

## Практическая работа № 6

### Тема: Расчет и конструирование токарных резцов

**Цель:** Научиться определять геометрические параметры токарных резцов

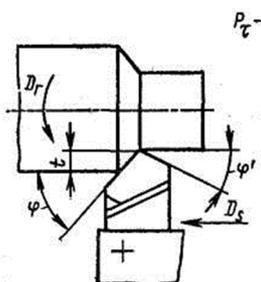
#### Порядок выполнения:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями
2. Выполнить практические задания
3. Ответить на контрольные вопросы в **письменном** виде
4. Представить **отчет по практической работе** и **ответы** на контрольные вопросы на проверку в течение трех дней со дня получения задания.

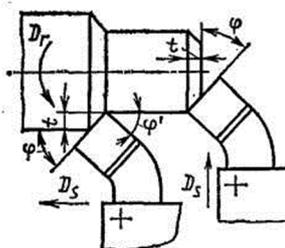
С уважением, *Гнатюк Ирина Николаевна*.

При необходимости вопросы можно задать по телефону: 072-136-54-46  
Работы отправлять на электронную почту [ira.gnatyuk.60@inbox.ru](mailto:ira.gnatyuk.60@inbox.ru)

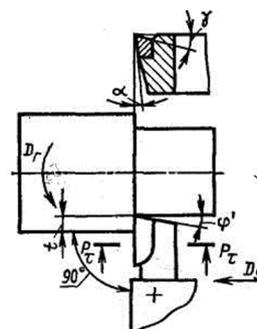
#### Теоретические сведения



Проходной прямой резец



Проходной отогнутый резец



Проходной упорный резец

Режущая часть резцов в большинстве случаев представляет собой пластину из металлокерамического твердого сплава, которую крепят на резцах следующими способами:

- а) напайкой непосредственно на державку;
- б) механически;
- в) с помощью сил резания;
- г) механическим креплением вставки с напаянной пластиной

Геометрические параметры режущих частей определяют *по справочной литературе* по обработке материалов резанием:

Основные размеры токарных резцов общего назначения с напаянными пластинами из твердого сплава приведены в стандартах с ГОСТ 18877-73 по ГОСТ 18885-73, с пластинами из быстрорежущей стали - в стандартах с ГОСТ 18870-73 по ГОСТ 18876-73; Размеры специальных резцов приведены в соответствующих стандартах;

Технические требования к резцам, оснащенным пластинами из твердых сплавов, приведены в ГОСТ 5688-61; к резцам из быстрорежущей стали - в ГОСТ 10047-62.

Преобладает прямоугольная форма сечения державки резцов, при которой врезание резцов меньше ослабляет державку. Державки с квадратной формой сечения лучше сопротивляются деформированиям сложного изгиба и применяются для расточных и автоматнo-револьверных резцов и в других случаях, когда расстояние от линии центров станка до опорной поверхности недостаточно велико.

Державку с круглой формой сечения применяют для расточных, резьбовых, токарно-затыловочных и других резцов, так как она позволяет осуществлять поворот резца и изменять углы его заточки.

Размеры поперечного сечения резца выбирают в зависимости от силы резания, материала державки, вылета резца и других факторов. Нормализованные размеры поперечного сечения державок резца выбирают по СТ СЭВ 153-75.

Сторону  $b$  или диаметр  $d$  поперечного сечения державки резца можно определить по формулам:

при квадратном сечении ( $h=b$ ) 
$$b = \sqrt[3]{\frac{6Pzl}{\sigma_u}}$$

при прямоугольном сечении ( $h=1,6b$ ) 
$$b = \sqrt[3]{\frac{6Pzl}{2,56\sigma_u}}$$

при круглом сечении 
$$b = \sqrt[3]{\frac{10Pzl}{\sigma_u}}$$

где  $Pz$  - сила резания, Н

$l$  - вылет резца, м

$\sigma_u$  - допустимое напряжение на изгиб материала державки, МПа

Для державок из незакаленной углеродистой стали  $\sigma_u = 200...300$  МПа, для державок из углеродистой стали, подвергнутой термической обработке по режиму быстрорежущей стали  $\sigma_u$  можно максимально увеличить в 2 раза, при прерывистом процессе снятия стружки и скоростном резании принимают  $\sigma_u = 100...150$  МПа.

