Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No 4, 71-78
ISSN 2663-1334 (print), ISSN 2663-1342 (online), www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Tekhnica

DOI: 10.31548/machenergy.2019.04.071-078

УДК 621.9.04

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ШНЕКОВИХ МЕХАНІЗМІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

О. Л. Ляшук, А. Б. Гупка, Ю. І. Пиндус, В. В. Гупка

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, Україна.

Стаття з спеціальності: 133 – галузеве машинобудування.

Кореспонденція авторів: gypkab@gmail.com

Історія статті: отримано – серпень 2019, акцептовано – листопад 2019.
Бібл. 12, рис. 11, табл. 0.

Анотація. В статті представлено методику та результати експериментальних досліджень процесів формоутворення полички на гвинтовій заготовці. Розроблено і експериментально апробовано технологічні процеси формоутворення вигнутого профілю на гвинтових заготовках з використанням шнекових оправ та формувальних роликів. Для їх реалізації спроектовано і виготовлено комплект технічного спорядження. В якості експериментальних зразків використовували гвинтові заготовки із зовнішнім діаметром 90, 104, 118 мм, з внутрішнім діаметром 50, 55, 60 мм та товщиною витка спіралі 1, 1,5, 2 мм. Матеріали гвинтових заготовок – сталь 08кп, сталь 20, сталь 30.

Ключові слова: гвинтова заготовка, поличка, експеримент, формоутворення, спорядження, ГЗВП.

Постановка проблеми

Гвинтові деталі мають широке використання у механізмах та вузлах сільськогосподарської техніки, а гвинтові спіралі з вигнутим профілем (ГЗВП) є їхнім різновидом. Їх використовують у якості робочих органів гвинтових транспортерів, змішувачів, подрібнювачів, очисників сільськогосподарських машин. Тому для реалізацій процесу виготовлення даних деталей спроектовано і виготовлено технологічне устаткування та розроблена методика виготовлення вигнутого профілю на гвинтових заготовках (ГЗ) шляхом навивання на оправу щільним пакетом.

Аналіз останніх досліджень

Питанням виготовлення гвинтових робочих органів присвячені роботи авторів Гевка Б.М., Рогатинського Р.М. [9], Пилипця М.І. [10], Васильківа В.В. [1]. Дослідженню проблеми виготовлення спеціальних профільних гвинтових робочих органів присвяченні праці Данильченко Л. М. [5], Ляшука О.Л. [11], Драгана А.П. [6], Дячуна А.Є. [7] та інші [2, 4, 8, 12]. Однак питання, які виникають при виготовлення гвинтових заготовок з вигнутим профілем, залишилися мало дослідженими і потребують доопрацювання.

Мета досліджень

Метою роботи є розширення конструктивно-технологічних характеристик гвинтових спіралей шляхом ефективного технологічного забезпечення процесу виконання на навивній заготовці вигнутого профілю.

Результати досліджень

При виготовленні ГЗВП необхідно розглянути, проаналізувати й вибрати один із основних способів її формоутворення із заданими конструктивними параметрами. Виготовлення ГЗВП відрізняється від існуючої технології виготовлення типових циліндричних прямих спіралей тим, що існує необхідність у створенні додаткової полички під певним кутом, що вимагає використання або спеціального оснащення та інструменту або виконання додаткових технологічних операцій.

Виготовлення ГЗВП можливе наступними способами:

а) штампуванням кілець з вигнутим зовнішнім контуром з наступним зварюванням їх у спіраль;

б) прокатуванням циліндричної прямої спіралі з подальшим приварюванням полички під необхідним кутом;

в) навиванням циліндричної прямої спіралі з подальшим приварюванням полички під необхідним кутом;

г) навиванням із смугових заготовок на ребро спіралі одночасно із формуванням полички під певним кутом;

д) навиванням із смугових заготовок на ребро спіралі з подальшою операцією гнуття полички під певним кутом;

е) навиванням спіралі з профільних Г-подібних заготовок на ребро при завчасному формуванні полички під певним кутом.

