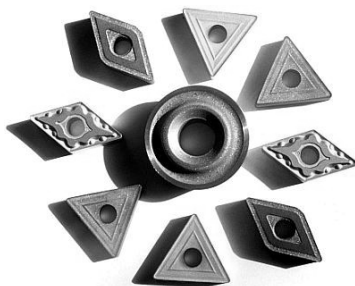
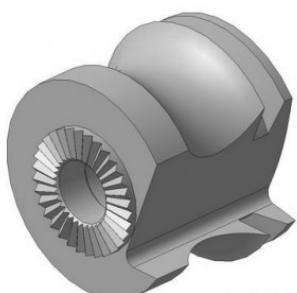


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

РІЖУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ



Дніпропетровськ
2012

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра технології гірничого машинобудування

РІЖУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

для студентів напряму підготовки
6.050502 Інженерна механіка

Дніпропетровськ
НГУ
2012

Ріжучий інструмент. Лабораторний практикум для студентів напряму підготовки 6.050502 Інженерна механіка / В.В. Зіль, О.О. Богданов. – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 31 с.

Автори:

В.В. Зіль, канд. техн. наук, доц. (лаб. роботи № 1, 2);

О.О. Богданов, асист. (лаб. робота № 3).

Затверджено до видання редакційною радою Державного ВНЗ «НГУ» (протокол № 1 від 14.03.2012) за поданням методичної комісії напряму підготовки 6.050502 Інженерна механіка (протокол № 1 від 21.02. 2012).

Відповідальний за випуск завідувач кафедри технології гірничого машинобудування, д-р техн. наук, проф. Р.П. Дідик.

ЗМІСТ

Зміст	3
1. Лабораторна робота № 1	
Дослідження конструкцій та геометричних параметрів різців з механічним кріпленням пластин	4
2. Лабораторна робота № 2	
Проектування та дослідження фасонних різців	11
3. Лабораторна робота № 3	
Дослідження точності і розподіл навантаження мітчиків в комплекті	20
Література	30

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Дослідження конструкцій та геометричних параметрів різців з механічним кріпленням пластин

Мета роботи: набути навичок та засвоїти методику конструктивного оформлення і розрахунку основних параметрів різців з механічним кріпленням пластин.

Завдання 1:

вивчити та виконати ескіз різних конструкцій робочої частини різців із зазначенням розмірів (4 різновиди); проаналізувати їх та дати рекомендації до застосування.

Завдання 2:

а) за заданими умовами роботи різця (див. варіант завдання) вибрати конструкцію та геометричні параметри різця;

б) провести необхідні теоретичні розрахунки;

в) за проведеними розрахунками фрезерувати гніздо на державці під пластину;

г) перевірити та проаналізувати отримані результати, порівняти їх з допустимими значеннями параметрів (табл. 1-3).

Обладнання:

набір різців з різними конструкціями елементів механічного кріплення пластин; ключ; кутомір універсальний; штангенциркуль; верстат вертикально-фрезерний; лещата поворотні трьох координатні; заготовки стрижнів різців (алюміній, дерево і т.п.), альбом з ескізами різців.

Загальні відомості

Багатогранні пластини, що не переточуються і не мають задніх кутів, встановлюють в гніздо корпусу різця під певними кутами. Нижче наведена методика приблизного розрахунку цих кутів та кутів повороту корпусу різця у трьохкомпонентних лещатах при фрезеруванні гнізда на вертикально-фрезерному верстаті. Потрібно мати на увазі, що геометричні параметри різця з багатогранною пластиною (кути φ , φ_1 , γ , α , α_1 , λ) не можна задавати незалежно один від одного, як у цільних різцях, тому що вони зв'язані як з формою пластини, так і між собою. Незалежно один від одного можуть бути задані значення кутів φ , γ і λ , кількості граней та форми пластини.

Згідно з заданими умовами обробки (табл. 1, 2, 3) обирають форму багатогранної пластини і визначають кількість граней

$$n = \frac{360}{(\varphi + \varphi_1)} \quad (1)$$

Якщо кількість граней виявиться дробовою, її округляють до цілого числа, змінюючи допоміжний кут в плані φ_1 .

Потім визначають кут повороту v опорної площини пластини, відносно основної площини різця, а також положення основної вісі повороту Т-Т, відносно головної ріжучої кромки (кут $90^\circ - \theta$) за формулами

$$\operatorname{tg} v = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \theta}, \quad (2)$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \eta}{(\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \eta)}, \quad (3)$$

де η – кут при вершині пластини:

$$\eta = \frac{[180 \cdot (n - 2)]}{n}, \quad (4)$$

Кут нахилу головної ріжучої кромки визначають за формулою

$$\operatorname{tg} \lambda = \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \theta, \quad (5)$$

а передній кут $\gamma = \gamma_{\text{пл}} - \alpha$,

де $\gamma_{\text{пл}}$ – передній кут пластини у статичному положенні.

Для перевірки виконаних розрахунків, опорну поверхню гнізда корпусу обробляють на макеті різця. Макет закріплюють у трьох поворотних лещатах. Для встановлення лещат необхідно визначити кути повороту їх окремих частин навколо відповідних осей. Задля цього, опорну площину гнізда під пластину задають двома прямими, розташованими в поперечному перерізі корпусу під кутом ω_2 і в подовжньому перерізі під кутом ω_1 (див. рис. 1).

Кути ω_1 та ω_2 визначають за формулами

$$\operatorname{tg} \omega_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \lambda} \cdot \cos \varphi + \operatorname{tg} \lambda \cdot \sin \varphi, \quad (6)$$

$$\operatorname{tg} \omega_2 = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \lambda} \cdot \cos \varphi - \operatorname{tg} \lambda \cdot \cos \varphi \quad (7)$$

При фрезеруванні, корпус різця встановлюють основною площиною на опорну поверхню лещат і після двох послідовних поворотів навколо горизонтальної вісі, паралельної до напрямку подачі, на кут ω_1 і горизонтальної вісі, перпендикулярної до напрямку подачі, на кут ω_2 опорна поверхня гнізда під пластину займе положення, паралельне площині фрезерування.

Після обробки опорної поверхні, орієнтацію пластини роблять за головним кутом в плані φ . Після закріплення пластини виміряють і аналізують величини фактичних значень геометричних параметрів різця – α , α_1 , φ , λ , γ . При їх відхиленні, перевищуючих максимальні допустимі значення (табл. 1, 2, 3), перевіряють розрахунок та повторюють роботу.

Незважаючи на величезне різноманіття конструкцій і схем вузлів кріплення змінних багатогранних пластин (БП) в державках, у промисловості використовують досить обмежене число. Наприклад, для зовнішнього точіння і розточування на верстатах легких і середніх серій прийняті 4 базові схеми (ГОСТ 26476-85) конструкції вузлів кріплення змінних багатогранних пластин (рис. 2):

- без отвору – прихватком (тип *C*); (див. рис. 2, а);
- з циліндричним отвором – важільним механізмом (тип *P*); (див. рис. 2, б);
- з конічним отвором – гвинтовим механізмом (тип *S*); (див. рис. 2, в);
- штифтом та прихватком (тип *M*); (див. рис. 2, г).

Закріплення пластин за методом *C* (рис. 2, а) широко застосовують для токарних різців, що використовуються на автомобільних заводах. За таким методом закріплення, пластини базують у закритому гнізді державки по двом базовим поверхням і зверху притискають до опорної поверхні прихватком. Швидке знімання пластини забезпечується диференційним гвинтом. Застосовують трьохгранні, квадратні, ромбічні та паралелограмні змінні багатогранні пластини (ЗБП).

ЗБП з центральним отвором закріплюють важільним механізмом (рис. 2, б) за методом *P*. Пластину базують у закритому гнізді державки, а важіль, що приводиться до руху гвинтом, підтягує її до двох бічних стінок гнізда. Конструкція забезпечує можливість швидкого і точного повороту та зміни ЗБП і надійність її закріплення. Застосовують для конструкцій обробки на верстатах з ЧПК, ГПМ та ГПС.

Закріплення ЗБП за методом *S* має певні переваги: невелика кількість деталей, компактність вузла закріплення, врізка пластини в гніздо державки паралельно основній площині, що покращує технологічність конструкції, відсутність виступаючих частин забезпечує безперешкодний схід стружки. Метод призначений для різців з невеликим перерізом державки.

Для виконання попередніх та остаточних операцій одним різцем, на універсальних верстатах з ручним керуванням, розроблені різці з кріпленням ЗБП за типом *M*. Клин притискає ЗБП не тільки до штифта, але й до опорної поверхні гнізда державки. Досвід застосування таких різців на заводах показав їх надійність та ефективність.

Порядок виконання роботи

1. Візуально вивчити запропоновані зразки різців. Розібрати різець на складальні елементи, провести виміри; виконати ескізи робочої частини різця з необхідними видами та розтинами, нанести необхідні розміри та геометричні параметри.
2. Згідно з умовами роботи різця, за таблицями 1, 2, 3 призначити кути α , γ , φ , φ_1 . За формулами (1-8) розрахувати геометричні параметри η , ν , α , θ , λ , γ , ω_1 , ω_2 .
3. Налаштувати верстат на фрезерування пазу. Встановити заготовку під кутом ω_1 та ω_2 у трьох компонентні лещата. Фрезерувати паз.
4. Виміряти виготовлену державку: θ , ν , α , α_1 ; порівняти отримані параметри з максимально допустимими.
5. Зробити висновки по роботі.

