

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

М. Ю. Смирнов, Г. И. Киреев, В. В. Демидов

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФАСОННЫХ РЕЗЦОВ

Учебное пособие

Ульяновск
УлГТУ
2011

УДК 621.9 (075)
ББК 34.6 я7
С 50

Рецензенты: канд. техн. наук, доцент кафедры «Математическое моделирование технических систем» УлГУ Евсеев А. Н.,
кафедра «Материаловедение и технология машиностроения» УлГСХА.

*Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Смирнов, М. Ю.

С 50 Расчет и проектирование фасонных резцов : учебное пособие /
М. Ю. Смирнов, Г. И. Киреев, В. В. Демидов. – Ульяновск : УлГТУ,
2011. – 77 с.

ISBN 978-5-9795-0917-4

Приведена методика расчета и проектирования круглых и призматических фасонных резцов. Представлены примеры расчетов фасонных резцов и выполнения рабочих чертежей.

Пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

**УДК 621.9 (075)
ББК 34.6 я7**

ISBN 978-5-9795-0917-4

© Смирнов М. Ю., Киреев Г. И., Демидов В. В., 2011
© Оформление. УлГТУ, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. МЕТОДИКА РАСЧЕТА КРУГЛЫХ ФАСОННЫХ РЕЗЦОВ С РАДИАЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ.....	4
1.1. Определение конструктивно-геометрических параметров круглого фасонного резца	4
1.2. Профилирование круглого фасонного резца с боковым наклоном передней поверхности ($\lambda \neq 0$)	7
1.3. Особенности профилирования круглого фасонного резца без бокового наклона передней поверхности ($\lambda = 0$).....	12
1.4. Определение недостающих размеров профиля детали, имеющих криволинейный участок в виде дуги окружности	13
2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРИЗМАТИЧЕСКИХ ФАСОННЫХ РЕЗЦОВ С РАДИАЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ.....	17
2.1. Определение конструктивно-геометрических параметров призматического фасонного резца	17
2.2. Профилирование призматического фасонного резца без бокового наклона передней поверхности ($\lambda = 0$).....	20
2.3. Профилирование призматического фасонного резца с боковым наклоном передней грани ($\lambda \neq 0$)	24
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ФАСОННОГО РЕЗЦА И ШАБЛОНА С КОНТРШАБЛОНОМ К НЕМУ	28
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	30
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	31
ПРИЛОЖЕНИЯ	32

ВВЕДЕНИЕ

Фасонные резцы – однолезвийные режущие инструменты, которые применяются для обработки тел вращения с различной формой образующей. По сравнению с обычными резцами фасонные резцы обеспечивают идентичность формы, точность размеров деталей, так как они зависят в основном от точности изготовления резца. Кроме того, фасонные резцы обеспечивают высокую производительность обработки заготовок благодаря одновременной обработке всех участков фасонного профиля детали и простоте переточки. Фасонные резцы используют на токарных и револьверных станках, автоматах и полуавтоматах в крупносерийном и массовом производстве. Фасонные резцы могут быть стержневыми, призматическими и круглыми. Наибольшее распространение нашли два последних типа резцов. *Круглые фасонные резцы* используют для точения наружных и внутренних поверхностей, а призматические только для наружных. Основными преимуществами круглых фасонных резцов является простота их изготовления, большое количество переточек по сравнению с призматическими резцами. В то же время призматические фасонные резцы обладают более высокой точностью и надежностью крепления. По направлению подачи фасонные резцы подразделяются на радиальные и тангенциальные. При работе *радиальных резцов* обеспечивается поперечная подача по радиусу заготовки. У призматических резцов осуществляют касательное направление подачи к обрабатываемой фасонной поверхности. При проектировании фасонного резца решается задача его профилирования. Спрофилировать фасонный резец – это значит определить его профиль в плоскости нормальной к его задней поверхности по известному осевому профилю детали.

1. МЕТОДИКА РАСЧЕТА КРУГЛЫХ ФАСОННЫХ РЕЗЦОВ С РАДИАЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ

1.1. Определение конструктивно-геометрических параметров круглого фасонного резца

1.1.1. Определение наружного диаметра резца и диаметра отверстия под оправку

Минимально допустимый наружный радиус r_a круглого фасонного резца рассчитывается, исходя из схемы рис.1:

$$r_a \approx t + e + f + 0,5d_0, \quad (1)$$

где $t = r_{\max} - r_{\min}$ – глубина профиля детали; e – расстояние по передней поверхности, необходимое для образования и завивания стружки: $e = 3 \div 10$ мм; f – толщина стенки: $f = 0,2 \cdot r_a$; d_0 – диаметр посадочного отверстия; $d_0 = 0,3 \cdot d_a = 0,6 \cdot r_a$, где d_a – наружного диаметра резца.

После подстановки f и d_0 в формулу (1) получим:

$$r_a = 2 \cdot (t + e) \text{ или } d_{a \text{ предв.}} = 4 \times (t + e). \quad (2)$$

Стандартные значения d_a и d_0 можно выбрать по табл. 1 или по глубине профиля t , или по расчетному значению d_0 (см. формулы (4) и (5)).

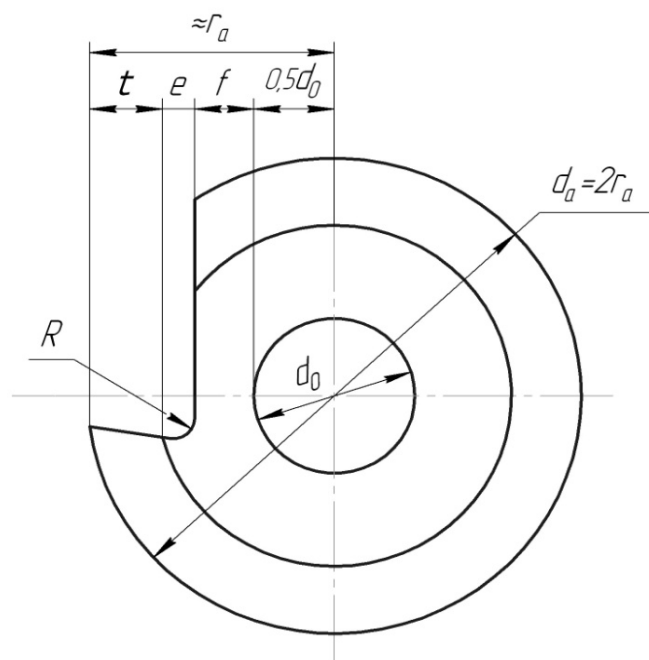


Рис.1. Схема к расчету наружного диаметра круглого фасонного резца

Таблица 1

**Определение наружного диаметра и диаметра посадочного отверстия
круглого фасонного резца**

Глубина профиля t , мм	d_a , мм	d_0 , мм	$(t+e)$, мм	e , мм	R , мм
5	40	13	8	3	1
6	50	16	10	4	1
8	60	16	12	4	2
11	75	22	16	5	2
14	90	27	20	6	2
18	100	32	24	6	2
25	125	40	31	6	3

По выбранному диаметру посадочного отверстия проверяется прочность оправки.

Применяются одностороннее и двухстороннее крепление резцов. Одностороннее крепление применяется для резцов шириной вдоль оси детали до 30 мм. В этом случае со стороны отрезки детали в резце делают выточку под головку оправки диаметром $d_b = 1,4 \cdot d_0 + 1$ длиной $l_b = 5 \div 8$ мм. При ширине резца больше 30 мм применяют двухстороннее крепление, при котором оправка для установки резца имеет две опоры.

Для проверки прочности оправки, прежде всего, необходимо рассчитать силу резания по формуле:

$$P_z = p_{уд} \cdot l'_и, \quad (3)$$

где $p_{уд}$ – сила резания, приходящаяся на единицу длины режущей кромки резца при обработке стали 45 (40X) (табл. 2), Н/мм; $l'_и$ – проекция длины режущей кромки на ось резца, мм.

При обработке других материалов следует умножить $p_{уд}$ на коэффициент k , равный отношению допускаемых напряжений на растяжение рассматриваемого материала и стали 45 (40X).

Таблица 2

Удельная сила резания заготовок из конструкционной стали

Подача, S, мм/об	Удельная сила резания, $p_{уд}$, Н/мм
0,03	150
0,04	190
0,05	220
0,06 (рекомендуется при расчете)	260
0,08	320
0,09	350
0,1	380

Расчет на прочность производится по формулам сопротивления материалов. Для одностороннего закрепления резца прочность оправки рассчитывается на основе схемы работы балки, закрепленной одним концом в опоре. Для двухстороннего закрепления – на основе схемы работы двухопорной балки. Обычно применяются оправки из стали 45 или 40X, допускаемые напряжения на изгиб которых можно принять равным 160÷200 МПа (Н/мм²).

В [1] приведены формулы, по которым можно определить диаметр посадочного отверстия фасонного резца:

$$d_0 = 0,6 L_d^{0,33} \cdot P_z^{0,38}, \quad (4)$$

для двухстороннего закрепления резца:

$$d_0 = 0,78 L_d^{0,33} \cdot P_z^{0,25}, \quad (5)$$

где L_d – длина детали, мм.

После расчета d_0 формулам (4) и (5) следует принять стандартное значение d_0 и соответствующее ему значение по табл. 1.

1.1.2. Назначение переднего и заднего углов резца

Ориентировочные значения углов α_1 и γ_1 у фасонных резцов, изготовленных из быстрорежущей стали P5M5 по ГОСТ 19265-73, в зависимости от обра-

батываемого материала, приведены в табл. 3 (передний и задний углы назначают для базовой точки резца).

Таблица 3

Значение геометрических параметров фасонного резца

Обрабатываемый материал	Механические свойства		Значение углов (в базовой точке)	
	σ_B , МПа	НВ	γ_1 , градус	α_1 , градус
Красная медь, алюминий	—	—	20÷25	В зависимости от конфигурации профиля $\alpha = 8\div 15^\circ$ [4 (стр.31÷38, формулы 10÷14)]
Бронза, свинцовистая латунь	—	—	0÷5	
Сталь	до 500	до 150	25	
	500–800	150–235	20÷25	
	800–1000	235–290	12÷20	
	1000–1200	290–350	8÷12	
Чугун		до 150	15	
		150–200	12	
		200–250	8	

1.2. Профилирование круглого фасонного резца с боковым наклоном передней поверхности ($\lambda \neq 0$)

Спрофилировать круглый фасонный резец (КФР) – это значит определить его профиль в нормальном к задней поверхности сечении (осевое сечение) по известному профилю детали. Профиль КФР в нормальном сечении необходимо знать для его изготовления (знать профиль режущего инструмента для изготовления КФР) и контроля точности профиля шаблоном или на универсальном измерительном средстве.

Профилирование КФР может быть выполнено графически и аналитически.

1.2.1. Графическое профилирование КФР

Графическое профилирование КФР покажем на следующем примере. Пусть задана фасонная деталь тела вращения, имеющая конический участок, который необходимо изготовить с минимальной погрешностью формы (рис.2).

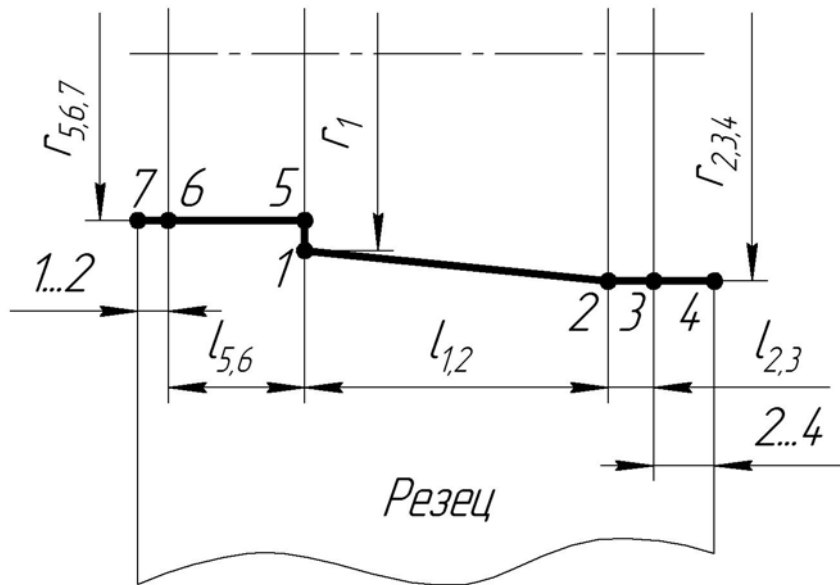


Рис. 2. Схема обработки детали фасонным резцом

В этом случае необходимо использовать КФР с боковым наклоном передней поверхности ($\lambda \neq 0$). Далее выполняют следующие действия:

1. Установить ширину КФР с учетом необходимости перекрытия обработкой длины детали: со стороны торца прутка (из которого изготавливают фасонную деталь на прутковых токарных полуавтоматах) для компенсации возможной неперпендикулярности торца оси детали перекрытие составляет 1...2 мм; а с другой стороны детали для последующей отрезки детали отрезным резцом перекрытие составляет 2...5 мм.

2. Проставляем характерные точки на профиле детали (т. 1, 2, 3, 5, 6), выбирая в качестве базовой т. 1, расположенную на меньшем диаметре конуса, и учитываем крайние точки профиля КФР (т. 4 и 7).

3. Изображаем в выбранном масштабе (зависит от требуемой точности профилирования) обрабатываемую деталь с дополнительными точками перекрытия обработкой (т. 4 и 7) в двух проекциях (рис.3). Характерные точки профиля детали, лежащие на отрезках прямых (т. 3 и 6), можно не профилировать, так как их профилирование в этом случае обеспечивается профилированием концов отрезков прямых (т.2 и 4 для т.3; т.5 и 7 для т.6).

4. Рассчитываем превышение оси КФР над осью детали

$$h = R_1 \cdot \sin \alpha_1,$$

где R_1 – радиус наружной поверхности КФР в базовой точке 1 (см. п. 1.1.1)
 $R_1 = r_a$, α_1 – задний угол в базовой точке 1 детали (см. п. 1.1.2).

По известным значениям h и R_1 с помощью циркуля и линейки находим центр КФР точку $O_{\text{и}}$ и дорисовываем контур КФР.

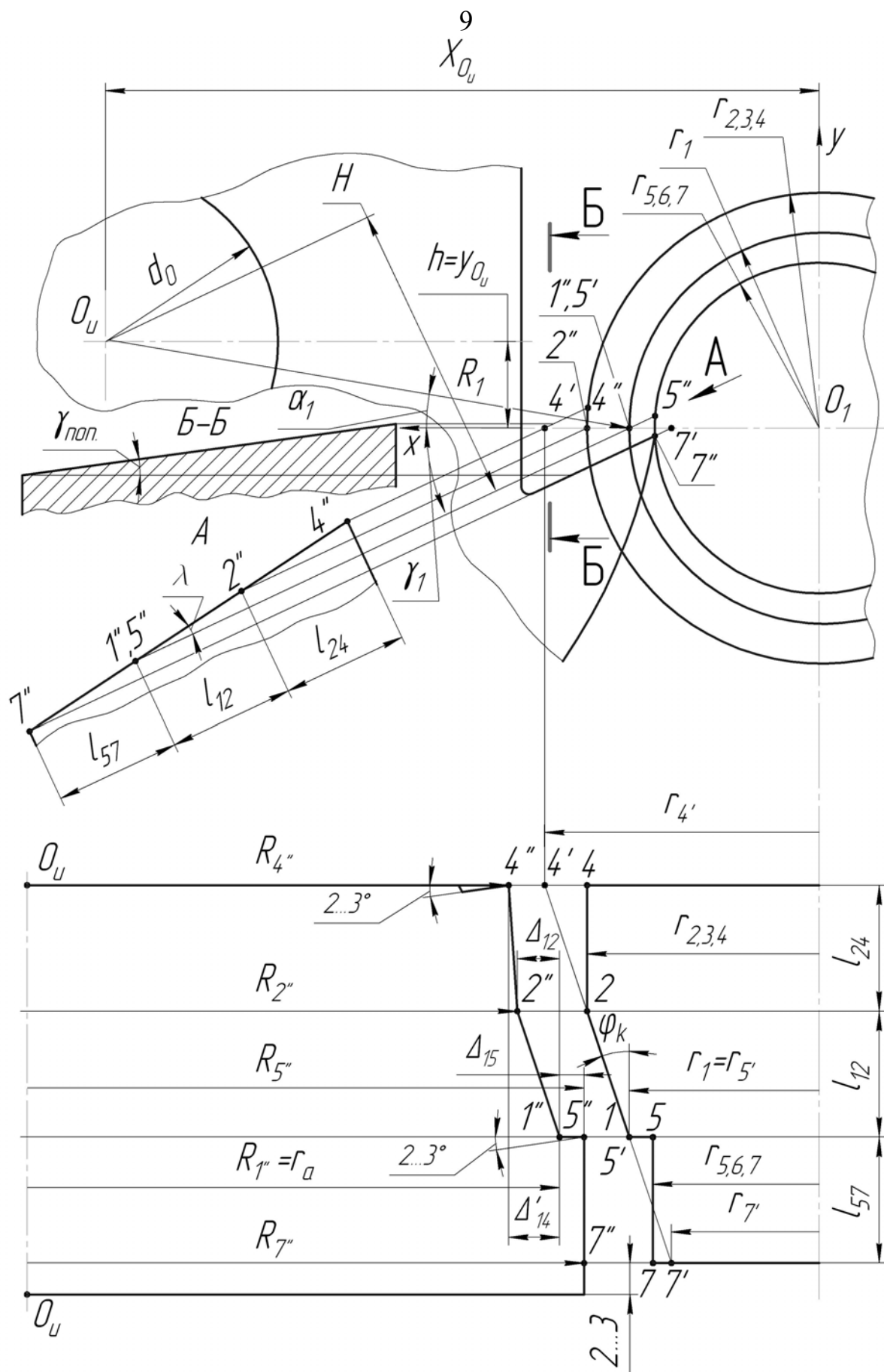


Рис. 3. Графическое профилирование круглого фасонного резца (КФР):
 D_a – фактический наружный диаметр КФР (при $\lambda \neq 0$ допускается отклонение
 величины D_a от стандартного значения)

5. Пользуясь методами начертательной геометрии, находим точки 1", 2", 4", 5", 7" пересечения передней поверхности КФР с характерными окружностями (окружности, проходящие через характерные точки 1, 2, 4, 5, 7). При $\lambda \neq 0$ т. 1" и 2" лежат на образующей конуса, а остальные т. 4", 5" и 7" находят с помощью дополнительных построений. Например, для нахождения т. 4" необходимо продлить образующую конуса до пересечения с плоскостью характерной окружности т. 4 – получим т. 4'. Находим проекцию т. 4' на другой проекции детали и проводим через нее линию под углом γ_1 до пересечения с характерной окружности т. 4 – это и будет искомая т. 4". Аналогично выполняют построения для других точек 5" и 7". Соединив отрезками прямых т. 1", 2", 4", 5" и 7", получаем соответствующую проекцию профиля КФР.

6. Проверяем достаточность величины заднего угла α_1 для всех спрофилированных точек: все точки должны быть ниже линии центров $O_{\text{и}}$ и O_1 . В противном случае необходимо либо отказываться от профилирования всей детали одним КФР, либо увеличивать значение α_1 в базовой точке.

7. Угол λ определяется на виде А (см. рис. 3).

8. Расстояния от центра $O_{\text{и}}$ КФР до точек 1", 2", 4", 5" и 7" есть радиусы КФР, соответствующие характерным точкам 1, 2, 4, 5 и 7. Откладывая эти радиусы от оси КФР в его осевом сечении на соответствующих осевых расстояниях друг от друга, получим спрофилированные точки КФР. Соединяя спрофилированные точки отрезками прямых, получаем искомый профиль резца в нормальном сечении. На участках профиля КФР, перпендикулярных его оси, (за исключением участков, не участвующих в резании) выполняют поднутрения $2...3^\circ$. Со стороны острых кромок рекомендуется выполнить цилиндрический участок длиной $2...3$ мм для усиления кромки.

9. Графически с учетом масштаба определяют перепады между спрофилированными точками и проставляют их на рабочем чертеже КФР.

1.2.2. Аналитическое профилирование КФР

1. Вводим систему координат YO_1X с центром на оси детали (см. рис. 3). Координаты центра КФР точки $O_{\text{и}}$ будут:

$$y_{O_{\text{и}}} = h = R_1 \sin \alpha_1; \quad x_{O_{\text{и}}} = R_1 \cos \alpha_1 + r_1.$$

2. Находим координаты точек 1", 2", 4", 5" и 7".

Для т. 1": $y_{1''} = 0$; $x_{1''} = r_1$.

Для т. 2": $y_{2''} = 0$; $x_{2''} = r_2$.

Для т. 4": $y_{4''}$ и $x_{4''}$ находим как решение системы из двух уравнений: одно – уравнение прямой, проходящей через т. 4' под углом γ_1 к оси X; второе – уравнение окружности детали, проходящей через т. 4.

$$\begin{cases} y = -\operatorname{tg} \gamma_1 \cdot x_1 + r_{4'} \cdot \operatorname{tg} \gamma_1 \\ y^2 + x^2 = r_4^2 \end{cases},$$

где $r_{4'} = r_2 + l_{24} \cdot \operatorname{tg} \varphi_k$, $\operatorname{tg} \varphi_k = \frac{r_2 - r_1}{l_{12}}$.

Решение системы уравнений имеет вид:

$$x_{4''} = r_{4'} \cdot \sin^2 \gamma_1 + \sqrt{(r_{4'} \cdot \sin^2 \gamma_1)^2 - r_{4'}^2 \cdot \sin^2 \gamma_1 + r_4^2 \cdot \cos^2 \gamma_1}$$

$$y_{4''} = \pm \sqrt{r_4^2 - x_{4''}^2}.$$

Знак «+» при $r_{4'} \geq r_4$ и «-» при $r_{4'} < r_4$.

Для точек 5'' и 7'' координаты $y_{5''}$, $x_{5''}$ и $y_{7''}$, $x_{7''}$ определяют аналогично точке 4'' с соответствующей заменой в формуле $r_{4'}$ на $r_{5'}$ и $r_{7'}$, а r_4 на r_5 и r_7 .

Радиусы КФР определяем как расстояние между центром КФР т. O_n и точками 1'', 2'', 4'', 5'', 7''.

Радиус КФР до точки 1'' $R_{1''}$ известен как радиус наружной поверхности КФР (см. п. 1.1.1), т.е. $R_{1''} = R_1 = r_a$.

Радиус КФР до точки 2'' находим по известной формуле:

$$R_{2''} = \sqrt{(y_{o1} - y_{2''})^2 + (x_{o1} - x_{2''})^2},$$

Радиусы КФР до остальных точек 4'', 5'', 7'' КФР находим аналогично т. 2''. С соответствующей заменой в формуле $y_{2''}$ и $x_{2''}$ на координаты точек 4'', 5'' и 7'' получаем $R_{4''}$, $R_{5''}$, $R_{7''}$.

4. По найденным радиусам КФР $R_{1''}$, $R_{2''}$, $R_{4''}$, $R_{5''}$, $R_{7''}$ рассчитываем соответствующие перепады профиля резца:

$$\Delta_{12} = R_{2''} - R_{1''};$$

$$\Delta_{14} = R_{4''} - R_{1''};$$

$$\Delta_{15} = R_{5''} - R_{1''};$$

$$\Delta_{17} = R_{7''} - R_{1''}.$$

Перепады могут быть представлены в виде углового размера:

$$\Delta \varphi_{12} = \operatorname{arctg}[\Delta_{12} / l_{12}],$$

где l_{12} – проекция расстояния между точками 1'' и 2'' на ось КФР.

Аналогично могут быть рассчитаны углы остальных перепадов $\Delta \varphi_{14}$, $\Delta \varphi_{15}$, $\Delta \varphi_{17}$.

5. Рассчитываем задние и передние углы в плоскости вращения детали (в плоскости рис. 3).

Для т. 1'': углы $\alpha_{1''}$ и $\gamma_{1''}$ заданы: $\alpha_{1''} = \alpha_1$, $\gamma_{1''} = \gamma_1$.

Для т. 2'': $\alpha_{2''} = \operatorname{arctg}[(y_{o1} - y_{2''}) / (x_{o1} - x_{2''})] - \operatorname{arctg}(y_{2''} / x_{2''})$

$$\gamma_{2''} = \gamma_1 + \operatorname{arctg}(y_{2''} / x_{2''}).$$

Для остальных точек 4'', 5'' и 7'' значения углов рассчитываются аналогично т. 2'' с соответствующей заменой в формуле координат $y_{2''}$ и $x_{2''}$ на координаты точек 4'', 5'' и 7''.

6. Рассчитываем значения задних и передних углов в нормальном сечении (перпендикулярном проекции режущей кромки на основную плоскость), от величины которых зависит стойкость резца.

$$\alpha_{ni}'' = \arctg[\operatorname{tg}\alpha_i'' \cdot \sin \varphi_i''],$$

$$\gamma_{ni}'' = \arctg[\operatorname{tg}\gamma_i'' \cdot \sin \varphi_i''],$$

где α_i'' и γ_i'' – соответствующие задний и передний углы в i'' -й точке профиля КФР в плоскости вращения детали; α_{ni}'' и γ_{ni}'' – соответственно задний и передний углы в i'' -й точке профиля КФР в нормальном сечении; φ_i'' – угол в плане (угол между касательной к профилю резца и направлением подачи) в i'' -й точке профиля КФР.

Значение φ_i'' можно определить по формуле:

$$\varphi_i'' = \arctg[l_i'' / (|R_{i''} - R|)],$$

где l_i'' – проекция расстояния между двумя соседними точками профиля КФР, одна из которых i'' -я, на ось КФР; $R_{i''}$ – радиус КФР до точки i'' ; R – радиус КФР до соседней к i'' -й точке. При $|R_{i''} - R| = 0$ $\varphi_i'' = 90^\circ$.

Для обеспечения резания необходимо, чтобы $\alpha_{ni}'' > 3^\circ$ и $\gamma_{ni}'' > 0^\circ$. В противном случае необходимо либо принимать большие значения α_i и γ_i либо отказываться от профилирования детали одним фасонным резцом.

7. Угол бокового наклона передней поверхности λ (см. вид А на рис. 3) и передний угол в поперечной плоскости $\gamma_{\text{поп}}$ (см. сечение Б-Б на рис. 3):

$$\gamma = \arctg[\operatorname{tg}\varphi_k \cdot \sin \gamma_1];$$

$$\gamma_{\text{поп.}} = \arctg[\operatorname{tg}\varphi_k \cdot \operatorname{tg}\gamma_1].$$

1.3. Особенности профилирования круглого фасонного резца без бокового наклона передней поверхности ($\lambda=0$)

Профилирование КФР с $\lambda=0$ проводится в основном аналогично профилированию КФР с $\lambda \neq 0$. Особенности профилирования (как графического, так и аналитического) заключается в следующем.

1. За базовую точку детали берут характерную точку, находящуюся на ее меньшем диаметре.

2. Проекция всех точек пересечения характерных окружностей детали с передней поверхностью КФР (т. 1'', 2'', 4'', 5'', 7'') на плоскость, перпендикулярную оси КФР, лежат на одной прямой, проходящей через т.1 под углом γ_1 к оси X.

Поэтому для графического нахождения точек 2'', 4'', 5'', 7'' дополнительных построений делать не требуется (см. п.1.2.1) и их проекции на плоскость, перпендикулярную оси КФР, находят как точки пересечения соответствующих характерных окружностей с прямой, проходящей через т.1 под углом γ_1 к оси X.

При аналитическом профилировании координаты точек 2", 4", 5", 7" находят по формулам, например для т. 2":

$$x_{2''} = r_1 \cdot \sin^2 \gamma_1 + \sqrt{(r_1 \cdot \sin^2 \gamma_1)^2 - r_1^2 \cdot \sin^2 \gamma_1 + r_2^2 \cdot \cos^2 \gamma_1};$$

$$y_{2''} = -\sqrt{r_2^2 - x_{2''}^2}.$$

Для остальных точек 4", 5", 7" координаты x_i'' и y_i'' находят аналогично т. 2" с заменой в приведенной формуле радиуса r_2 на радиус соответствующей характерной точки профиля детали r_i .

1.4. Определение недостающих размеров профиля детали, имеющих криволинейный участок в виде дуги окружности

Криволинейный участок профиля детали, как правило, задается дугой окружности. Варианты задания этой дуги окружности могут быть различными.

Предположим, что для профиля детали по рис. 4, а известны диаметры d_3 и d_4 , и длина L . Известно также, что участок профиля между точками 3 и 4 очерчен дугой окружности радиуса R . Для определения профиля фасонного резца между точками 3 и 4 необходимо определить дополнительные параметры заданного участка профиля детали: координаты центра окружности радиуса $R(x_0, y_0)$ и координаты самой нижней (верхней) точки криволинейного профиля детали (x_6, y_6) определяющей максимальный (минимальный) диаметр детали на участке между точками 3 и 4 (рис. 4, б).

