

УДК 621.9.01

А. Собачек, **В. Ніцета**, А. Свіч

Люблінський політехнічний інститут, Польща

## АНАЛІЗ ЗАДАЧІ ВИБОРУ ОСЬОВОЇ ПОДАЧІ В ПРОЦЕСАХ БАГАТОПРОХІДНОГО ТОЧІННЯ

© Собачек А., **Ніцета В.**, Свіч А., 2001

**Проаналізовано вплив технологічних параметрів багатоетапного точіння на формування мікрорельєфу поверхневого шару заготовки. На основі теоретико-експериментальних досліджень запропоновано методику керування якістю оброблених поверхонь деталі за рахунок вибору оптимального значення осьової подачі.**

**The influence of technological parameters of turning treatment on shaping of detail's surface microcontour is analysed. On the basis of theoretical and experimental examinations the procedure of management by quality of detail's treatment surfaces by means of optimal selection of axial feeding is suggested.**

Багаторічний досвід промислового застосування формоутворення деталей точінням, багаторазово перевірені практикою рекомендації щодо вибору за довідниковими таблицями режимів різання, здавалось би, є гарантом забезпечення належної якості оброблених поверхонь. Однак доволі часті випадки прояву при точінні за абсолютно ідентичних режимів різання при оброблюванні одного і того ж матеріалу на тому ж верстаті пікового відхилення параметрів формоутворених поверхонь, зокрема збільшення шорсткості та хвилястості. І якщо для деталей середньої та низької груп якості за умови збереження поля допуску це не є надто вагомим, то для прецизійних деталей зростання шорсткості поверхонь поза допустимі межі є неприйнятним браком. При цьому оброблювання наступних деталей, а подекуди і окремих ділянок поверхні відмінного діаметра однієї і тієї ж деталі, забезпечує належну точність і якість без будь-якого втручання в систему налагодження верстата і заміни інструменту. Прояв цього явища є властивим автоматизованим та напівавтоматизованим верстатам, що виключає і вплив людського фактора обслуговуючого персоналу.

Явище різкого погіршення якості оброблених поверхонь, що не зумовлене зміною зовнішніх чинників процесу точіння, не є закономірним, має стохастичний характер і найчастіше проявляється під час точіння легованих сталей та матеріалів підвищеної твердості. Саме з цих матеріалів переважно виготовляють прецизійні високовартісні деталі. І хоч, як показали проведені нами експериментальні дослідження, імовірність його прояву є доволі низькою і не перевищує 1 %, та з врахуванням вартості як матеріалу прецизійних деталей, так і витрат на їх виготовлення, невиправданий брак під час їх формоутворення суттєво дається взнаки на собівартості.

Оскільки явище різкого погіршення якості оброблених точінням поверхонь проявляється і зникає без видимих закономірностей, його появу не зумовлюють ні зміни системи налагодження верстата, ні стану інструменту чи дій обслуговуючого персоналу, правомірний висновок, що в основі його природи є динамічні явища, які виникають безпосередньо під час точіння, зумовлені станом і рельєфом оброблюваної поверхні [1, 2, 3]. Певною мірою це підтверджують проведені нами теоретико-експериментальні дослідження [6] багатоетапного точіння легованих сталей на верстатах токарно-гвинторізної групи.

Типове трьохетапне (чорнове, напівчистове та чистове) токарне оброблення у більшості випадків забезпечує необхідну якість поверхні. Це досягається, як правило, призначенням відповідних режимів оброблення (швидкості різання, подачі, глибини різання), які специфічні для кожного із етапів точіння.

При цьому вважається, що сила різання у рамках кожного етапу постійна і визначається емпіричною залежністю:

$$F = C \cdot t^a \cdot s^b \cdot k, \quad (1)$$

де  $C$ ,  $a$ ,  $b$  – константи.

Звичайна методика призначення режимів токарного оброблення кожного етапу базується на заданих величинах:

- глибині різання ( $t$ );
- геометрії різця та умов точіння ( $k$ );
- прогині деталі чи інструмента від сили різання ( $F$ ).

На основі цих умов призначають подачу ( $S$ ) [4, 5].

Звичайно, у реальних умовах сила різання залежить не лише від подачі на заданому етапі оброблення ( $S_i$ ).

Як правило, подача при чистовому обробленні відрізняється від подачі на попередньому обробленні ( $S_{i-1}$ ). У цих випадках шорсткість від попереднього оброблення приводить до періодичної зміни довжини лінії різання на етапі чистового оброблення, що, в свою чергу, спричиняє коливання сили різання. Якщо напівчистове або чистове оброблення проводять однаковими різцями із однаковими кутами в плані, то зміна сили різання має пилоподібний характер (рис. 1) [7].

