

Б.М. Гевко, А.Є. Дячун, О.Л. Ляшук, В.М. Клендій
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

РОЗРАХУНОК ПАТРОНА ДЛЯ ЗАТИСКАННЯ ТОНКОСТІННИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗАГОТОВОК

© Гевко Б.М., Дячун А.Є., Ляшук О.Л., Клендій В.М., 2011

Представлено конструкцію центрувально-затискного патрона з пружним гвинтовим затискним елементом для затискання тонкостінних циліндричних заготовок. Визначено осьову силу затиску на передавальній ланці пристрою, силу деформації гвинтового елемента та співвідношення деформацій гвинтового елемента в радіальному і осьовому напрямках.

Construction of centering-clamping device with a resilient spiral clamping element for clutching of the thin-walled cylinder billets is presented. Axial force of clamping on the transmission link of device, force of deformation of spiral element and correlation of deformations of spiral element in radial and axial directions are definite.

Постановка проблеми. Постійний розвиток техніки на сучасному етапі вимагає використання деталей, які є тонкостінними оболонками. Сьогодні їх кількість значно збільшується відносно загальної маси деталей, що піддаються механічній обробці. Разом із збільшенням частки тонкостінних виробів в загальній масі оброблюваних деталей підвищуються і технічні вимоги до точності розмірів, шорсткості оболонкових поверхонь, форми та їх взаємного розташування, вимоги до якості поверхневого шару. Внаслідок основної особливості тонкостінних виробів – їх малої жорсткості – виконання цих вимог є доволі складним завданням.

Найбільші труднощі під час оброблення оболонкових деталей виникають при вирішенні питання їх базування і закріплення на верстаті. Закріплення оброблюваних заготовок у пристроях і прикладання сил приводить до виникнення похибок і деформації заготовок. Для тонкостінних виробів, що характеризуються малою жорсткістю, похибки, пов'язані з прикладанням сил закріплення, можуть набувати великих значень, тому цей чинник є визначальним при конструюванні затискних пристроїв і підборі оптимальних режимів обробки.

Для затискання тонкостінних виробів використовують різного типу патрони, пристрої і оправки: багатоклачкові, з гофрованими затискними елементами, цангові розтискні оправки, оправки та патрони з оболонковими затискними елементами та ін.

Окремо слід виділити гвинтові затискні пристрої із пружними затискними елементами, зокрема затискні патрони та оправки із гвинтовими елементами затискання, що порівняно із іншими є дешевшими у виготовленні та експлуатації, а також не деформують поверхонь тонкостінних втулок. Проте їх розробленню і дослідженню приділено мало уваги, що потребує подальших теоретичних і експериментальних досліджень.

Тому актуальною задачею є створення затискних патронів з пружними гвинтовими елементами для забезпечення рівномірного розподілу зусиль затискання по всьому периметру та розроблення методів їх проектування на основі дослідження їх характеристик.

Аналіз останніх досліджень. Питання затиску тонкостінних заготовок розглядають у працях В.С. Корсакова [1], Ю.М. Кузнецова [2], Б.М. Гевка, М.Г. Дичковського [3] та багатьох інших, однак використання гвинтових затискних елементів для рівномірного затискання тонкостінних гвинтових заготовок залишається відкритим і не достатньо виченим.

Формулювання мети доповіді. Метою роботи є створення затискних пристроїв з пружними гвинтовими елементами, що забезпечують рівномірно розподілену силу затискання на поверхні заготовки та розроблення методу їх проектування.

Виклад основного матеріалу. Для рівномірного затискання тонкостінних циліндричних деталей розроблено конструкцію шнекового центрально-затискного патрона, який зображено на рис. 1 [4].

