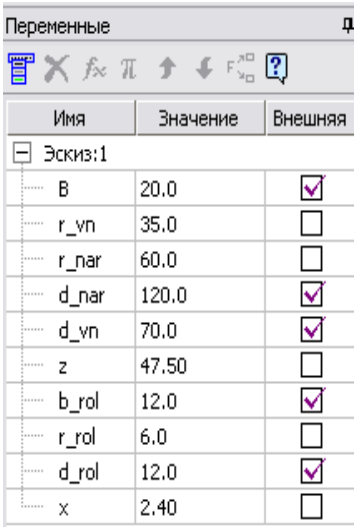


Рис. 43

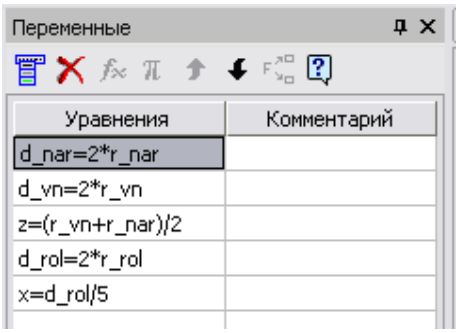


Рис. 44

1.5. Проверить работоспособность параметризованного эскиза путем изменения значений переменных. *<u>Примечание:</u> в случае появления сообщения «Система не имеет решения» необходимо проверить правильность задания ограничений объектов и убедиться, что они не противоречат друг другу.*

Нумерация объектов эскиза

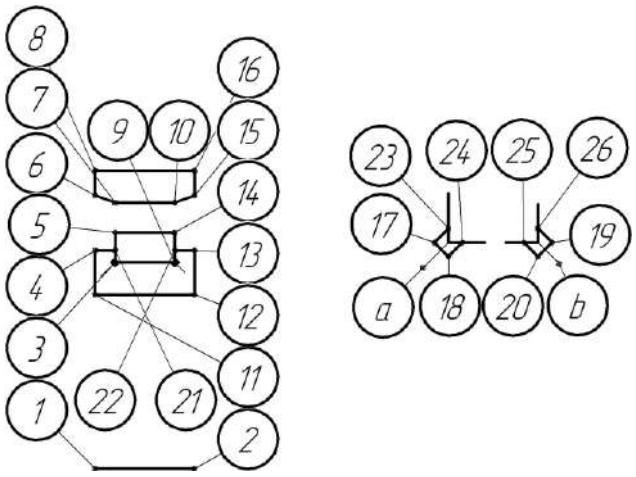


Рис. 45

Таблица 5

Ограничения, наложенные на объекты эскиза

№ п/п	Ограничения	Объекты
1	Горизонтальность	8–16, 6–10, 5–14, 4–21, 13–22, 3–9, 11–12
2	Вертикальность	6–8, 15–16, 4–11, 3–5, 12–13, 9–14
3	Точка на кривой	21 на 3–5

		22 на 9–14
		23 на 3–5
		26 на 9–14
		24 на 3–9
		25 на 3–9
4	 Выравнивание по вертикали	4 и 6
		13 и 15
		1 и 11
		2 и 12
		5 и 7
		10 и 14
5	 Симметрия	17 и 18 относительно *a*
		19 и 20 относительно *b*
6	 Перпендикулярность	17–23 и 17–18
		17–18 и 18–24
		19–20 и 20–25
		19–20 и 19–26
7	 Коллинеарность	4–21 и 13–22
8	 Равенство длин	4–21 и 13–22
		6–8 и 15–16
		17–23 и 17–18
		17–18 и 18–24
		20–25 и 19–20
		19–20 и 19–26
		17–18 и 19–20
		3–5 и 7–5 (тонкая)

1.6. Выйти из режима редактирования эскиза. Создать переменные сборки, аналогичные соответствующим внешним переменным эскиза. Задать

равенство переменных эскиза переменным сборки. Проверить модель путем изменения значений переменных сборки.

Этап 2. Построение объемных моделей. Построение заключается в создании на базе параметрического эскиза других связанных эскизов, лежащих в основе базовых деталей подшипника.

2.1. Ролик.

2.1.1. В той же плоскости, что и параметрический эскиз, создается новая деталь.

2.1.2. В эскизе создаются проекции соответствующих отрезков (5–14, 5–3, 3–9, 9–14 – рис. 45) параметрического эскиза при помощи команды «Спроецировать объект» панели инструментов «Геометрия». Линия 5–14 должна быть осевой. Результат операции показан на рис. 46. *Примечание: в случае изменения элементов исходного эскиза будут автоматически перестраиваться и их проекции, что обеспечит соответствующее изменение деталей, построенных на основе этих проекций.*



Рис. 46

2.1.3. Построить тело вращения при помощи команды «Операция вращения» панели инструментов «Редактирование детали». При построении тела вращения без сквозной внутренней полости следует использовать опцию «Сфероид» и параметру «Тип построения тонкой стенки» присвоить значение «Нет».



Рис. 47. Ролик

2.1.4. Построить скругления ребер полученного ролика некоторым радиусом. Результат операций вращения и скругления показан на рис. 47.

2.2. Наружное кольцо. Действия аналогичны п. 2.1.1–2.1.4. Результат построений показан на рис. 48. После построения скругления необходимо радиусу присвоить значение переменной сборки *r*. Для этого в окне работы с переменными нужно параметру «Радиус» объекта «Скругление» в столбце «Выражение» поставить в соответствие переменную *r*. Она должна быть

внешней по отношению к детали с тем, чтобы иметь возможность редактирования из сборки, не переходя в режим редактирования детали. Для присвоения ей статуса внешней нужно активизировать параметр «Внешняя» в контекстном меню переменной детали. Затем нужно завершить режим редактирования детали, перейдя в сборку.



Рис. 48. Кольцо наружное



Рис. 49. Кольцо внутреннее

2.3. Внутреннее кольцо. Действия аналогичны п. 2.2. Помимо скругления радиусом *R* внутреннего диаметра кольца необходимо предусмотреть скругления радиусом 0,2 мм в технологических канавках (поверхности, образованные вращением отрезков 17–18 и 19–20, – рис. 45) и фаску на наружном диаметре размером 1х45°. Результат построения представлен на рис. 49.

2.4. Сепаратор. В работе в учебных целях рассмотрим случай, когда сепаратор состоит из двух половин, соединенных между собой заклепками (рис. 57). Построение начинаем с эскиза в средней плоскости подшипника.

2.4.1. «Кольцо» (рис. 50). Базовым элементом сепаратора считаем плоское кольцо, имеющее наружный диаметр *D*1 и внутренний диаметр *D*2, толщиной *S*. Диаметры задаем из условия отсутствия пересечения сепаратора с внутренним и наружным кольцами подшипника. С учетом конструкции колец диаметры *D*1 и *D*2 будут определяться по формулам:

$$D1 = \frac{d_{vn} + d_{nar}}{2} + 2 \times 0,3 \times d_{rol}; \quad (9)$$

$$D2 = \frac{d_{vn} + d_{nar}}{2} - 2 \times 0,15 \times d_{rol}, \quad (10)$$

где d_{vn} – внутренний диаметр подшипника;

d_{nar} – наружный диаметр подшипника;

d_{rol} – диаметр ролика.

Примечание 1: для округления до ближайшего целого числа в математическом аппарате программы «КОМПАС-3D V8» предусмотрена функция ROUND (x), где x – округляемое число. Функция может быть использована в формулах для выражения переменных через другие переменные. Например, в нашем случае выражения для D1 и D2 с учетом округления записываются следующим образом:

*D1 = ROUND((d_vn+d_nar)/2+.6*d_rol); (9*)*

*D2 = ROUND((d_vn+d_nar)/2 -.3*d_rol). (10*)*

Примечание 2: D1 и D2 должны быть внешними переменными эскиза, которым присвоены значения (9) и (10*), но не детали. Внешними переменными детали должны быть d_vn, d_nar, d_rol, видимые на уровне сборки. Напротив, толщина S присутствует и в детали, и в сборке.*

2.4.2. «Ячейка» (рис. 51) – цилиндрический выступ, в который будет помещаться ролик подшипника. Характеризуется высотой, диаметром и расстоянием его центра от центра подшипника.

Высота определяется формулой

$$h = S + b_rol/2, \quad (11)$$

где S – толщина листа, из которого изготавливается сепаратор;

b_rol – ширина ролика.

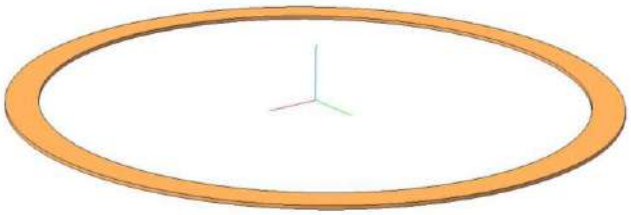
Диаметр «ячейки» зависит от диаметра ролика:

$$d = d_rol + 2S. \quad (12)$$

Радиус расположения «ячейки» равен параметру z (см. рис. 44). *Примечание: при определении размеров ячеек делается допущение о том,*

что ролик находится в ячейке без зазора. В реальных условиях зазор должен обязательно присутствовать и учитываться.

а)



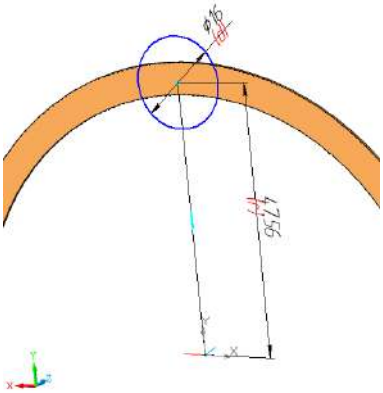
б)

Переменные

Имя	Псевдоним	Выражение	Значен
Деталь (Тел-1)			
b_rol		12	12.0
d_nar		120	120.0
d_vn		70	70.0
d_rol		12	12.0
N_rol		13	13.0
S		.6	0.60
D1		(d_vn+d_...	102.20
D2		(d_vn+d_...	91.40

Рис. 50. «Кольцо» сепаратора и набор переменных детали

а)



б)

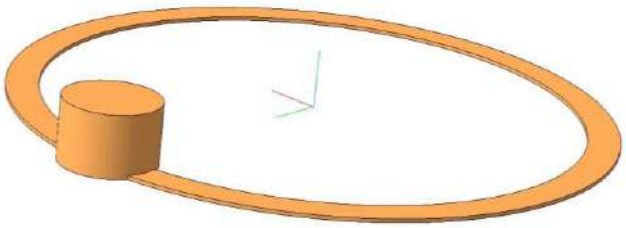
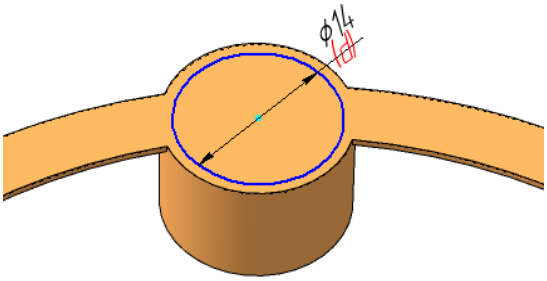


Рис. 51. «Ячейка» сепаратора и её эскиз

2.4.3. «Гнездо» ролика (рис. 52). Представляет собой цилиндрическое углубление в «ячейке», диаметр которого равен диаметру ролика, глубина – половине ширины ролика, и центр которого совпадает с центром «ячейки».

а)



б)

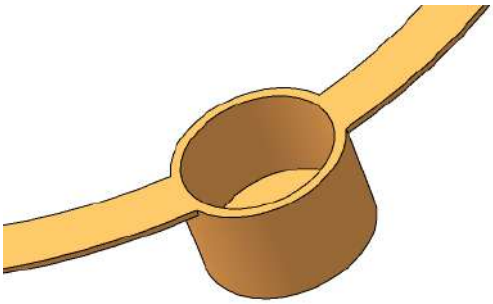


Рис. 52. «Гнездо» ролика

2.4.4. Вырезание по внутреннему и наружному диаметрам «кольца» сепаратора. Результат операций показан на рис. 53.

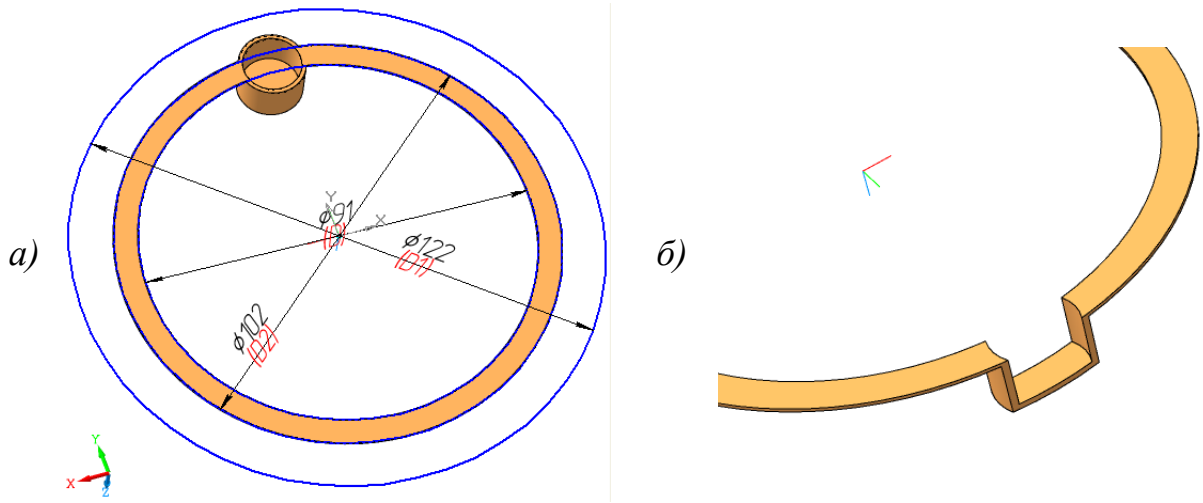


Рис. 53. Эскиз и результат операции вырезания

2.4.5. Скругление ребер. Предполагая, что сепаратор изготавливается методом листовой штамповки, следует избавиться в конструкции от остроугольных кромок, заменив их на скругленные. Радиусы скругления на сепараторе и ролике предполагается взять одинаковыми и равными толщине листа сепаратора *S*.

2.4.6. Отверстие под заклепку. Отверстия располагаются на диаметре

$$D = \frac{D1 + D2}{2}, \qquad (13)$$

где $D1$ и $D2$ – наружный и внутренний диаметры «кольца» сепаратора соответственно.

Угловое расстояние между отверстием и центром ролика относительно центра подшипника определяем исходя из количества роликов *N_rol*:

$$a = \frac{360°}{2 \times N_{rol}} \quad . \qquad (14)$$

В данном примере *N_rol* = 13, отсюда α = 13°51' (рис. 54).

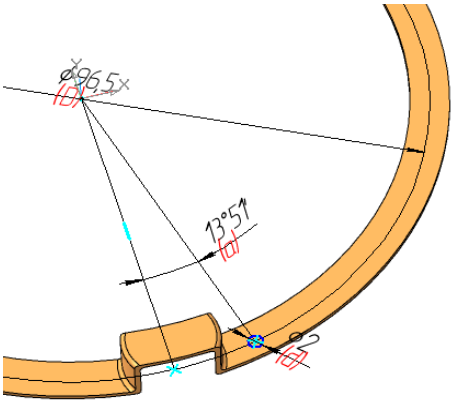


Рис. 54. Расположение отверстия

Диаметр заклепки принимаем зависимым от диаметров «кольца» по соотношению

$$d = \frac{D1 - D2}{6} \qquad (7)$$

с округлением до ближайшего целого числа.

2.5. Заклепка. Построение заклепки начинается в окне сборки созданием новой детали на одной из плоскостей сепаратора. *Примечание: модель может быть построена и в новом файле «КОМПАС-Детали» (*.m3d), а затем добавлена в сборку (конструирование модели «снизу вверх»).* Изображения, иллюстрирующие процесс моделирования заклепки, приведены на рис. 55.

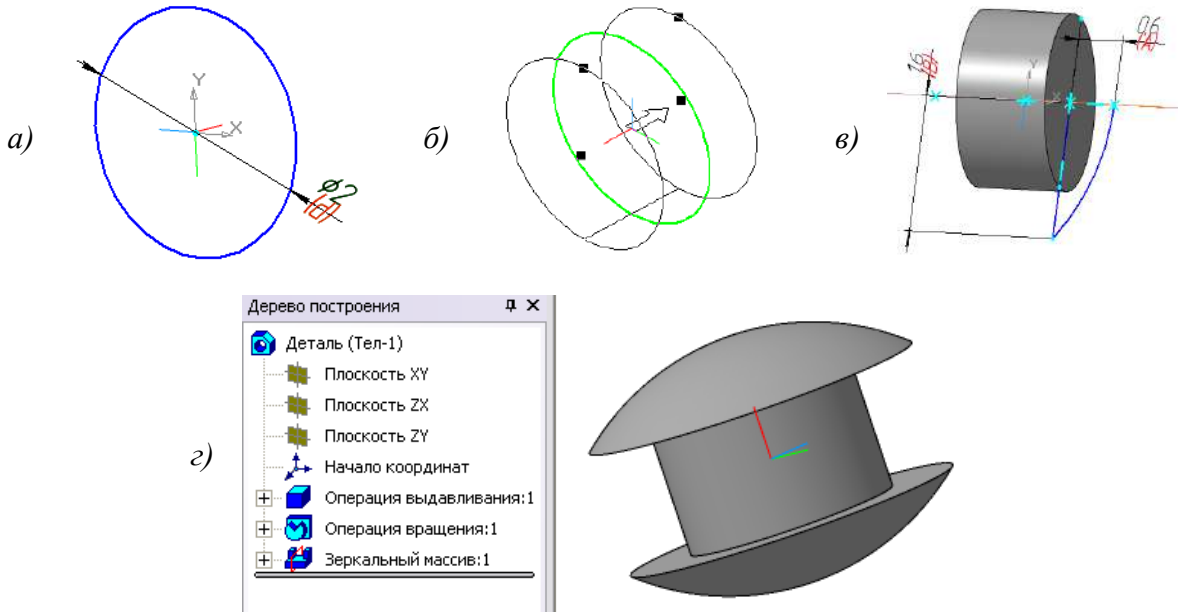


Рис. 55. Моделирование заклепки: *а* – эскиз цилиндрической части; *б* – операция выдавливания в две стороны; *в* – эскиз шляпки; *г* – готовая модель после зеркального массива (с деревом построения)

Основные размеры заклепки и формулы их расчета приведены на рис. 56. Внешними переменными являются: толщина листа сепаратора *S*, внутренний и наружный диаметры подшипника, диаметр ролика.

