

УДК 621.33

Б.М. Гевко, д.т.н., В.М. Клендій, к.т.н., Н.М. Марчук, В.П. Казмірчук  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

## **СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ ПРИСТРОЇВ ТА ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ НАРІЗАННЯ РІЗЬБИ**

*Широке використання різбових з'єднань у машинобудуванні обумовлено їхньою простотою конструкції, високою несучою здатністю, експлуатаційною надійністю і довговічністю, а також зручністю з'єднання та роз'єднання деталей. Приведено нові конструкції пристроїв для нарізання різьби на внутрішніх циліндричних поверхнях, які утворені на основі методу морфологічного синтезу. Серед різних варіантів синтезованих конструкцій пристроїв для нарізання різі шляхом експертної оцінки обрано п'ять, що мають покращенні експлуатаційні характеристики*  
**МІТЧИК, РІЗЬБА, СИНТЕЗ, ЗАГОТОВКА.**

**Постановка проблеми.** Створення нових конструкцій деталей машин з різбовими отворами інструментальних матеріалів, удосконалення конструкції мітчиків і оптимізація геометрії ріжучої частини, поліпшення якості робочих поверхонь, застосування оптимальних налагоджень і нових видів охолодження не вирішують повністю питання високопродуктивного та якісного виготовлення внутрішніх різьблень у високо пластичних матеріалах.

Суть технології виготовлення деталей машин базується на послідовному використанні різних технологічних способів дії інструментів на оброблювальну заготовку з метою надання їй заданої форми, розмірів і вказаної точності. Широке використання різбових з'єднань у машинобудуванні обумовлено їхньою простотою, високою несучою здатністю та роз'єднанням деталей, застосування різноманітних різбових з'єднань сприяють також наявність значної номенклатури спеціальних різбових деталей, пристосування до різних варіантів з'єднань, їхня широка стандартизація та мала вартість в умовах масового виготовлення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питаннями розроблення пристроїв для нарізання різі в деталях машин різного службового призначення присвячені праці Г.І.Грановського [1], В.І.Анурьєва [2], Д.М.Решетова [3], С.Н.Філоненка [4], В.Т. Павлище [5] та багатьох інших. Питаннями морфологічного синтезу і дослідженню їх характеристик присвячені праці А.І. Половинкіна [6],

Ю.М. Кузнецова [7], В.М. Одрин [8]. Однак цілий ряд питань потребують подальших досліджень. Це питання підвищення надійності і довговічності різьбонарізних інструментів, підвищення якості нарізання різі, зменшення шумових характеристик верстатів і технологічного оснащення в процесі експлуатації при нарізанні різі.

**Мета дослідження.** Тому метою даної роботи є розширення технологічних можливостей конструкцій для нарізання різьби, а також, синтез та представлення нових конструкцій пристроїв для нарізання різьб на внутрішніх циліндричних поверхнях з розширеними технологічними можливостями.

**Результати дослідження.** На основі виконаного аналізу впливу різних факторів на процес подрібнення і змішування кормових сумішей та сучасних вимог до їх роботи шляхом структурно-схемного синтезу із застосуванням морфологічного аналізу [3, 4] створено нові схеми подрібнювачів. Для цього складена морфологічна матриця у вигляді таблиці (табл. 1), що містить в собі обмежену кількість елементів агрегатів для подрібнення і змішування та зв'язків між ними, що представляють основні конструктивні ознаки подрібнювачів-змішувачів. При цьому таблиця поділена на стовпці, в заголовках яких представлені морфологічні ознаки елементів подрібнювачів-змішувачів і зв'язки між ними. До складу стовпців внесено альтернативи кожної ознаки без критичного аналізу. Обрані наступні основні морфологічні ознаки: механізм приводу, транспортно-змішувачий механізм, подрібнювачий механізм, механізм завантаження, розташування агрегату, корпус, ємність, механізм керування.

