

УДК. 621.867.

**М.Пилипець, канд. техн. наук**

*Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КОНІЧНИХ ШНЕКІВ**

*Розглянуто можливості підвищення точності конічних шнеків проточуванням зовнішнього краю і подані залежності для визначення параметрів режимів різання.*

### **Умовні позначення:**

$\sigma$	– середньоквадратичне відхилення сумарних похибок;
$C_i$ і $C_l$	– середні значення сумарного і вихідного відхилення;
$t$	– глибина різання;
$S$	– подача;
$R_z, R_a$	– параметри шорсткості;
$r$	– радіус при вершині різця;
$v$	– швидкість різання;
$\gamma$	– передній кут різця;
$h$	– товщина краю спіралі;
$T$	– значення стійкості різця;
$K_g$	– коефіцієнт, що враховує товщину краю витка спіралі шнека;
$K_\phi$	– коефіцієнт, що враховує форму різця;
$K_m$	– коефіцієнт, що враховує матеріал шнека;
$P_z$	– сила різання;
$K_z$	– коефіцієнт, що залежить від товщини спіралі на зовнішньому краю;
$K_{напр}$	– коефіцієнт, що залежить від напрямку гвинтової лінії спіралі шнека;
$K_{спр}$	– коефіцієнт, що враховує зношення різця.

Для підвищення точності шнекових механізмів з конусними шнеками необхідна висока точність витків спіралі.

Неточність виготовлення витків спіралі виникає як наслідок впливу ряду факторів, які створюють похибки, до них можна віднести неоднорідність матеріалу вихідної стрічки, з якої навивають спіраль, неоднакову шорсткість країв стрічки, коливання сил притискання стрічки в процесі навивання та інші. Для виявлення закономірності виникнення цих похибок можна використати метод математичної статистики [1], на основі якого встановлено, що 99,7% всіх оброблених деталей знаходяться в інтервалі абсциси  $x = \pm 3\sigma$ , це показує, що відхилення дійсних розмірів від середнього розміру майже всіх виготовлених деталей знаходиться в межах від  $+3\sigma$  до  $-3\sigma$  тобто абсолютна величина відхилень рівна  $6\sigma$ . Виявлення і сумування похибок за параметрами відхилення форми складно. При обробці конічних шнеків можна використовувати просте визначення сумарної похибки розмірів і форми враховуючи критерії незначимості. Згідно цього критерію при визначенні сумарної дисперсії нехтують складовими, які на порядок менші найбільшої дисперсії. Тобто, якщо  $\sigma_1 \geq 3\sigma_2$ , то приймають  $\sigma \cong \sigma_1$  ( $\sigma$  - середнє квадратичне відхилення сумарної похибки). Нехтування меншим  $\sigma_1$  преведе до відносної похибки у визначенні  $\sigma$  до 5,5%, що при ймовірносних розрахунках повністю допустимо і тоді, якщо врахувавши тільки одне домінуюче відхилення, наприклад, відхилення зв'язане з похибкою попереднього переходу обробки, тобто операції навивання спіралі, то можна примінити коефіцієнт уточнення. Тоді справедливе співвідношення

$$C = k_{ym} C_1, \quad (1)$$

з нього видно три способи підвищення точності виготовлення шнеків:

- зменшенням коефіцієнта уточнення  $k_{ym}$ , тобто підбором оптимальних режимів обробки;
- підвищенням точності обробки на попередньому переході, тобто використанням високоточної оснастки;
- застосуванням систем із зворотнім зв'язком, тобто компенсацією зміщень формотворних елементів оснастки шляхом силових і кінематичних впливів.

Розгляньмо перший спосіб підвищення точності конічних шнеків. Відомі методи виготовлення спіралей шнеків [2] дозволяють одержувати діаметральні розміри, що відповідають допускам 12 ÷ 14 квалітетів точності і крок з граничною похибкою  $\pm 1$  мм. Підвищити точність за кроком можна калібруванням витків роликівими калібрами. За діаметром точність підвищується проточуванням країв витків. Підібравши оптимальні методи і режими виготовлення спіралі і максимальні режими її обробки можна реалізувати перший шлях підвищення точності конічних шнеків.

Як відомо з [3] значення швидкості різання при проточуванні шнеків перебуває в межах 250...400 м/хв, при їх зниженні процес проточування порушується і зовнішня гвинтова поверхня деформується.

