

УДК 621.9.025.6/.7/.12

Настасенко В.О., к.т.н.

Херсонська державна морська академія

НОВІ РІЗАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ З МЕХАНІЧНИМ КРІПЛЕННЯМ БАГАТОГРАННИХ НЕПЕРЕТОЧУВАНИХ ПЛАСТИН БОКОВОЇ СХЕМИ РІЗАННЯ

***Анотація.** Розглянуті основні види установки швидкозмінних багатогранних непереточуваних пластин (БНП) в різальних інструментах і показано, що радіальний і тангенціальний види установки слід доповнити бічним. Показані відміни бічної установки БНП від бічного кріплення, що застосовується у відрізних різцях і торцевих фрезах. На їх базі створений новий вид відрізних, прорізних і канавочних різців та дискових і відрізних фрез, торцевих фрез і свердел для глибокого свердлення, що дозволяє створити новий напрямок їх винтезу. Конструкції нових БНП та інструментів розроблені на базі системних методів творчості, що дозволило охопити всі можливі їх варіанти, з яких понад 30 нових технічних рішень кожного з даних видів інструментів захищені патентами на винаходи України і Російської Федерації.*

***Аннотация.** Рассмотрены основные виды установки быстросменных многогранных неперетачиваемых пластин (МНП) в режущих инструментах и показано, что радиальный и тангенциальный виды следует дополнить боковым. Показаны отличия боковой установки МНП от их бокового крепления, используемого в отрезных резцах и торцевых фрезах. На их базе созданы новые виды отрезных, прорезных и канавочных резцов, дисковых и торцевых фрез, а также и сверл для кольцевого сверления, что позволяет создать новое направление в их конструировании. Конструкции новых МНП и инструментов разработаны на базе системных методов творчества, что позволило охватить все возможные их варианты, из которых более 30 технических решений каждого их даних видов инструментов защищены патентами на изобретения Украины и Российской Федерации.*

1. Вступ. Аналіз стану проблеми, постановка мети і задач досліджень. Різальні інструменти відносяться до найбільш поширених засобів, використовуваних в машнобудуванні для виробництва продукції. До найбільш прогресивного інструменту відноситься той, що оснащений багатогранними непереточуваними пластинами (БНП) з механічним кріпленням їх в корпусі, що забезпечує можливість його багаторазового використання, повороту БНП для установки нової різальної кромки і швидкої заміни їх при повному зносі без зняття

інструменту з верстата і вилучає потребу їх переточок. В свою чергу це усуває потреби у заточувальній ділянці з відповідними робочими і допоміжними площами, заточувальними верстатами, технологічними приладдями та іншим оснащенням, кваліфікованим основним і обслуговуючим персоналом, у витратах силової та освітлювальної електроенергії, заточувальних шліфувальних кругів, інструментів для їх правки, вимірювальних інструментів, змашувально-охолоджуючих та інших витратних матеріалів. В умовах постійного зростання вимог до якості, продуктивності та економічності виробництва промислової продукції, зростають вимоги до інструменту, що для цього використовується, тому проблеми його удосконалення і дослідження є актуальними і мають велике практичне і теоретичне значення.

В широкому різноматті існуючих різальних інструментів, їх конструкції постійно удосконалюються, тому немає основ стверджувати, що всі відомі варіанти вже вичерпані. Однак створення нових видів і цілих напрямків їх розвитку – є проблематичним, оскільки розробка різальних інструментів ведеться тривалий час і в сьогодення вони досягли високого рівня досконалості. В даних умовах відповідь на реальність таких перспектив можливо отримати, лише на базі системних методів творчості, здатних охопити і забезпечити аналіз усіх існуючих варіантів технічних рішень.

Потреба вирішення даних проблем дозволяє сформулювати *головну мету виконуваної роботи* – аналіз і синтез на базі системних методів пошуку нових технічних рішень нових видів БНП та різальних інструментів для їх оснащення, створення нових напрямків їх удосконалення з розробкою наукових основ для їх синтезу і проектування.