Інші способи виготовлення Г-подібних спіралей є неможливими або непродуктивними, тому, що призводять до значних перевитрат енергії, праці, часу, і характеризуються значним ускладненням технологічного процесу виготовлення ГЗВП, а використання способів прокатування і штампування є економічно необгрунтованими, бо супроводжуються значними енергозатратами. Відповідно формоутворення ГЗВП навиванням є технологічно простішим та менш енерго- та метеріалозатратним у порівняні з іншими способами. Крім цього, процес навивання дає змогу розширити технологічні можливості виготовлення ГЗВП за рахунок використання універсальних пристроїв. Загалом найбільш раціональними способами виготовлення ГЗВП є їх навивання по внутрішньому торцевому профілю з прямокутних заготовок з одночасним чи подальшим формуванням полички [3]. При цьому забезпечується високий коефіцієнт використання матеріалу й відпадає потреба у виконанні значних зварних з'єднань.

З метою підтвердження запропонованої гіпотези були розроблені технологічні процеси формоутворення ГЗВП та проведенні експериментальні дослідження з отриманням різних конструктивних параметрів вигнутого профілю на гвинтових заготовках (ГЗ) в поперечному перерізі з використанням формувального інструменту для стрічкових ГЗ різних типорозмірів. Зокрема було розроблено і експериментально апробовано технологічний процес формоутворення вигнутого профілю на спіралях розтягнутих на відповідний крок з використанням шнекових оправ та процес формоутворення вигнутого профілю на ГЗ формувальним роликом. Особливості формоутворення вигнутого профілю зумовлювались їх геометричною формою. В якості експериментальних зразків використовували ГЗ із зовнішнім діаметром 90, 104, 118 мм, з внутрішнім діаметром 50, 55, 60 мм та товщиною витка спіралі 1, 1,5, 2 мм. Матеріали ГЗ – сталь 08кп, сталь 20, сталь 30. Технологічний процес, схема якого представлена на рис. 1, передбачав формоутворення вигнутого профілю на спіралях розтягнутих на відповідний крок з використанням шнекових оправ, які мають наварені з однієї сторони ребра жорсткості для підтримання витка гвинтової спіралі від прогинання в напрямку її формоутворення.

Експерименти з використанням шнекових оправ (рис. 2) проводились з трикратною повторюваністю. Навивання ГЗВП здійснювалось на токарних верстатах моделей 16К20, 16Е16КП, де частоту обертання шпинделя попередньо встановлювали в межах ω = 1,0…1,5 c^{-1}. В патрон токарного верстату закріплювався шнекову оправу з необхідними геометричними параметрами. Далі на оправу встановлювали досліджувану ГЗ, а формувальний інструмент його робочою поверхнею підводили до першого витка спіралі (рис. 3).

Потім включали головний привід і подачу верстату на відповідний крок спіралі, що призводило до формоутворення вигнутого профілю на досліджуваній ГЗ. Для пуску головного руху верстата і регулювання частоти його обертання використовували перетворювач частоти Altivar та програмне забезпечення PowerSuite v.2.5.0. Зусилля гнуття полички заміряли з допомогою перетворювача частоти ALTIVAR 71, дані з якого поступали персональний комп'ютер. Результати зміни крутного моменту і потужності двигуна в часі отримували у форматі графічних і табличних залежностей у вікні програми дисплея комп'ютера у відсотках від номінальних величин. Для побудови графічних залежностей використовувались пікові (максимальні) значення отриманих, в результаті досліджень, даних.

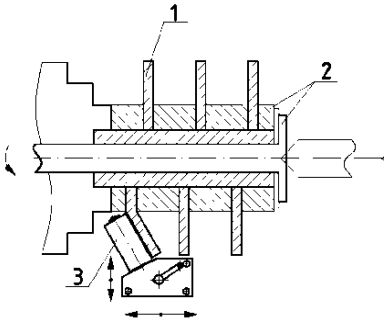


Рис. 1. Схема процесу виготовлення ГЗВП: 1 – спіраль; 2 – кріплення спіралі;3 – формувальний інструмент
Fig. 1. Scheme of shaping process of SBCP: 1 – screw; 2 – screw fixing; 3 – shaping tool

