

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Теорія формоутворення поверхонь – 1. Засоби обробленням різанням

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів,
які навчаються за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»,
спеціалізацією «Технологія машинобудування»*

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2021

Теорія формоутворення поверхонь – 1. Засоби обробленням різанням [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технологія машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Л.М. Данилова. – Електронні текстові данні (1 файл: 14,254 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 133 с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол №24 від 9.12 2021 р.)
за поданням Вченої ради Механіко-машинобудівного інституту
(протокол №4 від 22.12 2021р.)*

Електронне мережне навчальне видання

Теорія формоутворення поверхонь – 1. Засоби обробленням різанням

Укладач: *Данилова Людмила Миколаївна*, канд. техн. наук, доц.

Відповідальний редактор *Петраков Юрій Володимирович*, д-р техн. наук, проф.

Рецензенти: *Лапковський Сергій Вікторович*, канд. техн. наук, доц.
Кравець Олександр Михайлович, канд. техн. наук, доц.

У навчальному посібнику розглянуто засоби утворення типових поверхонь, стандартні і спеціальні різальні інструменти, доцільність їх застосування для різних умов формоутворення і методи проектування фасонних різальних інструментів. Також викладено методику проведення лабораторних робіт, що побудовані на основі викладеного матеріалу.

Посібник допоможе студентові у підготовці до занять, самостійному виконанні контрольних завдань, оволодінні методикою розв'язування задач в рамках курсу «Теорія формоутворення поверхонь – 1. Засоби оброблення різанням» у вищих інженерних та технічних вузах.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Змістовий модуль 1.	
Загальні відомості про формоутворення різанням.	6
1. Матеріали для виготовлення ріжучого інструменту.	
Вимоги до інструментальних матеріалів	6
2. Лабораторна робота №1	
Розшифровка марок інструментальних сталей склад.	10
3. Матеріали для виготовлення ріжучого інструменту.	
Металокерамічні тверді сплави.	15
4. Аналітичне визначення початкових інструментальних поверхонь стосовно до різального інструмента	16
5. Лабораторна № 2 .Розшифровка марок твердих сплавів.	18
Змістовий модуль 2. Формоутворення точінням і струганням.	
Токарні різці і основи їх конструювання	23
6. Формоутворення точінням. Властивості конструкції і геометрії різців. Елементи різання. Процеси стругання.	23
7. Формоутворення точінням і струганням.	
Токарні різці і основи їх конструювання	30
8. Конструювання фасонних різців.	
Графічний і аналітичний метод конструювання різців.	40
9. Лабораторна № 3. Заточення і доводка різців.	47
Змістовий модуль 3 Формоутворення свердлінням, зенкеруванням, розгорткуванням.	63
10. Процеси свердління, зенкерування і розвертування.	63
11. Основи конструювання свердел, зенкерів і розверток.	70
12. Властивості процесу формоутворення розвертанням.	73
13. Лабораторна робота № 4. Заточування свердел.	77
14. Лабораторна робота № 5. Дослідження конструкцій інструментів для обробки отворів.	
Змістовий модуль 4 Формоутворення фрезеруванням	97
15. Принцип формоутворення фрезеруванням. Циліндричне фрезерування. Конструкція і геометрія циліндричних фрез. Кути фрези у нормальному перерізі.	105
16. Лабораторна робота № 6. Розрахунок і конструювання фрез. Вибір конструкції і геометрії фрез. Визначення діаметра і числа зубів фрези.	112
17. Розрахунок фрези із умов рівномірності фрезерування.	119
18. Твердосплавні фрези.	121
19. Затиловані фрези.	127
20. Різьбові інструменти.	129
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	133