Переменные

Имя	Т...	Выражение	Зна...	Комментарий
Деталь (Тел-1)				
S		.6	0.60	
d		ROUND((ROUND(D1)-ROUND(D2))/6)*.8	1.60	
D1		(d_vn+d_nar)/2+.6*d_rol	102.20	
D2		(d_vn+d_nar)/2-.3*d_rol	91.40	
d_vn		70	70.0	
d_nar		120	120.0	
d_rol		12	12.0	

Рис. 56. Основные размеры заклепки

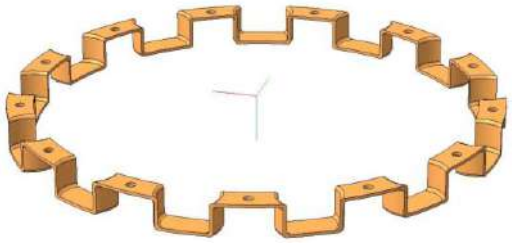


Рис. 57. Сепаратор

2.6. Доработка сепаратора. Заключается в копировании по окружности элементов, созданных в п. 2.4.2–2.4.6. Количество копий по окружности параметризовано и соответствует числу роликов *N_rol*. За базу копирования следует принять ось цилиндрической поверхности сепаратора. Результат операции представлен на рис. 57.

2.7. Массив роликов и заклепок. Выполняется в сборке при помощи команды «Массив по концентрической сетке»  панели инструментов «Редактирование сборки». Количество копий по окружности также параметризовано и соответствует числу роликов *N_rol*. За базу копирования в данном случае можно принять цилиндрическую поверхность одного из колец подшипника.

2.8. Сопряжения между деталями в сборке. В данном примере используются три вида сопряжений объектов: 1) «На месте»; 2) «Совпадение объектов»; 3) «Соосность».

Дадим краткую характеристику каждого из этих сопряжений.

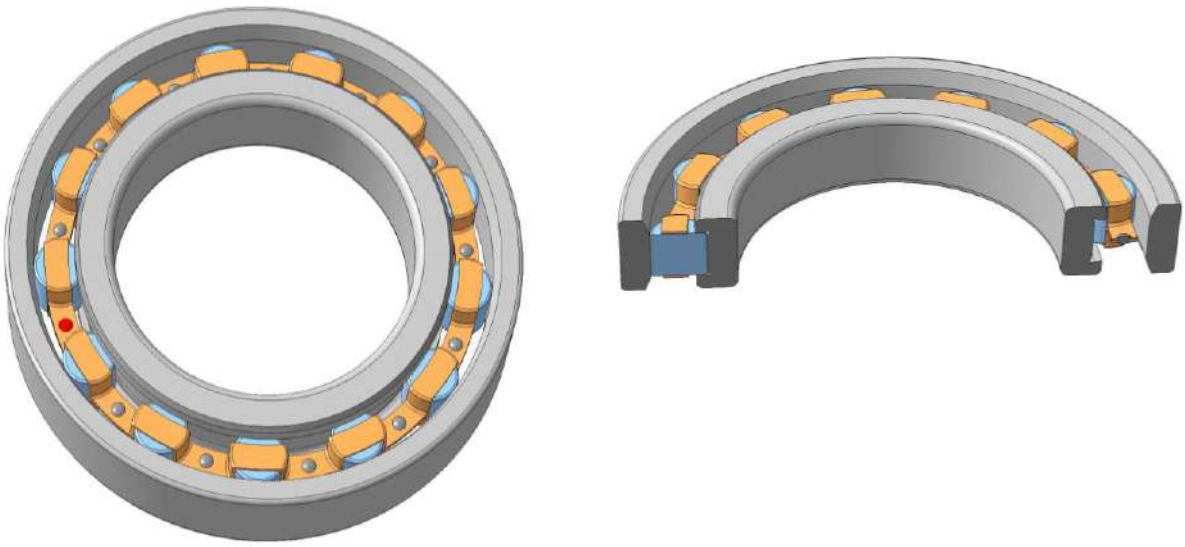
1) Сопряжение «На месте» создается автоматически при моделировании деталей «сверху вниз», т. е. от сборки к детали. Показывает обусловливающую связь детали с некоторым элементом, присутствующим в сборке до ее появления. В нашем случае при создании деталей на базе

плоскости расположения параметрического эскиза формировались сопряжения именно такого характера.

2) «Совпадение объектов» ставится вручную при моделировании «снизу вверх», т. е. при составлении сборки из имеющихся деталей. Используется в том случае, когда нужно задать совпадение (контакт) плоских граней объектов между собой или их совпадение с какими-либо координатными плоскостями сборки и другой вспомогательной геометрией. Также может использоваться для характерных точек (вершин) и линий (рёбер), принадлежащих объектам.

3) «Соосность» также используется при моделировании «снизу вверх» и ставится в том случае, когда необходимо задать совпадение осей *двух* цилиндрических поверхностей. Для каждой *пары* поверхностей в данном случае необходимо своё сопряжение.

Результат построения модели подшипника представлен на рис. 58.



а) *б)*

Рис. 58. Готовая модель подшипника

Проверяемое задание 5
Тема 4. 3D-моделирование в системе «КОМПАС»

Задание

Конструирование сборки приспособления в соответствии с индивидуальным заданием на разработку (рис.59а–ф).

1. Центр вращающийся

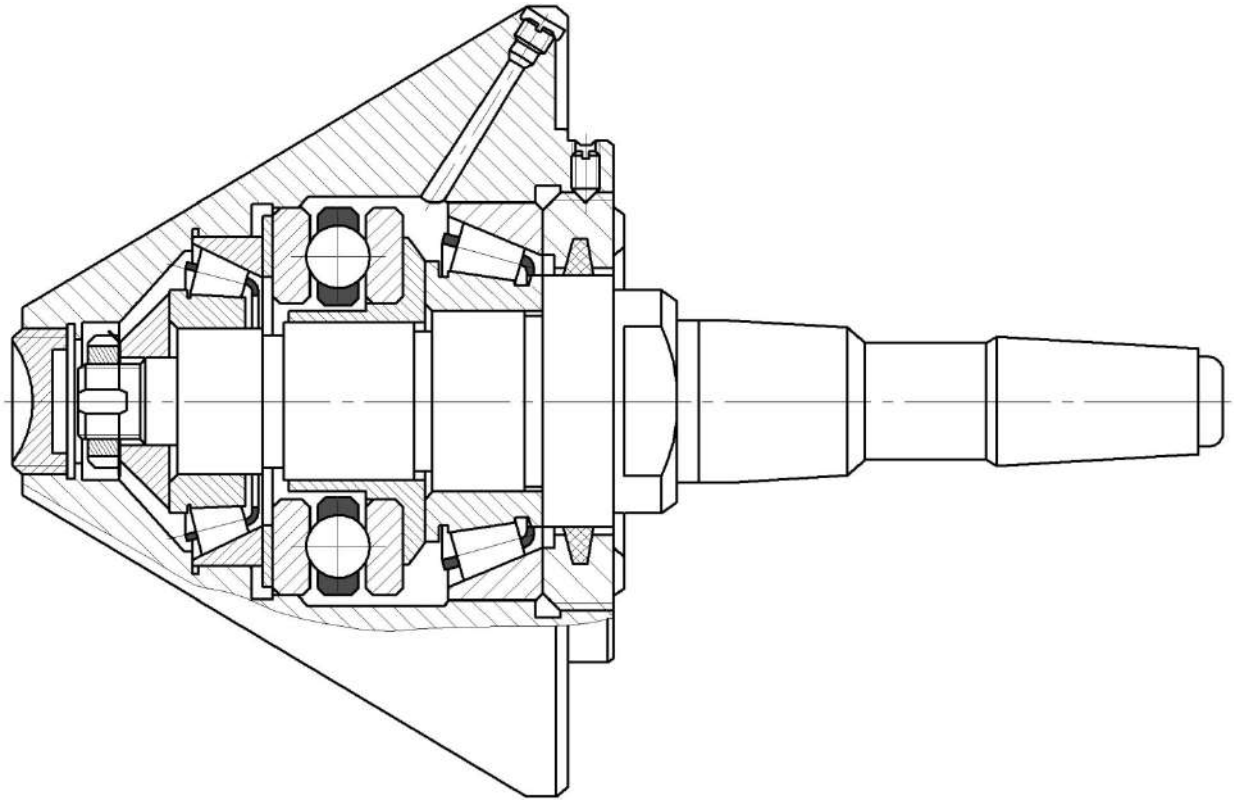


Рис. 59а. Центр вращающийся

Назначение. Применяют при обработке полых цилиндров и труб. Воспринимает осевые и радиальные нагрузки.

Описание конструкции. Основу конструкции составляет оправка с конусом Морзе № 5, на которой находятся подшипники. В корпусе находится отверстие для подачи смазки подшипникам. Фиксированное положение подшипников обеспечивается с помощью распорных колец и закручивания резьбовой крышки.

Принцип работы. Центр конусом Морзе закрепляется в задней бабке станка и предназначен для четкого центрирования заготовки.

---

2. Центр вращающийся

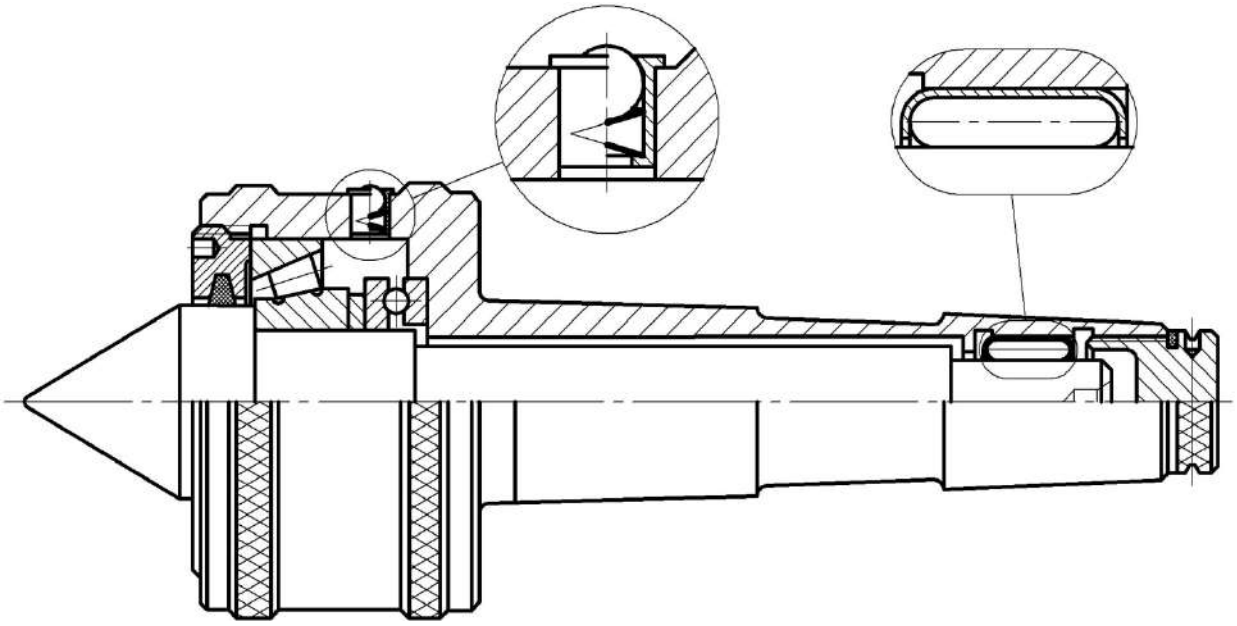


Рис. 59б. Центр вращающийся

Назначение. Применяют при обработке деталей типа вал. Воспринимает осевые и радиальные нагрузки.

Описание конструкции. Основу конструкции составляет оправка, на которой находятся подшипники. Корпус выполнен в виде конуса Морзе, при помощи которого центр крепится в задней бабке станка. В корпусе находится отверстие для подачи смазки подшипникам. Фиксированное положение подшипников обеспечивается с помощью распорных колец и закручивания резьбовой крышки.

Принцип работы. Центр закрепляется в задней бабке станка по конусу Морзе и служит для точного центрирования заготовки по предварительно подготовленным центровым отверстиям.

---

3. Тиски самоцентрирующие с двумя подвижными губками

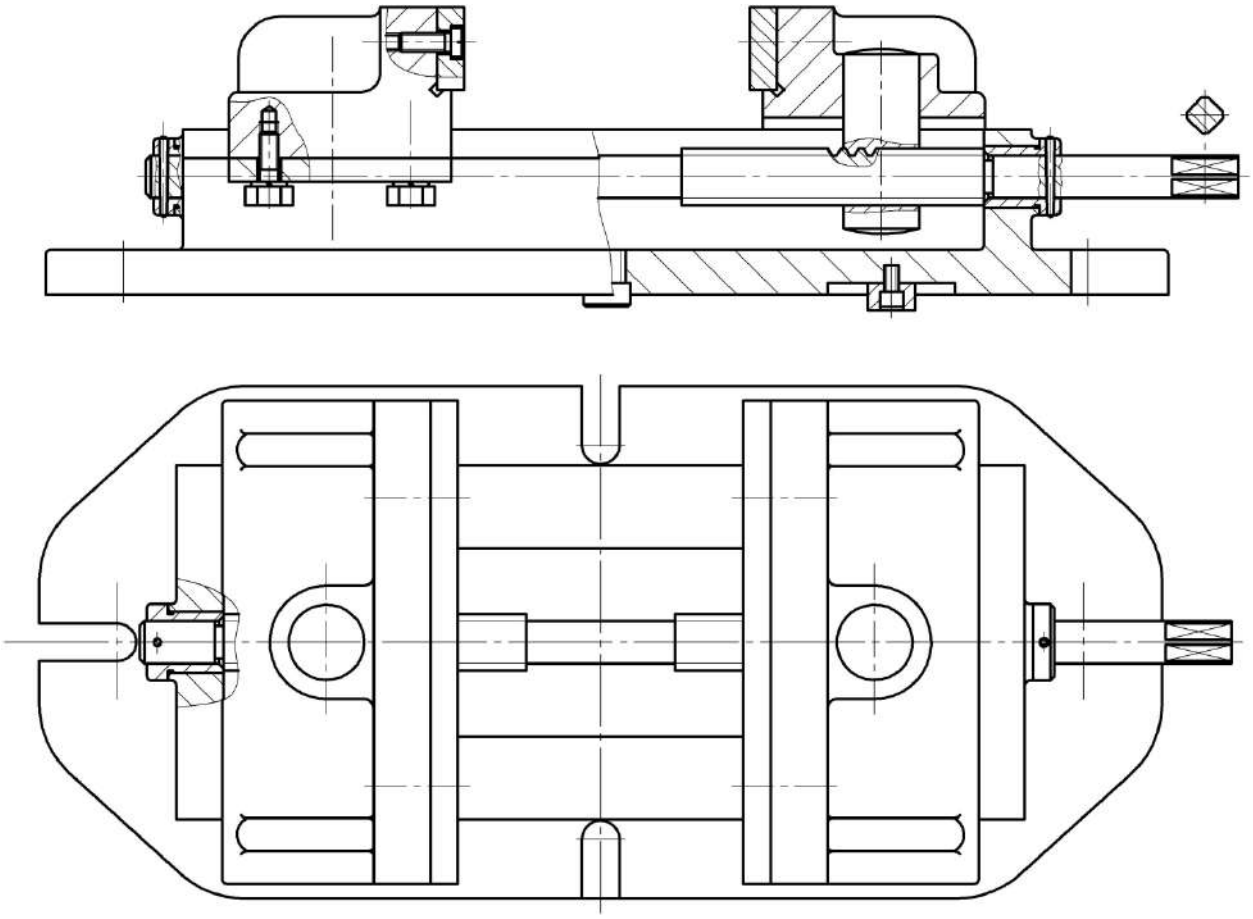


Рис. 59в. Тиски самоцентрирующие с двумя подвижными губками

Назначение. Применяют в качестве универсальной оснастки в случае необходимости точного базирования плоскости симметрии зажимаемой заготовки.

Описание конструкции. Приспособление содержит корпус, две подвижные губки, ходовой винт. Особенностью винта является наличие в её конструкции симметричных правой и левой трапецеидальных резьб.

Принцип работы. Благодаря наличию правой и левой резьб на ходовом винте, при вращении винта по часовой стрелке происходит сближение губок к плоскости симметрии, против часовой – расхождение.

4. Зажим тисочный сдвоенный

Назначение. Зажим предназначен для крепления двух заготовок. Может применяться для фрезерных и сверлильных работ.

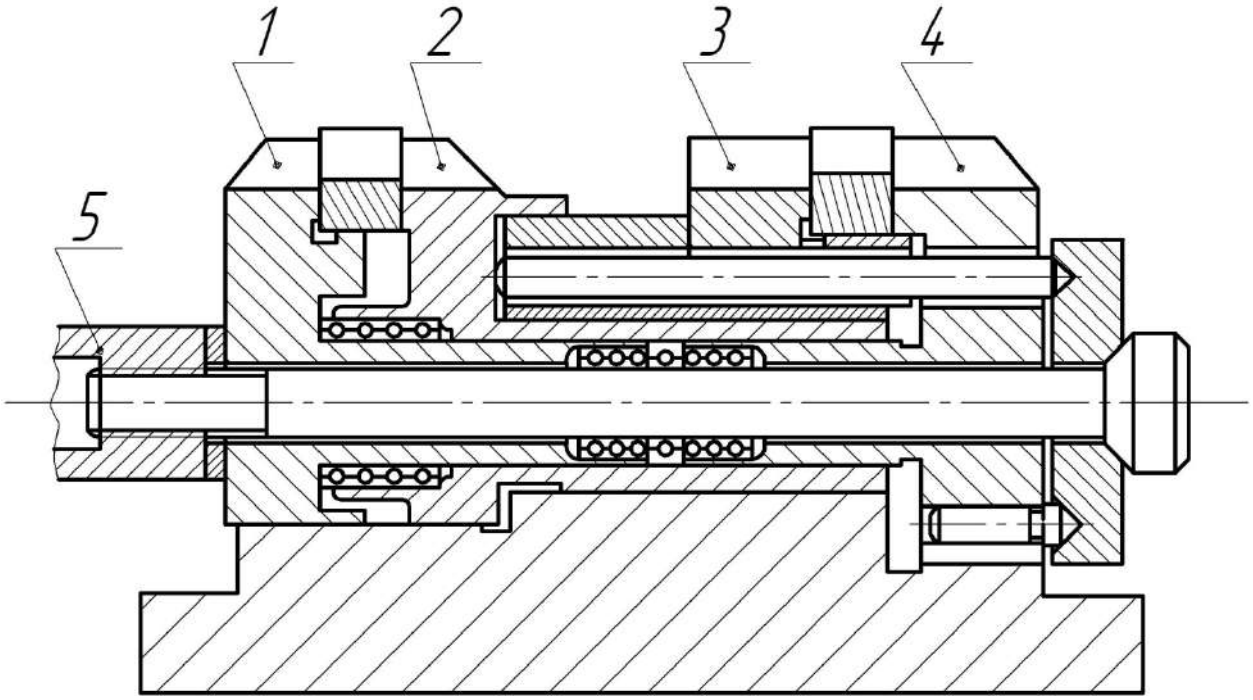


Рис. 59г. Зажим тисочный сдвоенный

Описание конструкции. Данный зажим имеет четыре плавающих губки 1, 2, 3, 4, сквозь которые проходит винт. Между губками имеются пружины для быстрого отвода губок при разжиме. 3-я и 4-я губки двигаются по дополнительной направляющей оправке.