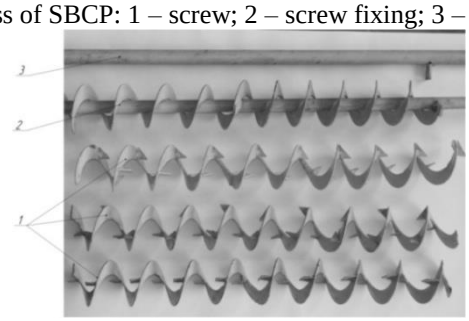


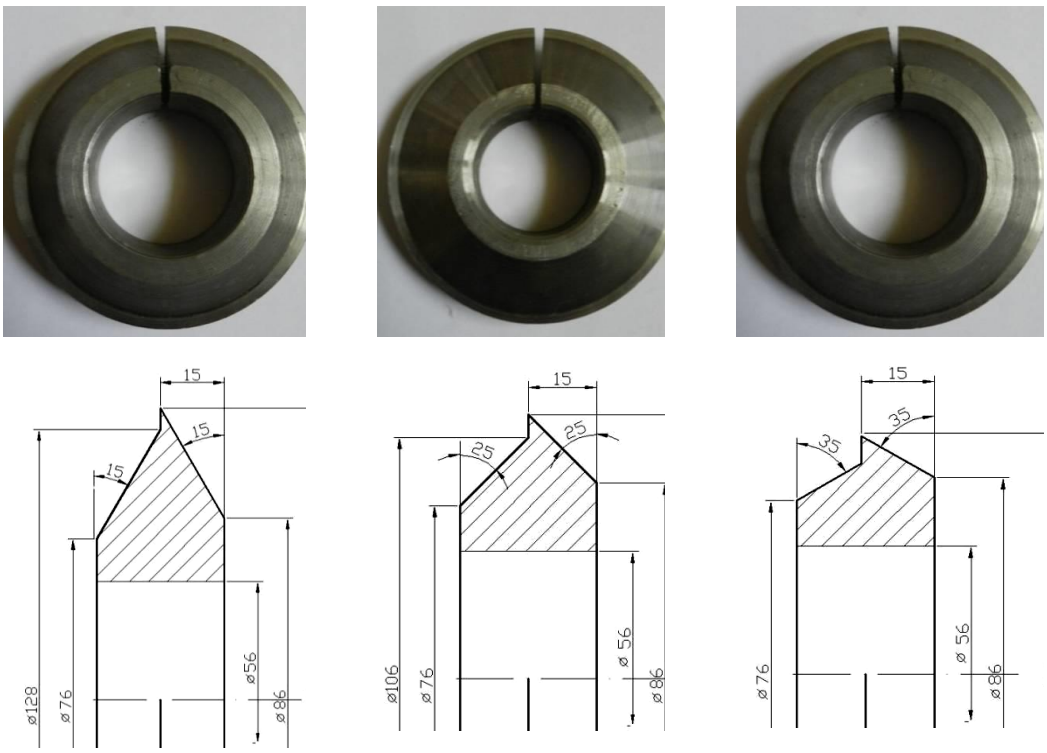
Рис. 2. Шнекові оправи: 1 – спіралі підвищеної жорсткості; 2 – шнекова оправа із закріпленою спіраллю; 3 – вал.

Fig. 2. screw mandrels: 1 – screws with increased rigidity, 2 – screw mandrels with fixed screws; 3 – shaft

Рис. 3. Виготовлення ГЗВП з використанням шнекової оправи.
Fig. 3. SBCP manufacturing with screw mandrel using.

Також нами розроблено і апробовано технологічний процес формоутворення вигнутого профілю на ГЗ щільним пакетом з допомогою формувальних втулок (рис. 4), оправи (рис. 5) та втулкою і закріпленою на ній ГЗ сформованою щільним пакетом встановлювалась у шпинделі верстату, а ролик із притискною шайбою та формувальним кільцем з відповідним нахилом робочої поверхні для формоутворення полички на ГЗ закріплявся в супорт верстату.

Робочу частину пристрою, із закріпленим формувальним роликом заводять у взаємодію із ГЗ. Після налагодження пристрою і входження його у формувального ролика (рис. 6) з кутами нахилу формоутворюючої поверхні α відносно осі обертання спіралі – 15°, 25°, 35° і висотою вертикальної частини стрічки h – 10, 15, 20 мм. Оправа з формувальною взаємодію із ГЗ з формувальним кільцем формувального ролика включають головний рух і рух подачі верстату, після чого починається процес формоутворення. Після завершення формоутворення вигнутого профілю на ГЗ при реверсній подачі головного руху верстата проводилось калібрування отриманої заготовки формувальним роликом на необхідний крок (рис. 7 і рис. 8).



