

УДК 621.9.62-229.31.001.2

Б.М. Гевко, В.В. Васильків, О.П. Скиба

Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя

УНІФІКАЦІЙНИЙ СИНТЕЗ ЗАТИСКНИХ ПАТРОНІВ, ОСНАЩЕНИХ ГВИНТОВИМИ РОБОЧИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Ключові слова: уніфікаційний синтез, зажимні патрони

Одним із шляхів зменшення деформацій затиску заготовок для їх механічного оброблення є використання затискних патронів, оснащених затискними пружними гвинтовими робочими елементами (ГРЕ). Здатність зворотно змінювати геометричну форму під дією силових факторів зумовила широту використання таких патронів для:

- затиску тонкостінних втулок (Пат. України №№17465, 16500, 16499, 15686, 15685);
- затиску ріжучих інструментів з циліндричними хвостовиками (фрез, зенкерів) (Пат. України №26781);
- затиску пруткових матеріалів (А.С.СРСР №№1799689А1, 1340911А1, Пат. України № 45065).

Питанням розробки таких пристроїв присвячені праці Орлікова М.Л. [1], Кузнецова Ю.М. [2], Васильківа В. В. [3], Філатова В.С., Мажарова А.С., Гевка Б.М., Данильченко М.Г., Мартиненка В.А., Лакірова С.Г., Хмельницького Ю.В., Панкова А.С., Мальцева В.Ф., Срібного Л.Н., Хількевича Я.М., Прохорова І.В., Волошина В.Н., Радика Д.Л., Вождяенка В.В., Геника І.С. та ін.

Одним із шляхів вирішення завдання створення нових конструкцій затискних пристроїв є втілення прогресивних методів пошуку нових технічних рішень на ранніх стадіях технологічної підготовки виробництва. Одним із таких методів є уніфікаційний синтез. Класифікацію структурних елементів затискних пристроїв, згідно такого методу, розглянуто у роботі [1].

Метою роботи є розробка багатоваріантної структури нових конструкцій пристроїв затиску тонкостінних втулок на основі використання методу уніфікаційного синтезу.

Структуру технічного об'єкту, який вдосконалюється, можна представити у вигляді системи ієрархічних рівнів (ІР):

де J - порядковий номер ієрархічного рівня;
 J^{\max} - кількість ієрархічних рівнів; 1_0 - код зв'язку елемента ієрархії із елементом вищого ієрархічного рівня; i - номер альтернативи на J -ому рівні.

$$S = \left\| \begin{array}{cccc} 1_1 1_0 & & & \\ & \dots & & \\ & & J_i 1_0 & \\ & & & J^{\max}_{i_{\max}} 1_0 \end{array} \right\|,$$

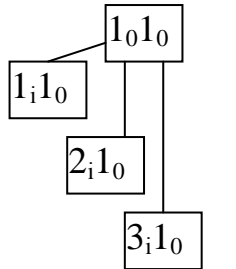
При цьому елемент кожного ІР кодує інформацію про частину структури вдосконалюваної системи.

У процесі синтезу генерується множина можливих варіантів виконання частин структури вдосконалюваної системи, тобто генерується множина альтернатив для кожного ІР. Наприклад, для 1-го ієрархічного рівня (узагальнене позначення елементів $1_i 1_0$) можуть існувати альтернативи $1_1 1_0, 1_2 1_0, \dots, 1_k 1_0, \dots, 1_l 1_0$, де k - кількість альтернатив; i - номер альтернативи. Кожний ІР характеризується властивостями, які можна представити у вигляді матриці. Наприклад, ІР $1_i 1_0$ може характеризуватися властивостями $P_{1_1}, P_{1_2}, \dots, P_{1_i}, \dots, P_{1_\omega}$, де ω - кількість властивостей, l - номер властивості. З метою системного представлення інформації про властивості ІР здійснюється систематизація можливих варіантів властивостей. Наприклад, якщо P_{1_1} позначає "точність верстату", то можливим варіантами такої властивості може бути $P_{1_1}(\zeta)_1$ - нормальна точність, $P_{1_1}(\zeta)_2$ - підвищена точність тощо. Символ ζ є параметричною змінною позначення конкретної властивості. Наприклад, якщо $1_1 1_0$ - позначає токарний верстат певної модифікації, загальною характеристикою якого є точність P_{1_1} , зокрема нормальна точність $P_{1_1}(\zeta)_1$, то позначення такої характеристики для $1_1 1_0$ є код $P_{1_1}(1_1 1_0)_1$. На основі понять про властивості ІР можна описати вимоги одних альтернатив до інших.

