

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

*РОМАШКО АЛЛА САЗОНІВНА*

УДК.621.941.-229.3 /088.8/

СИНТЕЗ ВИСОКОТОЧНИХ КЛИНОВИХ  
СВЕРДЛУВАЛЬНО-ФРЕЗЕРУВАЛЬНИХ ПАТРОНІВ  
ДЛЯ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Спеціальність: 05.03.01 -

“Процеси механічної обробки  
верстати та інструмент”

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Київ 1997



00743361 (0)

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Національному технічному університеті України "Київський політехнічний Інститут" на кафедрі "Конструювання верстатів та машин" механіко-машинобудівного факультету.

Науковий керівник: - академік АН ВШ України, заслужений винахідник України доктор технічних наук, професор кафедри КВМ, НТУУ "КПІ" Ю.М.Кузнецов

Офіційні опоненти: - академік АН ВШ України, заслужений винахідник України доктор технічних наук, професор кафедри ВІСАВ Тернопільського Державного технічного університету Нагорняк С.Г.  
- к.т.н., гол. Інж. Інституту надтвердих матеріалів НАНУ Сидорко В.І.

Провідна організація: Інститут легкої промисловості України (м. Київ), кафедра метрології, стандартизації та сертифікації

Захист відбудеться 19 січня 1998 року о 12 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 01.02.09 у Національному технічному університеті України "Київський політехнічний Інститут" за адресою: 252056, м. Київ, проспект Перемоги, 37, учбовий корпус №1, аудиторія 214.

Просимо прийняти участь у засіданні ради або прислати відгуки у двох примірниках з підписами, затвердженими печаткою Вашого підприємства, на ім'я вченого секретаря спеціалізованої ради на вищевказану адресу.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці НТУУ "КПІ"

Автореферат розіслано 19 грудня 1997 р.

Вчений секретар спеціалізованої ради,  
доктор технічних наук, професор

Н.С.Равська

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Відомі свердловально-фрезерувальні патрони (СФП), які застосовуються в умовах механоскладального виробництва для високопродуктивної обробки отворів, пазів, фасонних контурів та плоских поверхонь не відповідають таким вимогам сучасного ринку технологічного оснащення, як висока точність та продуктивність, малоенергомісткість та якість оброблених поверхонь. Розробка нових малоенергомістких СФП зі змінною кінематичною структурою без ключа, та розробка фрезерувальних цангових патронів при використанні уніфікованих багатофункційних цанг дає можливість підвищити технологічні показники патронів, їх конкурентоспроможність та більш повно використати технічний потенціал машинобудування на Україні, на основі взаємозамінності деталей патронів та їх багатофункціональності. Проте процес проектування таких технічних об'єктів потребує нових методологічних підходів, прогресивних методів синтезу та ефективних математичних моделей та алгоритмів.

Враховуючи те, що СФП користуються широким попитом на внутрішньому та зовнішньому ринках, як оснащення для металорізальних верстатів, деревообробних верстатів, медицини, слюсарної справи, використовуються для побутових потреб й відносяться до товарів народного споживання, необхідне підвищення їх основних технічних характеристик та технологічних можливостей при спеціалізованому серійному виробництві в Україні й дослідження у цьому напрямку є актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження, проведені в дисертації, безпосередньо пов'язані з виконанням держбюджетних тематик Міносвіти України №2717 "Дослідження динамічних характеристик механізмів, пристроїв та технологічного оснащення металорізальних верстатів" (рег. № 1200/948) та № 2129 "Дослідження та розробка теорії проектування багатофункційних механізмів (БФМ) та малоенергомістких, легкозатискних свердловально-фрезерувальних патронів для механоскладального виробництва" (рег. № 01960008556).

Мета роботи. Підвищення якості СФП для затиску осьових інструментів з циліндричним хвостовиком при мінімальних витратах ресурсів на основі удосконалення СФП, синтезу нових прогресивних конструкцій з підвищеними техніко-економічними характеристиками при використанні нових теоретичних та експериментальних досліджень, й розробка на їх підставі методики проектування, розрахунку та технічних умов для виготовлення патронів.

Методика дослідження. Теоретичні дослідження проводились на основі сучасних теорій синтезу та методів системного підходу, обчислювального експерименту, використання ЕОМ, теорії машин та механізмів й контактної теорії пружності.

Експериментальні дослідження проводились з використанням спеціально розробленого технологічного оснащення (дослідних зразків патронів та патронів, що серійно випускаються, оправок т. ін.) при обробці результатів експерименту за допомогою методів математичної статистики. Розбіжність теоретичних та експериментальних результатів не перевищує 5-10 %.

#### Наукова новизна роботи:

- реалізовано системний підхід до проектування технічних систем з кількома кінематичними ланцюгами на прикладі СФП, починаючи з формулювання основної цілі, пошуку принципів дії для її реалізації та раціональних технічних рішень, в результаті чого отримані нові перспективні конструкції патронів;
- на основі морфологічного аналізу для досягнення високої точності затиску інструменту вперше досліджені способи розстановки розмірів та їх відхилень для клина й спряжених з ним деталей, знайдені раціональні комбінації схем розстановки розмірів та відхилень, правильність яких підтверджена експериментами;
- вперше розроблено математичні моделі та програмні засоби для дослідження впливу кутів клинового кулачка, в залежності від діаметру затискуваного інструменту на точність патронів, а також для розрахунку радіального биття клинових патронів, результати розрахунків підтверджено експериментами;
- розроблені модель пружної системи патрон-інструмент (П-І) в статці з приведенням до пружно-фрикційного шарніру вздовж осі, пружно-фрикційної підвіски поперек осі та методика розрахунку радіальної жорсткості (віджать) пружної системи П-І;
- вперше комплексно досліджені СФП по точностним, жорсткістним та силовим характеристикам;
- вперше запропоновано модульний принцип проектування СФП на прикладі цангових фрезерувальних патронів.