б)

Рис. 4. Формувальні втулки: а) загальний вигляд; б) конструктивні схеми
Fig. 4. Shaping bushings: a) general view; b) design schemes

Рис. 5. Оправа (загальний вигляд)
Fig. 5. Mandrel: (general view)

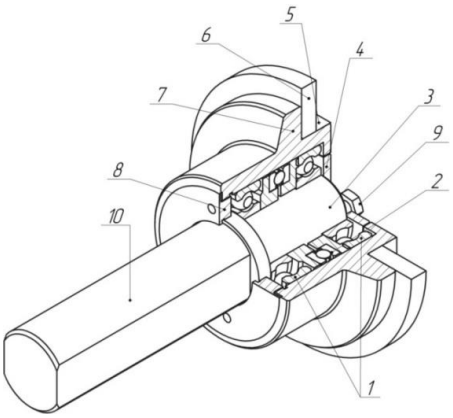


Рис. 6. Формувальний ролик: (конструктивна схема)
Fig. 6. Shaping roller (design scheme)

Рис. 7. Виготовлення ГЗВП формувальним інструментом: 1 – оправа; 2 – втулка; 3 – вигнутий профіль; 4 – ролик

Fig. 7. SBCP manufacturing with shaping tool: 1 – mandrel; 2 – bushing; 3 – curved profile; 4 – roller

Рис. 8. Загальний вигляд стендового обладнання: 1 – верстат; 2 – ГЗ; 3 – формувальний інструмент; 4 – Altivar; 5 – ПК

Fig. 8. General view of stand equipment:
1 – machine; 2 – SB; 3 – shaping tool; 4 – Altivar; 5 – PC

Для встановлення залежності зусиль гнуття від товщини спіралі, діаметра заготовка та кута нахилу формувальної втулки були проведені експериментальні дослідження, реалізація яких відбувалася шляхом планування та проведення трьохфакторного експерименту. Для отримання регресійної моделі параметру оптимізації у вигляді повного квадратичного поліному вибирали відповідний план повнофакторного експерименту, реалізацію якого проводили у загальновідомій послідовності. Після оброблення експериментальних даних отримано рівняння регресії, які мають вигляд:

- для матеріалу заготовки (сталь 08кп):

$$M_{(08кп)} = 93,31 - 2,26D - 93s + 1,79\alpha + 0,99Ds - \\ -7\cdot 10^{-3}D\alpha + 0,55s\alpha + 0,012D^2 + 3,76s^2 - 0,029\alpha^2, \quad (1)$$

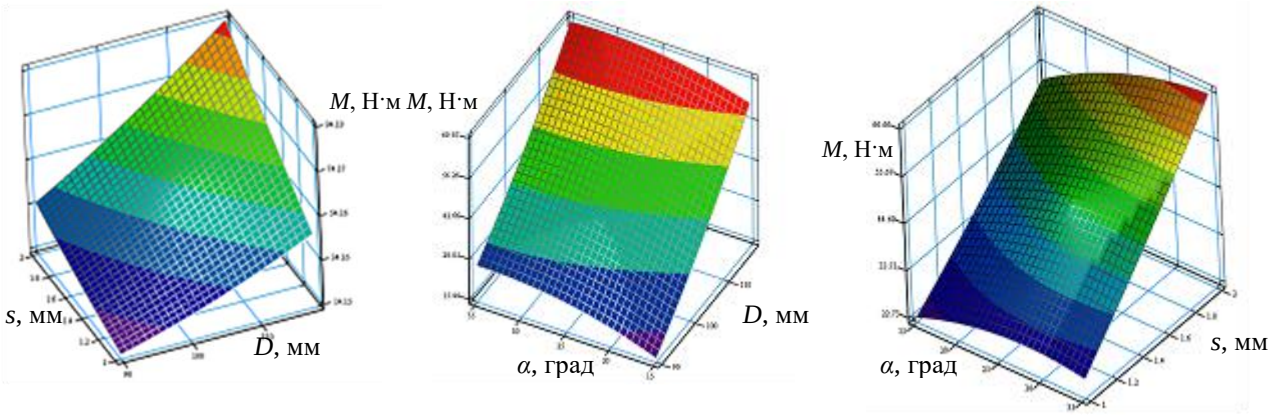
- для матеріалу заготовки (сталь 20):

$$M_{(сталь20)} = 105,2 - 2,53D - 102,82s + 1,95\alpha + 1,09Ds - \\ -7,71\cdot 10^{-3}D\alpha + 0,61s\alpha + 0,014D^2 + 4,28s^2 - 0,031\alpha^2, \quad (2)$$