ВСТУП

Розвиток сучасного машинобудування, метало- та матеріалообробки, технологій, широке використання легованих сталей, сплавів, поява нових матеріалів із підвищеними нержавіючими, жароміцними, механічними властивостями вимагає розробки та створення нових засобів формоутворення, підходів до їх проектування, технологій їх використання, до режимів обробки матеріалів з їх допомогою. Сюди же необхідно віднести постійно зростаючі вимоги до чистоти обробки оброблювальних поверхонь, їх точності, прагнення до створення інструментів із підвищеною стійкістю, які б задовольняли всім перерахованим вимогам, використовували менший обсяг енергоносіїв для реалізації процесів різання, збільшення термінів використання металоріжучого інструменту, підвищення його якості, виробничості, ефективності використання, економічності та конкурентоздатності. Для покращення показників процесів різання матеріалів та сплавів слід вивчити комплекс чинників, які впливають на параметри цього процесу, їх взаємозв'язок між собою. Дослідження комплексного впливу геометричних характеристик ріжучого інструменту, впливу властивостей матеріалу інструменту та матеріалу оброблювальних деталей – головна мета викладання дисципліни. Тільки усвідомлення впливу багатьох параметрів дозволить цілеспрямовано, науково обґрунтовано вести пошук матеріалів з необхідними характеристиками, цілеспрямовано змінювати геометрію ріжучих інструментів таким чином, щоб досягти найбільшого ефекту процесів обробки металів та неметалевих матеріалів та процесів різання. Таким чином, необхідно сформувати у студентів уявлення та надати ґрунтовні знання про фізико-механічні процеси, які відбуваються при різанні та обробці металів, необхідні властивості, якими повинні бути наділені ріжучі інструменти та інструменти забезпечення автоматизованого виробництва. Формування у студентів бакалаврів знань та понять щодо сучасних та прогресивних технологій обробки та отримання нових матеріалів та сполук, методів та шляхів, обладнання для обробки та отримання нових матеріалів з новими несподіваними властивостями, ефектами, можливостями, а також – ознайомлення з можливими несподіваними галузями їх використання. Орієнтуватись в способах (та їх специфіці) обробки та отримання нових властивостей відомих матеріалів та сплавів; Мета навчальної дисципліни: Ознайомлення зі способами, технологіями, інструментом, верстатами, обладнанням для обробки конструкційних матеріалів, а також - комплексом чинників і факторів, які впливають на результати процесу, його якість. Студент повинен свідомо та ґрунтовно орієнтуватись у способах та методах покращення якості обробки. тенденціях та напрямках їх покращення, існуючих і перспективних технологіях, що використовуються та розробляються передовими країнами та фірмами світу, методами покращення конструктивних параметрів процесу, технологічних чинниках та можливостях покращення результатів обробки, економічних факторах.

Змістовий модуль 1. Загальні відомості про формоутворення різнанням.

Тема 1. Матеріали для виготовлення ріжучого інструменту.

Лекція 1: 1 год.

Тема: Вимоги до інструментальних матеріалів: міцність, пружність, теплостійкість, теплопровідність. Вуглецеві сталі: вуглецеві, леговані, швидкорізальні, їх марки, хімічний склад,

Мета заняття: Формування основних понять та визначень про інструментальні матеріали, їх марки, хімічний склад,

План заняття:

1. Вимоги до властивостей ріжучих матеріалів.
2. Групи й марки інструментальних матеріалів.

Розкриття питання

1. Вимоги до властивостей ріжучих матеріалів

Необхідні різальні інструмент повинні відповідати умовам їх експлуатації, для яких характерна комбінація високих нормальних і дотичних напружень і температур у зоні різання, а також наявність тертя на контактних поверхнях і вібрацій у системі «інструмент – оброблювана заготовка».

Необхідним умовам процесу різання відповідає певна комбінація фізико-механічних властивостей інструментальних матеріалів. До них належать наведені нижче властивості.

Твердість. Процес різання супроводжується впровадженням ріжучого клина інструмента в оброблювану заготовку. Ефективність обробки різанням багато в чому залежить від відношення H_{IN}/H_{OB} , де H_{IN} – твердість матеріалу різального інструменту, H_{OB} – твердість оброблюваного матеріалу. Обробка різанням із застосуванням лезових різальних інструментів може бути виконана в деталях, матеріалом яких є конструкційні сталі й сплави із твердістю HRC(50). Причому при твердості до HRC 30...40 при обробці можуть бути використані інструменти зі швидкорізальних сталей, а вище цих значень – переважно із твердих сплавів.

Міцність. Процес різання супроводжується формуванням сил різання, прикладених до робочих поверхонь інструментів. Під дією сил різання матеріал робочої частини інструментів повинен без руйнування працювати при схемах навантаження на вигин, стиск, крутіння й при інших схемах. Більшості конструкцій різальних інструментів характерно багаторазова комбінація схем різання інструментів у процесі різання. Тому інструментальні матеріали повинні мати певну комбінацію міцністих властивостей. Такою кращою комбінацією мають інструментальні сталі, для яких, наприклад, відношення їх меж міцності на стиск і розтягання становить 1,5...2,1. Гіршою комбінацією міцністих характеристик мають тверді сплави й інші матеріали.