Задачами досліджень є:

- 1) аналіз і удосконалення схем різання, установки і закріплення БНП в різальних інструментах;
- 2) синтез нових конструкцій БНП на науковій основі, з використанням системних методів пошуку нових технічних рішень;
- 3) створення на базі синтезованих БНП нових видів високоефективних, високотехнологічних і високоекономічних конструкцій різальних інструментів, а саме: збірних відрізних і канавкових різців, дискових, відрізних і канавкових фрез, торцевих фрез і кільцевих свердел, в т.ч – для глибокого свердління;
- 4) розвиток теорії, методів і методик проектування запропонованих БНП та інструментів для їх оснащення на базі системних принципів розробки нових технічних рішень;
- 5) проведення досліджень і випробувань розроблених конструкцій БНП та оснащуваних ними різальних інструментів;

б) розробка техніко-економічних рекомендацій для високоєфективного синтезу, проектування і експлуатації запропонованих БНП та оснащуваних ними різальних інструментів.

Наукову новизну виконуваної роботи складає: обґрунтування на базі системних методів пошуку нових технічних рішень наукових основ синтезу БНП, принципів основ їх установки та кріплення у відрізних і канавкових різцях, дискових, відрізних і канавкових фрезах, торцевих фрезах та кільцевих свердлах, в т.ч. – для глибокого свердління, а також розвиток на цій базі теорії проектування БНП і нових видів різальних інструментів, які обумовлюють створення нових напрямків їх розвитку.

Практичну значимість виконуваної роботи складають:

1) створення наукових основ синтезу БНП на базі системних методів пошуку нових технічних рішень: – комплексно орієнтованого проектування і виробництва, морфологічного аналізу і синтезу, функціонально-вартісного поелементного та покрокового аналізу і синтезу;

2) наукова розробка нових принципів установки та кріплення БНП, які розширяють можливості їх використання у відрізних і канавкових різцях, дискових, відрізних, канавкових і торцевих фрезах та кільцевих свердлах, в т.ч. для глибокого свердління;

3) системна розробка нових видів БНП, відрізних і канавкових різців, дискових, відрізних, канавкових і торцевих фрез та кільцевих свердел, в т.ч. – для глибокого свердління

4) розвиток на базі системних принципів теорії проектування БНП і нових видів різальних інструментів та нових напрямків їх використання і розробки;

5) розробка системних методів і методик проектування запропонованих БНП і нових видів оснащених ними різальних інструментів;

6) розробка практичних рекомендацій з проектування й експлуатації нових БНП та різальних інструментів на базі проведених досліджень і випробувань.

7)

2. Основні положення для досягнення поставленої мети і завдань роботи. Серед різальних інструментів найбільш поширеними є ті, що мають радіальну установку БНП. Однак тангенціальна установка має переваги, за рахунок збільшення поперечного перетину різальних пластин у напрямку дії сил різання, що дозволяє збільшити глибину різання і подачу та відповідно підвищити продуктивність даних інструментів.

Проведений аналіз показав, що відомі види установки та пов'язані з ними схеми різання можуть складати дві грані кубу, тому на базі системних підходів, в роботі [1] вперше було доповнено їх

третьою гранню кубу, пов'язаною з бічною установкою та кріпленням різальних пластин, що наочно показує їх взаємний зв'язок і забезпечує завершеність даних систем різання і установки, як цільного комплексу (рис. 1).

Особливостями третьої схеми, які відрізняють її від двох попередніх, є: 1) поперечний рух подачі, 2) одночасне різання трьома різальними кромками, що дозволяє класифікувати її, як нову схему різання.

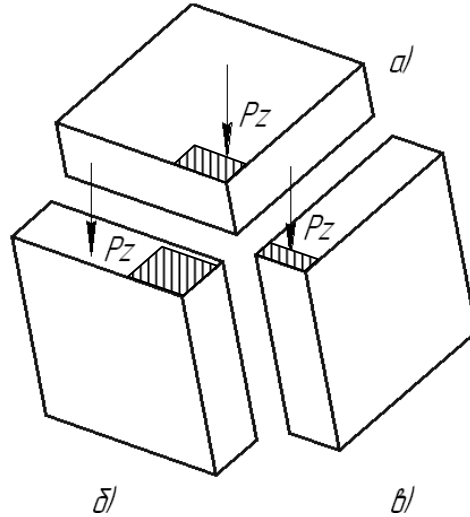


Рисунок 1 – Взаємозв'язок схем різання та установки різальних пластин на корпусі інструменту: а) радіальна, б) тангенціальна, в) бічна.