- для матеріалу заготовки (сталь 30):

$$M_{(сталь30)} = 115,58 - 2,77D - 112,26s + 2,12\alpha + 1,19Ds - \\ -8,43\cdot 10^{-3}D\alpha + 0,67s\alpha + 0,015D^2 + 4,72s^2 - 0,034\alpha^2. \quad (3)$$

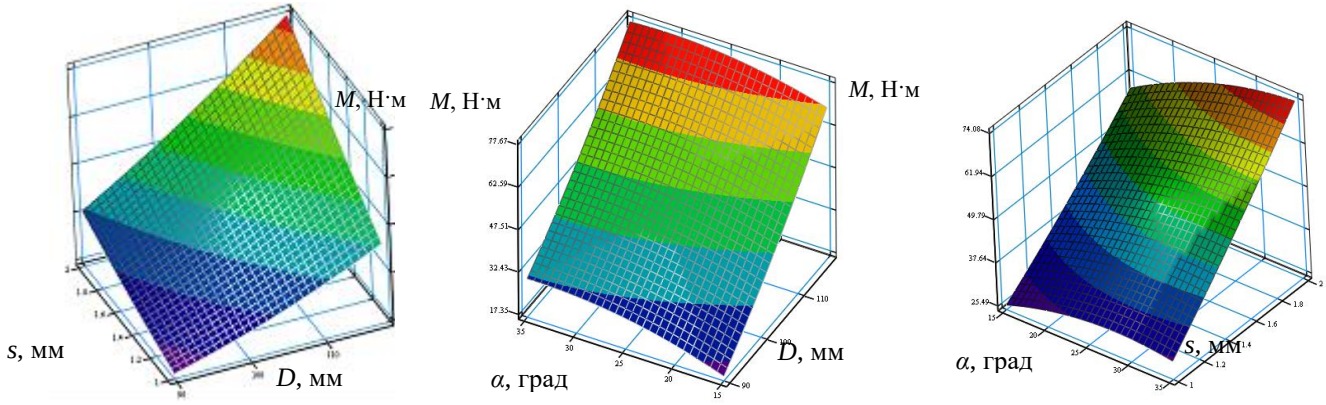
Отримані регресійні залежності можна використовувати для визначення крутного моменту формоутворення вигнутого профілю на навивній спіралі в межах параметрів: 90 мм ≤ D ≤ 118 мм; 15^0 ≤ α ≤ 35^0; 1 мм ≤ s ≤ 2 мм. Згідно отриманих рівнянь регресії побудовано поверхні відгуку, графічні відображення яких наведено на рис. 9 – рис. 11.



а) б) в)

Рис. 9. Поверхня відгуку залежності крутного моменту $M_{(D,s)}$ при виготовленні полички на спіралі із сталі 08кп: а) α = 25°; б) s = 1,5 мм; в) D = 104 мм

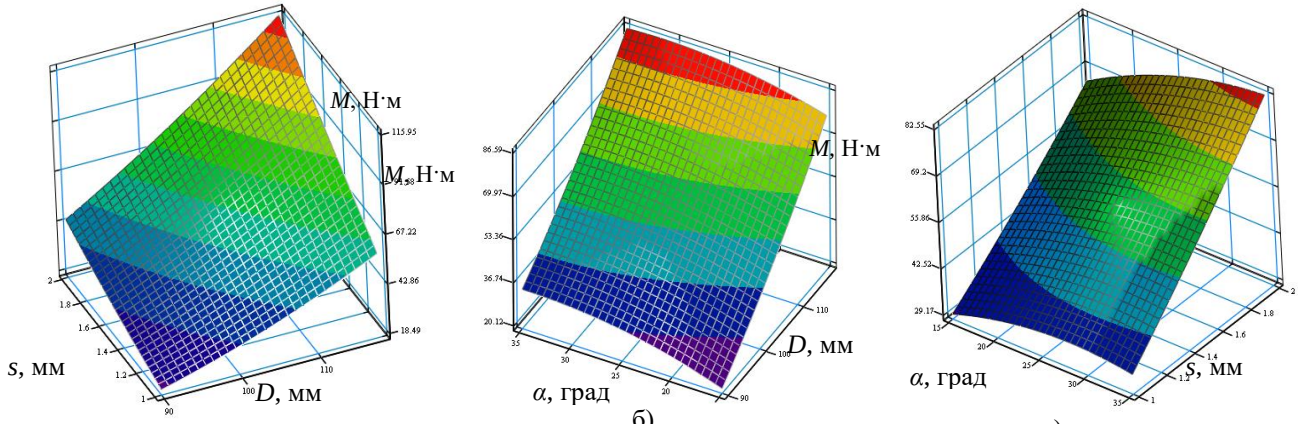
Fig. 9. The response surface of torque $M_{(D,s)}$ depends from shelves manufacture on screws made from steel 08kp: а) α = 25°; б) s = 1,5 mm; в) D = 104 mm



