

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТОКАРНИХ РІЗЦІВ ГНУЧКИХ КОНСТРУКЦІЙ

**Матюха П.Г., Гриньов Ю.О. Скринніков В.С.**

*(ДонНту, м. Донецьк, Україна)*

Створення адаптивних і гнучких конструкцій інструментів, інструментів із самопідналагодженням у процесі роботи, з регульованими виконавчими розмірами та геометричними параметрами ріжучих лез залежно від умов оброблення й фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу є новим напрямком у розвитку різальних інструментів. Цей напрямок у найбільшій мірі відповідає потребам сучасного машинобудування, яке орієнтоване на запити ринку, і повинне мати достатню гнучкість, що забезпечує швидке переналагодження на випуск нової продукції.

Аналіз технічної літератури [1, 2, 3, 4] і патентних матеріалів [5] показав, що сьогодні є відомості про окремі конструкції токарних різців, які мають розширені технологічні можливості, розроблена теорія створення гнучких конструкцій різців і систем на їх основі для важких верстатів на основі агрегатно-модульного принципу [1, 4]. Разом з тим, у літературі відсутні загальні методологічні підходи при проектуванні гнучких конструкцій токарних різців для середніх верстатів, а виконати проектування таких інструментів за допомогою існуючих методик [6, 7] не можливо.

Метою роботи є вдосконалювання теорії проектування токарних різців з регульованими геометричними параметрами різальних лез, заснованої на особливостях їхніх конструкцій.

Для проектування токарних різців гнучких конструкцій нами пропонуються наступні етапи проектування:

1) визначення вихідних даних, які повинні включати: відомості про масив деталей, що підлягають виготовленню (характеристики оброблюваних матеріалів, геометрична форма й розміри заготовок, припуски на оброблення, вимоги по точності й шорсткості обробленої поверхні, режими оброблення (глибина різання –  $t$ , подача –  $s$ , швидкість різання –  $V$ ));

2) обґрунтування способу досягнення гнучкості різця по домінуючому параметру й вибір (створення) уніфікованої конструкції, що реалізує обраний спосіб;

3) вибір інструментальних матеріалів;

4) оптимізація геометричних і конструктивних параметрів робочої частини по величині діапазону регулювання;

5) визначення розмірів поперечного перерізу державки;

6) оптимізація конструктивних елементів вузла кріплення або визначення обмежуючих режимів оброблення з умов міцності вузла кріплення робочої частини до державки.

Розглянемо методологічні підходи при рішенні кожного з етапів проектування.

Формування банку вихідних даних, необхідного для проектування різців гнучкої конструкції, доцільно здійснювати на основі аналізу конструкторської й технологічної документації, з використанням реєстрації даних на ПВМ із подальшим групуванням факторів.

Групування варто здійснювати:

- по розмірних параметрах верстата;
- по групах оброблюваних матеріалів;

- по припусках або глибинам різання;
- по відношенню максимальної довжини до максимального діаметра заготовки  $L/D$  і таке інше.

За результатами групування визначається застосовність факторів  $q$ , що являє собою відношення числа  $n$  використовуваного конкретного значення досліджуваного фактора до загального числа даних  $N$  по цьому ж фактору [1].

При обґрунтуванні способу забезпечення гнучкості різця варто виходити з того, що всі існуючі способи базуються на відділенні робочої частини від державки [8]. При цьому в модульних конструкціях здійснюється заміна робочої частини, а в переналагоджуваних і регульованих конструкціях - поворот робочої частини навколо трьох взаємо-перпендикулярних осей, а також лінійних переміщень робочої частини відносно державки (рис. 1 а, б).

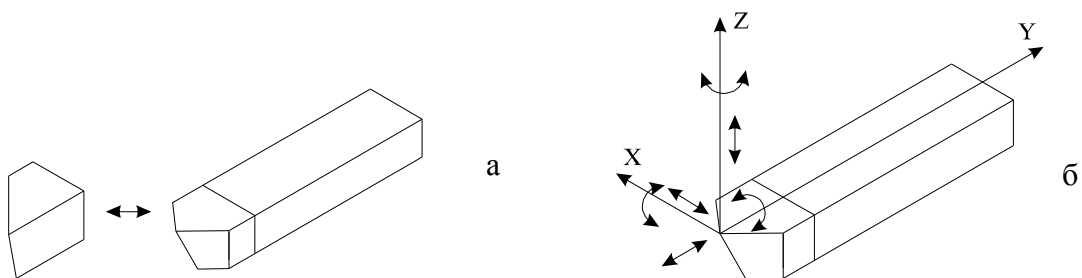


Рис. 1. Принципи підвищення універсальності токарних різців  
а – шляхом заміни робочої частини;  
б – шляхом обертань і переміщень робочої частини

До недоліків різців, у яких гнучкість забезпечується використанням модульного принципу, варто віднести високу трудомісткість виготовлення робочої частини, обумовлену потребою у високоточних елементах базування робочої частини на державці й потребою в спеціальних, громіздких і складних вузлах для закріплення й зміни робочої частини на державці.