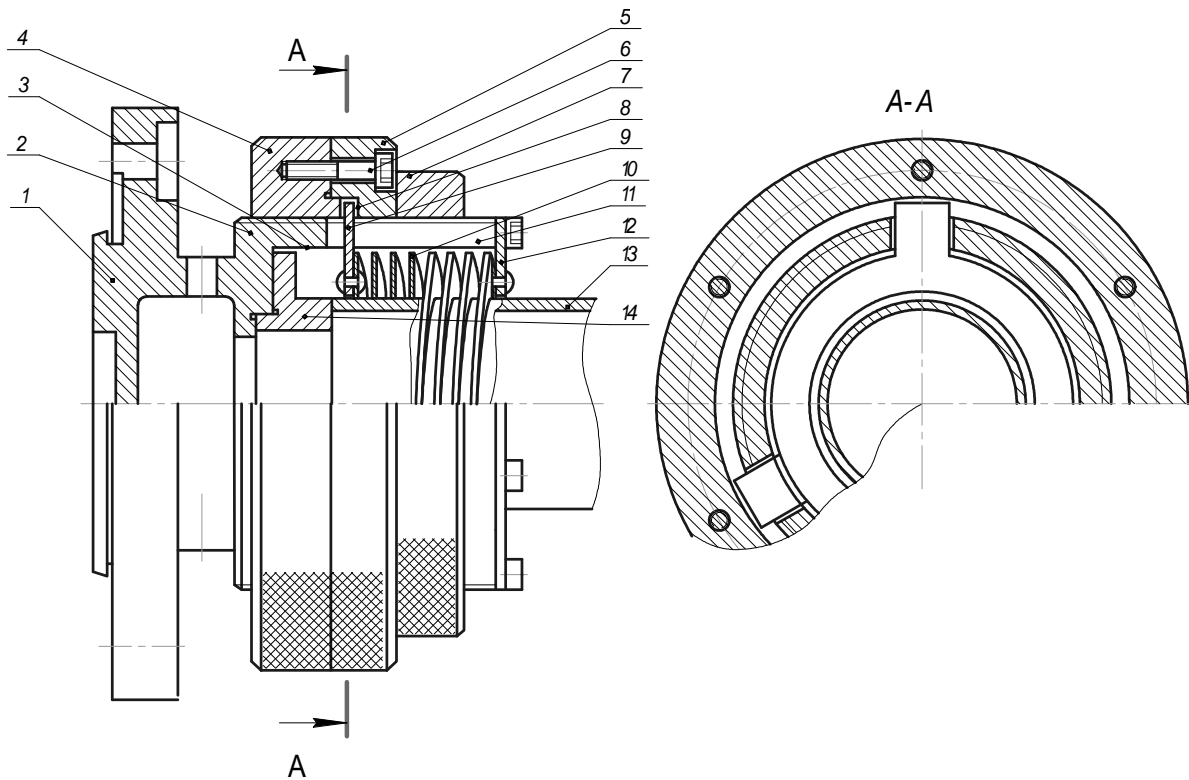


Рис. 1. Конструкція гвинтового затискного патрона тонкостінних циліндричних заготовок

Шнековий центрально-затискний патрон виконано у вигляді планшайби 1, яку з правого торця від шпинделя виконано у вигляді циліндра 2 з глухим центральним отвором 3. На зовнішній поверхні циліндра 2 нарізана різь, яка є у взаємодії з лівою 4 і правою 5 гайками, які з'єднані між собою болтами 6 і зафіксовані у визначеному місці контргайкою 7. Між торцями гайок 4 і 5 виконано циліндричну канавку 8, яка взаємодіє з поводковою шайбою 9, внутрішній діаметр якої є більшим за внутрішній діаметр шнека 10. Останній встановлено в центральний глухий отвір циліндра 2, причому лівий кінець шнека 10 жорстко з'єднано з поводковою шайбою 9, яка встановлена у внутрішній діаметр глухого центрального отвору з можливістю осьового переміщення. По зовнішньому діаметру останньої рівномірно по колу виконано, наприклад, три поводки, які взаємодіють з косими пазами 11, які виконані на циліндричній поверхні циліндра 2 з можливістю осьового переміщення. Правий кінець шнека 10 жорстко закріплено до шайби 12, яка жорстко закріплена до правого торця циліндра 2, а внутрішній діаметр шайби 12 є більшим за внутрішній діаметр шнека 10. Останній внутрішнім діаметром взаємодіє із зовнішнім діаметром заготовки 13 для її закріплення. Крім цього, у глухий отвір 3 циліндра 2 запресовано втулку 14, яка є упором для базування заготовки 13.

