

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛЬНИХ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

І. Кучвара, аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Постановка проблеми. Для сучасного вітчизняного і зарубіжного машинобудування характерне розширення номенклатури деталей машин різних класів, у тому числі й гвинтових еліпсних і профільних гвинтових робочих органів. Підтвердженням цього є помітна тенденція до зростання обсягу й номенклатури таких деталей у харчовій та переробній промисловості, агропромисловому комплексі, технологічному обладнанні тощо. Зазначені деталі, виготовлені з гвинтових профільних заготовок (ГПЗ), часто мають складну геометричну форму. Незважаючи на значну кількість наукових праць, які присвячені виробництву ГПЗ, рівень технологічного забезпечення їх виробництва в нашій державі та за її межами залишається недостатньо високим, а наукова база для його створення не завжди відповідає сучасним вимогам.

Тому вирішення наукового завдання, яке полягає в розробці методології автоматизованого структурно-векторного синтезу технологічних процесів (ТП) виготовлення ГПЗ з початкових листових і стрічкових заготовок з використанням математичного і комп'ютерного моделювання та інших найсучасніших методів наукових досліджень, є актуальним, доцільним, значущим і перспективним для машинобудівної галузі України та інших держав.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми виготовлення профільних гвинтових заготовок ГПЗ і робочих органів присвячені праці [1 – 5]. Незважаючи на значну кількість наукових праць з виготовлення еліпсних гвинтових заготовок, рівень технологічного забезпечення залишається недостатньо високим, а наукова база для їх створення не завжди відповідає сучасним вимогам.

Постановка завдання. Наше завдання – виготовлення і калібрування гвинтових профільних заготовок гвинтових профільних робочих органів і встановлення залежностей величини крутних моментів від різних параметрів, марок матеріалів заготовок і режимів їх виготовлення.

Виклад основного матеріалу. Універсальний пристрій для навивання профільних гвинтових заготовок (рис. 1) виконано у вигляді станини 1, ступінчастої оправки 2, торцева поверхня якої виконана у вигляді гвинтової поверхні 3 з кроком, рівним товщині смуги 4, профільної форми 5. Посередині ступінчастої оправки 2 жорстко закріплено торцевий копір-кулачок 6, з правого торця якого виконана [-подібна виточка 7, яка відповідає еквідестанті профільної оправки 5. У торцевій частині копір-кулачка 6 виконано осьовий паз 8, який є у взаємодії із зігнутих кінцем 9 смуги 4.

Параметри (радіуси) профільної оправки 5 виконані розміром, меншим параметрів навивної профільної заготовки 10 з урахуванням її відпружинення. Крім цього, профільна оправка 5 виконана конусної форми в бік сходження навивної заготовки під кутом $1...3^\circ$ для зручності її знімання з оправки.

Радіальне притискання смуги 4 здійснюється притискним роликком 11, який встановлено на осі 12 в осьовий паз 13 штока 14, а з лівого боку притискного ролика на цій же осі встановлено копірувальний ролик 15, який зовнішнім діаметром є у взаємодії з внутрішнім діаметром виточки 7, форма якої відповідає еквіваленті еліпсної оправки 5 з можливістю його осьового переміщення разом зі напрямним штоком 14, і разом з притискним роликком 11 здійснює осьові переміщення при формуванні профільної гвинтової заготовки 10.