При дослідженні обточування конусних поверхонь встановлено, що в діапазоні швидкостей 250...400 м/хв при відношенні діаметрів конуса  $D/d > 1.6$  швидкість різання виходить за межі заданого діапазону і проточування конусного шнека неможливе. А тому проточування конусних шнеків можливе при обробці на верстатах з ЧПК при регулюванні швидкості різання в процесі виконання робочого ходу.

За експериментальними даними на ЕОМ виведено апроксимаційні залежності для визначення режимів різання при проточуванні за зовнішньому діаметрі конічних шнеків.

Глибина різання  $t$  призначається залежно від вимог точності розмірів і шорсткості обробленої поверхні. При виготовленні шнеків 7...9 квалітетів точності при шорсткості поверхонь  $R_z = 10...20$  мкм глибина різання  $t = 0,4...1,5$  мм. Залежно від товщини краю витка максимальна глибина різання може становити  $t = 2$  мм.

Подачу  $S$  визначають в залежності від параметрів шорсткості і товщини краю витка за формулою

$$S = 0,018 Ra^{1,5} r^{0,5} v^{0,28} h^{0,5} (90 + \gamma)^{-0,2}, \quad (2)$$

При обробці шнека з товщиною витка на зовнішньому краї до 3 мм подачу вибирають за табл. 1.

Таблиця 1

Рекомендовані значення подач (мм/хв)

Параметр шорсткості $Ra$ , мкм	Глибина різання, мм	Товщина витка на зовнішньому краї, мм					
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
0,63	0,5	0,020	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
1,6	1,0	0,090	0,130	0,150	0,180	0,200	0,220
3,2	1,5	0,250	0,360	0,420	0,500	0,550	0,620
6,3	1,5	0,650	0,980	1,210	1,390	1,550	1,700

Примітка: Подачі дані для обробки різцем із твердосплавною пластинкою Т15К6 з радіусом при вершині різця  $r = 2$  мм сталей з  $\sigma_s = 300...500$  МПа; для сталей з  $\sigma_s = 500...800$  МПа

значення подач треба помножити на коефіцієнт 1,18. Для шнеків з товщиною краю понад 3 мм значення подач треба помножити на коефіцієнт 1,33.

Швидкість різання  $v$  визначається за формулою

$$v = \frac{280}{T^{0.2} S^{0.2} t^{0.15}} K_v, \quad (3)$$

де  $K_v = K_\epsilon K_\phi K_M$ ;  $K_\phi = 1$  при  $r = 2$  мм;  $K_M = 350/\sigma_B$ .

Таблиця 2

Рекомендовані значення коефіцієнта  $K_\epsilon$

Товщина краю витка спіралі $h$ , мм	$K_\epsilon$
0,5...1,0	1,50
1,0...1,5	1,38
1,5...3,0	1,20
3,0...6,0	1,0

Значення сили різання визначається за формулою

$$P_z = 3500 \cdot V^{-0.18} S^{0.95} K_z \quad (4)$$

де  $K_z = 0,25h$   $K_{напр}$   $K_{спр}$   $K_{напр} = 1,1$  – для проточування у напрямку гвинтової лінії;  $K_{напр} = 0,9$  проти напрямку гвинтової лінії;  $K_{спр} = 0,8...1$ .

Аналіз результатів дослідження процесу проточування конічних шнеків на зовнішньому діаметрі показав, що підвищення швидкості різання зменшує силу різання (рис.1), а при збільшенні подачі (рис.2) і глибини різання (рис.3) сила зростає.

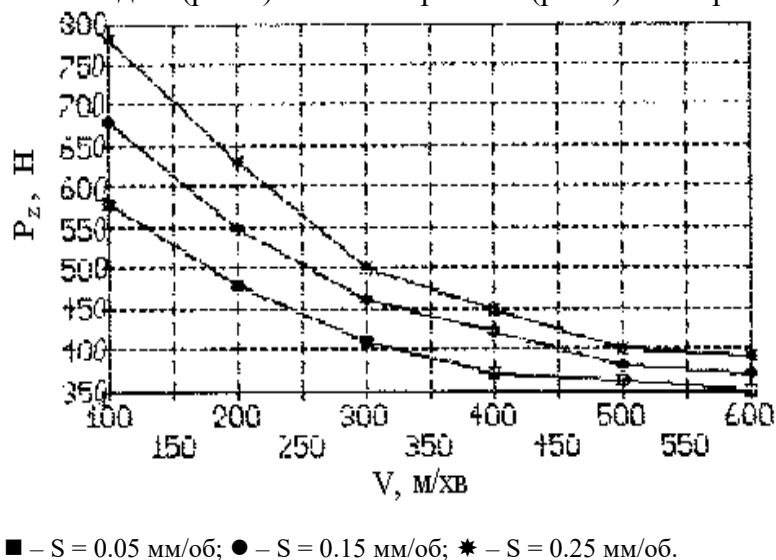


Рис. 1. Залежність зусилля різання від швидкості.