За новою схемою можливі: 1) бокова установка БНП з кріпленням їх по верхній та бічним граням, яка найбільш доцільна у відрізних різцях (рис. 2), 2) бокове кріплення БНП до корпусу через центральний отвір, яке може бути виконане у багатьох видах різальних інструментів.

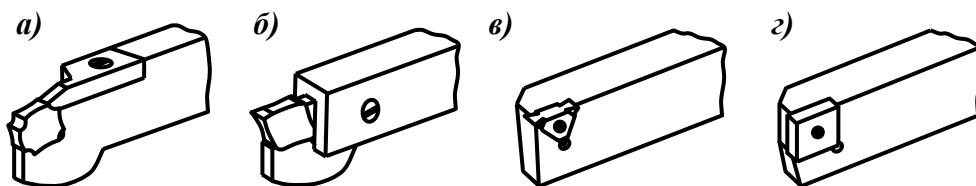


Рисунок 2 – Схеми: а), б) – бокової установки, в), г) – бокового кріплення БНП у відрізних різцях.

Реалізація третьої схеми різання можлива при видаленні у всіх видів БНП технологічних радіусних перехідних ділянок сполучення контуру бокових сторін (від величини яких залежить стійкість прес-

форм для виробництва БНП) – додатковою заточкою лисок або виїмок, як це показано на рис. 3.

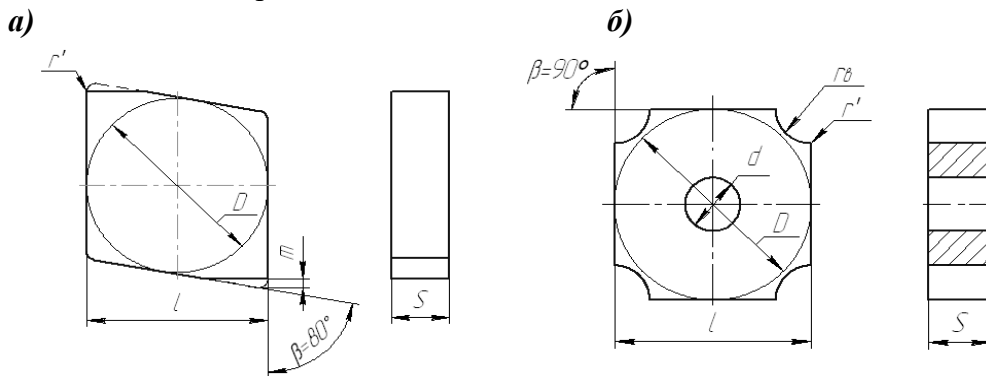


Рисунок 3 – Стандартні види БНП: а) з лисками m , б) с виїмками r_6 , які усувають технологічний перехідний радіус сполучення бічних сторін на вершинах контуру пластини.

Переваги бічної схеми різання: у порівнянні з радіальною – можливість збільшення подач і глибини різання, як у тангенціальній схеми, а в порівнянні з тангенціальною – зменшення ширини прорізи, що особливо важливо для відрізних різців, відрізних дискових фрез та кільцевих свердел.

Переваги бічної установки БНП над їх боковим кріпленням: 1) збільшення діаметру відрізки до повної довжини БНП, оскільки при їх бічному кріпленні гвинтом (рис. 2) виникають обмеження глибини різання до поверхні кріплення; 2) спрощення умов переустановки БНП після зносу різальних кромки; 3) зменшення часу на заміну БНП при повному їх зносі (при боковому кріпленні гвинтом – виникає потреба його повного вигвинчування).

На базі запропонованих схем (рис. 1 – 3), можлива розробка нових видів різальних інструментів і напрямків їх розвитку.