При расчете отрезных резцов на прочность учитывают, что опасным сечением отрезного резца является место перехода от головки резца к телу. Для резцов с наиболее часто встречающимся соотношением размеров сечения  $b/h = 1,6$  ширина опорного сечения

$$b = \sqrt[3]{\frac{6Pzl}{36\sigma_u}} = \sqrt[3]{\frac{Pzl}{6\sigma_u}}$$

Максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца при известных размерах сечения державки резца:

для резца прямоугольного сечения  $Pz_{\text{доп}} = \frac{bh\sigma_u}{6 \cdot l}$

для резца круглого сечения  $Pz_{\text{доп}} = \frac{\pi d^2 \sigma_u}{32 \cdot l} = \frac{d^2 \sigma_u}{10 \cdot l}$

Максимальная нагрузка, допускаемая жесткостью резца определяется с учетом допустимой стрелы прогиба резца:  $Pz_{\text{жест}} = \frac{3fEJ}{l^3}$

где  $f$  – допускаемая стрела прогиба резца, м

при черновом точении  $f = 0,1 \times 10^3$  м

при чистовом точении  $f = 0,05 \times 10^3$  м

$E = 2 \times 10^5$  МПа – модуль упругости материала державки резца;

$l$  – вылет резца, м;

$J = bh^3/12$  – момент инерции прямоугольного сечения державки, м<sup>4</sup>

Необходимо, чтобы сила  $Pz$  была меньше максимально допустимых нагрузок  $Pz_{\text{доп}}$  и  $Pz_{\text{жест}}$  (или равна им)

Резец обладает достаточными прочностью и жесткостью, если

$$Pz_{\text{доп}} > Pz < Pz_{\text{жест}}$$

## Пример расчета и конструирования геометрических параметров токарного резца

### Задание:

Рассчитать и сконструировать токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава для чернового обтачивания вала из стали 45 с пределом прочности  $\sigma_b = 750$  МПа. Диаметр заготовки  $D = 80$  мм, припуск на обработку  $h = 3,5$  мм, подача  $s = 0,3$  мм/об, вылет резца  $l = 60$  мм.

### Решение:

1. В качестве материала для державки резца выбираем углеродистую сталь 50 с  $\sigma_b = 650$  МПа и допустимым напряжением на изгиб  $\sigma_{и} = 200$  МПа;

2. Сила резания

$$Pz = 9,81 C_{pz} t^x s^y K_p$$

По таблице 1 выписываем значения коэффициента и показателей степеней

$$C_{pz} = 300, \quad x = 1,0, \quad y = 0,75$$

По таблицам 2 и 3 определяем поправочный коэффициент  $K_p$  :

$$K_p = \left( \frac{\sigma_{\sigma}}{750} \right)^n \quad (\text{табл.21})$$

$$n = 1,35 \quad (\text{табл.22})$$

$$K_p = \left(\frac{750}{750}\right)^{1,35} = 1,0$$

$$P_z = 9,81 \times 300 \times 3,5 \times 0,3^{0,75} \times 1,0 = 4170 \text{ Н,}$$

3. Ширина прямоугольного сечения державки резца при условии, что  $h = 1,6b$

$$b = \sqrt[3]{\frac{6P_z l}{2,56\sigma_u}} = \sqrt[3]{\frac{6 * 4170 * 60 * 0,001}{2,56 * 200 * 1000000}} = 0,0143 \text{ м} = 14,3 \text{ мм}$$

Принимаем ближайшую по стандарту **СТ СЭВ 153-75** (таблица 4) большее сечение державки ( $b = 16 \text{ мм}$ ).