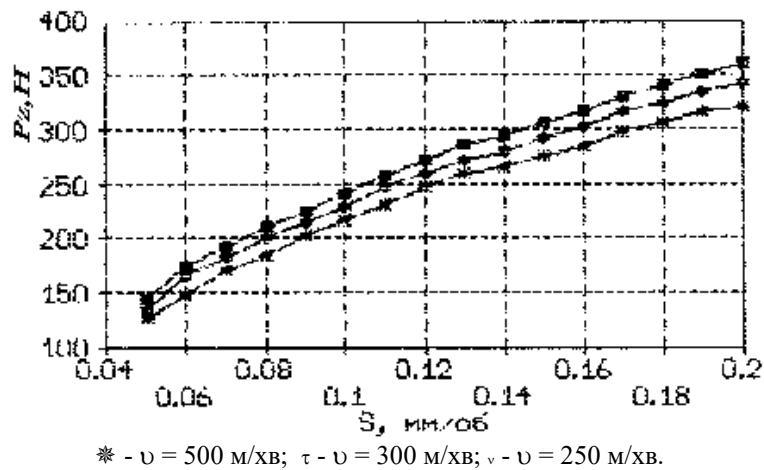


Рис. 2. Залежність  $P_z$  від подачі  $S$ .

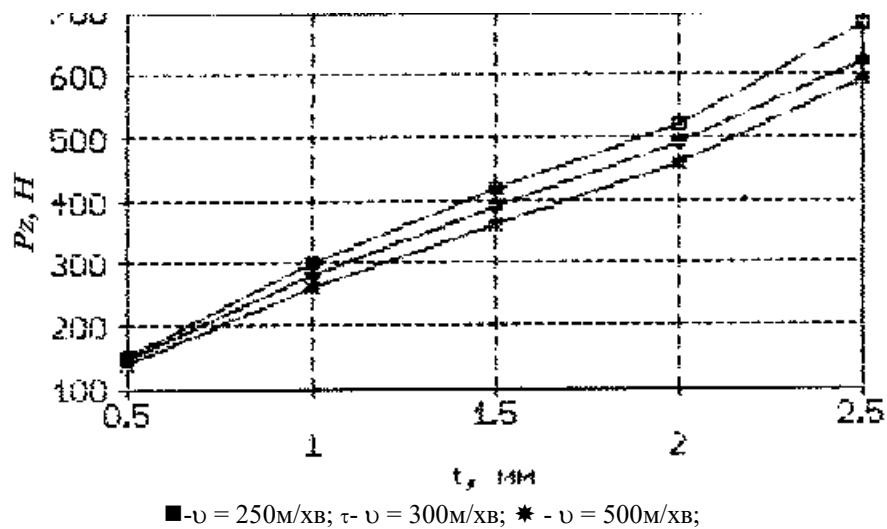


Рис. 3. Залежність зусилля різання від глибини різання.

Результати досліджень можна використовувати при проектуванні нових технологічних процесів виготовлення точних конічних шнеків.

*The possibilities of raising the conic screws accuracy by means of the outer surface turning is analysed. The dependance for binding the parameters of the cuttling regimes is found.*

### Література

1. Егоров М.Е. Технология машиностроения.- М.: Высш. Шк., 1979.-526 с.
2. А.с. N1611505 СССР, МКИз В 21 Д. 11/06. Способ изготовления спиралей шнеков и устройство для его осуществления /М.И.Пилипец, О.Н. Шаблей, Б.М. Гевко и др. – N464357/31 - 27; заявлено 10.11.88; опубл. 07.12.90. Бюл. N28.
3. Гевко Б.М., Пилипец М.И. Исследование процесса проточки шнеков //Технология и организация производства. –1985.-N3.-С.18-19.

Одержано 07.02.2000 р.