

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 621.81

Драган А.П.¹

к. т. н, завідувач кафедри

Email : kaf_am@ukr.net

Фльонц О.В.²

к.т.н., доцент

Клендій М.І.¹

асистент

Email : vova221@ukr.net

Котик Р.М.¹

асистент

Email : kaf_am@ukr.net

Семенів І.І.¹

асистент

Email : kaf_am@ukr.net

¹*кафедра Загально-інженерної підготовки*

²*кафедра Машиновикористання та технологій у сільському господарстві
Відокремлений підрозділ НУБіП України Бережанський агротехнічний інститут
Бережани, Україна*

ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ГВИНТОВИХ ГОФРОВАНИХ ЗАГОТОВОК З РІЗНИМ ПРОФІЛЕМ ГОФР

Анотація

Важливе місце в області використання гвинтових механізмів посідає проблема проектування і виготовлення гофрованих гвинтових робочих органів, які мають широке використання у змішувачах, теплообмінниках, машинах для борбортації вільних абразивів, в кондитерській та фармацевтичній промисловості та інше.

Підвищення вимог до конструкції і технологічних параметрів, якості, надійності та довговічності, розширення технологічних можливостей потребують глибокого аналізу існуючих конструкцій і технологій їх виготовлення та розроблення на цій основі наукового обґрунтування теоретичних та експериментальних напрацювань та їх успішного впровадження у виробництво.

Дослідження спрямовані на розробку та реалізацію нових прогресивних технологічних процесів отримання гвинтових гофрованих і кільцевих заготовок. Результати теоретичних та експериментальних досліджень зреалізовано шляхом розробки та аналізу технологічних схем формування гвинтових гофрованих заготовок з метою покращення змішування сипких матеріалів.

Досліджено функціонально-конструктивні та технологічні особливості виготовлення гвинтових гофрованих заготовок з проектуванням відповідного технологічного обладнання і оснащення з виведенням аналітичних залежностей для визначення режимів оброблення.

Виведено аналітичні залежності для визначення силових і конструктивних параметрів технологічного процесу гнуття заготовок між двома циліндричними зубчатими різнопрофільними колесами. Представлено графічні залежності гвинтових гофрованих заготовок від ширини і товщини полоси і кроку заготовки товщиною 1...3 мм та шириною 15...25...30 мм.

Встановлено, що продуктивність праці збільшиться при виготовленні на 20-30%, при проведенні контрольних операцій в 2-3 рази.

Ключові слова: гвинтові гофровані заготовки, технологічний процес, навивання, гнуття, формоутворення.

Вступ. У сільськогосподарському машинобудуванні рівень технологічного забезпечення для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок в нашій країні і за її межами залишається недостатнім, а наукова база для його створення не завжди відповідає сучасним вимогам за різними параметрами. Серед зазначених проблем важливе місце посідає дослідження та розроблення прогресивних технологічних процесів формоутворення гвинтових гофрованих заготовок, які набули широкого застосування у змішувачах, теплообмінниках, машинах кондитерської, харчової і фармацевтичної промисловості. Підвищення вимог до конструкції і технологічних параметрів, якості, надійності та довговічності, розширення технологічних можливостей потребують глибокого аналізу існуючих конструкцій і технологій їх виготовлення та розроблення на цій основі наукового обґрунтування теоретичних та експериментальних напрацювань та їх успішного впровадження у виробництво.

Отже, дослідження спрямовані на розробку та практичну реалізацію прогресивних технологічних процесів отримання гвинтових гофрованих і кільцевих заготовок є актуальними і мають важливе народногосподарське значення.

Аналіз результатів останніх досліджень. Питаннями проектування гвинтових гофрованих робочих органів конвеєрів (ГТРОК) присвячені праці Лисавого М.Н. [1], Мошнина Е.М. [2], Рокотяна С.Е. [3], Пилипця М.І. [4], Гевко Б.М. [5], Ляшука О.Л. [6], Рогатинського Р.М. [9], Драгана А.П. [8], Герман Х. [9], та багатьох інших. Однак, цілий ряд питань удосконалення конструктивних і технологічних параметрів технологічного оснащення і технологічних процесів потребують подальших досліджень.

