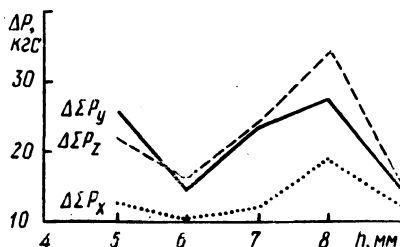


мометром УДМ-600. Запись на пленку производилась с помощью осциллографа Н115.

Наибольшее влияние на рабочую длину резца и число рабочих витков оказывают угол наклона оси резца ϵ , шаг винтовой кромки h и глубина резания t .

Рис. 3. Зависимость колебания составляющих силы резания от шага винтовой кромки ($\epsilon = 15^\circ$, $i = 1$, $\gamma = 65^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, $h = 5$ мм, $s = 0,21$ мм/об, $v = 127$ м/мин).



На рис. 3 показана зависимость ΔP от шага винтовой кромки. Совершенно очевидно, что колебания составляющих силы резания имеют минимальную величину при оптимальных значениях шага ($h_1 = 6$ мм, $h_2 = 9$ мм), соответствующих при данных условиях обработки минимальным колебаниям активной доли режущих кромок. Аналогичный характер имеют зависимости $\Delta P = f(\epsilon)$ и $\Delta P = f(t)$.

Л и т е р а т у р а

1. Ходырев В.И., Пачев Л.М. Исследование процесса обработки валов ротационными резцами с винтовой режущей кромкой. - Авиационная промышленность, 1975, №1. 2. Подураев В.Н., Ходырев В.И., Урицкий А.М. Механика процесса резания винтовыми ротационными резцами. - Изв. ВУЗов. Машиностроение, 1976, №4. 3. Бобров В.Ф., Иерусалимский Д.Е. Резание металлов самовращающимися резцами. М., 1972.

УДК 621.91.01

Ю.А.Новоселов

ОБОБЩЕННАЯ МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СИЛ РЕЗАНИЯ

Степенная эмпирическая формула [1] для расчета главной составляющей силы резания

$$P_z = C_{P_z} t^{X_{P_z}} s^{Y_P} z^{Z_{P_z}} v^{K_{P_z}} \quad (1)$$

имеет, как известно, ряд существенных недостатков, основными из которых являются отсутствие физического смысла, несоответствие правилам теории размерностей, нераспространяемость численных значений постоянных, полученных в одном процессе резания, на другие процессы и т. п.

Учитывая единство процесса резания и общность физических закономерностей во всех существующих методах обработки резанием, можно рекомендовать более общий подход к постановке и проведению исследований сил резания. Рассуждения построены на методическом анализе.

Из всех параметров, определяющих силу резания, наиболее значительными являются толщина a и ширина b срезаемого слоя — его объемно-геометрические характеристики. Учитывая это, силу резания при любом методе обработки можно выразить через силу в каком-нибудь достаточно изученном и по сути простом методе (назовем его базовым методом), т. е.

$$P_z = P_0(a, b) K, \quad (2)$$

где $P_0(a, b)$ — сила резания в базовом методе обработки; K — собирательный поправочный коэффициент, учитывающий в целом все возможные отличия условий резания рассматриваемого метода обработки от условий базового метода, в том числе и формально-назывательные отличия, если таковые имеют право на существование.

Введенный поправочный коэффициент K представляет собой произведение целого ряда частных коэффициентов

$$K = K_1 K_2 K_3 \dots K_n, \quad (3)$$

каждый из которых учитывает свой определенный отличительный признак рассматриваемого метода от базового, например степень стесненности резания, прерывистость резания, переменность толщины срезаемого слоя, кривизну режущей кромки и т. д.

За базовый метод обработки целесообразно, по-видимому, принять свободное прямоугольное резание его общеизвестных преимуществ. Примем выражение для силы $P_0(a, b)$ в виде

$$P_0(a, b) = C_p a^y b^x v^z, \quad (4)$$

где поправочный коэффициент (по символике формулы K_p) опущен, точнее, включен в состав общего коэффициента C_p .

Введя понятие эталонного опыта базового метода обработки с параметрами a_0, b_0, v_0 , умножив и разделив правую часть формулы (4) на произведение $a_0^y b_0^x v_0^z$, получим

$$P_0(a, b) = C_p a_0^y b_0^x v_0^z \left(\frac{a}{a_0}\right)^y \left(\frac{b}{b_0}\right)^x \left(\frac{v}{v_0}\right)^z, \quad (5)$$

Выражение без скобок есть сила резания в эталонном опыте $P_{\text{эт}}$, т.е.

$$P_0(a, b) = P_{\text{эт}} \left(\frac{a}{a_0}\right)^y \left(\frac{b}{b_0}\right)^x \left(\frac{v}{v_0}\right)^z \quad (6)$$

После умножения формулы (6) на $\left(\frac{a_0}{a}\right)^x$ получим

$$\begin{aligned} P_0(a, b) &= P_{\text{эт}} \left(\frac{a b}{a_0 b_0}\right)^x \left(\frac{a_0}{a}\right)^{x-y} \left(\frac{v}{v_0}\right)^z = \\ &= P_{\text{эт}} \left(\frac{F}{F_0}\right)^x \left(\frac{a_0}{a}\right)^{x-y} \left(\frac{v}{v_0}\right)^z, \end{aligned} \quad (7)$$

где F - площадь срезаемого слоя.

Таким образом, сила резания в базовом методе обработки оказалась представленной в виде произведения некоторой заранее известной или легко определяемой экспериментально эталонной силы $P_{\text{эт}}$ на комплекс безразмерных коэффициентов.