На основании графической схемы рис. 4, б составлена система уравнений:

$$\begin{cases} x_0^2 + y_0^2 = R^2 \\ (y_6 - y_0)^2 = R^2 \\ (x_4 - x_0)^2 + (y_4 - y_0)^2 = R^2 \end{cases} \quad (6)$$

Решение системы уравнений позволяет определить x_0, y_0, y_6 :

$$a = \frac{x_4^2 + y_4^2}{2x_4}; \quad b = \frac{y_4}{x_4}; \quad c = \frac{a^2 - R^2}{1 + b^2};$$

$$d = \frac{ab}{1 + b^2}; \quad y_0 = d + \sqrt{d^2 - c};$$

$$x_0 = a - by_0; \quad y_6 = R + y_0. \quad (7)$$

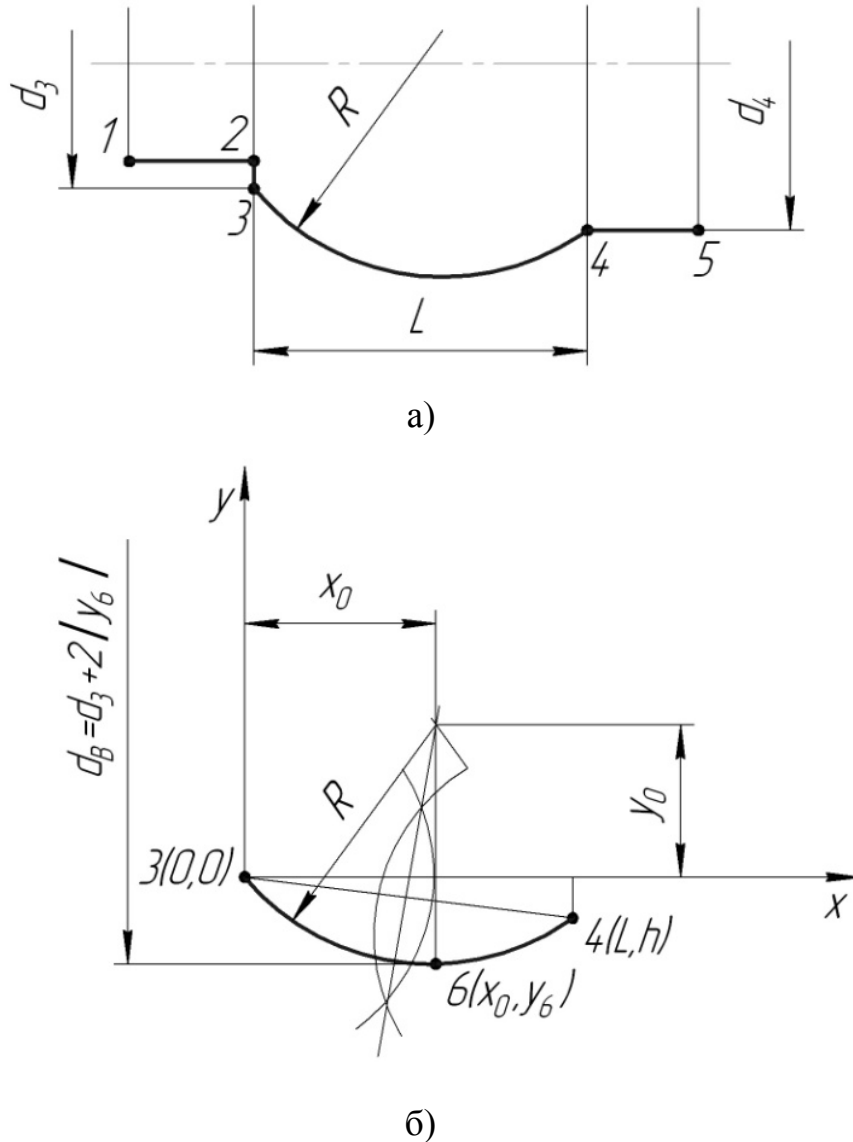


Рис. 4. Заданный криволинейный участок профиля детали (а) и схема к определению недостающих его параметров (б)

Также могут быть заданы d_3 , d_4 , d_6 , L и на чертеже показан участок профиля, заданный точками 3-6-4, – дуга окружности. Требуется определить координаты центра окружности x_0 и y_0 и величину радиуса этой окружности R . Расчет можно выполнить по формулам:

$$A = \frac{y_6(x_4^2 + y_4^2 - y_4 y_6)}{y_4}; B = \frac{x_4 y_6}{y_4};$$

$$x_0 = B - \sqrt{B^2 - A}; R = \sqrt{x_0^2 + y_0^2};$$

$$y_0 = \frac{x_4^2 + y_4^2}{2y_4} - \frac{x_4}{y_4} x_0.$$
(8)

После расчета радиусов профильных точек резца R_3 , R_4 , R_6 , можно определить координаты точек профиля относительно выбранной системы координат, на-

пример, так, как это показано на графической схеме рис. 5. На основании схемы можно составить систему уравнений:

$$\begin{cases} (x'_0)^2 + (y'_0)^2 = (R')^2 \\ (x_4 - x'_0)^2 + (y_4 - y'_0)^2 = (R')^2 \\ (x_6 - x'_0)^2 + (y_6 - y'_0)^2 = (R')^2 \end{cases} \quad (9)$$

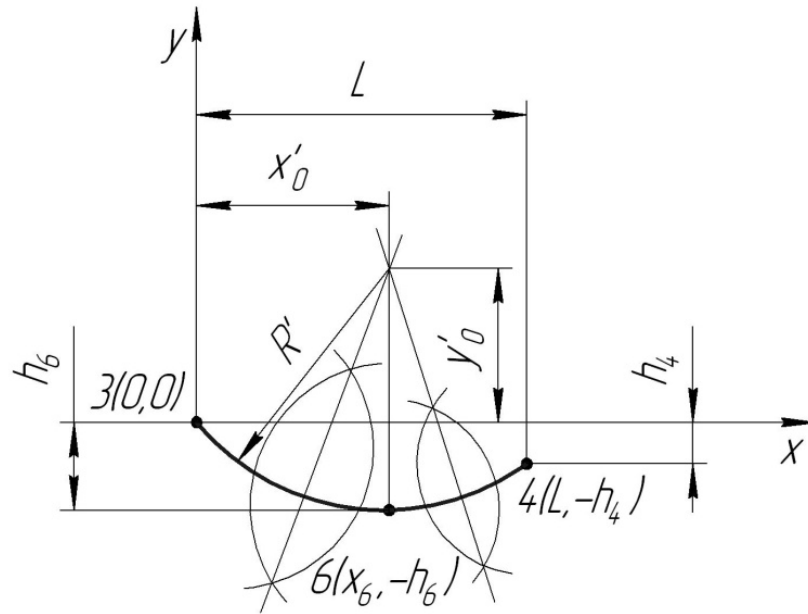


Рис. 5. Схема к определению радиуса R' криволинейного профиля резца и координат x'_0 и y'_0

Решение системы уравнений позволяет определить координаты центра окружности, заменяющей криволинейный участок теоретического профиля резца, x'_0 и y'_0 и величину ее радиуса R' :

$$\begin{aligned} x'_0 &= \frac{x_6^2 y_4 + y_6^2 y_4 - x_4^2 y_6 - y_4^2 y_6}{2(x_6 y_4 - x_4 y_6)}; \\ y'_0 &= \frac{x_6^2 x_4 + y_6^2 x_4 - x_4^2 x_6 - y_4^2 x_6}{2(x_6 y_4 - x_4 y_6)}; \\ R' &= \sqrt{(x'_0)^2 + (y'_0)^2}. \end{aligned} \quad (10)$$

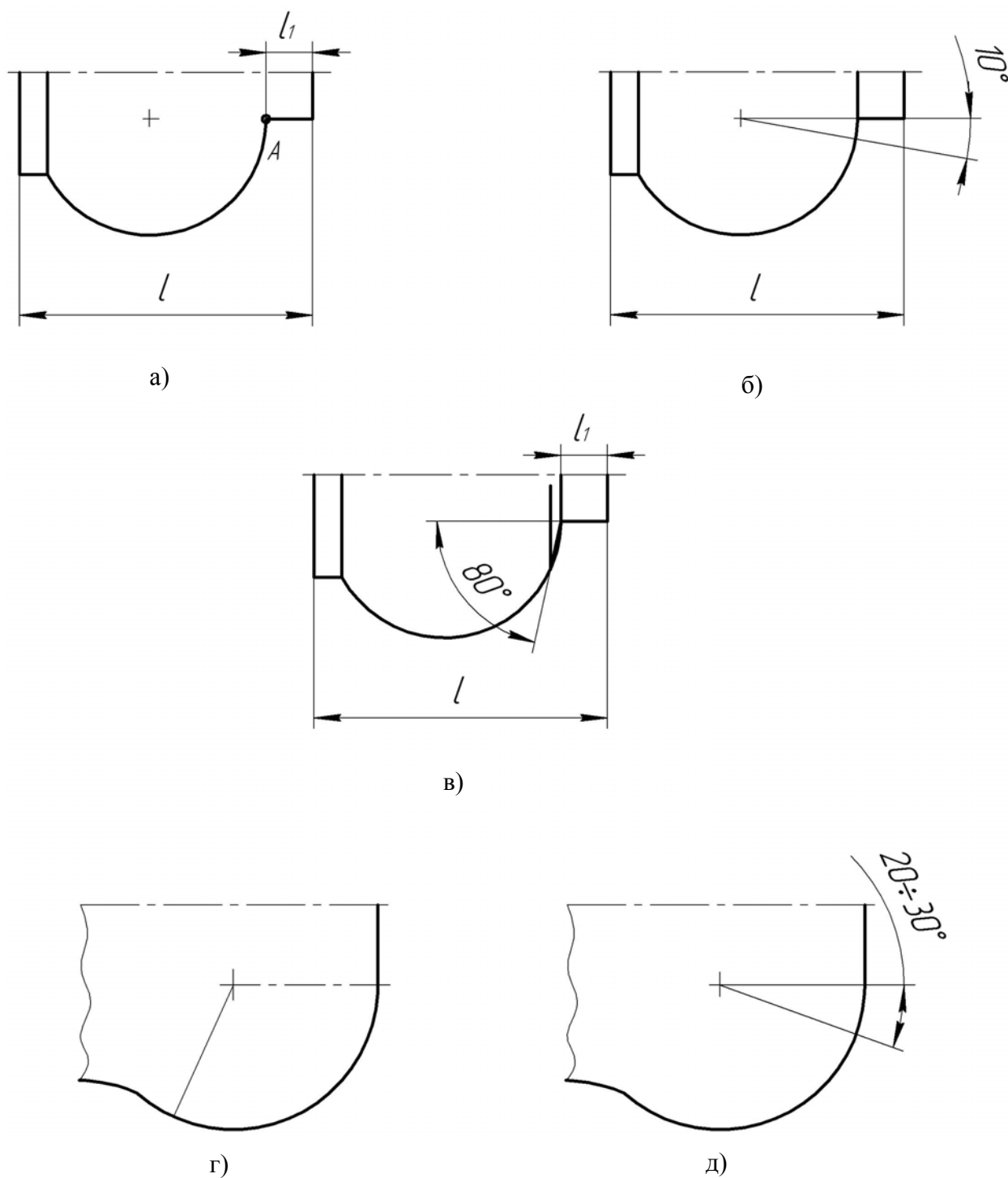


Рис. 6. Криволинейные профили (а, г) и их замена для обработки фасонным резцом (б, в, д)

Следует также заметить, что не любой криволинейный профиль можно обработать фасонным резцом. Если на криволинейном профиле детали имеются участки с углом профиля $\varphi_d = 90^\circ$, то в этих точках резца заданий угол в нормальной плоскости будет равен 0, а вблизи этих точек он будет недостаточен. Например, в точке А (рис. 6, а) задний угол в нормальной к режущей кромке резца плоскости равен нулю независимо от угла α_1 ; на криволинейном участке, приближающемся к точке А, задний угол будет также недостаточным.

Поэтому, чтобы получить удовлетворительные условия резания с точки зрения заднего угла в этих местах, необходимо изменить профиль детали. И, если это допустимо по назначению детали (вопрос изменения следует согласовать с конструктором узла, в который входит деталь), то возможными вариантами измененного профиля детали могут быть варианты, представленные на рис. 6, б и в. В варианте б (рис. 6) другой профиль заменяется дуговым и сопряженным с ним прямолинейным профилем. При этом уменьшается размер l_1 детали. В варианте в (рис. 6) размер l_1 сохраняется, а часть дугового профиля заменяется хордальной прямой.

На рис. 6, г представлен другой профиль и возможный вариант его замены (рис. 6, д).

При появлении каких-либо других аналогичных профилей с $\phi_d=90^\circ$ рекомендуется действовать по аналогии.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРИЗМАТИЧЕСКИХ ФАСОННЫХ РЕЗЦОВ С РАДИАЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ

2.1. Определение конструктивно-геометрических параметров призматического фасонного резца

2.1.1. Определение габаритных размеров и элементов крепления резца

Призматические фасонные резцы (ПФР) изготавливают из быстрорежущей стали. Для экономии быстрорежущей стали их изготавливают сварными. Режущая часть приваривается встык или в прямоугольное гнездо державки из сталей марок 45 или 40Х. При массовом производстве фасонных деталей (например, при производстве корпуса запальной свечи двигателя внутреннего сгорания) призматические фасонные резцы оснащаются твердым сплавом, привариваемым к корпусу резца.

Форма и размеры быстрорежущей части резца зависят от способа сварки и размеров профиля резца. В табл. 4 приведены конструктивные размеры призматических фасонных резцов по рис. 7. Со стороны открытого торца заготовки резец по профилю должен перекрывать деталь на $0,5 \div 2$ мм (т. е. должен иметь напуск). Со стороны торца резца, которым резец должен располагаться к патрону станка, делается дополнительная кромка длиной $4 \div 5$ мм (прямой или трапециевидальной формы) под последующую отрезку готовой детали. Таким образом, размер L складывается из длины обрабатываемой детали, напуска и длины профиля под отрезку.

При длине обрабатываемой детали до 30 мм размеры «ласточкина хвоста» определяются только глубиной профиля детали t . При длине обрабатываемой детали больше 30 мм следует проверить прочность «ласточкина хвоста» в наиболее ослабленном месте. Для этого необходимо определить силу резания при обработке детали P_z . Порядок расчета P_z для ПФР аналогичен расчету для КФР, который представлен в п. 1 (формула 3 и табл. 2).

Площадь сечения материала «ласточкина хвоста», работающего на срез,

можно подсчитать по формуле:

$$F_{\text{ср}} = (A - 1,15 \cdot E) \cdot (H - B \cdot \operatorname{tg} \gamma_0), \quad (12)$$

где $\gamma_0 = \alpha_1 + \gamma_1$ (см. п 2.1.2). Напряжение на срез равно:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{P_z}{F_{\text{ср}}}. \quad (13)$$

Должно быть выдержано условие:

$$\tau_{\text{ср}} \leq [\tau_{\text{ср}}], \quad (14)$$

где $\tau_{\text{ср}}$ – допускаемое напряжение на срез для стали 45 (40Х); $[\tau_{\text{ср}}] = 120 \text{ Н/мм}^2$.

Если условие (14) не выполняется, то следует перейти к конструкции резца, размеры которого будут соответствовать большему значению t .

Для того чтобы повысить жесткость резца, следует предусмотреть с торца, противоположного передней поверхности, резьбовое отверстие, в которое при использовании инструмента будет ввернут винт, обеспечивающий дополнительную опору.

Если получилось, что размер $A < 2/3L$, то следует в качестве основного размера принять размер $A = 2/3L$, а все остальные размеры установить по табл. 4 по строке значения A . При величине $A > 60 \text{ мм}$ следует произвести разработку конструкции резцедержавки с учетом конкретного оборудования, на котором будет использован спроектированный призматический фасонный резец.

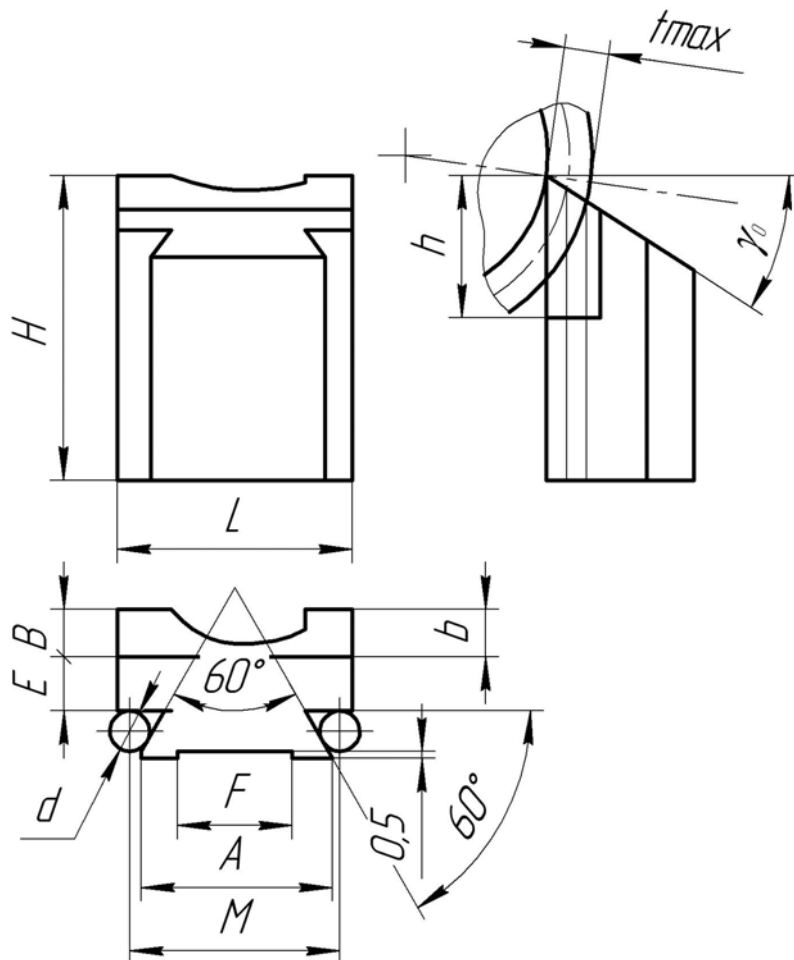


Рис. 7. Конструктивные размеры призматического фасонного резца

Размеры призматических резцов

Глубина профиля t , мм	Размеры резца, мм						Размеры хвостовика в мм в зависимости от диаметра роликов, мм				Размеры привар. части, мм	
	B	H	E	A	F	r	d	M	d	M	b	H
4	9	75	4	15	7	0,5	4	21,31	3	18,58	$b=t_{\max}+3$	30
6	14	75	6	20	10	0,5	6	29,46	4	24		30
10	19	75	6	25	15	0,5	6	34,46	4	29		30
14	25	90	10	30	20	1	10	45,77	6	34,85		40
20	35	90	10	40	25	1	10	55,77	6	44,85		40
28	45	100	15	60	40	1	15	83,66	8	64,54		55

Кроме крепления резца с помощью «ласточкина хвоста» применяются и другие способы крепления. В этом случае проектируются резцы с отличными элементами крепления, приспособленными к соответствующим конструкциям резцедержавок [5].

Оснащение призматических фасонных резцов твердым сплавом повышает производительность обработки заготовок. Однако изготовление твердосплавных фасонных резцов связано с определенными трудностями. Кроме того, в связи с недостаточной прочностью твердого сплава вполне возможны сколы режущих кромок. Поэтому переход на использование твердого сплава для оснащения призматического фасонного резца требует принципиально нового подхода к разработке конструкций. Например, нежелательно использовать резец для обработки полного профиля детали. Целесообразнее фасонный профиль детали обрабатывать с помощью отдельных резцов. В этом случае выход из строя одного из резцов и его замена становятся менее ощутимым с точки зрения затрат на инструмент по сравнению с тем, если бы использовался один полнопрофильный резец. Кроме того, применение резцов для отдельных участков профиля детали позволяет поставить резцы с обеспечением оптимальных значений задних углов по профилю режущей кромки.

2.1.2. Назначение переднего и заднего углов

Ориентировочные значения углов α_1 и γ_1 у ПФР выбираются так же, как и для КФР по табл. 3 (см. п. 1.1.2). Для резцов, оснащенных твердым сплавом, в среднем можно принять $\alpha_1 = \gamma_1 = 10^\circ$.

2.2. Профилирование призматического фасонного резца без бокового наклона передней поверхности (грани)

Спрофилировать призматический фасонный резец – это значит по известному профилю детали определить профиль его режущей кромки в двух плоскостях: в плоскости передней грани для точного контроля профиля на оптических приборах (микроскопе, проекторе) и в плоскости, перпендикулярной к задней поверхности (в нормальной плоскости) для изготовления профиля резца и контроля его с помощью шаблона (шаблонов).

Профилирование производится графическим и аналитическим путем. Графическое профилирование позволяет получить графическую схему для аналитического профилирования (получить расчетные формулы).

Графическое профилирование позволяет выявить грубые ошибки аналитического профилирования. В ряде случаев графическое профилирование облегчает создание рабочего чертежа инструмента (например, для резца $\lambda \neq 0^\circ$).

Получить точное значение размеров профиля резца возможно как при графическом профилировании в САД системах, так и при аналитическом профилировании.

Графическое и аналитическое профилирование ПФР покажем на примере обработки фасонной детали произвольного профиля (рис. 8).

Изобразим схему профиля детали совместно с профилем ПФР (рис. 9). Напуск в 1...2 мм со стороны торца прутка (из которого изготавливают фасонную деталь на прутковых токарных полуавтоматах) для компенсации возможной неперпендикулярности торца оси детали обеспечит гарантированно обработку всего профиля, а профиль резца, обозначенный точками 5-6-7-8, предназначен для прорезки канавки под последующую отрезку детали от прутка. В учебных курсовых проектах (работах) под отрезку вполне допустим участок профиля длиной 2...5 мм, обозначенный точками 5-9. При этом со стороны торца резца (т. 9) следует предусмотреть поднутрение для снижения трения на торцевой режущей кромке.

За базовую точку следует принять точку профиля детали, лежащую на окружности наименьшего диаметра. Такой точке следует присвоить номер 1. Простановка номеров всех остальных профильных точек детали безразлична.

Так как предусмотрен напуск профиля резца по отношению к торцу детали, то в данном случае целесообразно номером 1 обозначить не фактическую точку профиля детали, а точку профиля, расположенную на окружности $\varnothing 16\ h12$ и отстоящую от торца детали на 1 мм, т. е. на расстоянии напуска.

Для профилирования криволинейного участка профиля ПФР, предназначенного для обработки дугового участка профиля детали (на рис. 8 задан радиусом $R14$), необходимо, чтобы на дуговом участке профиля детали были известны координаты трех точек. Из чертежа видно, что координаты точек 3 и 4 известны. В качестве третьей точки профиля следует выбрать точку под номером 10, которая находится на пересечении дуги окружности и прямой, перпендикулярной оси детали и проходящей через центр окружности. Формулы, свя-

занные с определением недостающих размеров профиля детали, имеющих криволинейный участок в виде дуги окружности, приводятся в п. 1.4.

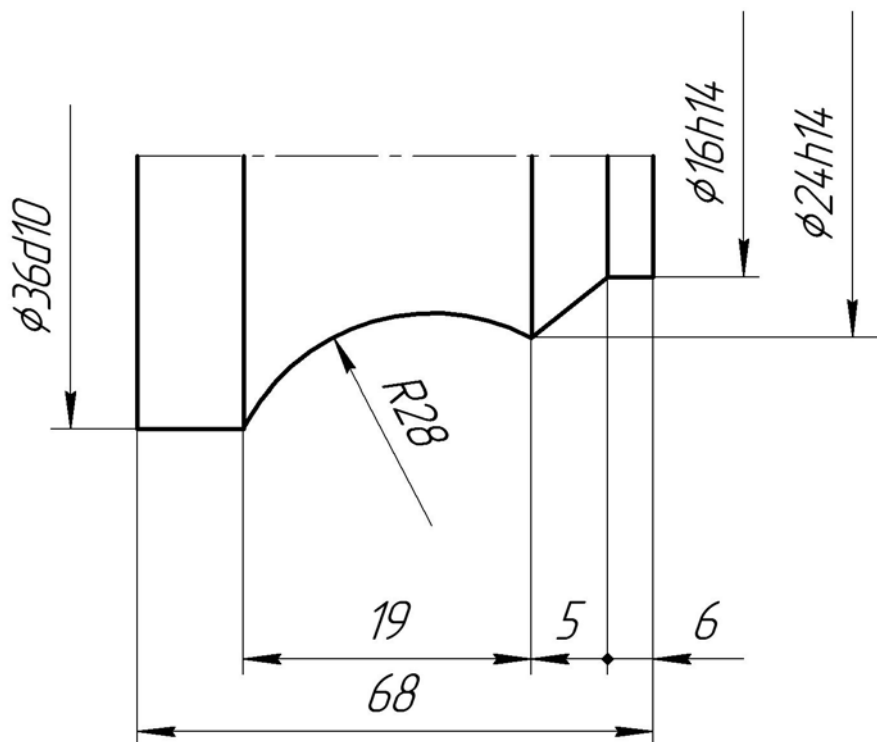


Рис. 8. Эскиз обрабатываемой детали

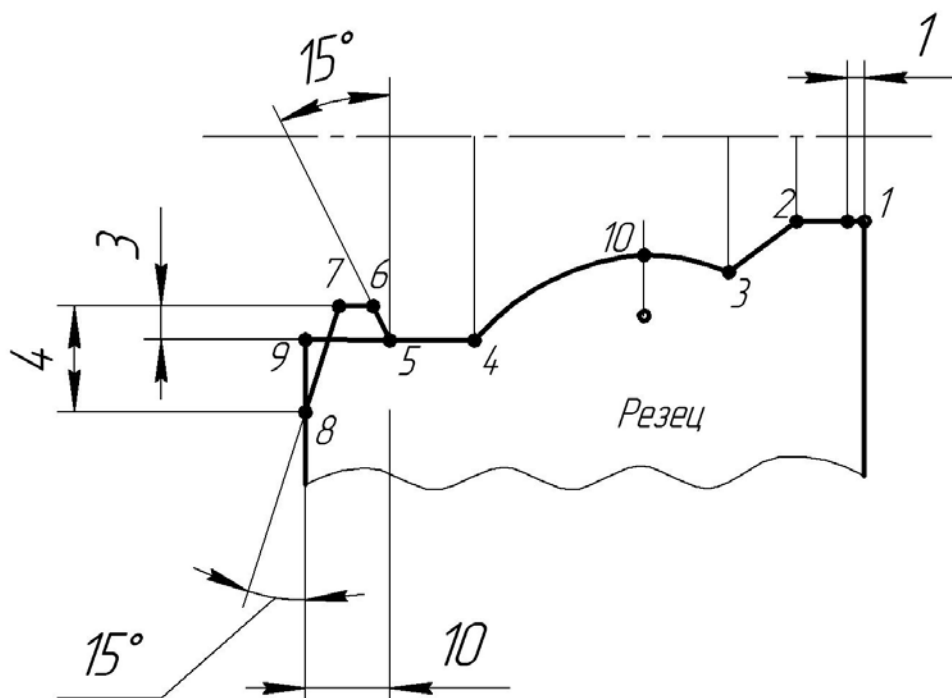


Рис. 9. Схематический профиль для профилирования ПФР

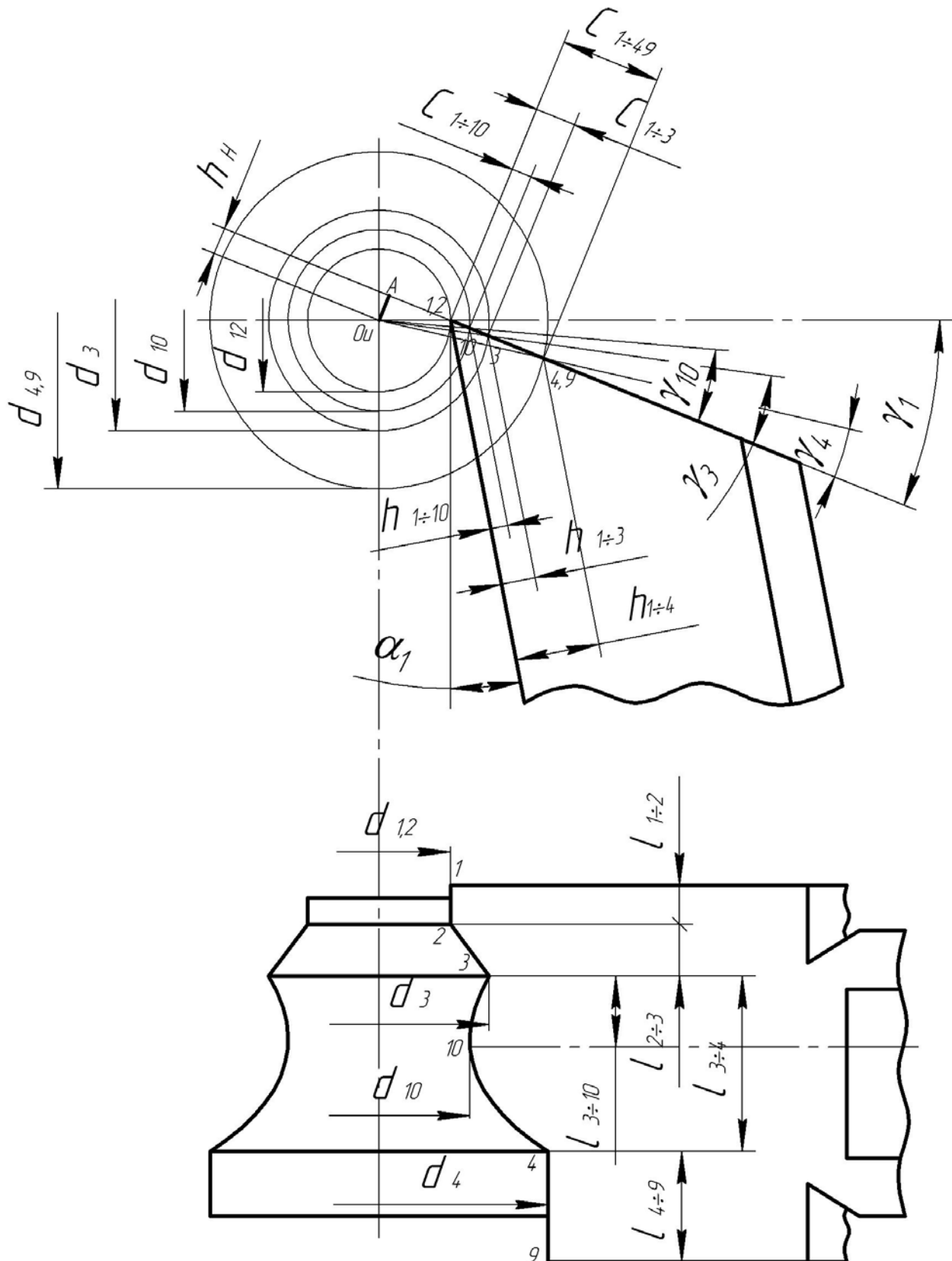


Рис. 10. Схема к аналитическому профилированию ПФР

Схема к аналитическому профилированию ПФР представлена на рис. 10.

Осевые размеры (расстояния между профильными точками, измеренные вдоль оси детали) профиля резца не искажаются по сравнению с осевыми размерами профиля детали, т. е. размеры $l_{1÷2}$, $l_{2÷3}$ и т. д. одинаковы на резце и детали. Поэтому профилирование сводится к определению перепадов профильных точек в двух вышеуказанных плоскостях. Необходимо определить перепады в плоскостях передней грани $C_{1÷10}$, $C_{1÷3}$, $C_{1÷4,9}$ и в нормальной плоскости $h_{1÷10}$, $h_{1÷3}$, $h_{1÷4,9}$.

Передний угол в плоскости, перпендикулярной к оси детали, для точки резца 10 можно определить по формуле

$$\gamma_{10} = \arcsin\left(\frac{d_1}{d_{10}} \cdot \sin \gamma_1\right). \quad (15)$$

Перепады $C_{1÷10}$, $h_{1÷10}$ можно определить по формулам:

$$C_{1÷10} = 0,5 \cdot d_{10} \cdot \cos \gamma_{10} - 0,5 \cdot d_1 \cdot \cos \gamma_1, \quad (16)$$

$$h_{1÷10} = C_{1÷10} \cdot \cos(\alpha_1 + \gamma_1). \quad (17)$$

Передний и задний угол для любой i -й точки определяются по формулам:

$$\gamma_i = \arcsin\left(\frac{d_1}{d_{10}} \cdot \sin \gamma_1\right) \quad \alpha_i = \alpha_1 + \gamma_1 - \gamma_i. \quad (18)$$

А перепады для i -й точки – по формулам:

$$C_{1÷i} = 0,5 \cdot d_i \cdot \cos \gamma_{10} - 0,5 \cdot d_1 \cdot \cos \gamma_1, \quad (19)$$

$$h_{1÷i} = C_{1÷i} \cdot \cos(\alpha_1 + \gamma_1). \quad (20)$$

Перепады можно определить по другим формулам:

$$C_{1÷i} = 0,5 \cdot d_i \cdot \frac{\sin(\gamma_1 - \gamma_i)}{\sin \gamma_1}. \quad (21)$$

Если $\gamma_1=0$, то по формуле (21) считать нельзя. Следует принять:

$$C_{1÷i} = \frac{d_i - d_1}{2}. \quad (22)$$

Для того чтобы убедиться в работоспособности инструмента, следует определить значение переднего и особенно заднего угла во всех точках режущей кромки в секущих плоскостях, нормальных к режущей кромке. Их можно определить по формулам

$$\alpha_{ni} = \arctg[\operatorname{tg} \alpha_i \cdot \cos \varphi_i], \quad (23)$$

$$\gamma_{ni} = \arctg[\operatorname{tg} \gamma_i \cdot \cos \varphi_i], \quad (24)$$

где φ_i – угол профиля резца в i -й точке. Он заключен между осью детали и касательной к профилю режущей кромки в данной i -й точке.

В большинстве профильных точек имеется два угла профиля. Например, в точке 2 угол профиля, если двигаться со стороны точки 1, будет равен $\varphi_2=0^\circ$, а если двигаться со стороны точки 3, то он будет равен

$$\varphi_2 = \arctg \frac{h_{2÷3}}{l_{2÷3}}.$$

В точке 3 угол профиля, если двигаться со стороны точки 2, будет равен

$$\varphi_3 = \operatorname{arctg} \frac{h_{2\div 3}}{l_{2\div 3}},$$

а со стороны точки 10 будет равен

$$\varphi_3 = \arcsin \frac{l_{10\div 3}}{R'},$$

где R' – радиус дуговой части профиля резца, определение которого раскрыто в п. 1.4.

Аналогично находятся углы профиля резца и для остальных точек профиля. Если для данной точки имеется два угла профиля, то, как следует из формул 23 и 24, в этой точке резца будут иметь место по два значения углов α_n и γ_n .

Для обеспечения удовлетворительного резания необходимо выдержать условие $\alpha_{ni} \geq 2^\circ 30'$.

В противном случае следует либо увеличить угол α_1 , либо:

- принять меры конструктивного характера (например, наклон в вертикальной плоскости или расположение резца под углом к оси детали), которые бы позволили увеличить значение угла α_{ni} ;

- выполнить поднутрения на режущих кромках с $\varphi_i = 90^\circ$.

Последнее наиболее часто осуществляется при проектировании инструмента.

На рабочем чертеже маркируется угол $\gamma_0 = \alpha_1 + \gamma_1$.

2.3. Профилирование призматического фасонного резца с боковым наклоном передней грани

Графическое профилирование ПФР с боковым наклоном передней поверхности (грани) покажем на примере профилирования резца для обработки детали, профиль которой содержит точный конус (рис. 11).

В этом случае за базовую окружность принимают окружность с наименьшим диаметром конической поверхности детали. Здесь поставим точку с номером 1. Номером 2 следует обозначить точку на профиле детали, лежащую на окружности наибольшего диаметра конической поверхности. Простановка всех остальных номеров точек безразлична.