Звіт по роботі повинен містити:

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Завдання.
4. Ескізи робочої частини різців – 4 шт.
5. Теоретичні розрахунки кута повороту пластини.
6. Ескіз корпусу різця з геометричними параметрами.
7. Висновок.

Таблиця 1

Орієнтовні значення кутів γ і α різців з механічним кріпленням
твердосплавних пластин

Матеріал, що оброблюється	$\alpha, ^\circ$	Допуск $T\alpha, ^\circ$	$\gamma, ^\circ$	Допуск $T\gamma, ^\circ$
1. Вуглецеві і леговані сталі:	6	+1	12..15	± 1 при $\gamma \leq 12^\circ$
1.1 $\sigma_B < 800$ МПа			10	
1.2 $\sigma_B = 800..1000$ МПа			-5..-10	
1.3 $\sigma_B > 1000$ МПа				
2. Сірий чавун:				
2.1 ≤ 220 HB	6		12	
2.2 > 220 HB	6		5..8	
3. Алюміній, легований алюміній:				
3.1 ≤ 60 HB	10..15		15..20	
3.2 $> 60..100$ HB	10..15		15..20	

Таблиця 2

Значення кута φ в залежності від виду обробки

Вид обробки	$\varphi, ^\circ$	Допуск $T\varphi, ^\circ$
1. Чистова обробка з малими глибинами різання при високій жорсткості СПД	10..20	± 2
2. Точіння в умовах достатньої жорсткості СПД	30..45	
3. Точіння в умовах зниженої жорсткості СПД	60..75	
4. Підрізка, прорізка, відрізка, розточування ступінчастих поверхонь в умовах малої жорсткості (велика довжина заготовки)	90	
5. Обточування ступінчастих та фасонних поверхонь з подовжньою та поперечною подачами по копіру або з керуванням ЧПК	90; 93; 95	

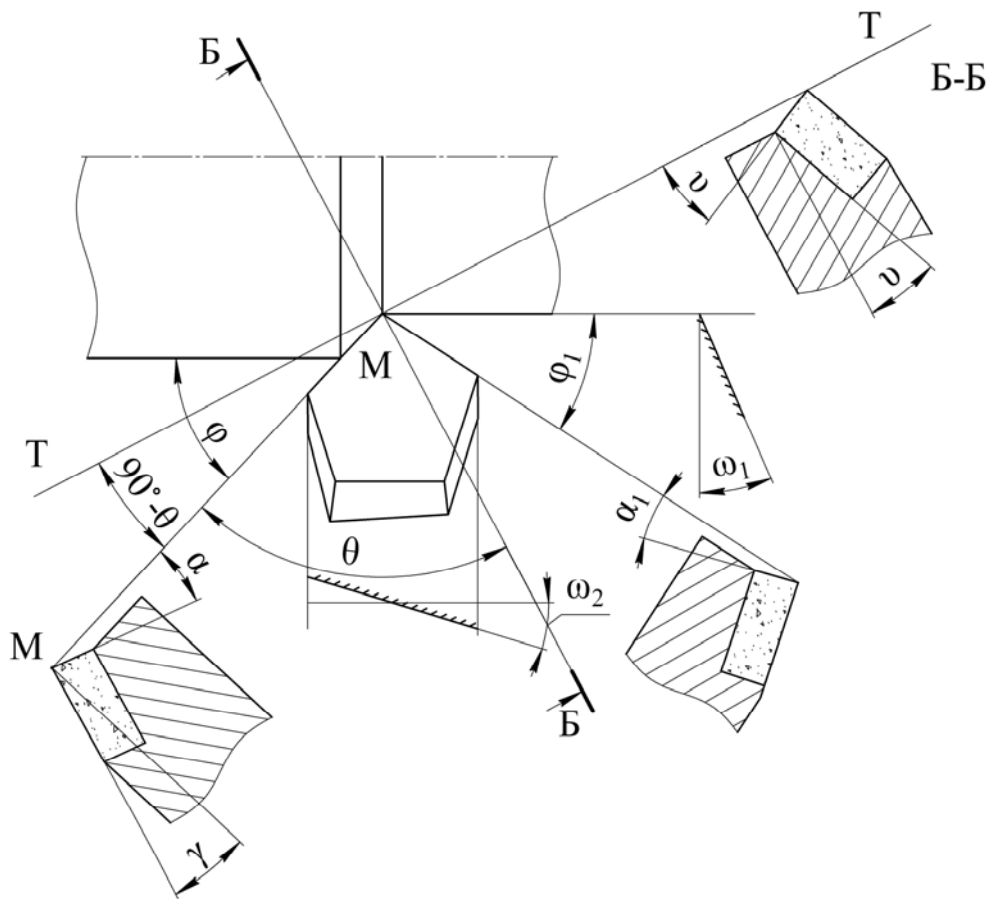


Рис. 1. Схема визначення розташування опорної поверхні пластини на корпусі різця

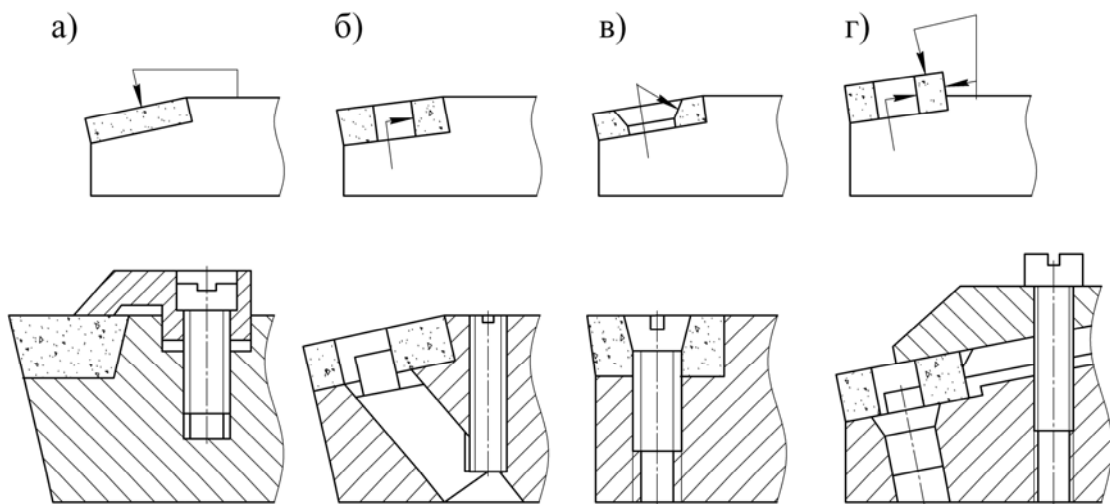


Рис. 2. Схеми (зверху) та конструктивне оформлення (знизу) кріплення багатограних пластин на різцях

Таблиця 3

Значення кута φ_1 в залежності від умов обробки

Умові обробки	$\varphi_1, ^\circ$	Допуск $T\varphi_1, ^\circ$
1.Обточування на прохід твердосплавними різцями	15	$\pm 0,5$ при $\varphi_1 < 2^\circ$ ± 1 при $\varphi_1 = 2 \div 5^\circ$ ± 2 при $\varphi_1 > 5^\circ$
2. Обточування з врізанням	15..30	
3. Розточування, підрізка твердосплавними різцями	20	
4. Прорізка, обрізка немірних заготовок	1..2	
5. Прорізка мірних пазів	1	

Таблиця 4

Варіанти завдання

№	Матеріал, таблиця 1	Вид обробки, таблиця 2	Умови обробки, табл. 3
1	1.1	1	1
2	1.2	2	2
3	1.3	3	2
4	2.1	4	2
5	2.2	5	4
6	3.1	1	1
7	3.2	2	2
8	3.1	3	2
9	2.2	4	2
10	2.1	5	5
11	1.3	4	1
12	1.2	3	1
13	1.1	2	1
14	1.2	1	2
15	1.3	2	2
16	2.1	3	2
17	2.2	4	2
18	3.1	5	4
19	3.2	4	4
20	3.1	3	3
21	2.2	2	3
22	2.1	1	3
23	1.1	2	2

Закінчення таблиці 4

24	1.2	3	1
25	1.3	4	4
26	1.1	5	4
27	2.1	5	5
28	2.2	4	3
29	3.1	3	2
30	3.2	2	1
31	2.2	1	2
32	2.1	1	2
33	1.3	2	3
34	1.2	3	3

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Проектування та дослідження фасонних різців

Мета роботи: набути навичок та засвоїти методику проектування фасонних різців та їх конструктивного оформлення.