Мета. Метою досліджень була розробка пристрою для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок різного профілю для сільськогосподарських машин з використання нових технологічних рішень в процесі їх виготовлення.

Методологія досліджень. Результати теоретичних та експериментальних досліджень реалізовано шляхом розробки та аналізу технологічних схем формоутворення гвинтових гофрованих заготовок з метою покращення змішування сипких матеріалів.

Результати. Пристрій для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок з різним профілем гофр зображено рис.1, який виконаний у вигляді станини 1, до якої жорстко закріплено електродвигун 2, коробку швидкостей 3 і механізм формоутворення, який складається з механізму радіального підтиску 4 з формувальним роликком 5 і рукояткою регулювання величини підтиску 6. Механізм гофроутворення і подачі заготовки встановлено перед механізмом приводу перпендикулярно до його осі і виконано у вигляді привідної оправки 7 з індивідуальним приводом (на кресленні не показано), двох конічних гофроутворюючих коліс 8, з різним профілем гофр на діаметрах, які між собою погоджені і механізму радіального підтиску 9, рух якого у горизонтальній площині здійснюється за допомогою рукоятки 10.

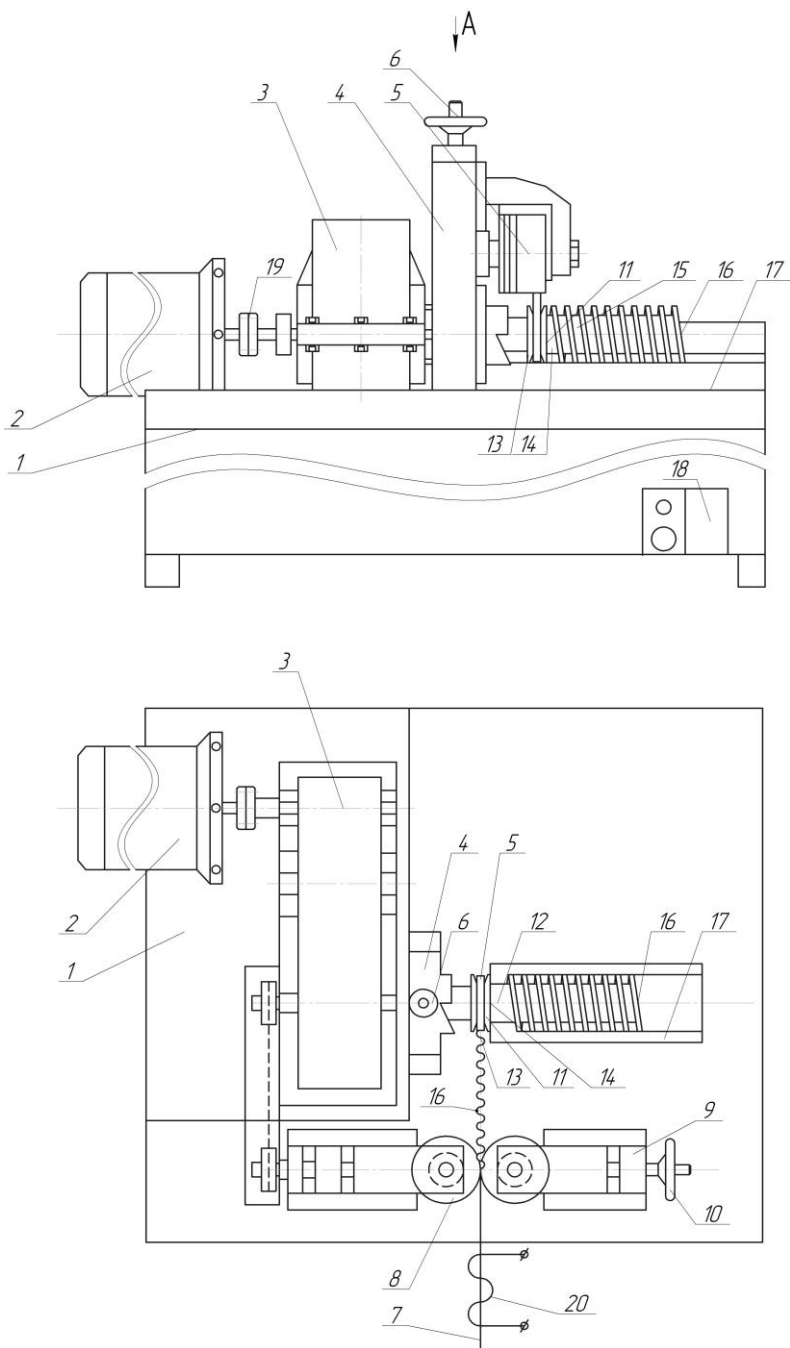


Рис. 1. Пристрій для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок з різним профілем гофр

Механізм калібрування гвинтової гофрованої заготовки 11 виконано у вигляді оправки 12 на якій жорстко встановлена конічна калібрувальна шестерня 13, яка з правого торця є у взаємодії з гофрованою гвинтовою заготовкою, а та, в свою чергу, з

правої сторони є у взаємодії з притисочною калібрувальною шестірнею 14, яка встановлена на шліцах оправки і підтиснута гайкою 15 з можливістю регулювання зазору між калібрувальними конічними шестернями. Причому ширина підтисночної конічної калібрувальної шестірні 14 є меншою кроку гвинтової гофрованої заготовки 16. Крім цього, під калібрувальними конічними шестернями 13 і 14 встановлено півкруглий жолоб 17, який є у взаємодії з гвинтовою гофрованою заготовкою 16.