#### Практична цінність роботи полягає в :

- системному дослідженні технічних об'єктів для свердлування отворів та фрезерування поверхонь, розробці програмних засобів для проектувальників, які дозволяють здійснити моделювання та раціональне проектування вказаних об'єктів;
- отриманні важливих рекомендацій для проектування СФП з метою

підвищення їх технологічних можливостей;

- розробці технічних умов та рекомендацій для серійного виробництва клинових свердлувальних патронів (КСП) нової гами;
- розробці проекту стандарту України на фрезерувальні цангові патрони.

Впровадження. На основі морфологічного аналізу та системного підходу запропонована методика структурного та структурно-функціонального синтезу СФП, яка безпосередньо пов'язана з розробкою наукових тем на замовлення Міністерства освіти України та підприємств різного профілю. Розроблені рекомендації по підвищенню якості виробництва патронів передані на київське підприємство "Веркон-Тонас" та науково-впровадницьке ТОВ "ЗМОК" для застосування у серійному виробництві. Вартість одного КСП в 1.5-2 рази вище вартості патронів з ключом ПС-9 та ПС-10 (Веркон-Тонас) та в 2-3 рази нижче вартості патронів без ключа фірм BOSH та HEIWNWERKER BAUR. Матеріали досліджень впроваджені в учбовий процес на кафедрі верстатів та машин у НТУУ "КПІ" при викладанні курсів "Основи технічної творчості", "Проектування технологічного оснащення", "Верстати-автомати" та "Верстати з ЧПК".

Апробація роботи. Результати роботи доповідались й обговорювались на конференції "Ресурсо- та енергозберігаючі технології в машинобудуванні" (Одеса, 1994 р.), міжн. науково-технічних конференціях "Прогресивна техніка та технологія машинобудування" (Донецьк, 1995 р.), міжн. науково-методичній конференції "Інтеграція освіти, науки та виробництва" (Луцьк, 1995р.), АМТЕСН'97 (м. Габрово, Болгарія, червень 1997).

В цілому робота доповідалась, обговорювалась та отримала позитивний відгук на розширеному засіданні кафедри конструювання верстатів та машин НТУУ "КПІ" (червень 1997 р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 12 друкованих робіт, з них 2 заявки на патент України.

Структура та об'єм роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, основних висновків, списку літератури та додатків. Об'єм роботи складає 125 сторінок машинописного тексту, 73 рисунків, 33 таблиць та список літератури з 153 джерел.

## КОРОТКИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі дано короткий аналіз опублікованих за останні роки вітчизняних та зарубіжних науково-технічних праць (у тому числі патентів та авторських свідоцтв) по темі даної роботи. В області методів синтезу нового інструментально-технологічного оснащення, пошуку раціональних рішень, великий вклад внесли такі вчені як Гузенко В.С., Вачев А.А., Дальський А.М., Ільцький В.Б., Кузнецов Ю.М., Микитянський В.В., Нагорняк С.Г., Равська Н.С., Ракович О.Г., Родін П.Р., Хайет Г.Л. та ін.

У результаті аналізу встановлено, що в області проектування СФП існує ще багато нерозв'язаних проблем, які сучасні ринкові обставини вимагають розв'язати прогресивними методами синтезу та розрахунку.

У відповідності з вищезазначеним для досягнення поставленої мети в роботі необхідно розв'язати наступні задачі:

1. Розробити методику системного підходу до аналізу та синтезу основних характеристик СФП;
2. Розробити методику структурного та структурно-схемного синтезу СФП;
3. Дослідити та підтвердити фактори, що впливають на радіальну точність клинових свердлувальних патронів (КСП) і намітити заходи для підвищення точності патронів;
4. Виконати теоретичні та експериментальні дослідження характеристик СФП;
5. Розробити методику проектування та розрахунку основних характеристик КСП та СФП;
6. Розробити нову гаму КСП підвищеної точності, технічні умови та рекомендації для їх серійного виготовлення в умовах спеціалізованого виробництва;
7. На основі уніфікації (з використанням модульного принципу) та взаємозамінності розробити гаму цангових фрезерних патронів та проект стандарту України на них.

У другому розділі викладено системний підхід до створення КСП, проведено аналіз конструктивного виконання основних деталей патрону та зв'язків між ними, побудовані та проаналізовані структурні та структурно-функціональні схеми патронів (табл.1).

Розроблено алгоритм робіт при багаторівневому синтезі СФП, як технічної системи (ТС) (рис.1), де збір, накопичення та систематизація інформації про СФП є першим етапом багаторівневого синтезу.

Таблиця 1  
Види структур кінематичних ланцюгів

№ п/п	Кіль-сть входів	Кіль-сть ланцюгів	Вид з'єднання	Місце суми рухів	Приклади схем
1	один	1	послідовний	відсутнє	
2	один	2	послідовний	відсутнє	
3	один	2	паралельний	на виході	
4	один	2	паралельно-послідовний	на вході	
5	один	2	паралельно-послідовний	на виході	
6	один	2	паралельно-послідовний	на виході та вході	
7	два	1	послідовний	на вході	
8	два	2	послідовний	на вході	
9	два	2	паралельний	на виході	
10	два	2	паралельний	на виході та вході	
11	два	2	паралельно-послідовний	на виході та вході	
12	два	2	паралельно-послідовний	на виході та вході	

