

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



ИШНПТ  
15.03.01 «Машиностроение»

Расчет фасонного резца

КУРСОВАЯ РАБОТА  
Вариант 21.

по дисциплине:  
**Резание материалов и режущий инструмент**

**Исполнитель:** ФИО  
студент группы

**Руководитель:** ФИО  
преподаватель

Томск – 2020

## Оглавление

1. Фасонные резцы .....	3
1.1 Общие сведения .....	3
1.2. Расчет фасонных резцов.....	8
Список литературы .....	18

## 1. Фасонные резцы

### 1.1 Общие сведения

Фасонные резцы применяют для обработки тел вращения, имеющих наружные или внутренние фасонные поверхности. Обработка этими резцами обычно ведется на станках-автоматах и револьверных станках в условиях крупносерийного или массового типа производств. В качестве заготовок деталей чаще всего используют калиброванный прокат в виде прутка.

В сравнении с другими типами резцов фасонные резцы имеют следующие преимущества: 1) обеспечивают идентичность формы детали и высокую точность размеров, не зависящую от квалификации рабочего; 2) обладают высокой производительностью за счет большой длины активной части режущей кромки; 3) имеют большой запас на переточку, которая осуществляется по передней поверхности инструмента; 4) не требуют больших затрат времени на наладку и настройку станка.

К числу недостатков фасонных резцов можно отнести: 1) сложность изготовления и высокую стоимость; 2) пригодность для изготовления деталей только заданного профиля, т. к. эти резцы являются специальными инструментами; 3) низкую жесткость инструментов и, как следствие, малые подачи и производительность; 4) переменные кинематические передние и задние углы фасонных резцов, которые существенно отличаются от оптимальных значений.

Фасонные резцы бывают следующих типов (рис. 1.1): стержневые, круглые, призматические радиальные и призматические тангенциальные. Из них наибольшее применение нашли круглые и призматические резцы, работающие с радиальной подачей.

Сравнение круглых и призматических резцов, работающих с радиальной подачей, показывает, что круглые резцы более технологичны и могут быть изготовлены с большей точностью. Однако они обладают меньшим запасом на

переточку и меньшей жесткостью крепления, т. к. у круглых резцов диаметр оправки зависит от диаметра резца. Последний рекомендуется брать не более 100 мм из-за ухудшения вследствие высокой карбидной неоднородности качества быстрорежущей стали, используемой для изготовления таких резцов. Призматические резцы имеют большую жесткость и крепятся с помощью ласточкина хвоста в державках стержневого типа, обладают большим запасом на переточку и обеспечивают большую точность обработки.

