

УДК 621.86

Гевко Ів.Б., д.т.н., проф., Гудь В.З., к.т.н., Круглик О.А.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

СИНТЕЗ СПОСОБІВ НАВИВАННЯ СПІРАЛЕЙ ШНЕКІВ

Для пошуку нових способів навивання спіралей шнеків узагальнено існуючі напрацювання і вибудовано правила навивання спіралей шнеків з врахуванням обмежень. Проведено кодування конструктивних ознак та окремих елементів, що використовуються при навиванні спіралей шнеків. Виконано синтез способів навивання спіралей шнеків з допомогою методу синтезу ієрархічних груп за допомогою морфологічного аналізу. Встановлено, що навивання спіралей шнеків може здійснюватись чотирма основними способами при використанні наступного формувального інструменту: оправа і ролик (класичні варіанти); оправа і обертова формувальна втулка; ролик і обертова формувальна втулка; оправа, ролик і обертова формувальна втулка. На основі проведеного синтезу отримано значну кількість раціональних способів навивання спіралей шнеків, на ряд з яких отримано патенти на корисну модель, а на частину з яких подано заявки на винахід.

Ключові слова: спіраль, шнек, морфологічний аналіз, навивання, метод, синтез, формоутворення.

Постановка проблеми. Ефективність розвитку економіки напряму пов'язана із розвитком машинобудування, яке забезпечує постійний прогрес суспільства і сприяє зростанню продуктивності й ефективності виробництва. Цей розвиток вимагає нових прогресивних технологій, які потребують використання всебічних підходів при їх створенні. Гвинтові елементи є одними із найрозповсюдженіших в різних типах машин і механізмів, тому їх створенню приділяється особлива увага. Незважаючи на значну кількість наукових досліджень у сфері створення спіралей шнеків, значна складність і висока енергоємність їх виготовлення, підвищені вимоги до конструктивно-технологічних параметрів гвинтових заготовок, їх якості, надійності та довговічності заставляє здійснювати подальший пошук прогресивних способів їх отримання. Тому розроблення нових прогресивних способів навивання спіралей шнеків є актуальним і сприяє отриманню енергоощадних високопродуктивних технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пошуком і дослідженням різних способів виготовлення спіралей шнеків (СШ) займались Б.М. Гевко [5, 12, 14], М.І. Пилицець [12, 13], Р.М. Рогатинський [12], В.В. Васильків [4], О.Л. Ляшук [11, 14], А.П. Драган [7], А.Є. Дячун [8], Chris Roges [15] та інші. Синтезу та обґрунтуванню технічних рішень у машинобудуванні присвячені праці А.В. Андрейчиков [2], Г.С. Альтшуллера [1], В.В. Васильківа [3], Б.М. Кіндрацького [9], Ю.М. Кузнєцова [10] та ін. Проте більшість розроблених методів синтезу є або надто складними для використання в повсякденній практиці, або генерують невиправдано велику кількість ідей, що значно ускладнює процес вибору найбільш раціональних рішень. Тому питанню синтезу нових способів навивання СШ на даний час недостатньо приділено уваги, що дає підґрунтя для подальшого дослідження та пошуку прогресивних технологій.

Мета роботи. Синтез нових способів навивання спіралей шнеків методом ієрархічного групування за допомогою морфологічного аналізу.

Реалізація роботи. Сучасна теорія і практика формоутворення СШ навиванням пропонує основні способи виготовлення шляхом навивання полоси на різні види оправ з підтисканням до цих оправ полоси роликками різних типів. Ці способи є подібними і відрізняються розташуванням ролика по відношенню до оправ та розташуванням полоси по відношенню до ролика і оправ [3-5, 12].

Здійснюючи пошук нових способів навивання СШ ми постаралися узагальнити існуючі напрацювання в даній сфері і вибудувати певні правила з врахуванням окремих обмежень. Для цього ми провели кодування поверхонь СШ при навиванні: ліва бічна – Л; права бічна – П; зовнішня – З; внутрішня – В. Правила при навиванні СШ, специфіка формувального інструменту та їх кодування наступні:

1. Контакт формувального інструменту із предметом праці (полоса чи спіраль): точковий (лінійний, кодування Т); по площині (поверхневий, кодування М).

2. Кількість базових задіяних поверхонь в процесі навивання, без яких не пройде формоутворення спіралі: 3 (Л, П, З) або 4 (Л, П, З, В).

3. Навивання: щільним пакетом (кодування Щ) або на крок (кодування К).