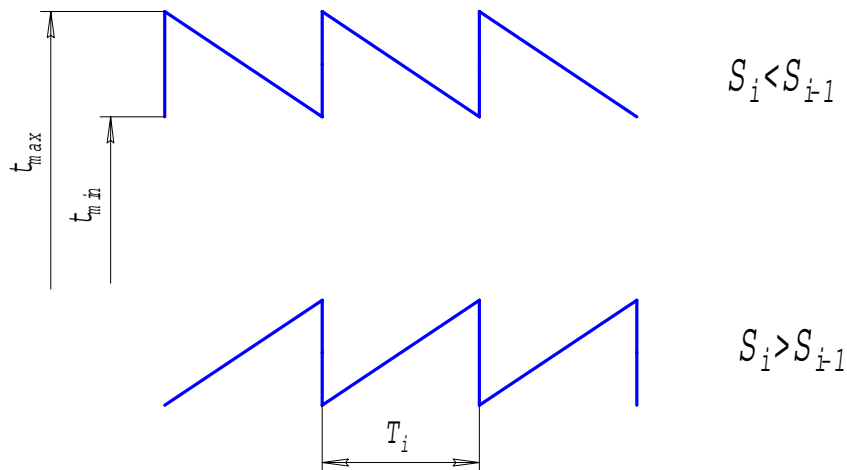


Рис. 1. Характер зміни сили різання під час багатоетапного точіння

Період коливання сили різання при чистовому обробленні  $T_i$  можна визначити за формулою:

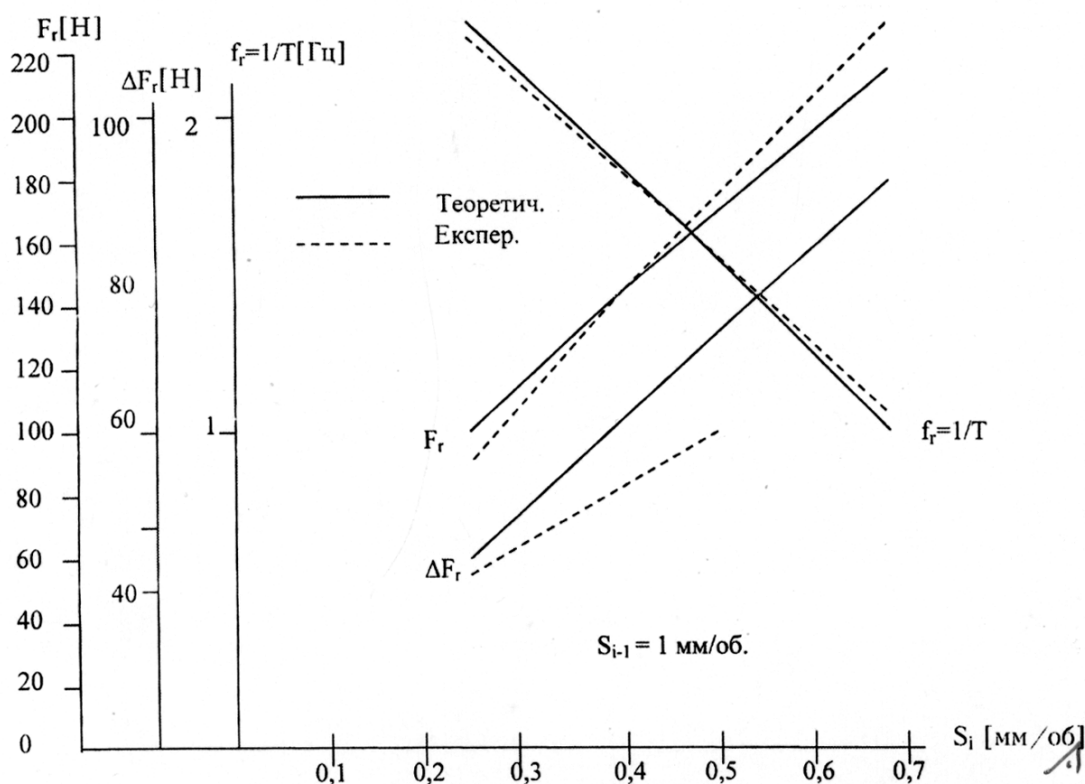
$$T_i = \frac{S_{i-1} \cdot \ell_{об.}}{\sqrt{(S_{i-1} \cdot n_i - S_i \cdot n_i)}}, \quad (2)$$

де  $n_i$  – частота обертання деталі при чистовому обробленні;  $\ell_{об.}$  – довжина лінії різання.

У таблиці і на графіку (рис. 2), побудованому за табличними даними, для прикладу наведені експериментальні дані для радіальної складової сили різання ( $F_r$ ), амплітуди коливань цієї сили ( $\Delta F_r$ ) та частоти коливань при чистовому обробленні ( $f_r$ ) при різних складових подачі  $S_i$  та  $S_{i-1}$ . Для порівняння наведено теоретичні значення. Вихідна шорсткість  $R_z$  становила 0,16 мм.