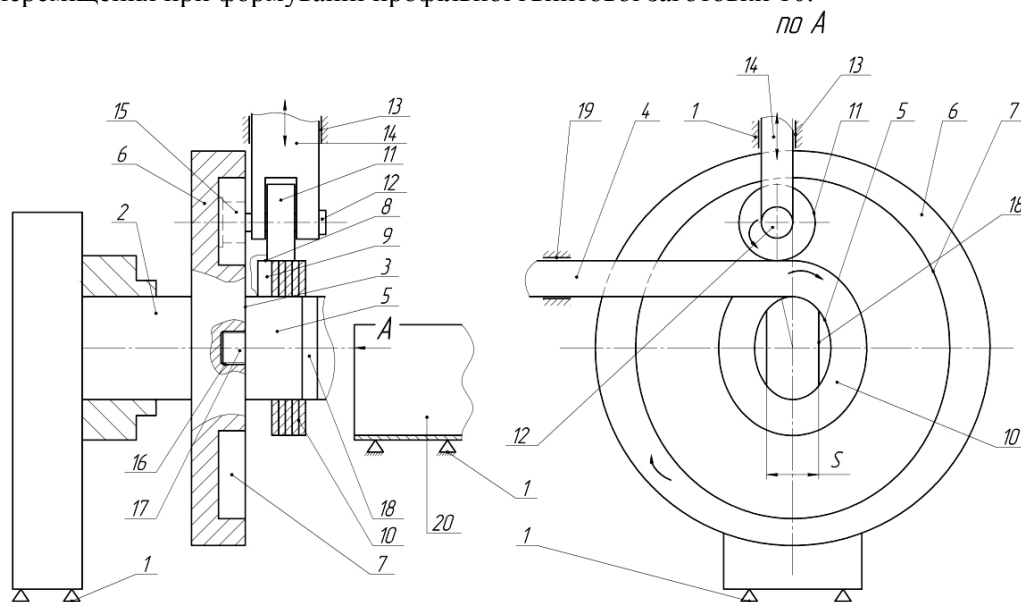


Рис. 1. Пристрій для навивання профільних гвинтових заготовок.

У торцевій поверхні копіра-кулачка 6 по центру виконано гвинтовий отвір 16, який є у жорсткій взаємодії з гвинтовою поверхнею 17 меншого діаметра торця профільної оправки 5. На правому торці профільної оправки 5 виконані фаски 18 S під ключ для її кріплення чи знімання з копір-кулачка 6. Причому гвинтова поверхня 17 має протилежний напрям гвинтової заготовки 10, а точка прикладання притискного ролика 11 лежить у зоні деформації стрічкової заготовки на ділянці формування гвинтової заготовки 4 в зоні мінімального радіуса профільної оправки.

Робота пристрою для навивання профільних заготовок здійснюється таким чином. Заготовка у вигляді смуги 4 встановлюється в напрямні 19 і зігнутих кінцями 9 фіксується в пазу 8 копір-кулачка 6, зверху смуга притискується притискним роликком 11. Включається привід, профільна оправка 5 повертається і здійснює процес навивання гвинтової профільної заготовки 10. Після закінчення

технологічного процесу навівання профільної заготовки 10 прокручування профільної оправки продовжується і за допомогою гвинтової насічки на зовнішньому діаметрі притисного ролика 11 і конусного його виконання профільної оправки 5 навівна профільна заготовка 10 знімається з оправки. У разі значної її довжини вона розміщується в напрямному жолобі 20, який жорстко кріпиться до рами 1.

Пристрій для калібрування гвинтових заготовок з рівномірним збільшеним кроком за довжиною шнека (рис. 2) виконано у вигляді ступінчастої оправки 1, яка хвостовиком 2 жорстко закріплена до приводу верстата (на кресленні не показано). Торцева поверхня 3 втулки 4 з робочого боку виконана у вигляді одноторцевого гвинтового витка і осьового паза 5, які є у взаємодії з відповідними елементами гвинтового витка 6 з щільно навитими витками. Відігнутий кінець 7 витка 6 є у взаємодії з осьовими пазами 5 і легко підтискується шліцьовою втулкою 8 і механізмом осьового підтиску 9 відомої конструкції.