4. Формувальний інструмент (оправа, ролик, обертова втулка):

а) для всіх видів формувального інструменту:

- профіль формувальної поверхні: циліндрична поверхня (кодування г); конічна поверхня (кодування t); еліпсоподібна поверхня (кодування h); фігурна поверхня (кодування u);

- напрям руху: рухомий в осьовому напрямі (кодування b); нерухомий в осьовому напрямі (кодування m);

б) оправа (кодування О): гладкий вал (кодування q); різбовий вал (кодування w); зі спіральною опорою (кодування s);

в) ролик (кодування Р):

- розташування: паралельне оправі чи обертовій втулці (кодування g); перпендикулярне оправі чи обертовій втулці (кодування z); нахилене до оправі чи до обертової втулки (кодування v);

- формувальна поверхня: одноступінчата (кодування e); двоступінчата (кодування o); із внутрішнім пазом (кодування x);

г) обертова втулка (кодування Ф: формоутворення зовнішньої З і притиск бічною стороною правої бічної П поверхонь СШ);

д) опорна (кодування У) і кріпильна (кодування І) втулки (використовуються тільки при використанні обертової втулки): опорна рухома в радіальному напрямі (кодування d), а кріпильна рухома в радіальному (кодування d) та осьовому (кодування b) напрямках; опорна повністю нерухома (кодування n), а кріпильна рухома в радіальному (кодування d) та осьовому (кодування b) напрямках; опорна рухома в радіальному (кодування d) та осьовому (кодування b) напрямках, а кріпильна рухома в радіальному (кодування d) напрямі.

Метою проведення синтезу конструктивних ознак та елементів процесу навивання СШ методом ієрархічного групування за допомогою морфологічного аналізу [6] є здешевлення процесу і отримання конструкцій з покращеними техніко-економічними характеристиками. Цей метод дозволяє проведення генерації альтернатив на окремих ієрархічних рівнях і в межах окремих конструктивних елементів, що забезпечує отримання найбільш раціональних конструктивних рішень при економії витрат зусиль та часу. В таблицю 1 включено конструктивні ознаки та необхідні елементи, що використовуються при навиванні СШ. Зокрема такі, як використовуваний формувальний інструмент, його тип, кількість і розташування, напрям руху (кодування Н), форма заготовки (кодування К).

Таблиця 1

Морфологічна таблиця конструктивних ознак та елементів процесу навивання спіралей шнеків

1. Оправа, О	Ролік, Р			5. Обертова втулка, Ф	6. Опорна втулка, У	7. Кріпильна втулка, І	8. Рухомість формувального інструменту	9. Профіль формоутворюючої поверхні	10. Напрямок руху системи, Н	11. Форма заготовки, К
	2. Розташування	3. Формувальна поверхня	4. Кількість							
1.1. Гладкий вал з кріпильним вузлом, q	2.1. Паралельне оправі чи обертовій втулці, g	3.1. Одноступінчата, e	4.1. 1	5.1. Є	6.1. Рухома в радіальному (d) та осьовому (b) напрямках	7.1. Рухома в радіальному (d) та осьовому (b) напрямках	8.1. Рухомий в осьовому напрямі, b	9.1. Циліндрична поверхня, g	10.1. Уліво, <	11.1. З вирізами по внутрішній формоутворюючій поверхні
1.2. Різбовий вал, w	2.2. Перпендикулярне оправі чи обертовій втулці, z	3.2. Двоступінчата, o	4.2. 2		6.2. Рухома в радіальному напрямі, d	7.2. Рухома в радіальному напрямі, d	8.2. Нерухомий в осьовому напрямі, m	9.2. Конічна поверхня, t	10.2. Управо, >	11.2. З вирізами по зовнішній формоутворюючій поверхні
1.3. Зі спіральною опорою, s	2.3. Нахилене до оправі чи до обертової втулки, v	3.3. З пазом, x	4.3. Більше 2, N		6.3. Повністю нерухома, n			9.3. Еліпсна поверхня, h		11.3. Фігурна
								9.4. Фігурна поверхня, u		11.4. Кругла
										11.5. Прямокутна
										11.6. Квадратна

Слід також відзначити, що точковий (лінійний, кодування Т) контакт формувального інструменту із предметом праці (полоса чи спіраль) притаманний усім видам роликів, а контакт по площині (поверхневий, кодування М) формувального інструменту із предметом праці притаманний оправам, обертовим, опорним і кріпильним втулкам. Розташування ролика у верхній чи нижній частині зони пристосування визначає розташування полоси при навиванні.