Таким чином, згідно викладеного, варіанти можливих конструкцій затискних пристроїв, оснащених ГРЕ можна подати так, як це показано на рис.1. Тобто ієрархічна модель такого пристрою складається з трьох ІР:

$$S = \begin{vmatrix} 1_1^1 & & \\ & 2_i^1 & \\ & & 3_i^1 \end{vmatrix}.$$

Вказана система характеризується властивостями $P1_1, P1_2, \dots, P2_1, P2_2, \dots, P3_1, P3_2, P3_3, \dots$



$$\begin{matrix} 1_1^1, 1_2^1, 1_3^1, 1_4^1 \\ 2_1^1, 2_2^1, 2_3^1, 2_4^1, 2_5^1, 2_6^1, 2_7^1, 2_8^1 \\ 3_1^1, 3_2^1, 3_3^1, 3_4^1 \end{matrix}$$

Рис. 1. Модель технічної системи "Затискний патрон": $1_0^1_0$ - затискний патрон; $1_i^1_0$ - корпус; $2_i^1_0$ - ГРЕ (силовий елемент); $3_i^1_0$ - силовий механізм

В результаті генерування альтернатив, на першому етапі синтезу, за кожним із рівнів ієрархії одержано такі альтернативи: для першого рівня ієрархії: $1_1^1_0 - 1_4^1_0$ (рис. 2); для другого: $2_1^1_0 - 2_8^1_0$ (рис. 3); для третього: $3_1^1_0 - 3_4^1_0$ (рис. 4).

Альтернативи ІР можна подати так:

$$AIP = \begin{vmatrix} 1_1^1_0 & 1_2^1_0 & 1_3^1_0 & 1_4^1_0 & & & & & \\ 2_1^1_0 & 2_2^1_0 & 2_3^1_0 & 2_4^1_0 & 2_5^1_0 & 2_6^1_0 & 2_7^1_0 & 2_8^1_0 & \\ 3_1^1_0 & 3_2^1_0 & 3_3^1_0 & 3_4^1_0 & & & & & \end{vmatrix}.$$

