

Практическое занятие

РАСЧЕТ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИЛЫ РЕЗАНИЯ И МОЩНОСТИ ПРИ ТОЧЕНИИ

Цель работы: научиться рассчитывать составляющие силы резания и мощность, затрачиваемую на резание, используя эмпирические формулы; работать с таблицами справочной литературы для поиска коэффициентов, влияющих на режимы резания при точении».

Краткая теоретическая справка

Суммарную равнодействующую всех сил R , действующих на резец со стороны обрабатываемого металла (см. рисунок 1), можно назвать силой сопротивления резанию (стружкообразованию). В практических расчетах используют составляющие этой равнодействующей, направление которых совпадает с главным движением и движением подачи. Зная заранее направление этих составляющих сил, пользуясь соответствующими приборами, легко измерить их величину и вывести уравнения для их подсчета.

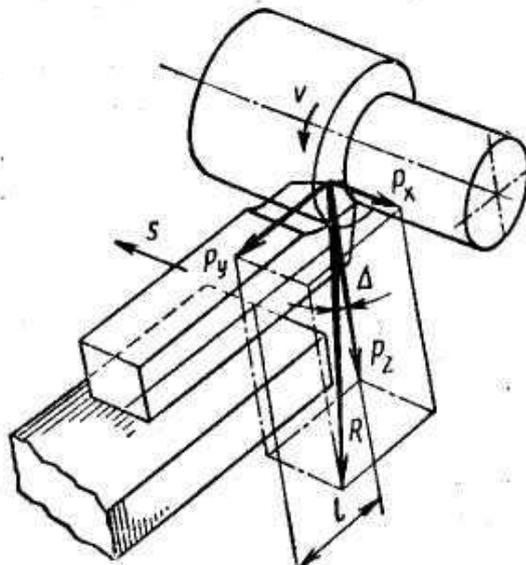


Рис. 1. Силы, действующие на резец

При токарной обработке в условиях несвободного резания равнодействующая силы сопротивления резанию раскладывается на три взаимно перпендикулярные составляющие силы, действующие на резец:

P_z — силу резания, или тангенциальную силу, касательную к поверхности резания и совпадающую с направлением главного движения;

P_x — осевую силу, или силу подачи, действующую параллельно оси заготовки в направлении, противоположном движению подачи;

P_y — радиальную силу, направленную перпендикулярно к оси обрабатываемой заготовки.

На силы P_z , P_y и P_x влияют в основном следующие факторы: обрабатываемый металл, глубина резания, подача, передний угол резца (угол резания), главный угол в плане резца, радиус закругления при вершине резца, смазочно-охлаждающие жидкости, скорость резания и износ резца.

Физико-механические свойства обрабатываемого металла и его состояние во многом определяют процесс стружкообразования и сопутствующие ему деформации, а следовательно, и силы сопротивления, которые должен преодолеть резец и станок. Чем больше предел прочности при растяжении σ_b и твердость НВ обрабатываемого металла, тем больше силы P_z , P_y и P_x .

Пример расчета

По эмпирическим формулам теории резания определить составляющие силы резания P_Z , P_Y и P_X и мощность, затрачиваемую на резание $N_{рез}$ при продольном точении заготовки из стали резцом с пластиной из твердого сплава с глубиной резания t (мм), подачей резца S_0 (мм/об); скоростью главного движения резания V (м/мин).

Дано:

Заготовка из стали 40 $\sigma_b = 650$ МПа

$t = 4$ мм;

$S_0 = 0,6$ мм/об;

$V = 110$ м/мин

Геометрические элементы резца с пластиной из твердого сплава Т5К10:

форма передней поверхности — радиусная с фаской;

$\varphi = 60^\circ$;

$\varphi_1 = 10^\circ$;

$\lambda = +5^\circ$;

$\alpha = 8^\circ$;

$\gamma = 10^\circ$;

$r = 1$ мм

Составляющие силы резания) при точении определяют по справочнику [3], где на с. 271 приведена формула в общем виде:

$$P_{Z,Y,X} = 10C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

Эмпирические формулы для определения каждой из составляющих могут быть представлены в следующем виде:

- главной составляющей силы резания (старое название — тангенциальная сила резания)

$$P_Z = 10C_{Pz} \cdot t^x_{Pz} \cdot S^y_{Pz} \cdot V^n_{Pz} \cdot K_P$$

- радиальной составляющей силы резания

$$P_Y = 10C_{Py} \cdot t^x_{Py} \cdot S^y_{Py} \cdot V^n_{Py} \cdot K_P$$

- осевой составляющей силы резания

$$P_X = 10C_{Px} \cdot t^x_{Px} \cdot S^y_{Px} \cdot V^n_{Px} \cdot K_P$$

Из табл. 22 (с. 273) выписываем значения коэффициентов и показателей степеней формул, возможно более близкие к условиям данного примера, т. е. для наружного продольного точения стали с пределом прочности $\sigma_b = 650$ МПа резцом из твердого сплава:

$$C_{Pz} = 300; \quad x_{Pz} = 1; \quad y_{Pz} = 0,75; \quad n_{Pz} = -0,15;$$

$$C_{Py} = 243; \quad x_{Py} = 0,9; \quad y_{Py} = 0,6; \quad n_{Py} = -0,3;$$

$$C_{Px} = 339; \quad x_{Px} = 1; \quad y_{Px} = 0,5; \quad n_{Px} = -0,4$$

Отличие заданных условий обработки от нормативных должно быть учтено при подсчетах сил резания путем введения соответствующих поправочных коэффициентов. Поправочные коэффициенты на характеристики механических свойств обрабатываемого материала находим в табл. 9 и 10, с. 264—265.

В табл. 23 на с. 275 даны поправочные коэффициенты в зависимости от геометрических элементов резца. Приведенные выше значения коэффициентов C_P и показателей степеней x_P , y_P и

пр действительны лишь для точения стали с $\sigma_B = 750$ МПа резцом из твердого сплава с углами $\varphi = 45^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $\gamma = 10^\circ$, так как только для этих условий обработки каждый поправочный коэффициент равен единице. Поэтому вводим следующие поправочные коэффициенты для заданных условий обработки:

- на характеристику механических свойств обрабатываемой стали с $\sigma_B = 650$ МПа:

$$K_{M_{Pz,x}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_p} \quad [3, \text{с.264, табл.9}]$$

$n_{Pz} = 0,75$; $n_{Py} = 1,35$; $n_{Px} = 1,0$

$$K_{M_{Pz}} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,9$$

$$K_{M_{Py}} = \left(\frac{650}{750} \right)^{1,35} = 0,83$$

$$K_{M_{Px}} = \left(\frac{650}{750} \right)^1 = 0,87$$

- на главный угол в плане $\varphi = 60^\circ$ [3, с.275, табл.23]

$$K_{\varphi_{Pz}} = 0,94; \quad K_{\varphi_{Py}} = 0,77; \quad K_{\varphi_{Px}} = 1,11$$

- на угол наклона режущей кромки $\lambda = +5^\circ$ [3, с.275, табл.23]

$$K_{\lambda_{Pz}} = 1,0; \quad K_{\lambda_{Py}} = 1,25; \quad K_{\lambda_{Px}} = 0,85$$

Определяем общие поправочные коэффициенты:

$$K_{Pz,x} = K_{M_P} \cdot K_{\varphi_P} \cdot K_{\lambda_P} \quad [3, \text{с.271}]$$

$$K_{Pz} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1,0 = 0,846$$

$$K_{Py} = 0,83 \cdot 0,77 \cdot 1,25 = 0,798$$

$$K_{Px} = 0,87 \cdot 1,11 \cdot 0,85 = 0,82$$

Определяем составляющую силу P_z :

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 4 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 110^{-0,15} \cdot 0,846 = 3417H$$

Определяем составляющую силу P_y :

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 4^{0,9} \cdot 0,6^{0,6} \cdot 110^{-0,3} \cdot 0,798 = 1220H$$

Определяем составляющую силу P_x :

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 4 \cdot 0,6^{0,5} \cdot 110^{-0,4} \cdot 0,82 = 1308H$$

Мощность, затрачиваемая на резание, определяется по тангенциальной силе резания:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020}, \text{ кВт} \quad [3, \text{с.271}]$$

$$N_{рез} = \frac{3417 \cdot 110}{60 \cdot 1020} = 6,15 \text{ кВт}$$

Контрольные вопросы

1. Дать определение силы сопротивления резанию.
2. На какие составляющие силы она раскладывается?
3. Направления сил P_z , P_y и P_x .
4. Факторы, влияющие на силы P_z , P_y и P_x .