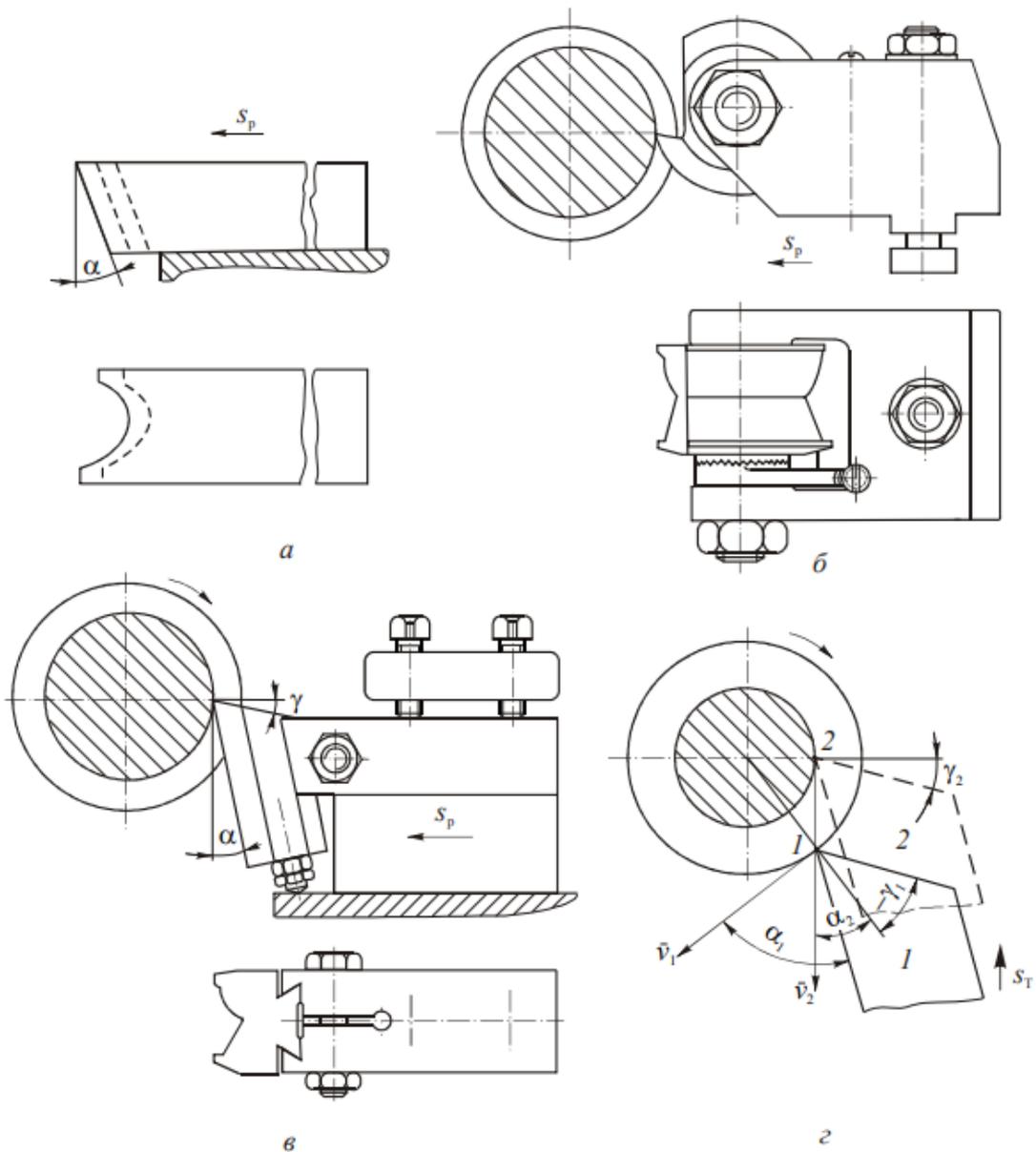


Рис. 1.1. Типы фасонных резцов: а – стержневой; б – круглый; в – призматический радиальный; г – призматический тангенциальный

Для обработки внутренних фасонных поверхностей используются только круглые фасонные резцы с креплением на станке с помощью хвостовика, выполненного за одно целое с резцом.

У круглых резцов задний угол  $\alpha$  обеспечивается за счет превышения центра резца  $O_p$  над центром детали  $O_d$  на величину  $h$ , а передний угол  $\gamma$  – за счет выреза по плоскости передней поверхности, отстоящей от центра на величину  $H$  (рис. 1.2 справа). При этом точки режущей кромки на наружной окружности резца (точки 1 и 3) лежат на линии оси центров станка:

$$\sin \alpha = \frac{h}{R}; \sin(\alpha + \gamma) = \sin \psi = \frac{H}{R},$$

где  $R$  – радиус наружной окружности резца.

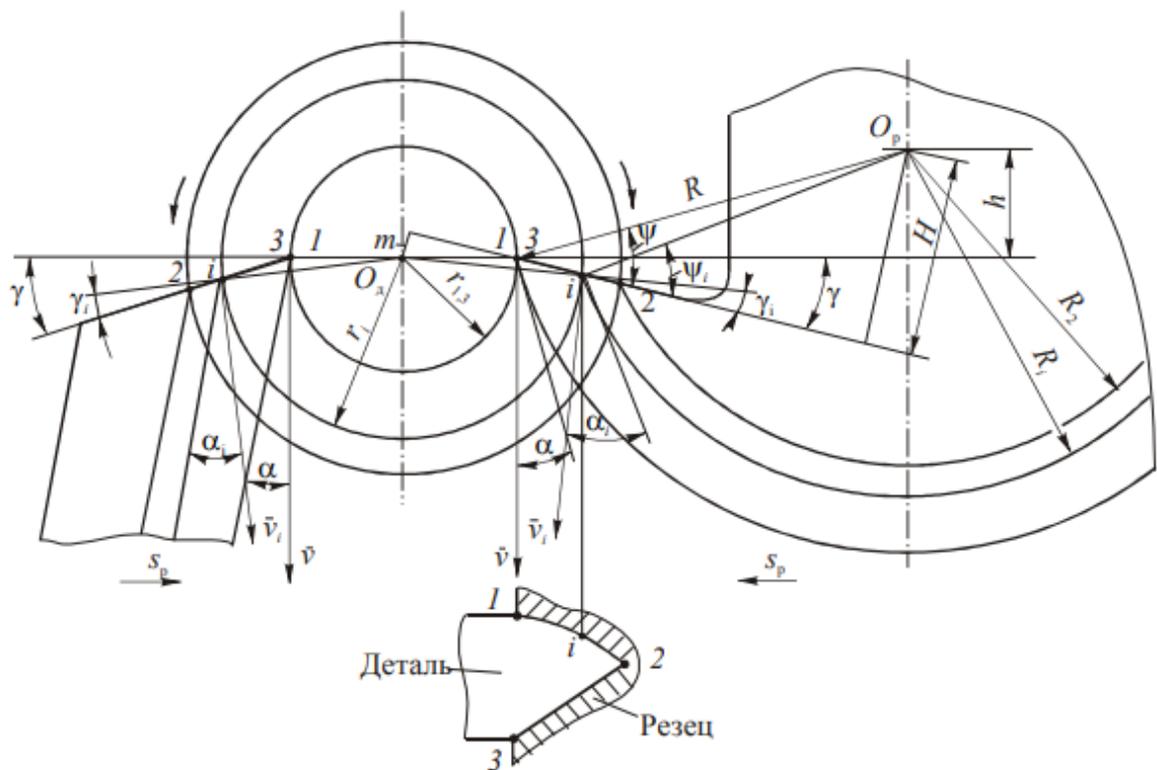


Рис. 1.2. Геометрические параметры круглых (справа) и призматических (слева) фасонных резцов с радиальной подачей

В других точках режущей кромки углы  $\alpha$  и  $\gamma$  в сечении, перпендикулярном к оси резца, зависят от положения координатных

плоскостей (основной и резания) и касательных к задней и передней поверхностям. При этом след основной плоскости проходит через режущую кромку и радиус, проведенный в точку режущей кромки из центра детали, а след плоскости резания проходит через вектор окружной скорости резания  $v$ . Касательная к задней поверхности в разных точках режущей кромки – это нормаль к радиусу, проведенному из центра резца  $O_p$ .

