

### ПР № 1 Расчет сил резания при точении

**Цель работы:** изучить методику расчета сил резания и мощности, затрачиваемой на резание, аналитическим способом. Ознакомиться и приобрести навыки работы со справочной литературой.

**Оборудование и материалы:** Справочная литература, паспортные данные станков, калькулятор.

**Учебная литература:**

1. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2./Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- М.: Машиностроение, 1986, с.115..136.
2. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач по резанию металлов и режущему инструменту. - М.: Машиностроение, 1990, с.421.

#### Общие сведения

Для изучения действия силы сопротивления резанию принято ее раскладывать на три взаимно перпендикулярные составляющие силы, направленные по осям координат станка:  $R_x$  - осевая сила;  $R_y$  - радиальная сила;  $R_z$  - тангенциальная сила, которую обычно называют силой резания [1]

Осевая сила  $R_x$  действует вдоль заготовки, при продольном точении противодействует механизму подачи.

Радиальная сила  $R_y$  - отжимает резец, ее реакция изгибает заготовку.

Сила резания  $R_z$  направлена по касательной к поверхности резания, определяет расходуемую мощность на резание  $N_{рез}$ .

					Практическая работа № 1			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гаевская Н.А.			Расчет сил резания при точении	Лит.	Лист	Листов
Провер.							1	
Реценз.						ГАПОУ «ОМК»		
Н. Контр.								
Утверд.								

**Задание:** Определить силы, действующие при продольном точении заготовки.

**Исходные данные:**

Материал заготовки \_\_\_\_\_

Резец с пластиной из твердого сплава \_\_\_\_\_

Форма передней поверхности \_\_\_\_\_

Режимы резания \_\_\_\_\_

Геометрические параметры резца \_\_\_\_\_

**Методические рекомендации при выполнении ПР №1**

**1. Рассчитываем силы резания  $P_z$ ,  $P_y$ ,  $P_x$**

$$P_z = 10 C_{p.z.} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p ;$$

$$P_y = 10 C_{p.z.} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p ;$$

$$P_x = 10 C_{p.z.} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p ;$$

Определяем коэффициенты по **Таблице 22** [1,с.273]

где

$C_{p.z.}$  - коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал;

$x$ ;  $y$ ;  $n$ ; - показатели степени;

$K_p$  - поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания;

$$K_p = K_{m.p.} \cdot K_{\phi.p.} \cdot K_{\gamma.p.} \cdot K_{\lambda.p.} \cdot K_{r.p.} ;$$

где

$K_{m.p.}$  - поправочный коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала выбираем по **Таблицам 9-10** [1,с.264-265],

$K_{\phi.p.}$  - поправочный коэффициент учитывающий главный угол в плане выбираем по **Таблице 23** [1, с.275]

$K_{\gamma.p.}$  - поправочный коэффициент учитывающий главный угол в плане выбираем по **Таблице 23** [1, с.275]

$K_{\lambda.p.}$  - поправочный коэффициент учитывающий угол наклона главного выбираем по **Таблице 23** [1, с.275]

$K_{r.p.}$  - поправочный коэффициент учитывающий радиус при вершине выбираем по **Таблице 23** [1, с.275], если материал режущей кромки из быстрорежущей стали

					Практическая работа №1	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Заполняем таблицу:

Силы резания	$P_z$				$P_y$				$P_x$			
Коэффициенты	$C_z$	$x_z$	$y_z$	$n_z$	$C_y$	$x_y$	$y_y$	$n_y$	$C_x$	$x_x$	$y_x$	$n_x$
Условия обработки												
Марка обрабатываемого материала												
Предел прочности $\sigma_b$ / твердость НВ												
Марка резца												
Вид обработки												

$$K_p =$$

$$P_z =$$

$$P_y =$$

$$P_x =$$

### 2. Мощность, затрачиваемая на резание, $N_{рез.}$ , кВт.

$$N_{рез.} = \frac{P_z \cdot V_o}{60 \cdot 1020}$$

где  $P_z$  - сила резания при точении, Н.;

### 3. Проверка мощности используемого оборудования:

$$N_{рез.} < N_{шп.};$$

$N_{ст-ка}$  - мощность шпинделя станка, кВт.;

$$N_{шп} = N_{эл.дв.} \cdot \eta;$$

где  $N_{эл. дв.}$  - мощность электродвигателя станка; кВт (выбираем по паспорту станка Приложение 1);

$$N_{эл.дв.} = 10 \text{ кВт}$$

$\eta$  - К.П.Д. коробки скоростей станка ;

