

**О.Ю. Стібайло**, асп.

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

*e-mail: oleh.stibailo@gmail.com*

## Технологічні та конструктивні особливості виготовлення гвинтових елементів сільськогосподарської техніки

Проведено дослідження технологічних та конструктивних особливостей виготовлення гвинтових ножів-подрібнювачів та лопатей на шнекових спіралях сільськогосподарської техніки, які мають широке застосування у якості подрібнювачів, змішувачів, пресувальників, транспортерів, очисників, готувальників кормів тощо. Розроблено класифікацію гвинтових спіралей за способом виготовлення, напрямком руху, формою, профілем та функціональним призначенням. Запропоновано пристрої для виготовлення ножів-подрібнювачів та лопатей на гвинтовій заготовці. Обґрунтовано способи виготовлення лопатей та ножів-подрібнювачів на шнекових спіралях і визначено їх основні технологічні та конструктивні особливості. Також запропоновано раціональні конструктивно-технологічні параметри способів виготовлення лопатей і ножів-подрібнювачів на гвинтових спіралях

**спосіб, технологія, технологічний процес, лопаті, ножі-подрібнювачі, оправка, ролик**

**Постановка проблеми.** Розширення технологічних можливостей шнекових механізмів забезпечує збільшені спроможності їх застосування у різних галузях економіки. Це стосується сільськогосподарського виробництва, де вони найбільш широко застосовуються у якості гвинтових технологічних елементів сільськогосподарської техніки, а особливо при виробництві різних кормів для годівлі тварин і птиці [17, 19]. Враховуючи те, що значний відсоток виробничих витрат в загальній структурі продукції тваринництва припадає на частку приготування різних кормів з використанням коренеплодів [17], проблема їх виготовлення із використанням спеціальних транспортно-технологічних гвинтових елементів, які поєднують різноманітні операції, є особливо актуальною. Так, при використанні спеціальних гвинтових елементів, оснащених лопатями чи ножами, можна одночасно проводити подрібнення, змішування, пресування і транспортування, що особливо є важливим у сільськогосподарському виробництві. Тому розроблення нових способів виготовлення гвинтових елементів сільськогосподарської техніки оснащених лопатями і ножами-подрібнювачами є актуальним завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розробці і дослідженню технологічних способів виготовлення різних типів шнекових спіралей присвячені праці вітчизняних і закордонних науковців [1-12, 14-16, 18-20]. Свою увагу вони концентрували на специфіці отримання шнекових спіралей різними типами технологічних процесів, зокрема навиванням, штампуванням, розгинанням і зварюванням окремих витків спіралі, прокатуванням тощо. Значна кількість праць присвячена специфіці виготовлення нестандартних гвинтових елементів, зокрема лопатевих, гофрованих, Г-подібних, U-подібних, з еластичними поверхнями та інших [3, 5, 7, 8, 11, 12, 14, 20].

При виготовленні шнекових спіралей чільна увага приділялась забезпеченню технологічності їх конструкцій і конструктивним особливостям необхідного для їх виготовлення технологічного оснащення та інструменту [3, 5, 7, 9-11, 14, 15, 18-20].

**Постановка завдання.** Метою роботи є дослідження технологічних та конструктивних особливостей виготовлення гвинтових елементів сільськогосподарської техніки.

**Виклад основного матеріалу.** Гвинтові робочі органи у сільськогосподарському виробництві широко використовуються у якості подрібнювачів, змішувачів, калібрувальників, пресувальників, сортувальників, підбирачів, транспортерів, очисників, дозувальників, нагнітальників, ворошильників, готувальників кормів тощо [17, 19]. Тому на практиці існує ціла гамма спіралей шнеків, які доцільно класифікувати за способом виготовлення, напрямком руху, формою, профілем і згідно функціонального призначення (рис. 1).