Завдання:

- 1) за запропонованими зразками круглих фасонних різців вивчити їх геометричні параметри та конструктивні особливості, виконати ескіз різця;
- 2) за заданим варіантом (див. додаток 1) виконати профілювання ріжучої кромки круглого та призматичного різців; за таблицями та формулами призначити необхідні конструктивні елементи; виконати креслення фасонного різця, вказавши технічні умови на його виготовлення.

Обладнання:

Набір призматичних та круглих фасонних різців, малий інструментальний мікроскоп, мікрометр, штангенциркуль, кутомір універсальний, альбом з ескізами різців, глибиномір, різьбовий мікрометр, нутромір індикаторний.

Загальні відомості

Фасонні різці широко застосовують в масовому та крупносерійному виробництві для обробки деталей тіл обертання із складним профілем або призматичних деталей [3, 4, 5]. Вони мають низку переваг та забезпечують:

- 1) високу продуктивність внаслідок значного зменшення машинного та допоміжного часу;
- 2) високу точність форми і розмірів деталі, що оброблюється, а також їхню ідентичність;
- 3) простоту експлуатації, тому що їх переточують тільки за передньою поверхнею.
- 4) високу довговічність, яка досягається завдяки великій кількості переточувань.

До недоліків фасонних різців можна віднести:

- 1) складність виготовлення і високу вартість;
- 2) різці – спеціальні, так як вони придатні для виготовлення деталей тільки заданого профілю;
- 3) великі радіальні навантаження в різців, що працюють з радіальної подачею, викликають вібрації і пружні деформації нежорстких заготовок, що вимагає зниження подачі і зменшує продуктивність;
- 4) кінематичні передні і задні кути фасонних різців в процесі різання змінюються по довжині ріжучих кромок у великому діапазоні, істотно відрізняючись від оптимальних значень.

Фасонні різці (рис. 1) поділяють за формою на круглі а) та призматичні б); за видом поверхні, що оброблюється – на зовнішні а) та внутрішні г); за установкою та напрямом подачі відносно деталі, що оброблюється – на

радіальні б) та тангенціальні в); за формою твірної фасонних поверхонь – на кільцеві та гвинтові е), ж), з); за розташуванням різця відносно деталі – з паралельним розташуванням осей та з повернутим е), ж); за розташуванням передньої поверхні – без нахилу та з нахилом під кутом λ а) та д).

Профіль фасонного різця розглядається в перетині, нормальному до його задньої поверхні [3]. В цьому перетині визначають та задають розміри профілю, здійснюють його контроль.

Профіль круглого різця в діаметральному перетині та профіль призматичного різця в перетині, що є перпендикулярним до бази кріплення, із-за наявності заднього α та переднього γ кутів не співпадають з заданими профілем деталі в її діаметральному перетині. Величина спотворення профілю різця зростає зі збільшенням кута корекції $\psi = \alpha + \gamma$.

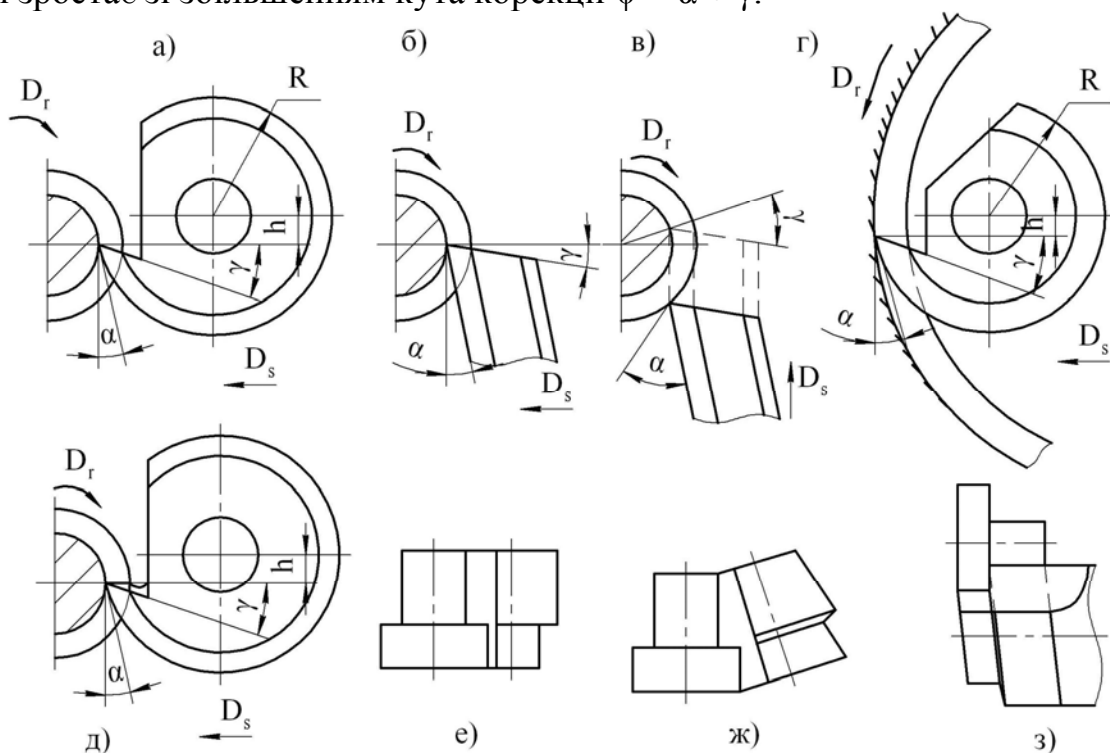


Рис. 1. Види фасонних різців

Корегування профілю фасонного різця [4] виконують за характерними точками деталі (точки 1-5 на рис. 2, г). Ці точки знаходяться на стику ділянок профілю з різними характером твірних. На кінцевих ділянках беруть додаткову точку, а для ділянок з криволінійними твірними – не менш трьох додаткових точок, щоб підвищити точність обробленої поверхні.

Розрахунок профілю зручно проводити шляхом послідовного розв'язування простих трьохчленних рівнянь замість застосування єдиних формул складного характеру [5, 7].

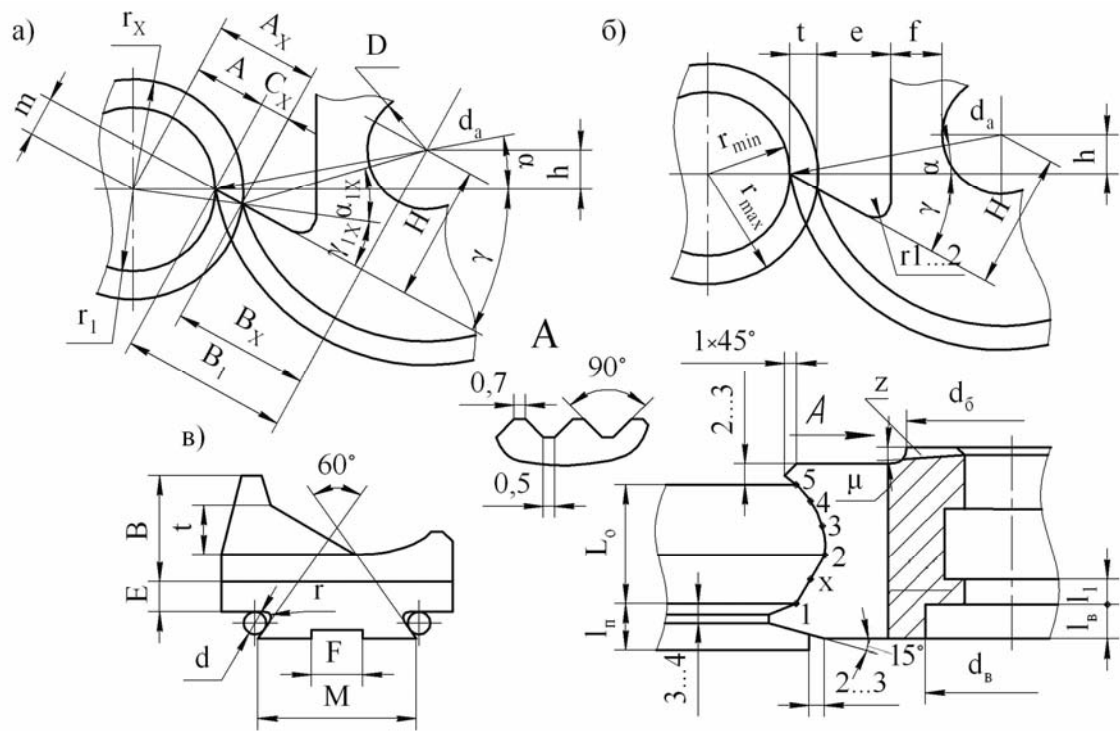


Рис. 2. Профілювання (а) та конструктивні параметри круглого (б, г) та призматичного (в) різців

Нижче наведена послідовність визначення радіуса однієї з характерних точок фасонного профілю круглого різця (точка X рис. 2, а):

$$\begin{aligned}
 m &= r_1 \sin \gamma; \quad A_1 = r_1 \cos \gamma; \quad \sin \gamma_X = \frac{m}{r_X}; \quad A_X = r_X \cos \gamma_X; \quad C_X = A_X - A; \quad \psi = \alpha + \gamma; \\
 H &= r_a \sin \psi; \quad B_1 = r_a \cos \psi; \quad B_X = B_1 - C_X; \quad \operatorname{tg} \psi_X = \frac{H}{B_X}; \quad r_{OX} = \frac{H}{\sin \psi_X};
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Аналогічним чином визначають радіуси інших характерних точок фасонного профілю.