Принцип работы. Закрепление заготовок осуществляется с помощью завинчивания гайки 5 на винт.

---

5. Кондуктор скальчатый с механическим зажимом для сверления отверстий в цилиндрических заготовках

Назначение. Предназначен для сверления отверстий в цилиндрических заготовках. Заготовка устанавливается на призмах 1 и 2. Поддерживающая призма 1 – подвижная. Для настройки на заданное расстояние от установочного торца до центра сверления служит упор 3. Заготовку

зажимают опусканием кондукторной плиты при помощи вращения рукоятки. Фиксация в зажатом положении осуществляется за счет конических втулок.

Описание конструкции. Кондуктор содержит:

– основание;

– кондукторную плиту, которая движется по направляющим и в которую крепятся кондукторные втулки;

– призмы, на которых устанавливается заготовка;

– упор, который служит для настройки на заданное расстояние от установочного торца до центра сверления;

– конусный замок, с помощью которого осуществляется запирание.

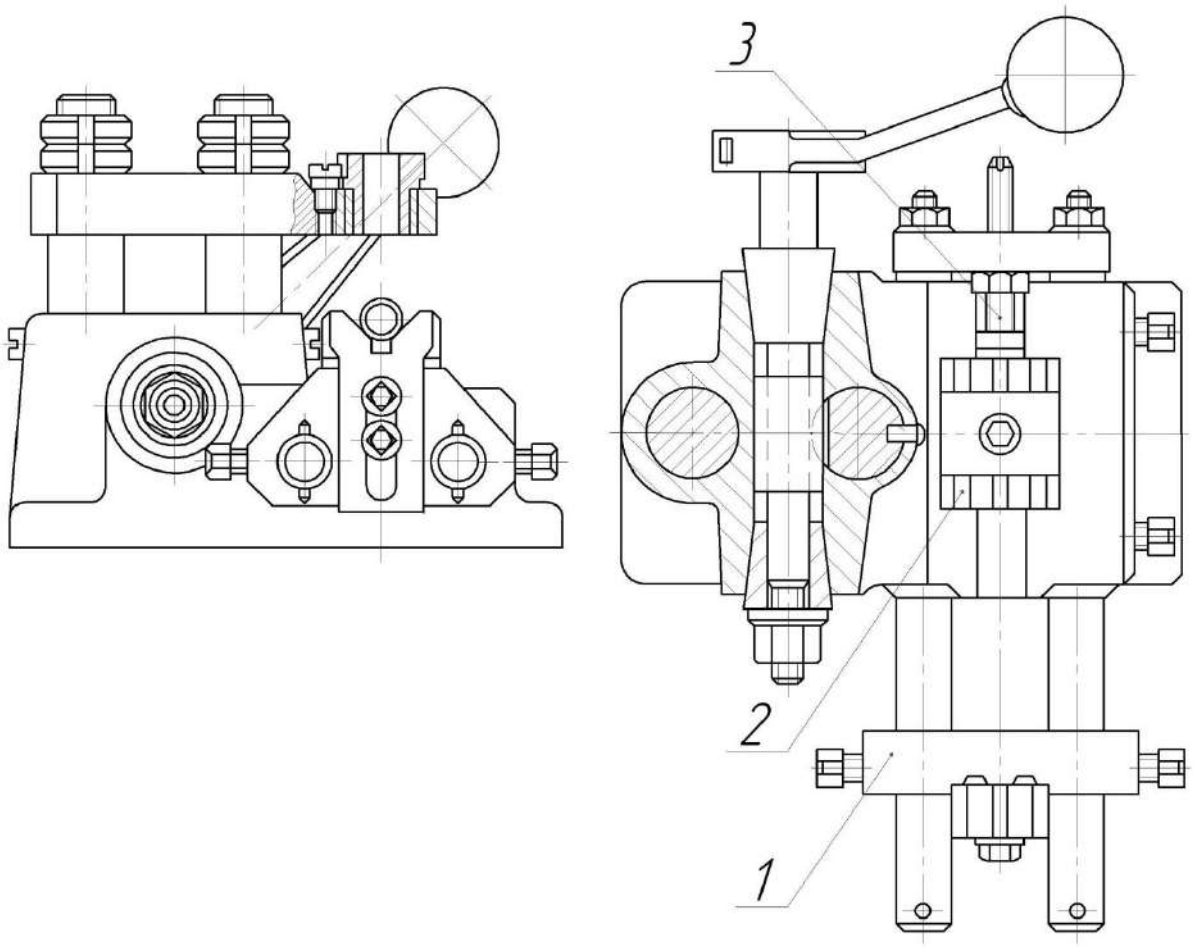


Рис. 59д. Кондуктор скальчатый с механическим зажимом для сверления отверстий в цилиндрических заготовках

Принцип работы. Закрепление заготовки осуществляется опусканием кондукторной плиты, затем сверло направляют в кондукторную втулку для просверливания отверстия в точно намеченном месте.

6. Кондуктор скальчатый двухколонный с механическим зажимом

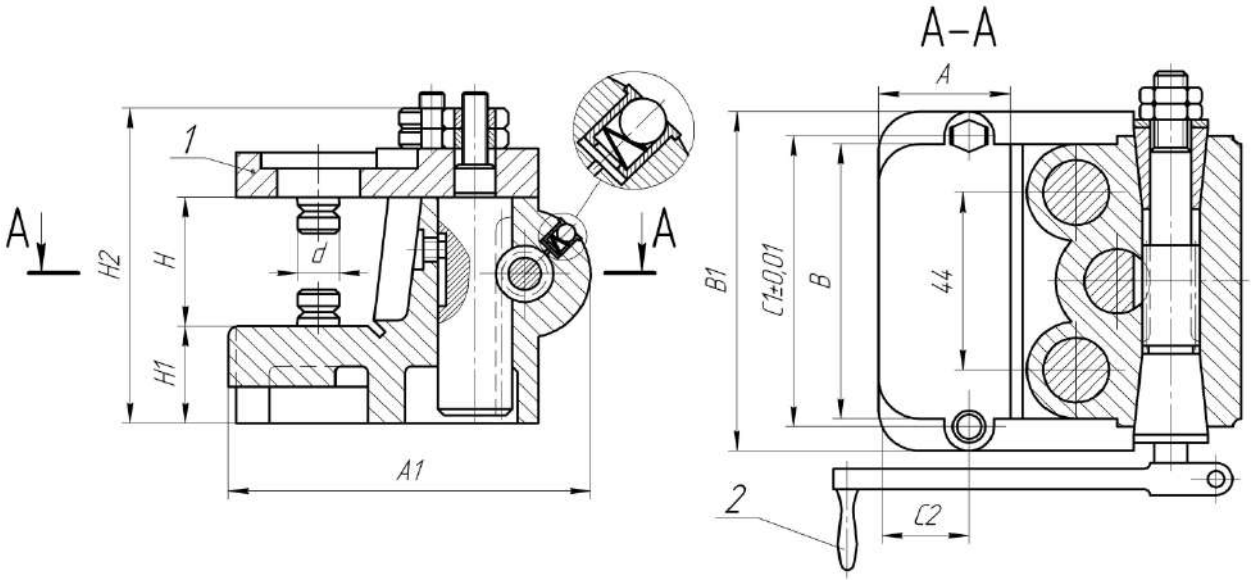


Рис. 59е. Кондуктор скальчатый двухколонный с механическим зажимом

Назначение. Предназначен для сверления отверстий в различных заготовках.

Описание конструкции. Кондуктор содержит:

– основание;

– крышку, которая движется по направляющим и в которую крепятся кондукторные втулки;

– конусный замок, с помощью которого осуществляется запирание;

– отверстие для подачи смазки в конусный замок;

– стопорный винт, который ограничивает величину хода крышки;

– пальцы, на которых устанавливаются сменные наладки и плита с кондукторными втулками.

Принцип работы. Закрепление заготовки осуществляется опусканием кондукторной плиты, затем сверло направляют в кондукторную втулку для просверливания отверстия в точно намеченном месте.

7. Кондуктор портального типа

Назначение. Предназначен для сверления различных заготовок.

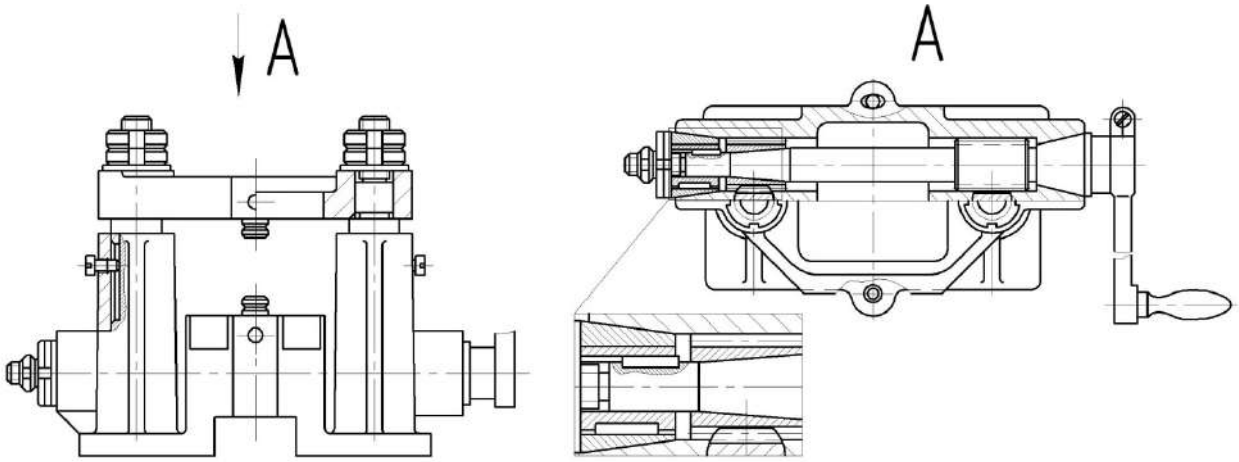


Рис. 59ж. Кондуктор портального типа

Описание конструкции. Кондуктор содержит:

– основание;

– крышку, которая движется по направляющим и в которую крепятся кондукторные втулки;

– конусный замок, с помощью которого осуществляется запирание;

– отверстие для подачи смазки в конусный замок;

– два стопорных винта, которые ограничивают величину хода крышки;

– пальцы, на которых устанавливаются сменные наладки и плита с кондукторными втулками.

Принцип работы. Закрепление заготовки осуществляется опусканием кондукторной плиты, затем сверло направляют в кондукторную втулку для просверливания отверстия в точно намеченном месте.

---

8. Стол круглый с пневматическим приводом

Назначение. Предназначен для установки и крепления различных заготовок.

Описание конструкции. Стол состоит:

– из корпуса;

– пневмопривода;

– штока, связанного с пневмоприводом;

– распределительного крана.

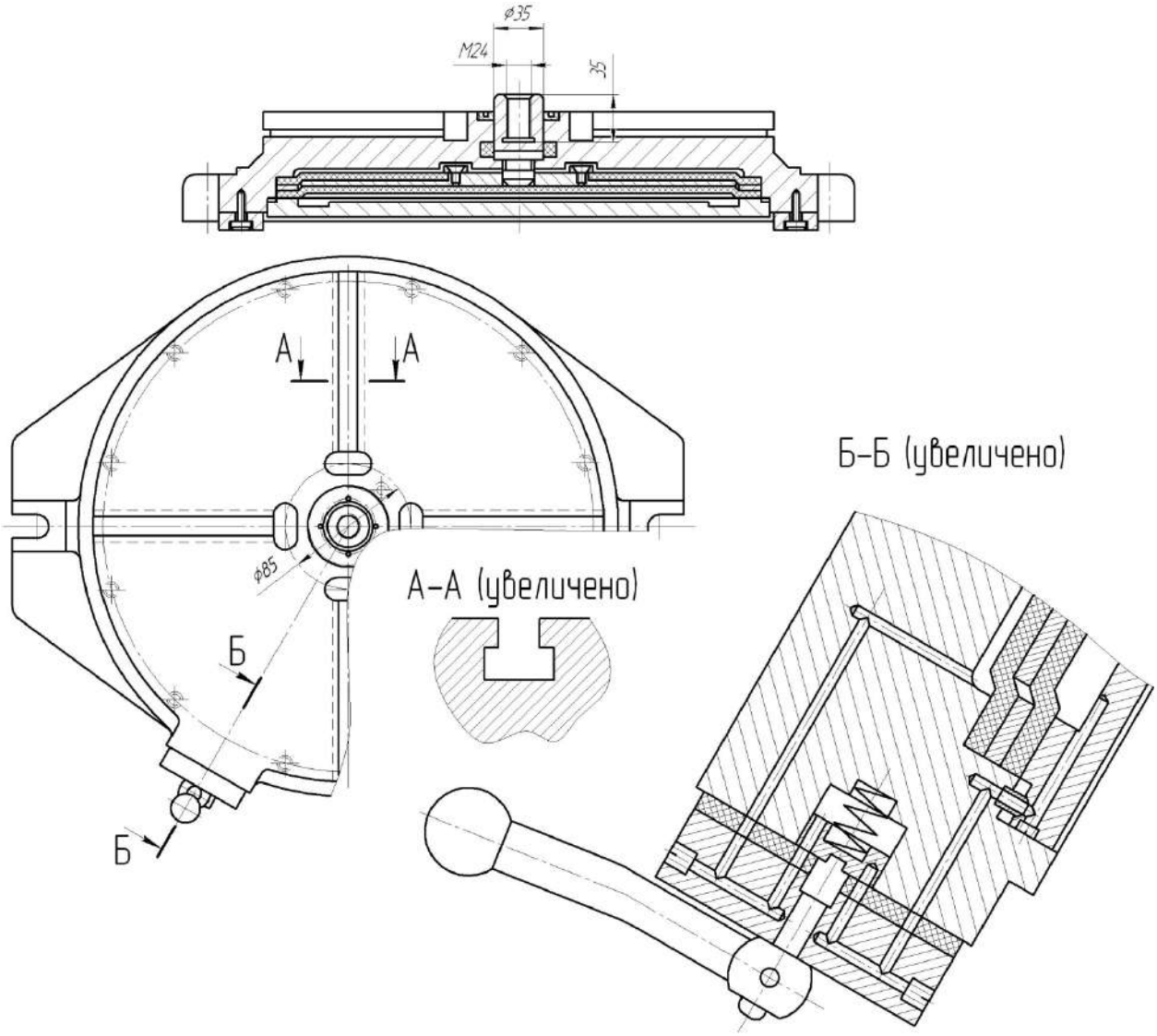


Рис. 59з. Стол круглый с пневматическим приводом

Принцип работы. Стол оснащен специальными сменными наладками для установки и крепления заготовок. Зажимающие элементы наладочного устройства связаны со штоком пневмопривода.

---

9. Головка делительная горизонтальная механическая

Назначение. Предназначена для установки и закрепления деталей, подлежащих обработке на фрезерных и сверлильных станках, требующих поворота.

Описание конструкции. Делительная головка состоит:

– из корпуса;

– втулки, в которую устанавливается деталь на специальной оправке с конусом Морзе;

– эксцентрикового пальца;

– рукоятки.

В корпусе выполнены специальные отверстия для подачи смазки.

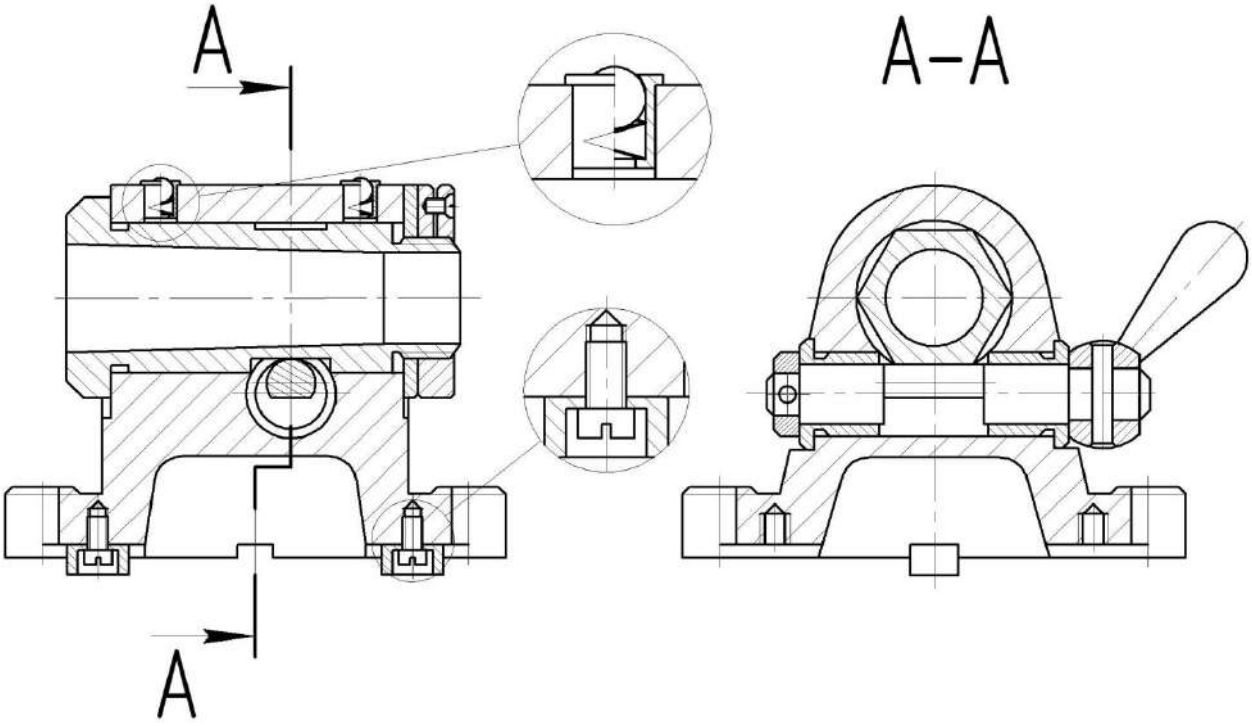


Рис. 59и. Головка делительная горизонтальная механическая

Принцип работы. Установленная во втулке заготовка поворачивается на столько позиций, сколько лысок выполнено на втулке. Закрепление осуществляется с помощью эксцентрикового пальца.

---

10. Головка делительная вертикальная механическая

Назначение. Предназначена для установки и закрепления деталей, подлежащих обработке на фрезерных и сверлильных станках, требующих поворота.

Описание конструкции. Делительная головка содержит:

– корпус;

– цангу, в которую устанавливается деталь;

– эксцентриковый палец;

– рукоятку;

– гайку с рукоятками для обеспечения зажима цанги;

– втулку с коническим отверстием, в которую устанавливается цанга.