Из сказанного следует, что по мере приближения точки режущей кромки к центру резца происходит поворот координатных плоскостей по часовой стрелке и в любой  $i$ -й точке, отстоящей от вершины ближе к центру резца, задний угол  $\alpha_i > \alpha$ , а  $\gamma_i < \gamma$ . Касательные к задней поверхности у круглых резцов также поворачиваются, но в противоположном направлении, т. е. против часовой стрелки.

На рис. 1.2 слева показано положение призматического резца в процессе резания. При изготовлении этих резцов производится срез по передней поверхности под углом  $\gamma + \alpha$ , а задний угол  $\alpha$  в рабочем положении создается путем поворота резца при его креплении в державке.

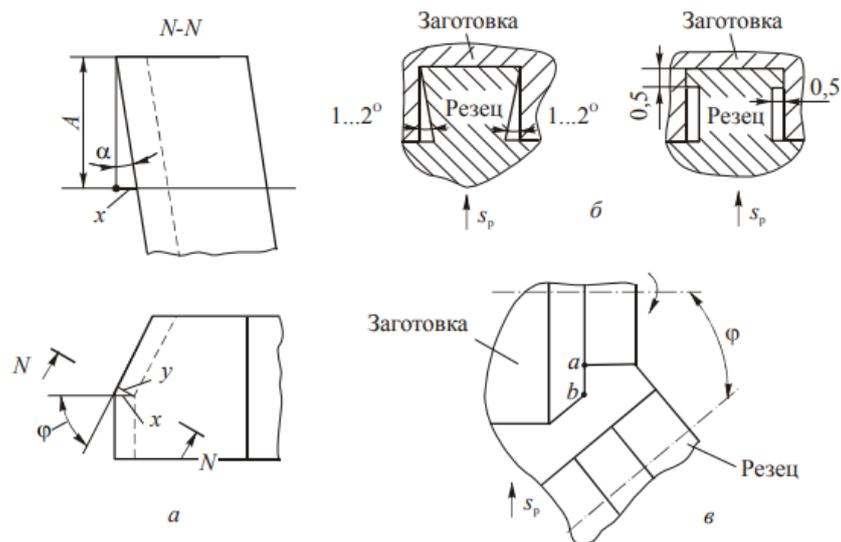


Рис. 1.3. Задние углы фасонных резцов: а – задний угол на наклонных режущих кромках; б – поднутрение участков режущих кромок, перпендикулярных к оси заготовки; в – резец с наклонным профилем

Задние углы на наклонных режущих кромках принято измерять в сечениях, нормальных к этим кромкам. Во избежание трения задних поверхностей с обработанной поверхностью они должны быть не менее  $1...2^\circ$  (рис. 1.3, а).

Во избежание трения боковых задних поверхностей с обработанной поверхностью участки режущих кромок, перпендикулярные к оси заготовки, выполняют либо с углом поднутрения, равным  $1...2^\circ$ , либо на них оставляют узкие ленточки шириной  $f = 0,5...1,0$  мм (рис. 1.3, б).

При открытых поверхностях возможно изготовление резцов с винтовыми задними поверхностями либо с поворотом оси резца относительно оси заготовки (рис. 1.3, в).

Профилирование фасонных резцов (аналитический расчет профиля) необходимо осуществлять при их изготовлении и проектировании инструментов второго порядка, а также шаблонов и контршаблонов, применяемых для контроля соответственно профилей резцов и шаблонов. Профиль круглых резцов рассчитывают в радиальном (осевом) сечении, а призматических резцов – в сечении, нормальном к задней поверхности. При этом из-за наличия переменных значений углов  $\alpha$  и  $\gamma$  глубина (высота) точек профиля резца в этих сечениях не совпадает с глубиной профиля детали в ее осевом сечении.

## 1.2. Расчет фасонных резцов

Исходные данные: резец круглый; обрабатываемый материал – сталь 30.