При виборі регульованого параметра варто виходити з його можливості збільшити гнучкість конструкції. У більшості випадків таким параметром є головний кут у плані  $\varphi$ , тому що змінюючи його, можна змінити завантаження активної частини ріжучої кромки й здійснити перерозподіл величин складових сили різання  $P_y$  і  $P_x$  залежно від жорсткості заготовки. Його зменшення підвищує міцність вершини різця, поліпшує відведення тепла, але збільшує сили різання, тертя об оброблювану поверхню й відтискування деталі. Крім того, кут у плані  $\varphi$  залежить від умов оброблення – точіння на прохід, в упор, підрізування торця й т. і.

Різці переналагоджуваних і регульованих конструкцій варто створювати з використанням у якості змінної робочої частини багатограних пластин, що не переточуються, (БНП). Гнучкість різців, оснащених БНП, рекомендується забезпечувати зміною кута в плані  $\varphi$  за рахунок повороту робочої частини навколо осі, яка перпендикулярна опорній поверхні БНП (рис. 2) [9], або установкою на ту саму державку змінних вставок або підкладок, що несуть БНП із різним числом граней (рис. 3) [10].

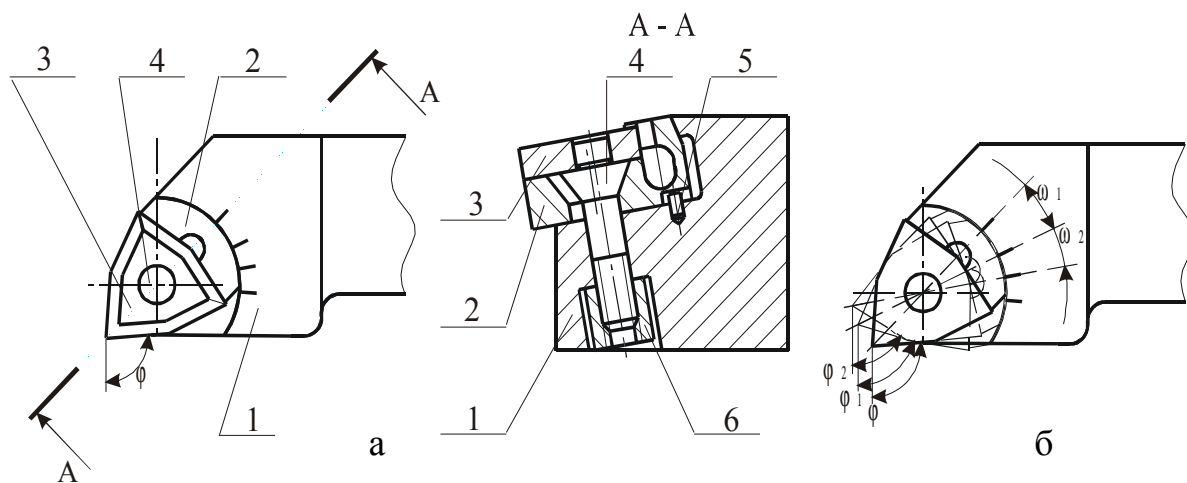


Рис. 2. Універсально-збірний різець з поворотною робочою частиною:  
 1 – державка; 2 – поворотна підкладка; 3 – БНП; 4 – штифт для закріплення робочої частини; 5 – штифт фіксації положення робочої частини

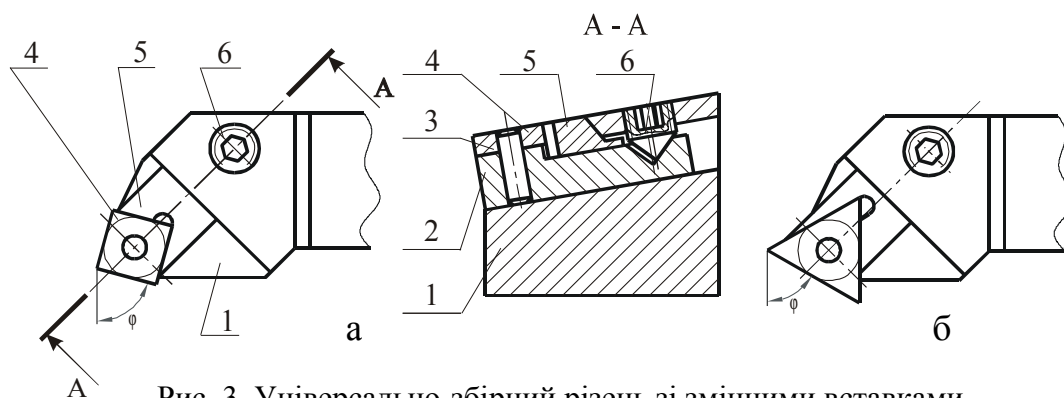


Рис. 3. Універсально-збірний різець зі змінними вставками  
 1 – державка; 2 – змінна вставка; 3 – штифт; 4 – БНП; 5 – базуючий елемент; 6 - гвинт