Також слід враховувати те, що наявне обладнання, яке найчастіше використовується при навиванні (як правило верстати токарної групи), має нерухому ліву частину в осьовому напрямі (шпиндель). Крім того, необхідно зазначити, що опорна і кріпильна втулки використовуються при навиванні лише обертовими втулками, при навиванні СШ лише роликами обов'язково використовуються оправи, а при використанні у якості формувального інструменту обертових втулок оправи можуть бути присутніми чи відсутніми. Також можна використовувати у якості формувального інструменту одночасно обертові втулки та ролики з і без оправ. Тому при генерованні варіантів способів навивання спіралей шнеків будемо враховувати дані обмеження.

Морфологічну модель (табл. 1) можна представити у вигляді морфологічної матриці, що утворена шляхом числового позначення відповідних альтернатив розміщених у морфологічній таблиці [10]:

$$N = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dots \cdot K_j = \prod_{j=1}^n K_j, \quad (1)$$

$$N_{\bar{ii}} = \left| \begin{array}{c} 1.1 \\ 1.2 \\ 1.3 \end{array} \right| \cap \left| \begin{array}{ccc} 2.1 & 3.1 & 4.1 \\ 2.2 & 3.2 & 4.2 \\ 2.3 & 3.3 & 4.3 \end{array} \right| \cap |5.1| \cap \left| \begin{array}{c} 6.1 \\ 6.2 \\ 6.3 \end{array} \right| \cap \left| \begin{array}{c} 7.1 \\ 7.2 \end{array} \right| \cap \left| \begin{array}{c} 8.1 \\ 8.2 \end{array} \right| \cap \left| \begin{array}{c} 9.1 \\ 9.2 \\ 9.3 \\ 9.4 \end{array} \right| \cap \left| \begin{array}{c} 10.1 \\ 10.2 \end{array} \right| \cap \left| \begin{array}{c} 11.1 \\ 11.2 \\ 11.3 \\ 11.4 \\ 11.5 \\ 11.6 \end{array} \right| = 46656. \quad (2)$$

При використанні запропонованого методу синтезу ієрархічних груп з розбивкою їх на підгрупи за допомогою морфологічного аналізу кількість варіантів є значно меншою і визначається по формулі [14]:

$$N_1 = \sum_{z=1}^l \sum_{x=1}^q \prod_{i=1}^m K_i, \quad (3)$$

де z – ієрархічний рівень; l – кількість ієрархічних рівнів; x – певна підгрупа відповідного ієрархічного рівня; q – кількість підгруп відповідного ієрархічного рівня; K_i – альтернатива конструктивної ознаки елемента певної підгрупи відповідного ієрархічного рівня; m – кількість альтернатив конструктивної ознаки елементів певної підгрупи відповідного ієрархічного рівня.

Враховуючи накладені обмеження розроблено синтезовану модель конструктивних ознак та елементів процесу навивання СШ ієрархічним групуванням за допомогою морфологічного аналізу:

I(1)1₁, I(1)1₂, I(1)1₃
 I(1)2₁, I(1)2₂, I(1)2₃
 I(1)3₁, I(1)3₂, I(1)3₃
 I(1)8₁, I(1)8₂
 П(1)1₁, П(1)1₂, П(1)1₃
 П(1)5₁
 П(1)6₁, П(1)6₂, П(1)6₃
 П(1)7₁, П(1)7₂
 П(1)8₁, П(1)8₂
 Ш(1)2₁, Ш(1)2₂, Ш(1)2₃
 Ш(1)3₁, Ш(1)3₂, Ш(1)3₃

III(1)4₁, III(1)4₂, III(1)4₃
 III(1)5₁
 III(1)7₁, III(1)7₂
 III(1)8₁, III(1)8₂
 IV(1)1₁, IV(1)1₂, IV(1)1₃
 IV(1)2₁, IV(1)2₂, IV(1)2₃
 IV(1)3₁, IV(1)3₂, IV(1)3₃
 IV(1)5₁
 IV(1)6₁, IV(1)6₂, IV(1)6₃
 IV(1)7₁, IV(1)7₂
 II(1)8₁, II(1)8₂
 I(2)9₁, I(2)9₂, I(2)9₃, I(2)9₄
 II(2)10₁, II(2)10₂
 III(2)11₁, III(2)11₂, III(2)11₃, III(2)11₄, III(2)11₅, III(2)11₆