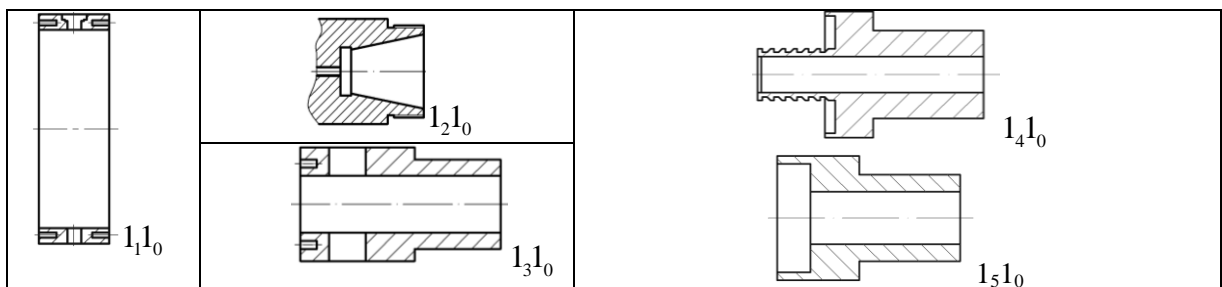


Рис. 2. Варіанти конструкцій корпусів затискних патронів

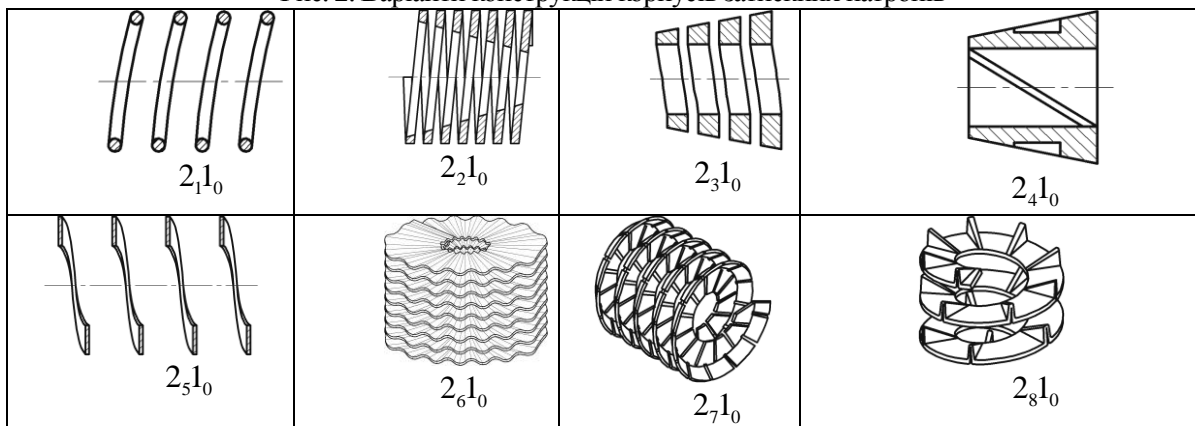


Рис. 3. Варіанти конструкцій пружних затискних елементів

На рис. 3 позначено: $2_1^1_0$ - затискний елемент, виконаний у вигляді пружини з кількістю

витків щонайменше два; $2_2^1 1_0$ - спіраль, зовнішня поверхня якої є циліндричною, а внутрішня - конічною зі зменшенням діаметра в сторону подачі заготовки для її затиску; $2_3^1 1_0$ - спіраль, зовнішня поверхня якої є конічною, а внутрішня - циліндричною; $2_4^1 1_0$ - затискний елемент, виконаний у вигляді цанги з гвинтовим пазом величиною від половини до одного кроку по довжині всієї цанги; $2_5^1 1_0$ - широковиткова спіраль; $2_6^1 1_0$ - гофрована спіраль; $2_7^1 1_0$ - спіраль з Г-подібним профілем витка; $2_8^1 1_0$ - широковиткова спіраль із трикутними гофрами-складками.

Силовий механізм $3_1 1_0$ містить такі елементи: $1_i^1 3_i$ - тяга (грибокподібна головка і поводок); $2_i^1 3_i$ - центральне зубчасте колесо; $3_i^1 3_i$ - кришка; $4_i^1 3_i$ - кінчна шестерня; $5_i^1 3_i$ - регулювальна гайка (або гвинт); $6_i^1 3_i$ - підшипник; $7_i^1 3_i$ - палець; $8_i^1 3_i$ - упорна спіраль; $9_i^1 3_i$ - П-подібний віджимник; $10_i^1 3_i$ - упорна головка; $11_i^1 3_i$ - упор.

Введемо позначення: $2_0 2_0$ – затискувана заготовка (тонкостінна втулка); $3_0 3_0$ – планшайба.

Згідно методу уніфікаційного синтезу кожний із елементів будь-якої технічної системи можна подати у вигляді бінарного коду, складеного із, так званих, X та Y хромосом. Графічна структура силового механізму на основі використання XY хромосом подана на рис. 4, а інші елементи позначені на рис. 6 у складі конструкції синтезованого затискного патрону.

Таким чином генерування альтернатив здійснюється в декілька етапів: генерування структури X-хромосом, генерування структури Y-хромосом, комбінування XY хромосом.