3. Системні принципи синтезу БНП і різальних інструментів. Одним із шляхів систематизації в сфері промислового виробництва є розвиток функціонально-орієнтованих технологій (ФОТ) [2], яким передувала розробка модульних технологій [3]. Однак в них не врахований весь життєвий цикл виробів, а лише його частина – виробництво та експлуатація, тому їх слід доповнити іншими взаємно пов'язаними етапами: проектуванням, конструюванням, ремонтом та утилізацією, схема яких приведена на рис. 4 [4]. При цьому етапи проектування, конструювання та виробництва – складають триєдине ядро зі спільною перехідною крапкою, оскільки вони нерозривні між собою, а експлуатація, ремонт і утилізація – складають оболонку цього ядра, як кінцеву мету розробок.



Рисунок 4 – Узагальнена структурна схема життєвого циклу технічних систем виробів та їх взаємного впливу.

Проведений в роботах [2, 5] аналіз показав, що основу виробництва складають запити Z , потреби і можливості M суспільства, які весь час зростають з урахуванням розвитку суспільства та його вимог. Структурна схема даної системи у вигляді окремих пов'язаних між собою пелюстків – макросистем, показана на рис. 5 і дозволяє безперешкодно збільшувати, або зменшувати кількість складових макросистем

собою пелюстків – макросистем, показана на рис. 5 і дозволяє безперешкодно збільшувати, або зменшувати кількість складових макросистем

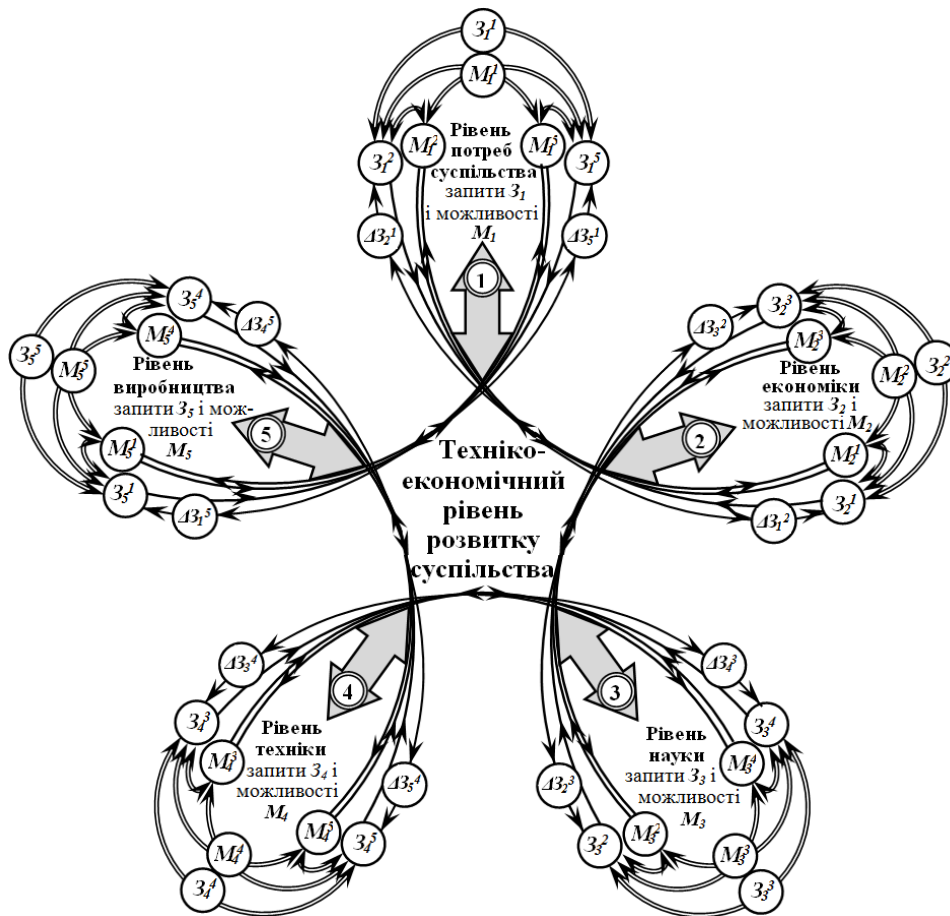


Рисунок 5 – Пелюсткова узагальнена структурна модель розвитку макросистем

При цьому зв'язок i, j запитів Z , потреб і можливостей M має взаємний вплив, вказаний стрілками, в рамках якого можливі такі стани:

$$Z_i^j > M_i^j \rightarrow \Pi_i^j \quad \text{Прогрес} \quad (1)$$

$$Z_i^j = M_i^j \rightarrow C_i^j \quad \text{Стагнація} \quad (2)$$

$$Z_i^j < M_i^j \rightarrow P_i^j \quad \text{Регрес} \quad (3)$$

$$Z_i^j > M_i^j \rightarrow \Delta Z_i^j \quad \text{Додатковий запит} \quad (4)$$

$$\Delta Z_i^j \leq M_i^j \rightarrow \Pi_{pn} \quad \text{Швидке рішення проблеми} \quad (5)$$

Перевищення рівня запитів (1) стимулює прогрес розвитку можливостей ситеми, а перевищення можливостей рівня запитів (3) – веде до регресу, однак є основою швидкого рішення проблеми (5), але в більшості випадків додатковий запит виходить за рамки відомого і потребує розвитку нових можливостей.

На базі узагальненої структурної моделі розроблені моделі розвитку запропонованих різальних інструментів, на рис. 6 наведений їх приклад для відрізних різців.

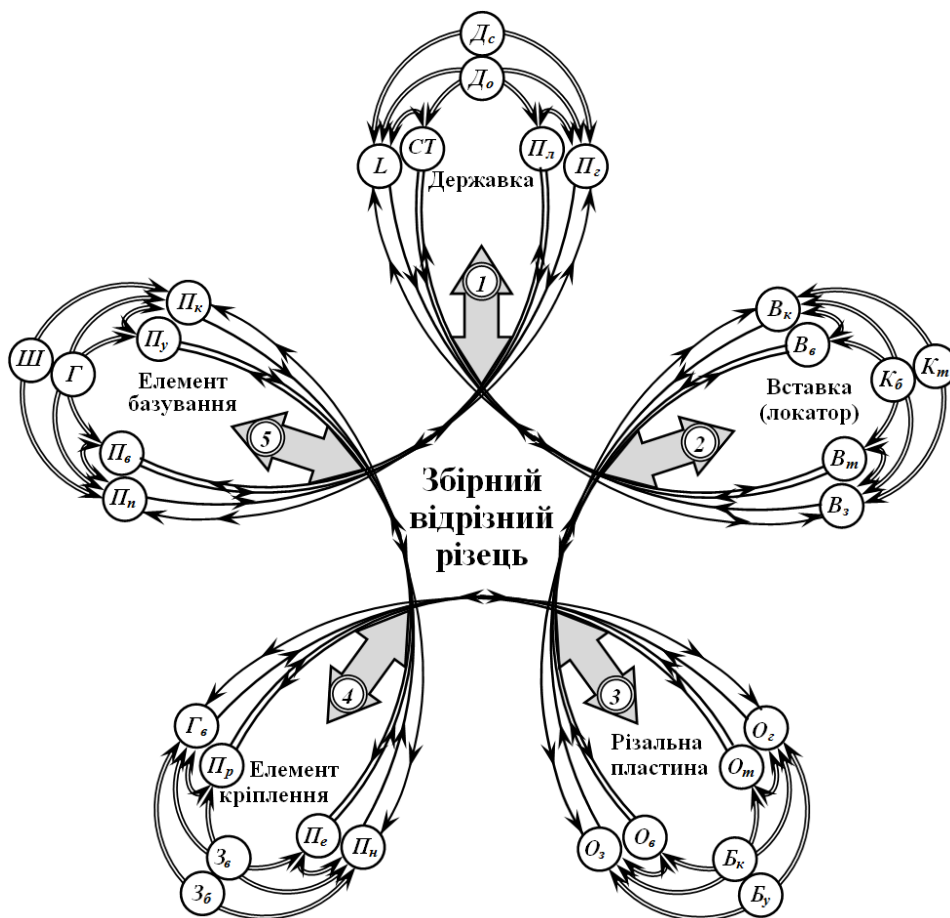


Рисунок 6 – Пелюсткова структурно-параметрична схема основних елементів відрізних різців з БНП та їх взаємних зв'язків.