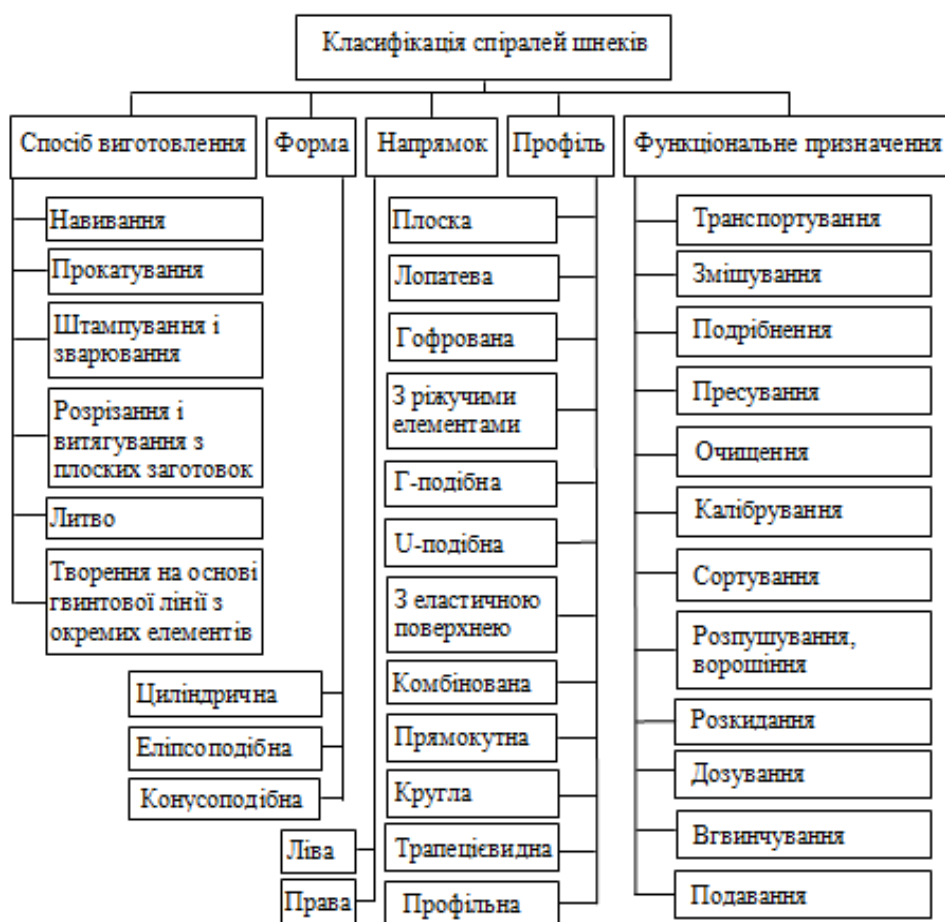


Рисунок 1 – Класифікація спіралей шнеків

*Джерело: розроблено автором*

Виготовлення спіралей шнеків є складний, енерговитратний і трудомісткий процес. Залежно від функціонального призначення технологія виготовлення має певні особливості [3, 5, 7, 8, 11, 12, 14, 20]. До таких особливих способів виготовлення належить виготовлення шнекових спіралей оснащених лопатями і ножами-подрібнювачами. Існують різні способи виготовлення шнекових спіралей оснащених

лопатями і ножами-подрібнювачами, окремі з яких були обґрунтовані у праці [14]. Ці способи передбачають відгинання лопатей чи ножів-подрібнювачів на певний кут при використанні ручного інструменту. З метою вдосконалення функціональних можливостей гвинтових елементів сільськогосподарської техніки розроблено нові механізовані способи виготовлення шнекових спіралей оснащених лопатями і ножами-подрібнювачами, які реалізуються з допомогою технологічного обладнання і оснащення.

На рис. 2 представлено пристрій для виготовлення ножів-подрібнювачів на шнековій спіралі. Такі спіралі у засобах сільськогосподарського призначення широко використовуються для подрібнення і змішування сільськогосподарських продуктів при приготуванні різних видів кормів для годівлі тварин.