Вибір марки інструментальних матеріалів здійснюється на підставі існуючих рекомендацій залежно від марки оброблюваного матеріалу, стану поверхні заготовки й способу її одержання, характеру обробки - чорнової або чистої, безперервної або переривчастої. Гнучкість різця по цьому параметрі забезпечується використанням БНП із відповідного матеріалу.

Розміри БНП розраховують виходячи з величини припуску, його характеру (рівномірний або нерівномірний). При цьому доцільно, щоб участь у різанні приймало до 2/3 довжини різальної кромки  $l_k$

$$l_k = t_{max} / \sin \varphi_{min},$$

де  $t_{max}$  – максимальне значення глибини різання;

$\varphi_{min}$  – мінімальне значення головного кута в плані.

Число граней БНП для різців з поворотною робочою частиною розраховується за формулою

$$n = 360 / (\varphi_{max} + \varphi_{lmin}),$$

де  $\varphi_{max}$  і  $\varphi_{lmin}$  – відповідно, максимальне значення головного й мінімальне значення допоміжного кутів у плані.

Число граней БНП для різців із змінними підкладками розраховується за відомою формулою [2]

$$n = 360 / (\varphi + \varphi_l),$$

де  $\varphi$  і  $\varphi_l$  – відповідно задані головний і допоміжний кути в плані.

Неціле значення  $n$  округляють до цілого, змінюючи кут  $\varphi_l$ , що повинен бути в межах 5 - 30°.

Після вибору форми пластини виконується оптимізація геометричних параметрів робочої частини, при якій критерієм оптимізації є діапазон зміни головних кутів у плані, що задовольняє необхідній гнучкості конструкції. Як технічне обмеження виступають припустимі значення задніх кутів на головній і допоміжній різальних кромках.

З цією метою в різцях з поворотною робочою частиною визначаються параметри опорної поверхні під базове положення негативної БНП із заданими геометричними параметрами на головній різальній кромці. Потім, за допомогою методів векторної алгебри, розраховуються геометричні параметри допоміжної різальної кромки в базовому положенні. За допомогою формул, що дозволяють визначати геометричні параметри ріжучої частини після її повороту відносного базового положення, визначаються граничні значення положення робочої частини, що задовольняють технічним обмеженням.

У конструкціях різців, гнучкість яких забезпечується за допомогою змінних підкладок, що несуть БНП різної форми, при оптимізації робочої частини визначаються форма базової ріжучої пластини й параметри опорної поверхні під неї. Потім перевіряється можливість установа на ту саму опорну поверхню пластин іншої форми з метою розширення діапазону зміни головних кутів у плані при задоволенні технічних обмежень.

Розміри поперечного перерізу державки різця визначають за відомими методиками з розрахунку на міцність, з огляду тільки на головну складову сили різання  $P_z$ , що викликає вигин державки [2]. Згинаючий момент, який діє на державку різця

$$M = P_z l,$$

де  $l$  – виліт державки різця,  $l = (1, 0 \dots 1 \dots 1, 5)H$

Тут  $H$  – висота державки різця.

Згинаючий момент, що допускається розмірами поперечного перетину державки різця

$$M_p = \sigma_i W,$$

де  $\sigma_i$  – допустиме напруження на вигин, Н/мм<sup>2</sup>;

$W$  – момент опору перетину державки різця, мм<sup>3</sup>.

Для прямокутного перетину

$$W = BH^2/6,$$

де  $B$  – ширина державки різця, мм.

Для різців квадратного перетину

$$W = B^3/6,$$

а для різців круглого перетину

$$W = 0,1d^3,$$

де  $d$  – діаметр державки різця.

Приймаючи, що  $M = M_p$  з урахуванням того, що співвідношення  $H/B = 1,6$ ; одержимо:

для різця прямокутного перетину

$$B = 3\sqrt[3]{\frac{2,34P_z l}{\sigma_u}},$$

для різця квадратного перетину

$$B = 3\sqrt[3]{\frac{6P_z l}{\sigma_u}},$$

для різця круглого перетину

$$d = 3\sqrt[3]{\frac{10P_z l}{\sigma_u}}.$$

Розміри поперечного перетину державок можна також вибирати за паспортними даними верстата, приймаючи їх максимально можливими, з наступною перевіркою величини напруг у найнебезпечнішому перетині.