Умовні позначення:

Державка D_c – спеціальна, D_o – осьова; L – з орієнтацією різальної частини під кутом 90° , CT – з нахилом різальної частини під кутом 45° ; $П_1$ – пласка, $П_2$ – з пружною головою.

Вставка (локатор) та її кріплення до державки: K_m – торцеве, K_b – бічне; B_k – вид кріплення; вид обробки виробу: B_v – внутрішня, B_m – торцева, B_z – зовнішня.

Різальна пластина (БНП – швидкозмінна багатогранна непереточувана): B_k – бокового кріплення, B_y – бокової установки; O_2 – одногранна; O_m – для торцевої обробки, O_v – для внутрішньої обробки, O_z – для зовнішньої обробки.

Елемент кріплення: Z_b – збоку, Z_v – зверху; G_B – гвинтом, $П_p$ – прихвatom, $П_e$ – пружним елементом, $П_n$ – П-подібною накладкою.

Елемент базування: $Ш$ – штифт (упор), $Г$ – гніздо; $П_n$ – пласка поверхня, $П_v$ – випукла поверхня; $П_y$ – увігнута поверхня; $П_k$ – поверхня з канавкою.

На базі запропонованих схем були розроблені, виготовлені, випробувані та впроваджені нові види БНП і 4 нових види різальних інструментів (рис. 7), захищених патентами РФ та України на винаходи:

- 1) відрізнi різці (патенти RU № 2366542, UA № 100795),
- 2) дискові і відрізнi фрези (патент UA № 91670),
- 3) торцеві фрези (патент RU № 2318634),
- 4) головки кільцевих свердел для глибокого свердління (заявка на патент на винахід RU № 2014102997/20).

Для синтезу нових конструкцій БНП та інструментів був використаний метод морфологічного аналізу, завдяки якому зпочатку були охоплені більше мільйона конструкцій [6]. Для кожного з розроблених видів інструментів були винайдені від 30 до 80 конструктивних виконань, новизна яких підтверджена у вказаних вище патентах, кожен з яких має понад 20 пунктів формули винаходу. Це дозволяє стверджувати про створення нового напрямку їх розробки.

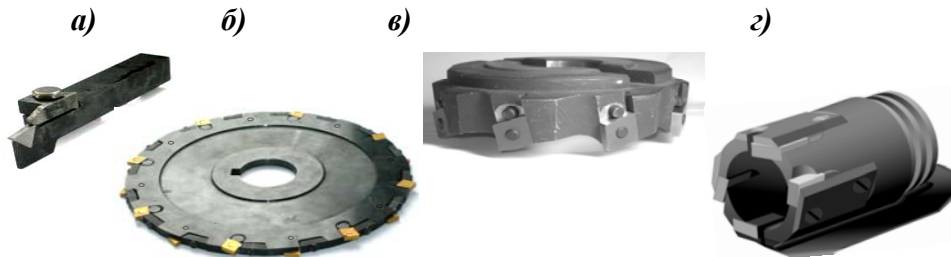


Рисунок 7 – Виготовлені та випробувані нові види різальних інструментів з боковою установкою і кріпленням БНП: а) відрізнi різці, б) дискові і відрізнi фрези, в) торцеві фрези, г) головки кільцевих свердел для глибокого свердління

Дані конструктивні виконання різальних інструментів є базовими для цілої низки інших винайдених їх варіантів, яких немає серед інструментів в загальній класифікації продукції (ЗКП), що дозволяє віднести їх до нових різновидів.