При профілюванні призматичних різців задача зводиться до визначення глибини профілю для характерних точок.

Алгоритм розрахунку має вигляд:

$$\begin{aligned}
 m &= r_1 \sin \gamma; \quad A_1 = r_1 \cos \gamma; \quad \sin \gamma_X = \frac{m}{r_X}; \quad A_X = r_X \cos \gamma_X; \quad C_X = A_X - A; \quad \psi = \alpha + \gamma; \\
 H_X &= C_X \cos \psi;
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Подібним чином знаходять глибини профілю для інших характерних точок.

Діаметр D посадкового отвору круглого різця визначають в залежності від головної складової сили різання P_z [7].

При консольному кріпленні різця

$$D = 1,24 \lg^{0,33} P_z^{0,38}, \text{ мм},
 \tag{3}$$

При двохсторонньому кріпленні (при $l_H \geq 80$ мм)

$$D = 1,361g^{0,33} P_z^{0,26}, \text{ мм}, \quad (4)$$

Отримане значення D округлюють до найближчого більшого значення зі стандартного ряду.

Зовнішній діаметр

$$d_a = 2 \left(t + a + e + \frac{d}{2} \right), \text{ мм}, \quad (5)$$

де $P_z = l_H p_y$ – головна складова сили різання, Н; l_H – проекція довжини ріжучої кромки на вісь різця; p_y – питома сила різання, що доводиться на одиницю довжини ріжучої кромки (див. табл. 1); $a = 3 \dots 8$ мм – розмір, що забезпечує достатній простір для розміщення стружки, при більшій подачі назначають більше значення розміру; $e = 0,4D$ – товщина стінки різця, що забезпечує достатню міцність різця, $t = \frac{(d_{\max} - d_{\min})}{2}$ – глибина профілю деталі.

Отримане значення d_a округлюють до числа, кратного п'яти, з лівої сторони різця робиться додаткова кромка довжиною $l_1 = 4 \dots 5$ мм під кутом $15 \dots 20^\circ$ для проточки канавки під наступну відрізок готової деталі. Зі сторони відкритого торця заготовки різець за профілем має перекрити деталь на $l_2 = 1 \dots 2$ мм. Щоб уникнути появи гострих кутів цей торець також забезпечується циліндричним пояском довжиною $l_3 = 1 \dots 2$ мм.

З правої сторони різця виконують буртик шириною $l_6 = 3 \dots 5$ мм та діаметром $d_b = (1,5 \dots 1,7)D$. На його торці роблять радіальні рифлення з числом зубчиків $z = 32 \dots 34$ та кутом профілю в нормальній перетині 90° .

Загальна довжина круглого різця

$$L_o = l_o + l_1 + l_2 + l_3 + l_6, \text{ мм}, \quad (6)$$

де l_o – довжина деталі, що оброблюється.

Призматичні різці кріплять в державках за допомогою ластів'ячого хвоста (рис. 2, в). Конструктивно розміри приймають в залежності від глибини профілю деталі (табл. 3).

Геометричні параметри різців обирають в залежності від механічних властивостей матеріалу, що оброблюється. Задній кут α приймають в межах $10 \dots 12^\circ$ для круглих різців і $12 \dots 15^\circ$ для призматичних. Передній кут назначають в залежності від твердості матеріалу, що оброблюється.

Різці фасонні звичайно виготовляються з швидкоріжучої сталі марки Р6М5Ф3 ГОСТ 19265-73.

Робочі креслення різця, шаблона та контр шаблона виконують, вказуючи технічні вимоги. Посадочний отвір виготовляють з допуском $H7$, розміри – за $h14$. Допуски на виготовлення розмірів профілю різця приймають в 2-3 рази жорсткіше, ніж на профілі деталі, а на виготовлення профілю шаблона і контр шаблона 2-3 рази жорсткіше, ніж на профіль різця [6, 7].

Порядок виконання роботи

1. Описати заданий круглий фасонний різець: конструктивні особливості; метод кріплення; геометричну форму поверхонь, що оброблюються, зміщення вісі різця, його матеріал і т.п.

2. Виконати вимірювання конструктивних елементів та геометричних параметрів різця.

3. Виконати ескіз фасонного різця і скласти технічні вимоги на його виготовлення [6].

4. За заданим кресленням (ескізом) деталі (див. додаток 1) виконати профілювання ріжучої кромки призматичного фасонного різця на ПК (див. додаток 2). Програма розрахунку та інструкція до неї наведені у додатку 2. При виборі кількості вузлових точок на фасонній поверхні (Δy_i) необхідно, щоб воно було кратним її довжині (l_k або $l_{сф}$). Результати розрахунків звести в таблицю. За результатами розрахунків та даними табл. 3 виконати ескіз призматичного фасонного різця з наведенням технічних вимог [6].

Таблиця 1

Значення питомих сил різання p_y при обробці конструкційних матеріалів

S , мм/об	V , м/хв	p_y , даН/мм
0,03	31	15
0,04	27	19
0,05	24	22
0,06	22	26
0,07	20	29
0,08	19	32
0,09	18	35
0,10	17	38

Таблиця 2

Передні кути фасонних різців

Матеріал, що оброблюється	σ_B , МПа	HB	γ , °
Алюміній, мідь	-	-	25-30
	до 500	до 150	20
	більше 500	більше 150	15
Сталь	до 600	до 175	10
	більше 600	більше 175	
	до 800	до 235	5
	більше 800	більше 235	
Чавун	-	≤ 180	10
	-	180-200	5
	-	> 200	0
Бронза, латунь	-	-	0-5

Розміри фасонних призматичних різців (рис. 2, в)

t , мм	Розміри різця, мм					Розмір хвостовика різця в залежності від діаметра ролика, мм				
	B	L^*	E	A	F	d	M	d	M	r
до 4	9	75	4	15	7	4	21,31	3	18,577	0,5
4-6	14	75	6	20	10	6	29,46	4	24,000	0,5
6-10	19	75	6	25	15	6	34,46	4	29,000	0,5
10-14	25	90	10	30	20	10	45,77	6	34,846	1,0
14-20	35	90	10	40	25	10	55,77	6	44,846	1,0
20-28	45	100	15	60	40	15	83,66	8	64,536	1,0

де L^* – довжина різця, мм.

Звіт по роботі повинен містити:

1. Назва роботи.
2. Мета роботи.
3. Опис конструкції та геометричних параметрів круглого фасонного різця.
4. Ескіз круглого фасонного різця зі всіма необхідними розмірами, кутами та технічними вимогами.
5. Таблиця результатів профілювання призматичного різця.
6. Ескіз деталі, що оброблюється, з вказаними розмірами.
7. Ескіз призматичного фасонного різця з вказаними розмірами, технічними вимогами та матеріалом.
7. Висновок.

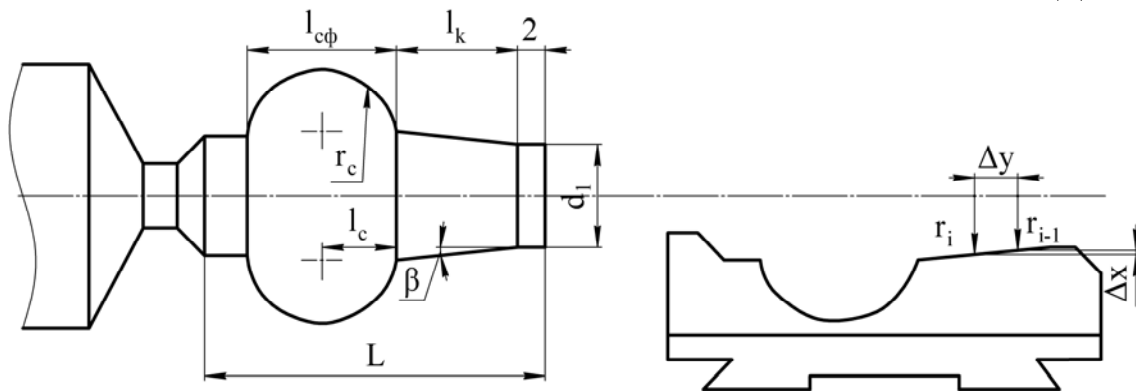


Рис. 3. Профілювання фасонного різця

Варіанти завдань на проектування фасонних різців

№	d_1	$\beta \pm 0,1^\circ$	$l_{k-0,1}$	$l_{сф-0,1}$	$l_{c-0,1}$	$r_{c-0,2}$	$L_{-0,2}$	Матеріал (в стані поставки)
1	25	15	15	18	9	12	40	Сталь 20
2	30	12	20	15	10	18	45	Сталь 20
3	28	25	10	15	12	20	30	Сталь 45
4	32	20	10	16	14	22	34	Сталь 40ХН
5	34	30	10	18	12	13	36	Сталь 30
6	36	28	14	12	6	8	32	Сталь 20
7	38	26	12	12	12	16	30	Сталь 40ХГС
8	40	24	20	18	16	22	45	Сталь 40
9	42	22	10	10	6	10	28	Сталь 30ХГС
10	44	20	8	8	8	8	24	Сталь 20
11	46	18	20	20	12	16	46	Мідь М1
12	48	30	16	16	20	20	32	Алюміній Д16
13	50	15	22	20	25	25	55	Сталь 50
14	52	18	10	10	22	22	26	Мідь М2
15	54	15	14	10	18	18	40	Алюміній АЛГ
16	56	20	18	9	13	13	45	Сталь 30
17	58	10	25	20	30	30	55	Сталь 20
18	60	25	15	10	15	18	36	Сталь 40ХН
19	62	26	14	14	20	20	32	Сталь 20
20	64	28	14	10	16	16	35	Сталь 50
21	66	24	18	14	18	18	40	Алюміній АЛГ
22	70	30	24	16	24	24	45	Мідь М1

Згідно вихідних даних, наведених у додатку 1, виконати ескіз деталі у масштабі 1:1 в електронному графічному редакторі, наприклад, Компас. Розміри, яких не достає, назначити конструктивно.