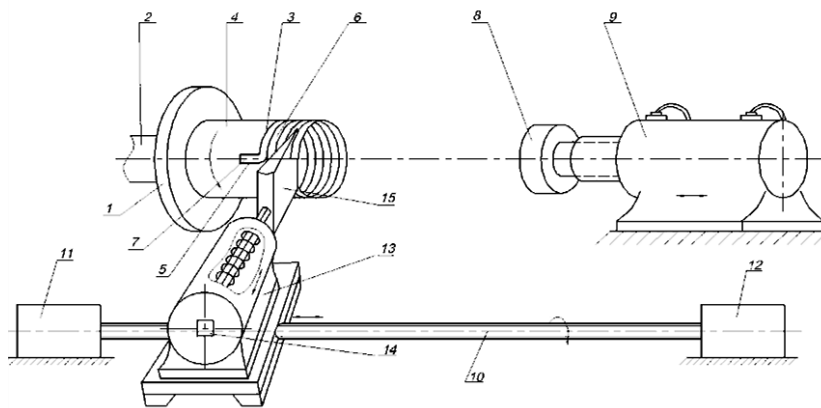


Рис. 2. Пристрій для калібрування гвинтових заготовок з рівномірним збільшеним кроком за довжиною шнека.

Механізм калібрування встановлено паралельно до осі ступінчастої оправки і виконано у вигляді привідного вала 10 з лівим привідним механізмом 11 і правою опорою 12 з можливістю кругового провертання. На цьому гвинтовому валу жорстко встановлено кронштейн 13 з можливістю осьового переміщення за довжиною привідного вала. У середині кронштейна, перпендикулярно осі привідного вала, встановлена вісь 14 квадратичного поперечного перерізу, на кінці якої з боку гвинтового витка 6 встановлено клин 15 півкруглої форми, який є у взаємодії із сусідніми витками. При обертанні гвинтового витка 6 клин 15 здійснює розгинання і калібрування гвинтової заготовки (витка) 6 на заданий крок. У разі відпружинення витків цей чинник враховують під час вибору параметрів клина.

Розклинюючи витки, клин 15 доходить до торця поверхні з втулки 4 гострим кінцем і відрізає відігнутий кінець спіралі 7 (технологічний відхід).

Робота пристрою для калібрування гвинтових заготовок з рівномірним збільшеним кроком за довжиною шнека здійснюється таким чином. Підтискний

механізм 9 з підтисковою втулкою 8 відводять у правий бік. На менший діаметр ступінчастої оправки 4 одягають спіраль 6 із щільно навитими витками і відігнутий кінець 7 встановлюють на осьовий паз 5, а спіраль легко підтискують підтискним механізмом 9 і клин 15 вводять на початку спіралі між навитими витками. Включають привід верстата, і під час обертання ступінчастої оправки 1 клин 15 здійснює розгин і калібрування спіралі на задані рівномірно збільшені кроки за допомогою відомої пари гвинт-гайка. Розгинаючи витки, клин 15 доходить до торця оправки 4, гострим кінцем відрізає відігнутий кінець. Далі спіраль приварюють до труби, знявши її з пристрою.

Нами виведена аналітична залежність для визначення крутного моменту при їх виготовленні:

$$M = \beta H \left[\sigma_{T0} \frac{\beta_y B^2}{4} + \Pi \left(\frac{2a^4 b^4 \left(\frac{\cos^2 \theta}{a^2} + \frac{\sin^2 \theta}{b^2} \right)^3 + 2a^2 b^2 \left(\frac{\cos^2 \theta}{a^2} + \frac{\sin^2 \theta}{b^2} \right)^{\frac{3}{2}} \beta_y B + \beta_y^2 B^2}{4} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \ln \sqrt{1 + \frac{\beta_y B}{a^2 b^2 \left(\frac{\cos^2 \theta}{a^2} + \frac{\sin^2 \theta}{b^2} \right)^{\frac{3}{2}}} - \frac{2a^2 b^2 \left(\frac{\cos^2 \theta}{a^2} + \frac{\sin^2 \theta}{b^2} \right)^{\frac{3}{2}} \beta_y B + \beta_y^2 B^2}{8}} \right],$$