а) б) в)

Рис. 10. Поверхня відгуку залежності крутного моменту $M_{(D,s)}$ при виготовленні полички на спіралі із сталі 20: а) α = 25°; б) s = 1,5 мм; в) D = 104 мм

Fig. 10. The response surface of torque $M_{(D,s)}$ depends from shelves manufacture on screws made from steel 20: а) α = 25°; б) s = 1,5 mm; в) D = 104 mm



а) б) в)

Рис. 11. Поверхня відгуку залежності крутного моменту $M_{(D,s)}$ при виготовленні полички на спіралі із сталі 30: а) α = 25°; б) s = 1,5 мм; в) D = 104 мм

Fig. 11. The response surface of torque $M_{(D,s)}$ depends from shelves manufacture on screws made from steel 30: а) α = 25°; б) s = 1,5 mm; в) D = 104 mm

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що переважаючими факторами, які впливають на величину крутного моменту, є діаметр гвинтової спіралі D та товщина витка спіралі s, а кут нахилу полички α на силові параметри процесу формоутворення вигнутого профілю впливає не значно. Встановлено зміни крутного моменту від діаметр гвинтової спіралі D та товщина витка спіралі s, які знаходяться в межах від 14 до 94 Н·м для сталі 08кп, від 15 до 104 Н·м для сталі 20, та від 18 до 115 Н·м для сталі 30 при α = const. Також за порівнянням двох методик можна зробити висновок, що методика проведення процесу формоутворення вигнутого профілю на ГЗ формувальним роликом у порівнянні з методикою проведення цього процесу при використанні шнекової оправки має ряд переваг:

- енерго менш затратна;
- забезпечує рівномірне формоутворення вигнутого профілю на ГЗ при забезпеченні необхідної точності кута нахилу α;
- дозволяє уникати гофрування вигнутого профілю на ГЗ;
- може використовуватись при формоутворенні вигнутого профілю з товщиною s витка спіралі понад 3 мм;
- потребує значно меншу кількість технологічного устаткування, особливо при формоутворенні вигнутого профілю на ГЗ різноманітних типорозмірів.

Експериментально встановлено, що методика проведення процесу формоутворення вигнутого профілю на гвинтовій заготовці формувальним роликом у порівнянні з методикою проведення цього процесу при використанні шнекової оправки має ряд переваг: енерго менш затратна; забезпечує рівномірне формоутворення вигнутого профілю на гвинтовій заготовці при забезпеченні необхідної точності кута нахилу α; дозволяє уникати гофрування вигнутого профілю на гвинтовій заготовці; може використовуватись при формоутворенні вигнутого профілю з товщиною s витка спіралі понад 3 мм; потребує значно меншу кількість технологічного устаткування, особливо при формоутворенні вигнутого профілю на гвинтовій заготовці різноманітних типорозмірів.

Висновки

1. Розроблено і експериментально апробовано технологічні процеси формоутворення вигнутого профілю на ГЗ з використанням шнекових оправ та формувальним роликом. Для їх реалізації спроектовано і виготовлено комплект технічного спорядження. В якості експериментальних зразків використовували ГЗ із зовнішнім діаметром 90, 104, 118 мм, з внутрішнім діаметром 50, 55, 60 мм та товщиною витка спіралі 1, 1,5, 2 мм. Матеріали ГЗ – сталь 08кп, сталь 20, сталь 30.

2. Встановлено, що переважаючими факторами, які впливають на величину крутного моменту, є діаметр гвинтової спіралі D та товщина витка спіралі s, а кут нахилу полички α на силові параметри процесу формоутворення вигнутого профілю впливає не значно. Встановлено зміни крутного моменту від діаметр гвинтової спіралі D та товщина витка спіралі s, які знаходяться в межах від 14 до 94 Н·м для сталі 08кп, від 15 до 104 Н·м для сталі 20, та від 18 до 115 Н·м для сталі 30 при α = const.