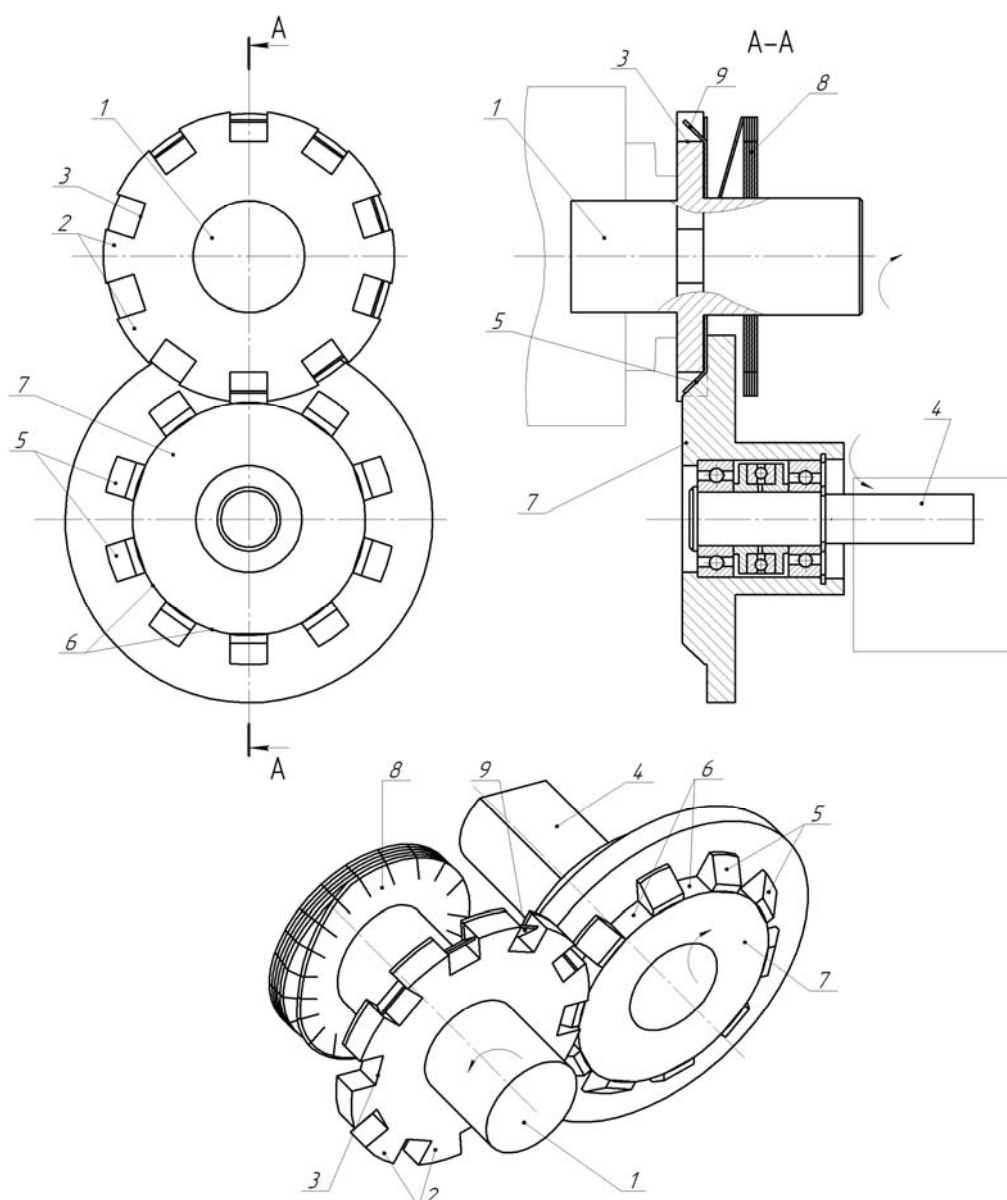


Рисунок 2 – Пристрій для виготовлення ножів-подрібнювачів на гвинтовій заготовці  
Джерело: розроблено автором

Пристрій для виготовлення ножів-подрібнювачів 9 на шнековій спіралі 8 (рис. 2) передбачає використанням формувальних інструментів у вигляді оправи 1, яку

кріпиться в шпинделі токарного верстату, та ролика 4, який кріпиться у різцетримачі токарного верстату, оснащених спеціальними формувальними втулками 2 і 7. На зовнішній поверхні формувальної втулки 2 виконані вирізи 3, для загинання ножів-подрібнювачів 9 на гвинтовій заготовці 8. А на торцевій поверхні формувальної втулки 7, яка забезпечена можливістю кругового обертання, виконані вирізи 6 та нахилені виступи 5, які відповідають формі ножів-подрібнювачів 9. Слід відмітити, що особливістю пристрою (рис. 1) є точне попадання нахилених виступів 5 формувальної втулки 7 ролика 4 у вирізи 3 формувальної втулки 2 оправи 1.

Спосіб виготовлення ножів-подрібнювачів 9 на шнековій спіралі 8 (рис. 2) передбачає виконання таких технологічних операцій:

1. Навивання щільним пакетом на ребро шнекової спіралі 8 відомим способом.
2. Надрізання по зовнішньому контуру торцевої поверхні навитої щільним пакетом шнекової спіралі 8 на потрібну глибину зі встановленим кроком.
3. Виставлення і закріплення спіральної заготовки 8 на оправі 1, яка закріплена в шпинделі токарного верстата.
4. Виставлення і закріплення в різцетримачі токарного верстата ролика 4.
5. Загинання крайнього ножа-подрібнювача 9 на шнековій спіралі 8 шляхом подачі різцетримача, точного попадання і притискання нахилених виступів 5 формувальної втулки 7 ролика 4 до вирізів 3 формувальної втулки 2 оправи 1.
6. Приведення зі встановленою частотою в обертовий рух шпинделя із оправою 1 і спіральною заготовкою 8, та зі встановленою швидкістю у рух подачі різцетримача з роликом 4, що забезпечує виготовлення ножів-подрібнювачів 9 на всій довжині шнекової спіралі 8 шляхом попадання нахилених виступів 5 формувальної втулки 7 ролика 4 у вирізи 3 формувальної втулки 2 оправи 1. По завершенні операції зупинка усіх рухів.
7. Відведення різцетримача; зняття з нього спеціального ролика 4; закріплення у різцетримачі спеціального затискного інструменту (на рис. 2 не показано); підведення різцетримача із спеціальним затискним інструментом до спіральної заготовки 8; закріплення у спеціальному затискному інструменті крайнього витка спіральної заготовки 8.
8. Калібрування на заданий крок спіральної заготовки 8 із виготовленими ножами-подрібнювачами 9 шляхом вмикання руху подачі різцетримача. По завершенні операції зупинка усіх рухів.

9. Відкріплення готової спіральної заготовки 8 із виготовленими ножами-подрібнювачами 9 від спеціального затискного інструменту та оправи 1 і її зняття.

На рис. 2 представлено конструктивні схеми пристроїв для виготовлення лопатей на шнековій спіралі із застосуванням калібрувально-загинальних інструментів із використанням зворотно-поступального руху.

Пристрої для виготовлення лопатей 6 на шнековій спіралі 2 з надрізами 3 (рис. 3) із застосуванням калібрувально-загинальних інструментів 8 із використанням зворотно-поступального руху передбачає використання оправи 1, яку кріпиться в шпинделі 13 токарного верстату, та ролика 7, який кріпиться у різцетримачі 12 токарного верстату. Оправа 1 оснащена формувальною втулкою 4, на торцевій поверхні якої виконано заглиблення 5. Ролик 7 оснащено з можливістю здійснення зворотно-поступального руху калібрувально-загинальним інструментом 8, який містить або калібрувальний пуансон 9 (рис. 3 а), або формувальну втулку з можливістю кругового обертання з виступами 9 (рис. 3 б), форма яких є дзеркальним відображенням формі заглиблень 5 формувальної втулки 4. Зворотно-поступальний рух калібрувально-загинального інструменту 8 реалізується підтисканням пружини розтягу-стиснення 10 і

пальцем 11, який дозволяє калібрувально-загинальному інструменту 8 не повертатися відносно ролика 7 (рис. 3 а) і основи калібрувально-загинального інструменту 8 (рис. 3 б), забезпечуючи, при цьому, можливість осевого зміщення при загинах лопатей.