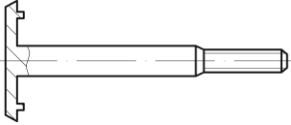
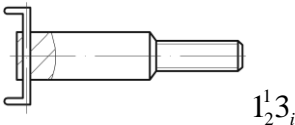
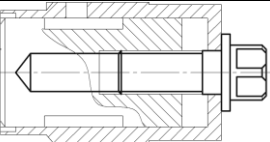
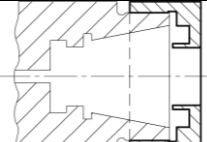
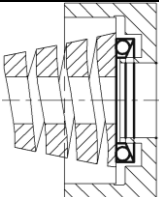
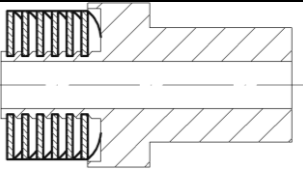
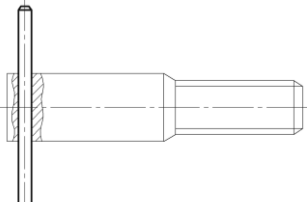
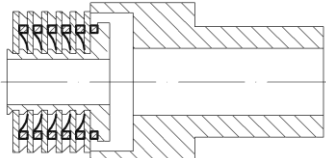
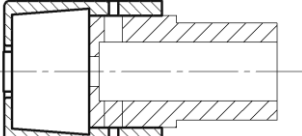
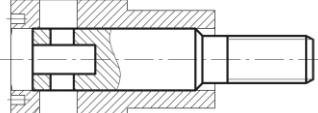
	
	
	
	
	

Рис. 4. Структурні елементи силових механізмів

Модель затискного патрону, структурні елементи якого подані на рис. 5 є такою:

$$STR_1 = \begin{vmatrix} 3_0 3_0 & 1_0 1_0 \\ & 1_1 1_0 \\ & & 2_5 1_0 \\ & & & 3_1 1_0 \\ & & & & 2_1^1 3_1 \\ & & & & & 3_1^1 3_1 \\ & & & & & & 4_1^1 3_1 \end{vmatrix}; \quad GEN_1 = \begin{vmatrix} X(3_0 3_0) \\ X(1_1 1_0) Y(3_0 3_0) \\ X(2_1^1 3_1) Y(1_1 1_0) \\ X(3_1^1 3_1) Y(1_1 1_0) \\ X(4_1^1 3_1) Y(1_1 1_0 \cup 2_1^1 3_1) \\ X(2_5 1_0) Y(2_1^1 3_1 \cup 3_1^1 3_1) \end{vmatrix}.$$