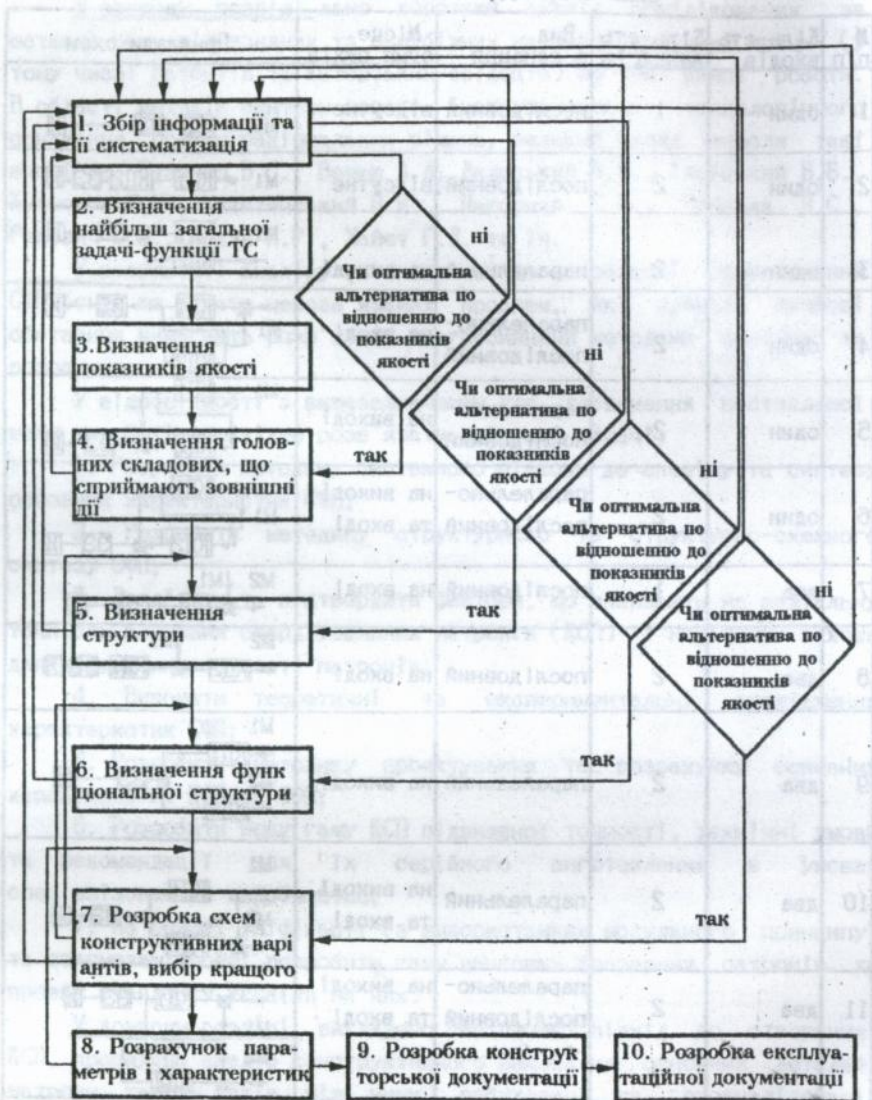


Рис.1. Алгоритм робіт при багаторівневому проектуванні

На другому етапі необхідно сформулювати найбільш загальну задачу-функцію ТС та побудувати своєрідний "чорний ящик", вміст якого невідомий, але відомі вхідна та вихідна умови (для СФП вхідна умова зусилля робітника, а вихідна - затиск Інструменту).

Третій етап - визначення показників якості, тобто техніко-економічних характеристик, яким повинна відповідати створювана ТС.

На четвертому етапі визначаються головні складові що сприймають зовнішню дію, тобто вид приєднувальних частин ТС на вході та виході, та кінематичний ланцюг (ланцюги), на який направлене зусилля затиску (представляється у вигляді того ж "чорного ящика", але більш низького порядку).

П'ятий етап включає визначення структури кінематичного ланцюга патрону (постійна чи змінна, послідовна чи паралельна і т.п.).

На шостому етапі визначаються пари кінематичних ланцюгів.

Етапи 4-7 передбачають звернення до етапу 1, тобто до накопиченої та систематизованої інформації, і вибір альтернативних варіантів рішень з морфологічних матриць ведеться як функціонально-вартісним методом, так і безпосередньо самим конструктором, який, маючи перед собою конкретні показники якості ТС, може вибирати кращий варіант рішення.

Етап 8 включає проектувальний розрахунок патрону, тобто розрахунок габаритів патрону та його окремих деталей й розрахунок прогнозованої жорсткості та точності патрону.

При використанні цього порядку створено нові та вдосконалено вже існуючі конструкції (рис.2) (відповідно до нових, більш жорстких показників якості), які й стали об'єктом подальших досліджень.

У третьому розділі проведено аналіз сил та переміщень у КСП, у результаті якого визначено вплив кутів клинового кулачка (переднього  $\alpha$  та заднього  $\beta$ ) на ККД клинової передачі та на осьові габарити патронів, за раціональні кути прийнято  $\alpha=23^\circ$  та  $\beta=45^\circ$  (для типорозмірів КСП на  $\varnothing 6, 10, 13$ ) та  $\alpha=23^\circ$  та  $\beta=60^\circ$  (для типорозміру КСП на  $\varnothing 16$ ). Розглянуті фактори, що впливають на точність КСП, тобто: схеми розміщення центруючих баз; правильність розстановки розмірів на деталях патрону; величина полів допусків та відхилень деталей патрону; довжина посадочних поверхонь; конструкція патрону; кількість затискних елементів, їх конструкції та способи спряження з другими елементами патрону; нерівномірність сил тертя и жорсткості; точність виготовлення деталей, а отже й використання спеціального оснащення для їх виготовлення; оснащеність техпроцесу виготовлення патрону; людський фактор, тобто кваліфікація робочих, зайятих при виготовленні патронів.