Так до I підгрупи 1 ієрархічного рівня (формувальний інструмент O + P) віднесено ознаки та елементи процесу 1, 2, 3 і 8; до II підгрупи (формувальний інструмент O + Ф) ознаки та елементи процесу 1, 5, 6, 7 і 8; до III підгрупи (формувальний інструмент P + Ф) ознаки та елементи процесу з 2 по 5 і 7 та 8; до IV підгрупи (формувальний інструмент O + P + Ф) ознаки та елементи процесу з 1 по 3 і з 5 по 8. До I підгрупи 2 ієрархічного рівня віднесено ознаку 9, до II підгрупи ознаку 10, а до III підгрупи ознаку 11. Кількість згенерованих альтернатив при використанні даного методу буде меншим у 87 разів у порівнянні з кількістю згенерованих альтернатив при використанні традиційного методу:

$$\begin{aligned}
 N_{\text{ііі}} = & \left| \begin{array}{c|c|c} 1.1 & & \\ \hline 1.2 & \begin{array}{c|c} 2.1 & 3.1 \\ \hline 2.2 & 3.2 \end{array} & \\ \hline 1.3 & \begin{array}{c|c} 2.3 & 3.3 \end{array} & \begin{array}{c} 8.1 \\ \hline 8.2 \end{array} \end{array} \right| + \left| \begin{array}{c|c|c} 1.1 & & \\ \hline 1.2 & |5.1| & \begin{array}{c|c} 6.1 & \\ \hline 6.2 & \begin{array}{c|c} 7.1 & \\ \hline 7.2 & \begin{array}{c|c} 8.1 & \\ \hline 8.2 & \end{array} \end{array} \end{array} \end{array} \right| + \left| \begin{array}{c|c|c} 2.1 & 3.1 & 4.1 \\ \hline 2.2 & 3.2 & 4.2 \\ \hline 2.3 & 3.3 & 4.3 \end{array} \right| \cap |5.1| \cap \\
 & \cap \left| \begin{array}{c|c} 7.1 & \\ \hline 7.2 & \begin{array}{c} 8.1 \\ \hline 8.2 \end{array} \end{array} \right| + \left| \begin{array}{c|c|c} 1.1 & \begin{array}{c|c} 2.1 & 3.1 \\ \hline 2.2 & 3.2 \end{array} & \\ \hline 1.3 & \begin{array}{c|c} 2.3 & 3.3 \end{array} & \begin{array}{c} 6.1 \\ \hline 6.2 \\ \hline 6.3 \end{array} \end{array} \right| \cap |5.1| \cap \left| \begin{array}{c|c} 7.1 & \\ \hline 7.2 & \begin{array}{c} 8.1 \\ \hline 8.2 \end{array} \end{array} \right| + \left| \begin{array}{c} 9.1 \\ \hline 9.2 \\ \hline 9.3 \\ \hline 9.4 \end{array} \right| + \left| \begin{array}{c} 10.1 \\ \hline 10.2 \end{array} \right| + \left| \begin{array}{c} 11.1 \\ \hline 11.2 \\ \hline 11.3 \\ \hline 11.4 \\ \hline 11.5 \\ \hline 11.6 \end{array} \right| = 534.
 \end{aligned}$$

Використовуючи окремі підгрупи окремих ієрархічних рівнів зазначеного методу синтезу було згенеровано різні варіанти способів навивання СШ, загальні конструктивні схеми яких представлено в табл. 2. В позначеннях конструктивних схем використовувалась розроблена схема кодування, окрім форма заготовки «К», бо для спрощення сприйняття на рисунках зображались лише заготовки прямокутної форми. Крім того, в позначеннях конструктивних схем використання одного ролика не нумерувалося, а якщо вони різні, то розташування у верхній частині позначалося в записі першим, а усіх інших (перелік проводився за годинниковою стрілкою) наступними.

