

УДК 621. 9. 01

Ю.І. Лисканич

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТОХАСТИЧНОСТІ ПОДАЧ НА СИЛУ РІЗАННЯ ПРИ ТОЧІННІ

Y.I. Liskanych

INVESTIGATION OF THE FEED STOCHASTICITY EFFECT ON THE CUTTING FORCE WHILE TURNING

Проаналізовані існуючі теоретичні [1,3], емпіричні [6] і табличні [5] методи визначення сили різання P_z при точінні. Відзначено, що достовірність результатів отриманих за цими методами незадовільна. Показано, що найбільш точні результати забезпечуються залежностями для визначення P_z поданим у [3, 4].

Проте у формулі [3,4] для визначення P_z подача S прийнята як постійна не випадкова величина. Разом з тим доведено [4], що подача у токарних верстатах загального призначення є випадкова величина із нормальним законом розподілу.

Запропоновано формулу (1) для визначення P_z подану у [2, 3]

$$P_z = 1,15\sigma_{st}ust_r \left\{ \left[1 + \mu_1(1 + tg\gamma) + \frac{(0,5 + \mu)u}{2k_c} \right] \cos\gamma + \frac{k_c}{4ucos\gamma} + \mu_1\sin\gamma + \frac{\mu_2 l_3}{ussin\varphi} + \frac{k_s s \sin^2\varphi}{4ucos\gamma} \right\} \quad (1)$$

де σ_{st} – середнє у зоні пластичної деформації напруження текучості оброблюваного матеріалу, що відповідає середній температурі у зоні деформації; u – питома енергія деформації; μ – коефіцієнт тертя у долях напруження текучості; μ_1 і μ_2 – коефіцієнти тертя від сил тертя на передній і задній поверхнях різця; t_r – глибина різання; k_c – коефіцієнт потовщення стружки; l_3 – величина, що визначається прийнятим у конкретному розрахунку критерієм зношування різця по задній поверхні; φ – головний кут в плані. Залежність (1) подамо у такому вигляді

$$P_z = AS^2 + BS + C \quad (2)$$

де P_z, S – випадкові величини; $A > 0, B > 0, C > 0$ – постійні величини.

$$A = \frac{1,155\sigma_{st} \cdot k_c \cdot \sin^2 \varphi}{4 \cdot \cos \gamma};$$

$$B = 1,155 \cdot \sigma_{st} \cdot u \cdot t_r \cdot \cos \gamma \left[1 + \mu_1(1 - tg\gamma) + \frac{0,5 + \mu}{2k_c} + \frac{k_c}{4 \cdot u \cdot \cos^2 \gamma} + \mu \cdot tg\gamma \right];$$

$$C = \frac{1,155 \cdot \sigma_{st} \cdot t_r \cdot \mu_2 \cdot l_3}{\sin \varphi},$$

Оскільки функція $p_z = As^2 + Bs + C$ диференційована і строго зростаюча, то для знаходження функції розподілу $g(p_z)$ випадкової величини P_z можна застосувати формулу [2]

$$g(p_z) = f[\Psi(p_z)] \cdot \Psi'(p_z), \quad (3)$$

де $\Psi(p_z)$ – обернена функція до функції $p_z = As^2 + Bs + C$, яка дорівнює

$$\psi(p_z) = \frac{\sqrt{\Delta + 4Ap_z} - B}{2A},$$

де

$$\Delta = B^2 - 4AC, p_z > C.$$

Врахувавши що

$$f(s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(s-\bar{s})^2}{2\sigma^2}},$$

отримаємо

$$f[\psi(p_z)] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{\left(\frac{\sqrt{\Delta+4Ap_z}-B}{2A}-\bar{s}\right)^2}{2\sigma^2}}.$$

Взявши похідну від оберненої функції $\psi(p_z)$ по p_z будемо мати

$$\psi'(p_z) = \frac{1}{\sqrt{\Delta + 4Ap_z}}.$$

Підставивши вирази для $f[\psi(p_z)]$ і $\psi'(p_z)$ у рівність (3), отримаємо шукану щільність розподілу $g(p_z)$ для випадкової величини P_z :

$$g(p_z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \frac{1}{\sqrt{\Delta + 4Ap_z}} e^{-\frac{\left(\frac{\sqrt{\Delta+4Ap_z}-B}{2A}-\bar{s}\right)^2}{2\sigma^2}}. \quad (4)$$

Визначивши математичне сподівання $M(p_z)$ і дисперсію $D(p_z)$ і прийнявши, що величина p_z розподілена нормально встановили, що максимальні величини $P_{z\max}$ для відповідних подач становить (1,15 – 1,23) $M(p_z)$.

Література

1. Амарего И. Дж. А. Обработка металлов резанием / И. Дж. А. Амарего, Р. Х. Браун; пер. с англ. В. Л. Пастунова. – М. : Машиностроение, 1977. – 325 с.
2. Вентцель Е. С. Теория вероятности. / Е. С. Вентцель — М.: Наука, 1969. — 576 с
3. Воронцов А. Л. Разработка новой теории резания. Математическое описание образования стружки разных видов, пульсации силы резания и параметров контакта обработаной поверхности заготовки з задней поверхностью резца / А. Л. Воронцов, Н. М. Султан-Заде, А. Ю. Албагачиев // Вестник машиностроения. – 2008. – №7. – С. 56-61.
4. Воронцов А. Л. Разработка новой теории резания. Практические расчеты параметров резания при точении / А. Л. Воронцов, Н. М. Султан-Заде, А. Ю. Албагачиев // Вестник машиностроения. – 2008. – №9. – С. 67-76.
5. Вплив випадковості подачі на висоту мікронерівностей поверхні при її точінні або розточуванні / [П. Кривий, Н. Тимошенко, М. Шарик, В. Крупа] // Львів: Машинознавство, 2013. – №9-10 (195-196). – С. 76-83
6. Вульф А.М. Резание металлов. Изд 2-е. Л.: Машиностроение, 1973. – 496 с.