					Практическая работа №1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

Индивидуальные варианты к ПР №1

№ варианта	Материал заготовки	Режим резания			Геометрические параметры реза					
		t, мм	S, мм	V, м/мин	$\varphi^0$	$\alpha^0$	$\gamma^0$	$\lambda^0$	r, мм	Форма передней поверхности
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Сталь 20, $\sigma_B=550$ МПа	4	0,7	140	45	8	10	5	1	Радиусная с фаской
2	Серый чугун СЧ10, НВ 160	5	0,78	60	60	8	5	10	1	Плоская
3	Сталь 12Х18Н9Т; НВ180	1	0,21	265	90	12	10	0	2	Радиусная с фаской
4	Сталь 14Х17Н2; НВ200	1,5	0,195	250	90	12	10	0	2	Радиусная с фаской
5	Серый чугун СЧ30, НВ 220	1,5	0,26	150	45	10	5	-5	2	Плоская
6	Серый чугун СЧ20, НВ 210	2	0,35	155	45	10	12	0	1	Радиусная с
7	Сталь 38ХА, $\sigma_B=680$ МПа	3	0,61	120	60	8	10	5	1	Радиусная с фаской
8	Сталь 35, $\sigma_B=560$ МПа	1,5	0,2	390	60	12	15	0	1	Радиусная с фаской
9	Серый чугун СЧ15, НВ 170	4,5	0,7	65	90	8	5	0	1	Плоская
10	Серый чугун СЧ10, НВ 160	3,5	0,6	65	45	10	10	5	1	Плоская
11	Сталь 40ХН, $\sigma_B=700$ МПа	1,5	0,3	240	60	12	10	-5	2	Радиусная с фаской
12	Сталь Ст3, $\sigma_B=600$ МПа	5	0,8	240	60	10	5	0	1	Радиусная с фаской
13	Сталь 40Х, $\sigma_B=750$ МПа	1,0	0,15	240	90	12	10	-5	1	Радиусная с фаской
14	Сталь Ст5, $\sigma_B=600$ МПа	3,5	0,52	130	45	8	10	5	1	Радиусная с фаской
15	Серый чугун СЧ20, НВ 180	4,0	0,87	75	60	8	5	10	2	Плоская

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	Серый чугун СЧ20, НВ 200	2,5	0,25	100	45	10	5	0	2	Плоская
17	Сталь 20Х, $\sigma_B=580$ МПа	1,0	0,125	180	45	12	15	0	2	Радиусная с фаской
18	Сталь 50, $\sigma_B=750$ МПа	2,0	0,25	150	60	10	12	5	2	Радиусная с фаской
19	Сталь 20, $\sigma_B=550$ МПа	1,5	0,15	130	60	6	20	10	1	Радиусная с фаской
20	Сталь Ст5, $\sigma_B=600$ МПа	2,5	0,3	80	90	8	25	-5	1	Радиусная с фаской
21	Серый чугун СЧ30, НВ 220	1,5	0,1	130	45	10	8	0	1	Плоская
22	Серый чугун СЧ20, НВ 200	3	0,4	90	90	8	10	-5		Плоская
23	Сталь 130ХН3А, $\sigma_B=800$ МПа	5	0,8	110	60	12	12	-5	1	Радиусная с фаской
24	Сталь 30ХМ, $\sigma_B=780$ МПа	2,5	0,2	100	45	10	10	2	2	Радиусная с фаской
25	Сталь 45, $\sigma_B=650$ МПа	4	1,2	90	60	8	15	0	1	Радиусная с фаской
26	Сталь 15Х, $\sigma_B=687$ МПа	2,0	0,35	100	45	6	8	5	1,5	Радиусная с фаской
27	Ковкий чугун КЧ30, НВ 163	3,0	0,5	120	90	8	10	0	1	Плоская
28	Сталь 20ХНР, $\sigma_B=700$ МПа	4,5	0,06	80	60	12	5	-5	1	Радиусная с фаской
29	Сталь 30Г, $\sigma_B=550$ МПа	1,5	0,35	120	45	10	12	10	2	Радиусная с фаской
30	Сталь 35ХГСА, $\sigma_B=700$ МПа	2,5	0,05	140	90	8	5	0	1	Радиусная с фаской

Таблицы представлены из справочной литературы [1]

9. Поправочный коэффициент  $K_{MP}$  для стали и чугуна, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости

Обрабатываемый материал	Расчетная формула	Показатель степени $n$ при определении		
		составляющей $P_z$ силы резания при обработке резцами	крутящего момента $M$ и осевой силы $P_0$ при сверлении, рассверливании и зенкеро-вании	окружной силы резания $P_z$ при фрезеровании
Конструкционная углеродистая и легированная сталь $\sigma_B$ , МПа: $\leq 600$ $> 600$	$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$	0,75/0,35	0,75/0,75	0,3/0,3
		0,75/0,75	0,75/0,75	0,3/0,3
Серый чугун	$K_{MP} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
Ковкий чугун	$K_{MP} = \left(\frac{HB}{150}\right)^n$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55

Примечание. В числителе приведены значения показателя степени  $n$  для твердого сплава, в знаменателе – для быстрорежущей стали.