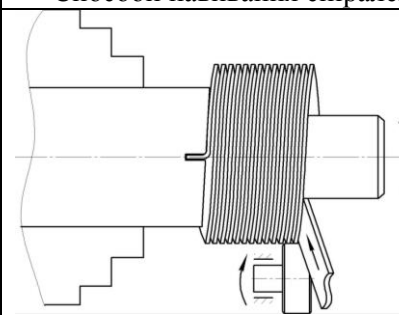
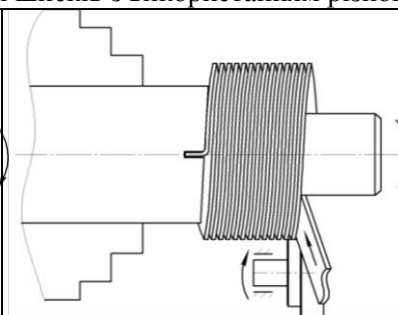
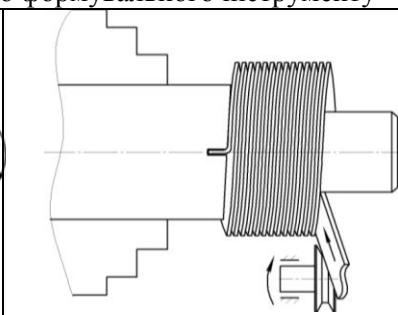
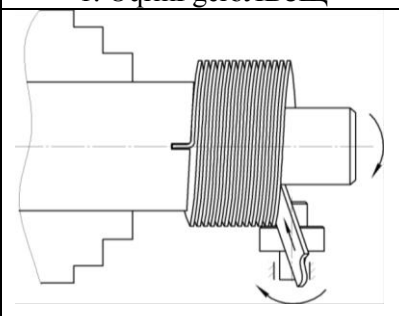
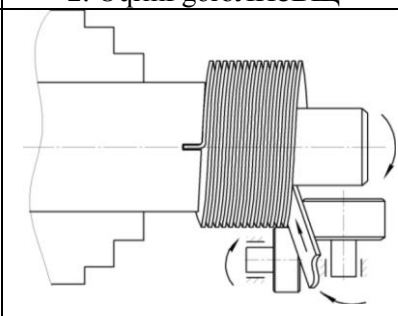
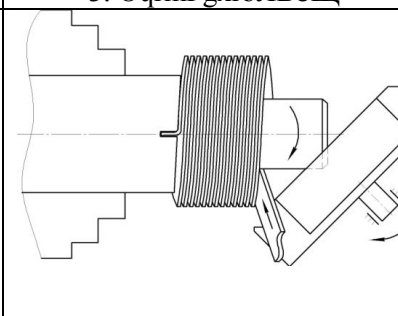
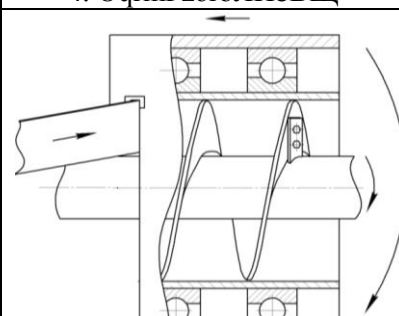
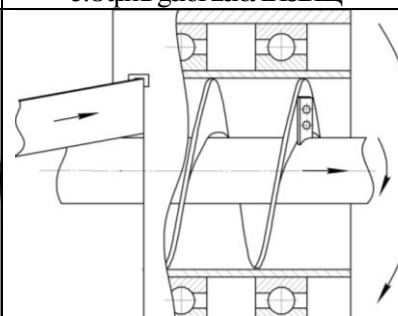
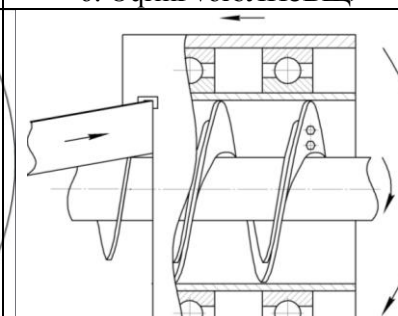
Як видно з таблиці 2, значна кількість схем способів навивання СШ є непрацездатними або нераціонально ускладненими. Схеми з 1 по 6 є класичними і широко використовуються на практиці. Схеми, в яких використовується при навиванні у якості формоутворюючих лише одна