Таблиця 1 – Морфологічна таблиця конструктивних елементів пристроїв для нарізання різі

Механізм приводу		3. Вид руху	4. Інструмент
1. Кількість	2. Вид		
1.1 Один 1.2 Два 1.3 Три 1.4 Декілька 1.5 Немає	2.1 Електро-двигун 2.2 Пневмо привод 2.3 Гідро-привод	3.1 Циклічний 3.2 Безперервний 3.3 З тимчасовими зупинками 3.4 З прискореннями і сповільненнями	4.1 Немає 4.2 Мітчик 4.3 Різець 4.4 Накатний ролик 4.5 Гребінка 4.6 Різенарізна головка
5. Механізм затиску	6. Напрямок руху інструменту	7. Розташування агрегата	8. Механізм керування
5.1 Патрон 5.2 Затискна цапга	6.1 За годинниковою стрілкою 6.2 Проти годинникової стрілки 6.3 Нерухомий	7.1 Вертикальне 7.2 Горизонтальне 7.3 Під кутом 7.4 Змінне	8.1 Електро-перемикач 8.2 Механічне 8.3 Гідро-пневмо золотники 8.4 ЧПК 8.5 Комбіноване



скорочена:

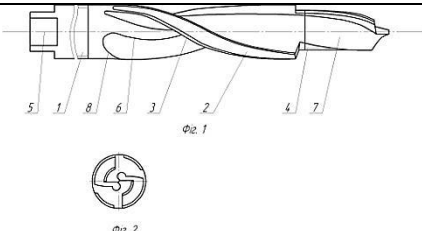
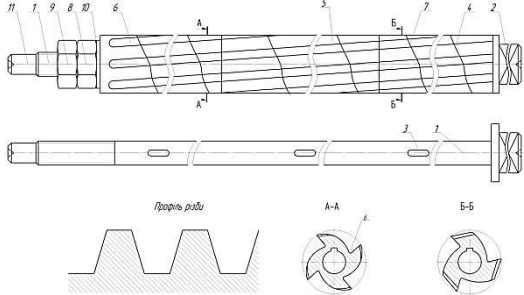
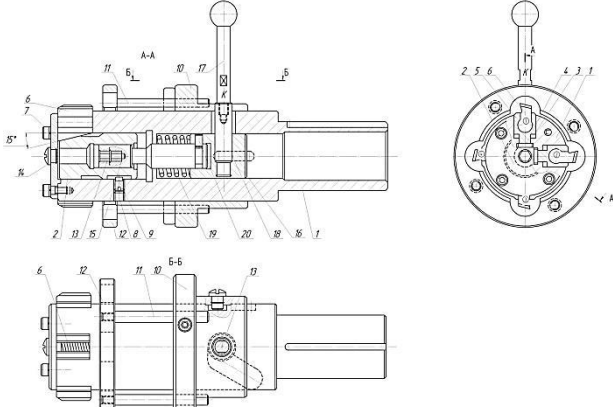
$$M_{ГК1} = \left| \begin{array}{cc} 1.1 & 2.1 \\ 1.2 & \\ 1.3 & \end{array} \right| \wedge \left| \begin{array}{ccc} 3.1 & 4.1 & 5.1 \\ 3.2 & 4.2 & 5.2 \\ & 4.3 & 5.3 \\ 4.4 & 5.4 & \\ 4.5 & 5.5 & \\ 5.6 & & \\ 5.7 & & \\ 5.8 & & \\ 5.9 & & \end{array} \right| \wedge \left| \begin{array}{c} 6.1 \\ 6.2 \end{array} \right| \wedge \left| \begin{array}{c} 7.1 \\ 7.2 \\ 7.3 \end{array} \right| \wedge \left| \begin{array}{c} 8.1 \\ 8.2 \\ 8.3 \end{array} \right| \wedge \left| \begin{array}{c} 9.1 \\ 9.2 \\ 9.3 \\ 9.4 \end{array} \right| \wedge \left| \begin{array}{c} 10.1 \\ 10.2 \\ 10.3 \end{array} \right| \wedge \left| \begin{array}{c} 11.1 \\ 11.2 \\ 11.3 \end{array} \right| \wedge \left| \begin{array}{c} 12.1 \\ 12.2 \end{array} \right|. \quad (2)$$

Серед різних варіантів синтезованих пристроїв для нарізання різі експертної оцінки обрано п'ять, що мають покращенні експлуатаційні характеристики морфологічні формули яких представлені в табл. 2, а декілька конструктивних схем - в табл. 3. Обрані схеми реалізовані у відповідних конструкціях, які захищені патентами України.