Робота шнекового центрально-затискного патрона здійснюється наступним чином.

Патрон на планшайбу 1 жорстко кріпиться до шпинделя, наприклад, токарного верстата (на кресленні не показано). За допомогою гайок 4 і 5, які переміщують в праве крайне положення, шнек 10 стискають, при цьому його внутрішній діаметр має більший діаметр, ніж заготовка. Встановлюють циліндричну заготовку 13 до упора з втулкою 14, гайки 4 і 5 вручну переміщують у ліве крайне

положення, розтягуючи шнек 10, у результаті чого внутрішній діаметр шнека зменшується і при цьому здійснюється затиск заготовки 13.

При розтягуванні шнека його поводки повертаються, тому паз 11 повинен бути виконаний косим під необхідним кутом.

Після цього здійснюють із заготовкою відповідні операції: зачистку, полірування тощо. Після закінчення технологічних операцій гайки 4 і 5 вручну переводять у праве крайнє положення, шнек стискається, внаслідок чого збільшується його внутрішній діаметр. Заготовку 13 звільняють. Наступну заготовку обробляють аналогічно.

Для розрахунку необхідної сили затискання при деформації гвинтового елемента 1 на величину Δh розглянемо розрахункову схему, яка зображена на рис. 2.

Осьове зусилля затиску на гайці 5 патрона складається із двох основних частин: осьового зусилля деформування затискного гвинтового елемента для усунення початкового зазору та зусилля затискання заготовки:

$$P_{o\Sigma} = P_o + P_3, \quad (1)$$

де P_o – осьового зусилля деформування затискного гвинтового елемента, Н; P_3 – зусилля затиску заготовки, Н.

Розглянемо умову деформації гвинтового елемента 1 без взаємодії з циліндричною заготовкою 2. При цьому осьове зусилля деформування затискного гвинтового елемента визначаємо за формулою:

$$P_o = \frac{4\Delta h \cdot \cos \alpha}{\pi \cdot D_1^3 \cdot i \left(\frac{\cos^2 \alpha}{GI_p} + \frac{\sin^2 \alpha}{EI_x} \right)}, \quad (2)$$

де Δh – деформація гвинтового елемента в осьовому напрямку, мм; α – кут підйому витків гвинтового елемента, град.; D_1 – початковий внутрішній діаметр гвинтового елемента, мм; i – кількість витків гвинтового елемента; G – модуль зсуву матеріалу гвинтового елемента, МПа; E – модуль першого роду матеріалу гвинтового елемента, МПа; I_p – полярний момент інерції поперечного перерізу гвинтового елемента, мм⁴; I_x – осьовий момент інерції поперечного перерізу гвинтового елемента, мм⁴.

Для деформації гвинтового елемента із початкового діаметра D_1 до необхідного діаметра D_2 потрібно прикласти наступну силу:

$$P_o = \frac{2 \cdot \delta}{D_1^3 \cdot \sin \alpha \left(\frac{1}{2GI_p} - \frac{\cos 2\alpha}{4EI_x \cos^2 \alpha} \right)}, \quad (3)$$

де δ – деформація гвинтового елемента в радіальному напрямку, мм.

Прирівнюючи значення формул (2) і (3), після перетворень одержимо співвідношення між деформацією гвинтового елемента в осьовому напрямку Δh та деформацією δ в радіальному напрямку

$$\delta = \frac{1}{2} \Delta h \cdot \sin \alpha \cdot \frac{2 \cdot EI_x \cdot \cos^2 \alpha - \cos 2\alpha \cdot GI_p}{i \cdot \pi \cdot \cos \alpha (E \cdot I_x \cdot \cos^2 \alpha + GI_p \cdot \sin^2 \alpha)}. \quad (4)$$