Высота державки резца

$$h = 1,6b = 1,6 \times 16 = 25,6 \text{ мм. Принимаем } h = 25 \text{ мм.}$$

4. Проверяем прочность и жесткость державки:

а) максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца:

$$P_{z_{\text{доп}}} = \frac{bh\sigma_u}{6 * l} = \frac{16 * 25 * 10 * 200}{6 * 60 * 10^{-3}} = 5500 \text{ Н}$$

б) максимальная нагрузка, допускаемая жесткостью резца:

$$P_{z_{\text{жест}}} = \frac{3fEJ}{l^3} = \frac{3 * 0,1 * 2 * 2,08}{60 * 10^{-9}} = 0,00577 \times 10^6 = 5770 \text{ Н ;}$$

где  $f=0,1 \times 10^{-3} \text{ м}$  – допускаемая стрела прогиба резца при черновом точении;

$E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2 \times 10^{11} \text{ Па}$  – модуль упругости материала державки резца;

$l = 60 \text{ мм}$  – вылет резца;

$J = bh^3/12 = 16 \times 10^3 (25 \times 10^{-3})^3 / 12 = 2,08 \times 10^{-3} \text{ м}^4$  – момент инерции прямоугольного сечения державки;

Резец обладает достаточными прочностью и жесткостью, так как

$$P_{z_{\text{доп}}} > P_z < P_{z_{\text{жест}}} \quad (5550 > 4170 < 5770)$$

5. Конструктивные размеры и геометрические параметры резца принимаем по **СТ СЭВ 190-75** (таблица 5 приложения) :

форма передней поверхности – радиусная с фаской ;

а) общая длина резца  **$L = 140 \text{ мм}$** ;

б) главный угол в плане  **$\varphi = 60^\circ$**  ;

в) расстояние от вершины резца по боковой поверхности в направлении главной режущей кромки  $n = 7 \text{ мм}$ ;

г) радиус закругления вершины головки резца  $R = 1,0 \text{ мм}$ ;

д) пластина из твердого сплава,  $l = 12 \text{ мм}$ ,

форма № 0239А по ГОСТ 2209-82.

Остальные параметры режущей части определяем по таблице 6

$$\lambda = 0^\circ$$

$$\alpha = 10^\circ$$

$$\gamma = 15^\circ$$

$$r_B = 0$$

$$f = 0$$

6. По ГОСТ 5688-81 принимаем:

- а) качество отделки (параметры шероховатости) передней и задней поверхности режущей части резца и опорной поверхности державки;
- б) предельные отклонения габаритных размеров резца;
- в) марку твердого сплава пластины и материала державки;
- г) содержание и место маркировки