Таблиця 2 - Морфологічні формули синтезованих агрегатів для подрібнення і змішування кормових сумішей

Морфологічні формули агрегатів для подрібнення і змішування кормових сумішей	№ патенту
$X_1 =  1.3 - 2.1  \wedge  3.2 - 4.2 - 5.6  \wedge  6.2 - 7.1  \wedge  8.1  \wedge  9.1  \wedge  10.1  \wedge  11.1  \wedge  12.2 $	Подана заявка
$X_2 =  1.1 - 2.1  \wedge  3.2 - 4.2 - 5.5  \wedge  6.2 - 7.2  \wedge  8.1  \wedge  9.1  \wedge  10.1  \wedge  11.3  \wedge  12.1 $	Подана заявка
$X_3 =  1.1 - 2.1  \wedge  3.2 - 4.2 - 5.1  \wedge  6.2 - 7.3  \wedge  8.1  \wedge  9.2  \wedge  10.1  \wedge  11.1  \wedge  12.2 $	Подана заявка
$X_4 =  1.2 - 2.1  \wedge  3.2 - 4.2 - 5.2  \wedge  6.2 - 7.2  \wedge  8.1  \wedge  9.1  \wedge  10.1  \wedge  11.1  \wedge  12.1 $	55150

Таблиця 3 - Синтезовані конструкції агрегатів для подрібнення і змішування кормових сумішей

№ п/п	Загальний вигляд гвинтового конвеєра	Патент
1	<p style="text-align: center;"><b>2</b></p>  <p style="text-align: center;">Фиг. 1</p> <p style="text-align: center;">Фиг. 2</p>	№106937
2	 <p style="text-align: center;">Профиль резьбы</p> <p style="text-align: center;">А-А</p> <p style="text-align: center;">Б-Б</p>	№107215
3	 <p style="text-align: center;">А-А</p> <p style="text-align: center;">Б-Б</p> <p style="text-align: center;">А</p> <p style="text-align: center;">А</p>	№107031

Продовження таблиці 3

14		подана заявка
5		подана заявка
6		№107251

Швидкість різання мітчиками, різбовими головками визначають з рівняння:

$$v = \frac{C K D^{1.2}}{T^m P^x}, \quad (3)$$

де  $C_v$  – коефіцієнт, який враховує умову обробки;

$D$  – зовнішній діаметр різьби;

$K_v$  – поправочний коефіцієнт, який враховує марку оброблюваного матеріалу і вид інструменту;

$T$  – призначена стійкість, хв;

$P$  – крок різьби, мм.

Для мітчиків, круглих плашок і самовідкриваючих нарізних головок:

$$T = \left( \frac{C_v D^{1.2}}{v P^x} \right)^{1/m}. \quad (4)$$

За результатами вимірювань виведено рівняння крутного моменту в для різних типів різьбонарізних інструментів:

$$M_{кр} = C_M K_M D^x t^y, \quad (5)$$

Ефективна потужність в кіловатах, витрачається на нарізування різьби, визначається за рівнянням [1].

$$N_e = 60 M_{кр} n, \quad (6)$$

де  $M_{кр}$  - крутний момент, кНм;  $n$  - частота обертання інструмента, об/хв.

Основний час роботи різьбонарізного обладнання витрачений на обробку однієї заготовки для різних методів різьбонарізання, розраховується за такими рівняннями: для різьбових різців

$$t_o = (l_o + l_p + f) / (nP), \quad (7)$$

для гайкових і машинних мітчиків, нарізати різьбу в наскрізних отворах

$$t_o = (l_o + l_p) / (nt). \quad (8)$$

де  $l_o$  – довжина нарізання різі на заготовках;  $l_p$  – довжина робочої частини інструмента;

### **Висновки.**

Синтезовано і представлено нові конструкції пристроїв для нарізання різі, які захищено деклараційними патентами України. Проведено аналіз синтезованих конструкцій та методика розрахунку технологічних параметрів нарізання різі в отворах деталей машин.

### Література

1. Г.И.Грановський, В.Г.Грановський. Резание металлов.- М.:”Высшая школа”, 1985, 304 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В. 3Т.-М.: Машиностроение, 1982.-Т1.-728 с., Т2.-559 с., Т3-557с.
3. Решетов Д.Н. Детали машин.-М.:Машиностроение,1989.-496 с.
4. Филоненко С.Н.Резание металлов.Киев,1975.
5. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин.К.:”Вища школа”1993, 555стор.
6. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб. пособие для студентов вузов. [Текст] / А.И. Половинкин – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
7. Кузнєцов Ю.М. Теорія технічних систем [Текст] / Ю.М. Кузнєцов, І.В. Луців, С.А. Дубиняк// – Київ-Тернопіль, 1997 – 310 с.
8. Одрин В.М., Морфологический анализ систем: Построение морфологических матриц [Текст] / В.М. Одрин, С.С. Картавов – К.: Наукова думка, 1977. – 183 с.