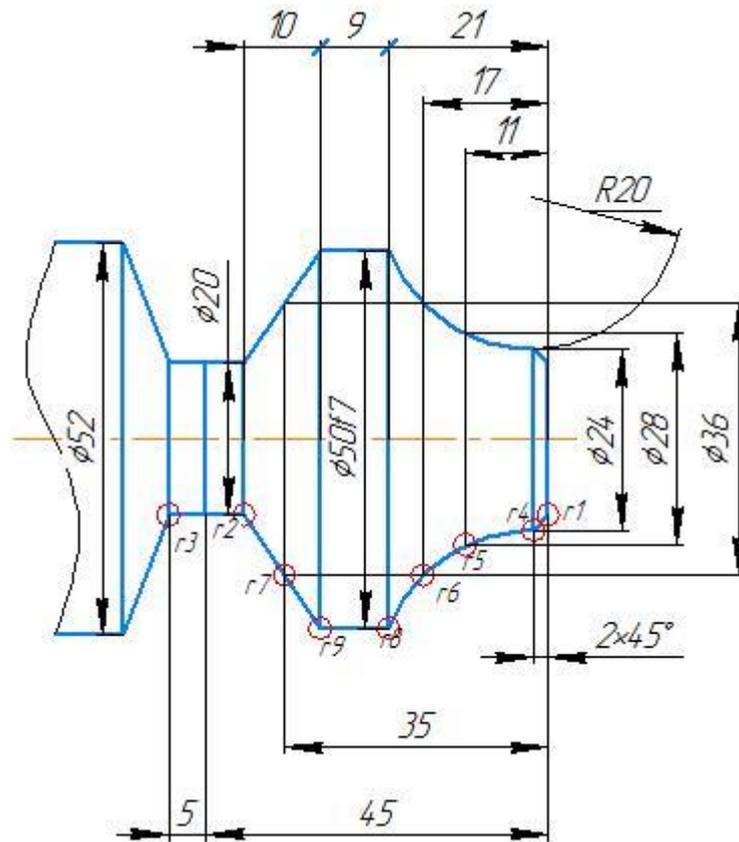


Рис. 1.4. Чертеж детали

### Порядок расчета

1. Выбираем материал режущей части фасонного резца. Будем применять быстрорежущую сталь марки P6M5 по ГОСТ 19265-73 с твердостью после термообработки HRC 63...66.

2. Назначаем для вершинной точки резца передний угол  $\gamma_{1,2,3}$  [1, табл. 1.1].

Обрабатываемый материал	$\sigma_b$ , МПа	Твердость, НВ	Передний угол $\gamma_1$ , град
Сталь среднетвердая	80...100	235...280	12...20

Сталь среднетвердая:  $\gamma_{1,2,3} = 15^\circ$ .

Задний угол круглого резца  $\alpha_{1,2,3} = 11^\circ$ .

В других точках режущей кромки углы  $\gamma_i$  и  $\alpha_i$  будут переменными. Причем чем дальше точка профиля отстоит от вершины резца, тем меньше будет передний угол  $\gamma_i$  и больше задний  $\alpha_i$ . На участках профиля перпендикулярных к оси детали, угол  $\alpha = 0^\circ$ . В этом случае во избежание сильного трения необходимо затачивать углы поднутрения, равные  $1...2^\circ$  (рис. 1.5, а, б).

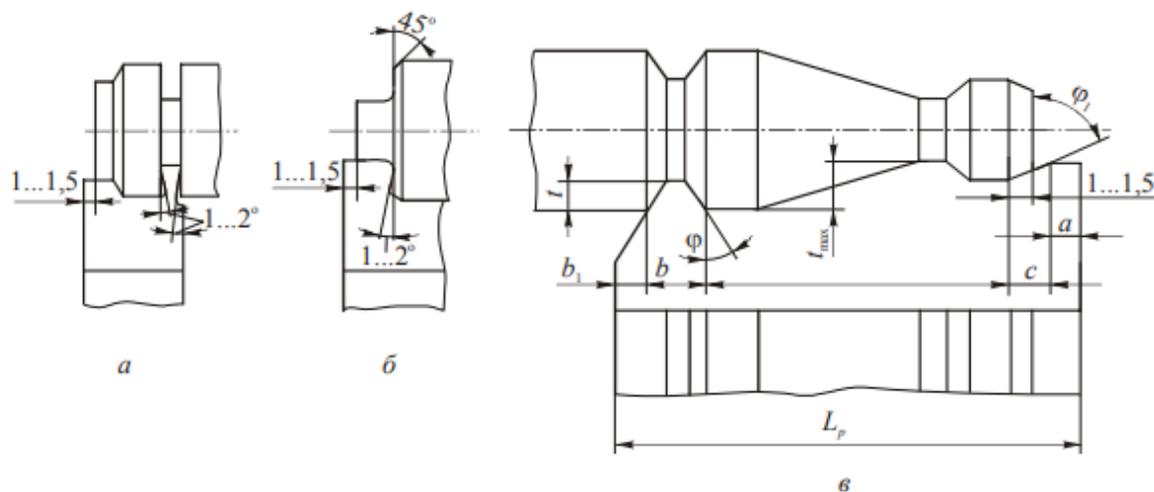


Рис. 1.5. Дополнительные режущие кромки фасонных резцов: а – при протачивании канавки; б – при снятии фаски; в – при обтачивании фасонных поверхностей ( $a = 2...5$  мм,  $c = 1...3$  мм,  $\phi_1 = 15...20^\circ$ ,  $b \geq 3...8$  мм,  $b_1 = 0,5...1,5$  мм,  $\phi = 15^\circ$ )

3. Назначают габаритные размеры и параметры крепежных частей резцов в зависимости от максимальной глубины профиля детали  $t_{max}$  [1, табл. 1.2-1.4]. Табличное значение радиуса наружной окружности круглого резца проверяют по следующей формуле:

$$R_1 = t_{max} + K + e + d_0/2, (1.1)$$

где  $t_{max}$  – максимальная глубина профиля детали;  $K$  – пространство для размещения снимаемой стружки,  $K = 3...12$  мм;  $e$  – толщина стенки,  $e = 5...8$  мм;  $d_0$  – диаметр посадочного отверстия.

Далее, округляя полученный размер  $R_1$  до целого числа, принимают его за наибольший размер круглого резца.