ВИСНОВКИ

1. Системний аналіз основних видів і різновидів ріжучих інструментів та схем різання ними показав, що радіальну і тангенціальну схеми слід доповнити бічною установкою й бічним кріпленням різальних пластин, особливостями яких є участь у різанні 3-х різальних крайок – поперечної головної та 2-х бічних допоміжних, при радіальній подачі інструменту. На цій базі можлива розробка нових видів і різновидів збірних відрізних і канавкових різців, дискових відрізних і канавкових фрез, торцевих фрез і кільцевих свердел, яких ще немає в існуючій класифікації ріжучих інструментів, що дозволяє вважати їх новим напрямком у розробці ріжучих інструментів.

2. Використовувані в даний час швидкозмінні багаторанні непереточувані ріжучі пластини (БНП) для збірних канавкових і відрізних різців провідних світових фірм мають від 1 до 5 ріжучих лез, але у багатолезових – мають істотні недоліки: складну конструкцію і малу глибину різання (6 ... 10 мм). Усувають дані недоліки БНП, які пропонувані в патентах на винаходи Російської Федерації № 2366542, 2318634 та України № 91670, 100795, що сформовані на базі типових різальних пластин ГОСТ 19043-80...ГОСТ 19081-80, ГОСТ 24247-80... ...ГОСТ 24257-80, що мають широке застосування в промисловості, у яких перехідні радіусні ділянки на вершинах усунені додатковим заточуванням лисок, дугових виїмок або виступів. Глибина різання ними збільшилася до 90% довжини граней пластин (від 9 до 22 мм), а кількість ріжучих кромок збільшилася від 6 до 12 штук.

3. Розроблені принципи системного проектування БНП для оснащення ними різальних інструментів на базі методів морфологічного аналізу і поелементного проектування, які дозволили охопити все поле можливих технічних рішень і виділити з багатьох мільйонів початкових комбінацій більше 90 конструкцій, захищених патентами на винаходи, що включають нові форми БНП з лисками і виїмками на вершинах, виступами і піднутреннями на їх бічних і торцевих поверхнях.

4. Отримані розрахункові залежності та проведено розрахунки параметрів лисок, виїмок, бічних виступів і піднутрень залежно від форми і розмірів БНП, а також від умов їх формування в дрібносерійному і масовому виробництвах, які показали, що найбільш доцільними є тригранні і квадратні БНП з дуговими виїмками біля вершин, що подвоюють кількість ріжучих кромок і забезпечують

сприятливі умови для зрізу, розміщення і сходу стружки за рахунок збільшення радіусу цих виїмок до 5...10 мм. Розроблені та досліджені заготовки для запропонованих БНП, що знижують трудомісткість їх пресування і заточки, та дозволяють заощадити від 4 до 29% інструментального матеріалу початкових БНП.

5. Визначено умови бічної установки і кріплення БНП в гнізді корпусу і визначені умови мінімізації напружень, що виникають при цьому, які показали, що для відрізних різців найбільш доцільними є виконання 3-х гранних БНП з лисками, а найкращі умови забезпечує кут гнізда $41^{\circ}30'$. Для дискових фрез найбільш доцільними є виконання ромбічних і квадратних БНП з лисками або дуговими виїмками, а для головок кільцевих свердел – ромбічні і спеціальні з подвоєними різальними кромками.

ЛІТЕРАТУРА

1. Настасенко В.А., Бабий М.В., Блах І.В. Вирич В.В. Новые конструкции многогранных неперетачиваемых пластин боковой установки. //Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, 2011. Вип. 41. – с. 186–194.

2. Михайлов А.Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. –346 с.

3. Базров Б.М. Модульные технологии. –М.: Машиностроение, 2000. –368 с.

4. Настасенко В.А., Бабий М.В., Вирич В.В. Функционально-ориентированные принципы проектирования отрезных резцов и дисковых фрез с боковой установкой неперетачиваемых пластин // Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, 2011. Вип. 42. –С. 212–221.

5. Настасенко В.А., Маляренко А.Д. Комплексно ориентированная разработка и производство режущих инструментов с учетом материаловедческих и технологических факторов // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування. 6-та Міжнародна науково-практична конференція . – Херсон: ХДМА. – С. 143-146.

6. Настасенко В.А. Морфологический анализ – метод синтеза тысяч изобретений. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Херсон: изд. “Айлант” 2015. – 100 с.