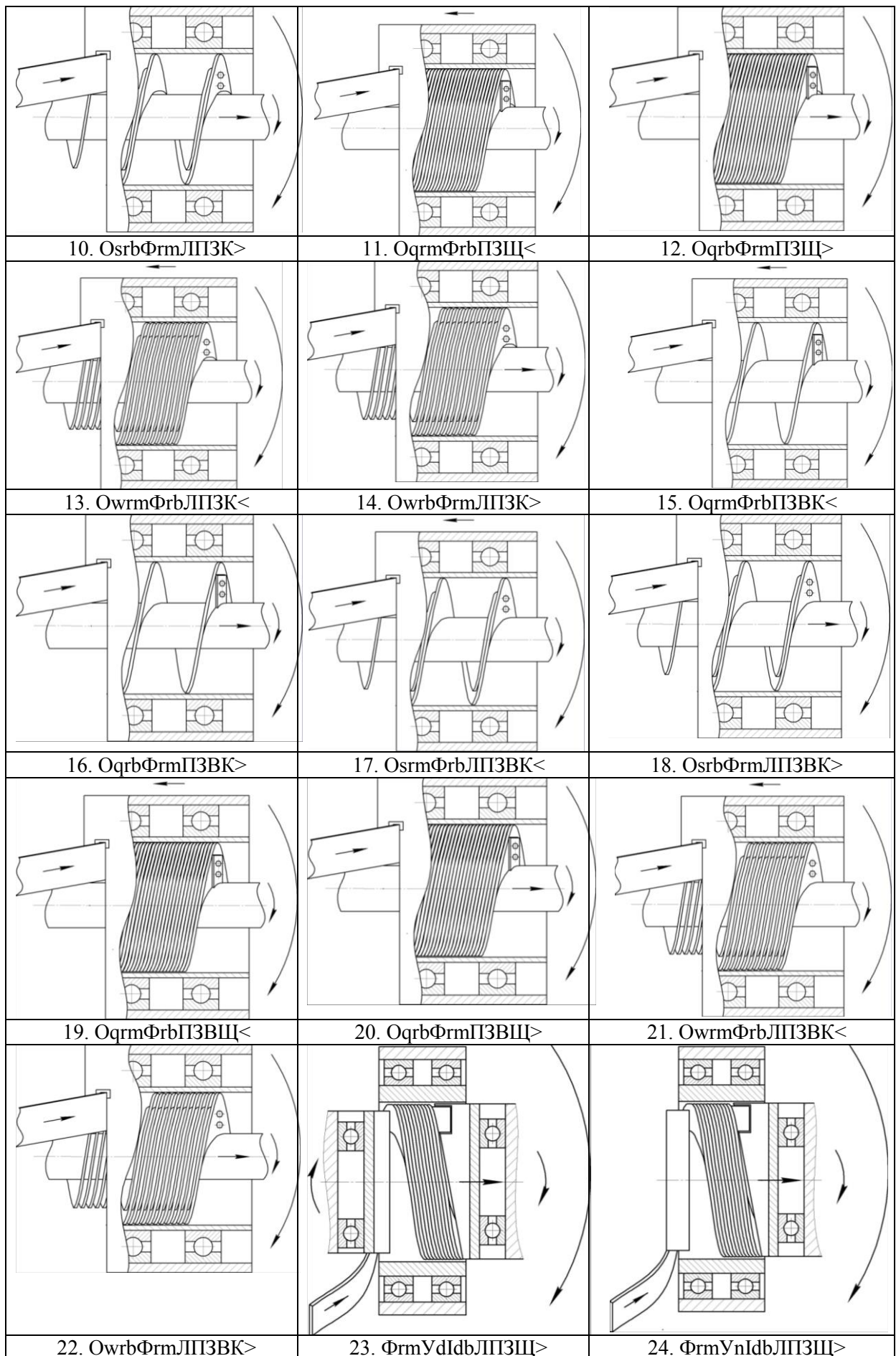
(З) або дві сторони заготовки (П, З і В), а саме 7, 8, 11,12, 15, 16, 19, 20, 27, 30, 34, 35, 36 є непрацездатними, бо не забезпечують підпори навитого витка спіралі і недопущення його нахилу. Значна кількість схем, в яких використовується рух в осьовому напрямі оправки, є неконструктивними, бо, як правило, оправка закріплюється в патроні токарного верстату і може здійснювати обертання лише в радіальному напрямі (схеми 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 34, 35, 36). Спосіб навивання, зображений на схемі 24, при його реалізації буде викликати значне тертя по поверхнях, тому також є неконструктивним. Схеми, в яких використовується різне розташування роликів по відношенню до обертової формувальної втулки (32, 33), також не є конструктивним.