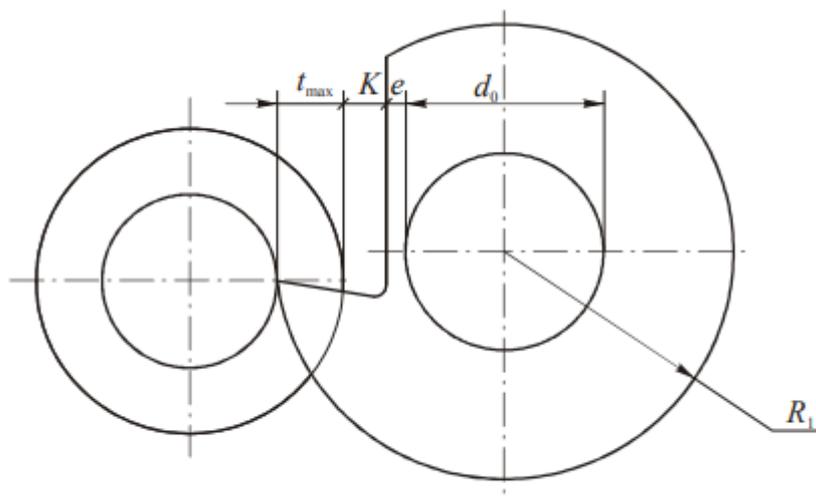


Рис. 1.6. Схема определения радиуса  $R_1$  наружной окружности круглого фасонного резца

4. Рассчитывают высотные, по глубине профиля, координаты узловых точек (точек перегиба) профиля детали. Задаются высотные координаты радиусами с учетом допусков на изготовление детали, причем расчетный радиус  $i$ -й узловой точки определяют по формуле

$$r_i = \frac{d_{imax} + d_{imin}}{4},$$

где  $d_{imax}$  – наибольший предельный размер;  $d_{imin}$  – наименьший предельный размер.

Все расчеты необходимо выполнять с точностью до третьего знака после запятой и последующим округлением до второго знака.

$$r_{1,2,3} = \frac{20 + 19,48}{4} = 9,87$$

$$r_4 = \frac{24 + 23,48}{4} = 11,87$$

$$r_5 = \frac{28 + 27,48}{4} = 13,87$$

$$r_{6,7} = \frac{36 + 35,38}{4} = 17,85$$

$$r_{8,9} = \frac{49,975 + 49,950}{4} = 24,98$$

5. Корректируют профиль фасонных резцов, т. к., при наличии у них углов  $\gamma$  и  $\alpha \neq 0$  профиль резцов отличается от профилей обрабатываемых ими деталей. Рассчитывают и контролируют профили фасонных резцов в плоскостях, перпендикулярных к задней поверхности (призматические резцы) и в радиальных плоскостях (круглые резцы).

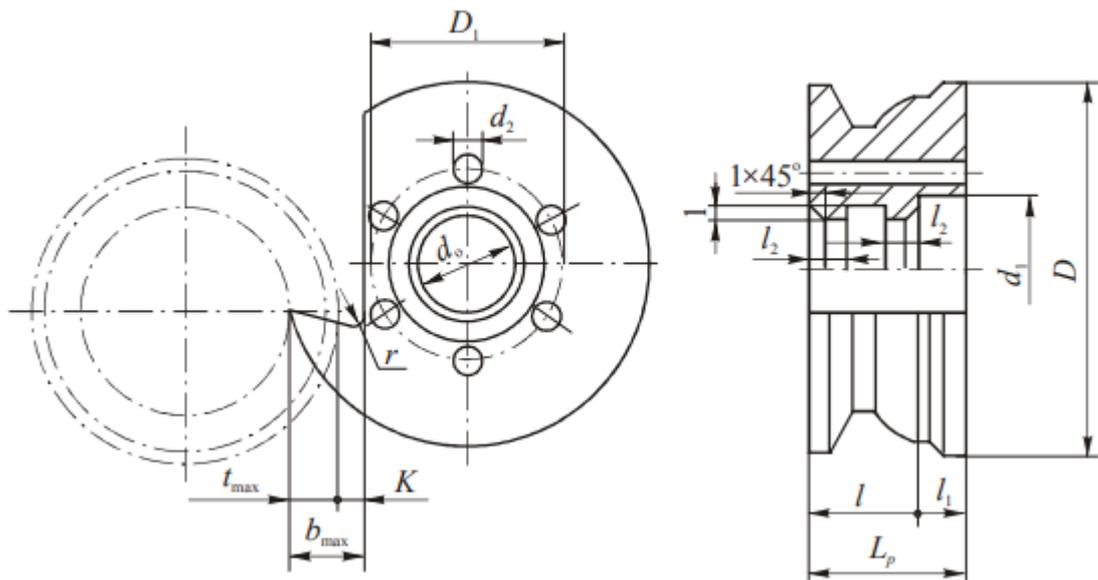


Рис. 1.7. Размеры фасонных круглых резцов с отверстиями под штифт

Глубина профиля детали $\leq t_{\max}$ , мм не более	$D(h9)$ , мм	$d_o(H8)$ , мм	$d_1$ , мм	$b_{\max}$ , мм	$K$ , мм	$r$ , мм	$D_1$ , мм	$d_2$ , мм
18	100	27	40	23	5	2	52	8

$$L_p = 59 \text{ мм};$$

$$l_1 = \frac{1}{4}L_p = \frac{59}{4} = 14,75 \text{ мм};$$

$$l = L_p - l_1 = 59 - 14,75 = 44,25 \text{ мм};$$

$$l_2 = \frac{1}{4}l = \frac{44,25}{4} = 11,06 \text{ мм}.$$

Коррекционные расчеты ведут в следующей последовательности:

а) общая часть – определяют глубину профиля резца (круглого или призматического) в плоскости его передней поверхности, т. е. расстояния  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  и т. д., соответствующие узловым точкам профиля детали 2, 3, 4 и т. д. (рис. 1.8):

$$1) h = r_1 \sin \gamma_1;$$

$$2) A_1 = r_1 \cos \gamma_1;$$

$$3) \sin \gamma_2 = \frac{h}{r_2};$$

$$4) A_2 = r_2 \cos \gamma_2;$$

$$5) C_2 = A_2 - A_1;$$

$$6) \sin \gamma_i = \frac{h}{r_i};$$

$$7) A_i = r_i \cos \gamma_i;$$

$$8) C_i = A_i - A_1;$$

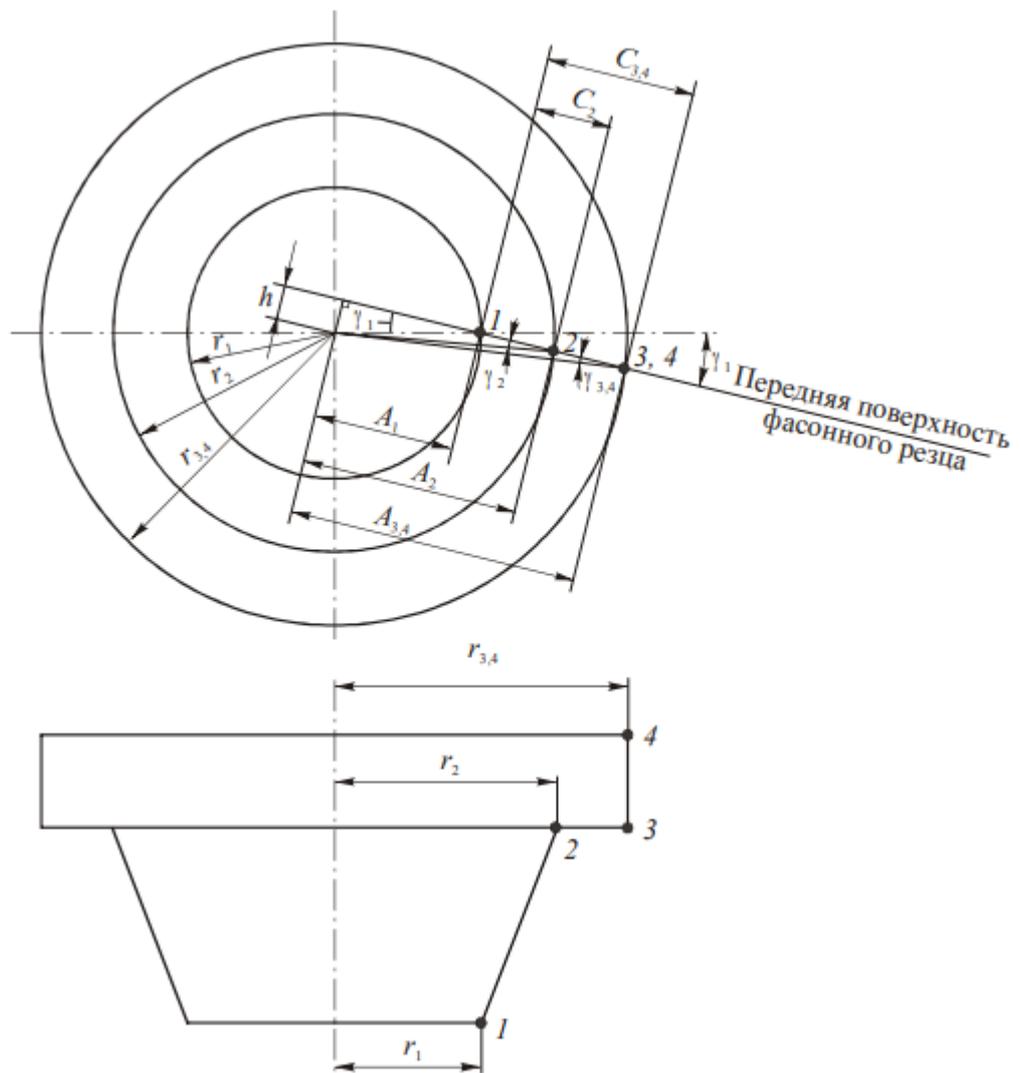


Рис. 1.8. Схема определения глубины профиля резца  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  и т. д. в плоскости его передней поверхности

$$1) h = r_{1,2,3} \sin \gamma_{1,2,3} = 9,87 \cdot \sin 15^\circ = 2,55 \text{ мм}$$

$$2) A_{1,2,3} = r_{1,2,3} \cos \gamma_{1,2,3} = 9,87 \cdot \cos 15^\circ = 9,53 \text{ мм}$$