На відміну від попередньо представленої конструкції пристрою для виготовлення ножів-подрібнювачів на гвинтовій заготовці (рис. 2), де особливістю є точне попадання нахилених виступів 5 формувальної втулки 7 ролика 4 у вирізи 3 формувальної втулки 2 оправи 1, дані конструктивні рішення не потребують точного співпадання заглиблень та виступів формувальних елементів, позаяк воно регулюється пружиною розтягу-стиснення 10 (рис. 3).

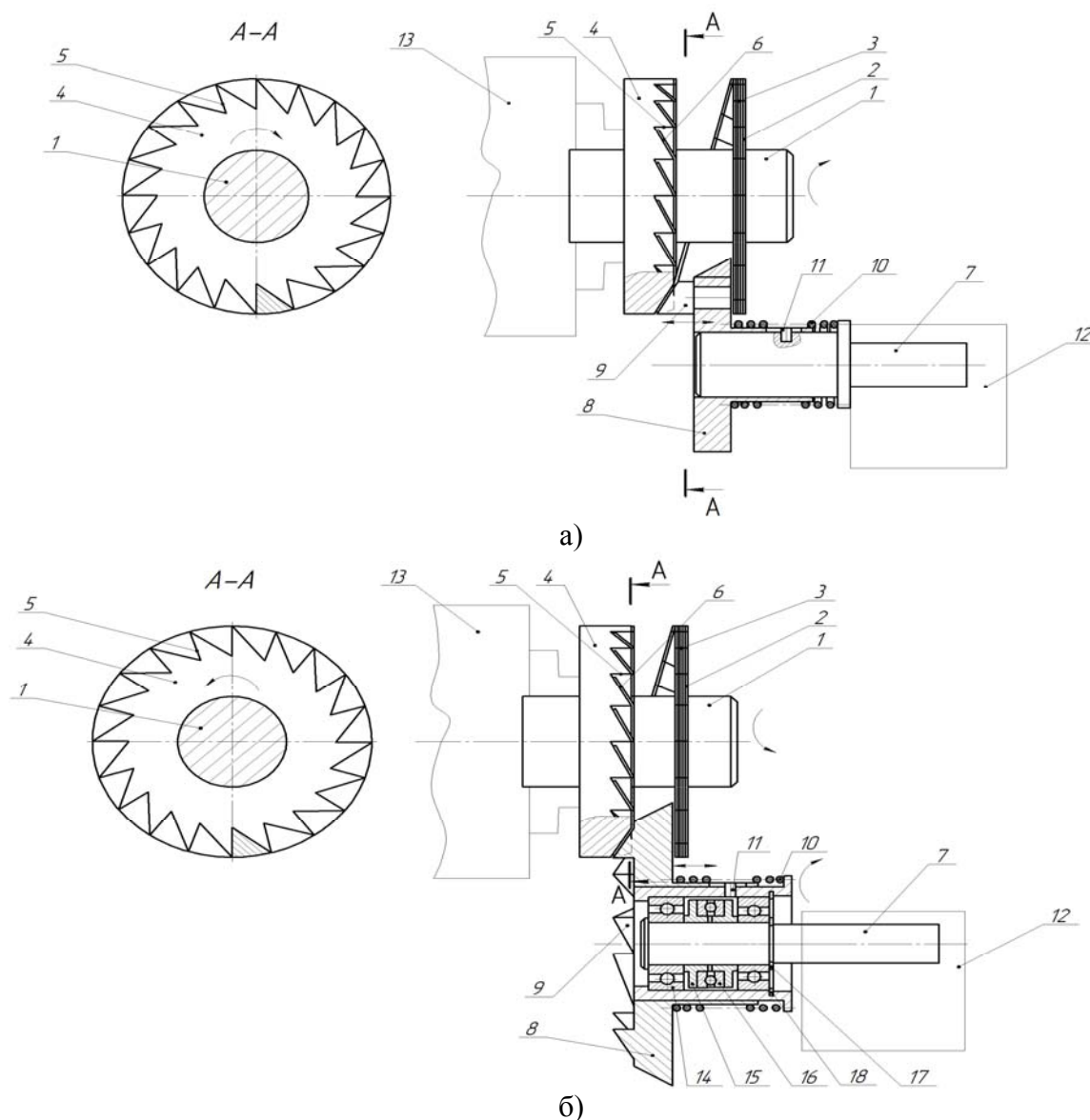


Рисунок 3 – Пристрої для виготовлення лопатевих спіралей передбачає виконання

*Джерело: розроблено автором*

Розроблений спосіб виготовлення лопатевих спіралей передбачає виконання наступної послідовності технологічних операцій:

1. Навивання щільним пакетом на ребро шнекової спіралі 2 відомим способом.
2. Виконання надрізів 3 по зовнішньому контуру торцевої поверхні навитої щільним пакетом шнекової спіралі 2 на потрібну глибину зі встановленим кроком.

3. Встановлення і закріплення підготовленої спіральної заготовки 2 на оправі 4 із заглибленнями 5, що відповідають формі лопатей, із забезпеченням співпадання надрізів 3 спіральної заготовки 2 із заглибленнями 5 оправы 4.

4. Встановлення і закріплення оправы 4 із наперед встановленою і закріпленою спіральною заготовкою 2 у шпинделі 13 токарного верстата.