Органи керування процесом навівання, гофроутворення і приводом розміщені на панелі 18, яку встановлено на станині. Пристрій дозволяє здійснювати виготовлення гвинтових гофрованих заготовок 16 декількох типорозмірів, тому оправка 12, калібруючі конічні колеса 13 і 14, гофроформувальні колеса 8 є змінними елементами. Для попередження поломки вузлів і елементів приводу між двигуном і коробкою швидкостей встановлена запобіжна муфта 19.

Особливістю конструкції є те, що механізм гофроутворення в межах формувальних зубчастих коліс на певних ділянках обидві шестерні мають попарно спеціальний профіль – завишений або занижений для утворення гвинтових гофрованих заготовок з різним профілем для змішувальних, подрібнюючих та інших операцій, в яких частина впадин між зубами і параметри зубів є змінні в межах зазору між зубами і товщиною заготовки, яка формує гофровану поверхню, а частина зубів є нормальною.

Гофроформувальні колеса 8 механізму гофроутворення виконані у вигляді конічних зубчастих коліс з можливістю регулювання зміни кута їх зачеплення відомим способом. Крім цього, на вході подачі плоскої стрічкової заготовки 7 між двома гофроформувальними колесами 8 з різним профілем гофр на діаметрі шнека, які між собою узгоджуються, встановлено індуктор 20, який охоплює і в разі потреби нагріває плоску стрічкову заготовку, що подається, відомої конструкції з можливістю її відносного переміщення.

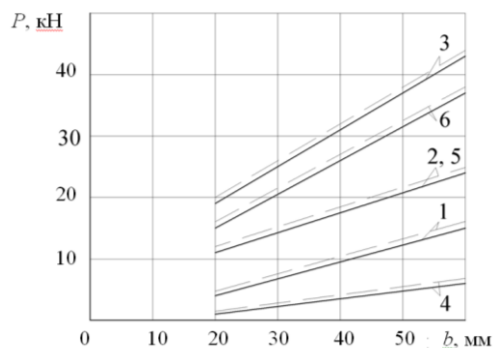
Різний профіль зубів і відповідно гофр на одній парі зубчастих коліс виготовляють спеціальними пальцевими, модульними фрезами або спеціальними протяжками. При цьому формувальні колеса для виготовлення гофрованих гвинтових заготовок з різним профілем обертаються з однаковою кількістю обертів. Робота пристрою для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок з різним профілем здійснюється наступним чином. Плоску заготовку 7 встановлюють в індукторі 20 і між двома гофроформувальними колесами 8, після їх нагрівання і проходження утворюється прямолінійна гофрована стрічка 16, кінець якої встановлюють в щілину між двома калібрувальними конічними шестернями 13 і 14, які прокручуючись калібрують гвинтову гофровану заготовку і подають її в півкруглий жолоб 17, і вона надходить на вихід верстата в тару. Після завершення процесу навівання гофровану заготовку знімають з жолоба. Навивання нової заготовки здійснюється аналогічно до попередньої.