$$3) \sin \gamma_4 = \frac{h}{r_4} = \frac{2,55}{11,87} = 0,2148$$

$$\gamma_4 = 12,4^\circ$$

$$4) A_4 = r_4 \cos \gamma_4 = 11,87 \cdot \cos 12,4^\circ = 11,6 \text{ мм}$$

$$5) C_4 = A_4 - A_{1,2,3} = 11,6 - 9,7 = 1,9 \text{ мм}$$

$$6) \sin\gamma_5 = \frac{h}{r_5} = \frac{2,55}{13,87} = 0,184$$

$$\gamma_5 = 10,6^\circ$$

$$7) A_5 = r_5 \cos\gamma_5 = 13,87 \cdot \cos 10,6^\circ = 13,6 \text{ мм}$$

$$8) C_5 = A_5 - A_{1,2,3} = 13,6 - 9,7 = 3,9 \text{ мм}$$

$$9) \sin\gamma_{6,7} = \frac{h}{r_{6,7}} = \frac{2,55}{17,85} = 0,143$$

$$\gamma_{6,7} = 8,22^\circ$$

$$10) A_{6,7} = r_{6,7} \cos\gamma_{6,7} = 17,85 \cdot \cos 8,22^\circ = 17,7 \text{ мм}$$

$$11) C_{6,7} = A_{6,7} - A_{1,2,3} = 17,7 - 9,7 = 8 \text{ мм}$$

$$12) \sin\gamma_{8,9} = \frac{h}{r_{8,9}} = \frac{2,55}{24,98} = 0,102$$

$$\gamma_{8,9} = 6,89^\circ$$

$$13) A_{8,9} = r_{8,9} \cos\gamma_{8,9} = 24,98 \cdot \cos 6,89^\circ = 24,8 \text{ мм}$$

$$14) C_{8,9} = A_{8,9} - A_{1,2,3} = 24,8 - 9,7 = 15,1 \text{ мм}$$

б) круглые резцы – определяют радиусы  $R_2, R_3, R_4$  и т. д., соответствующие узловым точкам профиля детали 2, 3, 4 и т. д. (рис. 1.9):

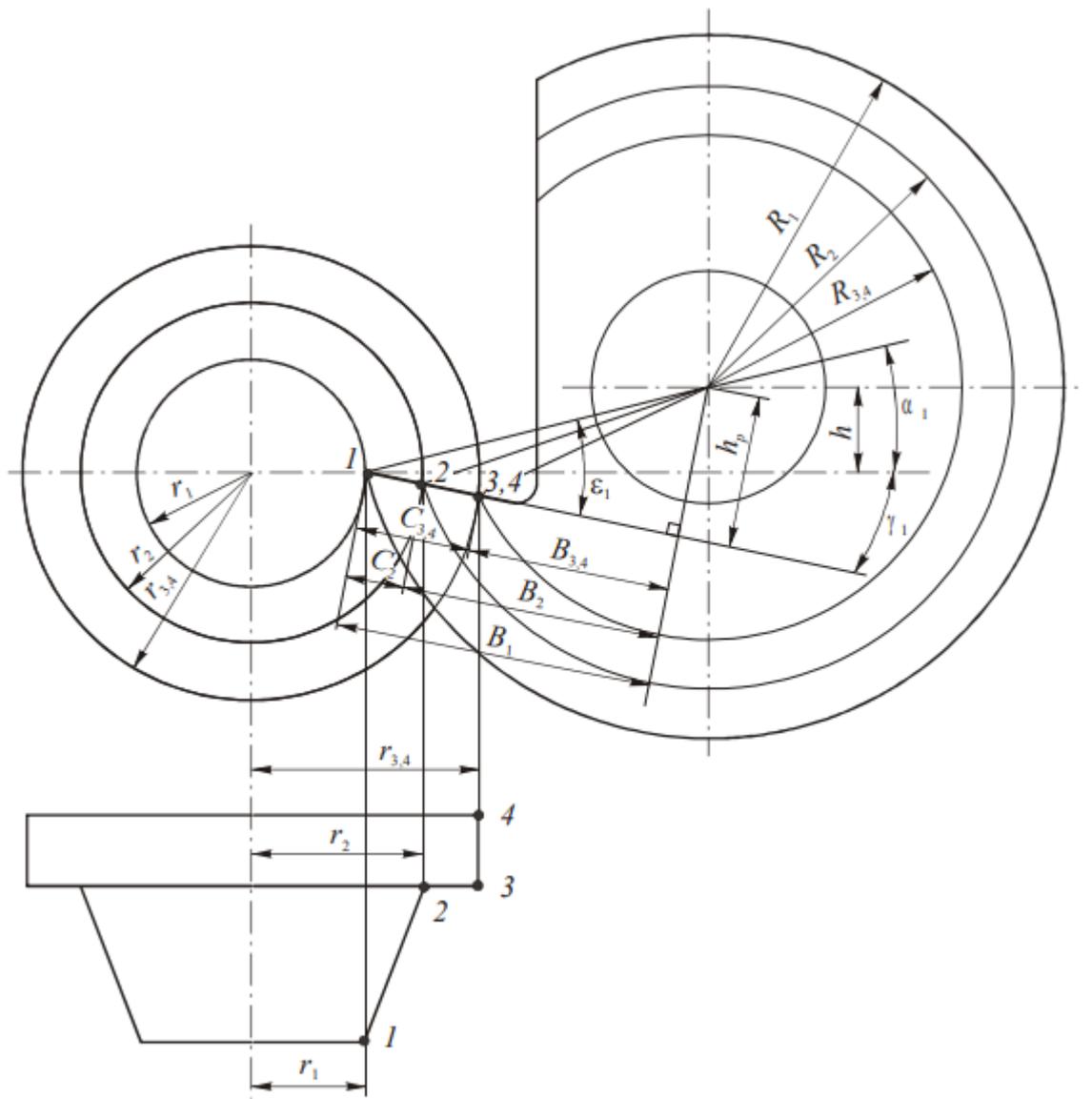


Рис. 1.8. Схема определения радиусов  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  и т. д. круглого фасонного резца