Нанесіть вісі l , що проходить через вісь симетрії деталі, та r , що проходить через лівий торець, початком координат буде точка перетину l та r .

Накреслить ескіз різця та позначте характерні точки профілю: вузлові для циліндричних ділянок деталі, для конічних – вузлові та одна посередині, для сферичної ділянки вузлові і три на профілю. Визначте характерну точку з найменшою координатою r та позначте її номером 1, інші характерні точки профілю позначте 2..12 зліва направо, пропускаючи точку 1. Вкажіть координати характерних точок як показано нижче.

Введіть значення α_1, γ_1, r_1 , а також координати точок 1..12 відповідно в матриці r та l .

Побудований графік $H=f(l)$ дає можливість оцінити правильність виконаних розрахунків, а отримані значення координат точок дають можливість побудувати ріжучу кромку.

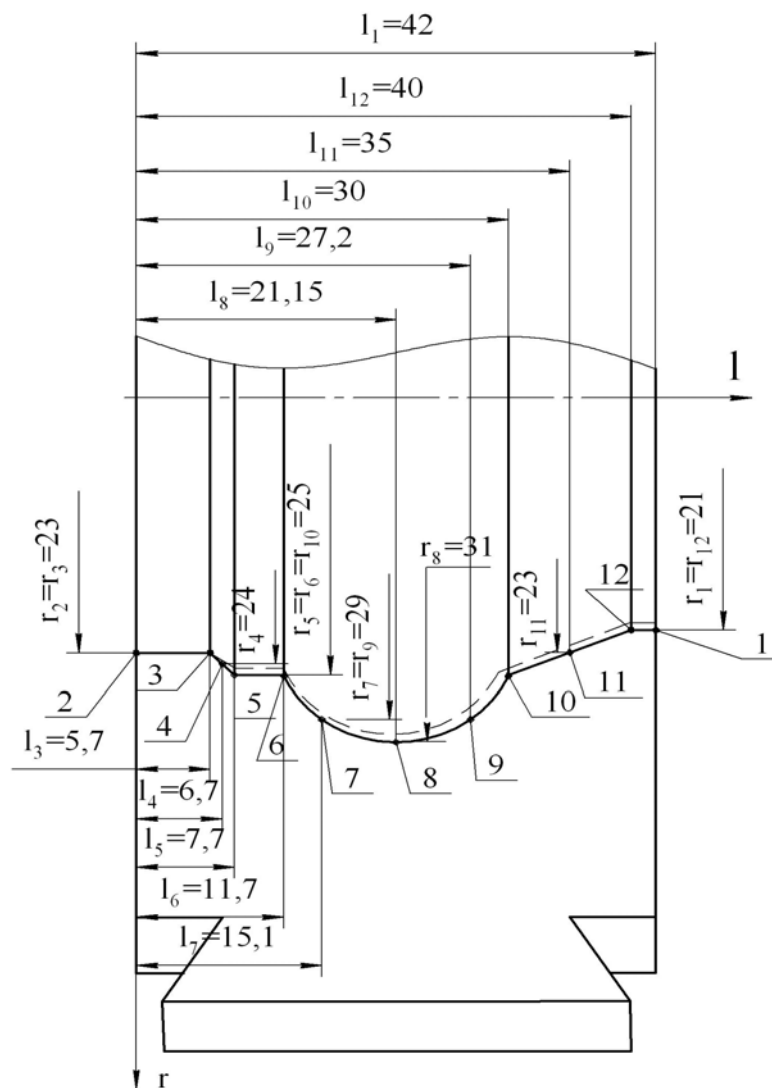


Рис. 4. Ескіз різця

Програма розрахунку, виконана в пакеті Mathcad, наведена нижче.

Текст програми:

$$\gamma_1 := () \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_1 := () \cdot \text{deg}$$

$$r_1 := ()$$

$$m := r_1 \cdot \sin(\gamma_1)$$

$$A_1 := r_1 \cdot \cos(\gamma_1)$$

$$m =$$

$$A_1 =$$

$$x := 1, 2 \dots 12$$

$$ORIGIN := 1$$

$$r := ()$$

$$l := ()$$

$$\gamma := a \cdot \sin\left(\frac{m}{r}\right)$$

$$\frac{\gamma}{\text{deg}} =$$

$$A_x := r_x \cdot \cos(\gamma_x)$$

$$\psi := \alpha_1 + \gamma_1$$

$$\frac{\psi}{\text{deg}} =$$

$$C_x := A_x - A_1$$

$$C =$$

$$H_x := C_x \cdot \cos(\psi)$$

$$H =$$

В меню пакету Mathcad вибрати «Декартов графік» і побудувати залежність $H = f(l)$.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Дослідження точності і розподіл навантаження мітчиків в комплекті

Мета роботи – вивчення і дослідження елементів різьблення комплекту машинно-ручних мітчиків зі шліфованим профілем по ГОСТ 17059-91, їх точність і розподіл навантаження.

На підставі результатів вимірювань визначають ступінь точності мітчиків, порівнюючи отримані при вимірюванні результати з допусками на різьблення мітчиків по ГОСТ 16925-71 і виконавчими розмірами мітчиків по ГОСТ 17059-71, встановлюють, для різьблення якого ступеня точності вони призначаються, розраховують розподіл навантаження між мітчиками комплекту, товщину шару, що знімається одним зубом ріжучої частини мітчика, і роблять ескіз робочої частини мітчика з нанесенням всіх знайдених розмірів.

Необхідне устаткування, інструменти і прилади. Роботу виконують з використанням великого і малого інструментальних мікроскопів (БМІ і ММІ). У промисловості для вимірювання елементів різьблення застосовують також і інші засоби вимірювання, які в даній лабораторній роботі не використовуються, оскільки інструментальний мікроскоп забезпечує вимірювання всіх необхідних параметрів.

Об'єктами досліджень є машинно-ручні мітчики діаметрами 8-24 мм в комплекті з двох або трьох штук, зі шліфованим профілем, з парним або непарним числом пір'я.

Загальні відомості

Мітчики – металоріжучий інструмент, призначений для нарізування різьблення в крізних і глухих отворах. При роботі мітчиками забезпечується отримання ступеня точності різьблення від H до $6H$ і $7H$ по ГОСТ 16093-70.

Основні рухи при роботі мітчиком: головне обертальне – навколо вісі мітчика, рух подачі – поступальний уздовж вісі мітчика. На універсальних свердлувальних верстатах обидва ці рухи забезпечує мітчик. Мітчиками нарізують різьблення також на токарних і спеціальних верстатах.

Конструктивні елементи і геометричні параметри мітчиків.

Робоча частина L мітчика складається з забірної L_1 і калібруючої L_2 частин. Забірна частина L_1 по довжині містить від 1,5 до 5 ниток різьблення мітчика; вона є ріжучою частиною. Калібруюча частина L_2 направляє мітчик в отворі і зачищає різьблення, утворене ріжучою частиною мітчика. Хвостовик L_3 мітчика закінчується квадратом L_4 . Кут конуса забірної частини дорівнює 2φ (рис. 1).

Для зменшення тертя, а також усунення заклинювання мітчика в отворі, калібруючу частину забезпечують кутом зворотного конуса φ_1 . Відстань між однойменними точками двох сусідніх ниток різьблення називають кроком різьблення P (мм).

Передній кут при вершині γ вимірюють в площині, перпендикулярній до осі мітчика. Величина переднього кута залежить від призначення мітчика і властивостей оброблюваного матеріалу.

Задній кут при вершині δ утворюється шляхом затилування тільки по зовнішньому діаметру. Задній кут вимірюють в площині, перпендикулярній до осі мітчика, залежно від призначення і властивостей оброблюваного матеріалу. Величину затилування K , необхідну для утворення заднього кута при вершині α , визначають за формулою:

$$K = \frac{\pi d}{z} \operatorname{tg} \alpha,$$

де d – зовнішній діаметр мітчика, мм; $\alpha = 6..12^\circ$ задній кут; z – число зубів мітчика.