5. Встановлення і закріплення в різцетримачі 12 токарного верстата ролика 7, оснащеного калібрувальньо-загинальним інструментом 8.

6. Відгинання крайнього витка спіральної заготовки 2 і заведення калібрувальньо-загинального інструменту 8 у міжвитковий простір.

7. Приведення з наперед визначеною частотою в обертовий рух шпинделя 13 із оправою 4 і спіральною заготовкою 2, та з наперед розрахованою швидкістю у рух подачі різцетримача 12 зі калібрувальньо-загинальним інструментом 8, що забезпечує підведення останнього до першого витка спіральної заготовки 2 у місці її кріплення на оправі 4. Після досягнення цілі зупинка усіх рухів.

8. Приведення у рух подачі різцетримача 12 зі калібрувальньо-загинальним інструментом 8 до створення загину першої лопаті 6 спіральної заготовки 2 у заглиблення 5 оправы 4. Після досягнення цілі зупинка усіх рухів.

9. Приведення з наперед визначеною частотою в обертовий рух шпинделя 13 із оправою 4 і спіральною заготовкою 2 (у зворотному напрямку в порівнянні з операцією 7), та з наперед розрахованою швидкістю у рух подачі різцетримача 12 зі калібрувальньо-загинальним інструментом 8 (у зворотному напрямку в порівнянні з операцією 7), що забезпечує виготовлення загинів лопатей 6 по усій довжині спіральної заготовки 2 у заглиблення 5 оправы 4. Після досягнення цілі зупинка усіх рухів.

10. Відведення різцетримача 12; зняття з нього калібрувальньо-загинального інструменту 8; закріплення у різцетримачі 12 спеціального затискного інструменту (на рис. 3 не показано); підведення різцетримача із спеціальним затискним інструментом до спіральної заготовки 2; закріплення у спеціальному затискному інструменті крайнього витка спіральної заготовки 2.

11. Калібрування на заданий крок лопатевої спіральної заготовки 2 шляхом вмикання руху подачі різцетримача 12. Після досягнення цілі зупинка усіх рухів.

14. Відкріплення готової лопатевої спіральної заготовки 2 від спеціального затискного інструменту та оправы 4 з заглибленнями 5 і її зняття.

Сила, яку необхідно прикласти для загину лопаті калібрувальньо-загинальним інструментом, визначається за формулою:

$$F_{C3} = \frac{1,15 \cdot B \cdot \left[ \sigma_{TO} \cdot \frac{s^2}{4} + \Pi \cdot \left( \frac{(r+s)^2 + r^2}{4} \cdot \ln \sqrt{\frac{r+s}{r}} - \frac{(r+s)^2 - r^2}{8} \right) \right] (1 + \mu \cdot \sin \alpha)}{L \cdot \cos \alpha}, \quad (1)$$

де  $B$  – довжина лінії згину заготовки, мм;

$\sigma_{TO}$  – екстрапольована границя текучості матеріалу заготовки, МПа;

$s$  – товщина заготовки, мм;

$\Pi$  – лінійний модуль зміцнення матеріалу заготовки, МПа;

$r$  – радіус кромки інструмента, по якій відбувається згин матеріалу, мм;

$\mu$  – коефіцієнт тертя між поверхнями заготовки та інструменту;

$\alpha$  – кут нахилу лопаті, град;

$L$  – довжина лопаті, мм.

Сила підтиску пружини розтягу-стиснення калібрувальньо-загинального

інструменту визначається за формулою [13]:

$$F_{np} = C \cdot (X_1 - \Delta), \quad (2)$$

де  $F_{np}$  – сила затиску пружини, Н;

$C$  – жорсткість пружин, Н/мм;

$\Delta$  – попередній натяг пружини, мм;

$X_1$  – величина відгину лопаті від основної лінії шнекової спіралі, мм.

Відтак, попередній натяг пружини розтягу-стиснення у запропонованих пристроях для виготовлення лопатей визначатиметься за формулою:

$$\Delta = \frac{1,15 \cdot B \cdot \left[ \sigma_{то} \cdot \frac{s^2}{4} + \Pi \cdot \left( \frac{(r+s)^2 + r^2}{4} \cdot \ln \sqrt{\frac{r+s}{r}} - \frac{(r+s)^2 - r^2}{8} \right) \right] (1 + \mu \cdot \sin \alpha)}{C \cdot L \cdot \cos \alpha} + X_1 \quad (3)$$

В таблиці 1 представлені раціональні конструктивно-технологічні параметри способів виготовлення шнекових спіралей оснащених лопатями і ножами-подрібнювачами. При цьому повздовжня подача ролика повинна відповідати товщині спіральної заготовки.

