

УДК 621.73.074

О.П. Кочубинська, магістр, Терноп. держ. техн. уні-т ім. І. Пулюя

РОЗРАХУНОК ГВИНТОВОЇ ОПРАВКИ ДЛЯ ЗАТИСКУ ТОНКОСТІННИХ ВТУЛОК

О.П. Кочубинская. Расчет винтовой оправки для зажима тонкостенных втулок. Приведена конструкция и выведены аналитические зависимости для определения силовых и конструктивных параметров винтовой оправки в режиме закрепления и обработки втулок.

O.P. Kochubynska. Design of a screw mandrel for clamping thin-wall sleeves. The design is presented and the analytic dependences are deduced for determining the force and structural parameters of a screw mandrel in the mode of sleeves' fixing and machining.

В технологічному обладнанні та металорізальних верстатах для затиску пруткових і трубчастих заготовок при їх виготовленні і відновленні використовують кулачкові, цангові, гідропластові патрони та різного вигляду оправки, які не в повній мірі забезпечують надійну фіксацію заготовки в процесі механічного оброблення та складання, а також у більшості випадків мають незначний діапазон затиску, оскільки в цих патронах затискаються, як правило, калібровані прутки.

Гвинтові затискні пристрої (ГЗП), в яких затиск заготовок здійснюється зовнішньою або внутрішньою периферійними поверхнями спіралей, в певній мірі позбавлені недоліків відомих затискних пристроїв. Для них характерним є широкий діапазон затиску тонкостінних заготовок в межах 4...70 мм при діаметрах 60...150 мм, що забезпечує надійну фіксацію та базування заготовки в патроні та покращує умови експлуатації.

Технологічному обладнанню і оснащенню при виготовленні і ремонті деталей, які здійснюються базування по внутрішньому діаметру, присвячено ряд робіт [1...3], однак цілий ряд питань залишається невирішеним.

Тому важливим є розроблення конструкції станда і затискних елементів для дослідження ЗП при виготовленні і ремонті деталей з базуванням по внутрішньому діаметру за умови забезпечення надійності технологічних операцій.

Деформацію витка шнека при встановленні і знятті заготовки з оправки з достатньою точністю можна визначити з залежності (рис. 1)

$$\Delta = B - \sqrt{B^2 - \frac{f^2}{4}}, \quad (1)$$

де B — ширина витка шнека, мм;

f — переміщення середньої лінії витка шнека в горизонтальному напрямку по зовнішньому діаметру, мм;

$$f = \frac{P}{6DL} (3a^2 B - a^3), \quad (2)$$

де P — сила деформації спіралі шнека, Н;

a — відстань від внутрішнього радіуса витків шнека до точки прикладання сили P , мм;

B — ширина витка шнека, мм;

D — циліндрична жорсткість, Н/мм;

L — довжина гвинтової лінії по внутрішньому радіусу, мм.

Циліндрична жорсткість визначається за формулою

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)}, \quad (3)$$

де E — модуль першого роду для матеріалу витка, МПа;

h — товщина витка, мм;

μ — коефіцієнт Пуансона для матеріалу спіралі шнека.

Довжину гвинтової лінії шнека визначають як

$$L = n\sqrt{(2\pi r_1)^2 + T^2}, \quad (4)$$

де n — кількість витків;

r_1 — внутрішній радіус витків, мм;

T — крок витків, мм.

Величину переміщення середньої лінії спіралі шнека визначають з формули (1)

$$f = 2\sqrt{2\Delta B - \Delta^2}. \quad (5)$$

Виконуючи перетворення формули (2), врахувавши вирази (3), (4) і (5), можна отримати формулу для визначення сили деформації витків спіралі шнека:

$$P = \frac{Eh^3 n \sqrt{(2\pi r_1)^2 + T^2} \sqrt{2\Delta B - \Delta^2}}{(1 - \mu^2)(3a^2 B - a^3)}. \quad (6)$$

На основі приведеного виведено аналітичні залежності для визначення конструктивних і технологічних параметрів гвинтових оправок технологічного оснащення для обробки тонкостінних втулок.

Сила деформації витків шнека оправки залежить від їх товщини (рис. 2).