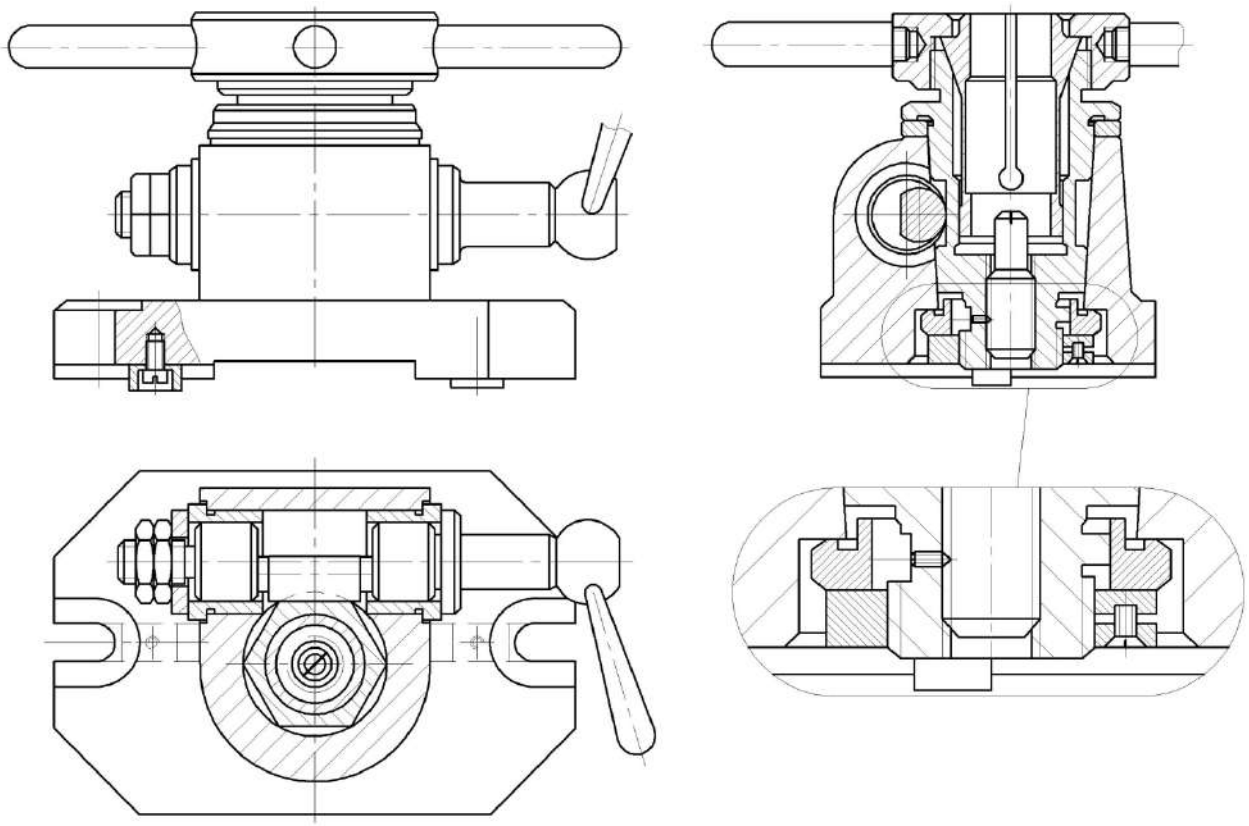


Рис. 59к. Головка делительная вертикальная механическая

Принцип работы. Установленная в цанге заготовка поворачивается на столько позиций, сколько лысок на втулке. Закрепление осуществляется с помощью эксцентрикового пальца.

---

11. Зажим, устраняющий деформацию корпуса приспособления

Назначение. Применяют в условиях, не допускающих деформации корпуса приспособления под действием зажимающего усилия.

Описание конструкции. Зажим содержит:

– корпус;

– прихват;

– опору-штырь;

– пружину;

– шпильку, которая одним концом вкручивается в коромысло, а с другой стороны на неё накручивается прижимная гайка.

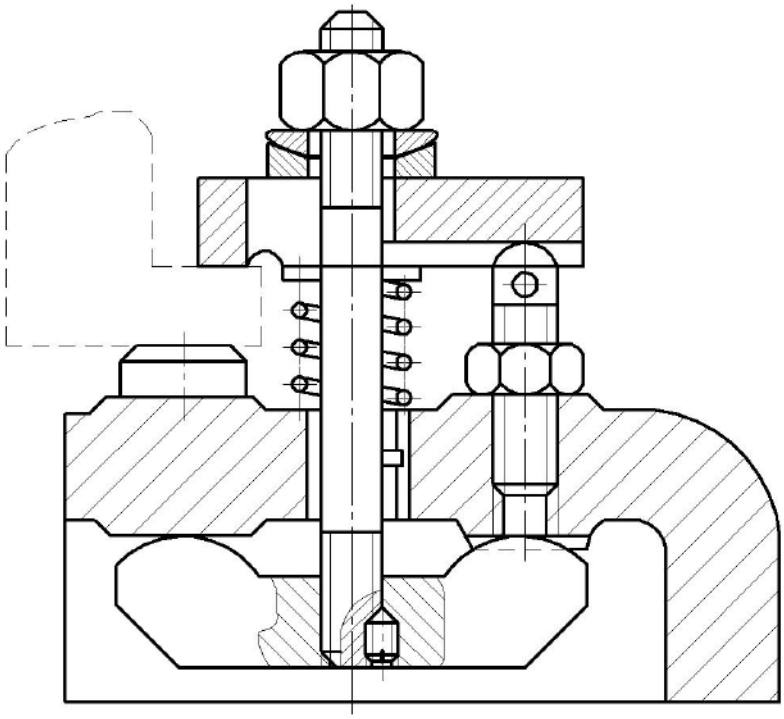


Рис. 59л. Зажим, устраняющий деформацию корпуса приспособления

Принцип работы. Заготовка зажимается с помощью прихвата при завинчивании гайки.

---

12. Зажим поворотными прихватами

Назначение. Применяют для одновременного крепления заготовки двумя прихватами.

Описание конструкции. Зажим содержит:

– корпус;

– два прихвата;

– опоры-штыри (количество определяется формой заготовки);

– две пружины;

– наборы гаек, сферических и конических шайб;

– два винта, в одном из которых сделан паз для ограничения величины хода;

– штифт – ограничитель хода;

– планку-рычаг, соединяющую головки винтов.

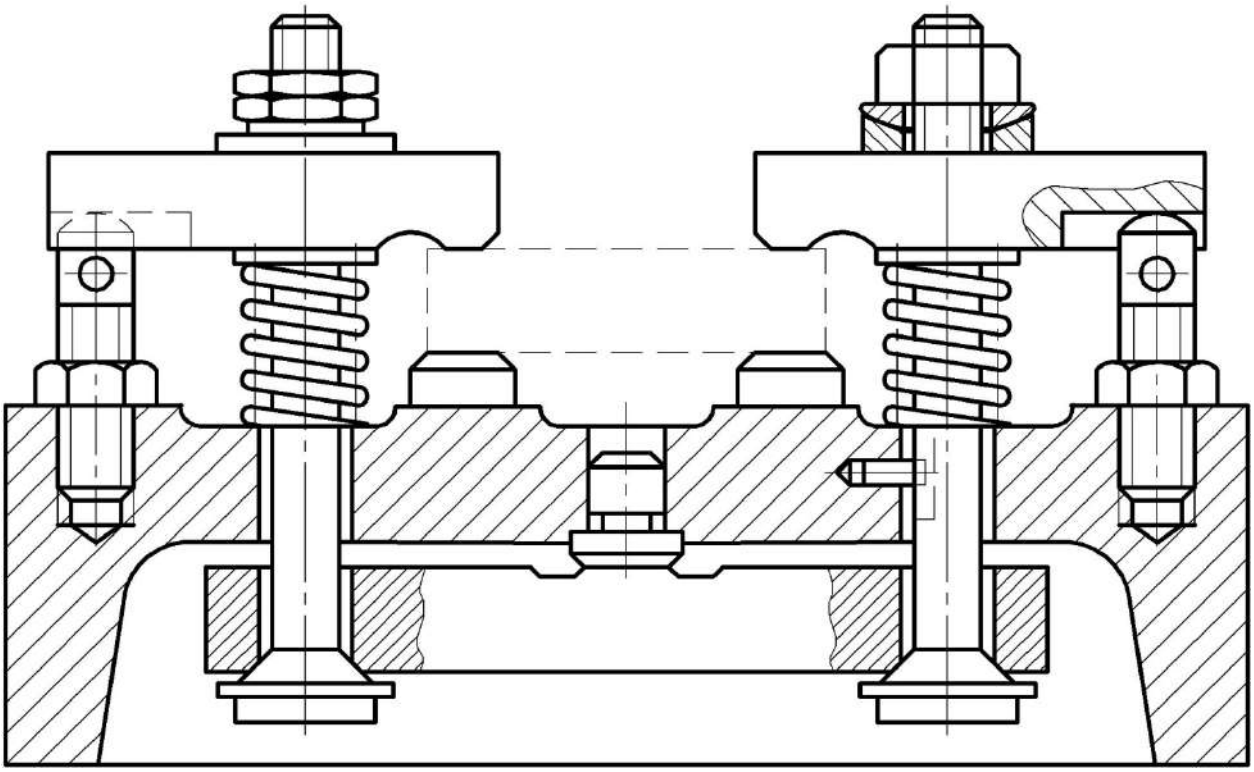


Рис. 59м. Зажим поворотными прихватами

Принцип работы. Заготовка зажимается прихватами при закручивании гаек.

---

13. Зажим качающимися прихватами

Назначение. Применяют для одновременного крепления двух заготовок.

Описание конструкции. Зажим содержит:

– корпус;

– накладку для установки заготовок, которая крепится к корпусу винтами;

– два прихвата;

– два опорных пальца;

– две пружины;

– гайки;

– винт, в котором выполнен паз для фиксации от поворота;

– фиксирующий винт.

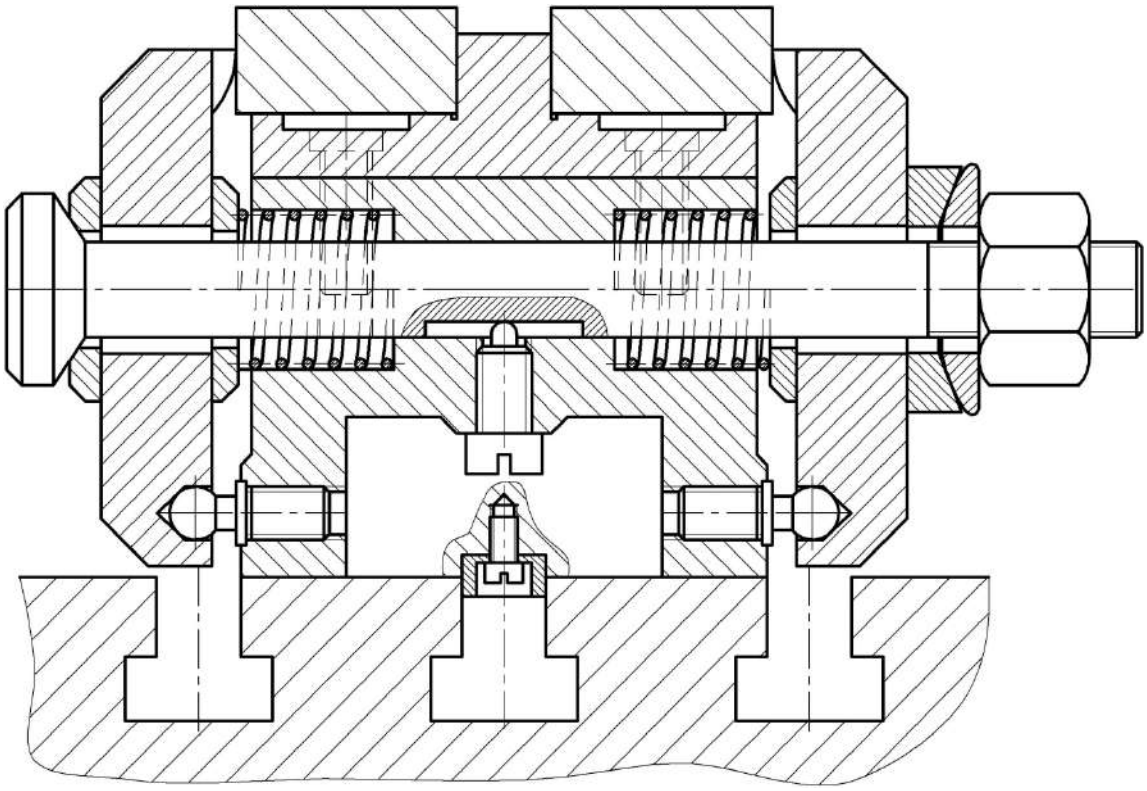


Рис. 59н. Зажим качающимися прихватами

Принцип работы. Заготовка зажимается прихватами при закручивании гайки. Установка и съём заготовок допускаются вверх и вдоль приспособления от упора.

---

14. Зажим плавающими костылями

Назначение. Предназначен для крепления заготовки в двух точках, удалённых друг от друга.

Описание конструкции. Зажим содержит:

– корпус;

– два прихвата, которые регулируются по высоте гайками;

– две пружины;

– коромысла, закрепленные в корпусе;

– тягу, приводящую в движение коромысло;

– гайку на тяге, с помощью которой осуществляется закрепление.

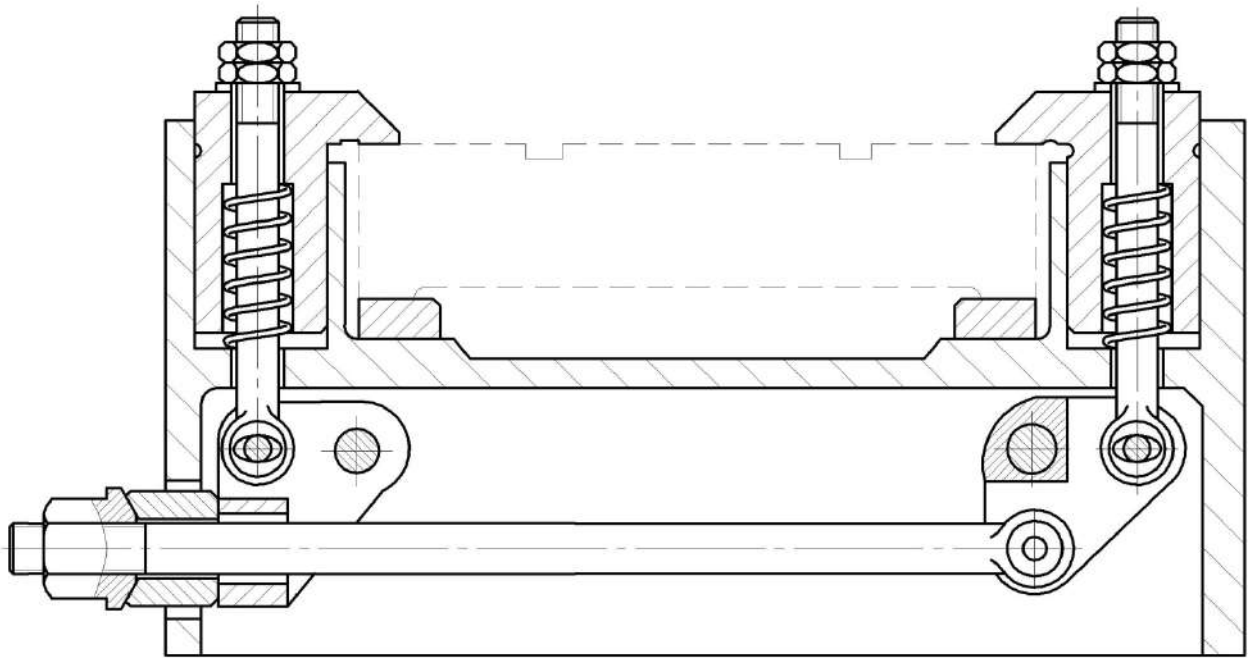


Рис. 59о. Зажим плавающими костылями

Принцип работы. Заготовка зажимается прихватами при закручивании гайки. При смене заготовки костыли отводятся вручную.

---

15. Оправка зуборезная

Назначение. Предназначена для одновременной обработки нескольких зубчатых колес.

Описание конструкции. Оправка содержит:

– корпус;

– шайбу 1, с помощью которой заготовки поджимают сверху;

– три кулачка 2, действующих на шайбу 1;

– гайку 3;

– тарельчатые пружины 4;

– плавающие плунжеры 5, которые передают давление от шайб к кулачкам;

– клинья 6, центрирующие заготовки.

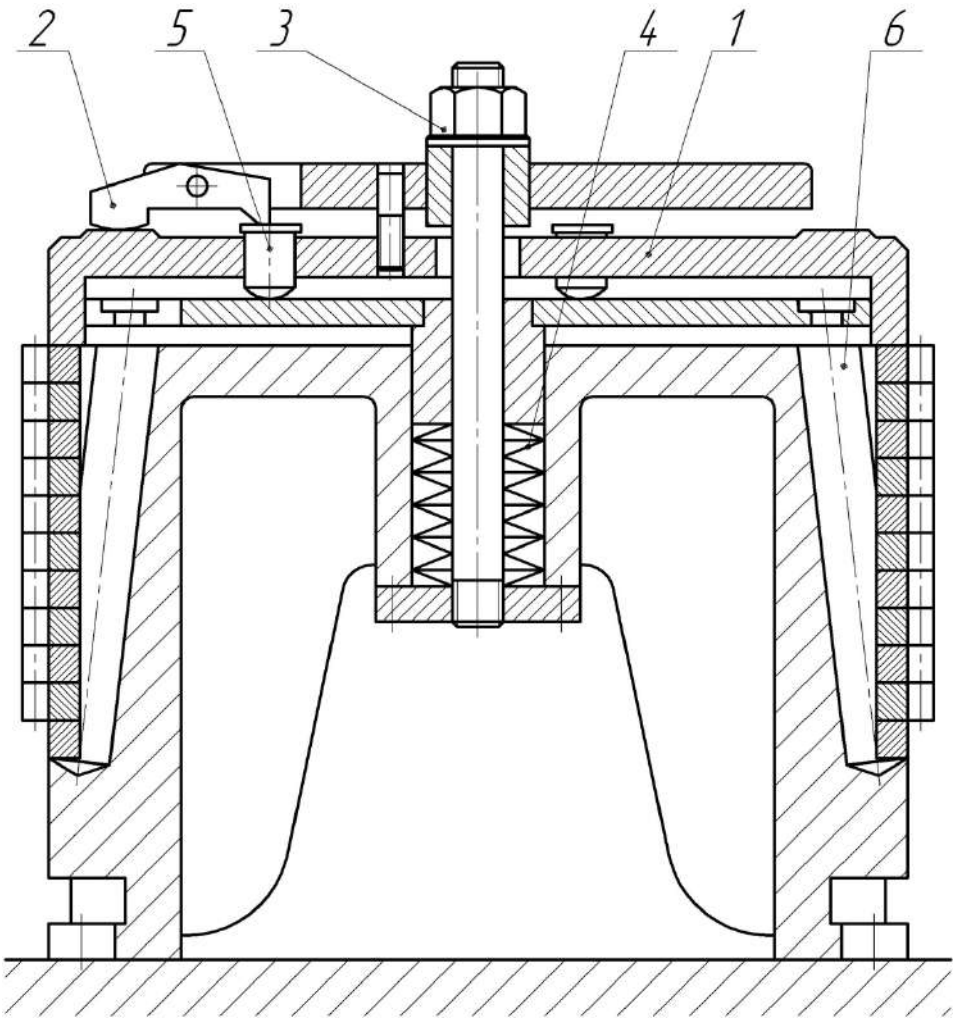


Рис. 59п. Оправка зуборезная

Принцип работы. При поворачивании гайки кулачки испытывают давление от тарельчатых пружин, сообщаемое им плавающими плунжерами, и передают его на заготовки.