Таблиця 1 – Раціональні конструктивно-технологічні параметри способів виготовлення шнекових спіралей оснащених лопатями і ножами-подрібнювачами

№	Частота обертання, оправи, об/хв.	Повздовжня подача ролика, мм/об.	Діаметр оправи, мм	Висота спіралі, мм	Товщина заготовки, мм	Кут сегменту (лопаті, ножа-подрібнювача), град.
1	0,05...0,15	0,8	30...250	30...100	0,8	0,1...0,45
2	0,05...0,15	1,0	35...250	30...100	1,0	0,12...0,5
3	0,05...0,15	1,5	40...250	30...125	1,5	0,15...0,55
4	0,05...0,20	2,0	45...250	30...250	2,0	0,15...0,65
5	0,05...0,25	3,0	50...250	30...250	3,0	0,15...0,75

Джерело: розроблено автором

Для виготовлення шнекових спіралей оснащених лопатями і ножами-подрібнювачами слід використовувати холоднокатаний прокат сталей марок 08 кп ДСТУ 2834-94, Ст 3 ДСТУ 4651:2005 (аналоги є марки: 040A10,1449-1HR, 1HR, 2HR, DC01, DD13 (Англія); 1008, 1010, A619, A622, G10080, G10120 (США); 1.0322, 1.0335, DC01, DC04, DC04G1, DD11, DDB, St12, St 14, St22, StW24, USt3, USt4 (Німеччина), 3С, DC01, DC04, DD13, FB8, Fd4, FR8, XC6 (Франція)), а також сталь 20, 30, 45, 09Г2С, 08Х17Т, 12Х17, AISI 304, AISI 316 та інші аналоги [5, 14]. Стандартна товщина смуги, яку доцільно використовувати для виготовлення шнекових спіралей оснащених лопатями і ножами-подрібнювачами, повинна становити від 1 до 3 мм (1, 1,5; 2,5; 3) і шириною від 30 до 250 мм (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 125, 250). Також з метою зменшення зусиль та усунення прилипання деталей, утворення задирів, заїдання тощо, доцільно використовувати індустріальні та синтетичні силіконові мастила різних марок (И-20, И-20А, И-40, И-50, ПМС-20 і ПМС-50) [5, 14].

**Висновки.** Розроблено класифікацію спіралей шнеків, яка передбачає їх поділ за способом виготовлення, напрямком руху, формою, профілем і згідно функціонального призначення. Запропоновано пристрої для виготовлення ножів-подрібнювачів та

лопатеї на гвинтовій заготовці. Розроблено способи виготовлення гвинтових елементів сільськогосподарської техніки оснащених лопатями і ножами-подрібнювачами, й визначено їх основні технологічні та конструктивні особливості. Запропоновано формули для визначення сили, яку необхідно прикласти калібрувально-загинальним інструментом для загину лопаті на спіралі шнека, та попереднього натягу пружини розтягу-стиснення у запропонованих пристроях для виготовлення лопатеї. Встановлено раціональні конструктивно-технологічні параметри способів виготовлення шнекових спіралей оснащених лопатями і ножами-подрібнювачами.

## Список літератури

1. Feng Guang-liang, Bai Yin-shan. Some moulding ways of spiral vane. *Coal Mine Machinery*. 2006 Vol. 27 No. 9, P. 835-849.
2. Gheorghe Pleșu. Package of calculus, drawing and design of the rolling tools for manufacturing of the helical surfaces. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*. 2014. No. 1. P. 65–70. ISSN 2067–3604.
3. Hevko I.B., Dyachun A.Ye., Lyashuk O.L., Martsenko S.V., Gypka A.B. Research the force parameters of forming the screw cleaning elements. *INMATEH - Agricultural Engineering*. Polytechnic University of Bucharest, 2016, Vol. 49, № 2, P.77-82.
4. Li Zheng Feng, Li Qiang Jiang. Design of combined helical blade manufacturing device. *Advanced Materials Research*. 2013. Vol. 753–755. P. 1386–1390. Crossref. Doi: 10.4028/www.scientific.net/amr/753-755.1386. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR>
5. Peculiarities of technological design of U-shaped screw transport and technological working bodies Ivan Hevko, Andriy Pik, Roman Komar, Oleh Stibaylo, Serhiy Koval' // *Scientific Journal of TNTU*. Tern.: TNTU, 2024. Vol 113. No 1. P. 5–15.
6. Quan-Quan Han and Ri-Liang Liu. Mathematical model and tool path calculation for helical groove whirling. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 6 (19): 3584–3587, 2013. <https://doi.org/10.19026/rjaset.6.3563>
7. Rogatinskiy R., Hevko I., Gypka A., Garmatyk O., Martsenko S. Feasibility study of the method choice of manufacturing screw cleaning elements with the development and use of software. *Acta Technologica Agriculturae*. Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae. 2017. No. 2. P. 36–41. <https://doi.org/10.1515/ata-2017-0007>
8. Study of Dynamic and Power Parameters of the Screw Workpieces with a Curved Profile Turning // [Ivan Hevko, Andrii Diachun, Oleg Lyashuk, Yuriy Vovk, Andriy Hupka] *Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV. Proceedings of the 4th International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2021, June 8–11, 2021, Lviv, Ukraine Volume 1: Manufacturing and Materials Engineering*, P. 385-394.
9. Васильків В. В. Розвиток науково-прикладних основ розроблення технологій виробництва гвинтових і шнекових заготовок з використанням уніфікації: автореф. дис. д-ра техніч. наук: спец. 05.02.08. Львів, 2015. 48 с.
10. Васильків В. В. Технологічні та конструктивні особливості виготовлення гвинтових заготовок з листового прокату / В. В. Васильків, Л. Д. Радик, І. Б. Гевко // *Міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»): «Наукові нотатки» ЛДТУ*. 2004. Вип. 14. С. 12–18.
11. Гевко Б. М., Пилипець М. І., Васильків В. В., Радик Д. Л. Технологічні основи формотворення різнопрофільних гвинтових заготовок. Тернопіль: Вид-во ТДТУ ім. І. Пулюя, 2009. 457 с. ISBN966-305-014-4.
12. Гевко І. Б., Ляшук О. Л., Цьонь О. П., Станько А. І. Технологія виготовлення еластичних шнеків. Збірник наукових праць X Міжнародної науково-технічної конференції «*Прогресивні технології у машинобудуванні ОТМЕ-2022*» (Івано-Франківськ Яремче, 1-5 лютого 2022 р.). Івано-Франківськ, 2022. С. 69-71.
13. Гевко І.Б. Розробка і дослідження низькочастотних пристроїв для виконання технологічних процесів гнучкими гвинтовими конвеєрами: дис. к-та техніч. наук: спец. 05.20.01. Луцьк, 1997. 139 с.
14. Гевко І.Б., Лещук Р.Я., Брикса А.О., Стібайло О.Ю., Коваль С.О. Особливості конструкцій і технологічного проєктування робочих органів лопатеєвих гвинтових змішувачів // *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Вип. 8(39). Част.2. С. 24-34.
15. Гевко Ів. Технологічність конструкцій гвинтових секційних робочих органів. *Вісник ТНТУ* //