#### Вплив зміни подачі на радіальну складову сили різання в процесі точіння

	$F_r$ , [Н]		$\Delta F_r$ , [Н]		$f_r$ , [Гц]	
	Теор.	Експер.	Теор.	Експер.	Теор.	Експер.
$S_i = 0.7 \cdot S_{i-1}$	214	230	93	-	0.95	1.00
$S_i = 0.5 \cdot S_{i-1}$	202	180	72	60	1.60	1.62
$S_i = 0.25 \cdot S_{i-1}$	98	80	43	40	2.40	2.37



Аналіз розрахункових та експериментальних даних, отриманих для реальних режимів оброблення, дає змогу зробити висновки:

- амплітуда коливань сили різання становить 30–50 %;
- частота коливань змінюється у межах 1–2,4 Гц;
- експериментальні дані досить добре узгоджуються із розрахунковими.

Такі коливання сили різання безумовно спровокують механічні коливання інструменту та деталі, що може привести до суттєвих відхилень форми та викривлення мікрогеометрії поверхні. Цим процесом можна керувати, вибираючи відповідні подачі  $S_{i-1}$  та  $S_i$ .

Таким чином, аналіз даних проведених теоретико-експериментальних досліджень переконливо свідчить, що навіть на етапі чистового точіння цілком можливі прояви доволі суттєвого (до 50 %) коливання значень сил різання, зумовлених рельєфом попередніх обробок та збіганням чи кратністю значень кроку профілю. Коливання значень сил різання, в свою чергу, внаслідок збурення вібрацій різко погіршують якість оброблених поверхонь, зумовлюють появу браку при виготовленні прецизійних деталей. Найдешевшим і простим виходом із ситуації несподіваних проявів різкого погіршення стану оброблених чистовим точінням поверхонь без видимих на то причин є перевірка і корекція вибору величини осьової подачі.

1. Jemielniak K., Widota A. *Numerical simulation of non-linear chatter vibration in turning* // *Int J. Mach Tools Manufact.* 1989 Vol.29. Nr 2. 2. Lin T.J., Lu S.H., Stout K.J. *Model-based topography characterization of machined surfaces in three dimension* // *Int. J. Mach Tools Manufact.* 1997. Vol.35. Nr 2. 3. Lubimov W., Oczóś K.E. *Wybrane zagadnienie kształtowania nierówności powierzchni w procesach obróbkowych* // *Mechanik*, 1997. Vol. 70. Nr 3. 4. Oczóś K.E., Lubimov W. *Wybrane metody sterowania chropowatością powierzchni obrabianych elementów maszyn przepływowych* // *Mat. VIII Międz. Konf. "Przepływowe Maszyny Wirnikowe. Rzeszów-Bystre, 1998 r.* 5. Rubensten C. *The edge force components in oblique cutting* // *Int J. Mach Tools Manufact.*, 1990. Vol.30. Nr 1. 6. Sobaszek A., Nieczieta W., Świć A. *Обеспечение качества поверхности при многопроходной токарной обработке* // *V Международная научно-техническая конференция: Точность и надежность технологических и транспортных систем. Россия, Пенза, 1999.* 7. Tarng S., Young H., Lee B. *An Analytical model of chatter vibration in metal cutting* // *Int J. Mach Tools Manufact.* 1994. Vol.3. Nr 2.

УДК 621.922(923)

Я.О. Шахбазов

Українська академія друкарства,  
кафедра технології матеріалів і поліграфічного машинобудування

## ТЕХНОЛОГІЧНА СПАДКОВІСТЬ УТВОРЕННЯ ШОРСТКОСТІ ПРИ ВИКІНЧУВАЛЬНОМУ ШЛІФУВАННІ АБРАЗИВНИМИ КРУГАМИ

© Шахбазов Я.О., 2001

**Досліджені закономірності впливу шорсткості заготовки на шорсткість обробленої поверхні при викінчувальному шліфуванні.**

**There has been explored a possibility to provide given processed surfaces roughness when grinding by abrasive wheels.**

Одним із параметрів якості обробленої поверхні є її шорсткість, яка суттєво впливає на експлуатаційні характеристики деталей машин. Величина шорсткості обробленої поверхні є складовою частиною допуску на розмір та призначається залежно від якості точності обробки. Ефективним способом забезпечення точності по 7–8 квалітетах та шорсткості обробленої поверхні  $Ra=1,25-63$  мкм деталей машин зі сталі є шліфування. При таких технічних вимогах визначення умов шліфування обмежується дослідженнями впливу кінематики процесу, явищ пружних та пластичних деформацій на макрорівні обробленої поверхні. Перехід на більш високий рівень шліфування із шорсткістю обробленої поверхні