10. Поправочный коэффициент  $K_{MP}$ , учитывающий влияние качества медных и алюминиевых сплавов на силовые зависимости

Медные сплавы	$K_{MP}$	Алюминиевые сплавы	$K_{MP}$
Гетерогенные: $HB$ 120	1,0	Алюминий и силумин Дюралюминий, $\sigma_B$ , МПа: 250 350 > 350	1,0
$HB > 120$	0,75		1,5
Свинцовистые при основной гетерогенной структуре и свинцовистые с содержанием свинца 10% при основной гомогенной структуре	0,65–0,70		2,0
Гомогенные	1,8–2,2		2,75
Медь	1,7–2,1		
С содержанием свинца > 15%	0,25–0,45		

22. Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степени в формулах силы резания при точении

Обрабатываемый материал	Материал рабочей части реза	Вид обработки	Коэффициент и показатели степени в формулах для составляющих											
			тангенциальной $P_z$				радиальной $P_y$				осевой $P_x$			
			$C_p$	$x$	$y$	$n$	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$C_p$	$x$	$y$	$n$
Конструкционная сталь и стальные отливки, $\sigma_b = 750$ МПа	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	300	1,0	0,75		243	0,9	0,6		339	1,0	0,5	
		Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	384	0,90	0,90	-0,15	355	0,6	0,8	-0,3	241	1,05	0,2	-0,4
		Отрезание и прорезание	408	0,72	0,8	0	173	0,73	0,67	0	-	-	-	-
		Нарезание резьбы	148	-	1,7	0,71	-	-	-	-	-	-	-	-
	Быстрорежущая сталь	Наружное продольное точение, подрезание и растачивание	200		0,75		125	0,9	0,75	0	67	1,2	0,65	0
		Отрезание и прорезание	247		1,0									
		Фасонное точение	212											
Сталь жаропрочная 12X18H9T НВ 141	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	204	1,0	0,75	0	-	-	-	-	-	-	-	





**23. Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания при обработке стали и чугуна**

Параметры		Материал режущей части инструмента	Обозначение	Поправочные коэффициенты		
Наименование	Величина			Величина коэффициента для составляющих		
				тангенциальной $P_z$	радиальной $P_y$	осевой $P_x$
Главный угол в плане $\varphi^\circ$	30 45 60 90	Твердый сплав	$K_{\varphi p}$	1,08	1,30	0,78
				1,0	1,0	1,0
				0,94	0,77	1,11
				0,89	0,50	1,17
	30 45 60 90	Быстрорежущая сталь		1,08	1,63	0,70
				1,0	1,0	1,00
				0,98	0,71	1,27
				1,08	0,44	1,82
Передний угол $\gamma^\circ$	-15 0 10	Твердый сплав	$K_{\gamma p}$	1,25	2,0	2,0
				1,1	1,4	1,4
				1,0	1,0	1,0
	12-15 20-25	Быстрорежущая сталь		1,15	1,6	1,7
				1,0	1,0	1,0
Угол наклона главного лезвия $\lambda^\circ$	-5 0 5 15	Твердый сплав	$K_{\lambda p}$	1,0	0,75	1,07
					1,0	1,0
					1,25	0,85
					1,7	0,65
Радиус при вершине $r$ , мм	0,5 1,0 2,0 3,0 4,0	Быстрорежущая сталь	$K_{rp}$	0,87	0,66	1,0
				0,93	0,82	
				1,0	1,0	
				1,04	1,14	
				1,10	1,33	

**Приложение 1**

**Токарно-винторезный станок 16К20**

Высота центров, мм - 215

Расстояние между центрами, мм - до 2000.

Мощность двигателя,  $N_d=10$  кВт

КПД станка  $\eta=0,75$ .

Частота вращения шпинделя, об/мин: 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.

Продольные подачи, мм/об: 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,36; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8.

Поперечные подачи, мм/об: 0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4.

Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом подачи.

$P_x=600$  кгс»6000 Н.