Момент, який є необхідним для навівання гвинтових гофрованих заготовок на оправку залежить від конструктивних особливостей оправки і в основному визначається залежністю [5]:

$$M_n = k_m P [l + (\mu_p + tg \gamma_p) R] \quad (1)$$

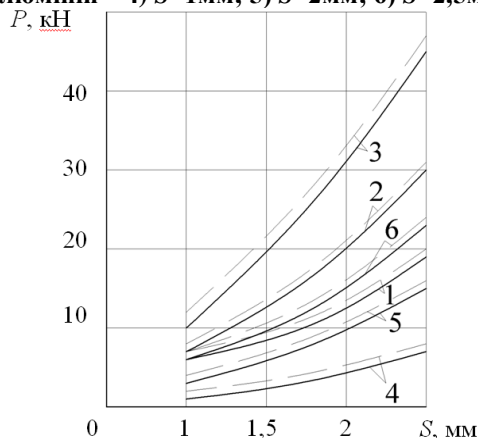
де k_m – коефіцієнт, що враховує конструктивні особливості оправки, $k_m \approx 0.4 \dots 0.6$.

Звідси випливає, що вплив сил тертя є незначним, а отже зусилля формоутворення з достатньою для практичних цілей точністю можна визначити. На основі рівнянь побудовано графіки залежності сили гофроутворення від товщини і ширини стрічки, а також кроку гофр (рис. 2–4).



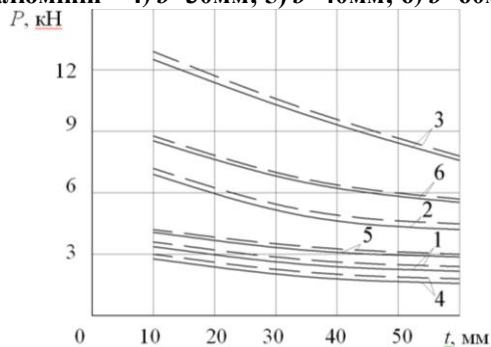
— — — прями колеса ————— конічні колеса

Рис. 2. Залежність сили гофроутворення від ширини стрічки ($t=20\text{мм}$; $\alpha=70^\circ$): сталь 08кп – 1) $S=1\text{мм}$; 2) $S=1,5\text{мм}$; 3) $S=2\text{мм}$; алюміній – 4) $S=1\text{мм}$; 5) $S=2\text{мм}$; 6) $S=2,5\text{мм}$



— — — прями колеса ————— конічні колеса

Рис. 3. Залежність сили гофроутворення від товщини стрічки ($t=40\text{мм}$; $\alpha=80^\circ$): сталь 08кп – 1) $b=20\text{мм}$; 2) $b=40\text{мм}$; 3) $b=60\text{мм}$; алюміній – 4) $b=30\text{мм}$; 5) $b=40\text{мм}$; 6) $b=60\text{мм}$



— — — прями колеса ————— конічні колеса

Рис. 4. Залежність сили гофроутворення від кроку гофр ($S=1,5\text{мм}$; $\alpha=60^\circ$): сталь 08кп – 1) $b=20\text{мм}$; 2) $b=30\text{мм}$; 3) $b=50\text{мм}$; алюміній – 4) $b=30\text{мм}$; 5) $b=40\text{мм}$; 6) $b=60\text{мм}$

Під час навивання гофрованих заготовок на оправу з радіусом r відбувається розтяг зовнішніх шарів на величину Δm і стиск внутрішніх шарів на величину Δn .