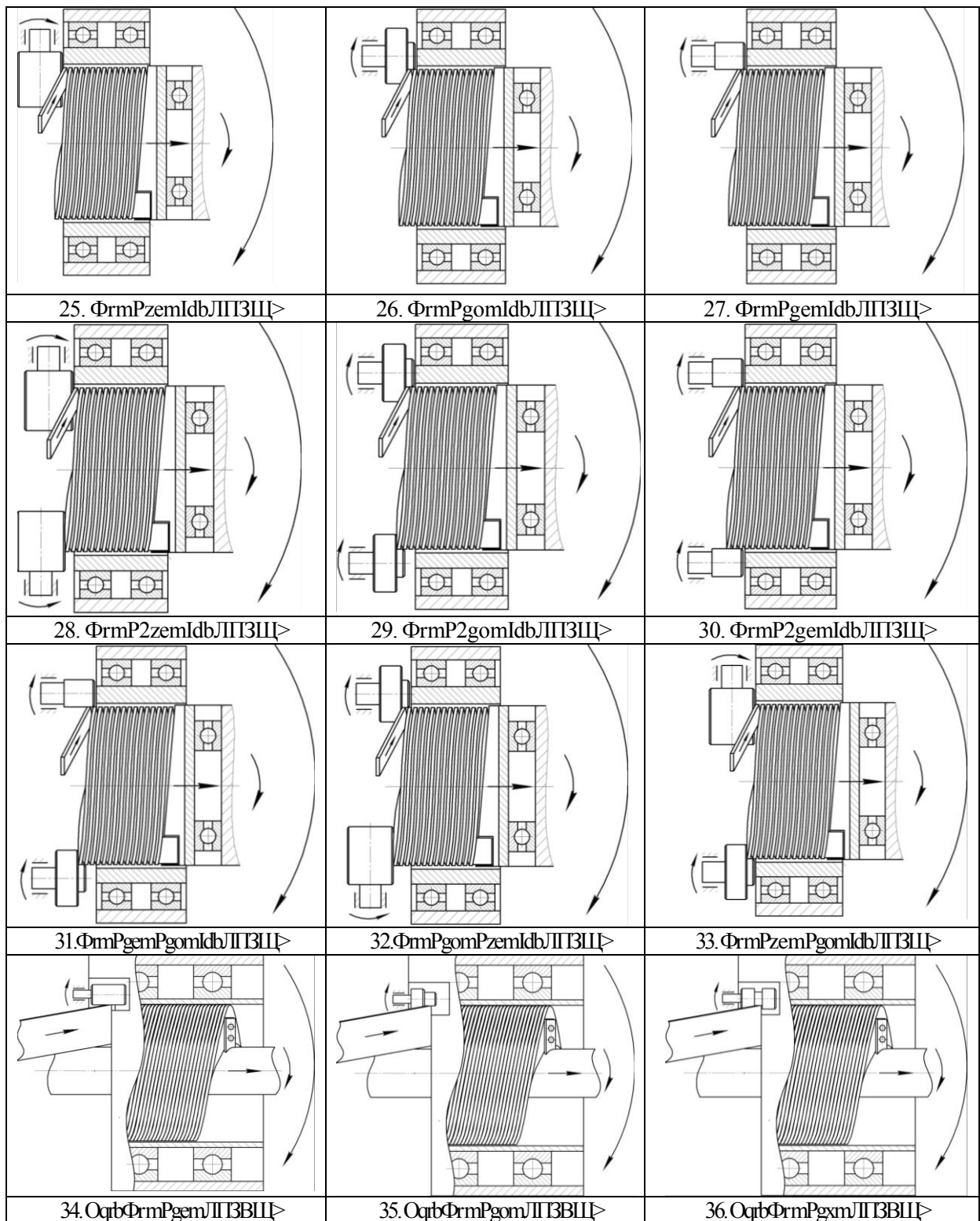
Відповідно, шляхом критичного аналізу і виключення непрацездатних та неконструктивних схем було отримано значну кількість раціональних варіанти способів навивання СШ з використанням обертових формувальних втулок, на ряд з яких отримано патенти на корисну модель [6], а на частину з яких подано заявки на винахід. Загалом можна констатувати, що способи навивання СШ з використанням обертових формувальних втулок значно розширюють можливості навивання СШ і забезпечують отримання різних видів СШ, в тому числі широкополосних, з наклепом по зовнішній кромці, з фасонною внутрішньою поверхнею тощо.

Таблиця 2

Згенеровані варіанти способів навивання спіралей шнеків

Способи навивання спіралей шнеків з використанням різного формувального інструменту		
		
1. OqrmPgerbЛІВЗІЦ>	2. OqrmPgorbЛІПЗВІЦ>	3. OqrmPgxbЛІВЗІЦ>
		
4. OqrmPzorbЛІПЗВІЦ>	5. OqrmPgerbPzorbЛІПЗВІЦ>	6. OqrmPvorbЛІПЗВІЦ>
		
7. OqrmФrbПІЗК<	8. OqrbФrmПІЗК>	9. OsrмФrbЛІПЗК<





Висновки. В результаті проведеного дослідження встановлено, що навівання спіралей шнеків може здійснюватись чотирма основними способами за використання наступного формувального інструменту: оправа і ролик (класичні варіанти); оправа і обертова формувальна втулка; ролик і обертова формувальна втулка; оправа, ролик і обертова формувальна втулка. Можна констатувати, що способи навівання спіралей шнеків з використанням обертових формувальних втулок значно розширюють можливості навівання спіралей шнеків і забезпечують отримання різних видів спіралей шнеків, в тому числі широкополосних, з наклепом по зовнішній кромці, з фасонною внутрішньою поверхнею тощо.