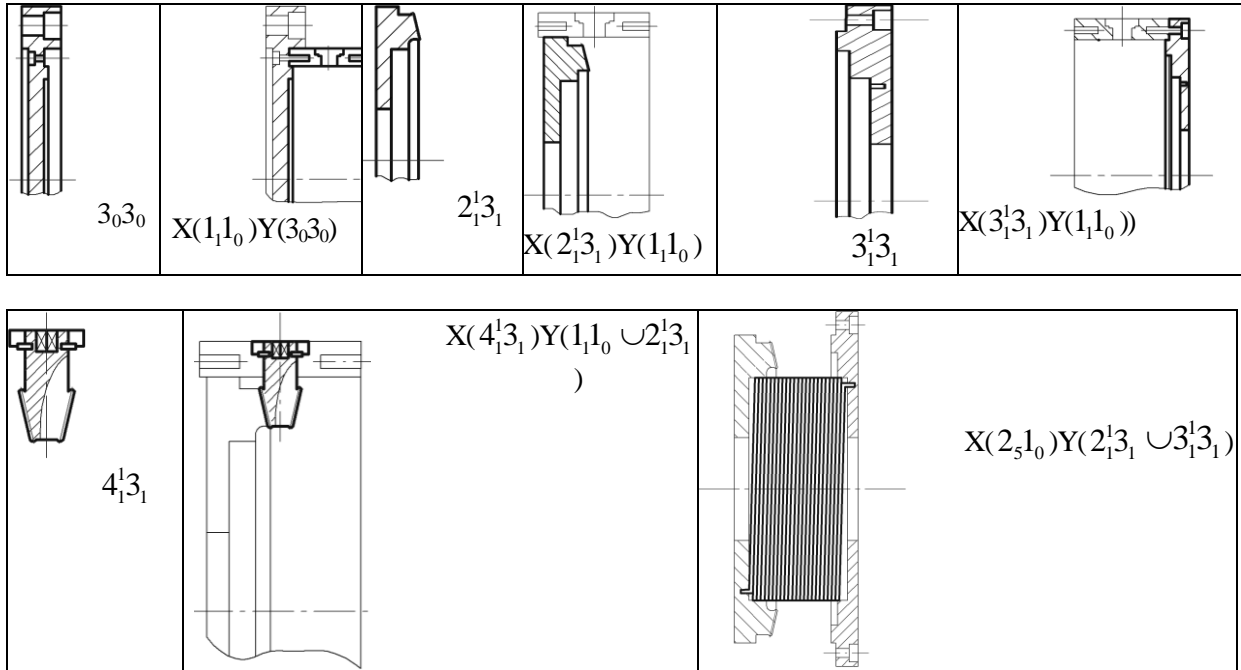


Рис. 5. Структура затискного патрона

Структуру пристроїв затиску згідно Пат. України №26781 авторів Кузнецова Ю.М., Волошина В.Н. та Грисюка О.В. можна подати так

$$STR_2 = \begin{vmatrix} 1_0 1_0 \\ 1_2 1_0 \\ & 2_3 1_0 \\ & & 3_5 1_0 \\ & & & 5_2^1 3_5 \\ & & & & 6_1^1 3_5 \\ & & & & & 11_1^1 3_5 \end{vmatrix}, \quad STR_3 = \begin{vmatrix} 1_0 1_0 \\ 1_2 1_0 \\ & 2_4 1_0 \\ & & 3_5 1_0 \\ & & & 5_2^1 3_5 \\ & & & & 6_1^1 3_5 \\ & & & & & 11_1^1 3_5 \end{vmatrix}.$$

У формі набору XY-хромосом:

$$STR_2 = \|X(1_2 1_0) \ X(2_3 1_0) Y(1_2 1_0) \ X(5_2^1 3_5) Y(1_2 1_0) \ X(6_1^1 3_5) Y(5_2^1 3_5) \ X(11_1^1 3_5) Y(1_2 1_0)\|^T$$

$$STR_3 = \|X(1_2 1_0) \ X(2_4 1_0) Y(1_2 1_0) \ X(5_2^1 3_5) Y(1_2 1_0) \ X(6_1^1 3_5) Y(5_2^1 3_5) \ X(11_1^1 3_5) Y(1_2 1_0)\|^T$$

Приклади функцій елементів системи затиску є такими: $F1_{01}$ – затиск тонкостінної втулки $2_0 2_0$; $1_1 1_0$ – корпус; $F1_1$ – базує пристрій в планшайбі $3_0 3_0$; $F1_2$ – базує тонкостінну втулку $2_0 2_0$; $F1_3$ – забезпечує рівномірний розподіл сили затиску втулки $2_0 2_0$; $F1_4$ – забезпечує базування ГРЕ $2_1^1 1_0$; $F1_5$ – розміщує тягу $1_1^1 3_1$; $1_1^1 3_1$ -тяга; $F1_1^1$ – передає зусилля затиску від пневмоциліндра до ГРЕ $2_1^1 1_0$; ... $4_1^1 3_1$ – кінчна шестерня; $F4_1^1$ – забезпечує кут повороту центрального зубчастого

колеса $2_i^1 3_i$; $F 4_2^1$ – передає крутний момент на РГЕ $2_i^1 1_0$; $6_i^1 3_i$ - підшипник: $F 6_1^1$ - зменшує витрати на тертя при повороті гайки $5_i^1 3_i$; $F 6_2^1$ - передає зусилля від гайки $5_i^1 3_i$ до РГЕ $2_3^1 1_0$; $7_i^1 3_i$ - палець: $F 7_1^1$ – передає осьове зусилля від тяги $1_i^1 3_i$ до упорної головки $10_i^1 3_i$ або П-подібного віджимника $9_i^1 3_i$; $8_i^1 3_i$ - упорна спіраль: $F 8_1^1$ - передає рівномірне зусилля від П-подібного віджимника $9_i^1 3_i$ до РГЕ $2_i^1 1_0$; $F 8_2^1$ - сприймає зусилля деформації від РГЕ $2_i^1 1_0$; $F 8_3^1$ - підвищує жорсткість РГЕ $2_i^1 1_0$.