Прямая образующая конуса детали лежит на линии 1-1, совпадающей с диаметральной плоскостью конической поверхности. Следовательно, режущая кромка резца, обрабатывающая (профилирующая) эту часть детали, должна простираться от точки 1 до точки 2 (рис. 11,а), а расстояние $h_{1\div 2}$ определяет перепад точек 1 и 2 в плоскости, перпендикулярной к задней грани резца.

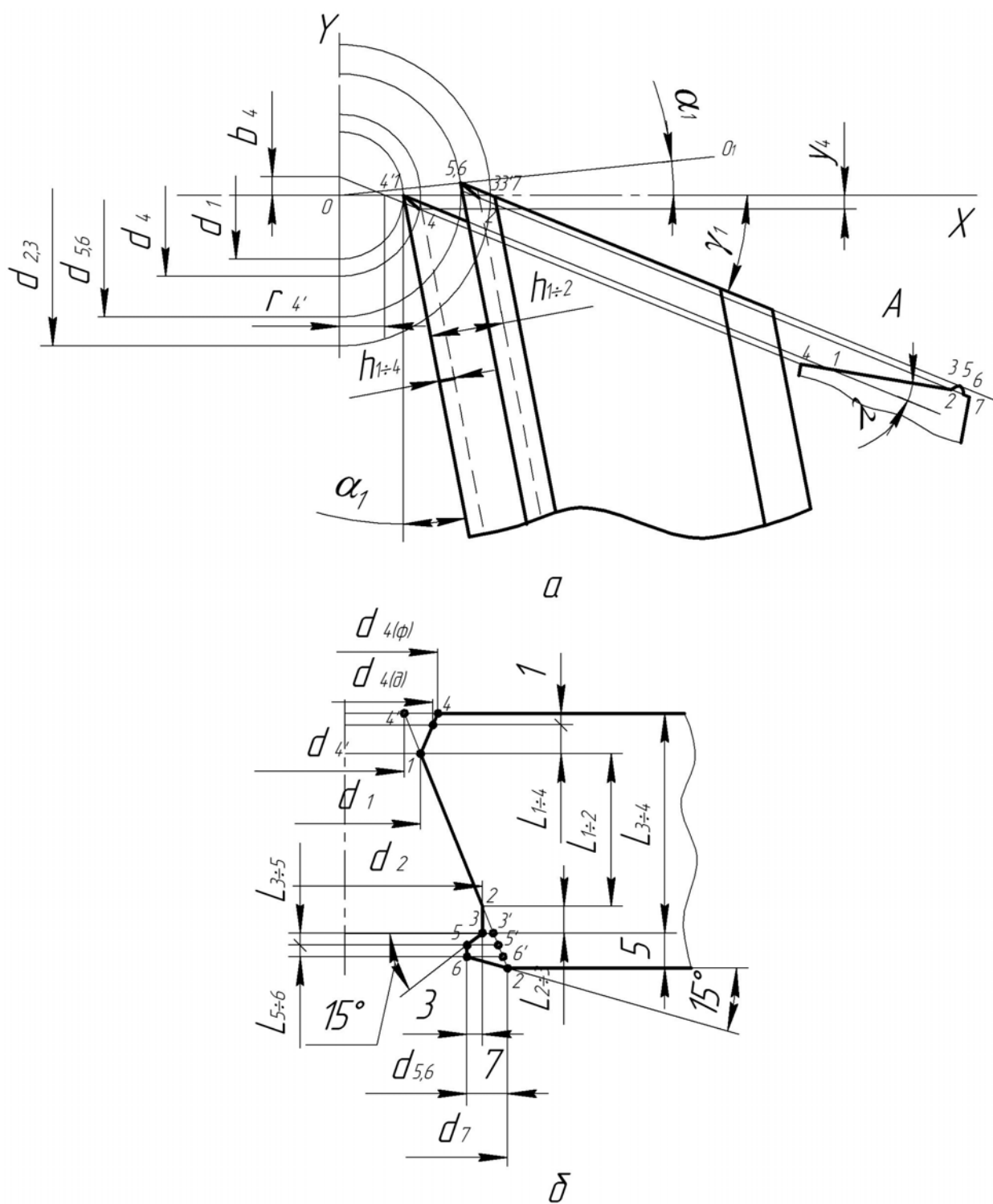


Рис. 11. Схема к аналитическому профилированию ПФР с боковым наклоном передней поверхности

Принцип нахождения любой другой точки профиля резца на проекции а (рис. 11) покажем на примере нахождения точки резца, соответствующей точке 4 профиля детали.

На проекции б (рис. 11) проведем образующую конуса детали до концов профиля (с учетом напуска с одной стороны детали и дополнительного профиля под отрезной резец). Затем через профильные точки детали 3, 4 и т. д. необходимо провести прямые, перпендикулярные оси детали. В месте пересечения этих прямых и образующей конуса детали появятся точки, которые следует обозначить прежними номерами со штрихами. Например, на пересечении прямой, которая проходит через точку 4 перпендикулярно оси, и прямой – образующей конуса детали поставим точку 4' (индексами «d» и «ф» при диаметрах d_4 обозначим точки, принадлежащие детали и продолжению профиля детали с учетом напуска). Точка 4' лежит на окружности с диаметром d_4 .

Точку 4' с проекции б (рис. 11) следует перенести на проекцию а. На проекции а точка 4' будет расположена на прямой 1-1, а расстояние от точки 0 до точки 4' будет равно: $04' = r_{4'} = \frac{d_{4'}}{2}$.

Через точку 4' проведем прямую под углом γ_1 и найдем пересечение этой прямой и окружности с диаметром d_4 . Обозначим точку пересечения точкой 4. Она и будет на проекции а (рис. 11) искомой точкой профиля резца. Расстояние h_{1-4} определяет перепад точек резца 1 и 4 в плоскости, перпендикулярной к задней грани резца.

Аналогичные построения проводят и для других точек профиля резца.

Графическое профилирование при проектировании ПФР с боковым наклоном передней грани является обязательным, т. к. это дает возможность правильно выполнить рабочий чертеж инструмента. При графическом профилировании выявляется также возможность профилирования резца для обработки всего профиля детали из условия достаточности заднего угла для всех его профильных точек.

Для того чтобы графическим путем определить достаточность заднего угла, на проекции а (рис. 11) через точку О проведем прямую 00₁ под углом α_1 к линии 1-1. Если какая-либо точка окажется на этой прямой, то для нее значение заднего угла будет равно нулю, и, следовательно, процесс резания в этом месте невозможен. В точках профиля резца, лежащих выше прямой 00₁, будут отрицательные задние углы, и процесс резания тем более будет невозможен. В первом и втором случаях следует пойти следующими путями:

- уменьшить передний угол;
- увеличить задний угол;
- отказаться от обработки всего профиля детали одним резцом, заменив обработку двумя резцами;
- перейти от профиля трапецеидального под отрезку к прямому профилю (см. рис. 8, 9).

При нахождении точки профиля резца ниже прямой 00₁ достаточность заднего угла определяется расчетом при аналитическом профилировании ПФР с боковым наклоном передней грани.

Аналитическое профилирование ПФР с боковым наклоном передней грани производится на основе графического построения и сводится к определению перепадов профильных точек, т. к. осевые размеры резца не изменяются по сравнению с осевыми размерами профиля детали. Размеры $l_{1÷2}$, $l_{2÷3}$, $l_{3÷4}$ и т. д. одинаковые на резце и на детали. Для такого резца достаточно определить перепады только в одной секущей плоскости: плоскости, перпендикулярной к задней поверхности резца.

Перепады точек 1 и 2 определяются по формуле:

$$h_{1÷2} = \frac{d_2 - d_1}{2} \cdot \cos \alpha_1. \quad (25)$$

Перепады точек 1 и 4 определяются по формуле:

$$h_{1÷4} = \frac{d_4}{2} \cdot \cos \left(\alpha_1 + \arctg \frac{|y_4|}{x_4} \right) - \frac{d_1}{2} \cdot \cos \alpha_1, \quad (26)$$

где x_4 и y_4 – координаты точки 4 относительно координатной системы XOY .

Учитывая, что $r_4 = \frac{d_4}{2}$, $r_{4'} = \frac{d_{4'}}{2}$, получим:

$$x_4 = r_{4'} \cdot \sin^2 \gamma_1 + \sqrt{(r_{4'} \cdot \sin^2 \gamma_1)^2 - r_{4'}^2 \cdot \sin^2 \gamma_1 + r_4^2 \cdot \cos^2 \gamma_1}, \quad (27)$$

$$y_4 = \pm \sqrt{r_4^2 - x_4^2}. \quad (28)$$

Для любой i -й точки координаты X_i и Y_i определяются как:

$$x_i = r_{i'} \cdot \sin^2 \gamma_1 + \sqrt{(r_{i'} \cdot \sin^2 \gamma_1)^2 - r_{i'}^2 \cdot \sin^2 \gamma_1 + r_i^2 \cdot \cos^2 \gamma_1}, \quad (29)$$

$$y_i = \pm \sqrt{r_i^2 - x_i^2}. \quad (30)$$

Знак «+» при $r_{i'} \geq r_i$ и «-» при $r_{i'} < r_i$.

Соответственно перепад между i -й точкой и точкой с номером 1 будет:

$$h_{1÷i} = \frac{d_i}{2} \cdot \cos \left(\alpha_1 + \arctg \frac{|y_i|}{x_i} \right) - \frac{d_1}{2} \cdot \cos \alpha_1. \quad (31)$$

Знак «+» при $y_i < 0$, «-» при $y_i > 0$.

При $h_{1÷i} < 0$ точки профиля резца дальше удалены от базы («ласточкин хвост») по сравнению с точкой 1.

Значения диаметров $d_{i'}$ можно рассчитать по формуле:

$$d_{i'} = d_1 \pm l_{1÷i} \frac{d_2 - d_1}{l_{1÷2}}, \quad (32)$$

знак «+» при условии расположения точки i со стороны точки 2, при расположении точки i со стороны 1.

Задний угол в любой точке профиля будет достаточным, если выдержано условие:

$$\left(\alpha_1 - \arctg \frac{y_i}{x_i} \right) \geq 2^\circ. \quad (33)$$

Угол наклона режущей кромки, обрабатывающей конус детали, определяется по формуле:

$$\lambda = \arctg\left(\frac{d_2 - d_1}{2 \cdot \ell_{1 \div 2}} \cdot \sin \gamma_1\right). \quad (34)$$

Угол наклона передней поверхности резца в поперечной плоскости (значение используется при заточке и определении угла в нормальной плоскости) определяется по формуле:

$$\gamma_{II} = \arctg\left(\frac{d_2 - d_1}{2 \cdot \ell_{1 \div 2}} \cdot \operatorname{tg} \gamma_1\right). \quad (35)$$

Анализ изменения заднего угла в нормальной плоскости производится по формулам, приведенным в п. 2.2.

Передний угол в нормальной плоскости для i -й точки можно определить по формуле:

$$\gamma_{ni} = \arctg(\operatorname{tg} \gamma_i \cdot \cos \varphi_i) + \arctg(\operatorname{tg} \gamma_{II} \cdot \sin \varphi_i). \quad (36)$$

Величины y_i и γ_{II} надо подставлять в формулы 33 и 36 со своими знаками, а $\gamma_i = \gamma_1 \pm \arctg(y_i/x_i)$.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ФАСОННОГО РЕЗЦА И ШАБЛОНА С КОНТРШАБЛОНОМ К НЕМУ

Допуск на перепады профильных точек резца определяется как 2/3 суммы допусков на радиусы характерных точек профиля детали, соответствующих рассматриваемому перепаду.

Например, допуск на перепад между точками 1 и 3 будет равен:

$$T(h_{1 \div 3}) = \frac{2}{3} [T(r_3) + T(r_1)] = 0,7 \left(\frac{Td_3}{2} + \frac{Td_1}{2} \right),$$

где $T(r_3)$, $T(r_4)$ – допуски на радиусы характерных точек детали; Td_3 , Td_4 – допуски на диаметры характерных точек детали.

Если оказывается, что рассчитанный допуск меньше 0,02 мм, то следует ужесточить допуск на диаметр окружности, соответствующий базовой точке 1, т. е. принять Td_1 по девятому или восьмому качеству. Тогда расширится поле допусков на все остальные перепады. В последнем случае, как правило, обеспечивается допуск на перепад более 0,02 мм.

Знак перед отклонением на перепады должен быть один и тот же у всех перепадов: «+» или «-».

Допуск на осевые размеры резца принимается равным 1/2÷1/3 части допуска на соответствующий осевой размер детали, но не более $\pm 0,03$.

Пример исполнения рабочего чертежа круглого фасонного резца без бокового наклона передней плоскости показан в приложении 1. Диаметр буртика с торцовыми зубьями $d_b = (1,5 \div 1,7) \cdot d_0$. Угол по дну зубьев приблизительно может быть рассчитан по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \frac{\pi}{z},$$

где z – количество зубьев.

Предотвратить поворот круглого фасонного резца относительно оправки можно и с помощью пальца, один конец которого входит в отверстие на торце резца. Таким образом, окончательное оформление рабочего чертежа круглого фасонного резца следует согласовать с конструкцией резцедержавки для его закрепления. В различных литературных источниках [3, 4, 5] приведены различные конструкции, предназначенные для использования на различных моделях станков. Поэтому, прежде чем приступить к разработке конструкции резцедержавки, следует установить модель станка, на котором можно изготовить заданную деталь.

Длина шлифованной части посадочного отверстия $l_1 = 0,25 \cdot (B - l_n)$; $B = (L_d + l_n + 6 \dots 8)$, где B – ширина резца, l_n – ширина врезки под отрезной резец.

На чертеже резца обязательно указывают расстояние $H = r_a \sin(\alpha_1 + \gamma_1)$ от плоскости передней поверхности до оси резца, которое нужно выдерживать при переточке резца. Переточка обеспечит образование угла γ_1 постоянной величины. На чертеже указывается превышение оси резца над вершиной режущей кромки h . Этот размер выдерживается при установке резца на станке и обеспечивает задний угол α_1 . Величины H и h маркируются на торце резца.

Пример исполнения рабочего чертежа призматического фасонного резца с боковым наклоном передней плоскости показан в приложении 2.

Оформление рабочего чертежа ПФР также следует согласовать с конструкцией резцедержавки для его закрепления. В литературных источниках [3, 4, 5] приведены различные конструкции, предназначенные для использования на различных моделях станков. Поэтому следует определить, на каком станке можно обрабатывать профиль заданной детали.

При изготовлении ПФР и КФР контролируют профиль с помощью шаблона по размерам в нормальном сечении. При конструировании шаблона следует предусмотреть базовую поверхность, к которой прикладывается шаблон и на просвет контролируется профиль. Обычно это торец фасонного резца. Для определения степени износа шаблона предусматривается контршаблон. Рабочий чертеж шаблона и контршаблона для измерения профиля фасонного резца показан в приложениях 1 и 2.

Допуск на размеры профиля шаблона принимаются равными $2/3$ от допуска на профиль резца. Фаска по профилю шаблона дает возможность точнее проконтролировать профиль резца, т.к. при малой толщине шаблона лучше виден просвет между резцом и шаблоном.

Шаблон и контршаблон изготавливают из стали 20 с последующей цементацией и закалкой, либо из стали У7, У8 с закалкой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обработка наружных и внутренних поверхностей фасонными резцами является высокопроизводительным и точным методом механической обработки. Эффективность обработки фасонными резцами в значительной степени предопределяется конструктивной формой инструмента, методами их регулирования, крепления и переточки.

Расчет фасонных резцов, как и других режущих инструментов, является многовариантной задачей. В данном учебном пособии рассмотрены особенности конструкции круглых и призматических фасонных резцов. Для каждого вида резцов даны методики расчета и проектирования оптимального варианта конструкции с учетом условий эксплуатации и требуемого качества получаемых поверхностей. Даны таблицы с необходимыми справочными данными для расчета. Кроме того, в помощь студентам приведены примеры расчета резцов, разработки чертежей и технических требований к резцам. Содержание данного учебного пособия позволит студентам изучить современные методики расчета и проектирования фасонных резцов и грамотно рассчитать такой инструмент в курсовых и дипломных проектах.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 151900 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Кроме того, данное пособие будет полезно преподавателям и аспирантам высших учебных заведений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Металлорежущие инструменты : учебник для вузов по специальностям «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты»/ Г. Н. Сахаров, О. Б. Арбузов, Ю. Л. Боровой и др. – М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.
2. Шатин, В. П. Справочник конструктора-инструментальщика / В. П. Шатин, Ю. В. Шатин. – М. : Машиностроение, 1975. – 456 с.
3. Грановский, Г. И. Фасонные резцы / Г. И. Грановский, К. П. Панченко. – М. : Машиностроение, 1975. – 307 с.
4. Дарманчев, С. К. Фасонные резцы / С. К. Дарманчев. – Л. : Машиностроение, 1968 – 168 с.
5. Шатин, В. П. Режущий и вспомогательный инструмент : справочник / В. П. Шатин, П. С. Денисов. – М. : Машиностроение, 1968. – 420 с.

Пример расчета круглого фасонного резца

1.1. Определение наружного диаметра резца и диаметра отверстия под оправку

Минимально допустимый наружный радиус круглого фасонного резца:

$$d_{\text{апред}} = 4 \cdot (t + e) = 4 \cdot (12 + 5) = 68 \text{ мм.}$$

Выбираем двухстороннее закрепление резца, т.к длина детали больше 30 мм.

Определяем удельную силу резания для рекомендуемой подачи $S = 0,06 \text{ мм/об}$; $P_{\text{уд}} = 260 \text{ Н/мм}$.

Главная составляющая силы резания:

$$P_z = P_{\text{уд}} \cdot l'_{\text{и}} = 260 \cdot 120 = 31\,200 \text{ Н.}$$

Предварительно диаметр посадочного отверстия:

$$d_{\text{опред}} = 0,78 \cdot L_{\text{д}}^{0,33} \cdot P_z^{0,25} = 0,78 \cdot 120^{0,33} \cdot 31200^{0,25} = 50,3 \text{ мм.}$$

Принимаем $S = 0,03 \text{ мм/об}$; $P_{\text{уд}} = 150 \text{ Н/мм}$.

$$P_z = P_{\text{уд}} \cdot l'_{\text{и}} = 150 \cdot 120 = 18\,000 \text{ Н.}$$

$$d_{\text{опред}} = 0,78 \cdot L_{\text{д}}^{0,33} \cdot P_z^{0,25} = 0,78 \cdot 120^{0,33} \cdot 18000^{0,25} = 39,7 \text{ мм.}$$

Окончательно выбираем стандартные значения:

$$d_{\text{а}} = 125 \text{ мм}; d_0 = 40 \text{ мм}; e = 6 \text{ мм}; R = 3 \text{ мм.}$$

1.2. Выбор переднего и заднего углов

$$\gamma_1 = 20^\circ, \alpha_1 = 12^\circ.$$

1.3. Графическое профилирование круглого фасонного резца с боковым наклоном передней поверхности и ($\lambda \neq 0$)

Устанавливаем ширину КФР с учетом необходимости перекрытия обработкой длины детали: $l = 126 \text{ мм}$. Проставляем характерные точки на профиле детали (т. 1, 2, 3, 4, 5, 6), выбираем в качестве базовой т. 1, расположенную на меньшем диаметре конуса. Изображаем в выбранном масштабе обрабатываемую деталь в двух проекциях.

Рассчитываем превышение оси КФР над осью детали:

$$h = R_1 \cdot \sin \alpha_1 = 62,5 \cdot \sin 12^\circ = 12,994 \text{ мм.}$$

По известным значениям h и R_1 дорисовываем контур КФР.

Проверяем достаточность величины заднего угла α для всех спрофилированных точек: *все точки, кроме т. 6, ниже линии центров $O_{\text{и}}$ и O_1 . Следовательно, в точке 6 задний угол отрицательный. Отказываемся от обработки детали одним резцом. Ступень l_{56} не обрабатываем.*

Далее, т. к. все построения выполнены в программе AutoCAD, снимаем показания с получившегося изображения:

$$R''_1 = 62,500 \text{ мм};$$

$$\begin{aligned}
R''_2 &= 52,760 \text{ мм}; \\
R''_3 &= 64,328 \text{ мм}; \\
R''_4 &= 65,095 \text{ мм}; \\
\Delta_{12} &= -9,740 \text{ мм}; \\
\Delta_{13} &= 1,828 \text{ мм}; \\
\Delta_{14} &= 2,595 \text{ мм}; \\
\lambda &= 3,9132^\circ.
\end{aligned}$$

1.4. Аналитическое профилирование КФР

Вводим систему координат YO_1X с центром на оси детали. Координаты центра КФР т. O_{II} будут:

$$y_{0II} = h = R_1 \cdot \sin \alpha_1 = 62,5 \cdot \sin 12^\circ = 12,994 \text{ мм.}$$

$$x_{0II} = R_1 \cdot \cos \alpha_1 + r_1 = 62,5 \cdot \cos 12^\circ + 20 = 81,134 \text{ мм.}$$

Находим координаты т. $1'', 2'', 3''$:

Для точки $1''$:

$$y_{1''} = 0; x_{1''} = r_1 = 20 \text{ мм.}$$

Для точки $2''$:

$$y_{2''} = 0; x_{2''} = r_2 = 30 \text{ мм.}$$

Для точки $3''$:

$$r_3 = 18 \text{ мм};$$

$$r'_3 = r_1 = 20 \text{ мм.}$$

$$x''_3 = r'_3 \sin^2 \gamma_1 + \sqrt{(r'_3 \sin^2 \gamma_1)^2 - r'^2_3 \sin^2 \gamma_1 + r^2_3 \cos^2 \gamma_1};$$

$$\begin{aligned}
x''_3 &= 20 \cdot \sin^2 20^\circ + \sqrt{(20 \cdot \sin^2 20^\circ)^2 - 20^2 \cdot \sin^2 20^\circ + 18^2 \cdot \cos^2 20^\circ} = \\
&= 17,9850 \text{ мм};
\end{aligned}$$

$$y''_3 = \pm \sqrt{r_3^2 - x_3''^2};$$

$$y''_3 = \pm \sqrt{18^2 - 17,9850^2} = 0,7334 \text{ мм.}$$

Для точки $4''$:

$$r_4 = 18 \text{ мм};$$

$$\varphi_k = \arctg[(r_2 - r_1)/l_{12}] = \arctg[(30 - 20)/50] = 11,30993 \text{ град.}$$

$$r'_4 = r_1 - l_{14} \cdot \tg \varphi_k = 20 - 42 \cdot \tg 11,30993^\circ = 11,6000 \text{ мм.}$$

$$x''_4 = r'_4 \sin^2 \gamma_1 + \sqrt{(r'_4 \sin^2 \gamma_1)^2 - r'^2_4 \sin^2 \gamma_1 + r^2_4 \cos^2 \gamma_1};$$

$$\begin{aligned}
x''_4 &= 11,600 \cdot \sin^2 20^\circ + \sqrt{(11,600 \cdot \sin^2 20^\circ)^2 - 11,600^2 \cdot \sin^2 20^\circ + 18^2 \cdot \cos^2 20^\circ} = \\
&= 17,855 \text{ мм};
\end{aligned}$$

$$y''_4 = \pm \sqrt{r_4^2 - x_4''^2};$$

$$y''_4 = \pm \sqrt{18^2 - 17,855^2} = -2,2767 \text{ мм.}$$

Находим радиусы КФР.

Для точки $2''$:

$$R_2'' = \sqrt{(y_{ou} - y_2'')^2 + (x_{ou} - x_2'')^2};$$

$$R_2'' = \sqrt{(12,944 - 0)^2 + (81,134 - 30)^2} = 52,760 \text{ мм.}$$

Аналогично для других точек:

$$R_3'' = \sqrt{(12,944 - 0,7334)^2 + (81,134 - 17,9850)^2} = 64,328 \text{ мм};$$

$$R_4'' = \sqrt{(12,944 + 2,2768)^2 + (81,134 - 17,8554)^2} = 65,095 \text{ мм.}$$

По найденным радиусам КФР рассчитываем соответствующие перепады профиля резца:

$$\Delta_{12} = R_2'' - R_1'' = 52,760 - 62,500 = -9,740 \text{ мм.}$$

Аналогично для других точек:

$$\Delta_{13} = R_3'' - R_1'' = 64,328 - 62,500 = 1,828 \text{ мм};$$

$$\Delta_{14} = R_4'' - R_1'' = 65,095 - 62,500 = 2,595 \text{ мм.}$$

Рассчитываем задние и передние углы в плоскости вращения детали:

$$\text{Для точки } 1'' : \alpha_{1''} = \alpha_1 = 12^0; \gamma_{1''} = \gamma_1 = 20^0.$$

Для т. 2'':

$$\alpha_{2''} = \arctg[(y_{0н} - y_{2''}) / (x_{0н} - x_{2''})] - \arctg(y_{2''} / x_{2''});$$

$$\alpha_{2''} = \arctg[(12,994 - 0) / (81,134 - 30)] - \arctg(0 / 30) = 14,258 \text{ град};$$

$$\gamma_{2''} = \gamma_1 + \arctg(y_{2''} / x_{2''});$$

$$\gamma_{2''} = 20^0 + \arctg(0 / 30) = 20 \text{ град.}$$

Аналогично и для других точек:

Для т. 3'':

$$\alpha_{3''} = \arctg[(12,994 - 0,733) / (81,134 - 17,985)] - \arctg(0,733 / 17,985) = 8,652 \text{ град};$$

$$\gamma_{3''} = 20^0 + \arctg(0,733 / 17,985) = 22,335 \text{ град.}$$

Для т. 4'':

$$\alpha_{4''} = \arctg[(12,994 + 2,277) / (81,134 - 17,855)] - \arctg(-2,277 / 17,855) = 12,733 \text{ град};$$

$$\gamma_{4''} = 20^0 + \arctg(-2,277 / 17,855) = 20,834 \text{ град.}$$

Определяем углы в плане.

Для точек 1'', 2'':

$$\varphi_{2''} = \varphi_{1''} = \arctg(|l_{12} / |R_1'' - R_2''||) = \arctg(50 / |62,500 - 52,760|) = 78,9763 \text{ град.}$$

Для точек 3'', 4'':

$$\varphi_{3''} = \varphi_{4''} = \arctg(|l_{34} / |R_4'' - R_3''||) = \arctg(42 / |65,095 - 64,328|) = 88,9538 \text{ град.}$$

Рассчитываем значения задних и передних углов в нормальном сечении (перпендикулярном проекции режущей кромке на основную плоскость):

Для точки 1'':

$$\alpha_{n1''} = \arctg(\tg \alpha_{1''} \cdot \sin \varphi_{1''});$$

$$\alpha_{n1''} = \arctg(\tg 12^0 \cdot \sin 78,976^0) = 11,784 \text{ град.}$$

$$\gamma_{n1''} = \arctg(\tg \gamma_{1''} \cdot \sin \varphi_{1''});$$

$$\gamma_{n1''} = \arctg(\tg 20^0 \cdot \sin 78,976^0) = 19,659 \text{ град.}$$

Для точки 2'':

$$\alpha_{n2''} = \arctg(\tg \alpha_{2''} \cdot \sin \varphi_{2''});$$

$$\alpha_{n2''} = \arctg(\tg 14,258^0 \cdot \sin 78,976^0) = 14,005 \text{ град.}$$

$$\gamma_{n2''} = \arctg(\operatorname{tg}\gamma_{2''} \cdot \sin\varphi_{2''});$$

$$\gamma_{n2''} = \arctg(\operatorname{tg}20^0 \cdot \sin78,976^0) = 19,659 \text{ град.}$$

Для точки 3'':

$$\alpha_{n3''} = \arctg(\operatorname{tg}\alpha_{3''} \cdot \sin\varphi_{3''});$$

$$\alpha_{n3''} = \arctg(\operatorname{tg}8,652^0 \cdot \sin88,954^0) = 8,651 \text{ град.}$$

$$\gamma_{n3''} = \arctg(\operatorname{tg}\gamma_{3''} \cdot \sin\varphi_{3''});$$

$$\gamma_{n3''} = \arctg(\operatorname{tg}22,335^0 \cdot \sin88,954^0) = 22,332 \text{ град.}$$

Для точки 4'':

$$\alpha_{n4''} = \arctg(\operatorname{tg}\alpha_{4''} \cdot \sin\varphi_{4''});$$

$$\alpha_{n4''} = \arctg(\operatorname{tg}12,733^0 \cdot \sin88,954^0) = 12,731 \text{ град.}$$

$$\gamma_{n4''} = \arctg(\operatorname{tg}\gamma_{4''} \cdot \sin\varphi_{4''});$$

$$\gamma_{n4''} = \arctg(\operatorname{tg}20,834^0 \cdot \sin88,954^0) = 20,831 \text{ град.}$$

Для обеспечения резания необходимо, чтобы: $\gamma_{ni''} > 0^0$; $\alpha_{ni''} > 0^0$. Эти условия выполняются для всех точек.

Угол бокового наклона передней поверхности λ и передний угол в поперечной плоскости $\gamma_{\text{поп}}$.

$$\lambda = \arctg(\operatorname{tg}\varphi_k \sin\gamma_1);$$

$$\lambda = \arctg(\operatorname{tg}1,3099^0 \cdot \sin20^0) = 3,9132^0;$$

$$\gamma_{\text{поп}} = \arctg(\operatorname{tg}\varphi_k \operatorname{tg}\gamma_1);$$

$$\gamma_{\text{поп}} = \arctg(\operatorname{tg}1,3099^0 \cdot \operatorname{tg}20^0) = 4,1634^0.$$

$$H = R_1 \cdot \sin(\alpha_1 + \gamma_1) = 62,5 \cdot \sin(12^0 + 20^0) = 33,120 \text{ мм.}$$

1.5. Допуски на перепады и осевые размеры КФР

Допуск на перепад КФР определяется как разность допусков на радиусы характерных точек детали, соответствующих рассматриваемому перепаду. При получении слишком жестких допусков на перепады КФР необходимо переопределить допуск на диаметр одной из характерных точек (лучше базовой) перепада в сторону ужесточения.

Допуски на диаметры заготовки: $T_{d1} = 0,1 \text{ мм}$; $T_{d2} = 0,12 \text{ мм}$; $T_{d3} = T_{d4} = 0,62 \text{ мм}$.