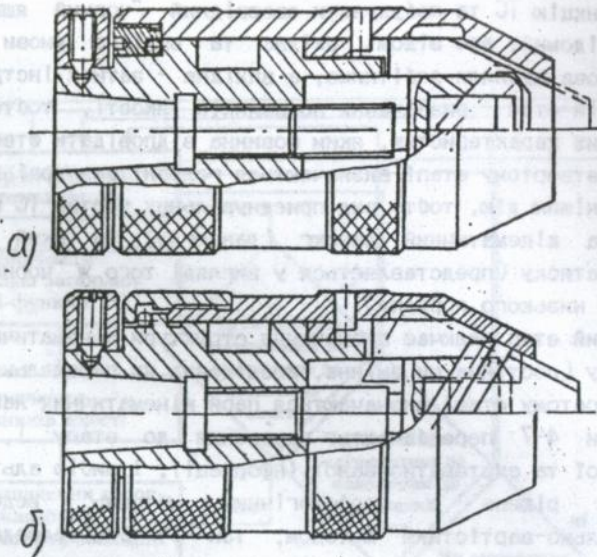
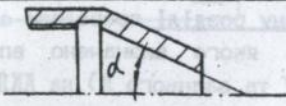

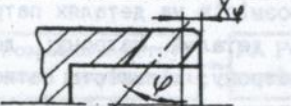
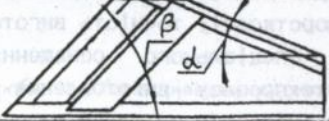


Рис.2. Модернізовані конструкції КСП підвищеної точності: а - виконання 1 (з внутрішньою різьбою втулки кінцевої); б - виконання 2 (з зовнішньою різьбою втулки кінцевої)

Таблиця 2

Рациональні схеми розстановки розмірів та відхилень полів допусків в клиновому кулачку та в спряжених з ним деталях патрону

Деталь	Схема розстановки розміру	Відхилення
Втулка кінчна		$+δ_α$
Сепаратор		$+δ_α$
Навантажувальний гвинт (втулка)		$+δ_φ$
Кулачок для α		$-δ_α$
Кулачок для β		$-δ_β$

Досліджено вплив способів з'єднання клинових кулачків з іспряженими деталями патрону, складено морфологічну матрицю виконання та з'єднань клину з різбовим гвинтом (втулкою) та сепаратором в КСП без ключа, на основі якої при використанні функціонально-вартісного методу синтезу отримано кулачок з круглим січенням по задній поверхні та з передньою поверхнею, виконаною у вигляді сегменту з одним основним та одним додатковим заплечиком.

Досліджені способи розстановки розмірів та відхилень полів допусків клинового кулачка та спряжених з ним деталей патрону, складено морфологічну матрицю відхилень полів допусків для кута  $\alpha$  та для кута  $\beta$ , побудовано графічні інтерпретації полів допусків, вибрано найбільш раціональні комбінації схем суміщення відхилень полів допусків з'єднань втулка конічна-кулачок-сепаратор та кулачок-навантажувальний гвинт (втулка) (табл. 2).

Визначені можливі кути перекосу кулачка від кутів  $\alpha$ ,  $\beta$ , у відповідності з даними (табл. 2), побудовані розрахункові схеми (рис. 3 а, б), (рис. 4 а, б).

Відповідно до розрахункової схеми (рис. 3, а) можливий додатній  $\gamma_{\alpha_{\text{пол}}}$  та від'ємний  $\gamma_{\alpha_{\text{отр}}}$  кути перекосу кулачка:

$$\gamma_{\alpha_{\text{отр}}} = \alpha - \psi' = \alpha - (\alpha - \delta_{\alpha c} + \psi') = \psi' - \delta_{\alpha c}; \quad \gamma_{\alpha_{\text{пол}}} = 180^\circ - \psi - \alpha;$$

Відповідно до розрахункової схеми (рис. 3, б): можливий додатній кут перекосу  $\gamma_{\beta_{\text{пол}}}$  (кулачок затискає передньою кромкою):

$$\gamma_{\beta_{\text{пол}}} = \arccos \gamma_{\beta_{\text{пол}}} = \arccos([1 - (\Delta_{\psi} + \Delta_{\max \beta \beta}) \cos(\psi + \delta_{\psi} + 90^\circ)]) / c,$$

а можливий від'ємний кут перекосу  $\gamma_{\beta_{\text{отр}}}$  (кулачок затискає задньою кромкою):

$$\gamma_{\beta_{\text{отр}}} = \arccos \gamma_{\beta_{\text{отр}}} = \arccos([g^2 + g_2^2 - (\Delta_{\psi} + \Delta_{\max \beta \beta}')^2] / 2gg_2).$$

Відповідно до розрахункової схеми (рис. 3), кути перекосу через зазор в поперечному розрізі кулачок - сепаратор складають:

$$\text{tg} \gamma_{\text{отр}} = [1'_{\alpha} \cos 60^\circ \text{tg} \gamma_{\text{отр}} + (\Delta_k h_k \cos 30^\circ) / S_c] / 1'_{\alpha};$$

$$\text{tg} \gamma_{\text{пол}} = [1'_{\alpha} \cos 60^\circ \text{tg} \gamma_{\text{пол}} + (\Delta_k h_k \cos 30^\circ) / S_c] / 1'_{\alpha};$$

$$\text{де } \gamma_{\text{отр}} = \min(\gamma_{\alpha_{\text{отр}}} \text{ и } \gamma_{\beta_{\text{отр}}}); \quad \gamma_{\text{пол}} = \min(\gamma_{\alpha_{\text{пол}}} \text{ и } \gamma_{\beta_{\text{пол}}}).$$

Завершальні можливі кути перекосу кулачка (від'ємний  $\gamma_0$  та додатній  $\gamma$ ):

$$\gamma_0 = \min(\gamma_{\text{отр}}, \gamma_{\alpha_{\text{отр}}}, \gamma_{\beta_{\text{отр}}}); \quad \gamma = \min(\gamma_{\text{пол}}, \gamma_{\alpha_{\text{пол}}}, \gamma_{\beta_{\text{пол}}}).$$

Підготовлена програма для розрахунку можливих кутів перекосу в патроні при різних кутах кулачка та різних діаметрах затискуваного інструменту.