Висновки і перспективи. На основі теоретичних досліджень виведено аналітичні залежності для визначення силових і конструктивних параметрів технологічного процесу гнуття заготовок між двома циліндричними зубчатыми різнопрофільними колесами.

До переваг пристрою для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок з різним профілем гофр належить розширення технологічних можливостей верстата та підвищення продуктивності праці.

Окрім того, побудовано графічні залежності гвинтових гофрованих заготовок від ширини і товщини полоси і кроку заготовки товщиною 1...3 мм та шириною. 15...25...30 мм. Спосіб виготовлення гвинтових гофрованих заготовок запатентовано [10].

Список використаних джерел

1. Гевко Б.М. Технология изготовления спиралей шнеков. Львов : Высшая школа, 1986. 128 с.
2. Герман Х. Шнековые машины в технологиях ФРГ. Ленинград, 1975. 148 с.
3. Драган А.П. Виготовлення гвинтових гофрованих заготовок на універсальному контрольно-обкатному верстаті 5A725. *Збірник наукових праць. Процеси механічної обробки в машинобудуванні*. 2006. Вип. № 4. С. 63-69.
4. Лисовой М.Н. Теория и расчет процессов изготовления деталей методом гибки. Москва : Машиностроение, 1966. 236 с.
5. Ляшук О.Л. Особенности изготовления профильных гвинтовых та кільцевих заготовок. *Наукові нотатки*. Луцьк : ЛДТУ, 2003. Вип. № 12. С.160-164.
6. Мошнин Е.М. Гибка и правка на ротационных машинах. Москва : Машиностроение, 1977. 299 с.
7. Патент №118405 Україна, МПК В21Н 3/00 (2017.01). Обкатный верстат для виготовлення гвинтових гофрованих заготовок / заявники і патентовласники: Р.М. Котик, В.М. Клендій, О.П. Маруніч, М.Г. Левкович, І.М. Шуст. – № у 2017 01005; заявл. 03.02.2017; опубл. 10.08.2017, Бюл. № 15. 4 с.
8. Пилипець М.І., Гевко І.Б., Комар Р.В. Технология изготовления гвинтовых деталей різних типорозмірів. *Сільськогосподарські машини. Збірник наукових праць*. 2000. Вип. № 7. С. 120-127.
9. Рогатинський Р.М., Гевко І.Б., Дячун А.Є. Науково-прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів. Тернопіль, 2014. 278 с.
10. Рокотен С.Е., Гурвич В.Е. Деформация при холодной вальцовке спиралей шнеков. Москва : Кузнечно-штамповочное производство. 1983. Вип. № 10. С. 8-10.

Дата надходження статті до редакції: 02.08.2018
Рецензування: 01.09.2018 Прийняття в друк: 24.11.2018

Dragan A.P.¹

PhD in Engineering, Head of the Department

Email : kaf_am@ukr.net

Flionts O.V.²

PhD in Engineering, Associate Professor

Email : vova221@ukr.net

Klendiy M.I.¹

teaching assistant

Email : kaf_am@ukr.net

Kotyk R.M.¹

teaching assistant

Email : kaf_am@ukr.net

Semeniv I.I.¹

teaching assistant

Email : kaf_am@ukr.net

¹Department of General Engineering Training
subdivision of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Berezhany Agrotechnical Institute²Department of Machine-use and Technologies in Agriculture
Subdivision of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Berezhany Agrotechnical Institute
Berezhany, Ukraine

FEATURES OF MANUFACTURING SPIRAL CORRUGATED BLANKS FROM VARIOUS PROFILES OF CORRUGATIONS

Abstract

The leading role in the field of using spiral mechanisms plays the design and manufacture of corrugated spiral working bodies, which are widely used in mixers, heat exchangers, machines for borotation of free abrasives, in the confectionery and pharmaceutical industries, etc. Increasing the requirements to the design and technological parameters, quality, reliability and durability, enhanced technological capabilities require deep analysis of existing structures and technologies of their production and the development of scientific research on theoretical and experimental studies and their successful implementation in production. The paper focuses on the development and implementation of new advanced technological processes of spiral corrugated and ring blanks. The results of theoretical and experimental research were based on the development and analysis of technological schemes for the formation of screw corrugated blanks in order to improve the mixing of bulk materials.