Допуски на перепады:

$$T_{12} = 0,7 \cdot (T_{d2}/2 + T_{d1}/2) = 0,7 \cdot (0,12/2 + 0,10/2) = 0,077 \text{ мм.}$$

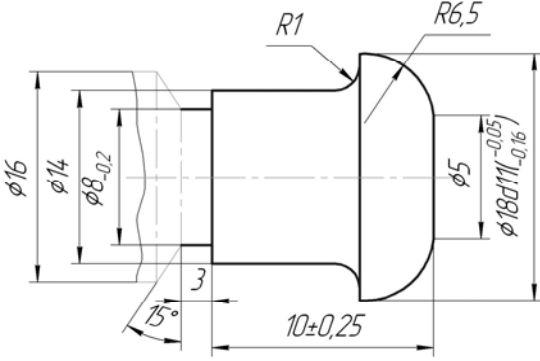
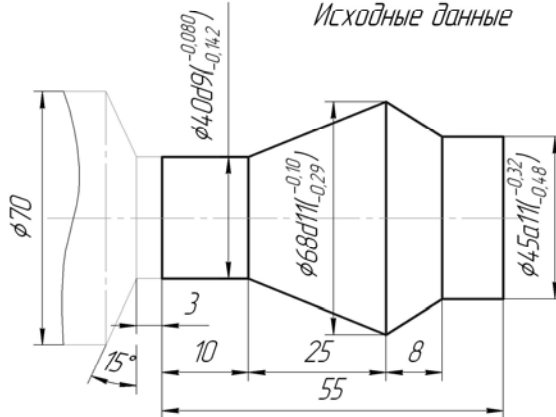
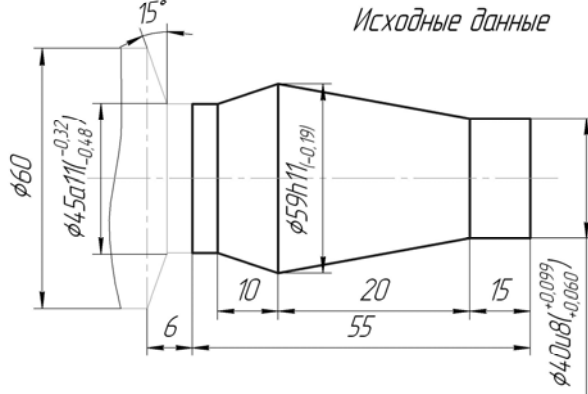
$$T_{13} = T_{13} = 0,7 \cdot (T_{d3}/2 + T_{d1}/2) = 0,7 \cdot (0,62/2 + 0,10/2) = 0,252 \text{ мм.}$$

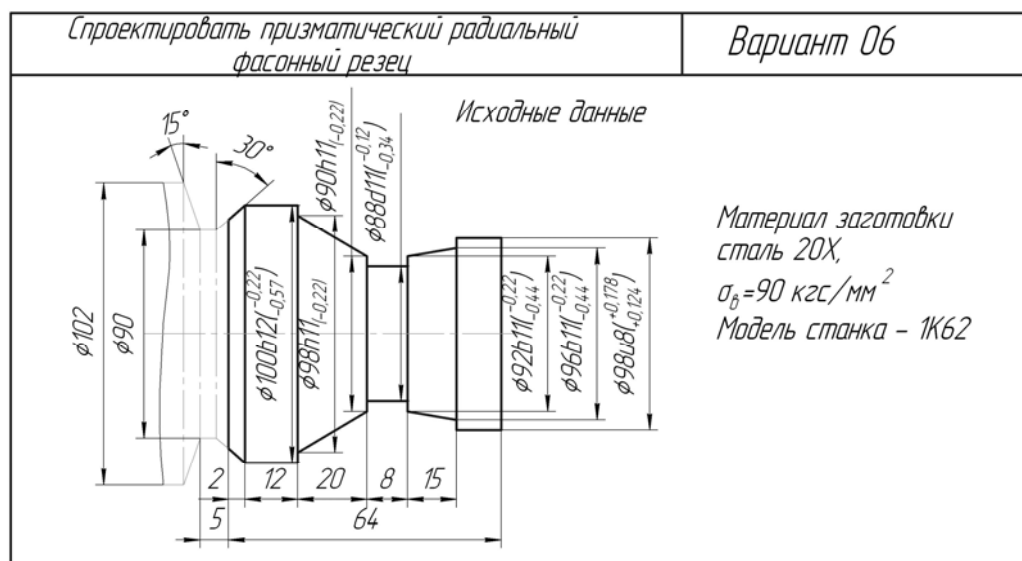
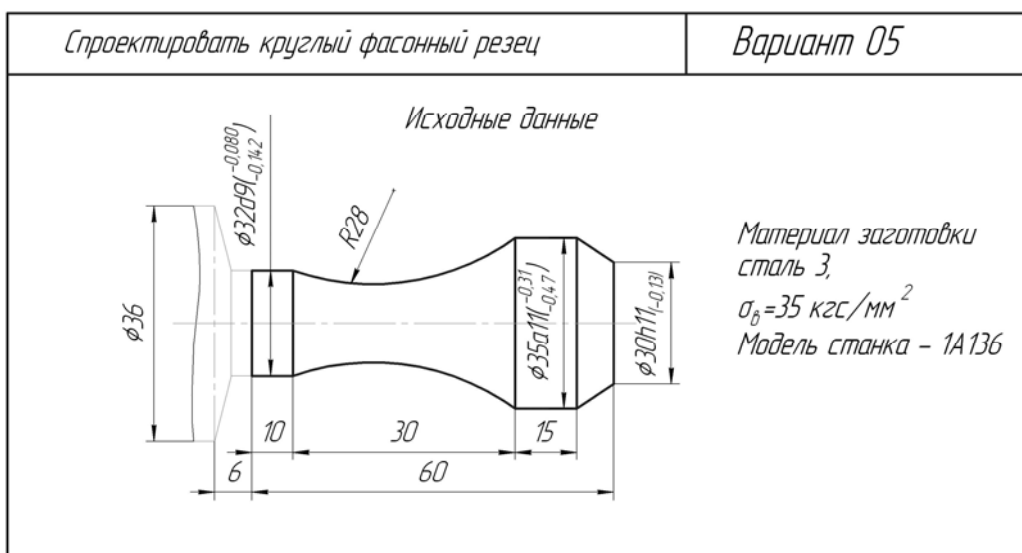
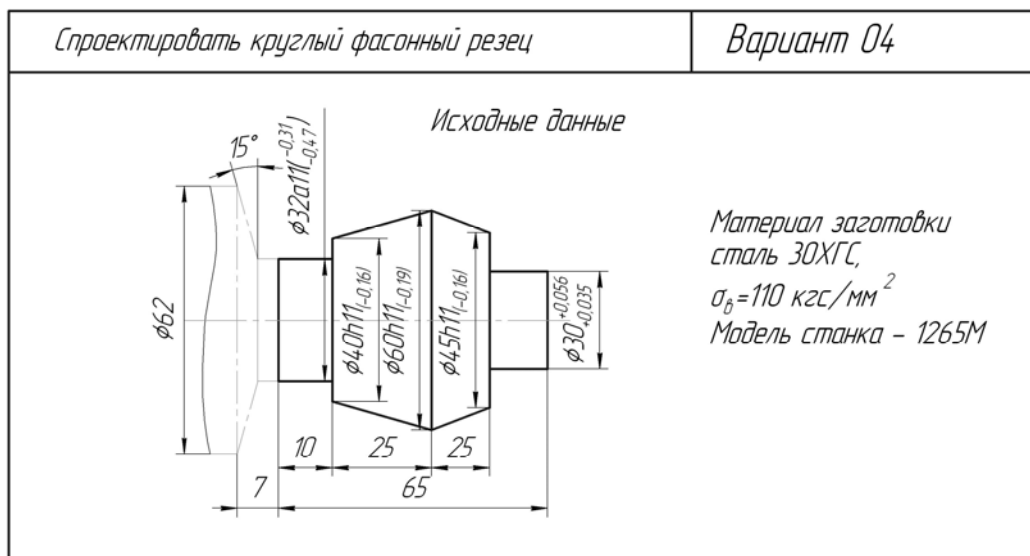
Знак отклонения принимаем для всех перепадов «-».

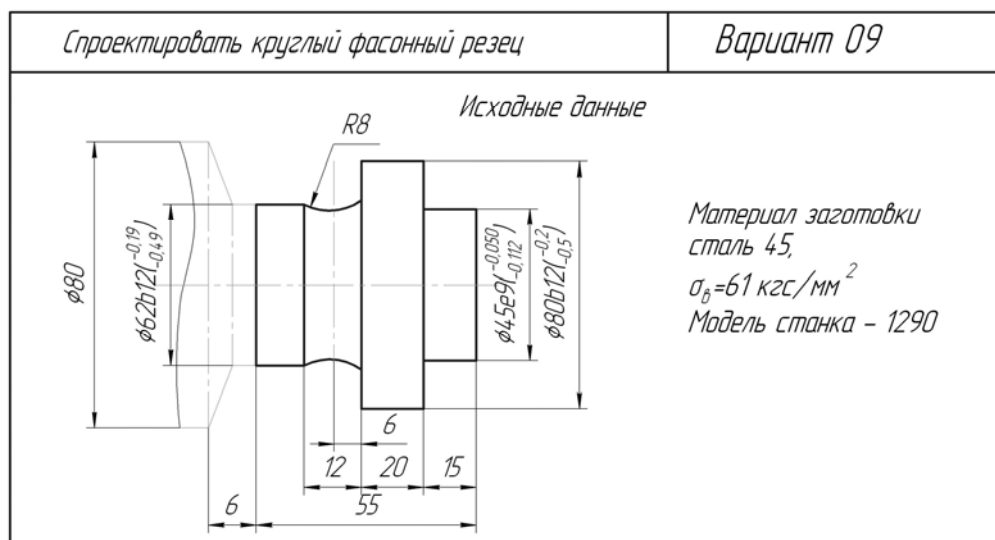
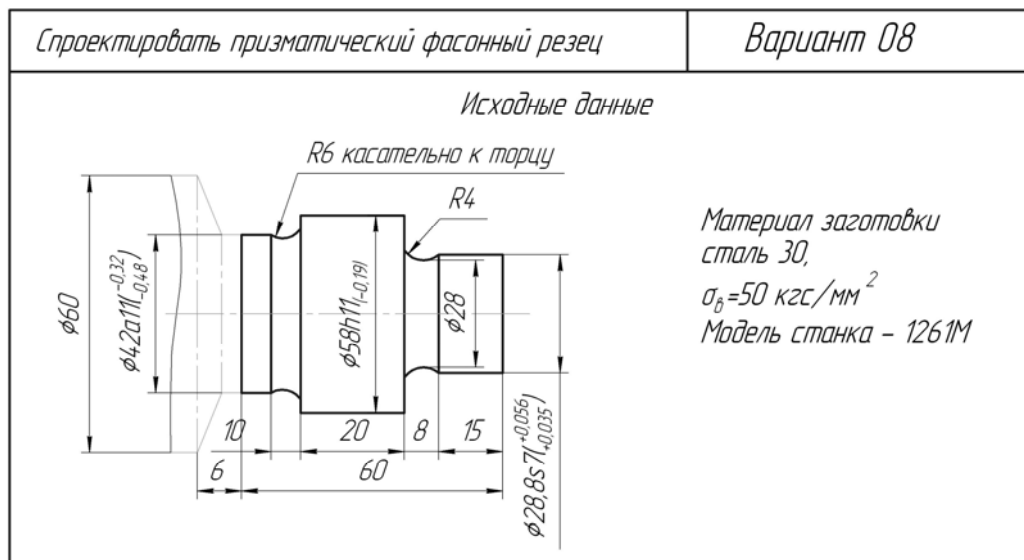
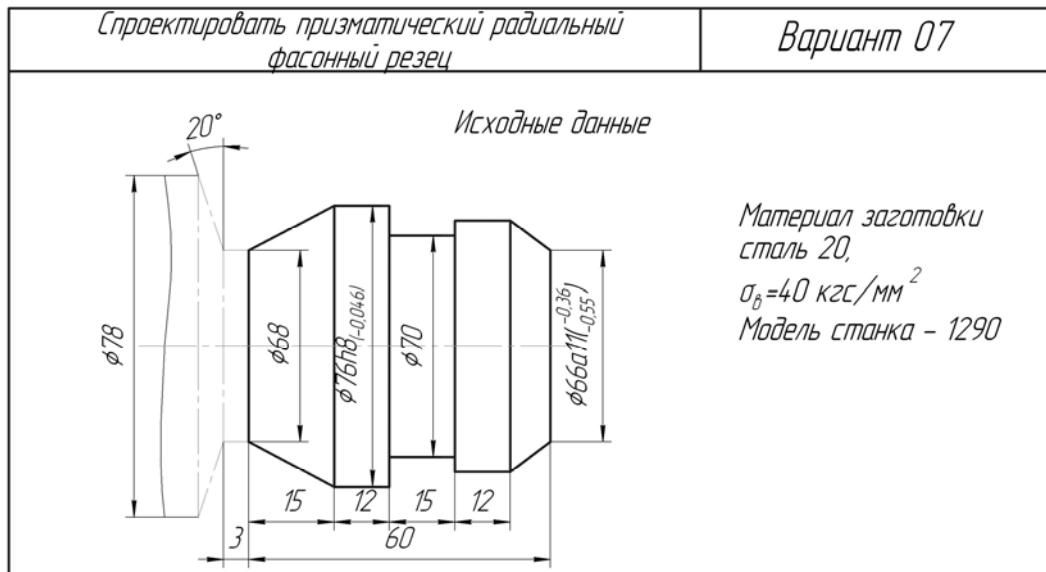
Допуски на осевые размеры КФР назначаем как $1/2 \dots 1/3$ часть допуска на соответствующие осевые размеры детали.

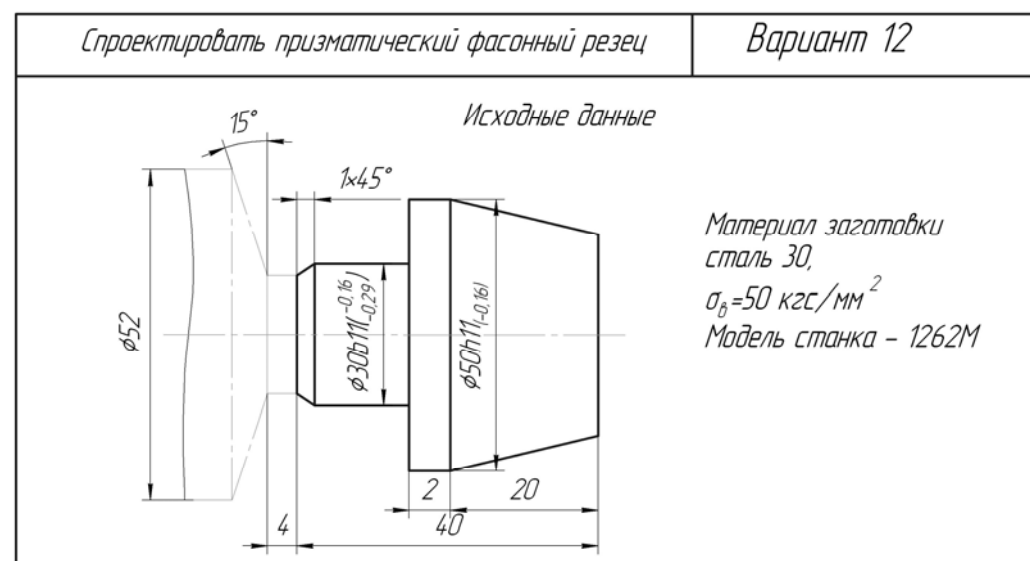
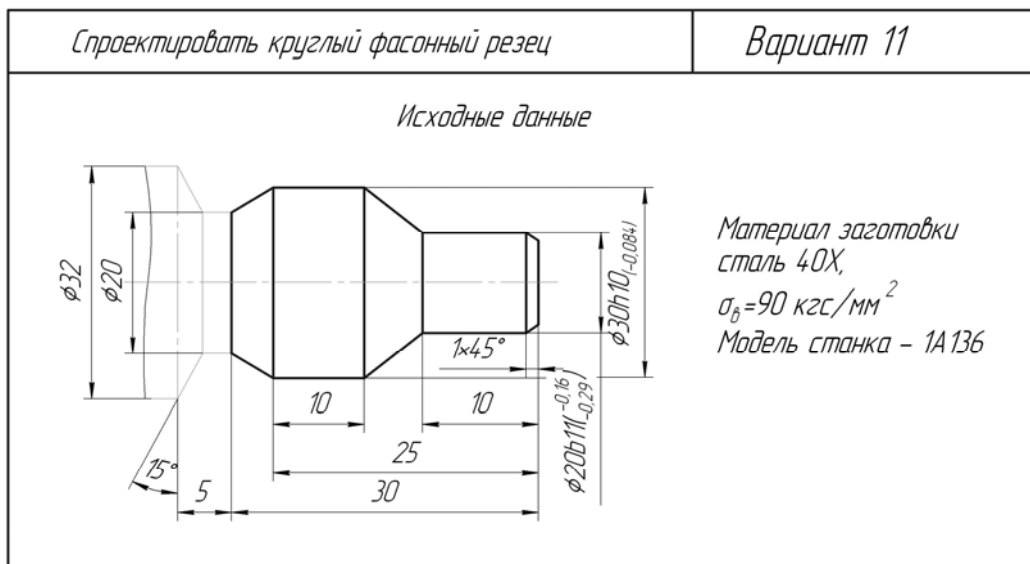
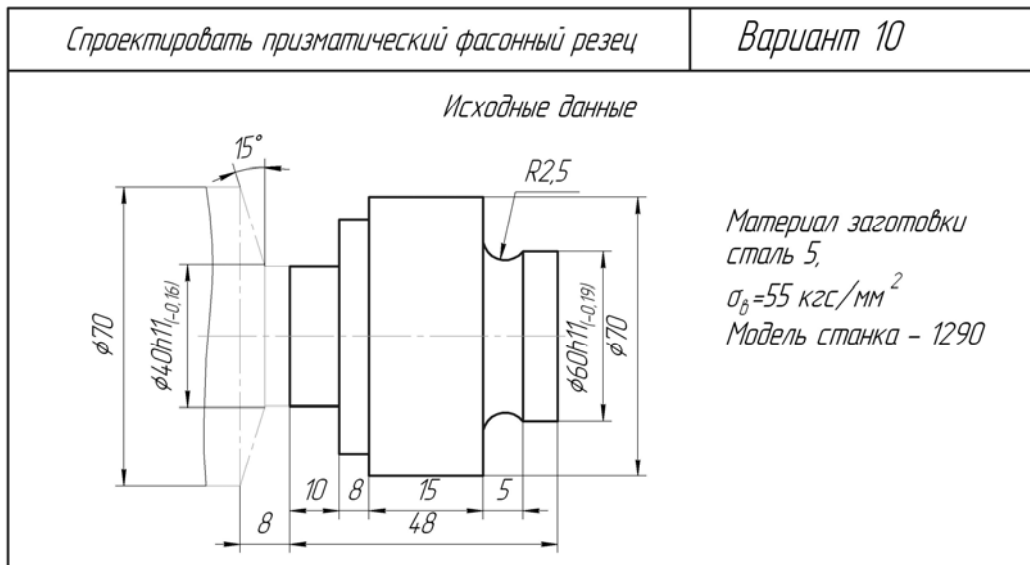
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

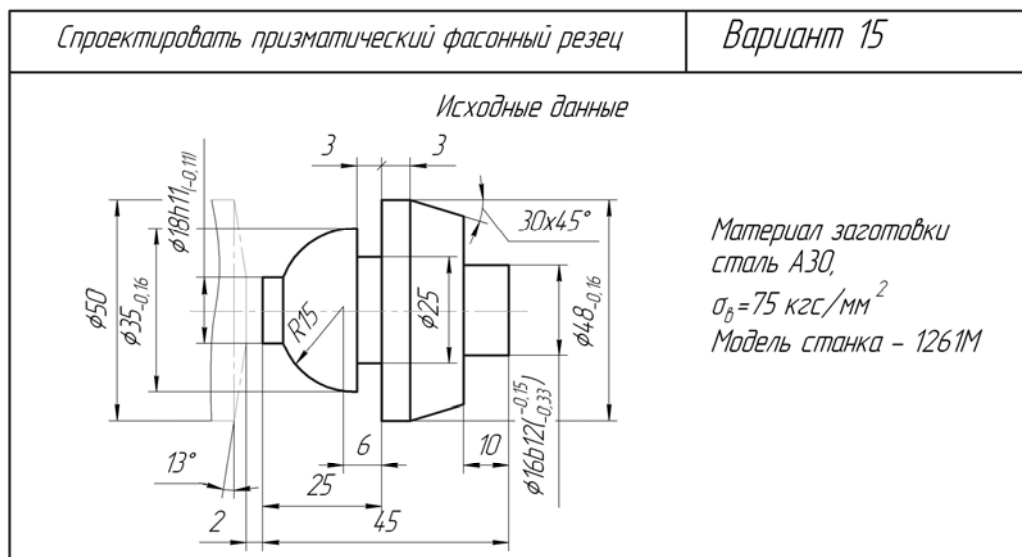
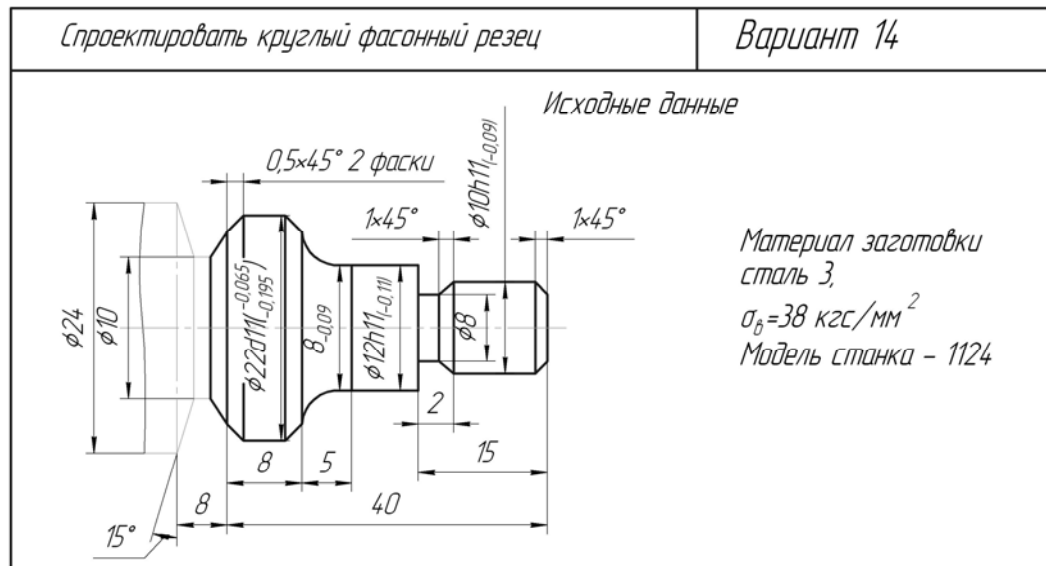
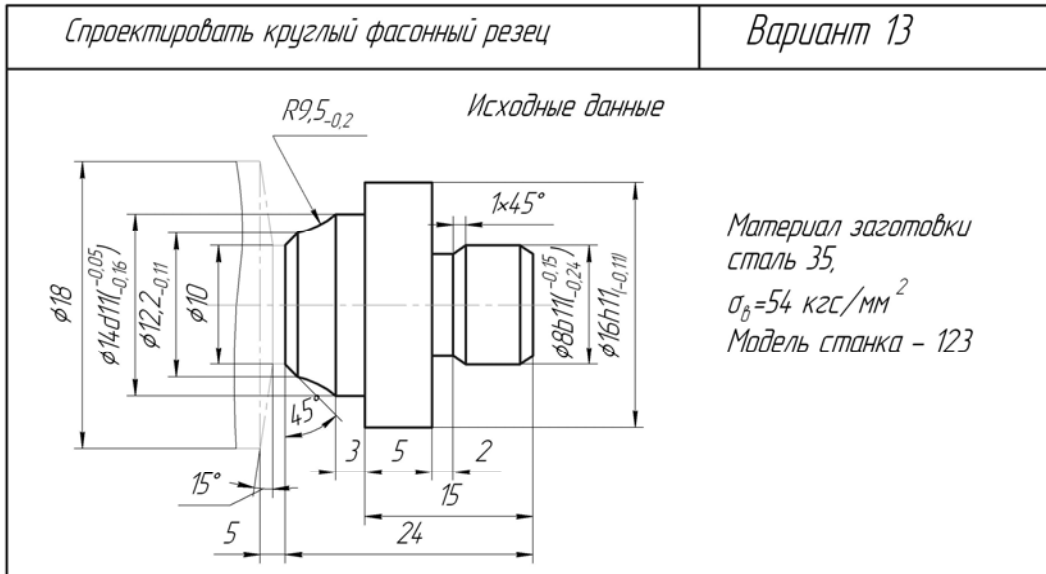
Варианты задания на проектирование фасонного резца

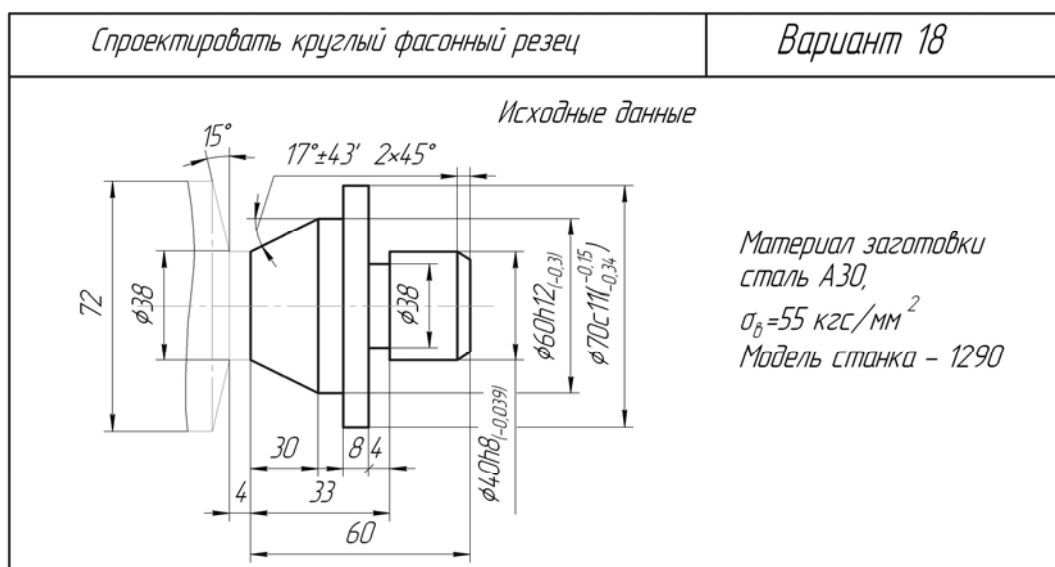
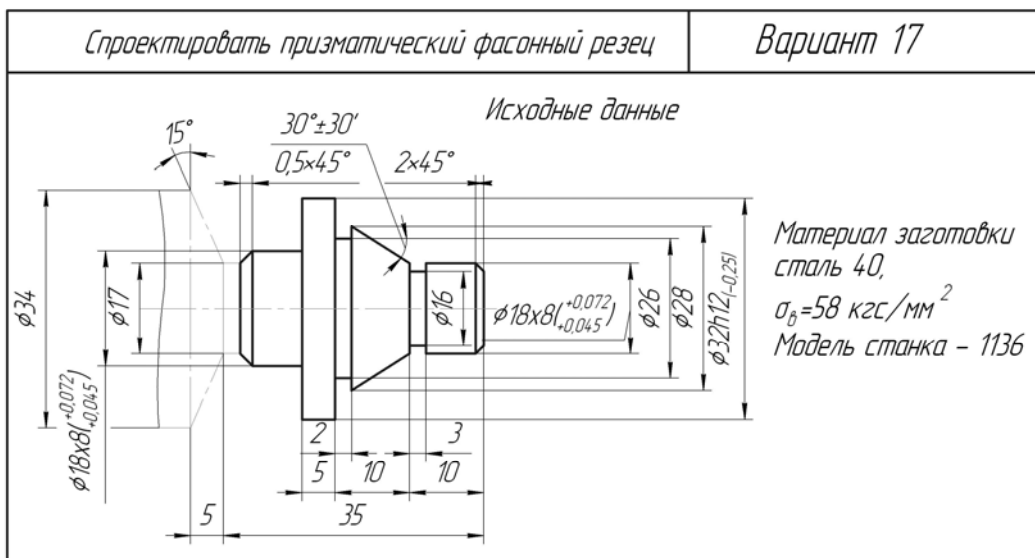
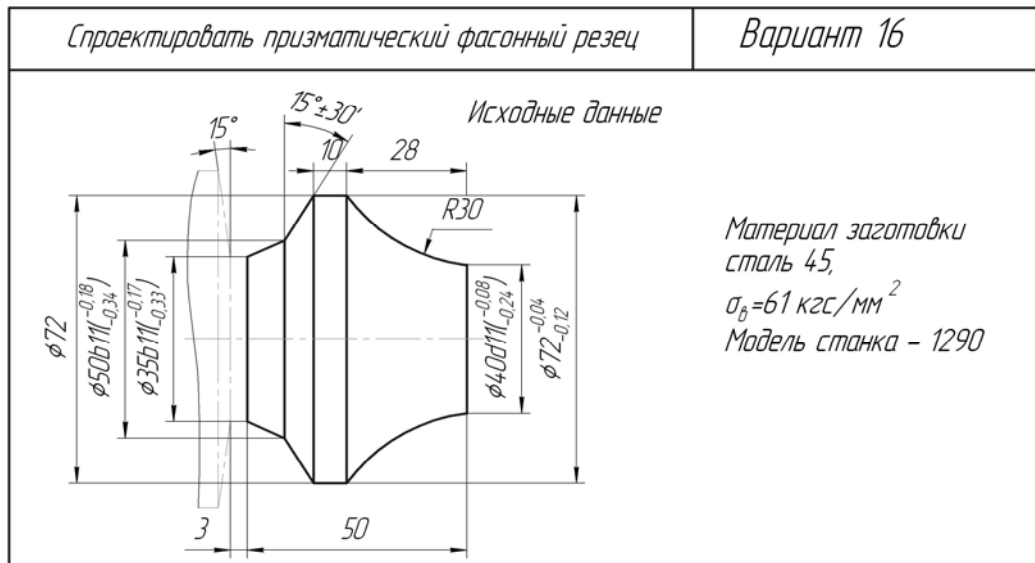
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 01
<p style="text-align: center;">Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки Бр. АЖ9-4л, НВ = 100 Модель станка - 123</p>	
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 02
<p style="text-align: center;">Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 30ХГС, $\sigma_b = 110 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1290</p>	
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 03
<p style="text-align: center;">Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 20, $\sigma_b = 42 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1261М</p>	

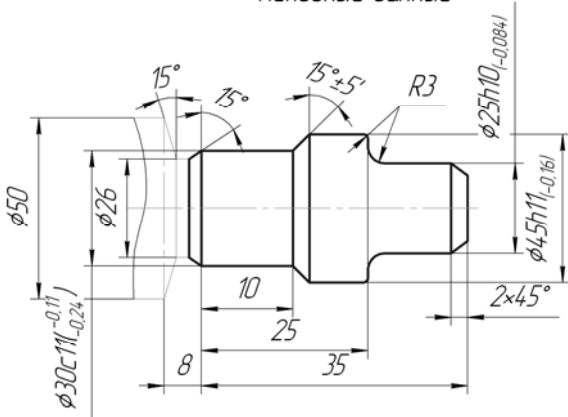


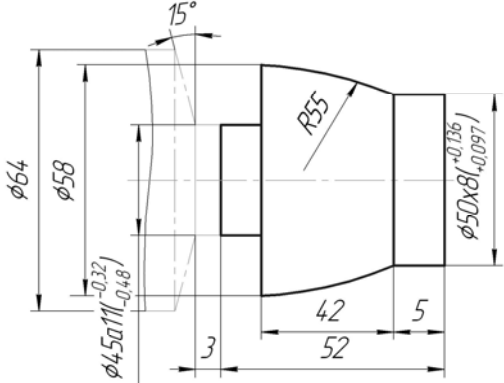


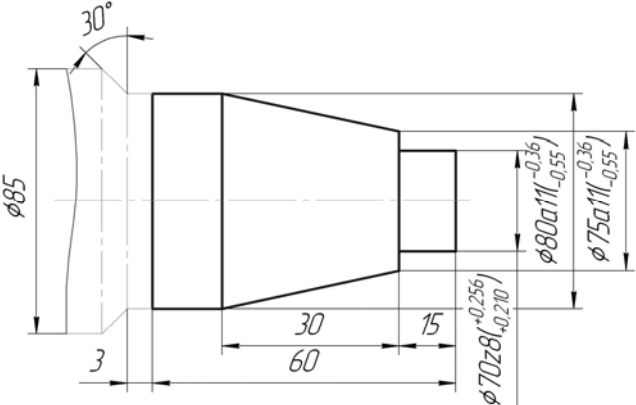


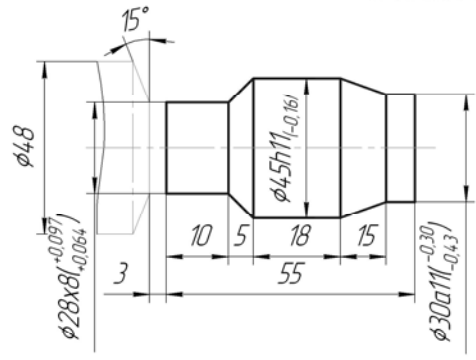


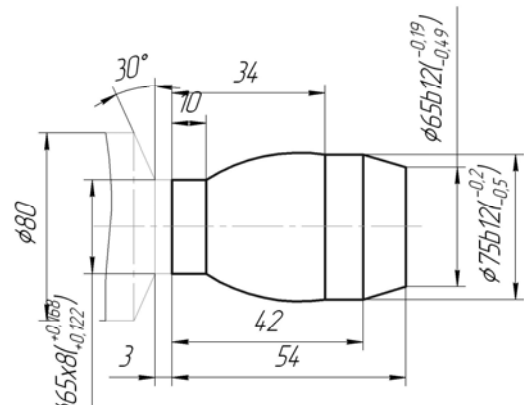


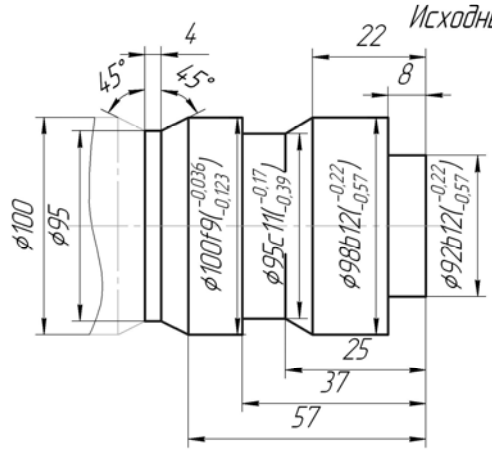
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 19
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 40, $\sigma_b = 58 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1261M</p>	