Для оптимізації конструктивних параметрів елементів вузла кріплення робочої частини до державки або визначення граничних значень подач, що допускаються вузлом кріплення, розробляється математична модель умов закріплення робочої частини на державці, що містить рівняння рівноваги робочої частини під дією активних сил з боку елементів кріплення й складових сили різання, а також реакцій на базуючих поверхнях.

Критерієм оптимізації при цьому виступають розміри елементів кріплення й матеріали, з яких вони виготовлені. В якості технічних обмежень використовують габаритні розміри робочої частини й державки. Вузол кріплення вважається працездатним, якщо величина припустимих подач, обмежених вузлом кріплення робочої частини до державки, перевищує хоча б одну з подач, що обмежені міцністю пластини твердого сплаву, точністю оброблення, параметрами шорсткості обробленої поверхні, міцністю механізму подач верстата.

Запропонована методика проектування токарних різців гнучких конструкцій дозволить створити працездатні інструменти, що забезпечують зниження металоємності систем різців на їхній основі на 50% - 80% і часткового вивільнення складських площ під рідко використовуваний інструмент. Запропоновані конструкції регульованих і переналагоджуваних різців не тільки не поступаються за режимами і якістю оброблення стандартним інструментам, але й перевищують останні по універсальності й ступеню уніфікації.

**Список літератури:** 1. Сборный твердосплавный инструмент/ Г.Л.Хаега, В.М.Гаха, К.Г.Громаков и др.; Под общ. ред. Г.Л.Хаега. – М.: Машиностроение, 1989. – 256 с. 2. Металлорежущие инструменты: Учебник для вузов по специальности «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты» / Г.Н.Сахаров, О.Б.Арбузов, Ю.Л.Боровой и др. – М.: Машиностроение, 1989 – 328с. 3. НАУПТКАТАЛОГ 2001. werkzeuge fur drehmaschinen. 12/01 LCAT. 01D. 820 p. 4.

Мироненко С.В. Наукові основи створення систем агрегатно-модульних інструментів для важких верстатів: Дис...докт. техн. наук: 050301/ НТУ “Харківський політехнічний інститут”. – Харків, 2004. 33с. **5.** Инструмент с взаимозаменяемыми многоугольными вставными пластинками. Заявка Японии 3 58 – 3085. Оpubл. 83. 06.27. Бюл. №2 – 753 **6.** Проектирование и расчет металлорежущего инструмента на ЭВМ: Учеб. пособие для вузов / О.В.Таратынов, Г.Г.Земсков, Ю.П.Тарамыкин и др.; Под ред. О.В.Таратынова, Ю.П.Тарамыкина. – М.: Высш. шк., 1991. – 423 с. **7.** Проектирование и производство режущего инструмента /М.И. Юликов, В.И. Горбунов, Н.В. Колесов. – М.: Машиностроение, 1987. – 296 с. **8.** Матюха П.Г., Гринев Ю.А. Современные способы повышения универсальности токарных резцов//Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве. Труды 4-й междуна. науч.-техн. конф., 23-24 октября 2001 г. – Харьков: ХНПК «ФЭД», 2001.С. 99-101. **9.** Універсально-збірний інструмент: Патент України №51167 А МКІ 7 В23В27/16./МатюхаП.Г., Гриньов Ю.О., Скринніков В.С., Брежний С.А. Оpubл.15.11.2002. Бюл. №11. **10.** Різальний інструмент: Патент України на винахід №51165 В23 В27/16. / Матюха П.Г., Скринніков В.С., Гриньов Ю.О., Жук А.С. Оpubл. 15.11.2002. Бюл. № 11.

#### ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТОКАРНИХ РІЗЦІВ ГНУЧКИХ КОНСТРУКЦІЙ

Матюха П.Г., Гриньов Ю.О., Скринніков В.С.

У статті розглянуті особливості проектування токарних різців гнучких конструкцій, викладена методологія проектування різців зазначеного типу різців.

#### ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТОКАРНЫХ РЕЗЦОВ ГИБКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Матюха П.Г., Гринёв Ю.А., Скрынников В.С.

В статье рассмотрены особенности проектирования токарных резцов гибкой конструкции, изложена методология проектирования резцов подобного типа.

#### DESIGN FEATURES OF FLEXIBLE-TYPE TURNING CUTTERS

Matjuha P.G., Grinyov Y.A., Skrinnykov V.S.

In the paper the design features of flexible-type turning cutters are considered. Methodology of design of these cutters is described.

Рецензент: д.т.н., проф. Малишко І.О.