де β – коефіцієнт, що враховує вплив середнього головного напруження, дорівнює 1,15;

a – половина більшої осі еліпса, мм;

b – половина меншої осі еліпса, мм;

θ – кутовий параметр, що лежить у межах $0 \leq \theta \leq 2\pi$ і визначає кут повороту еліпсної оправки, рад;

β_y – коефіцієнт усадки стрічки під час навивання,

B – ширина стрічки, мм;

H – товщина стрічки, мм;

Π – лінійний модуль зміцнення матеріалу стрічки, МПа;

σ_{T0} – екстрапольована границя текучості матеріалу стрічки, МПа.

На основі формули робимо висновок, що в процесі навивання стрічки на еліпсну оправу в холодному стані відбувається зміна моменту гнуття стрічки від кута повороту еліпсної оправки. Причому найбільший момент гнуття виникає при куті повороту $\theta = 0, \pi$ рад, найменший момент гнуття виникає при кутах повороту $\theta = 1/2\pi, 3/4\pi$ рад.

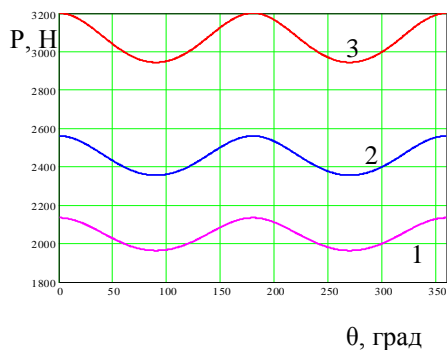


Рис. 3. Графіки залежності сили гнуття притискним роликом від кута повороту оправки (сталь 08кп) $B=15\text{мм}$; $a=50\text{мм}$; $b=40\text{мм}$: 1 – $H=1\text{мм}$; 2 – $H=1,2\text{мм}$; 3 – $H=1,5\text{мм}$.

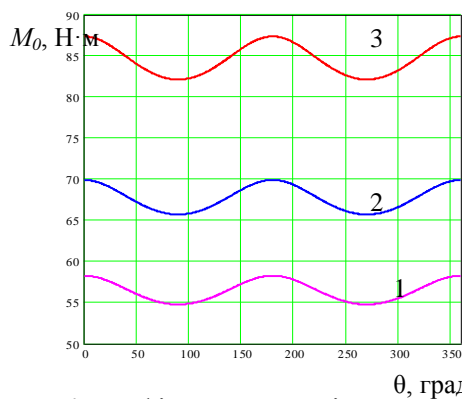


Рис. 4. Графіки залежності моменту, який необхідно прикласти для обертання оправки від кута повороту оправки (сталь 08кп) $B=15\text{мм}$; $a=50\text{мм}$; $b=40\text{мм}$: 1 – $H=1\text{мм}$; 2 – $H=1,2\text{мм}$; 3 – $H=1,5\text{мм}$.

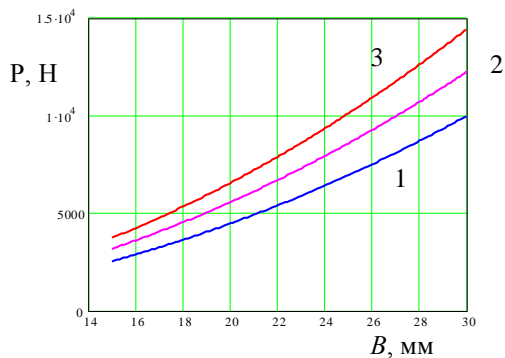


Рис. 5. Графіки залежності максимальної сили гнуття притискним роликом від ширини стрічки $H=2,5\text{мм}$; $a=50\text{мм}$; $b=40\text{мм}$: 1 – Ст 3, $\sigma_B=440\text{МПа}$; 2 – сталь 08кп, $\sigma_B=340\text{МПа}$; 3 – алюмінієвий сплав Д16, $\sigma_B=520\text{МПа}$.