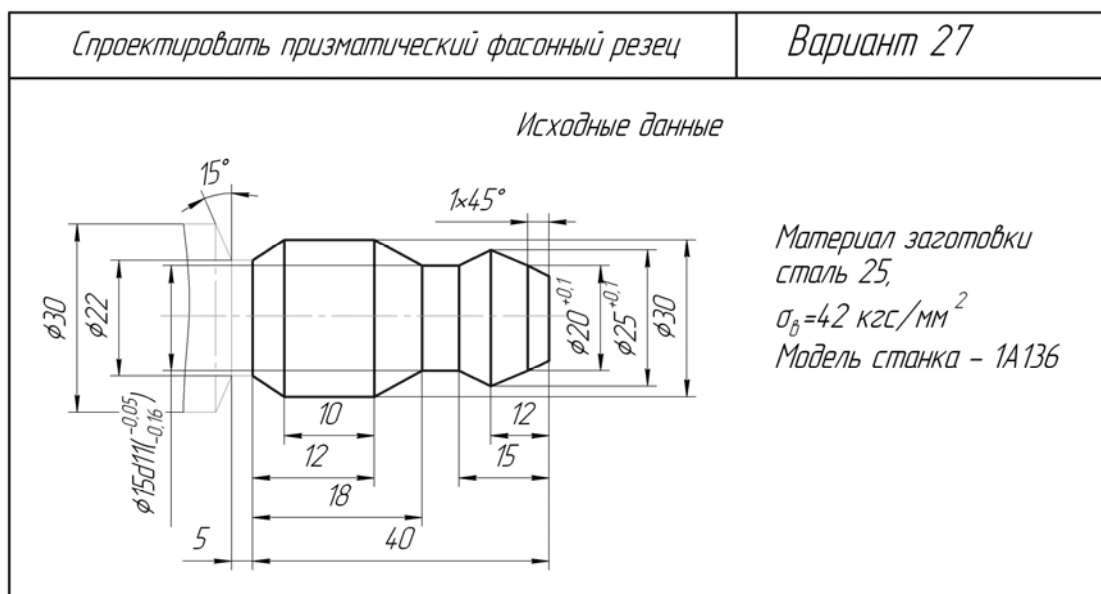
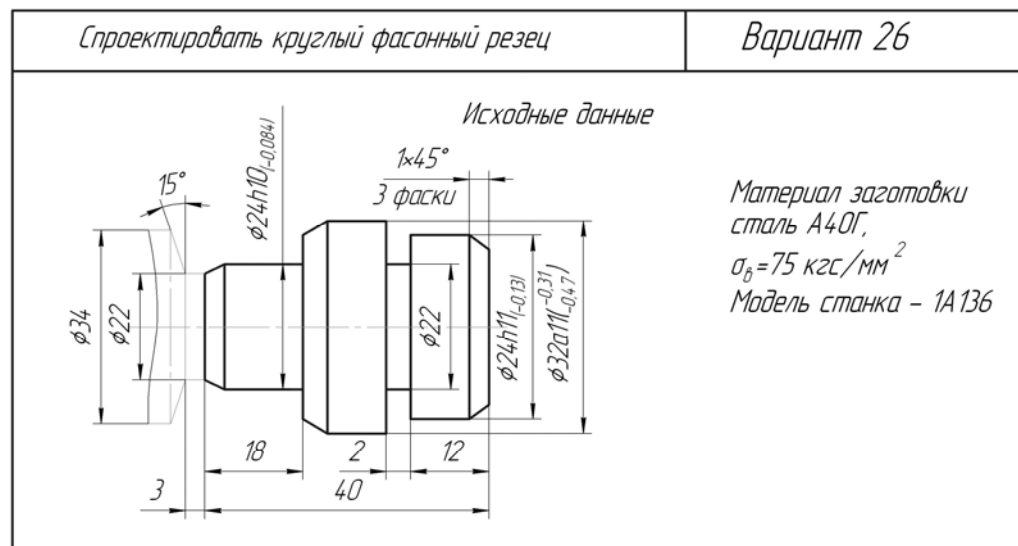
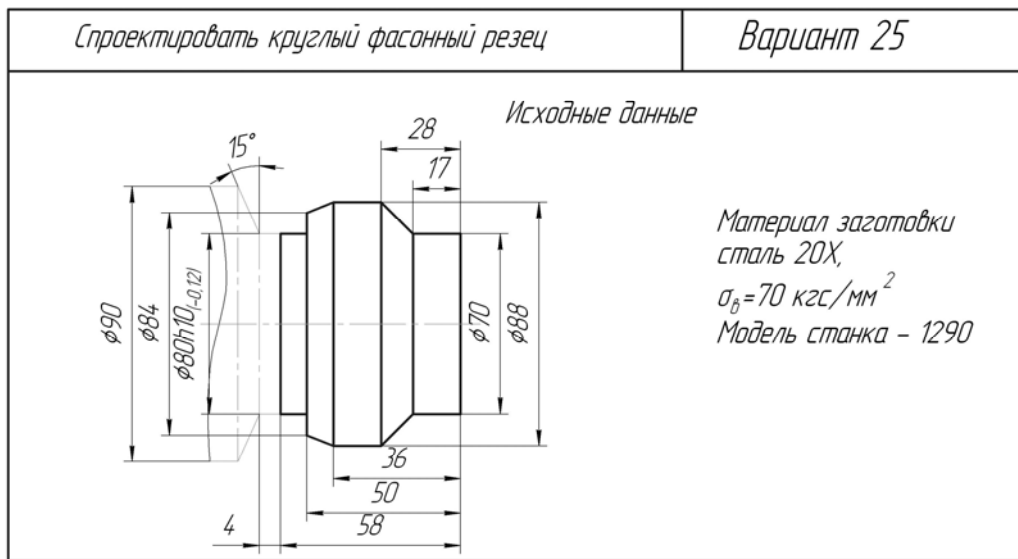
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 20
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 20Х, $\sigma_b = 85 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1265M</p>	

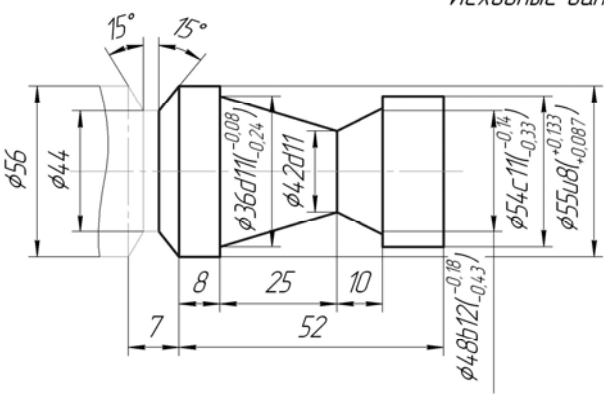
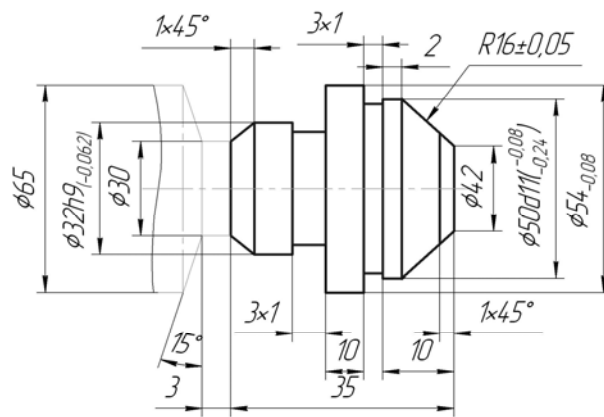
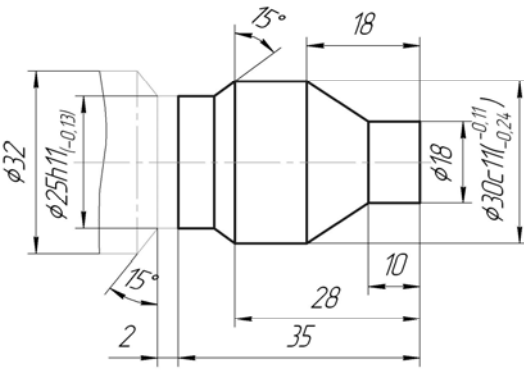
Спроектировать призматический фасонный резец	Вариант 21
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 3, $\sigma_b = 46 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1290</p>	

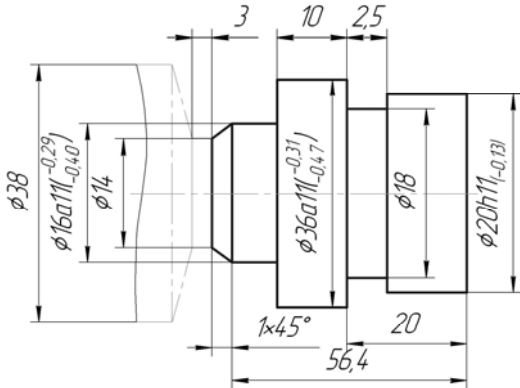
Спроектировать призматический фасонный резец	Вариант 22
<p style="text-align: center;">Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 30ХМА, $\sigma_b = 100 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка – 1261М</p>	

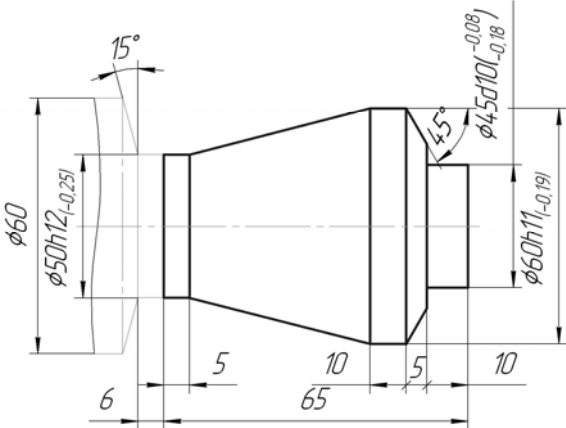
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 23
<p style="text-align: center;">Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 40, $\sigma_b = 60 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка – 1290</p>	

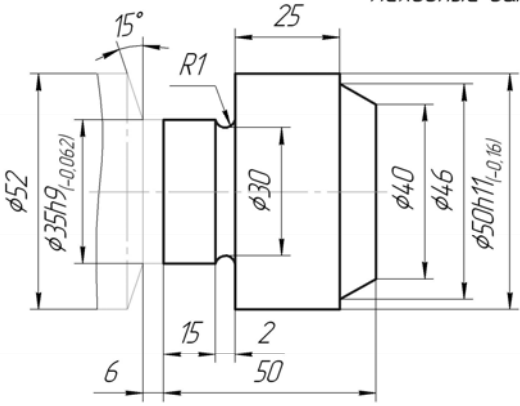
Спроектировать призматический фасонный резец	Вариант 24
<p style="text-align: center;">Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 50, $\sigma_b = 64 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка – 1Д63А</p>	

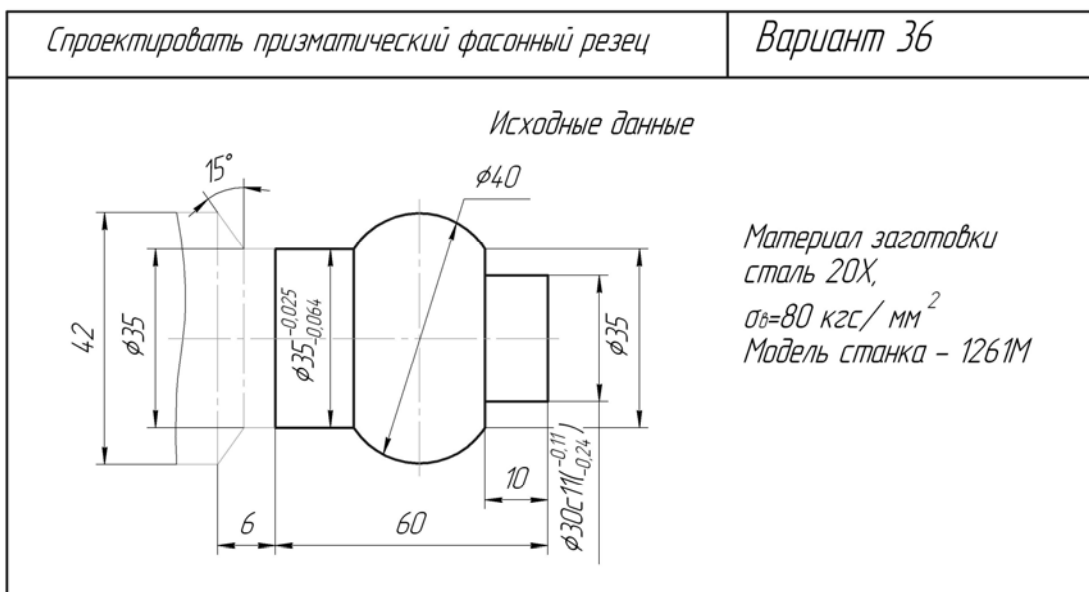
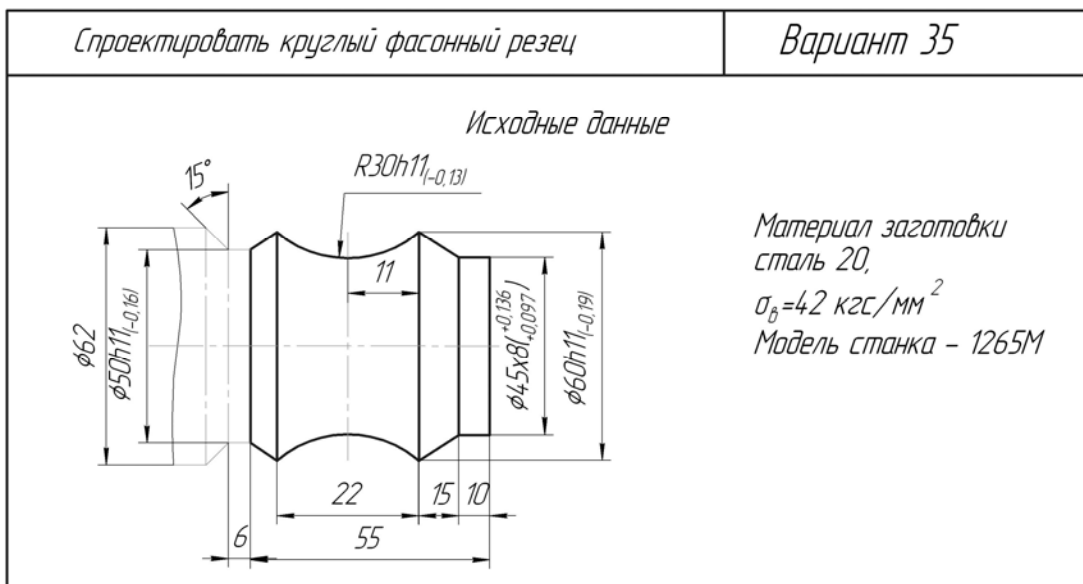
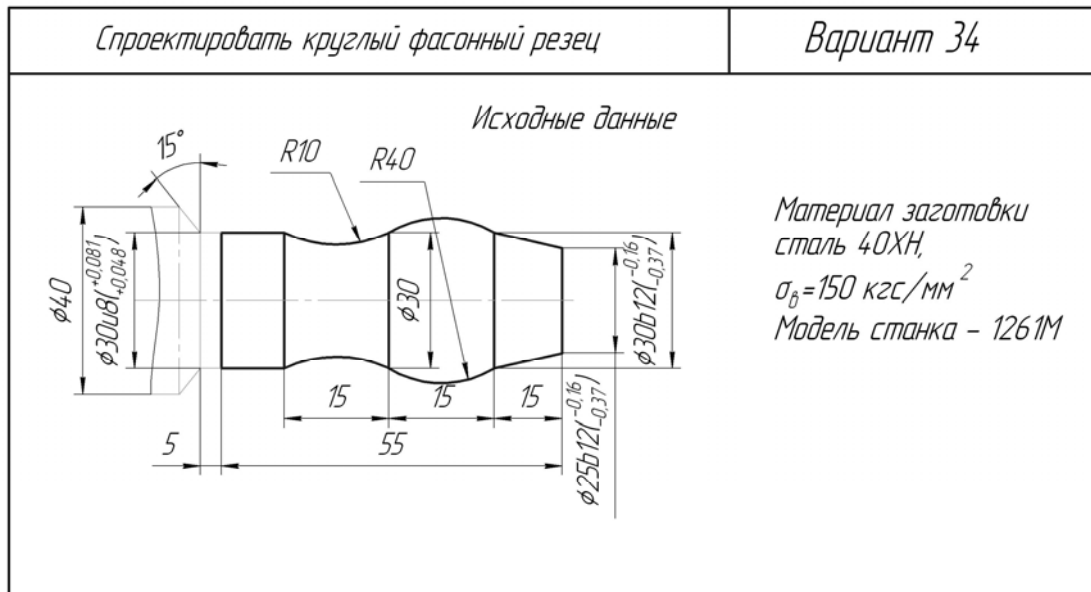


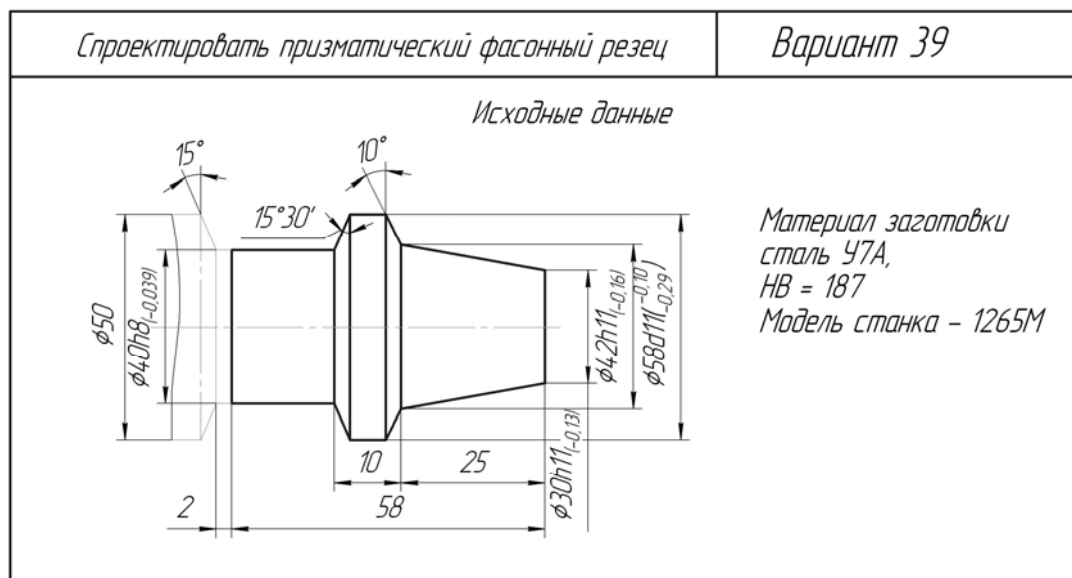
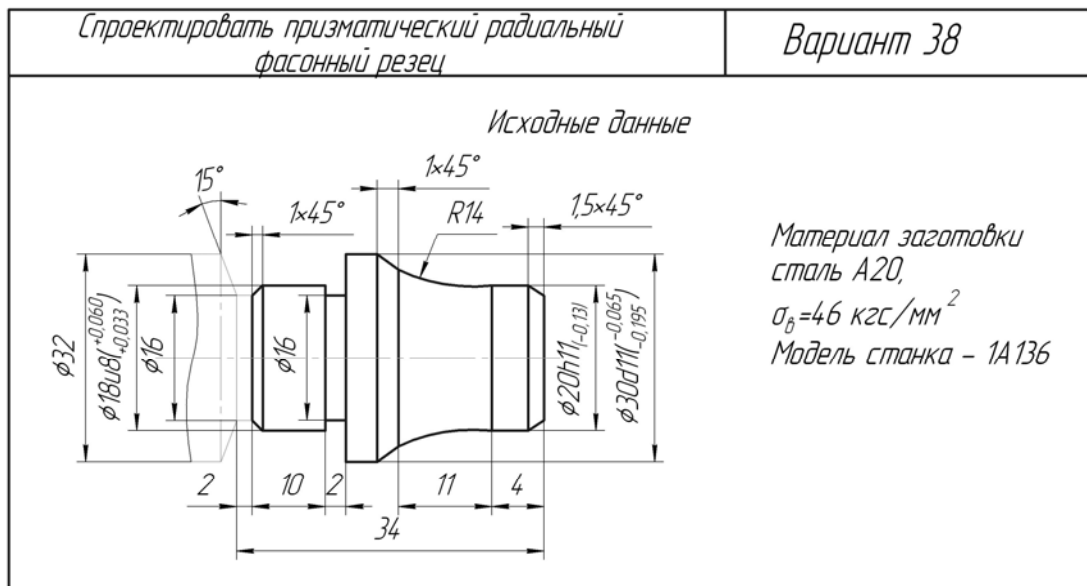
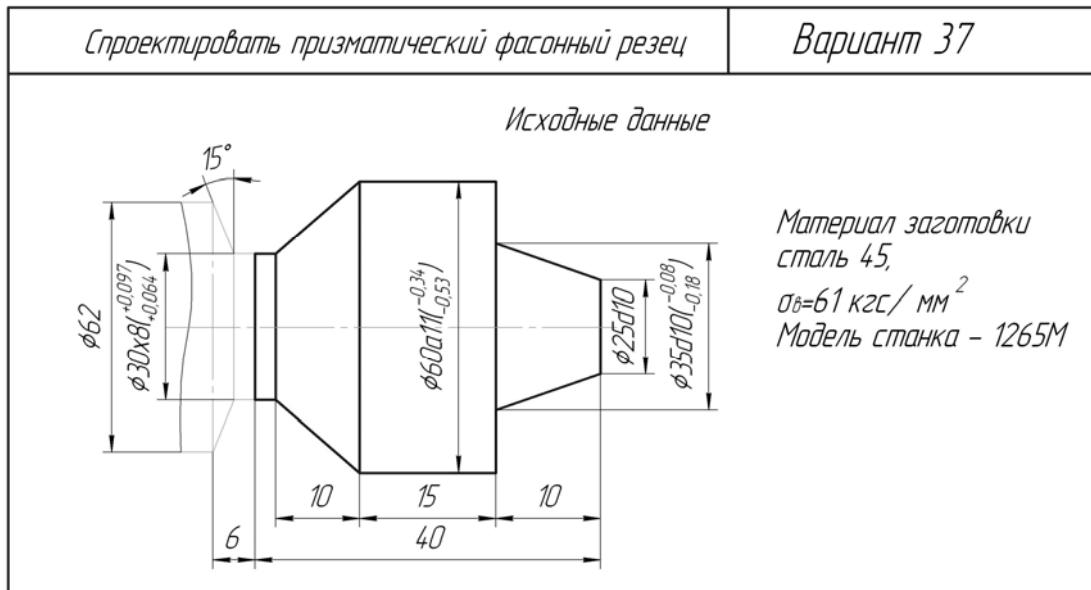
Спроектировать призматический фасонный резец	Вариант 28
<p style="text-align: center;">Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 40, $\sigma_b = 60 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1265М</p>	
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 29
<p style="text-align: center;">Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 30, $\sigma_b = 50 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1265М</p>	
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 30
<p style="text-align: center;">Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 45, $\sigma_b = 61 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1А136</p>	

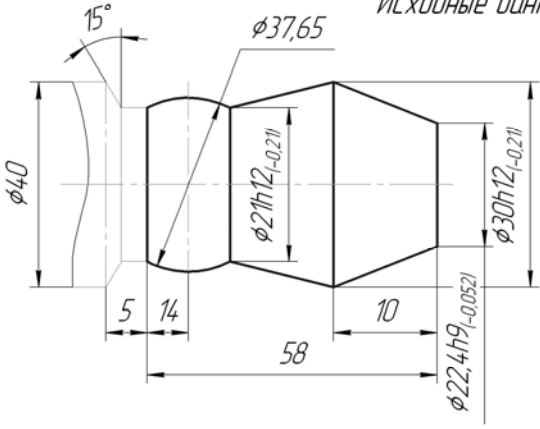
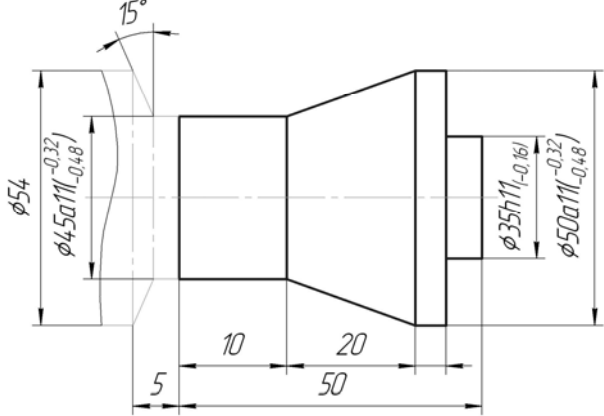
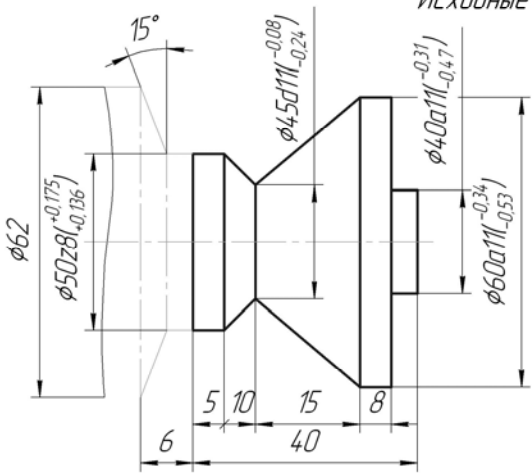
Спроектировать призматический фасонный резец	Вариант 31
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь А30, $\sigma_b = 55 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка – 1261М</p>	

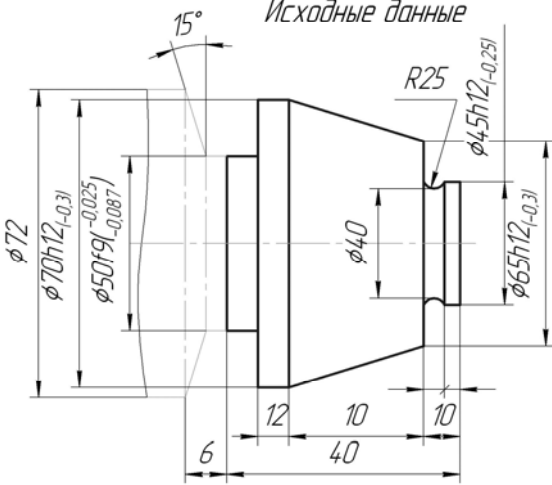
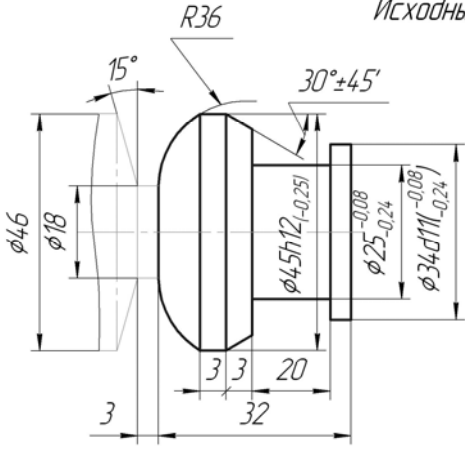
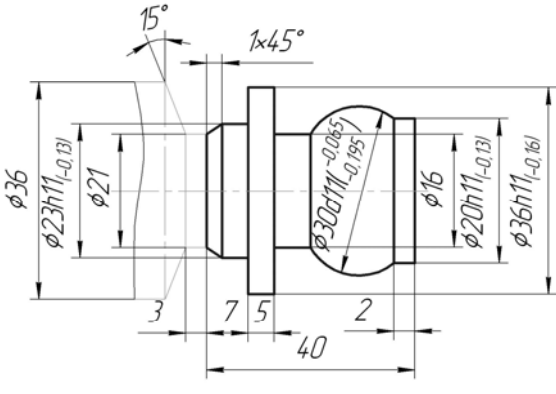
Спроектировать призматический радиальный фасонный резец	Вариант 32
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 20, $\sigma_b = 40 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка – 1290</p>	

Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 33
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 45, $\sigma_b = 60 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка – 1265М</p>	





Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 40
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 50X, $\sigma_b = 110 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1265</p>	
Спроектировать призматический радиальный фасонный резец	Вариант 41
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 20, $\sigma_b = 40 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1265H</p>	
Спроектировать призматический радиальный фасонный резец	Вариант 42
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки сталь 30, $\sigma_b = 50 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1265M</p>	

Спроектировать призматический радиальный фасонный резец	Вариант 43
<p style="text-align: center;">Исходные данные</p> 	<p> Материал заготовки сталь 40ХГТ, $\sigma_b = 125 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1290 </p>
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 44
<p style="text-align: center;">Исходные данные</p> 	<p> Материал заготовки сталь 40, $\sigma_b = 60 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1265М </p>
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 45
<p style="text-align: center;">Исходные данные</p> 	<p> Материал заготовки сталь 25, $\sigma_b = 46 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка - 1А136 </p>

Спроектировать призматический фасонный резец	Вариант 46
<p>Исходные данные</p> <p>Материал заготовки сталь 35, $\sigma_b = 54 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка – 1261М</p>	

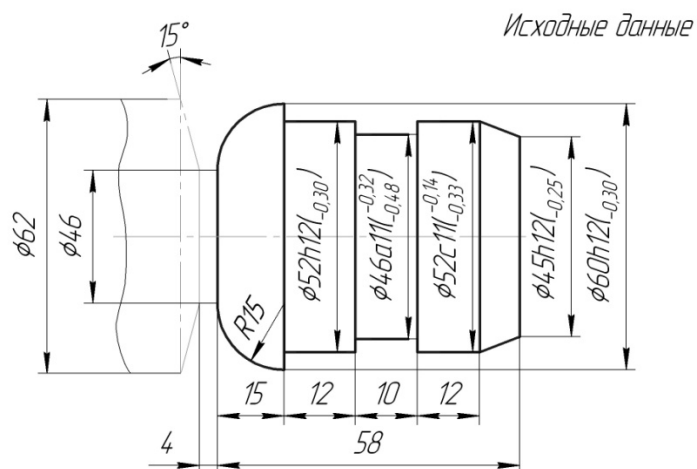
Спроектировать призматический радиальный фасонный резец	Вариант 47
<p>Исходные данные</p> <p>Материал заготовки сталь 40ХН, HB = 217 Модель станка – 1261М</p>	

Спроектировать призматический радиальный фасонный резец	Вариант 48
<p>Исходные данные</p> <p>Материал заготовки сталь 35, $\sigma_b = 54 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка – 1261М</p>	