Приклад варіантів властивостей елементів ієрархії представлено у таблиці 1.

Одним із елементів уніфікаційного синтезу є підбір елементів структури на основі дослідження функцій та властивостей елементів ієрархії.

На основі використання структурних формул Гамрекелі властивості (характеристики) елементів технічної системи "Затискний патрон" (див. також табл. 1) можна подати так:

$$P_{1010} : P_1(\zeta)_j \circ (P_{11}(\zeta)_1, \dots) \bullet \dots P_{21}^1(\zeta)_j \circ (P_{21}^1(\zeta)_1, \dots, P_{21}^1(\zeta)_5) \bullet \bullet P_{31}^1(\zeta)_j \circ (P_{31}^1(\zeta)_1, P_{31}^1(\zeta)_2, P_{31}^1(\zeta)_3) \bullet \dots$$

де \bullet - одночасне застосування визначальних обов'язкових ознак; \circ - альтернативність ознак із числа можливих (тобто потенціальна можливість варіантності, яка ще не встановлена проєктантом на час побудови ієрархії); $P_1(\zeta)_j$ - наявність різі на корпусі: $P_1(\zeta)_1$ - з різцю, $P_1(\zeta)_2$ - без різі.

Оцінювання ефективності синтезованих технічних рішень здійснюють за методом аналізу ієрархій. На рис. 8 наведено розроблені нові конструкції затискних патронів.

Висновок. Запропоновано спосіб структуризації конструкцій затискних патронів і методику їх вдосконалення на основі дослідження властивостей елементів їх структури відповідно до теорії уніфікаційного синтезу.

Таблиця 1

Варіанти властивостей елементів ієрархії

Власт. та їх назви	Блок	Варіанти властивостей або характеристик		
$P_{31}^1(\zeta)_i$ Тип приводу	Силовий механізм	$P_{31}^1(\zeta)_1$ Механічний шляхом нагвинчування гайки (Пат. № UA26781)	$P_{31}^1(\zeta)_2$ Пневматичний (Пат. №№ UA17465, UA1699, UA15685)	$P_{31}^1(\zeta)_3$ Механічний за допомогою кулачкових патронів (Пат. № UA16500)
$P_{21}^1(\zeta)_i$ Спосіб затиску	Пружний затискний елемент	$P_{21}^1(\zeta)_1$ Стискування за зовнішньою крайкою (Пат. № UA26781)	$P_{21}^1(\zeta)_2$ Стискування вздовж поздовжньої осі з деформацією витка (Пат. № UA17465)	$P_{21}^1(\zeta)_3$ Стискування вздовж поздовжньої осі з деформацією гофрів (Пат. № UA19342)
		$P_{21}^1(\zeta)_4$ Закручування одного кінця витка відносно іншого (Пат. № UA16500)	$P_{21}^1(\zeta)_5$ Повертання витка відносно однієї з його крайок (перетворення бічної поверхні витка у вигляді прямого гелікоїду в косий) (Пат. №№ UA16499, UA15685).	