- Ів. Гевко, В. Клендій Тернопіль : ТНТУ, 2015. Том 79. № 3. С. 148-155.
16. Гнучкі гвинтові конвеєри: проектування, технологія виготовлення, експериментальні дослідження / Гевко І. Б., Лещук Р. Я., Гудь В. З., Дмитрів О. Р., Дубиняк Т. С., Навроцька Т. Д., Круглик О. А. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 207 с.
  17. Грицай Ю. В. Обґрунтування параметрів комбінованого шнекового транспортера-подрібнювача коренеплодів: дис. ... к-та техніч. наук: спец. 05.05.11. Тернопіль, 2020. 137 с.
  18. Пилипець М. І. Науково-технологічні основи виробництва навивних заготовок деталей машин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : спец. 05.03.01. Львів, 2002. 35 с.
  19. Рогатинський Р.М. Науково-прикладні основи створення гвинтових транспортно-технологічних механізмів : монографія / Р.М. Рогатинський, І.Б. Гевко, А.Є. Дячун Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. 280 с.
  20. Технологічні основи формоутворення спеціальних профільних гвинтових деталей / Гевко Б.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Драган А.П., Новосад І.Я. Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2008. 367 с.

## References

1. Feng Guang- liang, Bai Yin-shan. Some moulding ways of spiral vane. *Coal Mine Machinery*. 2006 Vol. 27 No. 9. P. 835-849.
2. Gheorghe Pleșu. Package of calculus, drawing and design of the rolling tools for manufacturing of the helical surfaces. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*. 2014. No. 1. P. 65–70. ISSN 2067–3604.
3. Hevko. I.B., Dyachun A.Ye., Lyashuk O.L., Martsenko S.V., & Gypka A.B. (2016) Research the force parameters of forming the screw cleaning elements. *INMATEH - Agricultural Engineering*. Polytechnic University of Bucharest, 2016, Vol. 49, № 2, P.77-82 [in Ukrainian]
4. Li Zheng Feng, Li Qiang Jiang. Design of combined helical blade manufacturing device. *Advanced Materials Research*. 2013. Vol. 753–755. P. 1386–1390. Crossref. Doi: 10.4028/www.scientific.net/amr/753-755.1386. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR>
5. Peculiarities of technological design of U-shaped screw transport and technological working bodies / Ivan Hevko, Andriy Pik, Roman Komar, Oleh Stibaylo, Serhiy Koval // *Scientific Journal of TNTU*. — Tern.: TNTU, 2024. Vol 113. No 1. P. 5–15.
6. Quan-Quan Han and Ri-Liang Liu. Mathematical model and tool path calculation for helical groove whirling. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 6 (19): 3584–3587, 2013. <https://doi.org/10.19026/rjaset.6.3563>
7. Rogatinskiy R., Hevko I., Gypka A., Garmatyk O., & Martsenko S. (2017) Feasibility study of the method choice of manufacturing screw cleaning elements with the development and use of software. *Acta Technologica Agriculturae*. Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae. 2017. No. 2. P. 36–41. <https://doi.org/10.1515/ata-2017-0007>
8. Study of Dynamic and Power Parameters of the Screw Workpieces with a Curved Profile Turning // [Ivan Hevko, Andrii Diachun, Oleg Lyashuk, Yuriy Vovk, Andriy Hupka] – *Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV*. Proceedings of the 4th International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2021, June 8–11, 2021, Lviv, Ukraine Volume 1: Manufacturing and Materials Engineering, P. 385-394.
9. Vasylykiv V. V. (2015) Development of the scientific and applied foundations of the development of technologies for the production of screw and auger blanks using unification: autoref. thesis ... Dr. Tech. Sciences: specialist 05.02.08. Lviv. 48 p. [in Ukrainian]
10. Vasylykiv V.V. (2004) Technological and constructive features of the production of screw blanks from rolled sheet / V.V. Vasylykiv, L.D. Radik, I.B. Gevko // *Interuniversity collection (in the direction of "Engineering Mechanics")*: "Scientific notes" LDTU. Issue 14. pp. 12–18. [in Ukrainian]
11. Hevko B.M., Pylypets M.I., Vasylykiv V.V., & Radyk D.L.. (, 2009) Technological bases of shaping of various profile screw blanks. Ternopil: Publication of TDTU named after I. Pulyuya, 457 p. ISBN966-305-014-4. [in Ukrainian]
12. Hevko I. B., Lyashuk O. L., Tsyon O. P., & Stanko A. (2022) AND. Technology of production of elastic screws. Collection of scientific works of the X International scientific and technical conference "Progressive technologies in mechanical engineering OTME-2022" (Ivano-Frankivsk - Yaremche, February 1-5, 2022). Ivano-Frankivsk. P. 69-71. [in Ukrainian]
13. Hevko I.B. (1997). Development and research of low-frequency devices for the execution of technological processes by flexible screw conveyors: dissertation. ... technical college Sciences: specialist 05.20.01. Lutsk. 139 p. [in Ukrainian]