The functional and structural and technological features of spiral corrugated blanks manufacture and the designing of the appropriate technological equipment and facilities with the withdrawal of the analytical dependences for determination of treatment regimes.

The analytical dependences for determination of power and structural parameters of technological process of bending blanks between two cylindrical gear cross-sectional toothed wheels. Characteristics curves of spiral corrugated blanks on the basis of width and thickness of the lines and the workpiece step of 1 ... 3 mm thickness and with 15 ... 25 ... 30 mm width are given in the paper.

The results of the experiment show that labor productivity will increase by 20-30% in manufacturing, 2-3 times in control operations.

Keywords: spiral corrugated blanks, technological process, coiling, bending, forming.

Referenses

1. Hevko, B.M. (1986). *Tekhnolohiya yzhotovlennia spiralei shnekov [Technology of manufacturing screw helix]*. Lviv: Vysshaia shkola. [in Rus]
2. Herman, Kh. (1975). *Shnekovye mashyny v tekhnolohiyakh FRH [Screw machines in the technologies of the FRG]*. Leningrad. [in Rus]
3. Drahan, A.P. (2006). Vyhotovlennia hvyntovykh hofrovanykh zahotovok na universalnomu kontrolno-obkatnomu verstaty 5A725 [Manufacturing of screw corrugated billets on a universal control binders 5A725]. *Protsey mekhanichnoi obrobky v mashynobuduvanni*, 4, 63-69. [in Ukr]
4. Lysovoi, M.N. (1966). *Teoriya y raschet protsesov yzhotovlennia detalei metodom hybky [Theory and calculation of processes for manufacturing parts by bending method]*. Moskow : Mashynostroenye. [in Rus]
5. Liashuk, O.L. (2003). Osoblyvosti vyhotovlennia profilnykh hvyntovykh ta kiltsevykh zahotovok [Features of manufacturing profile screw and ring blanks]. *Naukovi notatky*, 12, 160-164. [in Ukr]
6. Moshnyn, E.M. (1977). *Hybka y pravka na rotatsyonnykh mashynakh [Bending and editing on rotary machines]*. Moskow : Mashynostroenye. [in Rus]
7. Patent №118405 Ukraina, MPK B21H 3/00 (2017.01). Obkatnyi verstat dlia vyhotovlennia hvyntovykh hofrovanykh zahotovok / zaiavnyky i patentovlasnyky: R.M. Kotyk, V.M. Klendii,

O.P. Marunych, M.H. Levkovich, I.M. Shust. – № u 2017 01005; zaiavl. 03.02.2017; opubl. 10.08.2017, Biul. № 15 [Kotyk, R.M., Klendii, V.M., Marunych, O.P., Levkovich, M.H., & Shust, I.M. Patent № 118405 Ukraine, МПК В21Н 3/00 (2017.01). Circular machine for making screw corrugated billets] (2017). [in Ukr]

8. Pylypets, M.I., Hevko, I.B., & Komar, R.V. (2000). Tekhnolohiia vyhotovlennia hvyntovykh detalei riznykh typorozmiriv [Technology for manufacturing screw parts of various sizes]. *Silskohospodarski mashyny. Zbirnyk naukovykh prats*, 7, 120-127. [in Ukr]

9. Rohatynskyi, R.M., Hevko, I.B., & Diachun, A.Ie. (2014). *Naukovo-prykladni osnovy stvorennia hvyntovykh transportno-tekhnolohichnykh mekhanizmiv [Scientific and applied bases for creation of helical transport-technological mechanisms]*. Ternopil. [in Ukr]

10. Rokoten, S.E., & Hurvych, V.E. (1983). Deformatsyia pry kholodnoi valtsovke spiralei shnekov [Deformation with cold rolls of screw helix]. *Kuznechno-shtampovochnoe proyzvodstvo*, 10, 8-10. [in Rus]

Received: August 02, 2018

Revision: September 01, 2018 Accepted: November 24, 2018