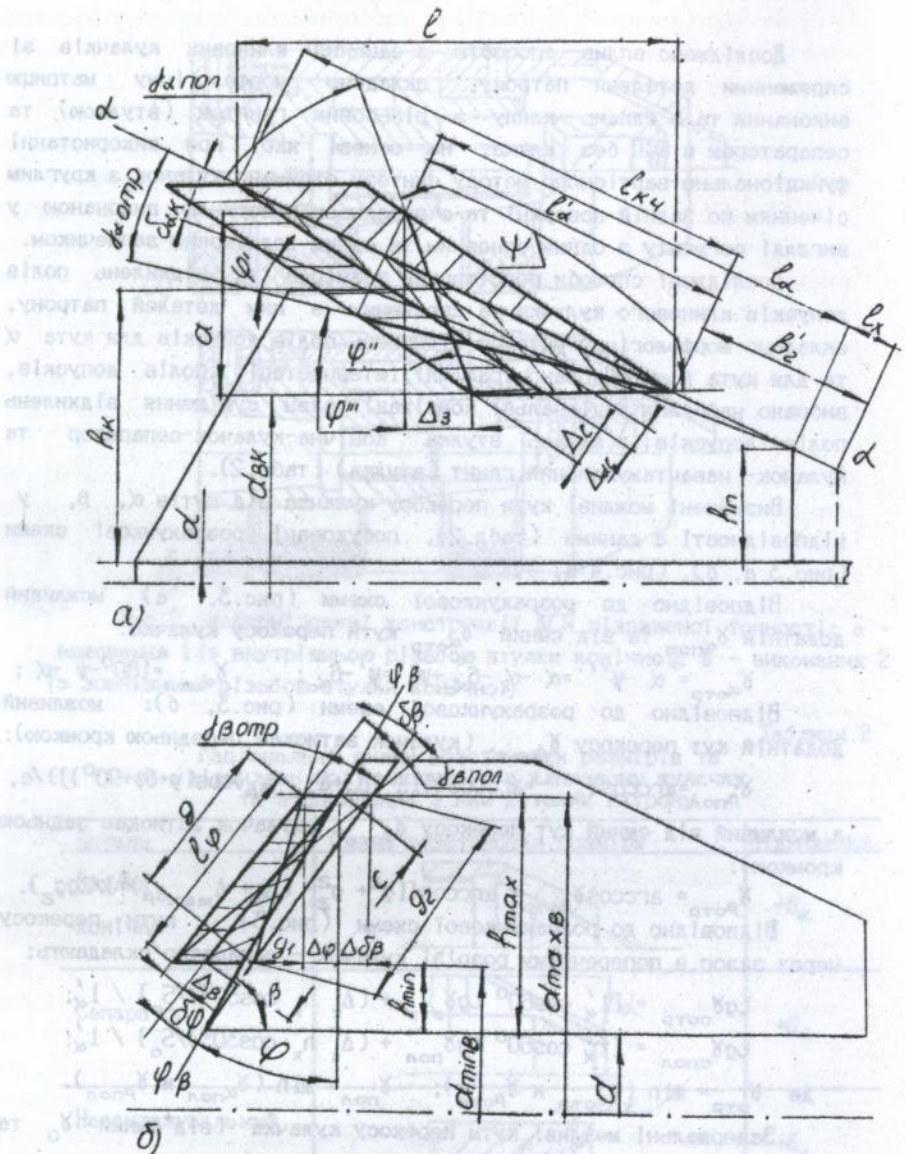


Рис. 3. Схеми розрахунку можливих перекосів кулачка: а- у з'єднанні втулка конічна - кулачок - сепаратор; б- у з'єднанні силовий гвинт (втулка) - кулачок.



Розглянуті віджаття пружної системи П-І в КСП та побудована узагальнена модель розрахунку точності й жорсткості патрону.

При використанні моделі системи П-І у вигляді пружно-фрикційного шарніру в повздовжньому розрізі виведені аналітичні залежності для визначення середніх значень пружних віджаття ( $y$ ) та радіального биття ( $\Delta_p$ ):  $y = u_l + u_c + u_m + u_n$ ,  $\Delta_p = 2(\Delta_g + \Delta_c + \Delta_m)$ ,

де  $u_l$ ,  $u_c$ ,  $u_m$ ,  $u_n$  - віджаття, визвані, відповідно, дією перекосів, сил затиску, моментів опору, а також пружністю самого інструменту;  $\Delta_g$ ,  $\Delta_c$ ,  $\Delta_m$  - середні значення зміщень, визвані відповідно розсіянням геометричних параметрів, сил та моментів.

При врахуванні випадкових величин, зв'язаних з розсіянням геометричних параметрів, сил затиску, моментів опору в умовному шарнірі, радіальної та поворотної жорсткості, сумарне радіальне биття складається з систематичної та випадкової складових для визначення точності центрування до свердлення (І випадок без самозатиску) та після першого свердлення (ІІ випадок з самозатиском):  $\Delta_{p01} = \Delta_{p1} \pm \delta_1$ ,  $\Delta_{p02} = \Delta_{p2} \pm \delta_2$ .

Співвідношення для двох випадків виражено через коефіцієнт, що характеризує зменшення биття після самозатиску:

$\epsilon_y = \Delta_{p02} / \Delta_{p01}$ , значення якого знаходиться в інтервалі 0.3-0.7.

У четвертому розділі приведені методики проведення випробувань для визначення сили проштовхування, радіального биття та віджаття СФП, а також результати експериментальних випробувань серійно виготовлюваних патронів з ключом ПС-9, ПС-10, партій патронів КСП різного типорозміру та експериментального патрону КСП.13.Э зі змінними кулачками. Заміри биття виконувались до шліфування конуса Морзе по затиснутій в патроні оправці не менш як в 50-ти патронах КСП.11 на оправках  $\varnothing 8$  при  $l=75$  мм (крива 1, рис.5, а) та  $\varnothing 12$  при  $l=125$  мм (крива 2, рис.5, а), а також на 70-ти патронах КСП.12 на оправках  $\varnothing 8$  при  $l=75$  мм (крива 4, рис.5, а) та  $\varnothing 16$  при  $l=125$  мм (крива 4, рис.5, а).