Інформаційні джерела

1. Альтшуллер Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач / Г. С. Альтшуллер. – Новосибирск : Наука, 1986. – 209 с.
2. Андрейчиков А. В. Интеллектуальный метод синтеза технологических инноваций / А. В. Андрейчиков // Известия вузов. Сер. Машиностроение. – 2003. – №10. – С. 47-62.
3. Васильків В. Синтез схем формоутворення гвинтових заготовок / В.Васильків // Обробка матеріалів тиском. – №1(22) – 2010. – С. 167 –173.
4. 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.
5. Гевко Б. М. Технология изготовления спиралей шнеков / Б. М. Гевко. – Львов : Вища школа, 1986. – 128 с.
6. Гевко Ів. Синтез способів навивання гвинтових заготовок / Вісник ТНТУ // Ів. Гевко, О. Катрич – Тернопіль : ТНТУ, 2015. – Том 80. – № 4. – Ст. 153-160.
7. 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.
8. 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. – Т., 2008. – 208 с.
9. Кіндрацький Б. І. Концепція і алгоритм багатокритеріального структурно-параметричного синтезу машинобудівних конструкцій / Б. І. Кіндрацький // Вісник ТДТУ. – 2003. – Т. 8. – № 1. – С. 73–82.
10. Кузнецов Ю.М. Прогнозування розвитку технічних систем / Ю.М. Кузнецов, Р.А. Склярів // Під ред. Ю. М. Кузнецова. – ТОВ «ЗПОК» – ПП «ГНОЗИС», 2004. – 323 с.
11. Ляшук О.Л. Технологічне забезпечення виготовлення деталей типу тіл обертання з профільного прокату: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.02.08 / Ляшук Олег Леонтійович; Тернопільський державний технічний університет. – Тернопіль, 2006. – 21 с.
12. Механізми з гвинтовими пристроями / [Б.М. Гевко, М.Г. Данильченко, Р.М. Рогатинський та ін.]. – Львів : Світ, 1993. – 208 с.
13. 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.
14. Технологічні основи формоутворення спеціальних профільних гвинтових деталей / [Б. М. Гевко, О. Л. Ляшук, І. Б. Гевко та ін.]. – Тернопіль : ТДТУ імені Івана Пулюя, 2008. – 367 с.
15. Chris Rorres. The turn of the screw: optimal design of an Archimedes screw/ Journal of hydrauling/ January 2000. P 72-80.

Гевко Ів.Б., д.т.н., проф., Гудь В.З., к.т.н., Круглик О.А.

Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя

СИНТЕЗ СПОСОБОВ НАВИВКИ СПИРАЛЕЙ ШНЕКОВ

Для поиска новых способов навивки спиралей шнеков обобщены существующие наработки и построено правила навивки спиралей шнеков с учетом ограничений. Проведено кодирование конструктивных признаков и отдельных элементов, используемых при навивании спиралей шнеков. Выполнен синтез способов навивки спиралей шнеков с помощью метода синтеза иерархических групп с помощью морфологического анализа. Установлено, что навивки спиралей шнеков может осуществляться четырьмя основными способами при использовании следующего формовочного инструмента: оправа и ролик (классические варианты) оправа и вращающаяся формовочная втулка; ролик и вращающаяся формовочная втулка; оправа, ролик и вращающаяся формовочная втулка. На основе проведенного синтеза получено значительное количество рациональных способов навивки спиралей шнеков, на ряд из которых получены патенты на полезную модель, а на часть из которых поданы заявки на изобретение.

Ключевые слова: спираль, шнек, морфологический анализ, навивки, метод, синтез, формообразование.

Iv. Hevko, V. Hud, A . Kruglik

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

SYNTHESIS OF THE SPIRAL CREWS COILING METHODS

To search for new methods of coiling spiral screw summarizes current developments and constructed by coiling spiral crew rules with regard to restrictions. The encoding of constructive features and individual elements used when screwing spirals is conducted. The synthesis methods coiling spiral screw using the method of synthesis of hierarchical groups using morphological analysis were carried out. It has been established that the screw spiral can be driven by four main methods with the use of the following molding tool: a rim and a roller (classical variants); frame and rotary molding bushing; roller and rotary molding bushing; frame, roller and rotating molding bushing. On the basis of the conducted synthesis, a considerable number of rational methods of coiling the screw spirals have been obtained, a number of which have received patents for the utility model, and some of them have been applied for the invention.

Keywords: *spiral, screw, morphological analysis, coiling, method, synthesis, formation.*

Стаття надійшла до редакції 15.05.2018.