---

16. Универсальное зажимное устройство конструкции института «Оргстанкинпром»

Назначение. Устройство предназначено для закрепления заготовок на столах металлорежущих станков.

Описание конструкции. Устройство содержит:

– гайку 1 и болт 4, которыми устройство закрепляется в пазу станка;

– гидроцилиндр 5, в котором помещается шток-поршень 6;

– гайки 7 и 2;

– комплект сферической и конической шайб 8;

– прихват 3, одно плечо которого опирается на подставку 10, а второе – на обрабатываемую заготовку;

– пружину 9.

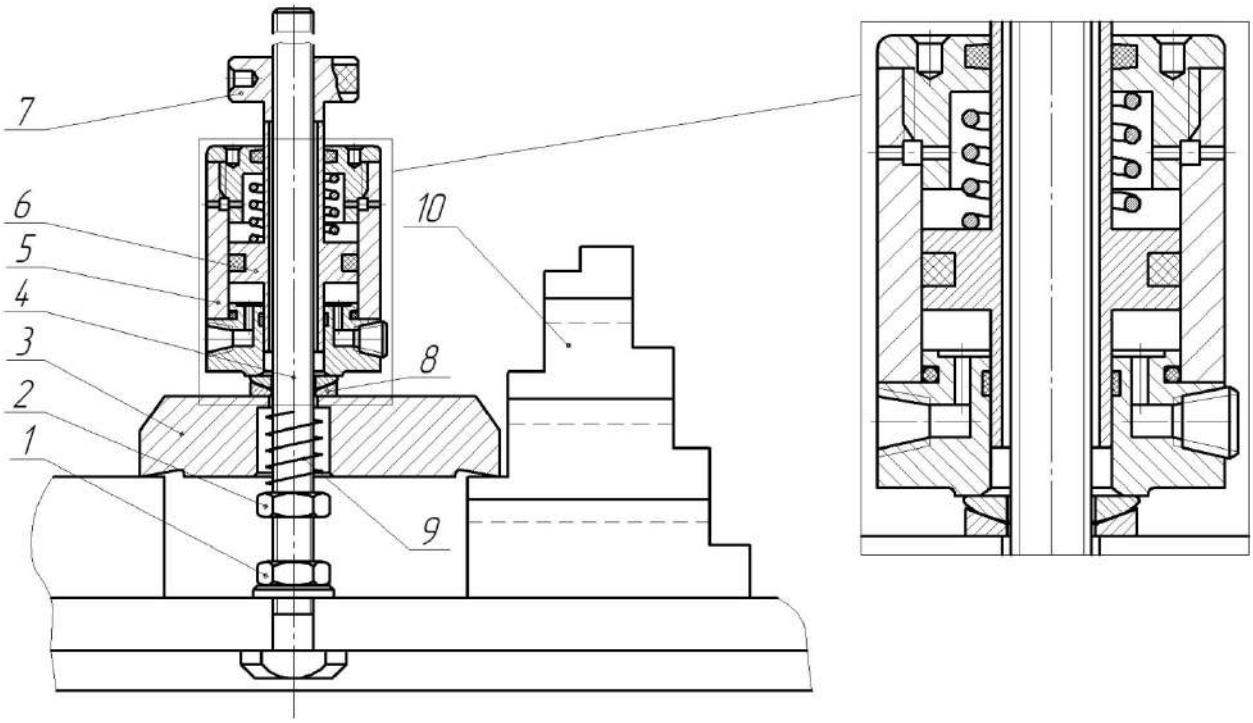


Рис. 59р. Универсальное зажимное устройство конструкции института «Оргстанкинпром»

Принцип работы. При нагнетании рабочей среды в нижнюю полость гидроцилиндра шток-поршень цилиндра, упирающийся в гайку 7, остается неподвижным, а корпус цилиндра перемещается вниз, передавая усилие зажима через шайбы 8 прихвату. Переналадка прихвата по высоте осуществляется вращением гайки 7 и гайки 2, являющейся упором пружины 9.

---

17. Патрон мембранный

Назначение. Предназначен для установки заготовок тел вращения на станках шлифовальной группы.

Описание конструкции. Патрон содержит:

– корпус 1, который имеет посадочное отверстие под шпиндель станка;

– упругую мембрану 2;

– закрепленные на ней шесть постоянных кулачков 3 со сменными кулачками 4 и шесть противовесов 5.

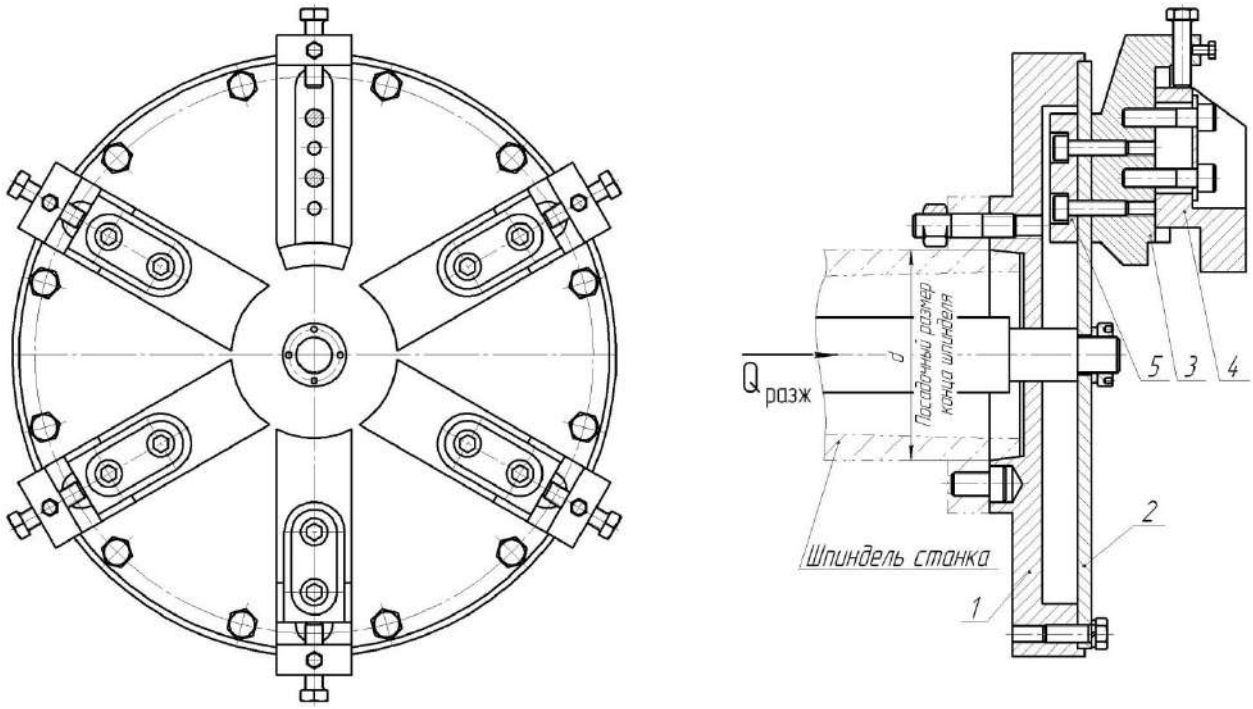


Рис. 59с. Патрон мембранный

Принцип работы. В свободном состоянии (мембрана не напряжена, закрепляемая заготовка не установлена) диаметр зажимных поверхностей сменных кулачков меньше соответствующего диаметра заготовки на величину минимально необходимого натяга. Для установки заготовки в кулачки на тягу силового привода подается усилие $Q_{разж}$, происходят деформация мембраны и разжим кулачков. При снятии усилия силового привода происходит закрепление заготовки.

---

18. Привод силовой вращающийся

Назначение. Предназначен для увеличения быстродействия приспособлений токарных и круглошлифовальных станков.

Описание конструкции. Привод содержит:

– неподвижный корпус 1, который крепится при помощи винтов к передней бабке станка;

– вращающуюся втулку 2, соединенную с цилиндром 3, в котором перемещается поршень 4 со штоком 5, который соединен тягой со штоком приспособления;

– стандартные радиально-упорные подшипники.

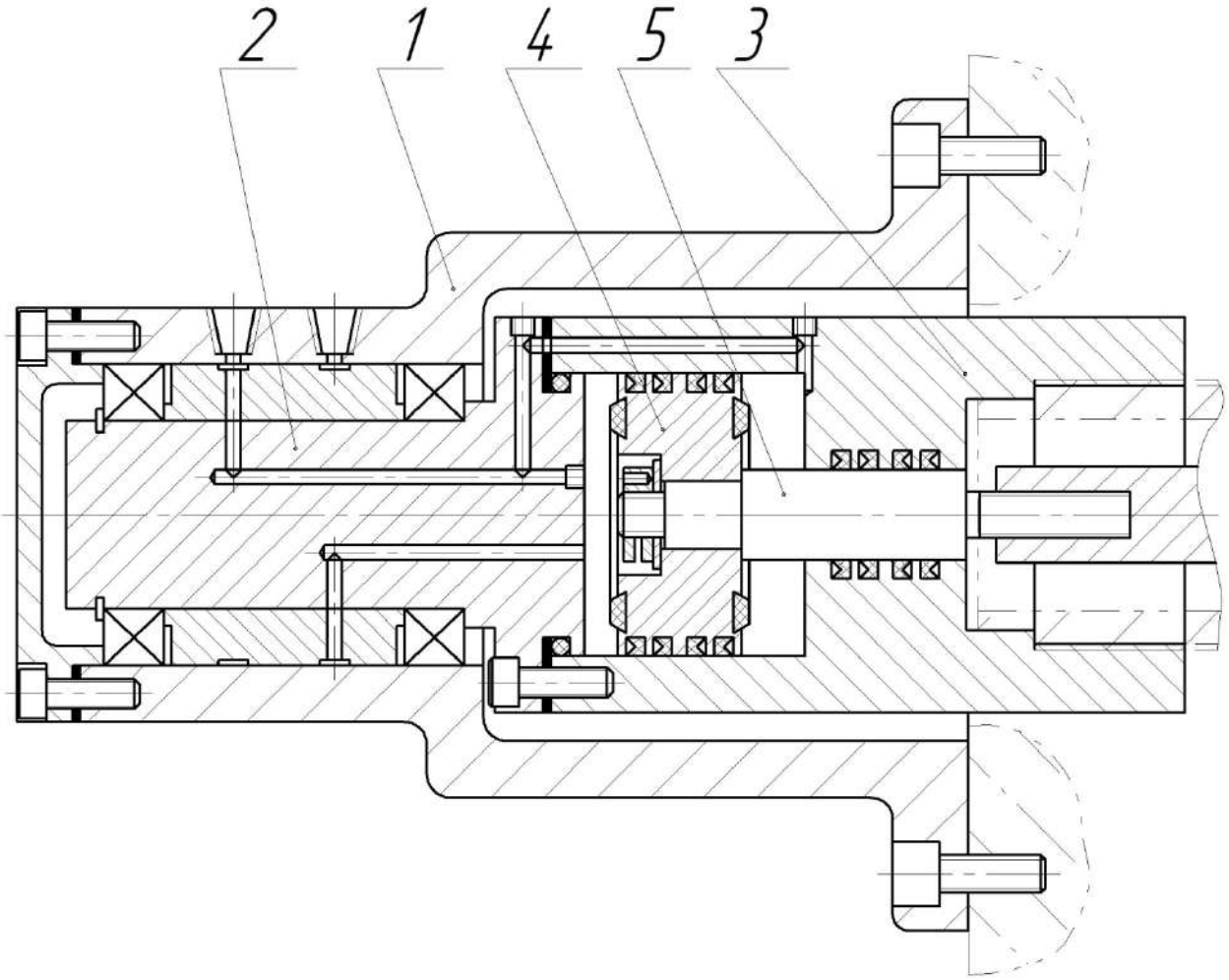


Рис. 59т. Привод силовой вращающийся

Принцип работы. При подаче рабочей среды через вращающуюся втулку в рабочую полость цилиндра поршень со штоком и тягой перемещается вправо. Аналогично при подаче в штоковую полость происходит движение влево.

---

19. Патрон токарный трёхкулачковый

Назначение. Патрон предназначен для закрепления обрабатываемых заготовок на токарном оборудовании.

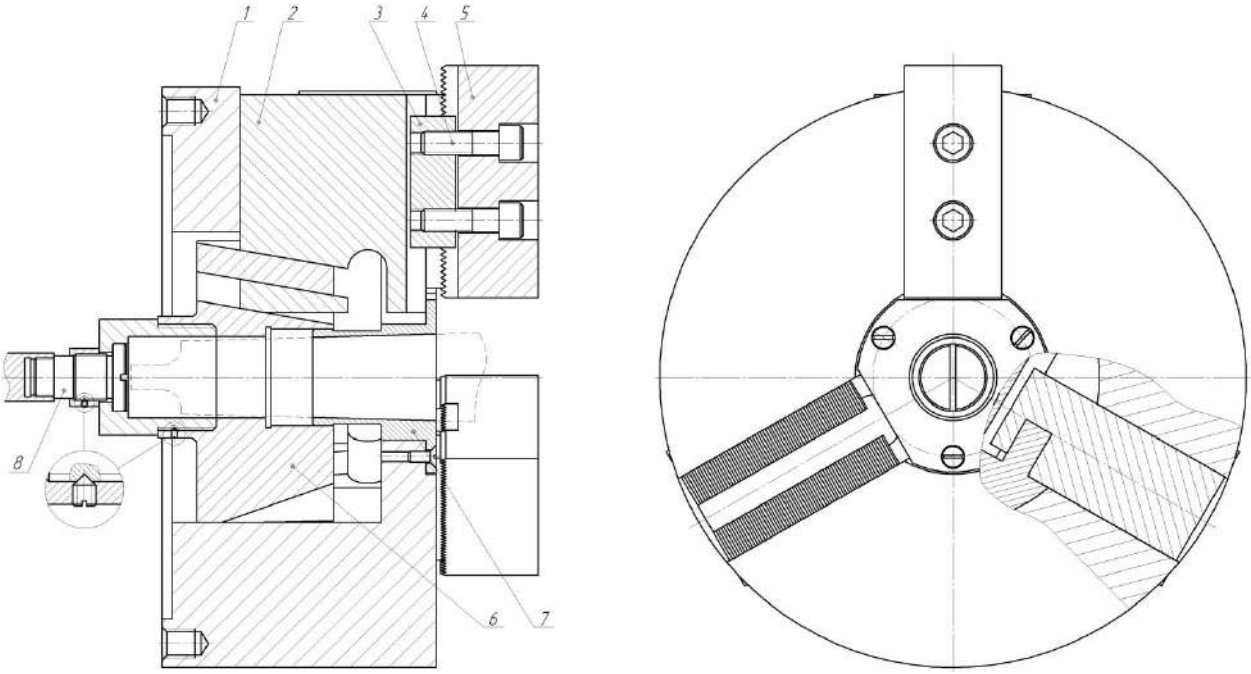


Рис. 59у. Патрон токарный трёхкулачковый

Описание конструкции. Патрон содержит корпус 1, который закрепляется на шпинделе токарного станка. В *Т*-образных пазах корпуса располагаются постоянные кулачки 2, на которых, в свою очередь, при помощи сухарей 3 и винтов 4 крепятся сменные кулачки 5. Постоянные и переменные кулачки имеют треугольные рифления, сопрягаемые друг с другом для переналадки патрона на разные диаметры закрепляемых заготовок. Постоянные кулачки получают радиальное перемещение в *Т*-образных пазах за счет клинового механизма, который они образуют с центровиком 6, приводимым в движение силовым приводом посредством тяги 8. На корпусе тремя винтами закреплена втулка 7 с внутренним конусом Морзе № 5.

Принцип работы. Заготовка зажимается между кулачками. Зажим кулачков происходит при движении тяги с центровиком влево.

---

20. Центр вращающийся для полых деталей

Назначение. Центр применяется для закрепления полых деталей при обработке на токарном станке.

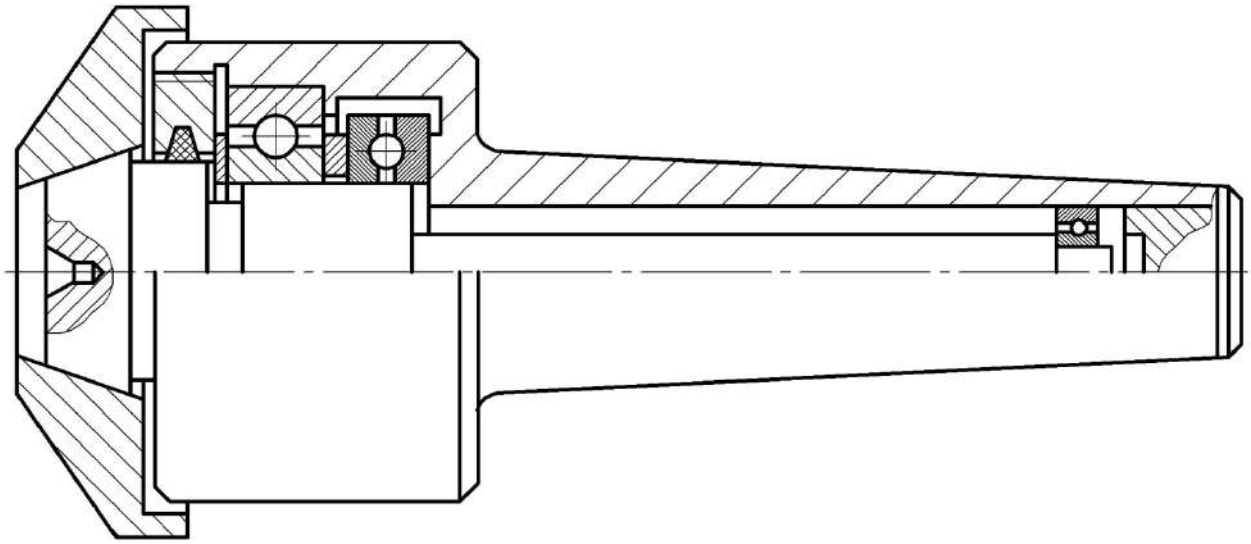


Рис. 59ф. Центр вращающийся для полых деталей

Описание конструкции. Основу конструкции составляет оправка, на которой находятся подшипники, посаженные в корпус. Корпус выполнен в виде конуса Морзе, при помощи которого центр крепится в задней бабке станка. Фиксированное положение подшипников обеспечивается с помощью распорных колец.