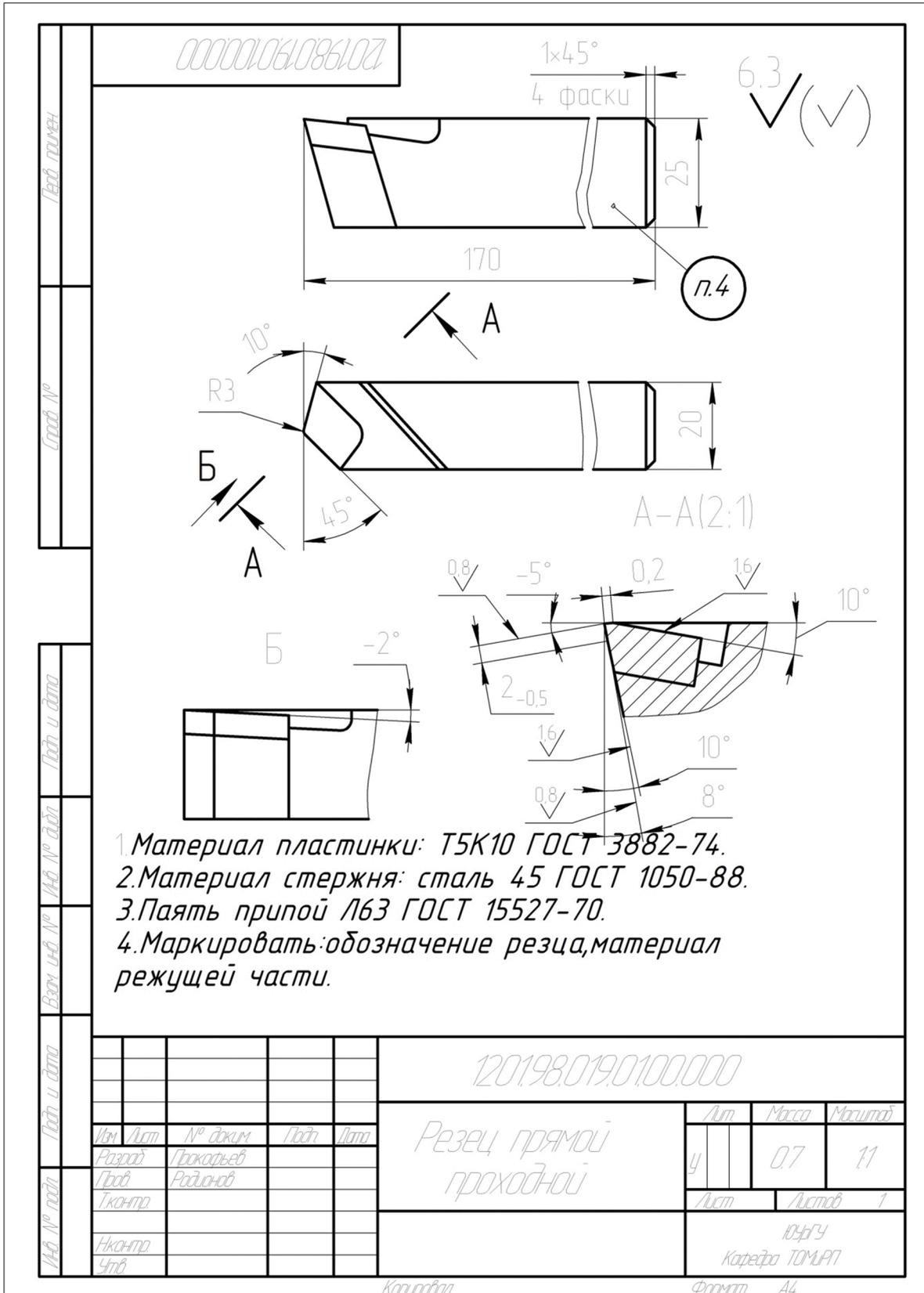


Таблица 1 - Значение коэффициентов и показателей степеней в формуле составляющей силы резания  $P_z$  при точении

Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента	Вид обработки	Коэффициенты и показатели степеней в формуле для составляющей $P_z$			
			$C_p$	$x$	$y$	
Сталь конструкционная и стальное литье $\sigma_b = 750\text{МПа}$	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	300	1,0	0,75	
		Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	384	0,9	0,9	
		Отрезание и прорезание	408	0,72	0,80	
		Нарезание резьбы	148	-	1,7	
	Быстрорежущая сталь	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	200	1,0	0,75	
		Отрезание и прорезание	247		1,0	
		Фасонное точение	212			
	Сталь жаропрочная НВ 141	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание		204	0,75
	Чугун серый НВ 190		Наружное продольное и поперечное точение и растачивание		92	
Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием			123		0,85	
Нарезание резьбы			103		-	1,8
	Быстрорежущая сталь	Отрезание и прорезание	158		1,0	
Чугун ковкий НВ 150	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	81		0,75	
		Отрезание т прорезание	100			
Медные сплавы НВ 150	Быстрорежущая сталь	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	139	1,0	1,0	
		Отрезание т прорезание	75			
Алюминий и силумин		Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	40		0,75	
		Отрезание т прорезание	50		1,0	

Таблица 2 -Формулы расчета поправочного коэффициента Кр , учитывающего влияние механических свойств материала

Коэффициент Кр при обрабатываемом материале		
Сталь	Чугун	
	серый	ковкий
$K_p = \left(\frac{\sigma_s}{750}\right)^n$	$K_p = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$	$K_p = \left(\frac{HB}{150}\right)^n$

Примечание: Показатель степени n см. в табл. 3

Таблица 3 - Показатель степени в формулах расчета поправочного коэффициента Кр , учитывающего влияние механических свойств материала