Полярний момент інерції поперечного перерізу гвинтового елемента визначають за формулою:

$$I_p = B^3 H \zeta, \quad (5)$$

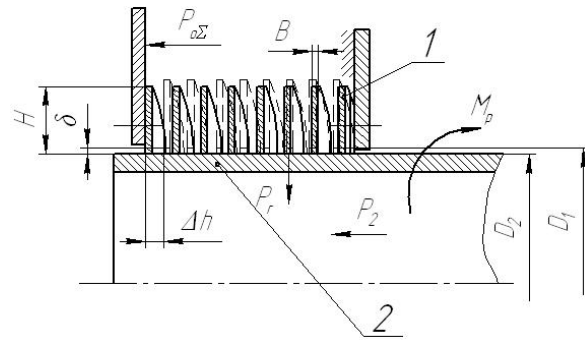


Рис. 2. Розрахункова схема гвинтового затискного патрона:

1 – затискний гвинтовий елемент;
2 – циліндрична пустотіла заготовка

де B – ширина поперечного перерізу гвинтового елемента, мм; H – висота поперечного перерізу гвинтового елемента, мм; ζ – коефіцієнт, який залежить від співвідношення між шириною і висотою поперечного перерізу гвинтового елемента.

Осьовий момент інерції поперечного перерізу гвинтового елемента визначаємо за формулою:

$$I_x = \frac{B^3 H}{12}. \quad (6)$$

Зусилля затискання заготовки, яке необхідно прикласти на торці гайки 5, визначаємо за формулою:

$$P_3 = \frac{P_r \cdot D_2 (f + \operatorname{tg} \alpha)}{2R_c}, \quad (7)$$

де P_r – радіальна сила затискання заготовки, Н; f – коефіцієнт тертя між гвинтовим елементом і заготовкою; D_2 – зовнішній діаметр заготовки, мм; R_c – середній радіус гвинтового елемента, мм.

Підставляючи формули (3), (7) до формули (1), визначаємо осьове зусилля затискання на гайці 5 патрона:

$$P_{o\Sigma} = \frac{P_r \cdot D_2 (f + \operatorname{tg} \alpha)}{2R_c} + \frac{2\delta}{D_1^3 \cdot \sin \alpha \left(\frac{1}{2GI_p} - \frac{\cos 2\alpha}{4EI_x \cos^2 \alpha} \right)}. \quad (8)$$

Як видно з формули, на величину осьового зусилля на гайці патрона під час затискання заготовок гвинтовими елементами істотно впливає радіальна сила затискання заготовки, величина деформації гвинтового елемента, кут підйому витків гвинтового елемента, коефіцієнт тертя між гвинтовим елементом і заготовкою та інші конструктивні параметри.

Радіальну силу P_r затискання заготовки визначають із залежності:

$$P_r = \frac{K_1 \cdot \sqrt{\frac{4M_p^2}{D_2^2} + P_2^2}}{f}, \quad (9)$$

де M_p – крутильний момент від складової сили різання, Н·м; P_2 – осьова сила зсуву заготовки, Н; K_1 – коефіцієнт запасу.

Згідно з наведеними вище залежностями представлено графічну залежність осьового зусилля затискання на гайці від ширини поперечного перерізу гвинтового елемента (рис. 3).