Вимірювання биття патронів ПС-9 и ПС-10 проводились при вибірці для 30-ти патронів кожного найменування на оправці, відповідно  $\varnothing 8$  при  $l=75$  мм (крива 5, рис.5, а) та  $\varnothing 10$  при  $l=100$  мм (крива 6, рис.5, а). Аналіз графіків показав, що КСП набагато точніше стандартних патронів типу ПС.

Після шліфування конуса Морзе по затиснутій в патроні оправці радіальне биття патрона різко падає (рис.5, б), для патронів КСП.11 майже на два порядки, а для КСП.12 в 40-50 раз.

Замірювання радіальної точності експериментального патрону КСП.13.Э, де передбачено п'ять комплектів деталей силовий гвинт-

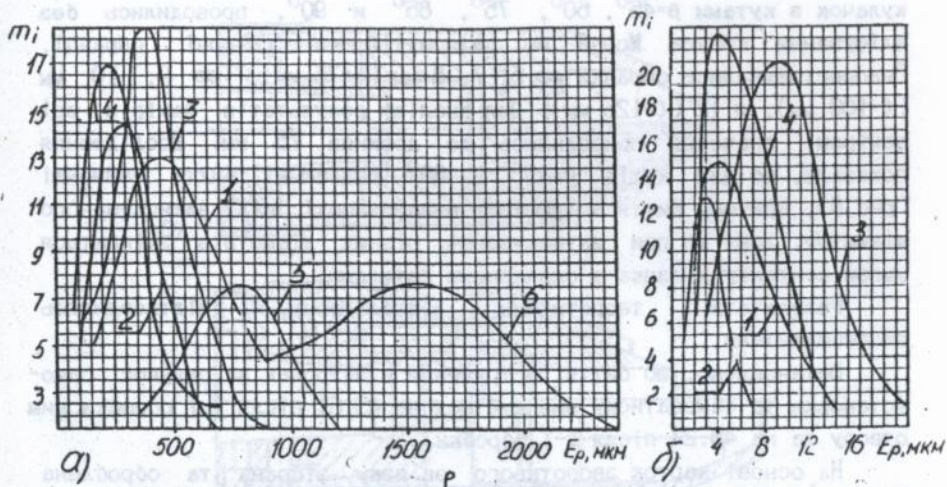


Рис.5. Результати замірів биття: а - КСП.11 (криві 1 та 2), КСП.12 (криві 3 та 4), ПС-9 (крива 5) та ПС-10 (крива 6) без шліфування конусу Морзе; б - КСП.11 (криві 1 та 2) й КСП.12 (криві 3 та 4) після шліфування конусу Морзе

$E_p, \text{мм} \cdot 10^{-2}$

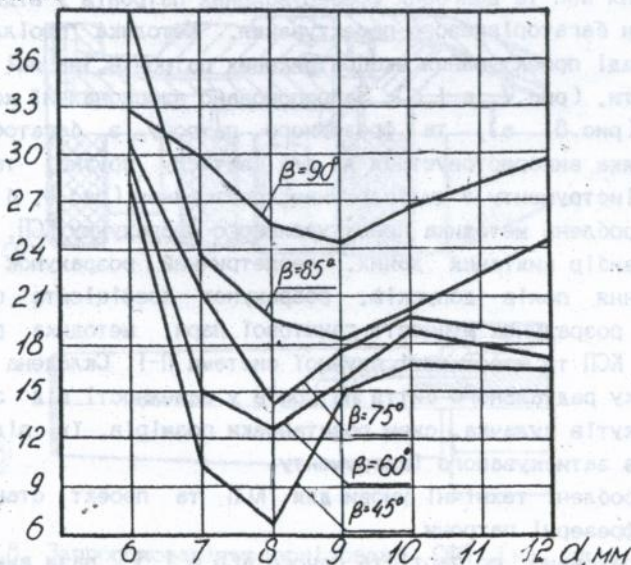


Рис.6. Результати замірів биття експериментального патрону для кулачків з різними кутами  $\beta$

кулачок з кутами  $\beta=45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$ ,  $85^\circ$  і  $90^\circ$ , проводились без шліфування конуса Морзе по затиснутій в патроні оправці. Використовувались оправки  $\varnothing 6$ ,  $7$ ,  $8$  мм ( $l=75$  мм),  $\varnothing 9$ ,  $10$  мм ( $l=100$  мм),  $\varnothing 12$  ( $l=125$  мм). Для аналізу результатів замірів всі замірені значення приводились до довжини 75 мм. Дослідження показали, що для кутів  $\beta=45^\circ$  і  $60^\circ$  радіальні биття найменші (рис.6), причому биття змінюється в залежності від затискуваного діаметру, тому що при затискуванні різних діаметрів змінюються умови контакту кулачка з спряженими деталями.

Результати теоретичних досліджень підтвердились експериментами.

Встановлено, що биття Інструменту в патронах за рахунок самоустановки та самозатиску зменшується на 43.6% після I-ї обробки ним отвору та на 45.2% після II-ї обробки.

На основі карток зворотнього зв'язку зібрана та оброблена інформація по роботі на підприємствах України КСП та СФП, в результаті чого були виявлені причини вказаних споживачами недоліків патронів та розроблені заходи для їх усунення.

У п'ятому розділі розроблені рекомендації по проектуванню та використанню технологічного оснащення, розроблена методика конструювання КСП та цангових фрезерувальних патронів у відповідності з етапами багаторівневого проектування. Методика проілюстрована на прикладі проектування ексцентрикових патронів, на які отримано пріоритети, (рис.7, а і б). Запропоновано вдосконалені конструкції КСП.МП (рис.8, а), та фрезерного патрону з багатофункційною цангою, яка використовується як для затиску прутка, так і для затиску Інструменту з циліндричним хвостовиком (рис.8, б).

Розроблена методика проектувального розрахунку КСП, до якої входить вибір вихідних даних, геометричний розрахунок патрону, призначення полів допусків, розрахунок коефіцієнта підсилення патрону, розрахунок міцності гвинтової пари, методика розрахунку точності КСП та жорсткості пружної системи П-І. Складена програма розрахунку радіального биття патронів у залежності від зазорів у стиках, кутів кулачка, схем розстановки розмірів, їх відхилень й діаметрів затискуваного Інструменту.