Установив основные параметры эталонного опыта $a_0 = 0,2 \text{ мм}$, $b_0 = 5 \text{ мм}$, $v_0 = 20 \text{ м/мин}$ (как наиболее часто применяемые на практике и удобные для вычислений значения), формулы (2) с учетом формулы (7) запишем в виде

$$P_z = qF K_a K_v K_1 K_2 K_3 x \dots x K_n, \quad (8)$$

где q - удельная эталонная (в условиях эталонного опыта) сила резания, численно равная условно-расчетному напряжению сжатия в срезаемом слое, кг/мм^2 ; K_a, K_v - поправочные коэффициенты толщины срезаемого слоя и скорости резания, равные

$$K_a = \left(\frac{0,2}{a}\right)^{1-y}, \quad K_v = \left(\frac{v}{20}\right)^z. \quad (9)$$

Степень рациональности предлагаемого подхода к постановке силовых исследований можно видеть по следующему сравнению. В табл. 1 приведены результаты исследований [2]

Т а б л и ц а 1. Удельное давление резания p , кгс/мм²

Обрабатываемая сталь с σ_B , кгс/мм ²	Площадь сечения срезаемого слоя F , мм ²								
	1,0	2,0	3,0	5,0	8,0	10,0	20,0	30,0	40,0
$\sigma_B = 30...40$	170	153	147	134	130	125	113	109	105
$\sigma_B = 40...50$	210	190	180	170	160	155	140	135	130
$\sigma_B = 50...60$	250	230	220	210	192	185	170	160	155
$\sigma_B = 60...70$	300	270	260	240	230	225	200	195	185
$\sigma_B = 70...85$	355	326	310	290	270	260	240	230	220

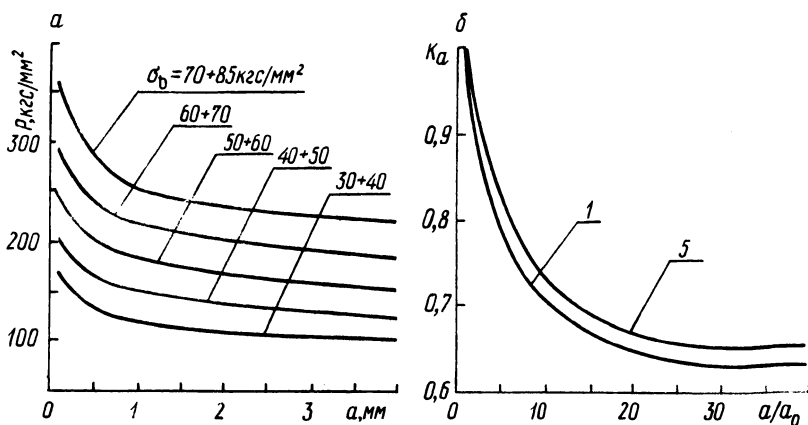


Рис. 1. Зависимость результатов исследования [2] сил резания от толщины среза для различных сталей: а — обработка результатов по традиционной методике; б — по предлагаемой.

силы P_Z , отнесенной к единице площади срезаемого слоя, т.е. значения так называемого удельного давления резания p в зависимости от площади срезаемого слоя F для большой гаммы углеродистых сталей ($\sigma_B = 30...85$ кгс/мм²).

Зависимость удельного давления p от толщины a срезаемого слоя для данных табл. 1 представлена на рис. 1,а (пять кривых). Обработка этих результатов по предлагаемой методике, как видно из рис. 1,б, дает возможность для сталей всех пяти интервалов σ_B иметь одну и ту же зависимость K_a от отношения a/a_0 . Это указывает на то, что вместо 45 проведенных опытов при использовании предлагаемой методики достаточно было бы пяти, т.е. почти в 10 раз меньше.

После построения зависимости величины q от временного сопротивления σ_B (рис. 2) оказалось, что она прямолинейна и описывается точно формулой $q = 4,25 \sigma_B + 20$ или с некоторой погрешностью (до 7%) - формулой $q = 4,625 \sigma_B$.

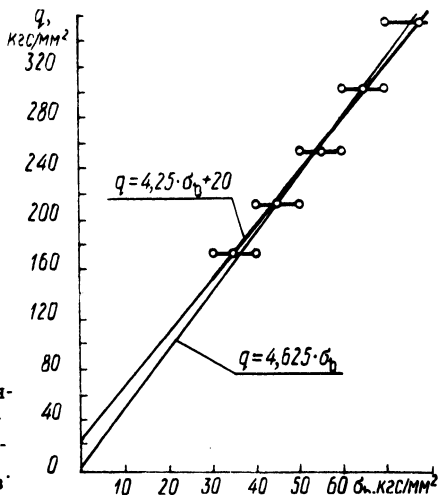


Рис. 2. Зависимость рассчитанной удельной эталонной силы резания q от временного сопротивления обрабатываемых сталей σ_B .

Для силы P_Z по данным табл. 1 предлагаемая методика дает формулу

$$P_Z = 4,625 \sigma_B \quad a b \left(\frac{0,2}{a} \right)^{0,13}, \quad (10)$$

отражающую линейную связь силы резания с временным сопротивлением обрабатываемой стали.

Таким образом, рассмотренная обобщенная методика постановки и проведения исследования силы резания дает возможность сократить количество опытов, обобщать полученные результаты и получать в итоге формулы, имеющие определенный физический смысл.

Л и т е р а т у р а

1. Грановский Г.И. и др. Резание металлов, М., 1954.
2. Ачеркан Н.С. Расчет и конструирование металлорежущих станков. М., 1936.