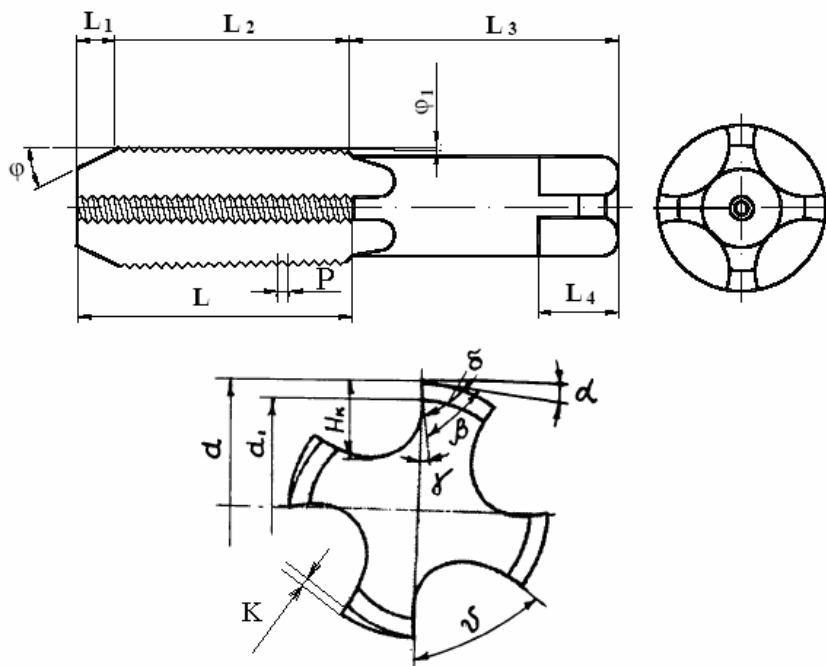


Рис. 1. Основні геометричні параметри мітчика

Профіль канавок грає істотну роль в роботі мітчика, від нього залежить розміщення зрізаної стружки, міцність мітчика і утворення необхідного переднього кута. Основними елементами канавки є глибина канавки H_k і кут канавки ν .

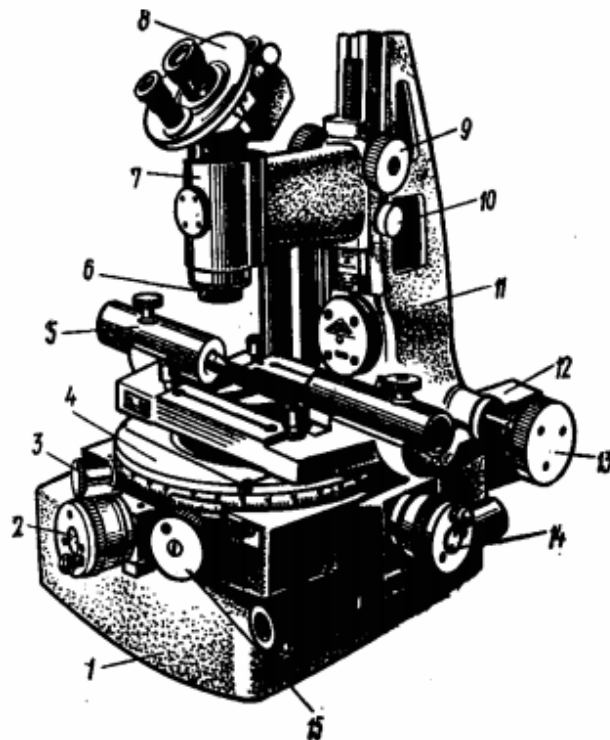
Кут різання мітчика дорівнює $\delta = 90^\circ - \gamma$.

Кут загострення мітчика $\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$.

Методика виконання роботи

1. Для вимірювання зовнішнього, внутрішнього і середнього діаметрів різьблення мітчиків на інструментальному мікроскопі мітчик встановлюють в центрах на накладному столику мікроскопу. Вимірювання виконують відповідно інструкції до приладу.

Принципова схема інструментального мікроскопу наведена на рис. 2. Промені світла від лампи розжарювання 1, пройшовши крізь лінзу конденсора 2, світлофільтр 3 і діафрагму 4, відбиваються від поворотного дзеркала 5 і через лінзу 6 освітлюють вимірюваний об'єкт, поміщений на предметному столі 7 або закріплений в центрових бабцях. Зображення об'єкту вимірювання проектується об'єктивом 8 у фокальну площину окуляра 11, де розміщується штрихова сітка 10 і жорстко пов'язаний з нею круговий лімб. Між об'єктивом 8 і лімбом 10 для зламу ходу променів поміщена призма 9. Зображення об'єкту вимірювання розглядається крізь окуляр 11. Відлік за градусною шкалою проводиться за допомогою відлікового мікроскопа 12. У фокальній площині окуляра 14 знаходиться хвилинна шкала 13.



1 – підстава, 2 – мікрометричний пристрій поперечної подачі, 3 – рукоятка кріплення столу, 4 – круглий предметний стіл, 5 – центрова бабця, 6 – кільце фокусування тубуса, 7 – кронштейн з тубусом, 8 – штрихова окулярна головка з відліковим мікроскопом кутової шкали, 9 – кремальєра переміщення кронштейна, 10 – гальмо кронштейна, 11 – колонка, 12 – освітлювач, 13 – маховик нахилу колонки, 14 – мікрометричний пристрій подовжньої подачі, 15 – маховик повороту столу

Рис. 2. Мікроскоп великий БМІ

2. Читання показань. Усередині корпусу головки є скляна пластина з штриховою сіткою і лімб, розділений по колу на 360 рівних частин. Пластина зі штриховою сіткою і лімб градусної шкали жорстко зв'язані між собою і мають загальний центр обертання, який знаходиться на оптичній вісі мікроскопа. Штрихова сітка (рис. 3) спостерігається в центральний окуляр мікроскопа, а градусна і хвилинна шкали – у відліковий кутотвірний мікроскоп.

При лінійних вимірюваннях, після встановлення штрихової сітки в нульове положення, проводиться установка вимірюваного виробу так, щоб одна з його сторін, від якої проводиться вимірювання, співпадала з якою-небудь

штриховою лінією сітки і при цьому проводиться перший відлік по мікрометричному пристрою. Потім виріб з предметним столом переміщується до збігу його другої сторони, до якої проводиться вимірювання, з цією ж штриховою лінією сітки і повторно проводиться відлік по мікрометричному пристрою. Різниця у відліках є результатом вимірювання.

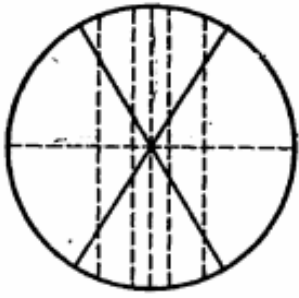


Рис. 3. Штрихова сітка

При кутових вимірюваннях виріб встановлюється так, щоб одна твірна його кута співпадала з центральною штриховою лінією сітки при збігу вершини кута з оптичною віссю мікроскопа. При цьому у відліковому кутомірному мікроскопі проводиться перший відлік (бажано,

щоб він був рівний нулю). Потім повертається штрихова сітка до збігу її центральної штрихової лінії з другою утворюючою кута виробу і проводиться другий відлік. Якщо перший відлік дорівнював нулю, то другий буде результатом вимірювання. Якщо перший відлік не дорівнював нулю, то треба відняти його величину від другого відліку і отримати результат вимірювання. Приклади вимірювань і читання показань приведені на рис. 4.

Величину зовнішнього d , внутрішнього d_1 і середнього d_2 діаметрів визначають по різниці показань лімба мікрометричного гвинта мікроскопа для двох положень I і II окулярної сітки (рис. 5).

3. При вимірюванні кроку різьблення P окулярну сітку розташовують щодо профілю різьблення як показано на рис. 6. Різниця відліків для положень I і II сітки дасть величину кроку. Вимірювання проводять для двох сторін профілю і приймають середнє значення.

4. Вимірювання кута профілю різьблення мітчика проводять окремо по двох його половинам для того, щоб перевірити не тільки правильність самого кута, але й перпендикулярність бісектриси кута до осі різьблення. Відлік проводять за допомогою окуляра кутової окулярної головки (рис. 7). Кут профілю перевіряють на початку і кінці калібруючої частини.

Всі вимірювання проводять 2..3 рази, за дійсне значення приймають середнє арифметичне з набутих значень.

Порівнюють отримані значення вимірювальних елементів різьблення для чистового мітчика з даними ГОСТ 17059-71 на виконавчі розміри мітчиків і ГОСТ 16925-71 на допуски різьблення мітчиків. Визначають ступінь точності даного комплексу мітчиків.