Розроблені технічні умови для КСП та проект стандарту на цангові фрезерні патрони.

Розраховано, що вартість одного КСП в 1.5-2 рази вище вартості патронів з ключом ПС-9 та ПС-10 (Веркон-Тонас) та в 2-3 рази нижче вартості патронів без ключа фірм BOSH та HEIWNWERKER BAUR.

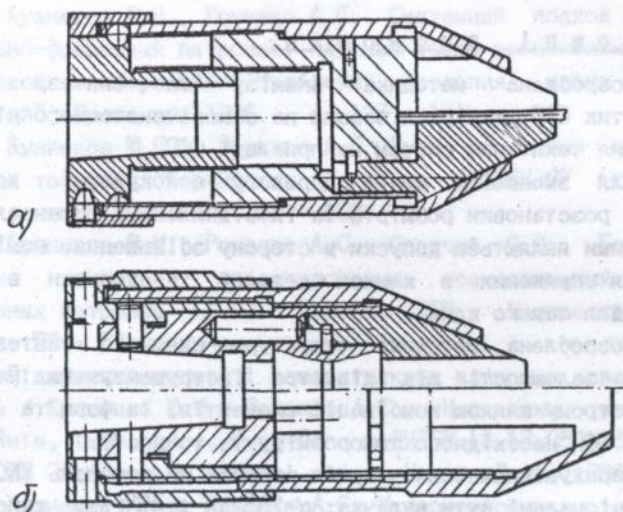


Рис.7. Схеми ексцентрикових свердлувальних патронів, на які оформлені заявки на патент України та отримано пріорітети

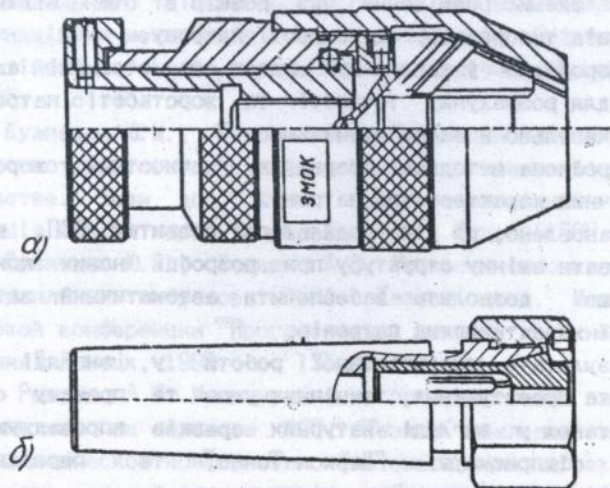


Рис.8. Запропоновані модернізовані СФП (на які розроблені проекти технічних умов та стандарту України): а - самозатискний клиновий свердлувальний патрон зі збільшеними посадочними поверхнями; б - фрезерувальний патрон з стандартною автоматною цангою

## О с н о в н і   в и с н о в к и

1. Розроблена методика аналізу та синтезу основних характеристик СФП, яка реалізована на основі системного підходу до проектування технічних систем на прикладі СФП.

2. Для зменшення кутів перекосу в кулачці досліджені комбінації розстановки розмірів та їх відхилень. Встановлено, що раціональними являються допуски в сторону збільшення номінального розміру для спряжених з клином деталей та допуски в сторону зменшення для самого клина.

3. Розроблена методика структурно-схемного синтезу, яка дозволяє в залежності від діаметра інструменту та необхідної точності патрону шляхом комбінації елементів, їх форм та розмірів отримувати СФП необхідного типорозміру та точності.

4. З врахуванням впливу кутів кулачка на точність КСП встановлені раціональні кути кулачка:  $\alpha=23^\circ$  та  $\beta=45^\circ$  (для типорозмірів КСП на  $\varnothing 6, 10, 13$ ) та  $\alpha=23^\circ$  та  $\beta=60^\circ$  (для КСП на  $\varnothing 16$ ).

5. Досліджено вплив схем розміщення центруючих баз, правильності розстановки розмірів, комбінація величин полів допусків та відхилень, довжин посадочних поверхонь та встановлені раціональні схеми розміщення баз розмірів та відхилень в залежності від типорозміру та точності патрону.

6. Розроблено узагальнену модель та отримані аналітичні залежності для розрахунку точності та жорсткості патрону, які досліджені чисельно й експериментально.

7. Розроблена методика розрахунку точностних, жорсткісних та геометричних характеристик патрону.

8. Встановлено, що для подальшого розвитку СФП, необхідно використовувати змінну структуру при розробці нових конструкцій патронів, що дозволить забезпечити автоматичний затиск при стабілізації характеристик патронів.

9. Результати дисертаційної роботи у вигляді методик розрахунку та проектування, технічних умов та проекту стандарту України, а також у вигляді натурних зразків впроваджуються на київському підприємстві "Веркон-Тонас" та передані для використання в інші установи та підприємства.

### Список публікацій по темі роботи

1. Ромашко А.С., Корнелик С.Ю., Снежко А.Н., Запорошенко В.Н. Экспериментальные исследования характеристик сверлильных патронов. Научные труды региональной научно-технической конф. "Проблемы создания новых машин и технологий", Кременчуг 1996. - с. 123 - 124.

2. Кузнецов Ю.Н., Ромашко А.С. Системный подход к синтезу сверлильно-фрезерных патронов. Научные труды региональной научно-технической конференции "Проблемы создания новых машин и технологий", Кременчуг 1996. - с. 127 - 131.

3. Кузнецов Ю.Н., Ромашко А.С. Пути повышения и совершенствования точности сверлильных патронов АМТЕСН'97 (г. Габрово, Болгария, июнь 1997). - с.183 - 190.