Обрабатываемый материал	Тангенциальная составляющая Pz		Крутящий момент М и осевая сила Pо при сверлении и рассверливании		Окружная сила резания при фрезеровании Pz	
	Твердый сплав	Быстрорежущая сталь	Твердый сплав	Быстрорежущая сталь	Твердый сплав	Быстрорежущая сталь
Сталь конструкционная и стальное литье: $\sigma_B < 600\text{МПа}$ $\sigma_B > 600\text{МПа}$	0,75	0,35	0,75		0,3	
		0,75				
Чугун серый и ковкий	0,4	0,55	0,6		1,0	0,55

Таблица 4 - Размеры сечений державок резцов по СТ СЭВ 153-75

Круглое сечение (d)	Квадратное сечение	Прямоугольное сечение (h*b)			
		hxb=1	h*b=1,2	h*b=1,6	h*b=2
4	4x4	-	-	-	-
5	5x5	-	-	-	-
6	6x6	6x5	6x4	6x3	6x3
8	8x8	8x6	8x5	8x4	8x4
10	10x10	10x8	10x8	10x5	10x5
12	12x12	12x10	12x8	12x6	12x6
16	16x16	16x12	16x10	16x8	16x8
20	20x20	20x16	20x12	20x10	20x10
25	25x25	25x20	25x16	25x12	25x12
32	32x32	32x25	32x20	32x16	32x16
40	40x40	40x32	40x25	40x20	40x20
50	50x50	50x40	50x32	50x25	50x25
63	63x63	63x50	63x*40	63x32	63x32
80	80x80	80x63	80x50	80x40	80x40

Таблица 5 - Токарные проходные прямые резцы по СТ СЭВ 190-75

h, мм	b, мм	L, мм	п, мм		l, мм	R, мм
			$\varphi=45^0$	$\varphi=60^0$		
16	10	100	6	4,5	8	0,5
20	12	120	7	6	10	1
20	16	120	9	7	12	1
25	16	140	9	7	12	1
32	20	170	12	9	16	1,5
32	25	170	14	11	20	2
40	25	200	14	-	20	2

Таблица 6 - Геометрические параметры режущей части проходных резцов

Обрабатываемый материал	Материал режущей части	$\gamma$	$\alpha$	$r_b$ , мм	$\lambda$ , мм	f, мм
		град				
Конструкционные стали	Быстрорежущая сталь	25-30	8-12	-	0	-
	Твердый сплав	15	8-12	-	0-5	-
Жаропрочные стали	Быстрорежущая сталь	10-20	8-10	0,5-1	0	-
	Твердый сплав	10	10	1,0	0,5-0,8	3-5
Чугун серый	Быстрорежущая сталь	25	8-12	-	0	-
	Твердый сплав	0...-5	9-10	-	0-5	-
Цветные сплавы	Быстрорежущая сталь	25-30	8-15	-	-	-

### .Задание

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями
2. Ознакомиться с примером расчета и конструирования геометрических параметров токарного резца
2. Рассчитать и сконструировать проходной резец с пластиной из твердого сплава для обтачивания вала;
3. Выполнить рабочий чертеж резца
4. Ответить на контрольные вопросы

Данные для своего варианта выбрать из таблицы.

Исходные данные	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр заготовки D, мм	30	42	75	100	200	250	50	100	150	36
Припуск на сторону h, мм	2	3	5	6	8	8	2	3	5	1
Вылет резца l, мм	30		40		60			40		
Обрабатываемый материал	Сталь	Сталь	сталь	Сталь	сталь	сталь	СЧ30	СЧ15	бронза	медь
Предел прочности материала $\sigma_b$ , МПа	400	600	-	-	1000	1100	-	-	550	450
Твердость материала HB	-	-	229	207	-	-	200	175		
Параметр шероховатости, мкм	Rz 63	Rz 32	Ra 2	Rz 32	Rz 16	Rz 16	Rz 32	Ra 2	Ra 2	Ra 2
Дополнительные условия работы	Длина заготовки 300 мм			Система Станок-заготовка-инструмент недостаточно жесткая			Обтачивание в упор		$\varphi = 30^\circ$	

### Контрольные вопросы

1. Какие виды токарных резцов Вы знаете?
2. Почему чаще всего используется прямоугольная форма сечения державки резцов?
3. Как определить углы заточки резца?
4. От чего зависит значение переднего угла резца?
5. Как проверить резец на прочность и жесткость?