3. Експериментально встановлено, що методика проведення процесу формоутворення вигнутого профілю на ГЗ формувальним роликом у порівнянні з методикою проведення цього процесу при використанні шнекової оправки має ряд переваг: енерго менш затратна; забезпечує рівномірне формоутворення вигнутого профілю на гвинтовій заготовці при забезпеченні необхідної точності кута нахилу α; дозволяє уникати гофрування вигнутого профілю на гвинтовій заготовці; може використовуватись при формоутворенні вигнутого профілю з товщиною s витка спіралі понад 3 мм; потребує значно меншу кількість технологічного устаткування, особливо при формоутворенні вигнутого профілю на гвинтовій заготовці різноманітних типорозмірів.

Список літератури

1. *Васильків В. В.* Розвиток науково-прикладних основ розроблення технологій виробництва гвинтових і шнекових заготовок з використанням уніфікації: дис. д-ра. техн. наук: 05.02.08. Василь Васильович Васильків; Нац. ун-т «Львів. Політехніка». – Львів, 2015. – 312 с.

2. *Гевко І В.* Синтез способів навивання гвинтових заготовок [Текст]. Вісник ТНТУ. Тернопіль, 2015. Том 80. № 4. С. 153–160.

3. *Гевко І. Б., Гарматюк О. О., Нагорняк Г. С., Гупка А. Б., Гевко О. М.* Техніко-економічне обґрунтування вибору способу виготовлення вигнутого профілю на гвинтових спіралях. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві». 2016. Випуск № 168, С. 97–103.

4. *Гупка А. Б.* Исследование силовых параметров формообразования профильных винтовых элементов. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Lublin, 2015. Vol. 17, no 7. P. 111–116.

5. *Данильченко Л. М.* Дослідження напружено-деформованого стану в процесі формоутворення гнутих заготовок для гвинтових профілів. Міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»): «Наукові нотатки» ЛТДУ. 2002. Вип. 10. С. 49–57.

6. *Драган А. П.* Теоретичні передумови технологічного процесу виготовлення гвинтових гофрованих заготовок: дис... канд. техн. наук:

05.02.08 / Драган Андрій Петрович; Тернопільський держ. техн. ун-т ім. І. Пулюя. – Т., 2007. – 198 с.

7. *Дячун А. Є.* Обґрунтування параметрів технологічного процесу виготовлення профільних гвинтових заготовок: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08. Дячун Андрій Євгенович; ТДТУ ім. І. Пулюя. Тернопіль. 2008. 208 с.

8. *Журавлев А. З.* Изготовление шнеков для зерноуборочных комбайнов. Кузнечно-штамповочное производство. Москва. 1980. №5. С. 29–31.

9. *Гевко Б. М., Данильченко М. Г., Рогатинський Р. М.* та ін. Механізми з гвинтовими пристроями. Львів: Світ, 1993. 208 с.

10. *Пилипець М. І.* Науково-технологічні основи виробництва навивних заготовок деталей машин: дис... д-ра техн. наук: 05.02.08. Михайло Ількович Пилипець; Нац. ун-т «Львів. Політехніка». Львів, 2002. 445 с.

11. *Гевко Б. М., Ляшук О. Л., Гевко І. Б.* Технологічні основи формоутворення спеціальних профільних гвинтових деталей. Тернопіль. ТДТУ імені Івана Пулюя, 2008. 367 с.

12. *Chris Rorres.* The turn of the screw: optimal design of an Archimedes screw/ Jornal of hydrauling/ January 2000. P. 72-80.

References

1. *Vasilkov V. V.* (2015). Development of scientifically applied bases of development of technologies of production of screw and screw blanks with the use of unification: dis. Dr. tech. Sciences: 05.02.08. Vasily Vasilovich Vasilkov; Nat. Univ. "Lviv. Polytechnic ». Lviv. 312.

2. Gevko I. (2015). Synthesis of methods of winding of screw billets [Text] / I. Gevko, O. Katrich // Bulletin of TNTU. Ternopil. Volume 80. Number 4. Art. 153–160.