Принцип работы. Центр конусом Морзе закрепляется в задней бабке станка, затем подводится к обрабатываемой заготовке. Установка заготовки производится по отверстию на съемный конический установочный элемент.

Таблица 5.1

Выбор варианта задания

Первая цифра	**Первая буква фамилии**	**Пример**: *Жуков Иван* – первая буква
1	***А, Г***	

2	***Б, Д***	фамилии соответствует первой цифре 11, ***вариант 11***
3	***В, Е***	
4	***К, Н***	
5	***У, Ц***	
6	***Л, О***	
7	***Ф, Ч***	
8	***М, П***	
9	***Х***	
10	***Ю***	
11	***Ж***	
12	***И***	
13	***Щ***	
14	***Э***	
15	***Т***	
16	***С***	
17	***Р***	
18	***З***	
19	***Я***	
20	***Ш***	

Рекомендации по выполнению задания

Прежде чем приступить к построению модели, необходимо прочитать чертеж и выявить, сколько элементов (деталей) содержит сборочная единица и какие связи между ними существуют (кинематические пары, соединения, передачи). Моделирование передач в программе «КОМПАС-3D» не

реализовано. Соединения и кинематические пары моделируются сопряжениями поверхностей (граней), характерных линий (ребер) и точек (вершин) деталей с элементами вспомогательной геометрии (плоскости, поверхности, линии, точки) и других деталей. Сведения о некоторых сопряжениях приведены в п. 2.8 работы 4. Следует помнить о невозможности моделирования в программе деформируемых элементов и непрерывных движений. *Перед выполнением этапа необходимо ознакомиться с требованиями к отчету.*

Пример. Построение модели сборочной единицы «Люнет самоцентрирующий» (рис. 87). Спецификация приспособления приведена в таблице 6. На сборочном чертеже проставлены габаритные, присоединительные размеры и посадки.

Описание конструкции и принципа работы самоцентрирующего люнета (СЦЛ). Самоцентрирующий люнет может применяться в качестве станочного приспособления, реализующего промежуточную опору при обработке деталей типа тел вращения (маложесткие валы, втулки и т. п.); он позволяет центрировать деталь в процессе обработки по наружной цилиндрической поверхности. Исполнительный механизм СЦЛ при зажиме заготовки работает следующим образом. При подаче рабочей среды в гидроцилиндр привода плоский копир 4, соединенный со штоком 3 привода, перемещается на обрабатываемую деталь, а рабочие ролики 10 (последние могут выполняться сдвоенными и имеют две степени свободы вращения: относительно собственной оси и оси коромысла 9) зажимают или разжимают деталь посредством контакта роликов копира 14 по рабочей поверхности плоского копира.

Рабочая поверхность копира выполнена по сложной сплайновой кривой, координаты точек которой рассчитываются в зависимости от диапазона диаметров обрабатываемой детали (условно в учебных целях рабочая поверхность копира имеет плоскую форму). Одна пара рабочих

роликов расположена на штоке плоского копира, а две другие пары роликов закреплены на рычагах 7. Поворот рычагов, на концах которых расположены рабочие ролики, происходит относительно оси вращения 6. Последняя закреплена в корпусе 1 люнета.

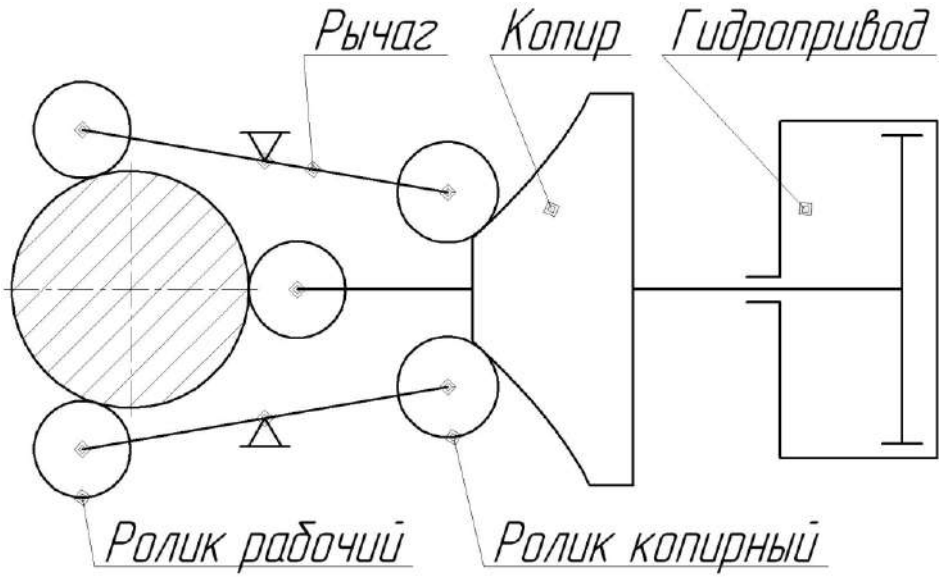


Рис. 60а. Положение элементов механизма при зажиме заготовки максимального диаметра

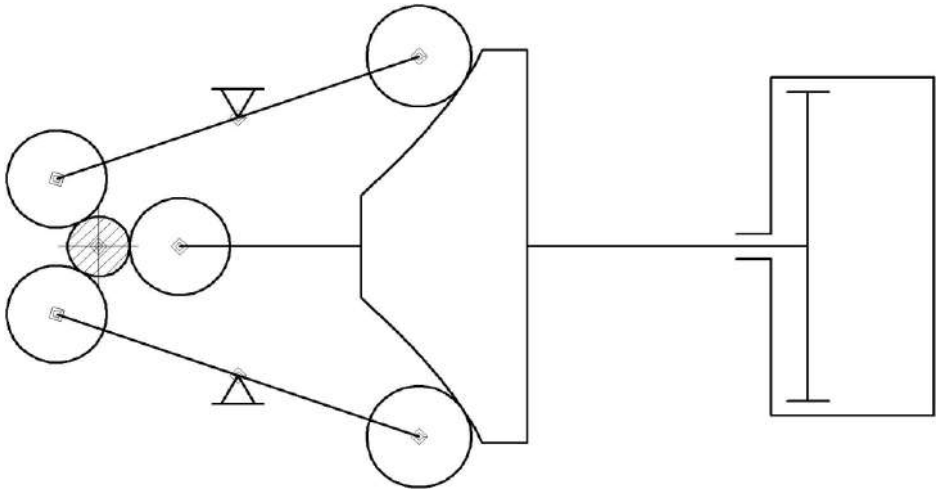


Рис. 60б. Положение элементов механизма при зажиме заготовки минимального диаметра

Примерные пропорции размеров деталей видны из сборочного чертежа. Основную массу размеров деталей необходимо назначить, руководствуясь

конструктивными соображениями о пропорциях детали, функциональным назначением детали, сопряжениями деталей в сборке. Для обеспечения собираемости деталей в сборке возможно последующее корректирование их форм и размеров на любом этапе построения модели.

1.1. Построение копира 4. Копир (рис. 61) имеет трапециевидную форму. По рабочим поверхностям двигаются ролики копира 14. В конструкции имеются паз и гладкое сквозное отверстие для крепления к штоку 3, 27, а также два глухих отверстия под штифты 26.

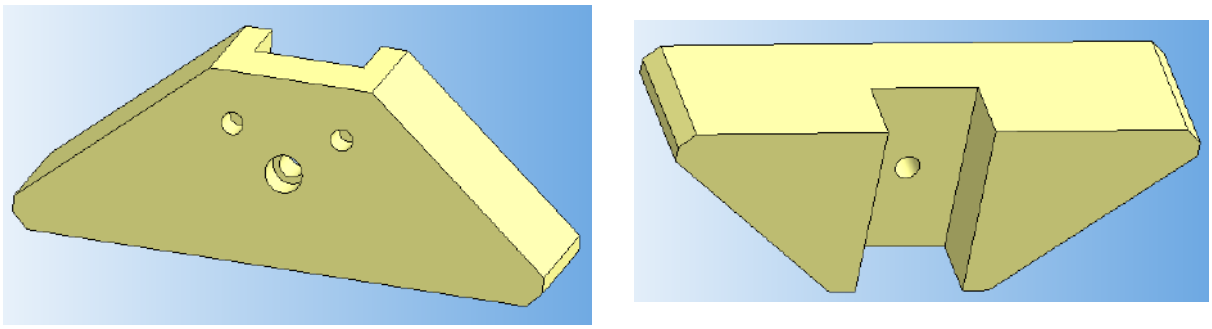


Рис.61. Копир

1.2. Построение штока 3.

В конструкцию штока (рис. 62) входят крепежные элементы к гидроцилиндру (в учебных целях не проектируется), сквозное отверстие и паз для крепления коромысла 9 и его оси 5, а также паз для сопряжения с копиром 4 и сквозное отверстие с резьбой под винт 27.

1.3. Построение коромысла в сборе с подшипниками и роликами.

1.3.1. Построение коромысла 9.

Конструкция коромысла (рис. 63) включает сквозное отверстие для посадки на ось 5, каналы для смазки подшипников, конические отверстия с резьбой под пресс-масленки 17, канавки под стопорные кольца 18.

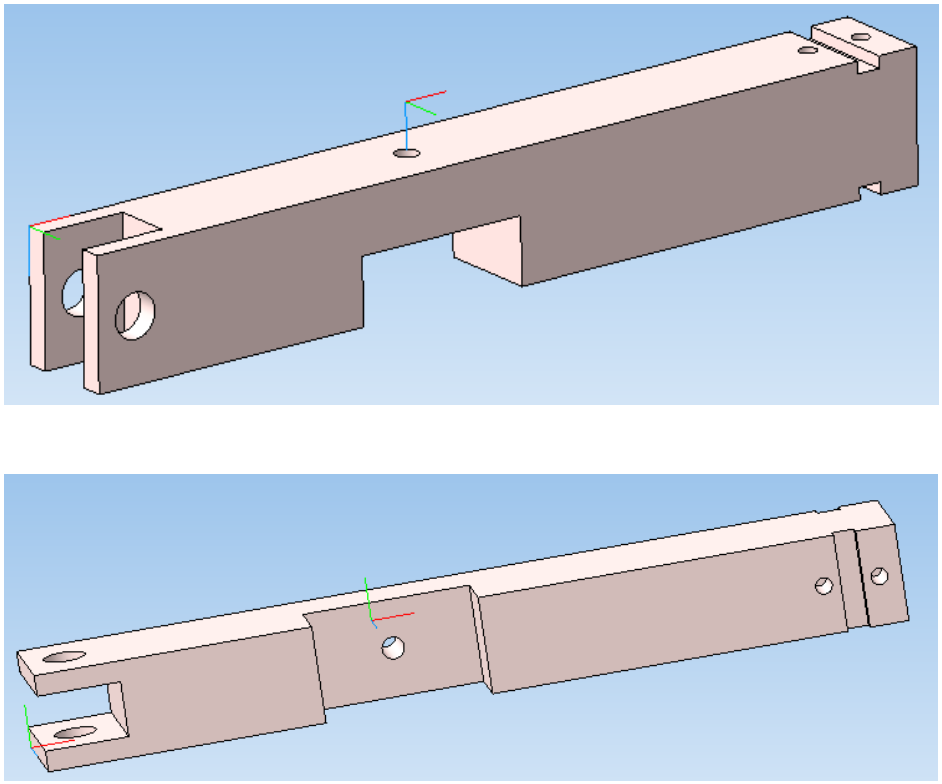


Рис. 62.Шток

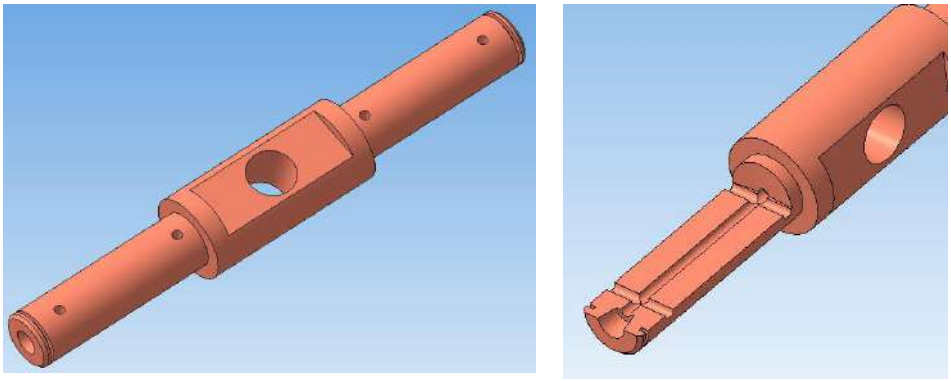


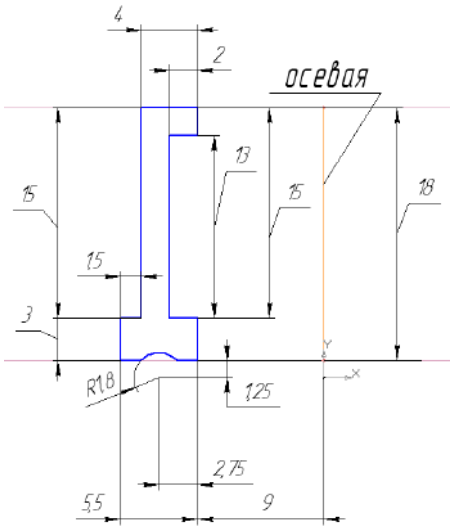
Рис. 63. Коромысло

1.3.2. Построение подшипника 20.

Радиально-упорный подшипник ролика 10 состоит из двух колец, набора шариков (элемент, отвечающий за восприятие осевых нагрузок) и набора роликов-игл (воспринимают радиальные нагрузки). Плоскости колец подшипника, между которыми находится шарик, располагаются друг от друга на расстоянии 2,5 мм.

1.3.2.1. Построение первого кольца подшипника. Топология построения включает эскиз (рис. 64, *а*) и операцию вращения эскиза вокруг оси. Аналогично строятся последующие модели деталей тел вращения.

а)



б)

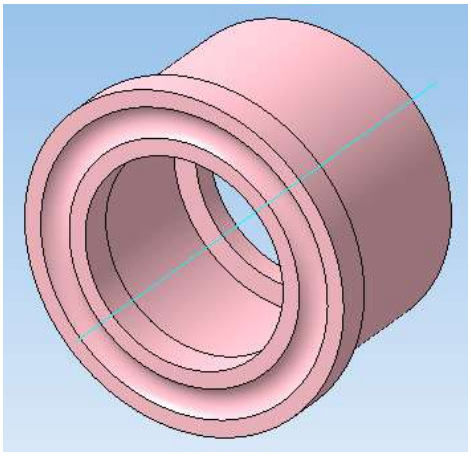
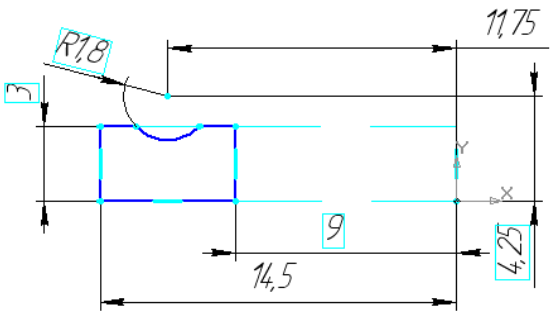


Рис. 64. Кольцо: *а* – эскиз; б – модель

1.3.2.2. Построение второго кольца подшипника.

а)



б)

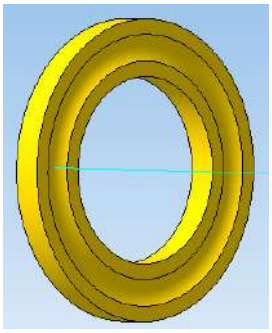


Рис. 65. Кольцо: *а* – эскиз; *б* – модель

1.3.2.3. Построение шарика. Количество шариков (элементов массива) является максимально возможным из условия размещения по длине дорожки качения без взаимного перекрытия их объемов.

а) *б)* *в)*

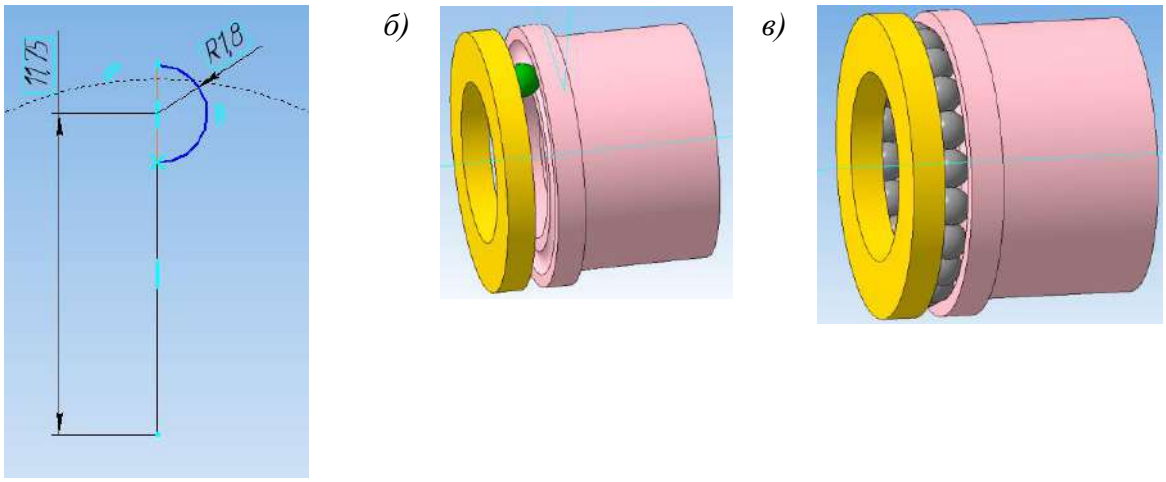


Рис. 66. Шарик: *а* – эскиз; *б* – модель шарика; *в* – массив шариков

1.3.3. Построение крышки 11.

а) *б)*

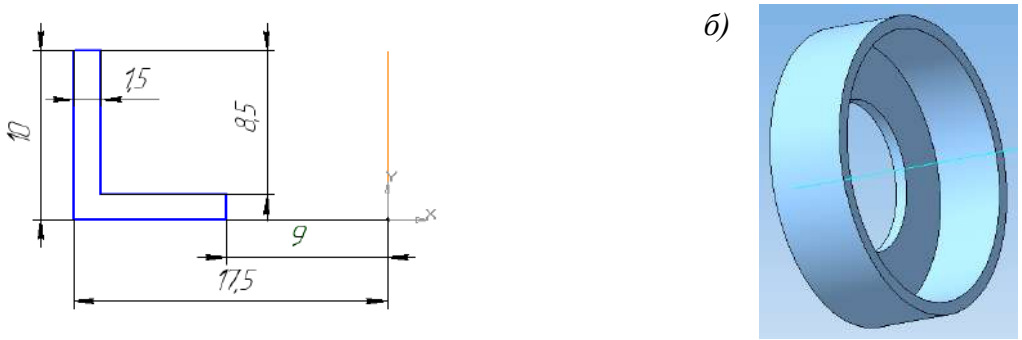


Рис. 67. Крышка: *а* – эскиз; б – модель

1.3.2.4. Построение иглы.