Вариант 49

Спроектировать круглый фасонный резец

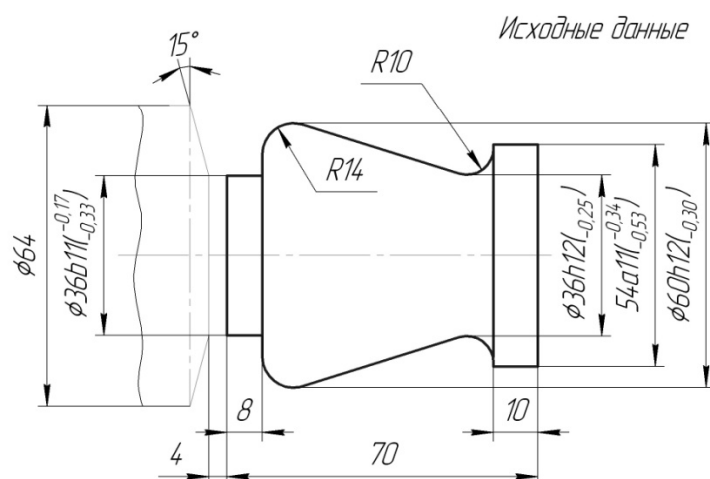
Вариант 51



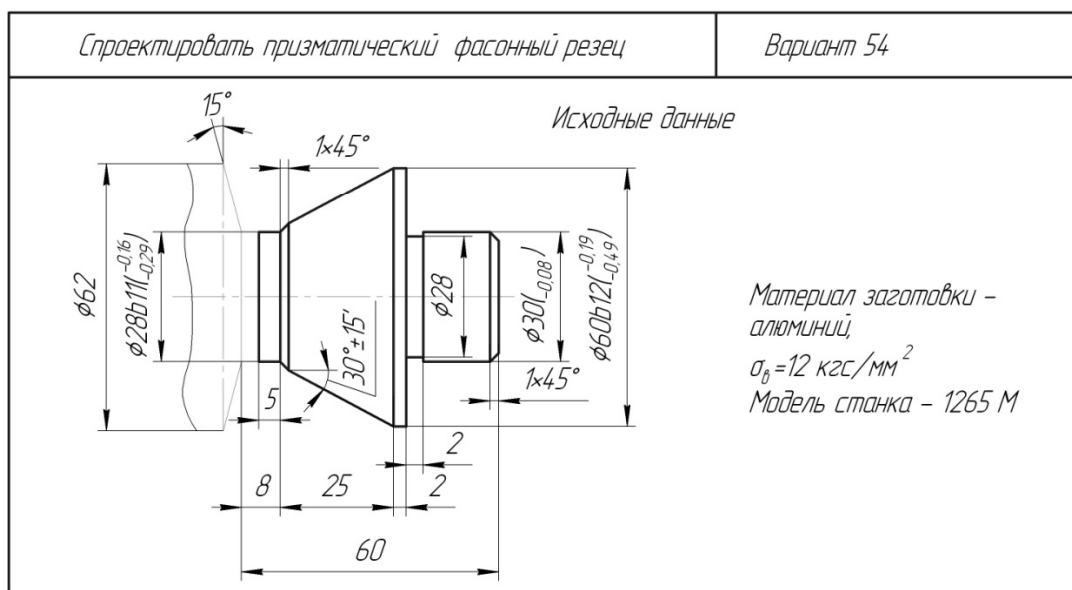
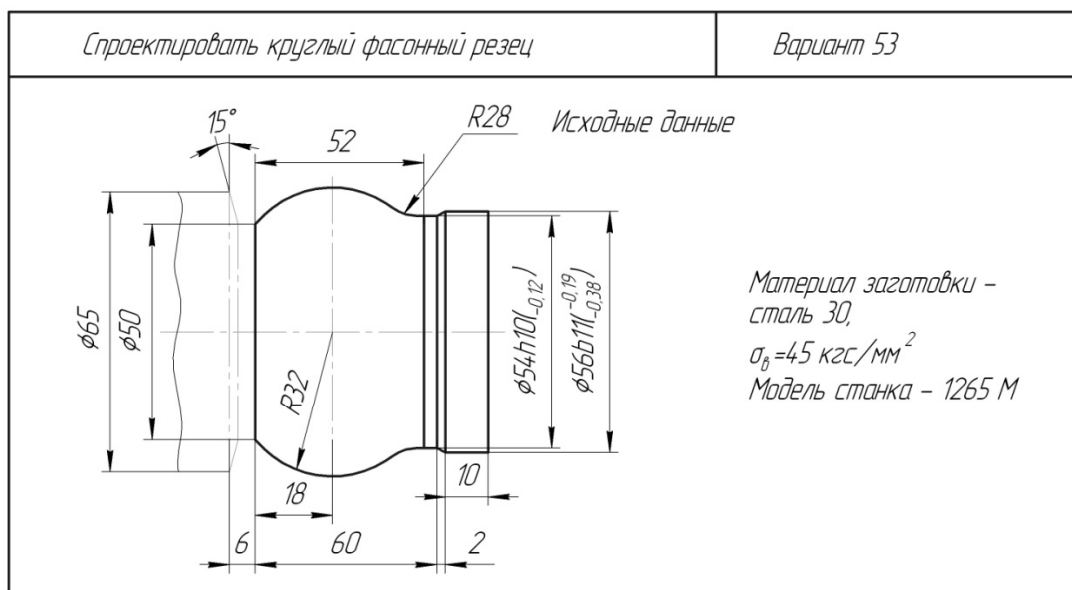
Материал заготовки –
сталь 50,
 $\sigma_b = 60 \text{ кгс/мм}^2$
Модель станка – 1265 М

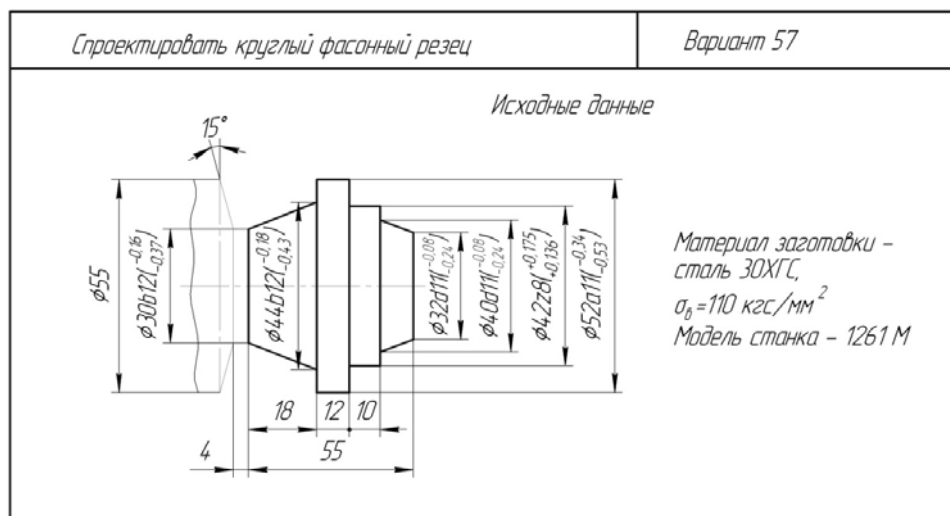
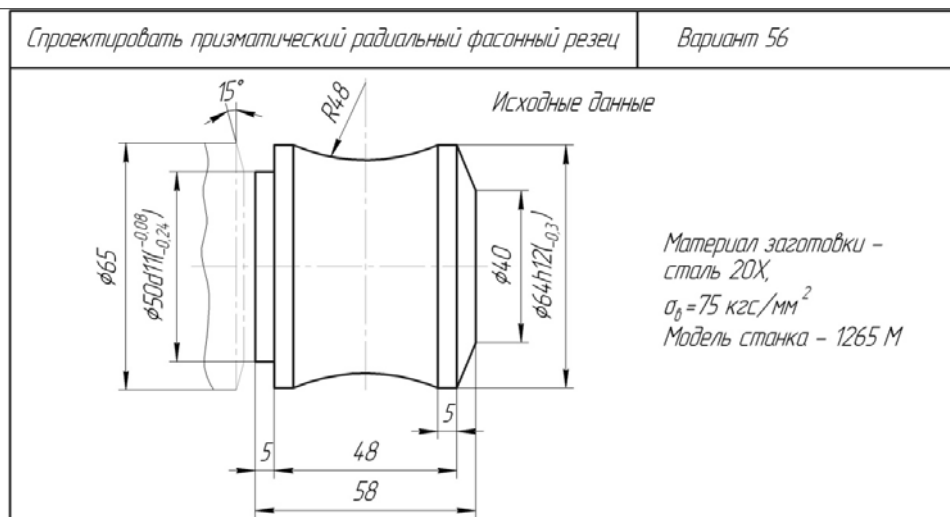
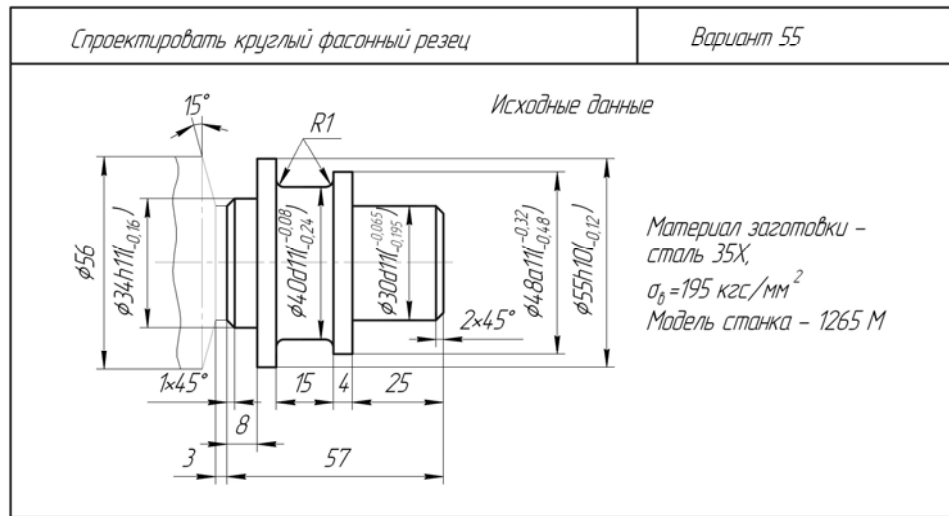
Спроектировать призматический фасонный резец

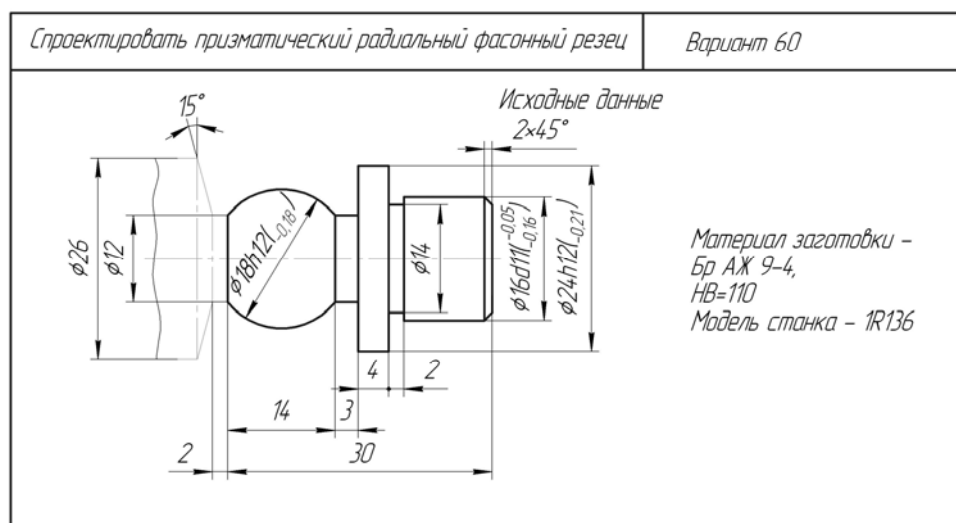
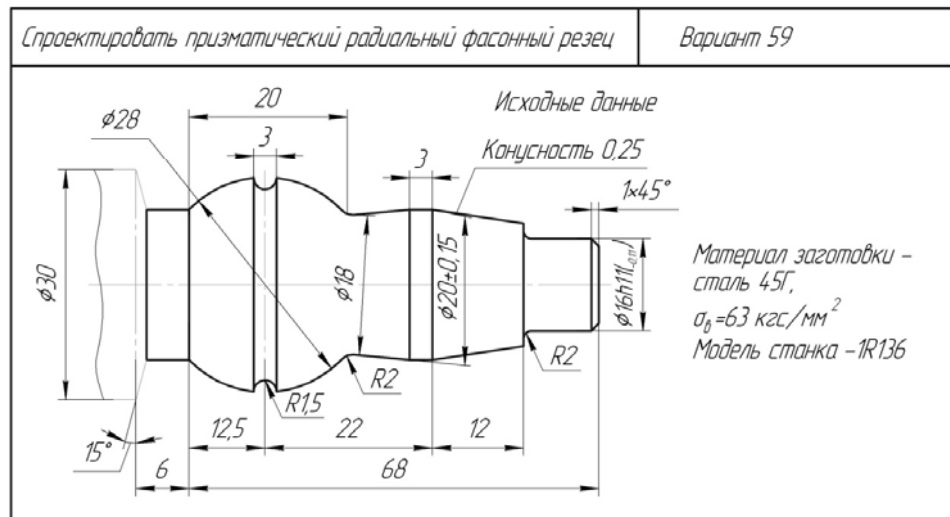
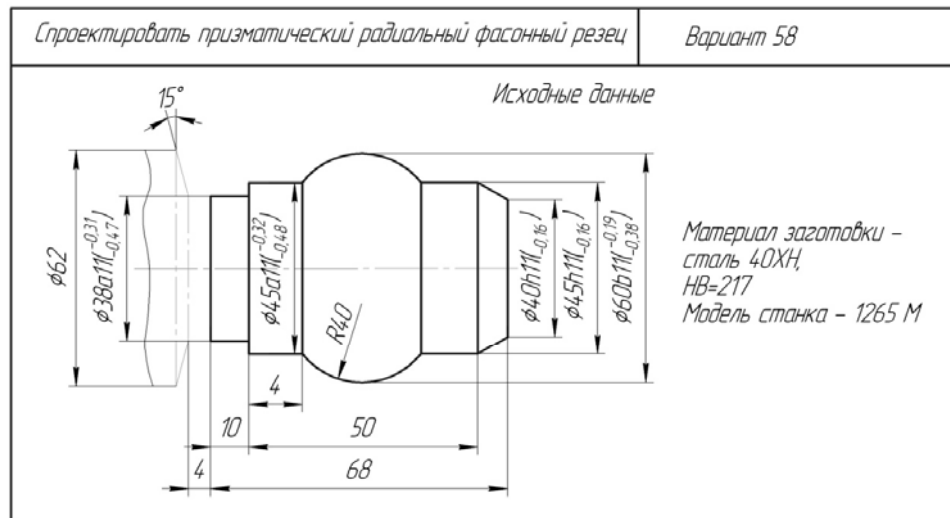
Вариант 52

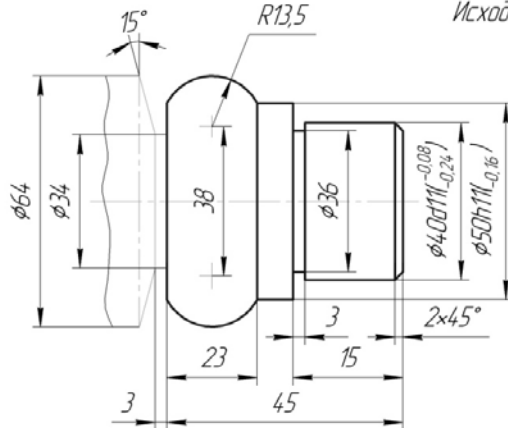
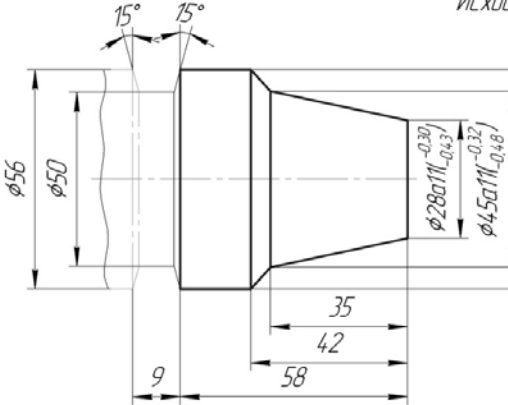
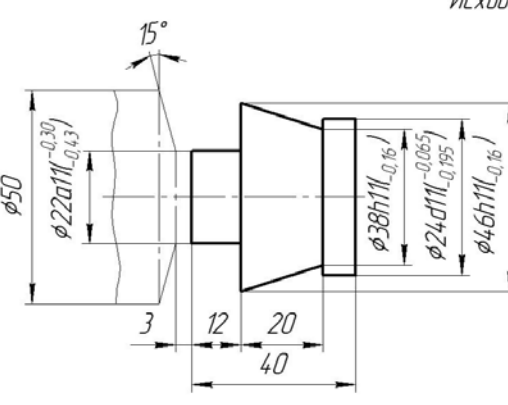


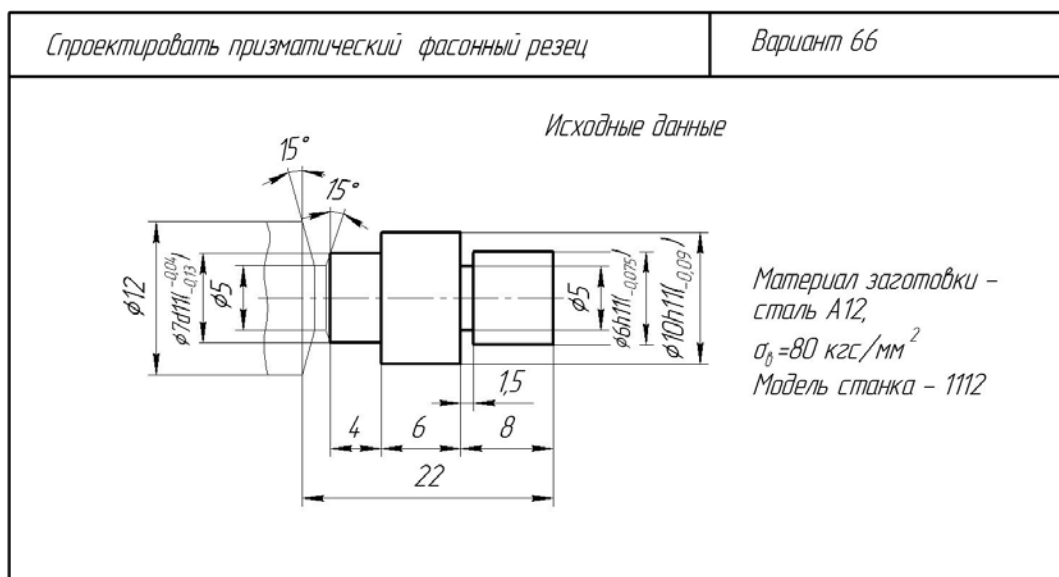
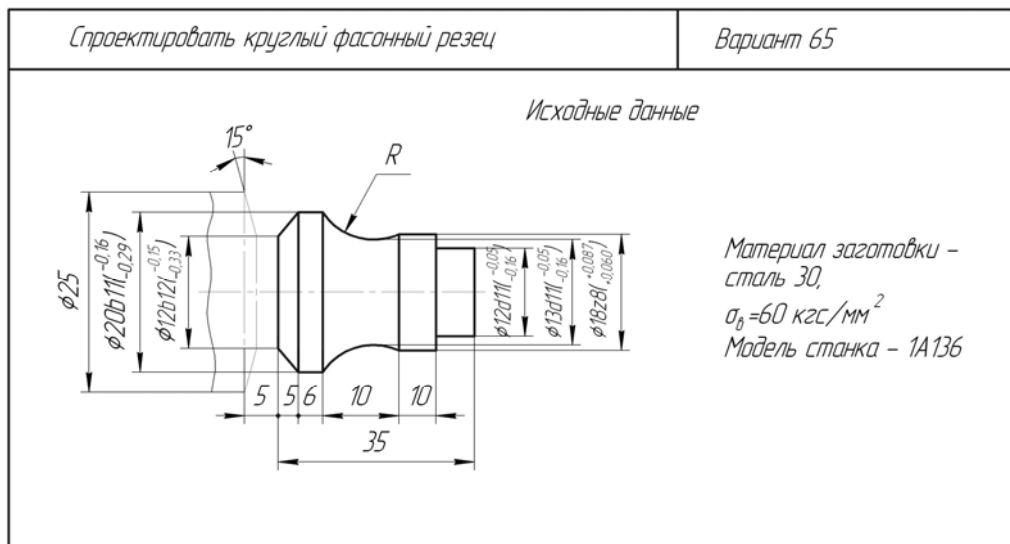
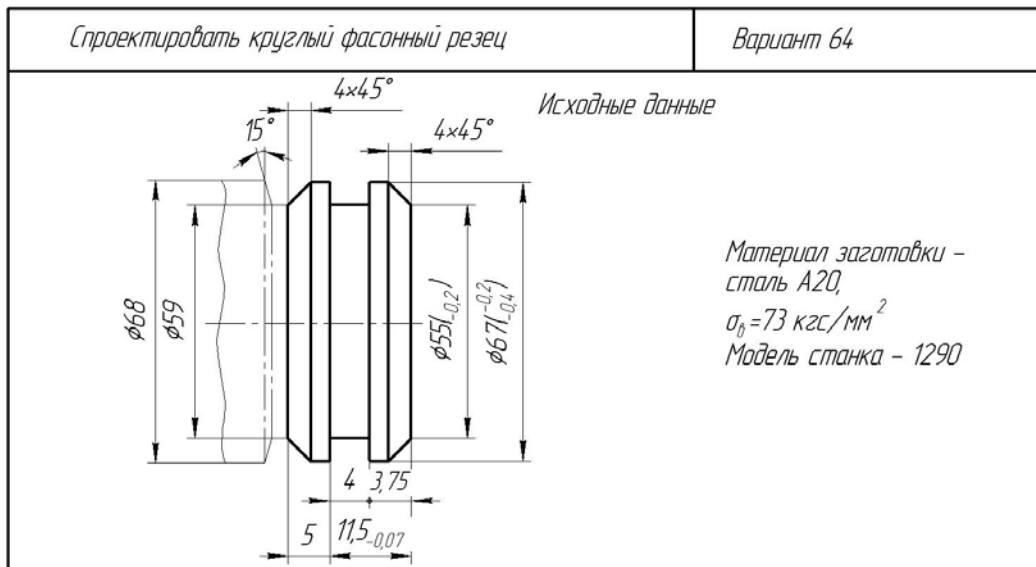
Материал заготовки –
сталь 40,
 $\sigma_b = 40 \text{ кгс/мм}^2$
Модель станка – 1265 М

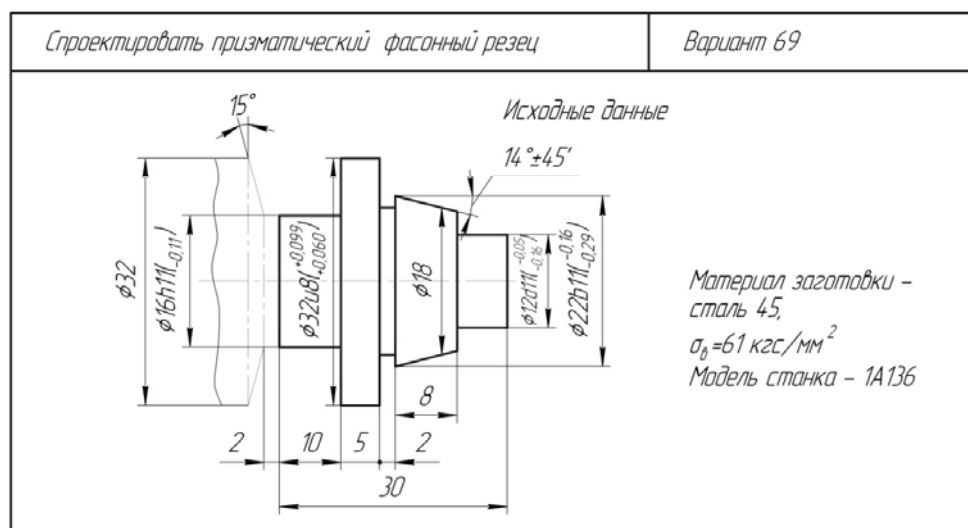
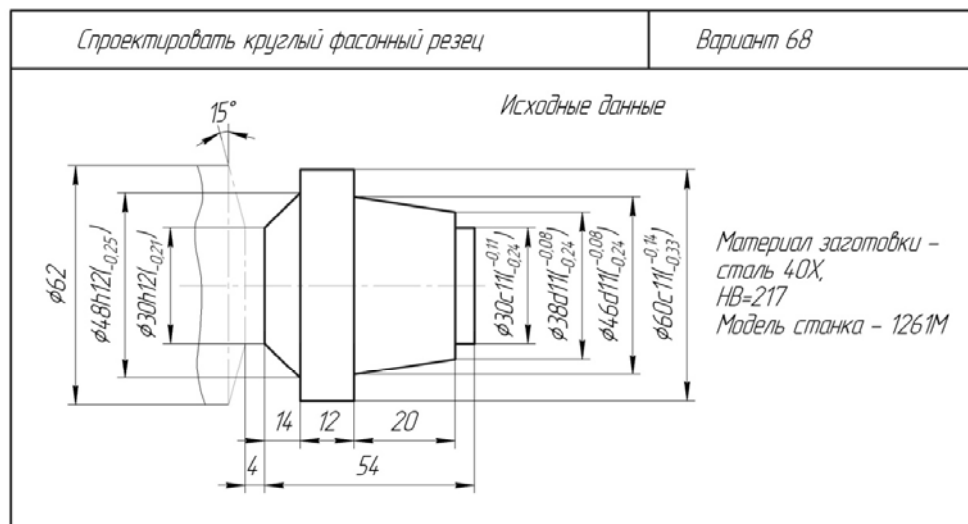
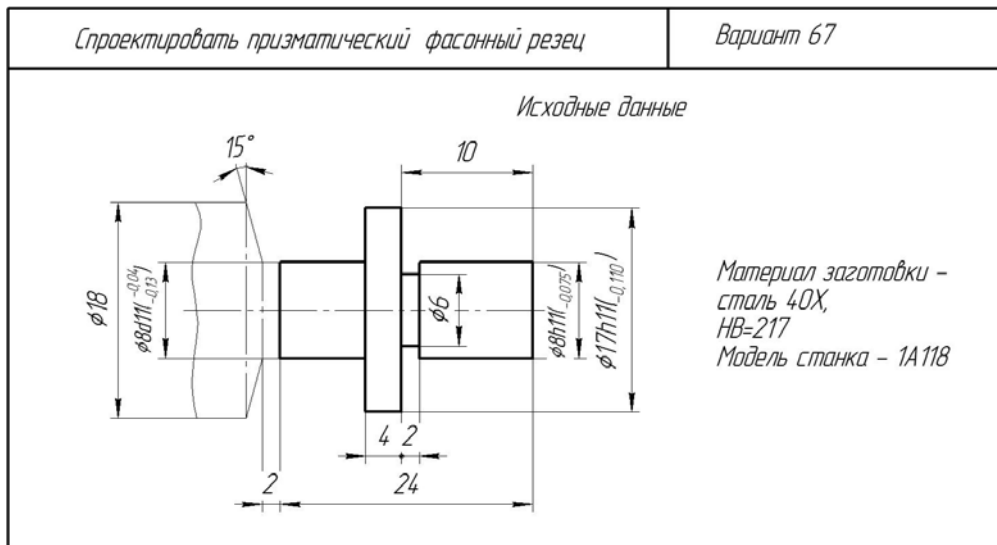


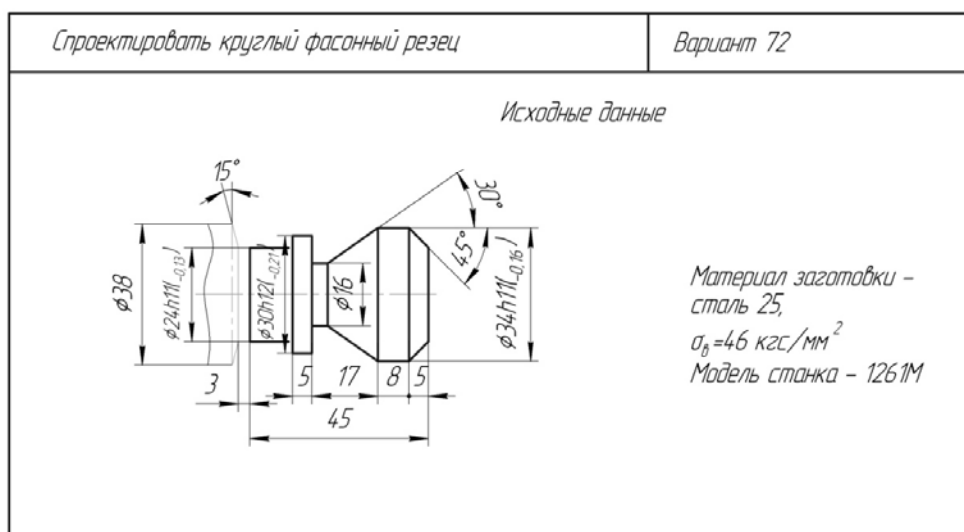
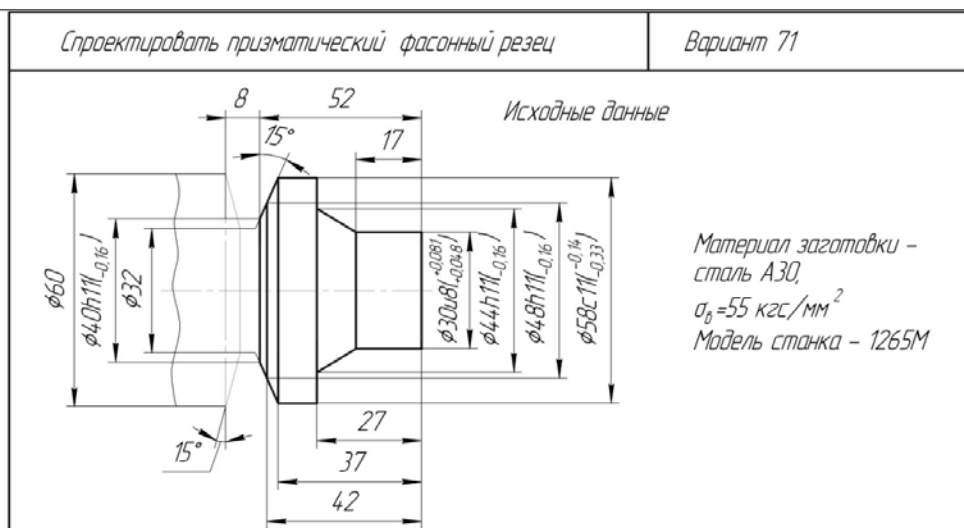
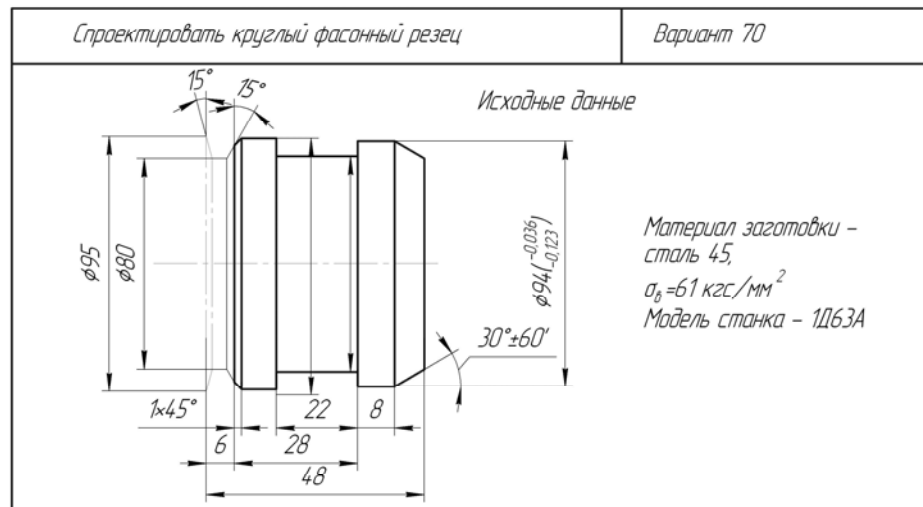


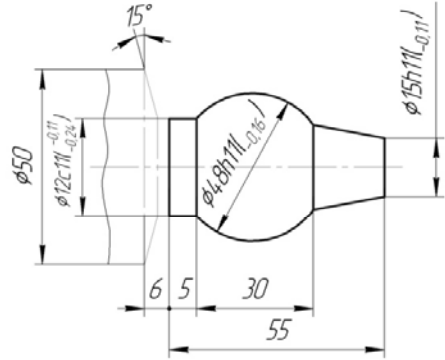


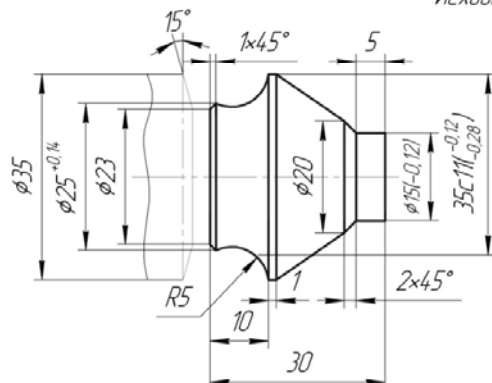
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 61
<p style="text-align: right;">Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки – сталь А40Г, $\sigma_b = 75 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка – 1265 М</p>	
Спроектировать призматический фасонный резец	Вариант 62
<p style="text-align: right;">Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки – сталь У7А, HB=187 Модель станка – 1261 М</p>	
Спроектировать призматический фасонный резец	Вариант 63
<p style="text-align: right;">Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки – сталь 45, $\sigma_b = 61 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка – 1265 М</p>	