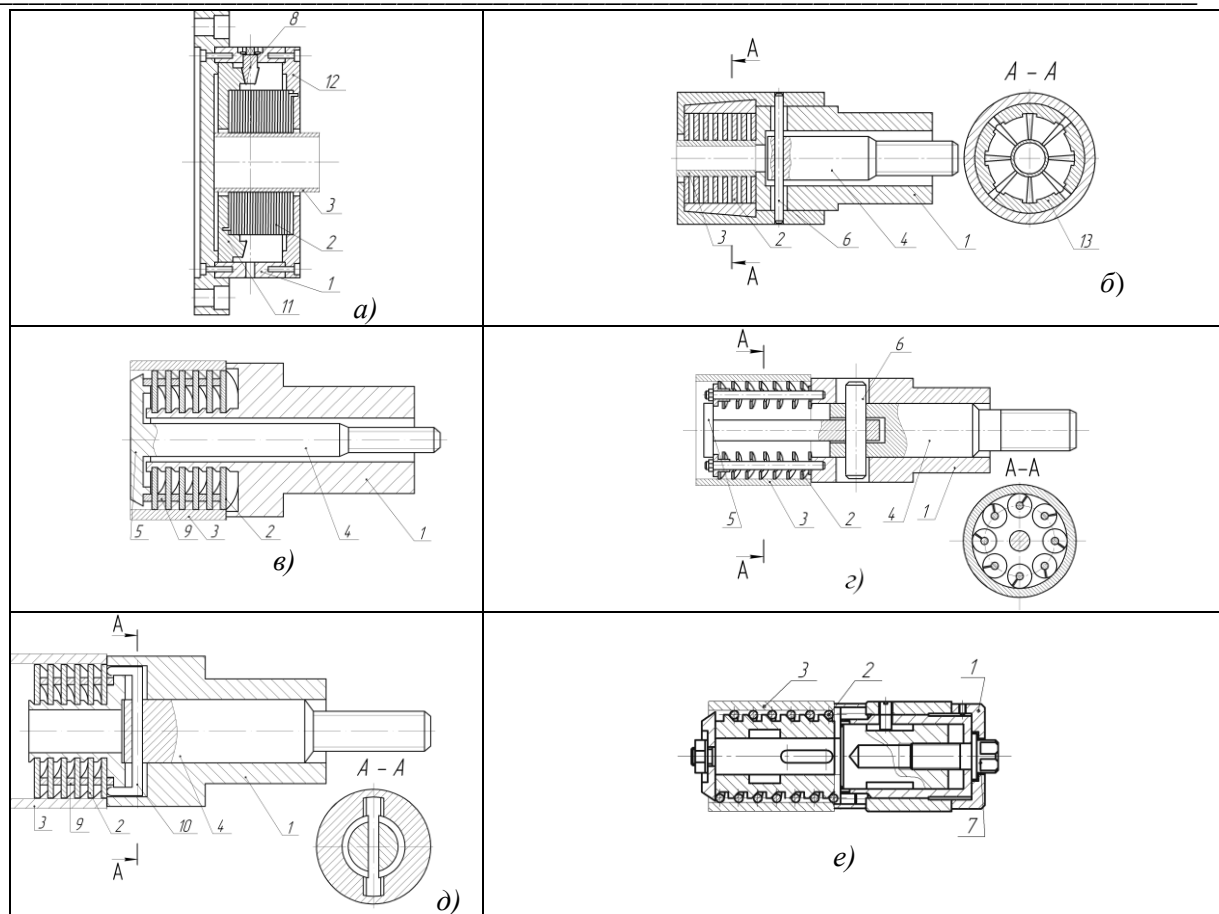


Рис. 8 Синтезовані конструкції патронів для запуску тонкостінних втулок, захищених Пат. України: а – №16500; б – № 19342; в – № 15685; г – № 17465; д – № 16499; е – № 20308: 1 – корпус; 2 – гвинтовий запискний елемент; 3 – заготовка; 4 – тяга; 5 – упорна головка; 6 – палець; 7 – регулювальна гайка; 8 – конічна шестерня; 9 – упорна спіраль; 10 – П-подібний віджимник; 11 – центральне зубчасте колесо; 12 – кришка; 13 – кулачки направляючі; 14 – підшипник.

1. Орликов М.Л., Кузнецов Ю.Н. Проектирование зажимных механизмов автоматизированных станков. – М.: Машиностроение, 1977. – 140 с.
2. Кузнецов Ю.Н., Вачев А.А., Сяров С.П., Цървенков А.Й. Самонастраивающиеся зажимные механизмы: Справочник. К.: Техника; София: Гос. изд-во "Техника", 1988. – 222 с.
3. Васильків В. До питання синтезу конструкції механізмів з робочими запискними пружними гвинтовими елементами / В. Васильків, О. Кочубинська, І. Генік // Житомирський держ. Технологічний університет. Зб. наук. праць. - Вип. 3. - 2006. - С. 171-180.