а) *б)* *в)*

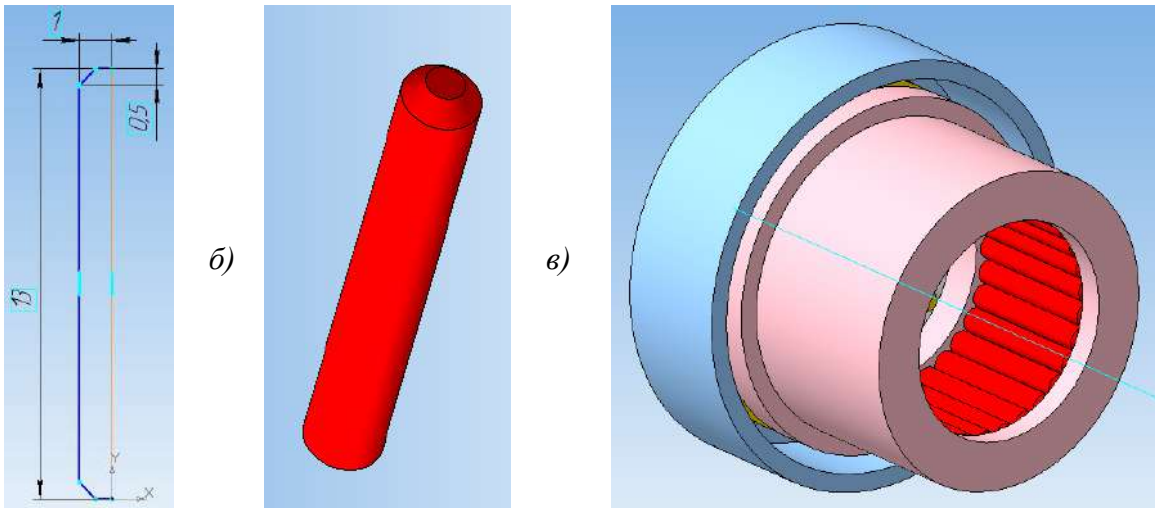


Рис. 68. Игла: *а* – эскиз; *б* – модель иглы; *в* – массив игл

1.3.4. Построение шайбы 19.

Шайба имеет толщину 2 мм, наружный диаметр 28 мм, внутренний диаметр 18 мм.

1.3.5. Построение стопорного кольца 18 (рис. 69).

Средний диаметр стопорного кольца 18 мм. Толщина его равна ширине проточки на коромысле.

а) *б)*

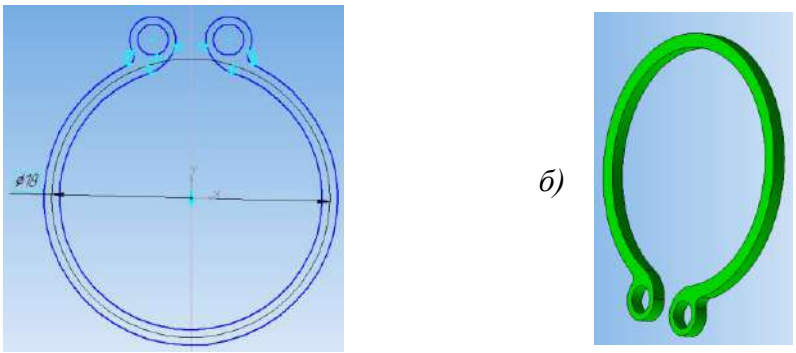
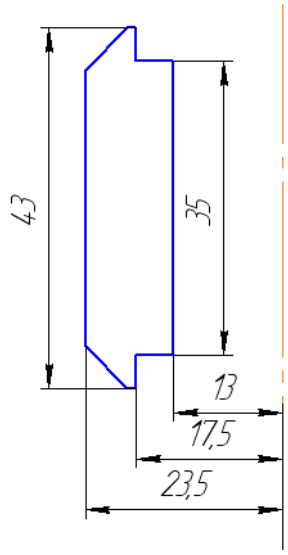


Рис. 69. Стопорное кольцо: *а* – эскиз; *б* – модель стопорного кольца

Стопорное кольцо является стандартным изделием, его конструкция описана в литературе. Поэтому модель его не требует конструирования, а строится лишь для адекватной визуализации всего объекта конструирования.

1.3.6. Построение ролика 10.

а)



б)

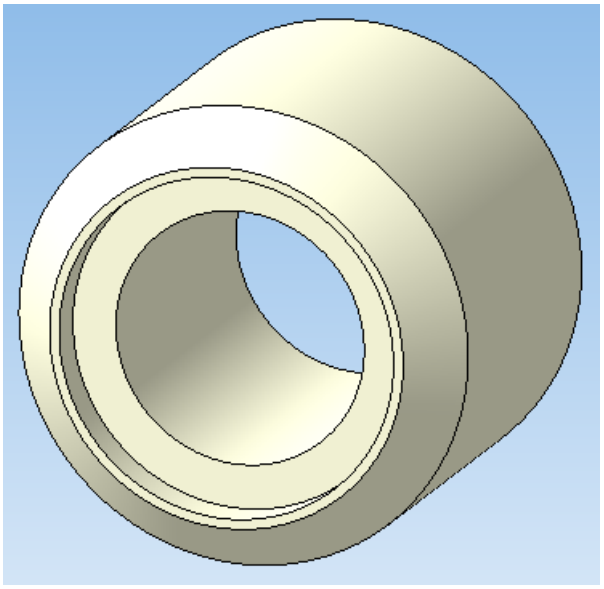


Рис. 70. Ролик: *а* – эскиз; *б* – модель ролика

1.3.7. Построение пресс-масленки 17 (рис. 71).

Пресс-масленка является стандартным изделием и моделируется только для визуализации наружным контуром без детализации внутреннего строения. Конструкция включает в себя шесть граней под ключ, конусную поверхность с конической резьбой, сквозное отверстие для подачи смазки внутрь конструкции.

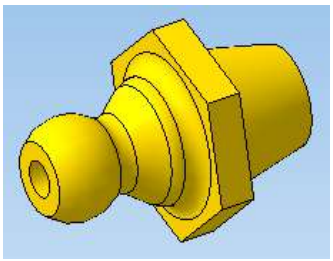


Рис. 71. Пресс-масленка

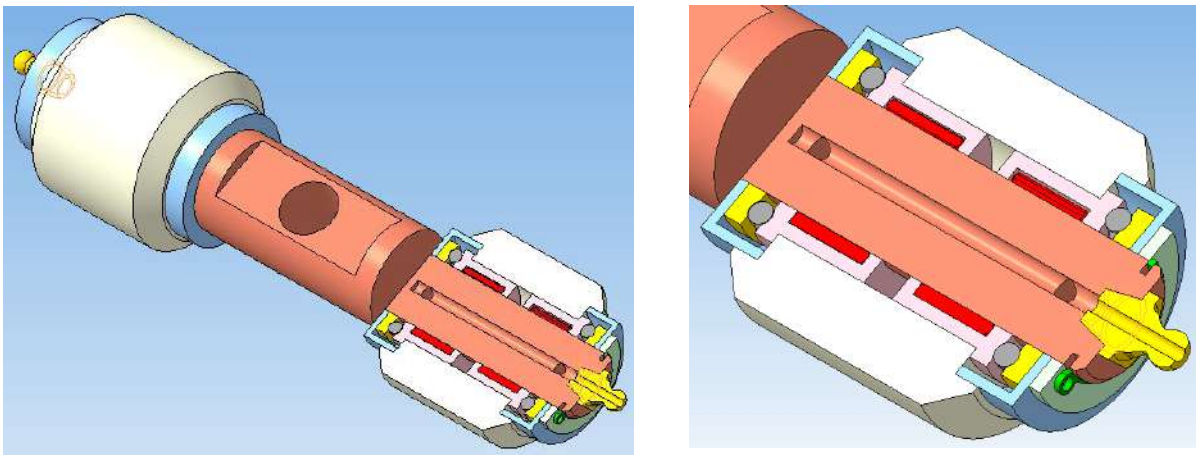


Рис. 72. Коромысло в сборе

1.4. Построение корпуса 1 (рис. 73–75).

Конструкция корпуса включает паз для штока 3, углубление для прохода ролика в передней части (рис. 73), два сквозных отверстия под оси 6 рычагов 7 (рис. 74), два сквозных отверстия под стандартные штифты 28, а также сквозные отверстия без резьбы с углублением под головку винта (рис. 75) для крепления к корпусу крышки 2 при помощи стандартных винтов 29 (о стандартных элементах см. примечание ниже). Внутренняя полость корпуса формируется из условия возможности размещения в нем штока, копира и рычагов в двух крайних положениях – при максимальном и минимальном диаметрах закрепляемой заготовки. *Примечание: полость и углубление для ролика (рис. 73) могут быть построены уже после размещения в сборке указанных деталей путем редактирования детали непосредственно в сборке (команды контекстного меню детали в дереве построения «Редактировать на месте» и «Редактировать в окне»)*.

1.5. Построение оси 6.

Ось имеет цилиндрическую форму с фасками. Диаметр оси 20 мм, размер фасок – 1×45°.

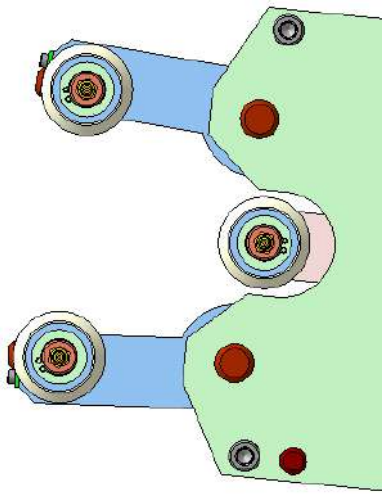
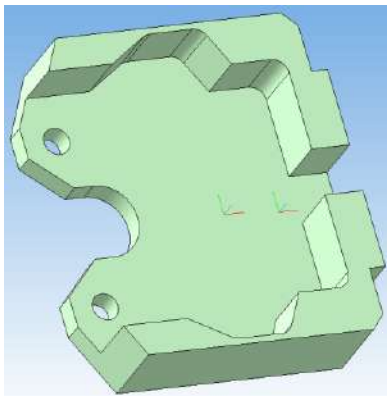


Рис. 73. Вырез в корпусе для ролика



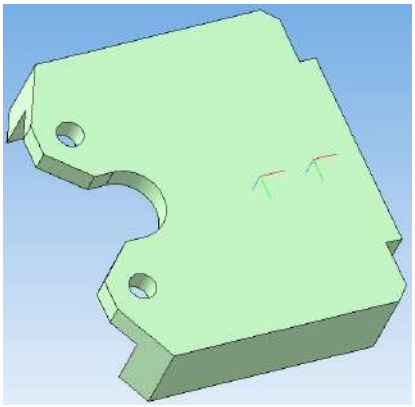
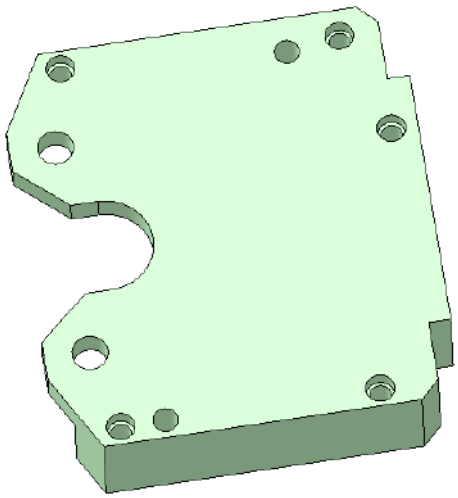


Рис. 74. Корпус СЦЛ



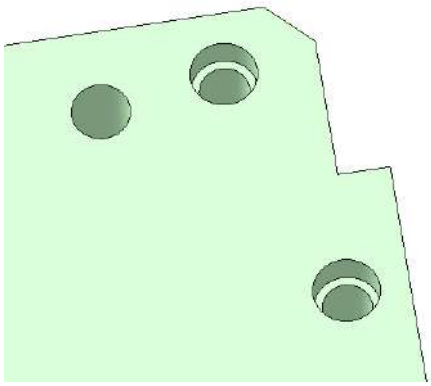


Рис. 75. Отверстия под штифты и винты в корпусе

1.6. Построение рычага 7 (рис. 76).

В конструкции рычага имеются пазы и сквозные отверстия для сопряжения с втулкой 13 и осью 12, сквозное отверстие под ось 6 для крепления к корпусу, паз и глухое отверстие для крепления коромысла 9 на ось 8, два глухих резьбовых отверстия под винты 16, сквозное отверстие под штифт 22.

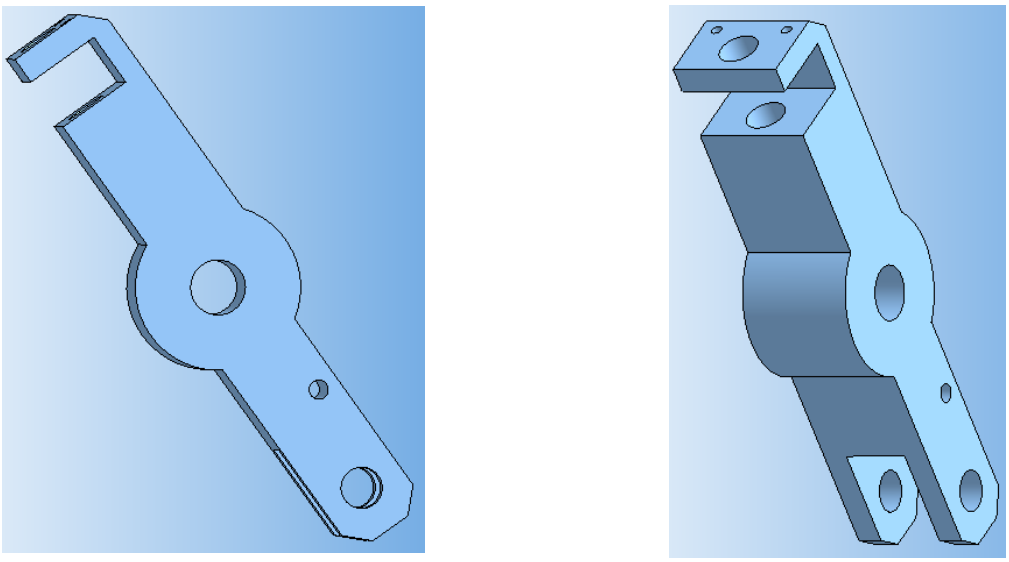


Рис. 76. Рычаг

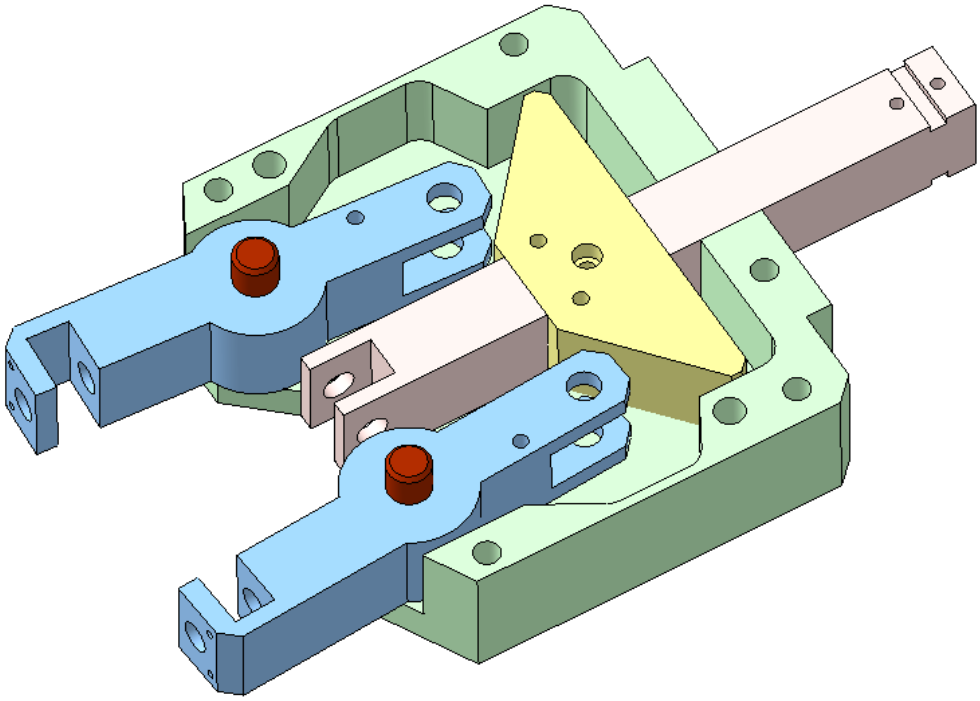


Рис. 77. Предварительная сборка корпуса со штоком, копиром, рычагами

Примечание: стандартные изделия (винты, штифты и т. п.) можно построить как отдельные «КОМПАС-Детали», но предпочтительнее их добавить из библиотеки программы «КОМПАС». Для добавления необходимо выбрать «Библиотеки – Стандартные изделия – Вставить элемент…».

1.7. Построение планки 15 и оси 8.

Планка фиксирует ось на рычаге. Толщина планки равна ширине паза в оси. Планка крепится к рычагу двумя стандартными винтами.

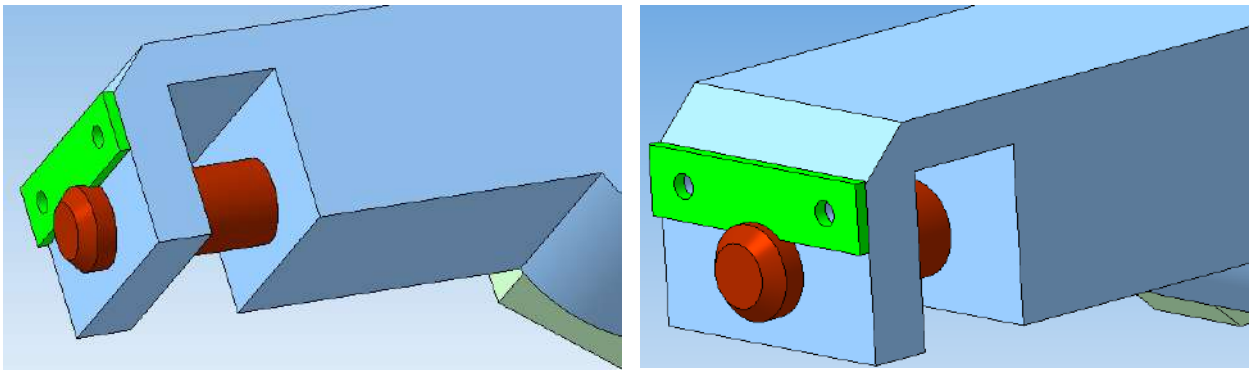
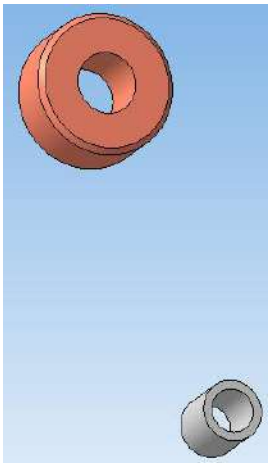


Рис. 78. Планка и ось

1.8. Построение копирного ролика 14, втулки 13, оси ролика 12.