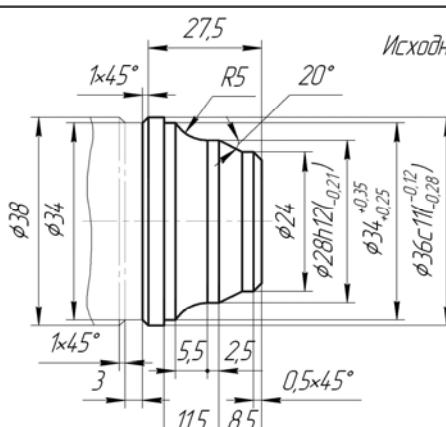


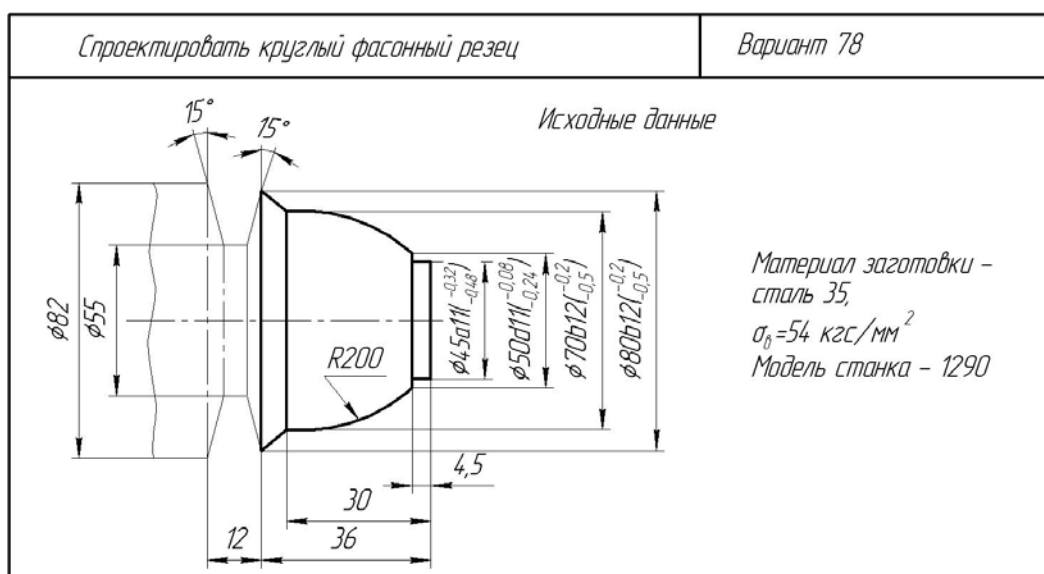
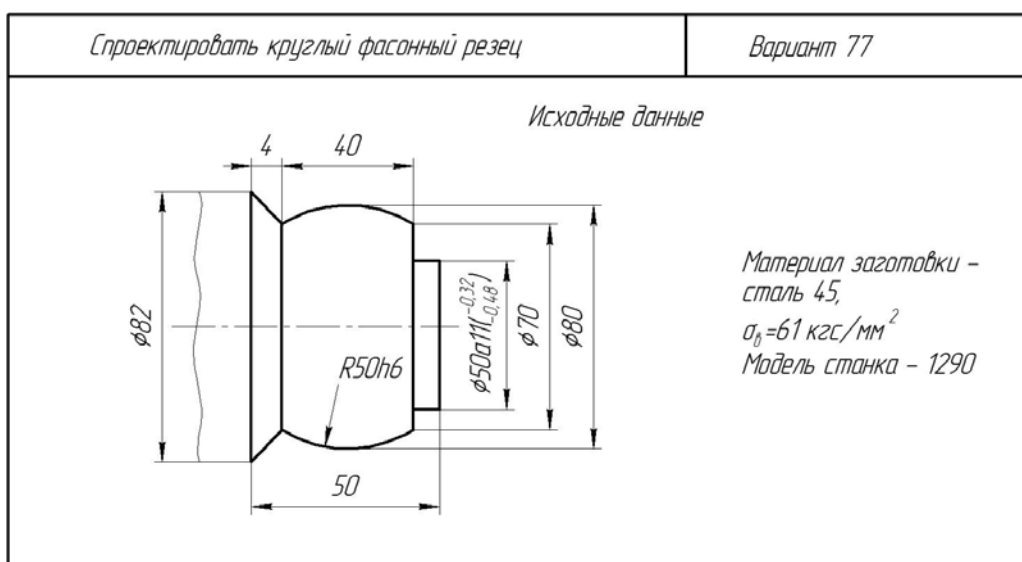
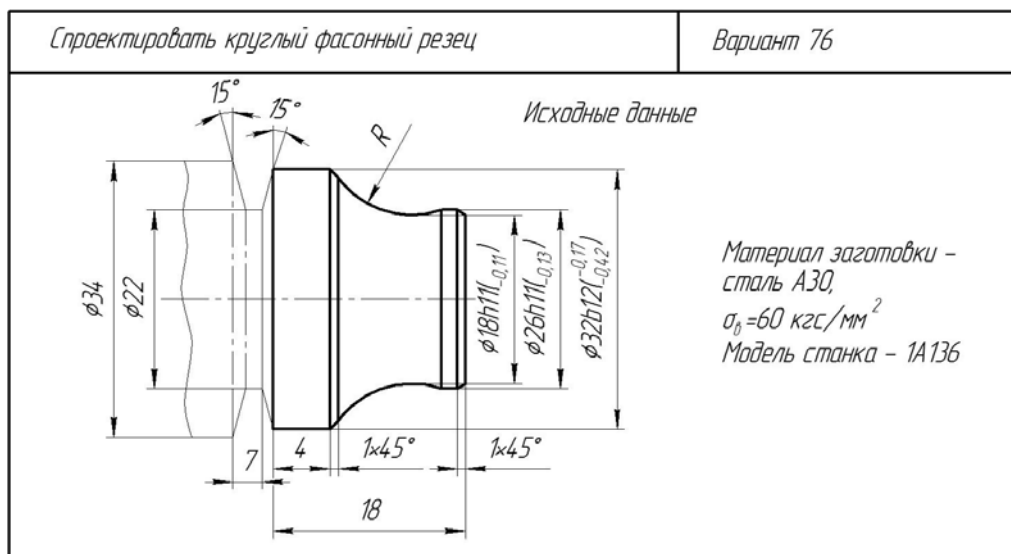


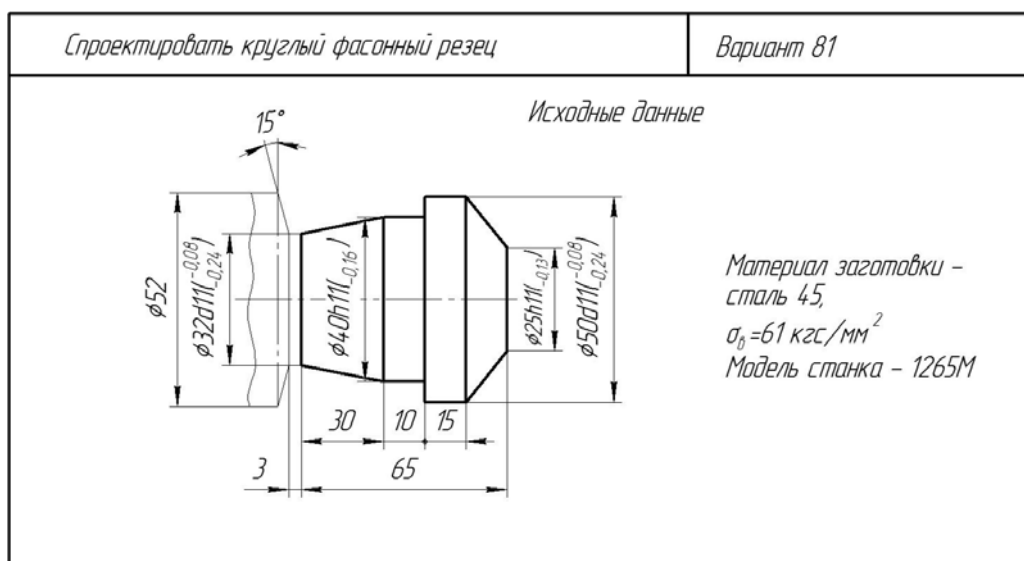
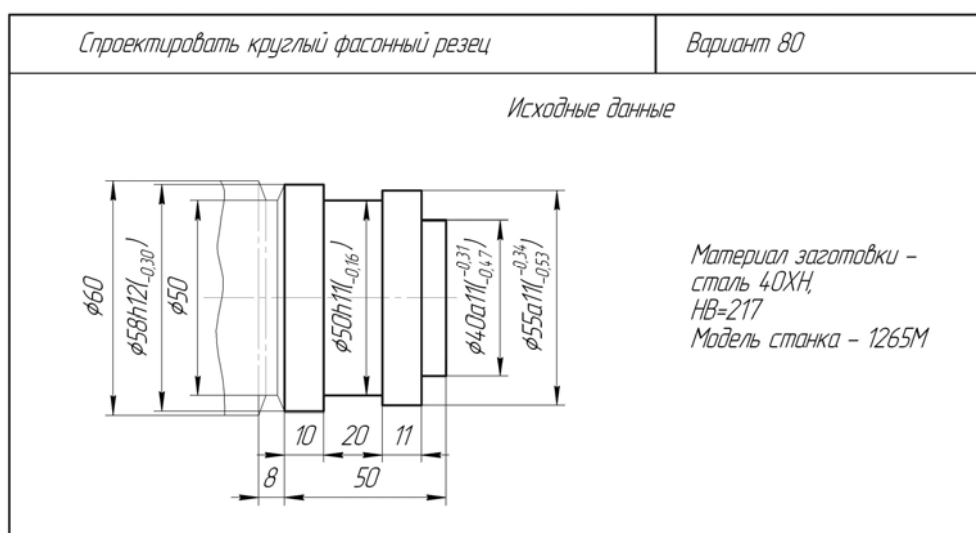
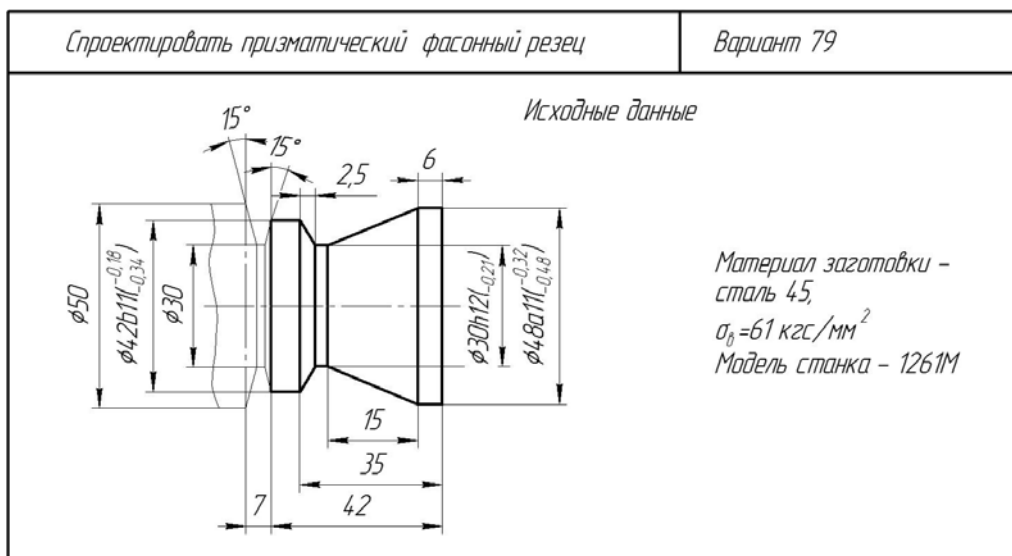


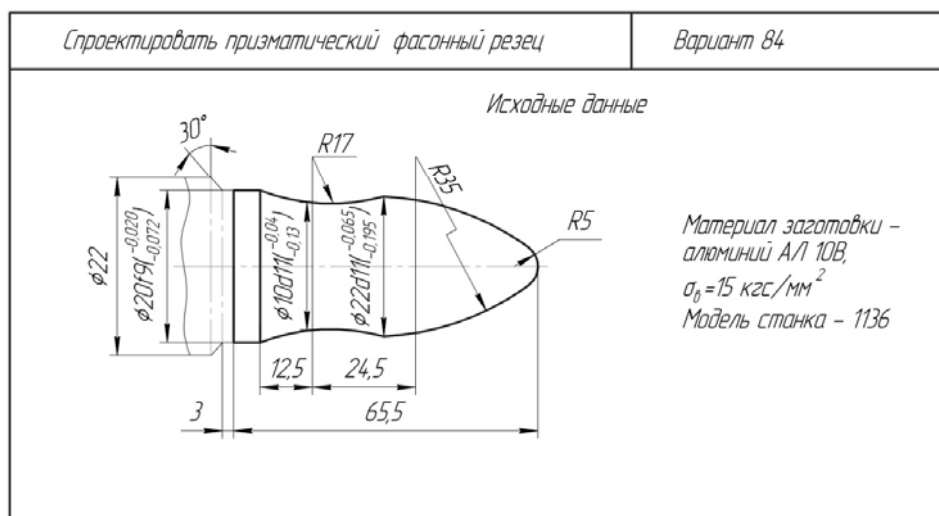
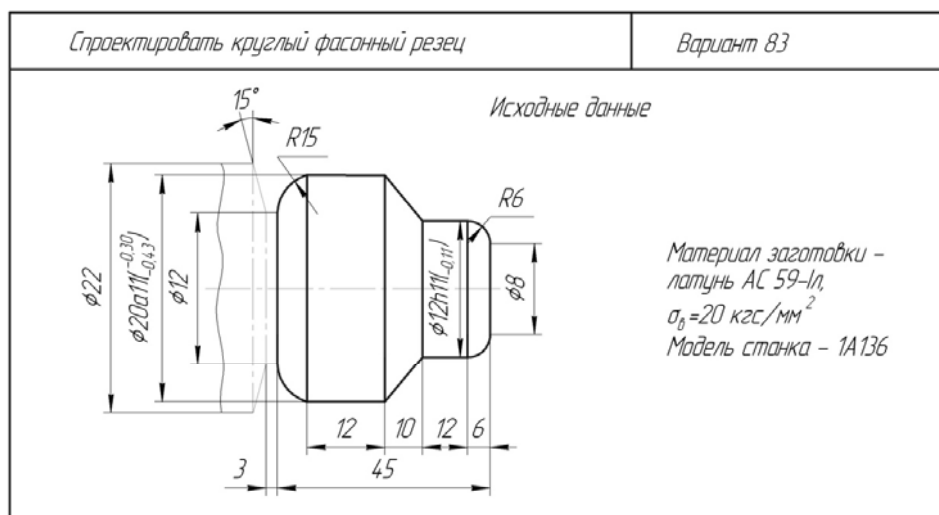
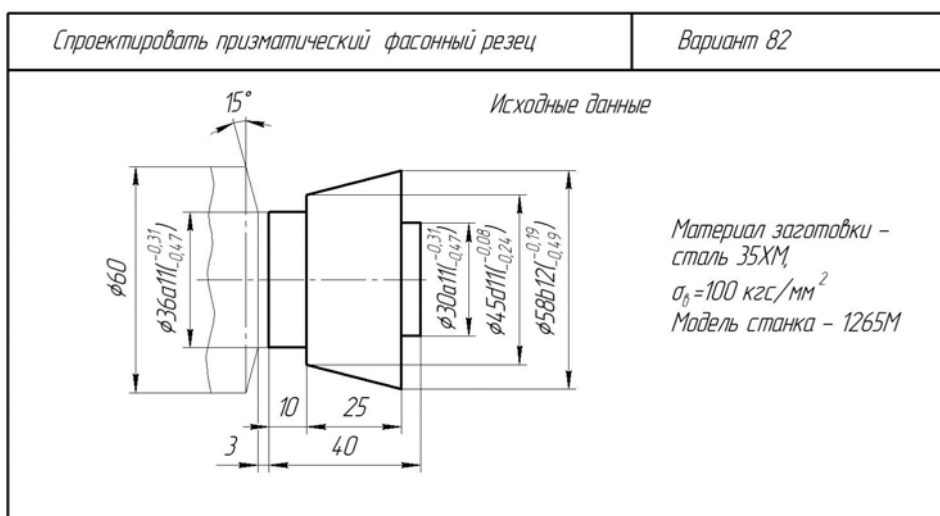
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 73
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки – сталь 40XH, HB=217 Модель станка – 1261M</p>	

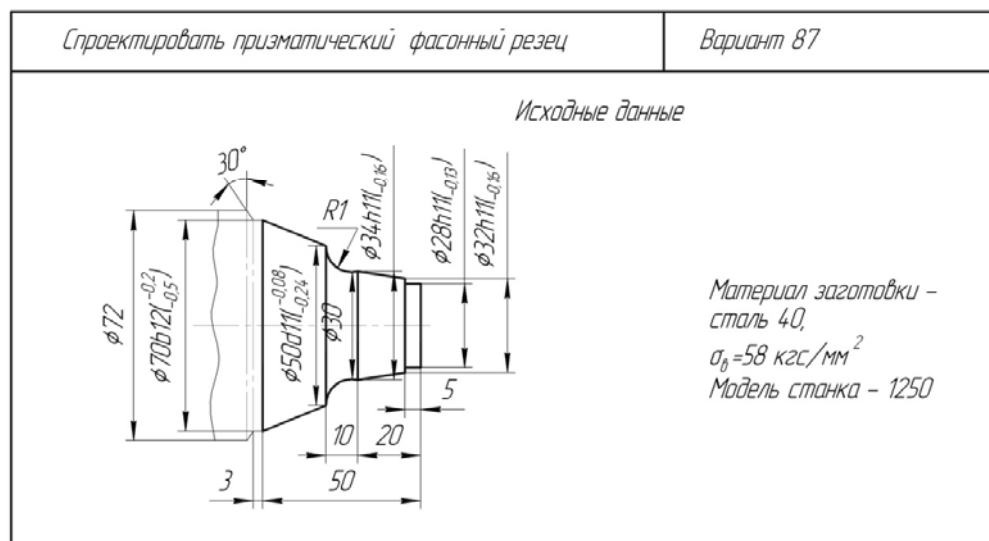
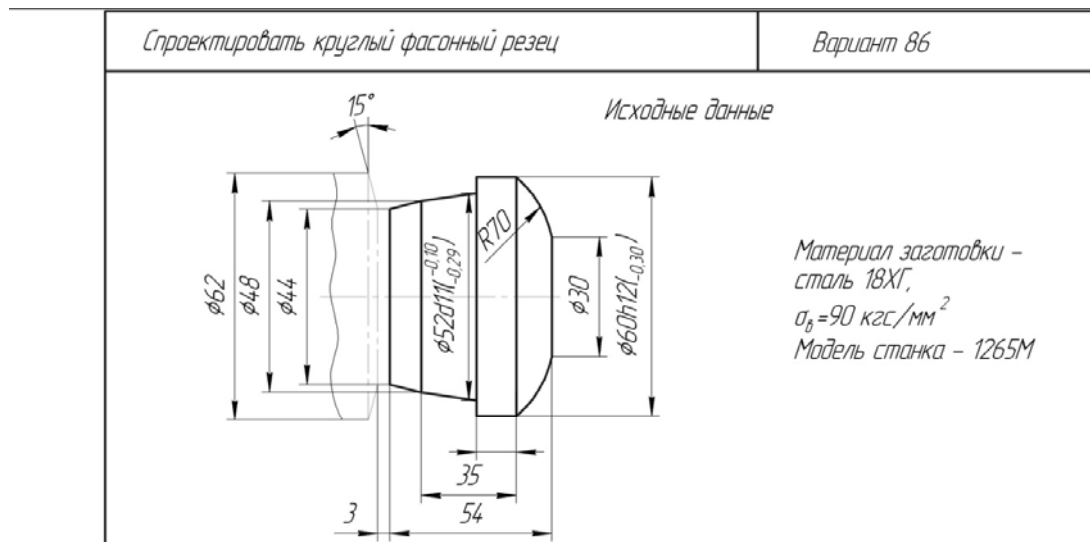
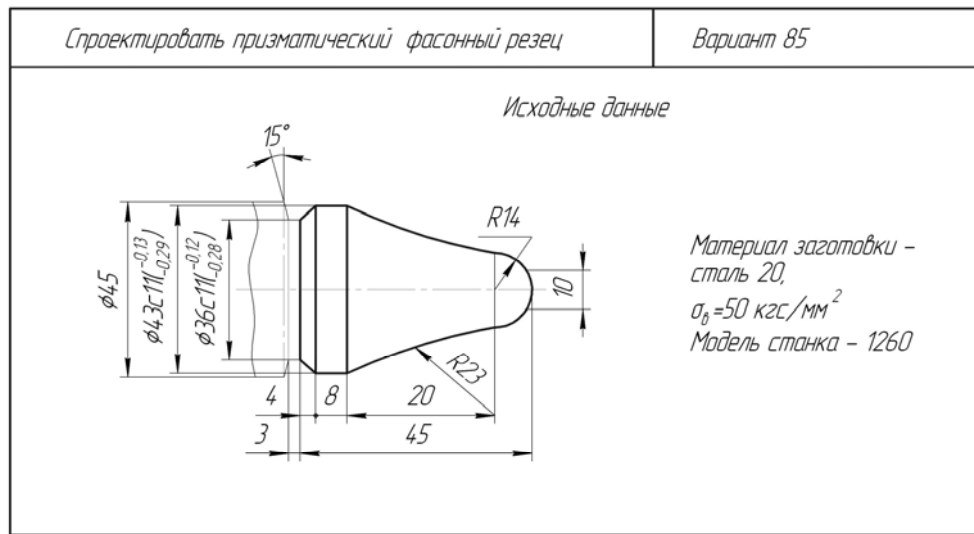
Спроектировать призматический фасонный резец	Вариант 74
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки – сталь 25, $\sigma_b=46$ кгс/мм² Модель станка – 1A136</p>	

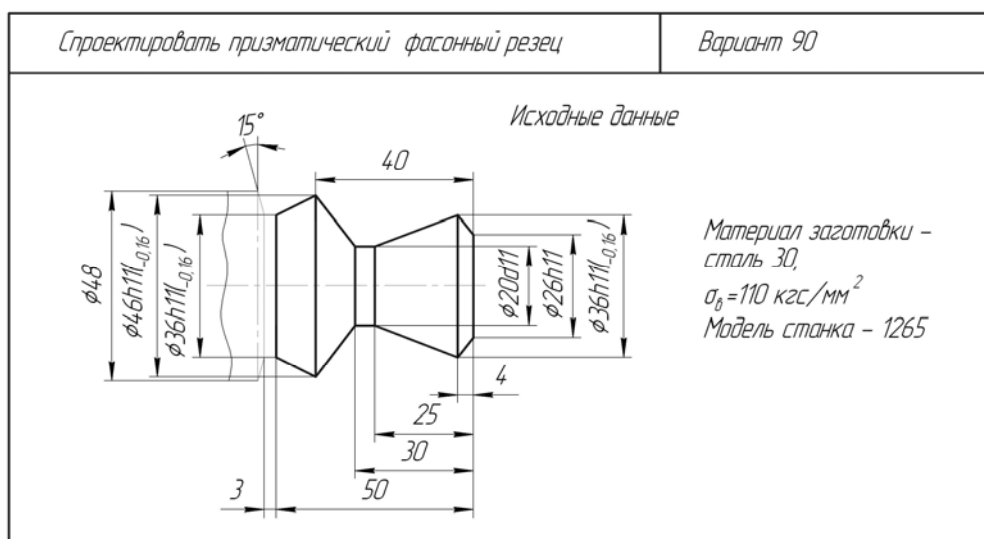
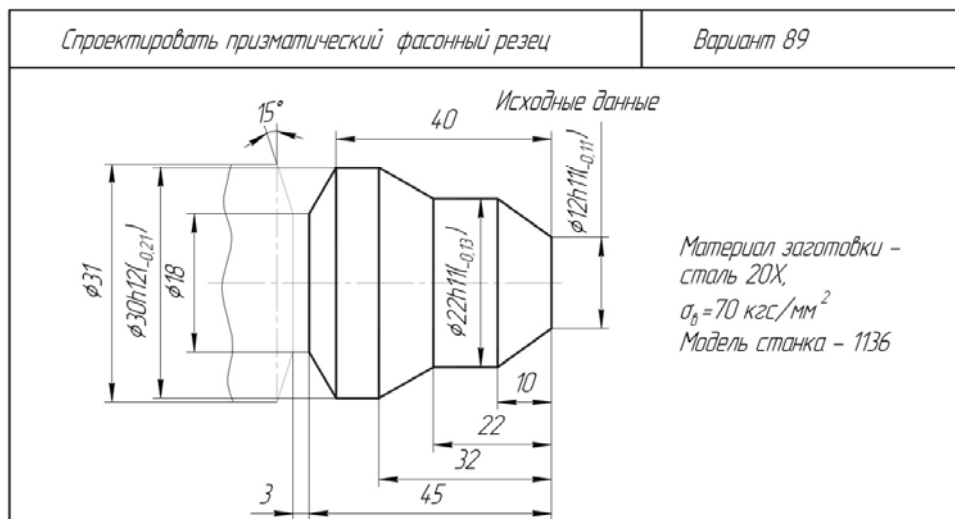
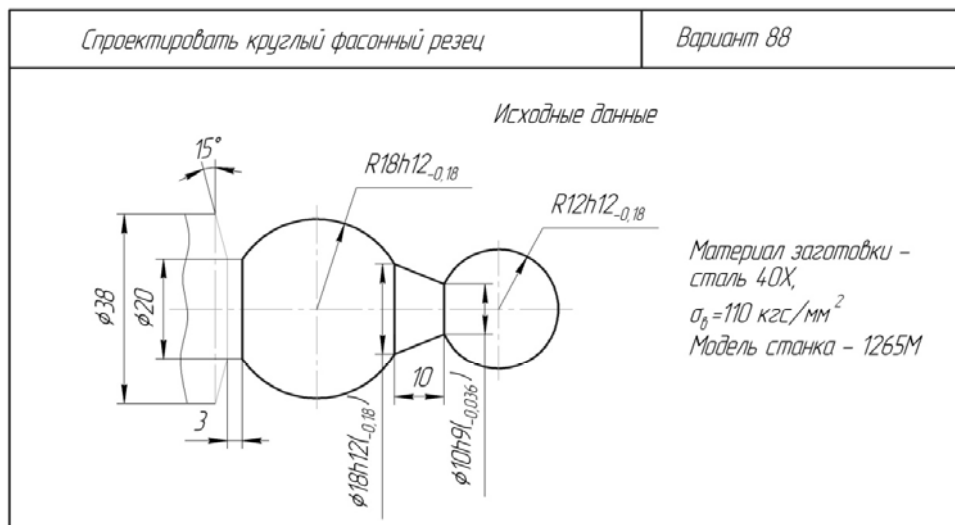
Спроектировать призматический фасонный резец	Вариант 75
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки – сталь 40, $\sigma_b=58$ кгс/мм² Модель станка – 1265</p>	

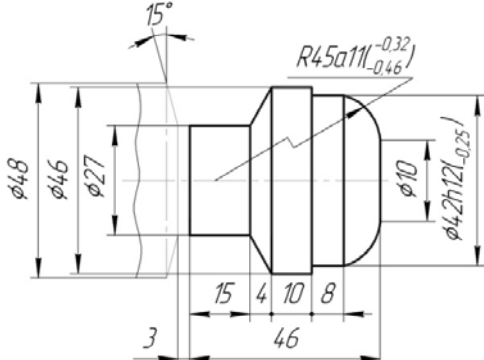


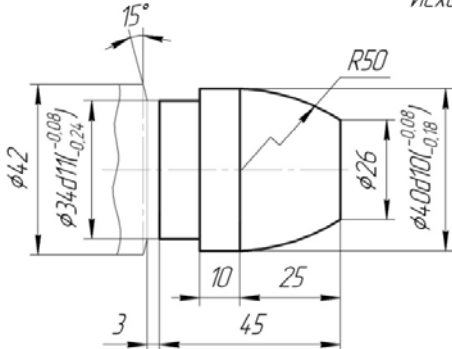


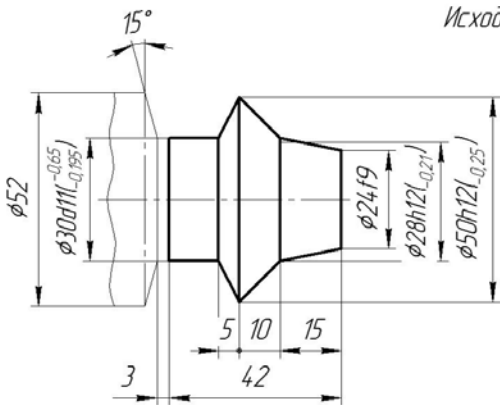


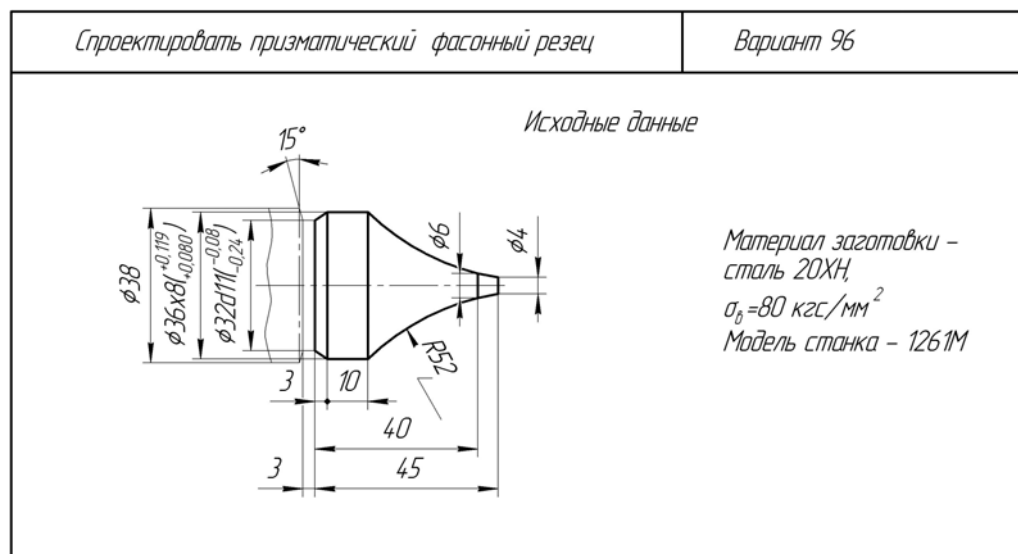
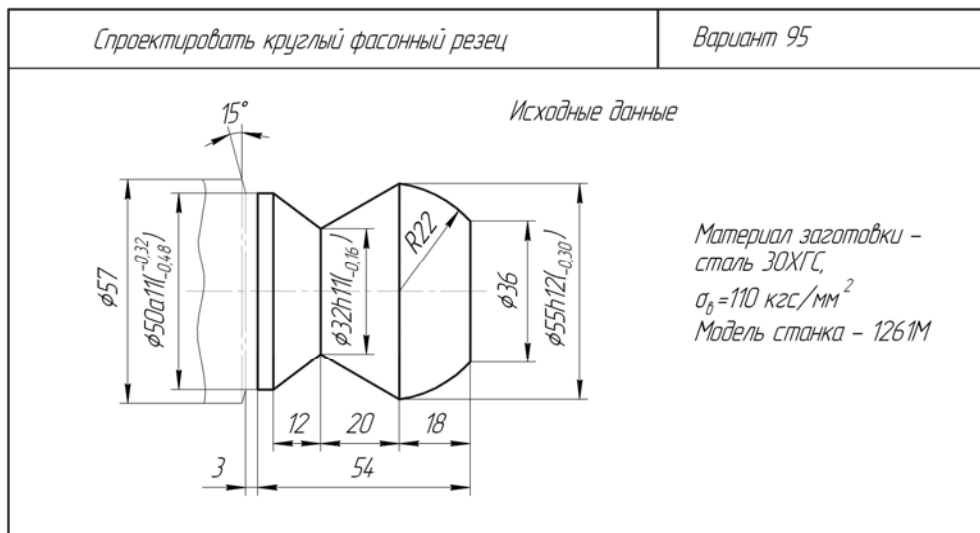
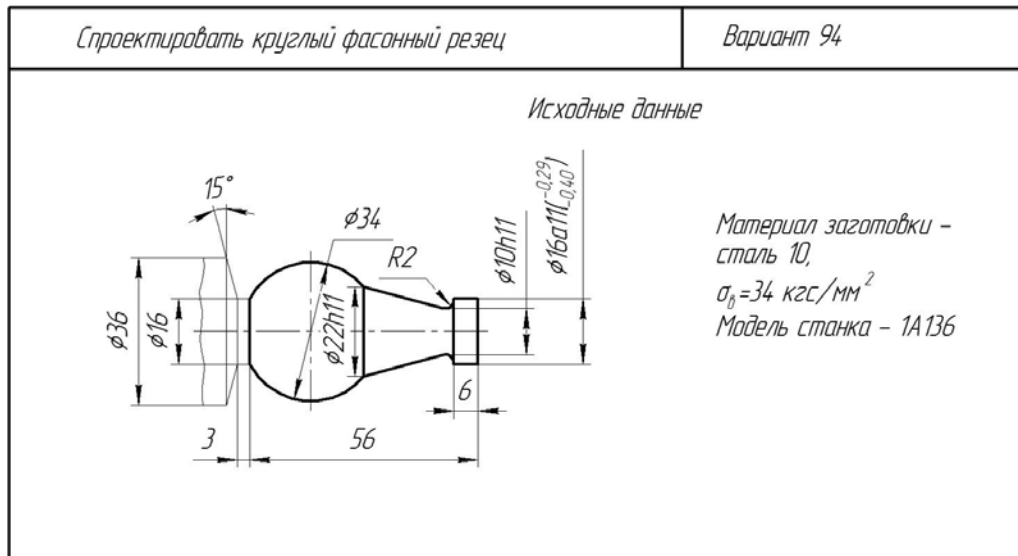