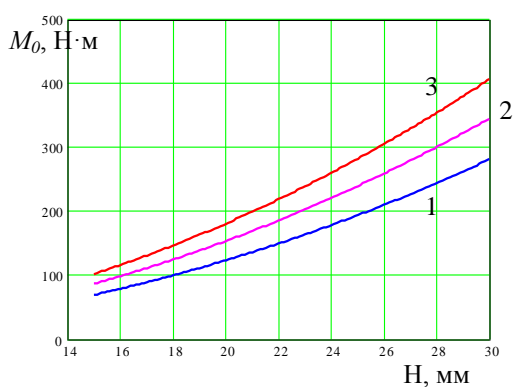


Рис. 6. Графіки залежності моменту, який необхідно прикласти для обертання оправки, від ширини стрічки $H=2,5\text{мм}$; $a=50\text{мм}$; $b=40\text{мм}$: 1 – Ст 3, $\sigma_B=440\text{МПа}$; 2 – сталь 08кп, $\sigma_B=340\text{МПа}$; 3 – алюмінієвий сплав Д16, $\sigma_B=520\text{МПа}$.

Висновки. 1. Розроблено пристрій для навивання профільних гвинтових заготовок і пристрій для калібрування гвинтових заготовок з рівномірним збільшеним кроком за довжиною шнека.

2. Виведено аналітичну залежність для визначення значень крутних моментів при різних параметрах, марках матеріалів заготовок і режимів їх виготовлення.

Бібліографічний список

1. Зубцов М. Е. Листовая штамповка / Зубцов М. Е. – Л. : Машиностроение, 1980. – 432 с.
2. Бронштейн И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов [Текст] / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – М. : Наука, 1981. – 720 с.
3. Гевко Б. М. Технология изготовления спиралей шнеков / Б. М. Гевко. – Львов : Вища шк., 1986. – 128 с.
4. Пат. № 81956, Україна МПК В21D 11/06. Пристрій для калібрування гвинтових заготовок з рівномірно збільшеним кроком / Ляшук О. Л., Дячун А. Є., Павельчук Ю. Ф., Кучвара І. М., Лотоцький Р. І. – заявл. : 25.02.13 ; опубл. 10.07.13, Бюл. № 13.
5. Технологічні основи формоутворення спеціальних профільних гвинтових деталей / Б. М. Гевко, О. Л. Ляшук, І. Б. Гевко, А. П. Драган, І. Я. Новосад. – Тернопіль : ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2008. – 367 с.

Кучвара І. Технологічні передумови виготовлення профільних гвинтових робочих органів сільськогосподарських машин

Розроблено пристрій для навивання профільних гвинтових заготовок і пристрій для калібрування гвинтових заготовок з рівномірним збільшеним кроком по довжині шнека. Виведено аналітичну залежність для визначення величини крутних моментів при різних параметрах, марках матеріалів заготовок і режимів їх виготовлення.

Ключові слова: навивання, гвинтовий робочий орган, технологічний процес.

Kuchvara I. Technological backgrounds of agricultural machines profiled screw operation members manufacturing

The device for profiled screw blanks winding and device for screw blanks with uniform increasing on step through the length of auger calibration were presented. Analytical dependence for determining torque values for various parameters, materials, and modes of blanks manufacturing was selected.

Key words: winding, screw operation member, manufacturing process.

Кучвара І. Н. Технологические предпосылки изготовления профильных винтовых рабочих органов сельскохозяйственных машин

Разработаны устройство для навивки профильных винтовых заготовок и устройство для калибровки винтовых заготовок с равномерным увеличенным шагом по длине шнека. Выведена аналитическая зависимость для определения величины крутящих моментов при различных параметрах, марках материалов заготовок и режимах их изготовления.

Ключевые слова: навивание, винтовой рабочий орган, технологический процесс.