5. Діаметр ріжучої частини на торці d_T , її довжину l_p і кут φ визначають вимірюванням на інструментальному мікроскопі координат двох точок, на початку і кінці ріжучої частини (рис. 8) і подальшим розрахунком необхідних значень.

$$\text{Діаметр ріжучої частини на торці } d_T = d - 2 \cdot l_p \cdot \text{tg}\psi.$$

З рис. 8 знаходимо кут конуса ріжучої частини:

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{y_2 - y_1}{l_p}, \quad \psi = \operatorname{arctg} \frac{y_2 - y_1}{l_p}.$$

Кут конуса ріжучої частини можна також виміряти безпосередньо за допомогою окулярної головки мікроскопа.

Зворотну конусність у мітчиків по зовнішньому, середньому і внутрішньому діаметрам визначають відповідно як різницю значень зовнішніх, середніх і внутрішніх діаметрів на початку і кінці калібруючої частини. Вона повинна бути в межах 0,05..0,10 мм на 100 мм довжини.

Величину затилування різьблення на калібруючій частині по зовнішньому і середньому діаметрах вимірюють на ширині пера мітчика. За дійсний розмір беруть середнє арифметичне з отриманих значень.

6. На підставі виконаних вимірювань виконують розрахунок розподілу навантаження між мітчиками в комплекті.

Навантаження на кожен мітчик в комплекті визначається вирізуваною ним частиною площі оброблюваного профілю різьблення, вважаючи від діаметру отвору d_c , просвердленого під різьблення (рис. 9,а).

Площу робочого профілю різьблення кожного мітчика комплекту визначають за формулою:

$$S = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot \frac{d - d_c}{2},$$

де l_1, l_2 – ширина профілю різьблення мітчика на діаметрах d, d_c ; d_c – діаметр отвору під нарізання різьблення (табл. 1).

Ширина вершини профілю різьблення

$$l_1 = \frac{P}{2} - (d - d_2) \cdot \operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2}.$$

Ширина основи профілю різьблення

$$l_2 = \frac{P}{2} + (d_2 - d_c) \cdot \operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2}.$$

Розподіл навантаження між мітчиками комплекту визначають наступним чином (рис. 9, б):

для чорнового мітчика $\frac{S_{\text{чорн}}}{S_{\text{чист}}} \cdot 100\%$,

для середнього мітчика $\frac{S_{\text{сер}} - S_{\text{чорн}}}{S_{\text{чист}}} \cdot 100\%$,

для чистового мітчика $\frac{S_{\text{чист}} - S_{\text{сер}}}{S_{\text{чист}}} \cdot 100\%$,

де $S_{\text{чорн}}, S_{\text{сер}}, S_{\text{чист}}$ – площа робочого профілю різьблення чорнового, середнього і чистового мітчиків.

Отримані значення навантаження порівнюють з їх рекомендованим розподілом, наведеним у табл. 2.

7. Встановлюють товщину зрізу, що знімається однією ріжучою крайкою мітчика (рис. 10).

Товщину зрізу a_z вимірюють в напрямку, перпендикулярному до вісі мітчика. Товщина стружки, що знімається на всій довжині ріжучої частини мітчика:

$$a_z = \frac{P}{z} \operatorname{tg} \psi,$$

де P – крок різьблення мітчика, мм; z – число зубів мітчика; ψ – кут повороту мітчика.

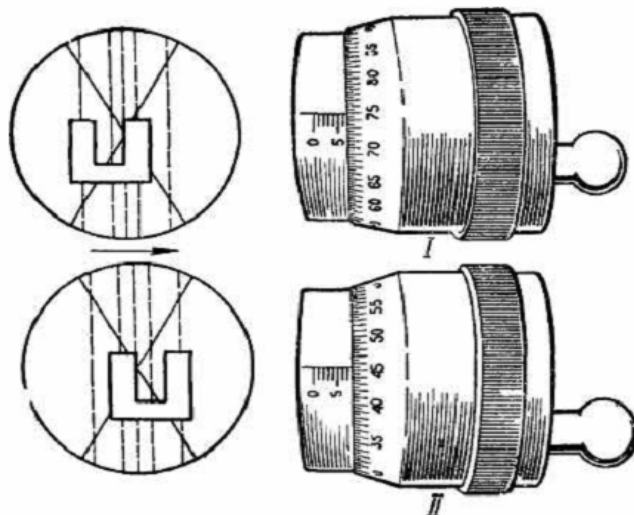
Користуючись цією формулою, визначають для всіх мітчиків комплекту товщину шару, що знімається кожним зубом, і роблять висновок чи можуть досліджувані мітчики забезпечити нарізування різьблення з необхідним параметром шорсткості поверхні ($R_a = 2,5$ мкм). Такі параметри шорсткості забезпечуються при товщині зрізу $a_z = 0,02..0,12$ мм.

8. Результати вимірювань та розрахунків заносять в протокол згідно з таблицею 3 та оформляють креслення мітчика (рис. 11).

Отримані дані аналізують і визначають відповідність досліджених мітчиків технічним вимогам до них за розглянутими параметрами.

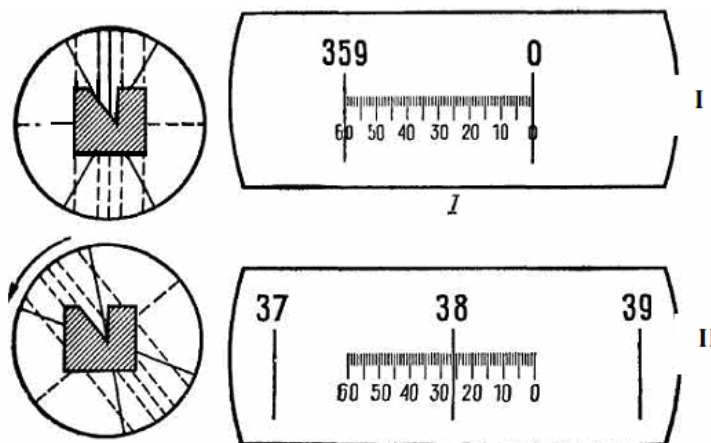
Зміст звіту

1. Назва та мета роботи.
2. Завдання та характеристика комплекту мітчиків, що підлягають вимірюванню (тип, діаметр, крок різьблення, число мітчиків в комплекті).
3. Характеристика обладнання, що використовується для вимірювань.
4. Результати кожного вимірювання контрольованих елементів різьблення, розрахунок середнього значення з отриманих результатів, порівняння з допусками, передбаченими ГОСТ, визначення класу точності мітчика.
5. Розрахунок площі профілю різьблення, що знімається кожним мітчиком комплекту, визначення площі, що знімається кожним мітчиком у відсотках (навантаження).
6. Протокол результатів (табл. 3) і креслення мітчика (рис. 11).
7. Висновок про точність і працездатність мітчика.



Проекція виробу на
штриховий сітці

Показання: I – 6.75 мм, II – 7.455 мм
Результат: 7,455 мм – 6.75 мм = 0.705 мм



Проекція виробу на
штриховий сітці

Показання: I – 0; II – 38°26'

Рис. 4. Приклади вимірювань і читання показань

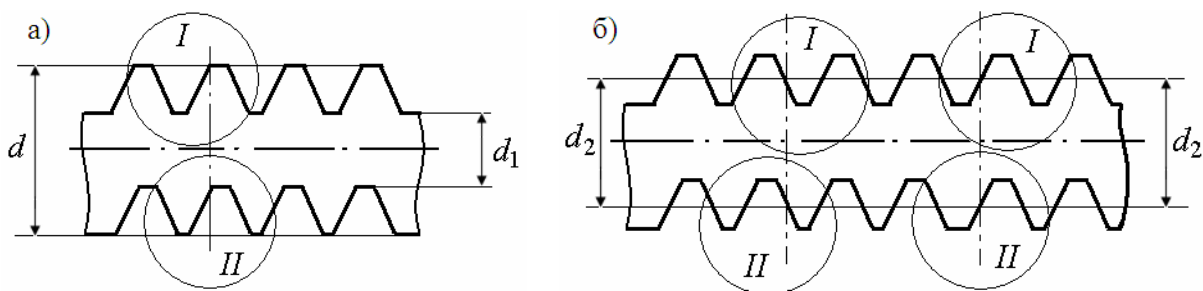


Рис. 5. Схема вимірювань діаметрів різьблення мітчика:
а) зовнішнього d та внутрішнього d_1 ; б) середнього d_2