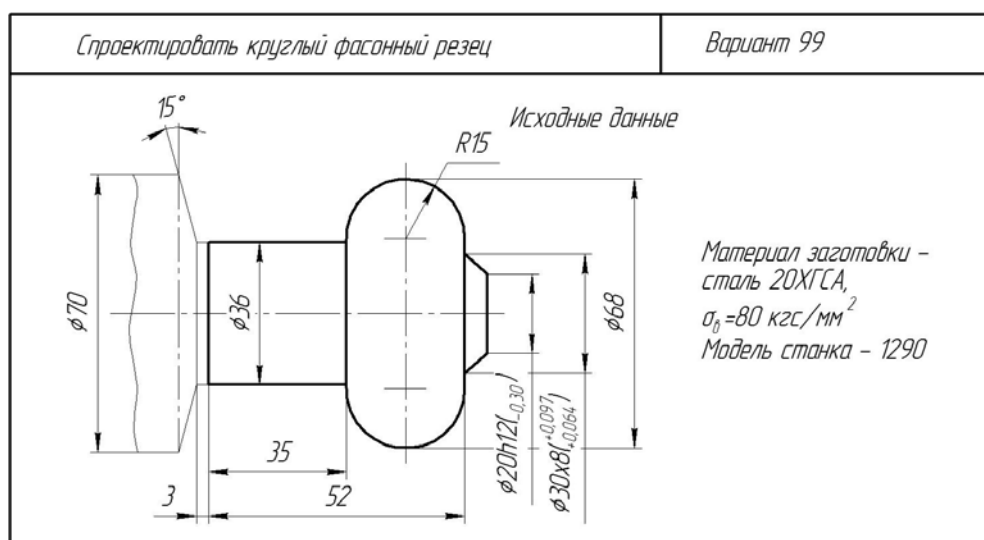
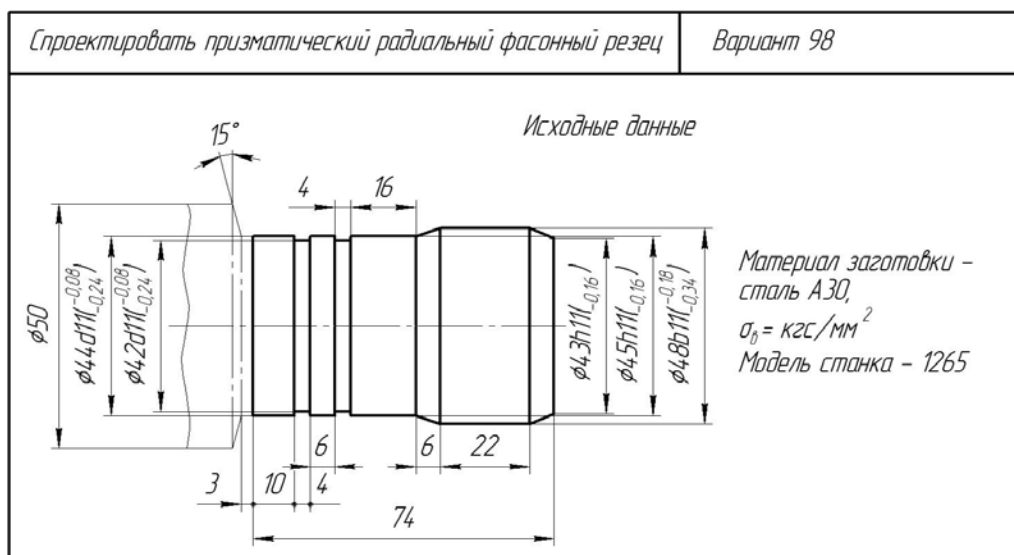
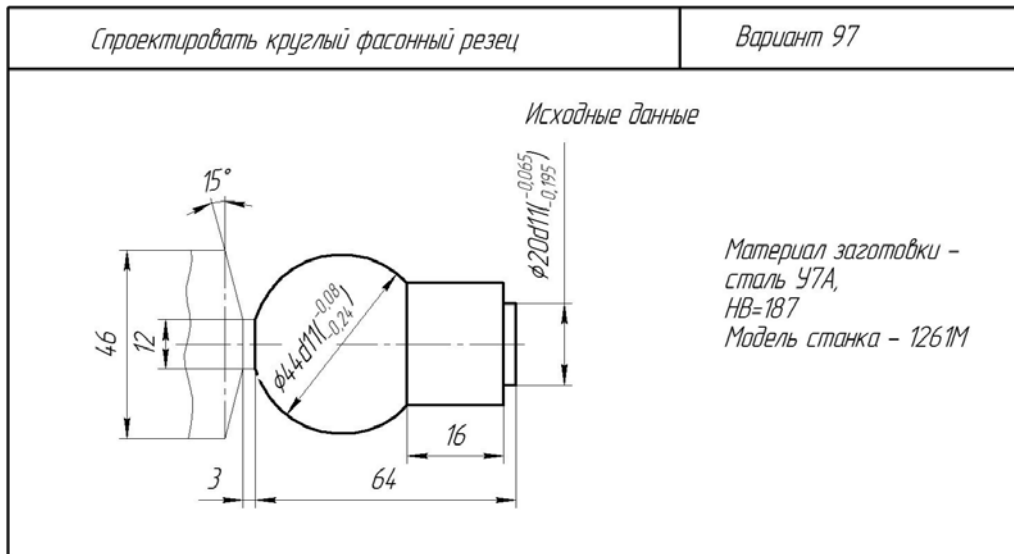


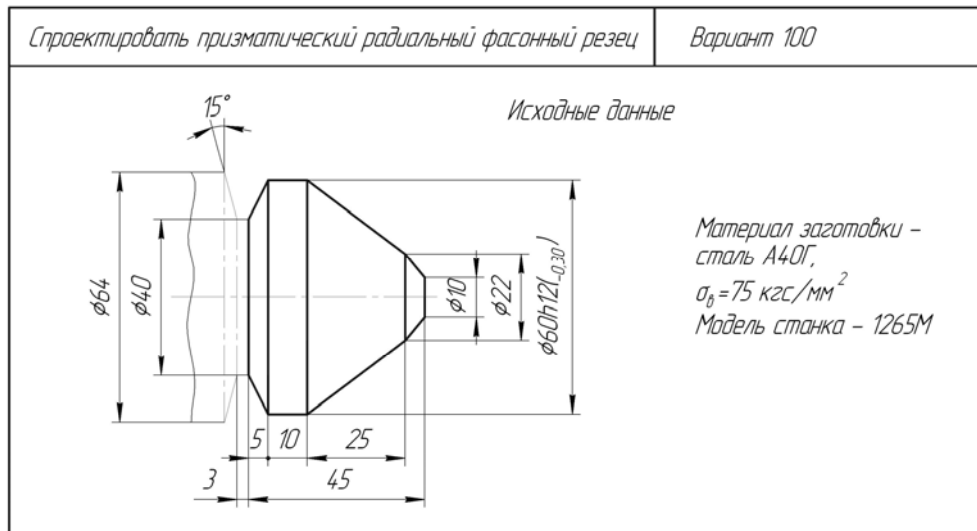
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 91
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки – сталь 70, $\sigma_b = 79 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка – 1265</p>	

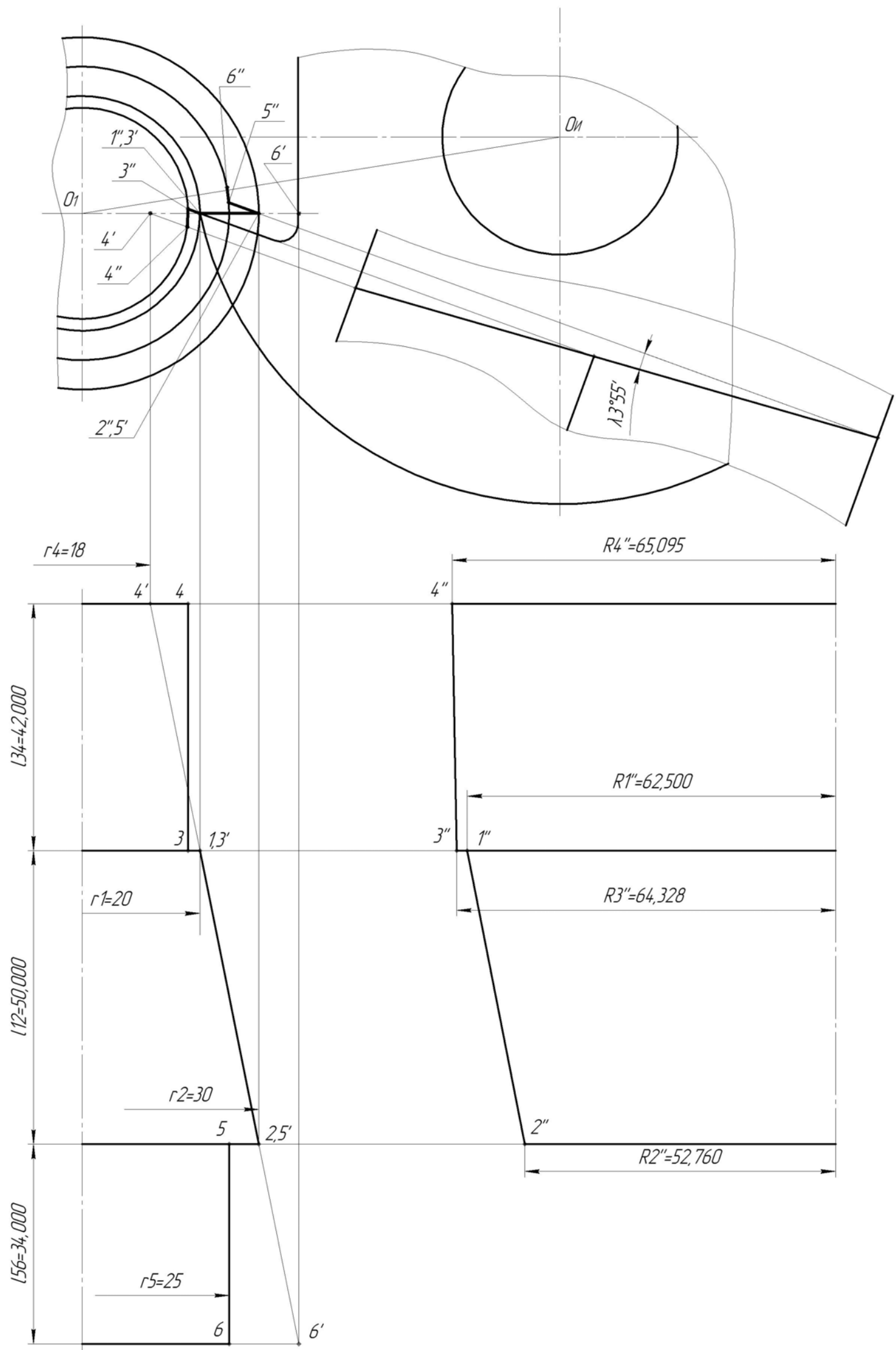
Спроектировать круглый фасонный резец	Вариант 92
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки – сталь 65, $\sigma_b = 70 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка – 1261М</p>	

Спроектировать призматический фасонный резец	Вариант 93
<p>Исходные данные</p>  <p>Материал заготовки – сталь 60Г, $\sigma_b = 71 \text{ кгс/мм}^2$ Модель станка – 1261М</p>	

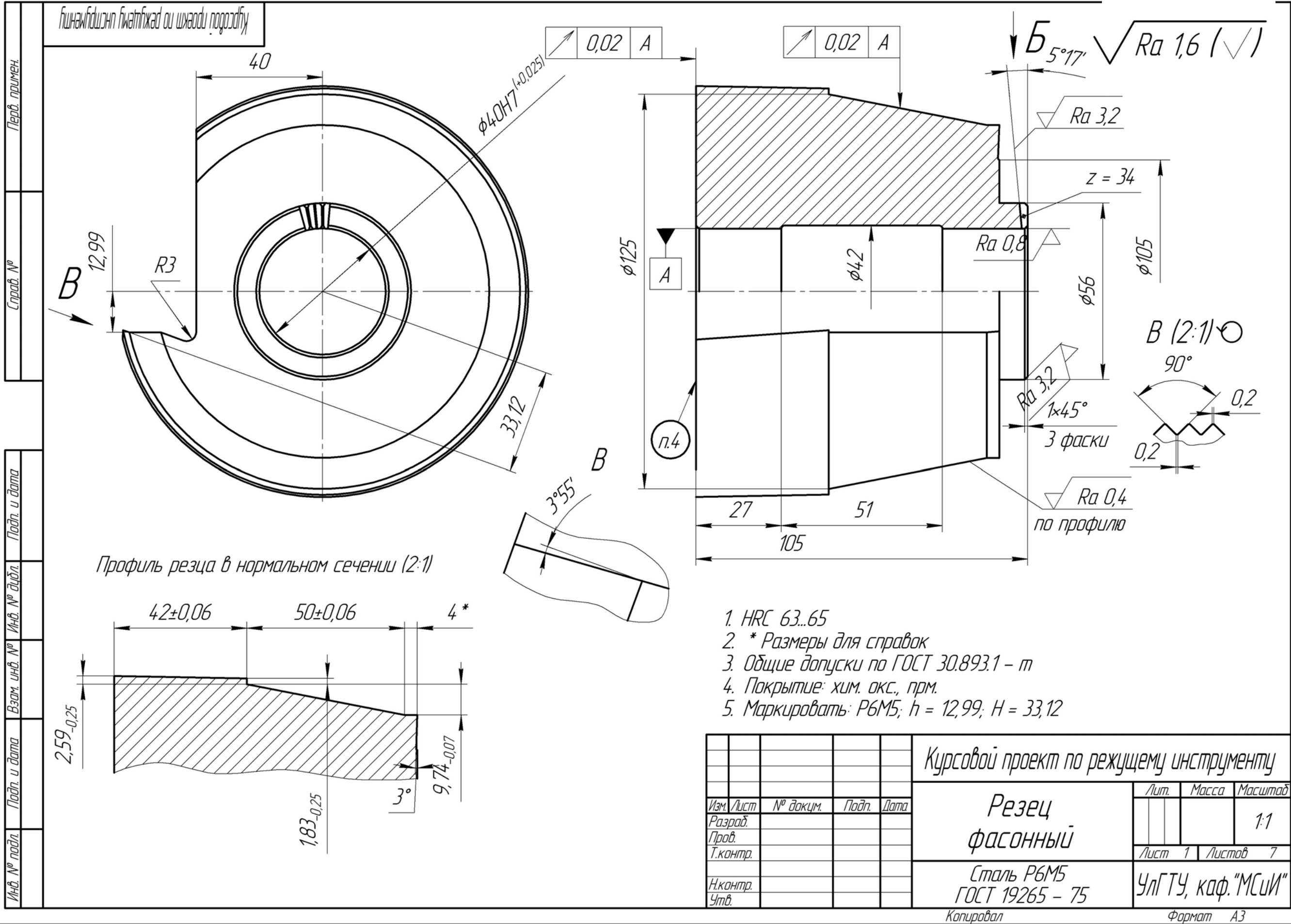


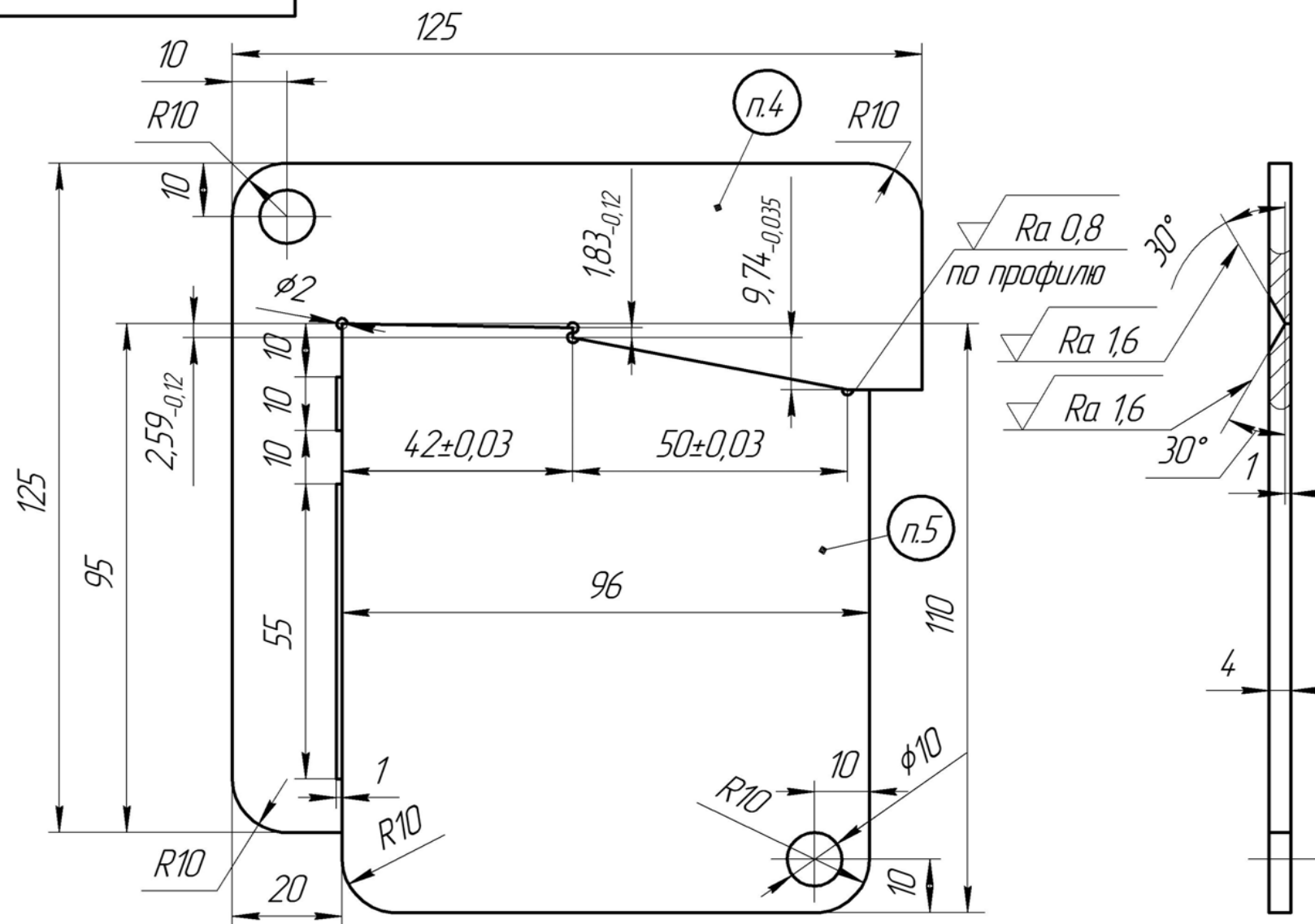






					Курсовой проект по режущему инструменту				
Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата	Графическое профилирование		Лист	Масса	Масштаб	
Разраб.								1:1	
Проб.								Листов	
Т.контр.									
Н.контр.									
Утв.						УлГТУ, каф. "МСИИ"			

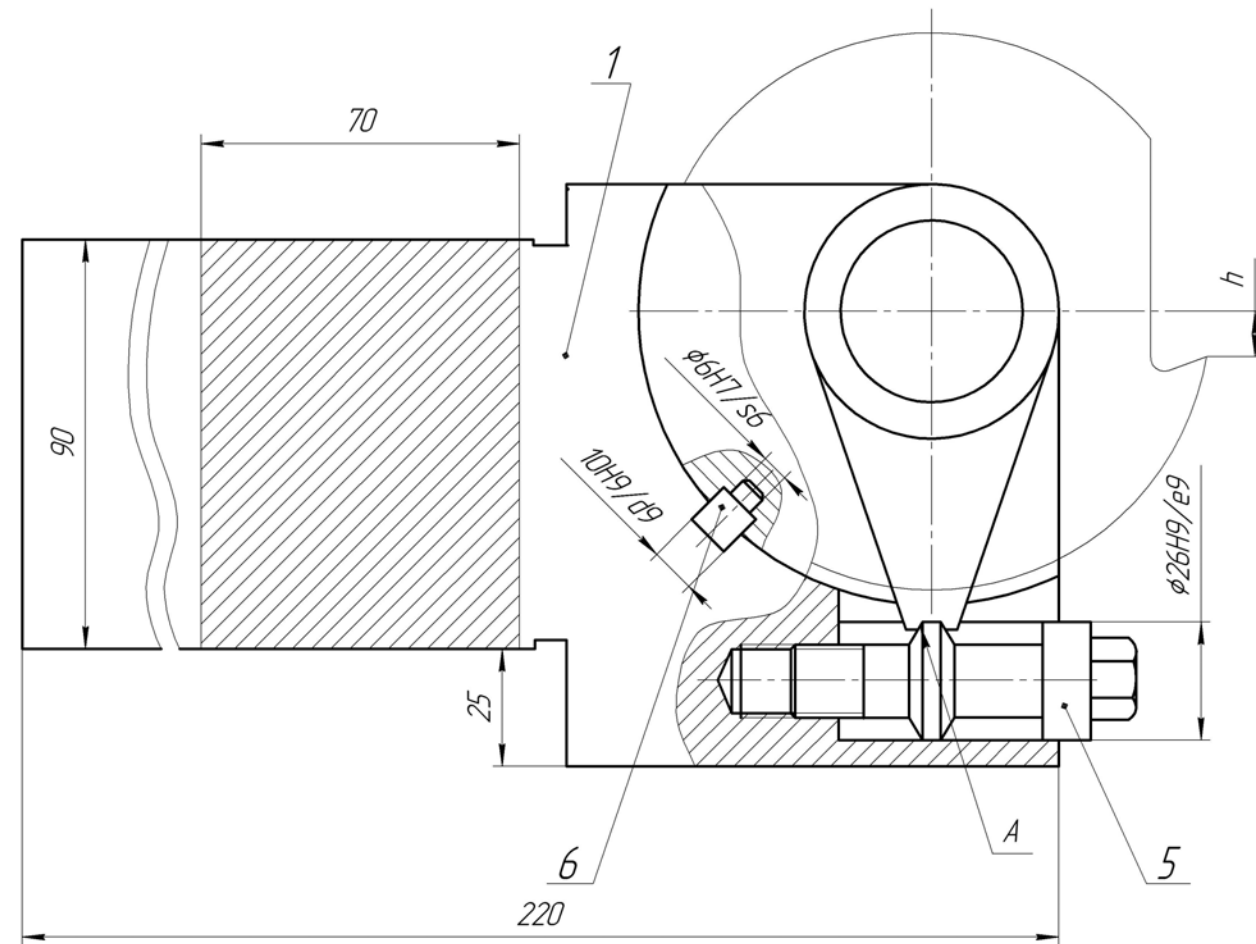
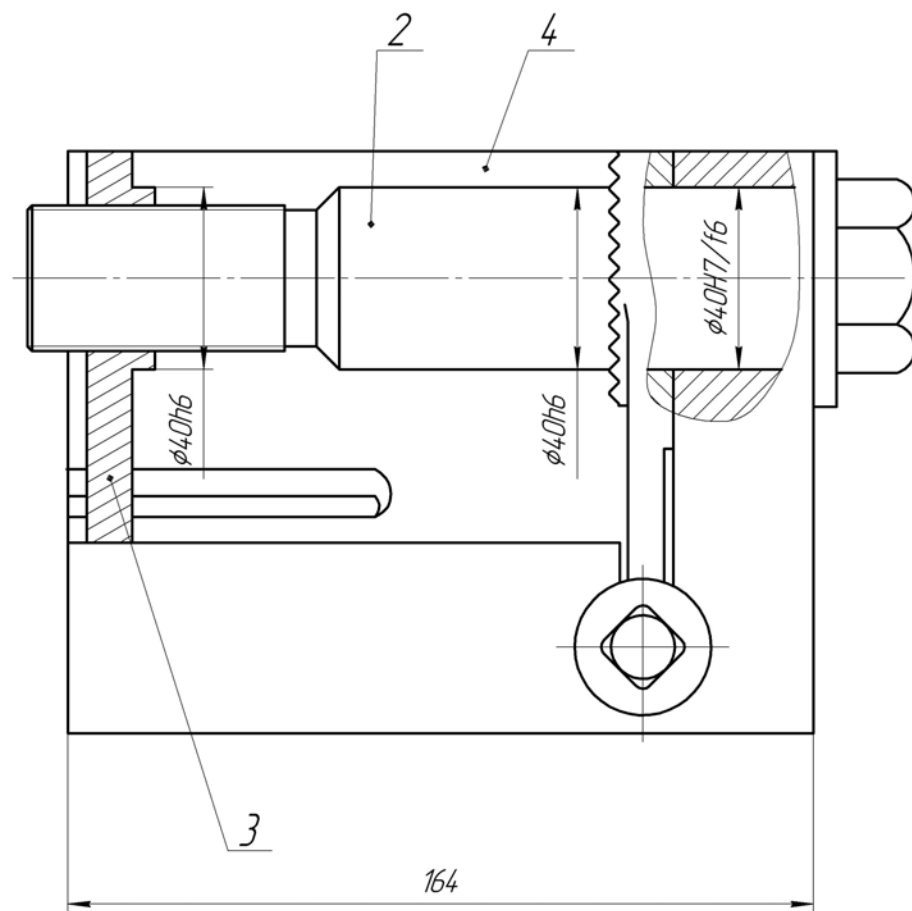




1. Цементировать на глубину 0,5 мм. HRC₃ 63...65.
2. Общие допуски по ГОСТ 30.893.1 – т
3. Покрытие: хим. окс., прм.
4. Маркировать Ш
5. Маркировать КШ

					Курсовой проект по режущему инструменту				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Шаблон и контршаблон	Лит.	Масса	Масштаб	
Разраб.								1:1	
Пров.									
Т.контр.						Лист 2	Листов 7		
Н.контр.					Сталь 20 ГОСТ1050-88	УлГТУ, каф."МСИИ"			
Утв.									

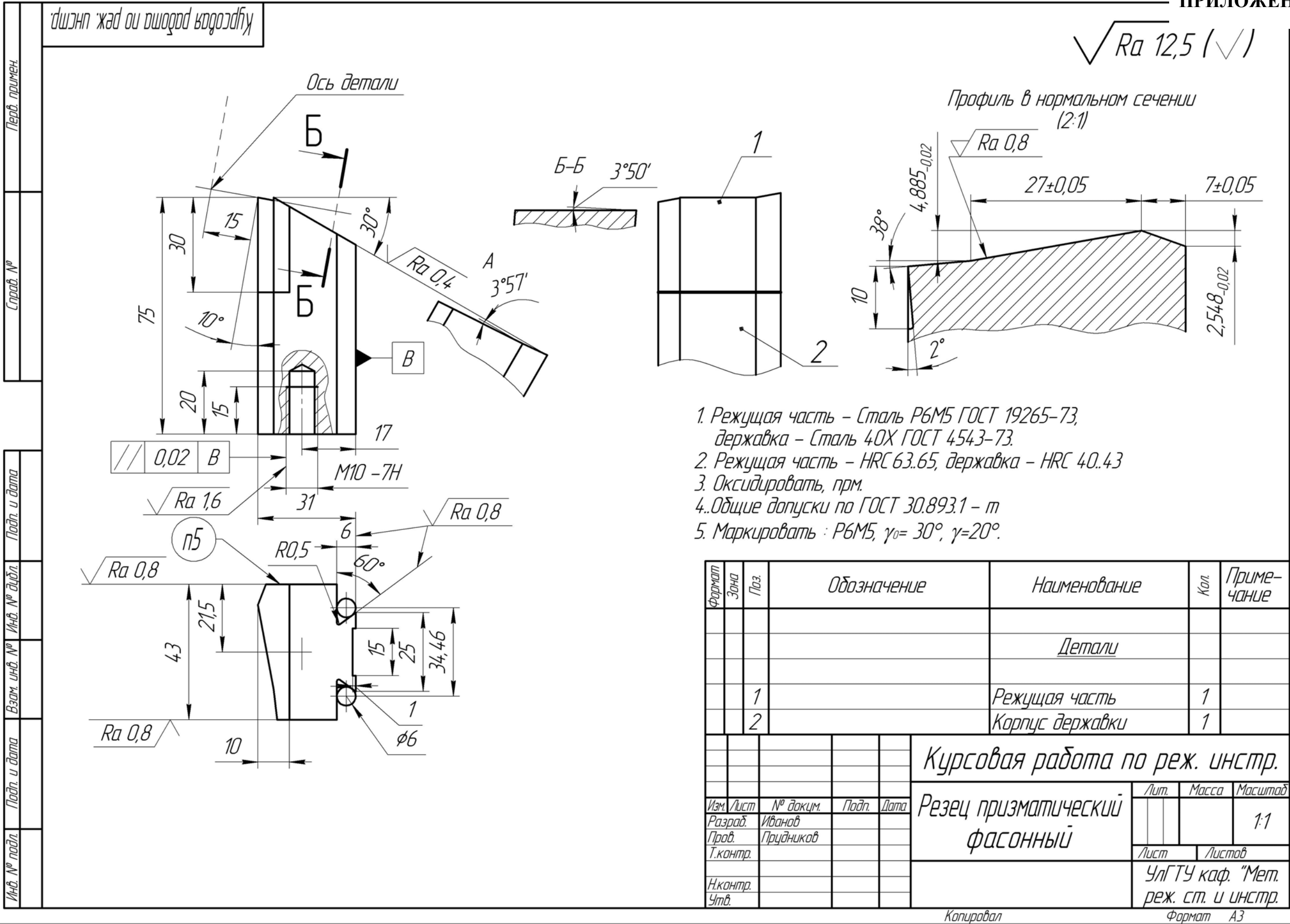
Формат А3



1. Наружный диаметр КФР $D_{max}=100...135$ мм.
2. Посадочный диаметр $d=40$ мм.
3. Количество зубьев поводка поз. 4 $z=34$.
4. Регулировку размера h выполнять производить винтом регулировочным поз.5, ослабив ось поз. 2
5. Впадину А нарезать с модулем $m=2$ мм. Угол зацепления 20°

					Курсовой проект по режущему инструменту					
<div>Изм./лист</div> <div>Разраб.</div> <div>Проб.</div> <div>Т.контр.</div> <div>Н.контр.</div> <div>Утв.</div>					Державка круглого фасонного резца			Лист	Масса	Масштаб
										1:1
								Лист 3	Листов 7	
								УлГТУ, каф. "МСИИ"		
					Копировал			Формат А2		

Формат А4



Формат А4

Учебное издание

СМИРНОВ Максим Юрьевич
КИРЕЕВ Геннадий Иванович
Демидов Валерий Васильевич

РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФАСОННЫХ РЕЗЦОВ
Учебное пособие

Редактор М. В. Штаева

ЛР №020640 от 22.10.97.

Подписано в печать 27.12.2011. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 4,53. Тираж 100 экз. Заказ 223.

Ульяновский государственный технический университет
432027, г. Ульяновск, ул. Сев. Венец, д. 32.

Типография УлГТУ, 432027, г. Ульяновск, ул. Сев. Венец, д. 32.