14. Hevko I.B., Leshchuk R.Ya., Briksa A.O., Stibailo O.Yu., & Koval S.O. (2023) Peculiarities of structures and technological design of working bodies of bladed screw mixers // Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical sciences. Issue 8(39). Part 2 WITH. 24-34. [in Ukrainian]
15. Hevko Iv. (2015). Technological features of designs of helical sectional working bodies / Bulletin of TNTU // Iv. Hevko, V. Klendiy Ternopil: TNTU. Volume 79. No. 3. P. 148-155. [in Ukrainian]
16. Flexible screw conveyors: design, manufacturing technology, experimental studies / Hevko I.B., Leshchuk R.Ya., Gud V.Z., Dmytriv O.R., Dubynyak T.S., Navrotska T.D. O. A. Kruglyk – Ternopil: V. A. Palyanitsa FOP, 2019. 207 p. [in Ukrainian]
17. Hrytsai Yu. IN. (2020). Justification of the parameters of the combined screw conveyor-shredder of root crops: thesis. technical college Sciences: special 05.05.11. Ternopil. 137 p. [in Ukrainian]
18. Pylypets M. I. (2002). Scientific and technological basis of production of winding blanks of machine parts: autoref. thesis for obtaining sciences. degree of doctor of technology Sciences: spec. 05.03.01. Lviv. 35 p. [in Ukrainian]
19. Rohatynskiy R.M. (2014) Scientific and applied foundations of the creation of screw transport and technological mechanisms: monograph / R.M. Rohatynskiy, I.B. Hevko, A.E. Dyachun – Ternopil: Publishing House of Ivan Pulyuy TNTU. 280 p. [in Ukrainian]
20. Technological bases of forming of special profile screw parts / Hevko B.M., Lyashuk O.L., Hevko I.B., Dragan A.P., Novosad I.Ya. – Ternopil: TDTU named after Ivan Pulyu, 2008. 367 p. [in Ukrainian]

**Oleg Stibailo**, post-graduate

*Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu, Ternopil, Ukraine*

### **Technological and Constructive Features of the Production of Screw Elements of Agricultural Machinery**

Expanding the technological capabilities of screw mechanisms provides increased opportunities for their application in various sectors of the economy. This applies to agricultural production, where they are most widely used as screw technological elements of agricultural machinery, and especially in the production of various fodder for feeding animals and poultry. Given that a significant percentage of production costs in the overall structure of animal husbandry production is accounted for by the share of preparation of various feeds using root crops, the problem of their production using special transport-technological screw elements that combine various operations is particularly relevant. Thus, when using special screw elements equipped with blades or knives, it is possible to carry out grinding, mixing, pressing and transportation at the same time, which is especially important in agricultural production. Therefore, the development of new methods of manufacturing screw elements of agricultural machinery equipped with blades and chopper knives is an urgent task.

In practice, there is a whole range of screw spirals, which should be classified according to the method of manufacture, direction of movement, shape, profile and according to the functional purpose. The production of screw spirals is a complex, energy-consuming and time-consuming process. The main methods of manufacturing screw spirals include winding, rolling, stamping and welding, cutting and drawing spirals from flat blanks, casting, creating a helical line from separate elements on a certain basis. Depending on the functional purpose, the manufacturing technology has certain features. Such special production methods include the production of auger spirals equipped with blades and chopper knives. There are methods of manufacturing auger spirals equipped with blades and chopper knives, which involve bending the blades or chopper knives to a certain angle when using a hand tool. In order to improve the functionality of screw elements of agricultural machinery, new mechanized methods of manufacturing screw spirals equipped with blades and chopper knives have been developed, which are implemented with the help of technological equipment and equipment.

The article presents a device and a method of manufacturing shredder knives on a screw spiral, shredder knives on a screw spiral, which involves the performance of certain technological operations. Such spirals in agricultural equipment are widely used for grinding and mixing agricultural products in the preparation of various types of fodder for animal feeding. The article also presents devices and a method of manufacturing blades on a screw spiral using calibration-bending tools using reciprocating motion.

The article also presents a formula for determining the force that must be applied to bend the blade with a calibration-bending tool, and the force of spring pressure. After carrying out the transformation, the formula for determining the pretension of the spring in the proposed devices for the manufacture of blades was derived. The work presents rational structural and technological parameters of the methods of manufacturing screw spirals equipped with blades and chopper knives. It was determined that the longitudinal feed of the roller should correspond to the thickness of the spiral workpiece.

**method, technology, technological process, blades, chopper knives, mandrel, roller**

*Одержано (Received) 05.11.2024*

*Прорецензовано (Reviewed) 06.12.2024*

*Прийнято до друку (Approved) 23.12.2024*