4. Кузнецов Ю.М., Ромашко А.С., Осадчий О.О., Боженко М.О. Повышение качества проектирования самозажимных клиновых сверлильных патронов (КСП). Вестник КПИ.: Машиностроение, К., 1997. - с. 53 - 57.

5. Підвищення точності самозатискних клинових свердлувальних патронів / Кузнецов Ю.М., Ромашко А.С.; Нац. техн. ун-т України "КПІ", Київ, 1995. -14 с.-Рус.-Деп. в ДНТБУ 18.12.95 №23- Ук.96.23. Анот. в РЖ "Депоновані наукові роботи України" №1, 1996 р.-с. 208.

6. Кузнецов Ю.Н., Ромашко А.С. Малоэнергоёмкая технологическая оснастка для металлорежущих станков. Тезисы докл. конф. "Ресурс- и энергосберегающие технологии в машиностроении". Одесса 1994 г. - с. 17.

7. Кузнецов Ю.М., Эль-Рашии Х.А., Ромашко А.С. Використання методів вепольного та морфологічного аналізу на прикладі синтезу багатofункційних механізмів токарних автоматів. Методичні вказівки до самостійної роботи по курсу "Основи технічної творчості", Київ, КПІ, 1995. - с. 46.

8. Кузнецов Ю.М., Ромашко А.С. Тенденции развития технологической оснастки и сверлильно-фрезерных патронов в механосборочном производстве. Тези доп. Міжн. науково-методичної конференції "Інтеграція освіти науки та виробництва". Луцьк, 1995 р. - с. 77.

9. Кузнецов Ю.Н., Ромашко А.С. Точность самозажимных клиновых сверлильных патронов (КСП). Тезисы докл. Межд. научно-технической конференции "Прогрессивная техника и технология машиностроения" Донецк, 1995. - с. 136.

10. Ромашко А.С. Многоуровневое проектирование новой технической системы на примере КСП. Тезисы докладов международной научно-практической конференции "Автоматизация проектирования и производства изделий в машиностроении", г. Луганск, 1996, с.109.

11. Кузнецов Ю.М., Ромашко А.С. Заявка на патент України № 95073129 В 23 В 31/02 пріоритет від 4.07.95 "Затискний патрон".

12. Кузнецов Ю.М., Ромашко А.С. Заявка на патент України № 97030993 В 23 В 31/02 пріоритет від 06.03.97 "Затискний патрон".

## Анотація

Ромашко А.С. Синтез высокоточних клинових свердлуально-фрезерувальних патронів для металорізальних верстатів. - Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.03.01 - "Процеси механічної обробки, верстати та інструмент". Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, 1997.

Дисертацію присвячено вирішенню проблеми підвищення якості СФП для затиску осевих інструментів з циліндричним хвостовиком при мінімальних витратах ресурсів. Захищаються результати теоретичних та експериментальних досліджень по створенню нових та вдосконаленню існуючих свердлуально-фрезерувальних патронів з метою підвищення їх точності, які опубліковані в 12-ти наукових роботах, в тому числі в двох заявках на патент України. Розглянуті питання синтезу нових прогресивних конструкцій патронів з підвищеними техніко-економічними характеристиками, при використанні системно-морфологічного та функціонально-вартісного підходу. Розроблена методика проектування самозатискних клинових свердлувальних патронів і технічні умови для їх виготовлення, а також проект стандарту на цангові фрезерувальні патрони. Результати досліджень впроваджені в народне господарство України.

Ключові слова: свердлувальний патрон, фрезерувальний патрон, синтез, системно-морфологічний підхід, радіальна точність, пружні віджаття, жорсткість, клиновий кулачок.

## Аннотация

Ромашко А.С. Синтез высокоточных клиновых сверлильно-фрезерных патронов для металлорежущих станков. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.03.01 - "Процессы механической обработки, станки и инструмент". Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев, 1997.

Диссертация посвящена решению проблемы повышения качества СФП для зажима осевых инструментов с цилиндрическим хвостовиком при минимальных затратах ресурсов. Защищаются результаты теоретических и экспериментальных исследований по созданию новых и усовершенствованию существующих сверлильно-фрезерных патронов с целью повышения их точности, которые опубликованы в 12-ти научных работах, в том числе в двух заявках на патент Украины. Рассмотрены вопросы синтеза высокоточных сверлильно-фрезерных патронов с повышенными

технико-экономическими характеристиками при использовании системно-морфологического и функционально-стоимостного подхода. Разработана методика проектирования самозажимных клиновых сверлильных патронов и технические условия для их изготовления, а также проект стандарта на цанговые фрезерные патроны. Результаты исследований внедрены в народное хозяйство Украины.

Ключевые слова: сверлильный патрон, фрезерный патрон, синтез, системно-морфологический подход, радиальная точность, упругие отжатия, жесткость, клиновой кулачок.

### Summary

Romashko A.S. Synthesis of superprecise drill and milling machine chucks for cutting tools. - Manuscript.

Dissertation to receive the candidate of technical science degree on field of speciality 05.03.01 - The process of mechanical machining, machines and tools. National technical university of Ukraine "Kiev Polytechnical Institute", Kiev, 1997.

Dissertation is devoted to the decision of a problem of increase of drill and milling machine chucks quality for clamping of axial cylindrical tools at minimum costs of resources. Results of theoretical and experimental researches on creation of new and improvement of existing drill and milling machine chucks with the purpose of increase of their precision are detended, which are published in 12 scientific work, including two Ukraine's patent applications. Questions of synthesis precisice drill and milling machine chucks with the increased technological characteristics are considered by use system-morfological and function-cost of the approach. The methodology of designing self-clamping wedge chucks and specifications for their manufacturing, and also project of the standart on collet milling chucks are dev loped. The results of researches are in use in Ukraine's industry.

Key words: drill chuck, milling machine chuck, synthesis, system-morfological approach, radial accuracy, elastic releas, rigity, wedge cam.

Здобувач



Ромашко А.С.



431474

AB 39.166

**AB 39.166**