а)



б)

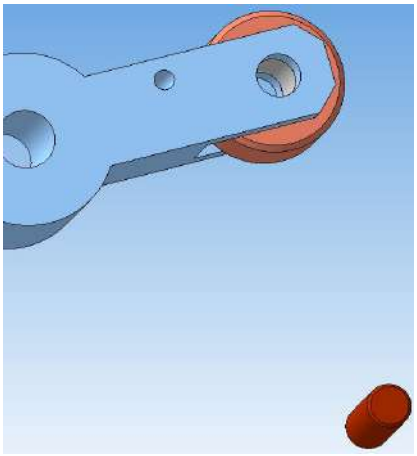
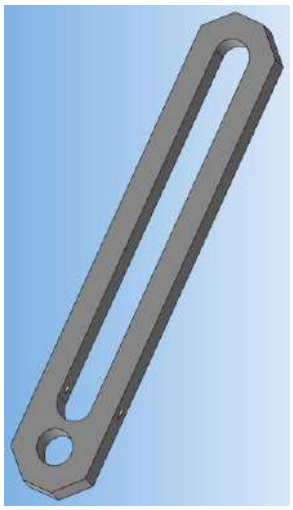


Рис. 79. Ролик, втулка, ось: *а* – модели ролика (сверху) и втулки (снизу); *б* – модель оси ролика (рычаг, втулка, ролик – в сборе)

Внутренний диаметр втулки равен диаметру оси, внешний диаметр втулки равен внутреннему диаметру ролика. Длина оси равна ширине рычага.

1.9. Построение стяжки 23 и штифтов 22, 26 (рис. 80).

а)



б)

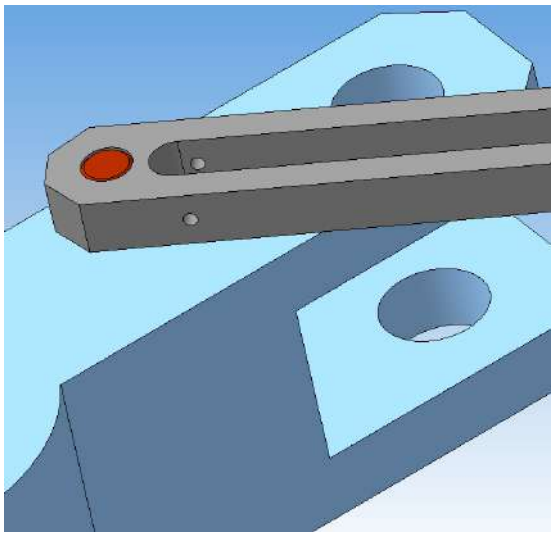


Рис. 80. Стяжка: *а* – модель стяжки; *б* – рычаг, штифт и стяжка в сборе

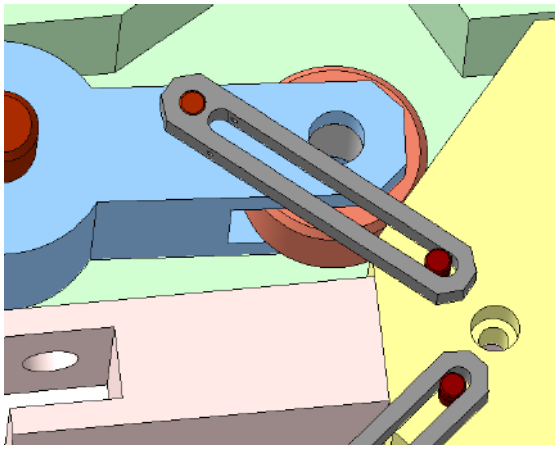


Рис. 81. Предварительная сборка

Конструкция стяжки предусматривает сквозное отверстие под штифт 22, сквозное отверстие под штифт 24, сквозной паз, куда помещается пружина 25. Модель пружины в учебных целях допускается не строить. Длина паза стяжки определяется из условия охватывания штифта, установленного в копире.

1.10. Построение оси 5 и стопорного кольца 21 (рис. 82).

Ось имеет две проточки для фиксирования на штоке при помощи стопорных колец. Ширина проточки равна толщине стопорного кольца.

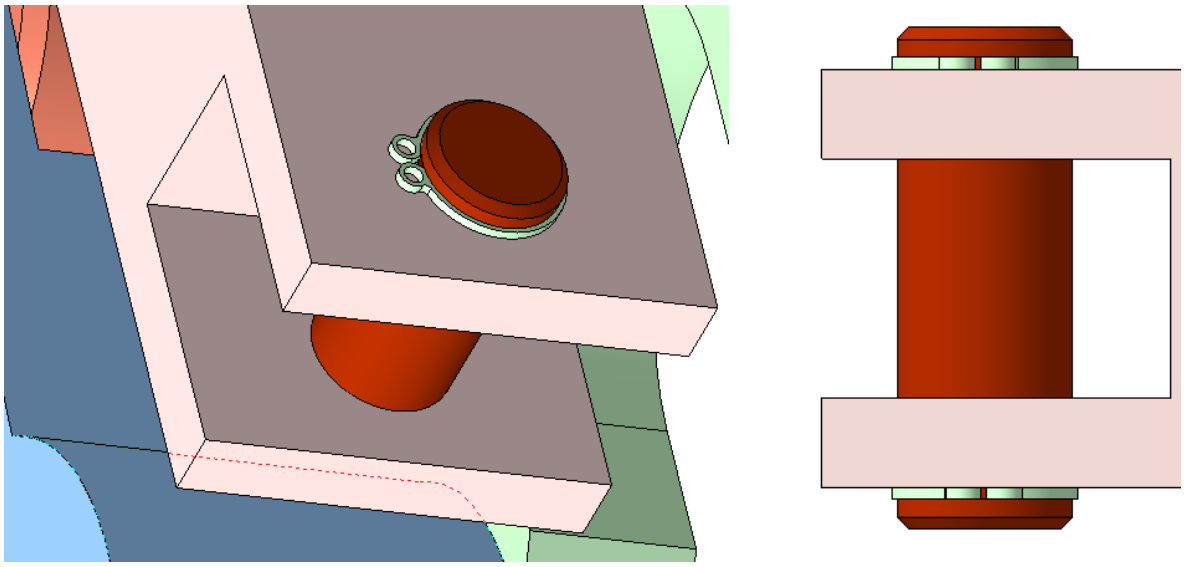


Рис. 82. Ось и стопорные кольца

1.11. Построение крышки 2 (рис. 83).

Внешний контур крышки полностью повторяет контур корпуса. Толщина крышки должна позволить выполнить углубления для хода стяжек. Также имеются соосные с отверстиями корпуса отверстия для осей 6, штифтов 28 и винтов 29. Для крепления крышки к корпусу используются стандартные винты. По соображениям экономии времени сборки конструкции крепежная резьба выполняется только в крышке, а в корпусе винт должен проходить свободно.

а) *б)*

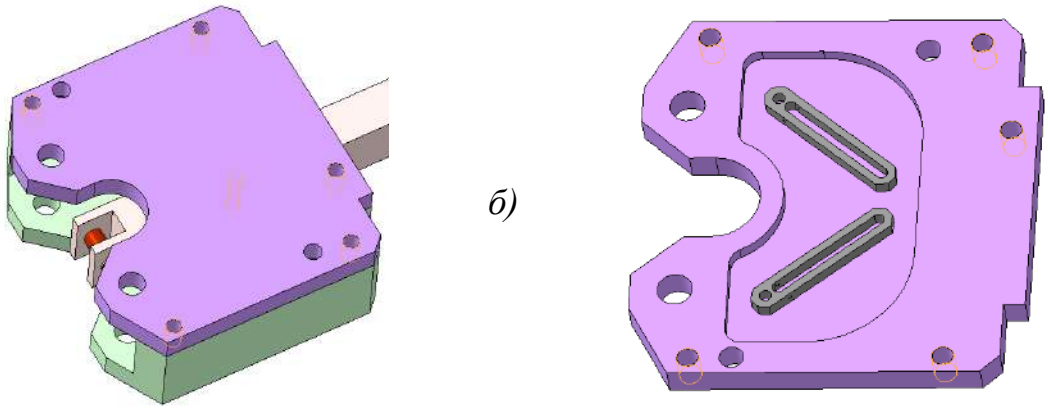


Рис. 83. Крышка корпуса: *а* – модель крышки; *б* – углубление для хода стяжек

1.12. Построение штифта 28 и винтов 16, 27, 29.

Штифт (рис. 85) имеет длину, равную толщине корпуса в сборе с крышкой. Необходимое количество штифтов – 2. Винты добавляются из библиотеки «КОМПАС» (см. примечание выше) или при отсутствии библиотеки – как отдельная деталь. Винт 27 соединяет шток и копир. Количество винтов для крепления крышки на корпусе – по усмотрению конструктора.

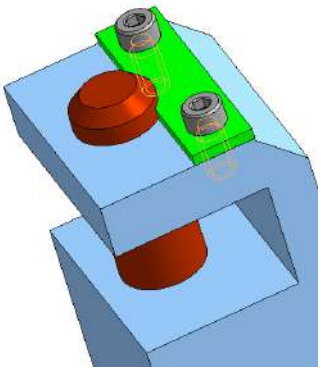
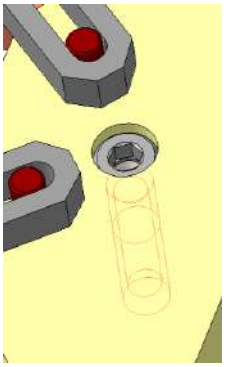
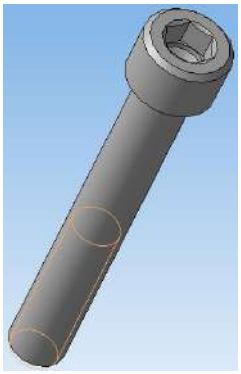
а)  *б)*  *в)* 

Рис. 84. Модели винтов: *а* – винты 16; *б* – винт 27; *в* – винт 29

1.13. Сборка люнета и построение модели обрабатываемой заготовки.

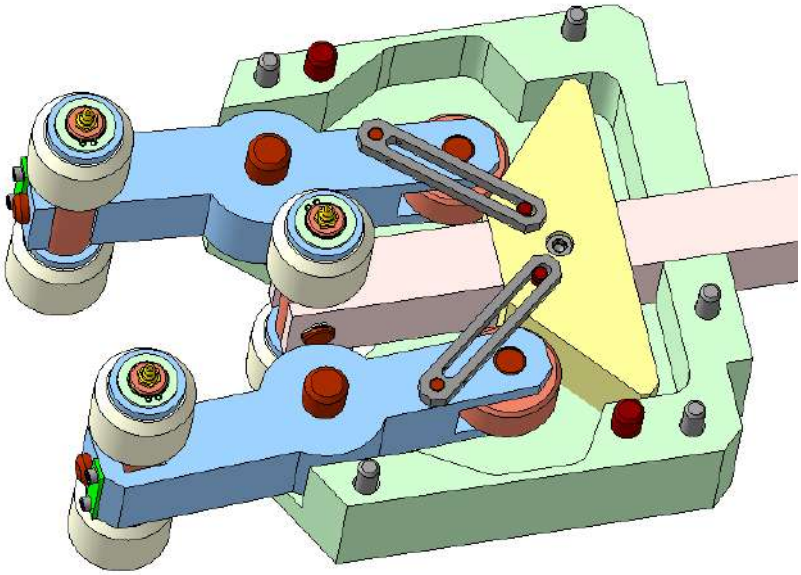


Рис. 85. Люнет в сборе (крышка снята)

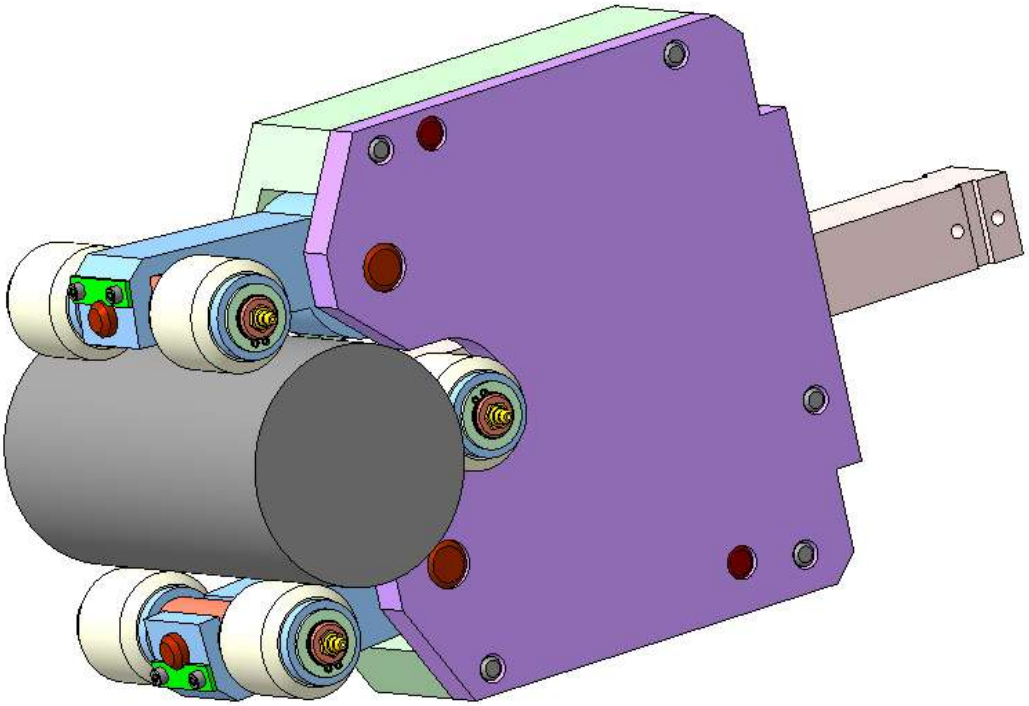


Рис. 86. Вид СЦЛ в процессе работы (с обрабатываемой заготовкой)

Таблица 6

Спецификация сборочной единицы «Люнет самоцентрирующий»

Позиция	Наименование	Количество
1	Корпус	1
2	Крышка	1
3	Шток	1
4	Копир	1
5	Ось	1
6	Ось	2
7	Рычаг	2
8	Ось	2
9	Коромысло	2
10	Ролик	6
11	Крышка	12
12	Ось	2
13	Втулка	2
14	Ролик копира	2

15	Планка	2
16	Винт	4
17	Пресс-масленка	6
18	Кольцо стопорное	6
19	Шайба	6
20	Подшипник	6
21	Кольцо стопорное	2
22	Штифт	4
23	Стяжка	2
24	Штифт	2
25	Пружина	2
26	Штифт	2
27	Винт	1
28	Штифт	2
29	Винт	4

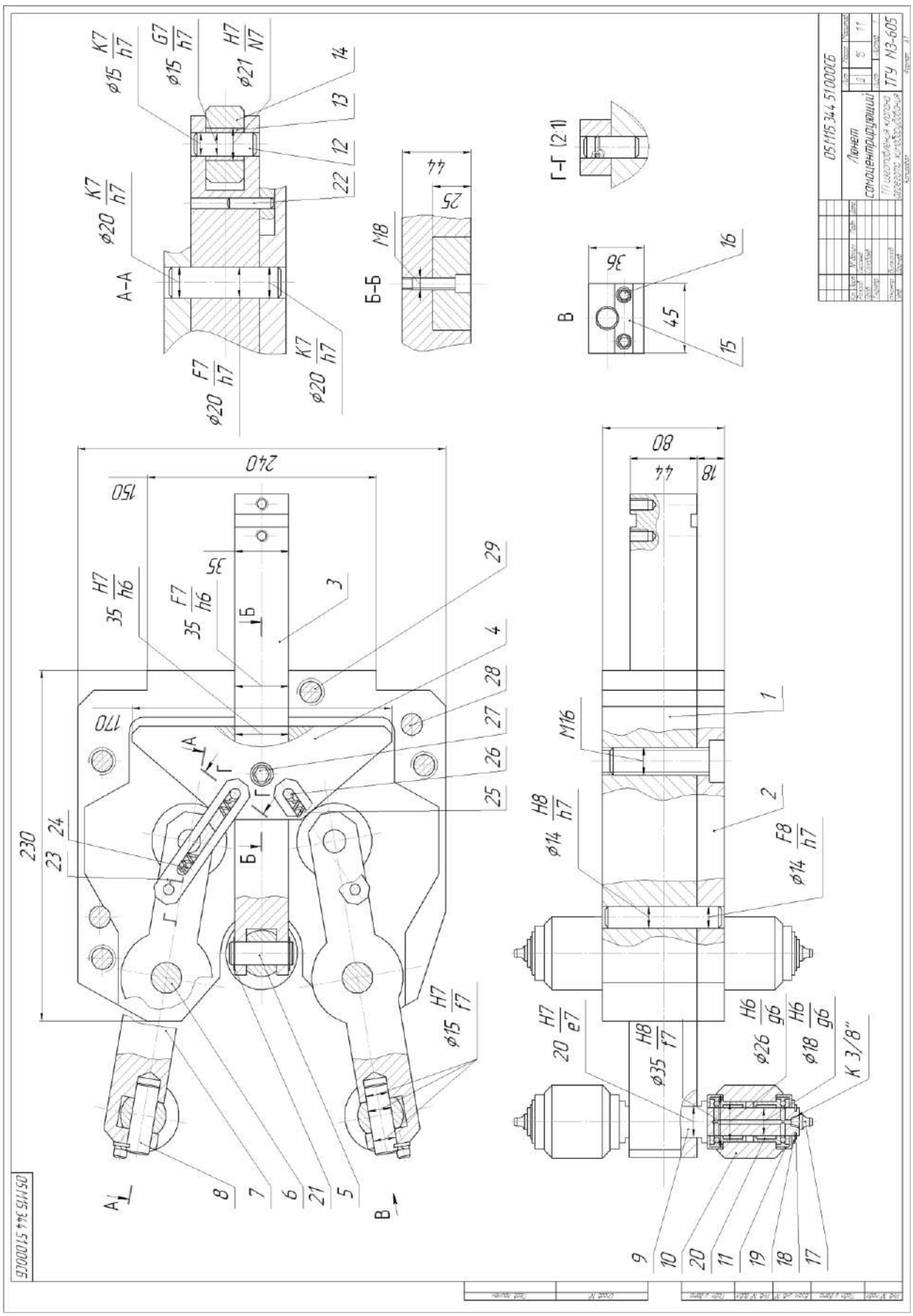


Рис. 87