3. *Gevko I. B., Garmatyuk O. O., Nagornyak G. S., Gupka A. B., Gevko O. M.* (2016). Feasibility study of the choice of a method of manufacturing a curved profile on screw spirals. Bulletin of the Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Peter Vasylenko. «Resource-saving technologies, materials and equipment in repair production». Issue № 168, 97–103.

4. *Gupka A.* (2015). Investigation of the force parameters of the shaping of profile screw elements. MOTROL. Commission of Motorization and Energy in Agriculture. Lublin. Vol. 17, no 7. 111–116.

5. *Danilchenko L. M.* (2002). Investigation of stress-deformed state in the process of forming bent billets for screw profiles. Intercollegiate collection (in direction "Engineering mechanics") : Scientific Notes of the LTD. 2002. Vol. 10. 49–57.

6. *Dragan A. P.* (2007). Theoretical prerequisites of the technological process of manufacturing screw corrugated billets: dis ... cand. tech. Sciences: 05.02.08 / Dragan Andriy Petrovich; Ternopil state. tech. them I. Pulia. T. 198 p.

7. *Dyachun A. E.* (2008). Substantiation of parameters of technological process of manufacturing profile screw blanks: dis. ... cand. tech. Sciences: 05.02.08 / Dyachun Andriy Yevgenovich; TDTU them. I. Pulia. T. 208.

8. *Zhuravlev, A. Z.* (1980). Production of augers for combine harvesters / A. Z. Zhuravlev, Y. N. Verzilov, and V. A. Egorov, // Forge-stamping production. Moscow. №5. 29–31.

9. Mechanisms with screw devices (1993). / [B. M. Gevko, M. G. Danilchenko, R. M. Rohatynskyi and others]. Lviv: World, 208.

10. *Pylypets M. I.* (2002). Scientific and technological bases of production of naive billets of machine parts: dis ... Dr. Tech. Sciences: 05.02.08 / Mikhail Il'kovich Pylypets; Nat. Univ. "Lviv. Polytechnic ». Lviv, 2002. 445.

11. Technological bases of forming special profile screw parts (2008). / [B. M. Gevko, O. L. Lyashuk, I. B. Gevko and others]. Ternopil: Ivan Pulyuy TSTU, 367.

12. *Chris Rorres.* (2000) The turn of the screw: optimal design of an Archimedes screw/ Jornal of hydrauling/ January. 72–80.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИНТОВОЙ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ШНЕКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

О. Л. Ляшук, А. Б. Гупка, Ю. І. Пиндус, В. В. Гупка

Аннотация. В статье представлена методика и результаты экспериментальных исследований процессов формообразования полочки на винтовой заготовке. Разработаны и экспериментально апробированы технологические процессы формообразования изогнутого профиля на винтовых заготовках с использованием шнековых оправ и формовочных роликов. Для их реализации спроектировано и изготовлено комплект технического снаряжения. В качестве экспериментальных образцов использовали винтовые заготовки с внешним диаметром 90, 104, 118 мм, с внутренним диаметром 50, 55, 60 мм и толщиной витка спирали 1, 1,5, 2 мм. Материалы винтовых заготовок - сталь 08кп, сталь 20, сталь 30.

Ключевые слова: винтовая заготовка, полочка, эксперимент, формообразования, снаряжение, ГЗВП.

DEVELOPMENT OF DESIGN AND STUDY OF SCREW WORKING SURFACES OF AUGER MECHANISMS OF AGRICULTURAL MACHINES

O. L. Lyashuk, A. B. Gypka, Y. I. Pundys, V. V. Gypka

Abstract. In the article presented the methodology and results of experimental investigations of shelf shaping processes on screw blank are presented. Technological processes of curved profile shaping on the screw blanks with using screw mandrels and shaping roller are developed and experimentally tested. For their implementation a set of technical equipment is designed and manufactured. As the experimental samples screw blanks was used with an outer diameter of 90, 104, 118

mm, internal diameter of 50, 55, and 60 mm, and screw thickness 1, 1.5, 2 mm. Materials of screw blanks - steel 08kp, steel 20, steel 30.

Key words: screw blank, shelf, experiment, shaping, equipment, SBCP.

О. Л. Ляшук ORCID 0000-0003-4881-8568.
А. Б. Гупка ORCID 0000-0002-7565-5664.
Ю. І. Пиндус ORCID 0000-0003-0887-2762.
В. В. Гупка ORCID 0000-0002-0578-2254.