$$1) \varepsilon_1 = \alpha_1 + \gamma_1; \quad 2) h_p = R_1 \sin \varepsilon_1; \quad 3) B_1 = R_1 \cos \varepsilon_1;$$

$$4) B_2 = B_1 - C_2; \quad 5) \operatorname{tg} \varepsilon_2 = \frac{h_p}{B_2}; \quad 6) R_2 = \frac{h_p}{\sin \varepsilon_2} = \frac{B_2}{\cos \varepsilon_2};$$

$$7) B_i = B_1 - C_i; \quad 8) \operatorname{tg} \varepsilon_i = \frac{h_p}{B_i}; \quad 9) R_i = \frac{h_p}{\sin \varepsilon_i} = \frac{B_i}{\cos \varepsilon_i}.$$

$$1) \varepsilon_{1,2,3} = \alpha_{1,2,3} + \gamma_{1,2,3} = 11^\circ + 15^\circ = 26^\circ$$

$$2) h_p = R_{1,2,3} \sin \varepsilon_{1,2,3} = 50 \cdot \sin 26^\circ = 21,92 \text{ мм}$$

$$3) B_{1,2,3} = R_{1,2,3} \cos \varepsilon_{1,2,3} = 50 \cdot \cos 26^\circ = 44,9 \text{ мм}$$

$$4) B_4 = B_{1,2,3} - C_4 = 44,9 - 1,9 = 44 \text{ мм}$$

$$5) \operatorname{tg} \varepsilon_4 = \frac{h_p}{B_4} = \frac{21,92}{44,04} = 0,498$$

$$\varepsilon_4 = 26,47^\circ$$

$$6) R_4 = \frac{h_p}{\sin \varepsilon_4} = \frac{B_4}{\cos \varepsilon_4} = \frac{21,92}{\sin 26,47^\circ} = 49,18 \text{ мм}$$

$$7) B_5 = B_{1,2,3} - C_5 = 44,9 - 3,9 = 41 \text{ мм}$$

$$8) \operatorname{tg} \varepsilon_5 = \frac{h_p}{B_5} = \frac{21,92}{41} = 0,535$$

$$\varepsilon_5 = 28,15^\circ$$

$$9) R_5 = \frac{h_p}{\sin \varepsilon_5} = \frac{B_5}{\cos \varepsilon_5} = \frac{21,92}{\sin 28,15^\circ} = 46,46 \text{ мм}$$

$$10) B_{6,7} = B_{1,2,3} - C_{6,7} = 44,9 - 8 = 36,9 \text{ мм}$$

$$11) \operatorname{tg} \varepsilon_{6,7} = \frac{h_p}{B_{6,7}} = \frac{21,92}{36,9} = 0,594$$

$$\varepsilon_{6,7} = 30,71^\circ$$

$$12) R_{6,7} = \frac{h_p}{\sin \varepsilon_{6,7}} = \frac{B_{6,7}}{\cos \varepsilon_{6,7}} = \frac{21,92}{\sin 30,71^\circ} = 42,92 \text{ мм}$$

$$13) B_{8,9} = B_{1,2,3} - C_{8,9} = 44,9 - 15,1 = 29,8 \text{ мм}$$

$$14) \operatorname{tg} \varepsilon_{8,9} = \frac{h_p}{B_{8,9}} = \frac{21,92}{29,8} = 0,736$$

$$\varepsilon_{8,9} = 36,35^\circ$$

$$15) R_{8,9} = \frac{h_p}{\sin \varepsilon_{8,9}} = \frac{B_{8,9}}{\cos \varepsilon_{8,9}} = \frac{21,92}{\sin 36,35^\circ} = 36,98 \text{ мм}$$

6. Вычерчивают профиль резцов вместе с дополнительными режущими кромками в масштабе М 2:1. Последние, кроме обработки заданного профиля детали, также снимают фаску с торца детали и прорезают канавку для облегчения работы отрезного резца. При этом диаметр канавки не должен быть меньше наименьшего диаметра детали.

При вычерчивании координаты узловых точек профиля по высоте откладываются от базы – наивысшей точке профиля, а осевые координаты – от крайней правой точки путем соответствующего пересчета координат с заданных чертежом детали.

Точность изготовления высотных размеров профиля резца назначают равной  $\pm 1/3\Delta$ , где  $\Delta$  – допуск на соответствующий размер детали. Точность осевых размеров резца принимают равной  $\pm IT12/2$ .

## Список литературы

1. Резание материалов и режущий инструмент. Расчет фасонных резцов и протяжек для обработки круглых отверстий: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию / С.В. Кирсанов. – Томск: Изд-во томского политехнического университета, 2010.– 79 с