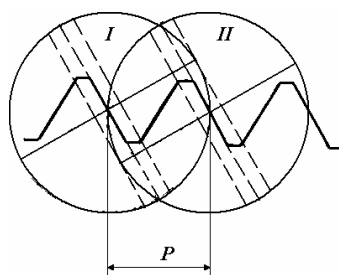


Рис. 6. Схема вимірювань кроку різьблення P

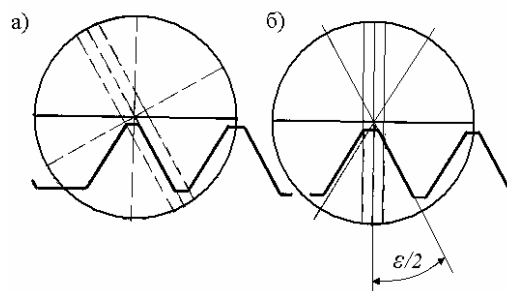


Рис. 7. Схема вимірювання кута профілю різьблення

а) початкове положення окулярної головки; б) кінцеве положення

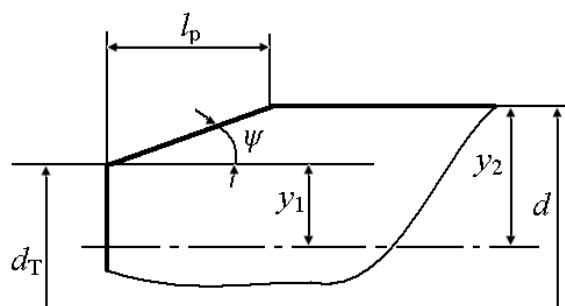


Рис. 8. Схема вимірювання ріжучої частини мітчика

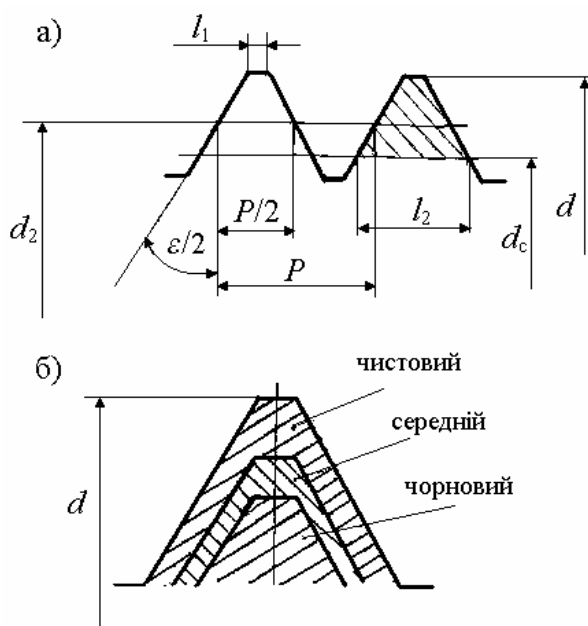


Рис. 9. Схема визначення навантаження мітчиків:
а) розрахункові розміри профілю, б) розподіл навантаження

Таблиця 1

d , мм	P , мм	Діаметр отвору під різьблення d_c , мм, зі ступенем точності		Діаметр свердла $d_{св}$, мм
		4H 5H; 5H; 6H; 5H 6H; 7H	6 G; 7 G	
1	2	3	4	5
8	1,25	6,7	6,75	6,8
9		7,7	7,75	7,8
10	1,5	8,43	8,50	8,50
11		9,43	9,50	9,50
12	1,75	10,20	10,25	10,20
14	2	11,90	11,95	12
16		13,90	13,95	14
18	2,5	15,35	15,40	15,50
20		17,35	17,40	17,50
22		19,35	19,40	19,50
24	3	20,85	20,90	21

Таблиця 2

Мітчик в комплекті	Розподіл навантаження, % в комплектах мітчиків	
	з трьох	з двох
Чорновий	56-60	75
Середній	28-30	–
Чистовий	10-16	25

Таблиця 3

№	Параметри мітчика	Результати вимірювань та розрахунків для мітчиків		
		перший	другий	третій
1	Діаметр зовнішній, d			
	середній, d_2			
	внутрішній, d_1			
2	Половина кута профілю:			
	права			
	ліва			
3	Крок різьблення			
4	Розподіл навантаження між мітчиками комплекту, %			
5	Величина затилування: на калибруючій частині			
	по зовнішньому діаметру			

6	Кут конуса ріжучої частини			
7	Товщина стружки, що знімається кожним різцем			
8	Ступінь точності мітчика			

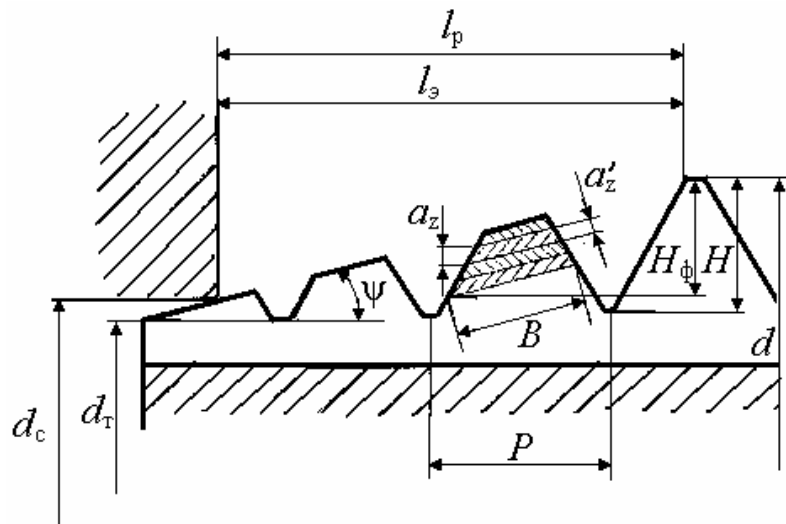
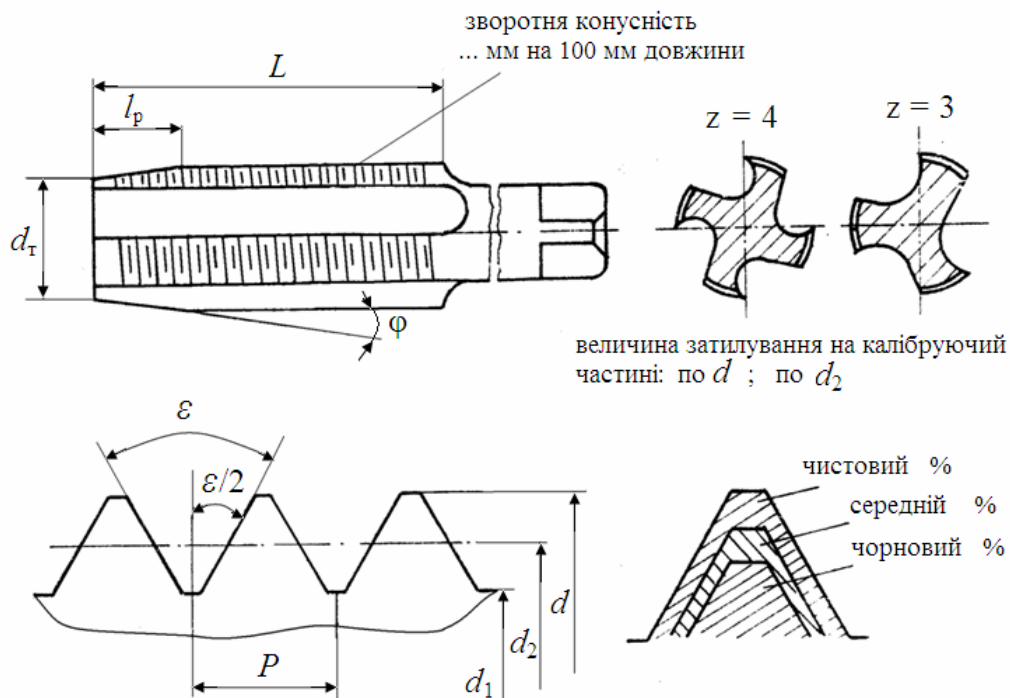


Рис. 10. Схема розрахунку товщини зрізу при роботі мітчика



Мітчик	d	d_2	d_1	φ	L	Відхилення кроку	Розподіл навантаження, %	Товщина стружки
Чорновий								
Середній								
Чистовий								

Рис. 11. Оформлення матеріалів до звіту з лабораторної роботи

Література

1. Лабораторный практикум по режущему инструменту. И.Н. Щегольков и др. – М. Машиностроение, 1985. – 168 с.
2. Справочник инструментальщика. – М. Машиностроение, 1987. – 846 с.
3. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: Учеб. пос. / Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986.
4. Грановский Г.И., Панченко К.П. Фасонные резцы. – М.: Машиностроение, 1975. – 309 с.
5. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов. – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.
6. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: Машиностроение, 1969. – 336 с.
7. Металлорежущие инструменты: Учебник / Г.Н. Сахаров и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
8. Металлорежущие инструменты: Учебник для вузов. / Г.Н. Сахаров, О.Б. Арбузов, Ю.Л. Боровой и др. / – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
9. П.Р. Родин. Металлорежущие инструменты. «Вища школа», 1974. – 400 с.
10. Семенченко И.М. и др. Проектирование металлорежущих инструментов. – М.: Машиностроение, 1963.
11. Никитин В.А., Бойко С.В. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: Учебное пособие – 2-е изд. перераб. и доп. – Оренбург ГОУ ОГУ, 2004. – 462 с.

Зіль Валерій Васильович
Богданов Олександр Олександрович

РІЖУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ
ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

для студентів напряму підготовки
6.050502 Інженерна механіка

Друкується у редакційній обробці авторів.

Підписано до друку 30.05.12. Формат 30x42/4.
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 1,7.
Обл.-вид. арк. 1,7. Тираж 50 пр. Зам. №

Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.