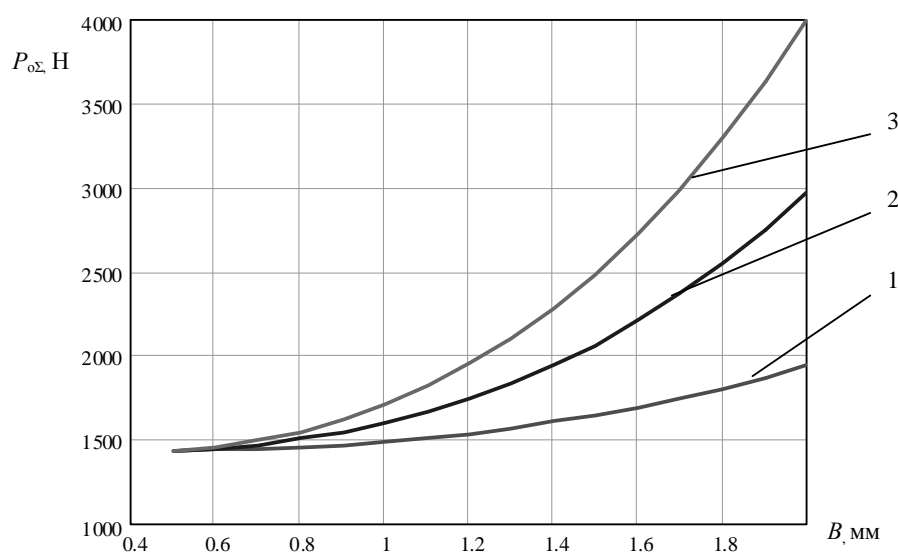


Рис. 3. Графік залежності осьового зусилля на гайці від ширини поперечного січення гвинтового елемента ($P_r=5000\text{Н}$, $H=10\text{мм}$, $\alpha=10\text{град}$, $D_1=30\text{мм}$): 1 – $\delta=0,1\text{мм}$; 2 – $\delta=0,3\text{мм}$; 3 – $\delta=0,5\text{мм}$

Висновки: 1. Представлено конструкцію центрувально-затискного патрона з пружним гвинтовим затискним елементом для рівномірного затискання тонкостінних циліндричних заготовок.

2. Наведено формули для визначення осьової сили затискання на передавальній ланці пристрою, силу деформації гвинтового елемента, та співвідношення деформацій гвинтового елемента в радіальному і осьовому напрямках.

3. Результати теоретичного дослідження наведено у вигляді графіка, із якого робимо висновок, що збільшення ширини поперечного перерізу гвинтового елемента та початкового зазору призводить до значного зростання сумарної осьової сили на гайці, тому початковий зазор необхідно виконувати мінімальним.

1. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений / В.С. Корсаков. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с. 2. Зажимные механизмы для высокоскоростной и прецизионной обработки резанием / Ю. Н. Кузнецов, В. Н. Волошин, П. М. Неделчева, Ф. В. Эль-Дахаби. – К. : ООО "ЗМОК", 2010. – 466 с. 3. Гевко Б. М. Технологічна оснастка. Контрольні пристрої / Б.М. Гевко, М.Г. Дичковський, А.В. Матвійчук. – К. : Кондор, 2009. – 220 с. 4. Пат. № 58225 Україна, МПК (2006) В23В 31/02. Гвинтовий затискний патрон / О.Л. Ляшук; О.П. Скиба; С.Г. Білик; І. Б. Гевко; заявник і власник патенту О. Л. Ляшук; О. П. Скиба; С. Г. Білик; І. Б. Гевко. – № и201010077; заявл. 16.08.2010р., опубл. 11.04.2011, Бюл. №7.

УДК 621. 787

А.М. Кук, І.С. Дерев'янка¹

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра технології машинобудування,
¹кафедра транспортних технологій

РОЗРОБЛЕННЯ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ РІЗЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ БУРОВИХ КОЛОН ВІБРАЦІЙНО-ВІДЦЕНТРОВОЮ ОБРОБКОЮ

© Кук А.М., Дерев'янка І.С., 2011

Наведено основні засади розроблення пристроїв для зміцнення поверхневим пластичним деформуванням конструктивних елементів бурових колон, зокрема з конічною замковою різьєю, методом вібраційно-відцентрової обробки, та рекомендації щодо раціонального проектування технологічного спорядження.

The basic principles of developing devices to strengthen the surface plastic deformation of structural elements of drill strings, including the lock with conical threaded by vibration-centrifugal processing, and recommendations for the rational design of technological equipment.

Постановка проблеми. Спад у видобуванні нафти і газу в незалежній Україні, колапс її потужного паливно-енергетичного комплексу, всупереч дуже поширеним у різних колах уявленням, обумовлені не міфічним виснаженням надр, а занепадом і обвальним зменшенням обсягів буріння і сейсмозвідки. Порівняно з серединою 70-х років минулого століття, видобуток газу зменшився майже в 3,5 рази, а нафти з конденсатом — більше ніж у 4 рази. У 2009 році