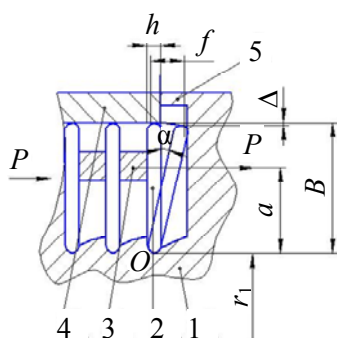


Рис. 1. Розрахункова схема сили деформації витків у гвинтовому патроні затиску втулок: 1 — корпус оправки; 2 — гвинтовий затискний елемент; 3 — розпорний гвинтовий елемент; 4 — трубчаста заготовка; 5 — упор

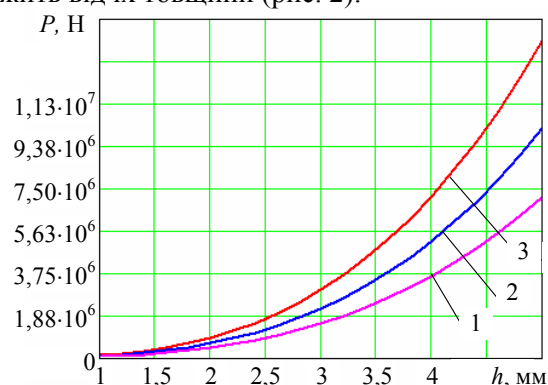


Рис. 2. Графік залежності сили деформації витків шнека оправки від їх товщини для ширини $B=15$ (1), 20 (2) і 30 мм (3)

З рисунка 2 видно, що із збільшенням товщини витка зусилля деформації різко збільшується в межах $1,88 \cdot 10^6 \dots 1,5 \cdot 10^7$ Н.

Сила деформації витків шнека затискної оправки залежить від величини їх деформації Δ (рис. 3).

З рисунка 3 видно, що сила деформації витків шнека затискного пристрою збільшується зі збільшенням їх деформації в межах від $0,5 \cdot 10^6$ до $5,6 \cdot 10^6$ Н.

Силу затиску пустотілих циліндричних заготовок визначається за формулою

$$P = \frac{Eh^3 n \sqrt{(2\pi r_1)^2 + T^2} \sqrt{2\Delta_1 B - \Delta_1^2}}{2(1 - \mu^2)B^3}, \quad (7)$$

де Δ_1 — деформація витка в положенні затиску, мм.

Сила затиску заготовки залежить від величини деформації витків (рис. 4).

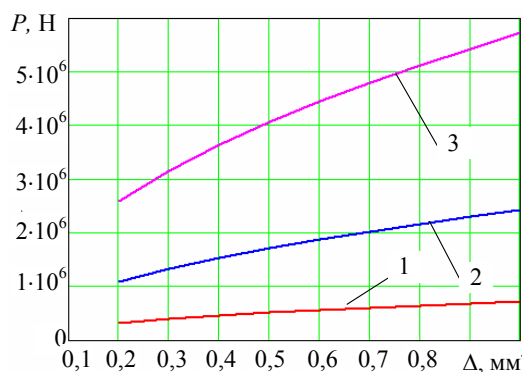


Рис. 3. Графік залежності сили деформації витків шнека затискної оправки в залежності від величини їх деформації Δ для товщини витків $h=2$ (1), 3 (2) і 4 мм (3)

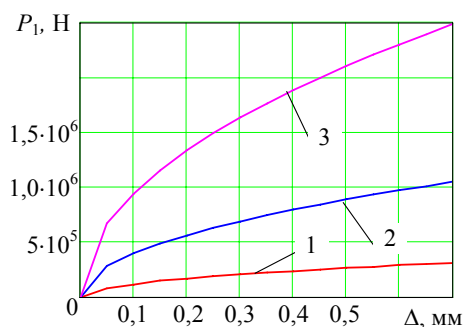


Рис. 4. Графік залежності сили затиску заготовки від величини деформації витків для різної їх товщини $h=2$ (1), 3 (2) і 4 мм (3)

Із рисунка 4 видно, що із збільшенням сили затиску заготовки величина деформації збільшується.

На основі приведених досліджень встановлено що сила деформації витків шнека затискної оправки збільшується зі збільшенням ширини витків і особливо їх товщини. При цьому діапазон затиску гвинтовими елементами збільшується в 3...7 разів в порівнянні з цанговими затискними елементами. Для забезпечення максимальної сили затиску потрібно використовувати витки максимально можливої товщини і мінімальної ширини, а також збільшувати величину деформації витків.

Література

1. Корсаков В.С. Основы проектирования приспособлений. — М.: Машиностроение, 1983. — 456 с.
2. Кузнецов Ю.Н. Самонастраивающиеся зажимные механизмы. — София: Техника, 1988. — 222 с.
3. Патент № 15685 Україна. Патрон з шнековим затиском і пневматичним приводом / Гевко І.Б., Кочубинська О.П. // Бюл. — 2006. — № 7.

Надійшла до редакції 19 березня 2008 р.