Теплостійкість. Обробка різанням лезовими інструментами супроводжується формуванням температури в зоні різання 200...1000°C і більш. Перевищення певного рівня температури для кожного

інструментального матеріалу супроводжується значним зниженням його твердості й міцністих характеристик.

З металевих інструментальних матеріалів найбільшої теплостійкості відповідають тверді сплави, а найменшої – інструментальні вуглецеві сталі.

Теплопровідність. При формуванні підвищених температур у зоні контакту інструмента, що й зрізується шару значну роль у збереженні ріжучих властивостей інструментів відіграє відвід тепла із цієї зони в тіло інструмента. Такий відвід тепла багато в чому залежить від фізичної властивості матеріалу інструмента – його теплопровідності. Значення теплопровідності залежить від хімічного складу матеріалу і його температури нагрівання.

Зносостійкість. Контакт робочих поверхонь інструментів шару, що й зрізується, в умовах взаємного переміщення контактних поверхонь зі швидкістю 20...100 м/хв і більш приводить до зношування робочих поверхонь інструментів.

Зносостійкість може бути оцінена відношенням

$$B = \frac{A}{m},$$

де A – робота сил тертя;

m – маса продуктів зношеного інструментального матеріалу.

Процес зношування матеріалів можна оцінити інтенсивністю зношування I_z , яка визначається швидкістю росту маси m продуктів зношеного матеріалу на шляху L , тобто

$$I_z = \frac{dm}{dL}$$

– Необхідні вимоги зносостійкості забезпечують регулюванням фізико-механічних властивостей інструментальних матеріалів і створенням оптимальних умов експлуатації різальних інструмент.

Більшість сучасних процесів обробки різанням вимагає комбінації багатьох з перерахованих вимог до матеріалів ріжучої частини інструментів.

Характерні фізико-механічні властивості основних інструментальних сталей і сплавів наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Фізико-механічні властивості інструментальних сталей і сплавів			
Властивості	Інструментальні сталі й сплави		
	легована інструментальна сталь	швидкорізальні сталі	тверді сплави
Щільність, (кг/м ³)·103	7,8	8,1–8,7	8,0–15,3
Твердість по Роквеллу	HRA 58...62	HRA 64...70	HRA 86...91
Мікротвердість по Віккерсу, Мпа	–	–	(13...14)·103
Межа міцності при вигині, МПа	2300–2550	100–6000	750–2700
Межа міцності при стиску, МПа	2800–3100	2500–4200	3400–5900
Ударна в'язкість, Дж/м ²	(6–8)·105	(1–6)·105	(0,25–0,6)·105
Теплостійкість, °З	250–300	550–700	800–1100
Теплопровідність, Вт/(м· ДО)	–	0,0167–0,0251	0,0167–0,0879
Коефіцієнт лінійного розширення $\alpha \cdot 10^{-6}$, ДО ⁻¹	11-12	10-12	3-7,5

2. Групи й марки інструментальних матеріалів

Інструментальні матеріали ділять на наступні групи:

- вуглецеві інструментальні сталі;
- леговані інструментальні сталі;
- швидкорізальні сталі;
- металокерамічні тверді сплави;
- мінералокерамічні матеріали;
- синтетичні алмази;
- синтетичні композиційні матеріали на основі нітриду бору.

Вуглецеві інструментальні сталі маркують буквою У. Наявність наприкінці марки букви А означає, що це високоякісна сталь. Хімічний склад таких сталей наведений у табл. 3.

Таблиця 3

Хімічний склад і твердість інструментальних вуглецевих сталей
(за ДСТ 1435-74)

Марка	З, %	Мп для сталі, %		НВ для термічно обробленої сталі, не більш
		якісної	високоякісної	
B7, B7A	0,65–0,74	0,20–0,40	0,15–0,30	187
B8, B8A	0,75–0,84			
B8Г, B8ГА	0,80–0,90			
B9, B9A	0,85–0,94	0,15–0,35	0,15–0,30	192
B10, B10A	0,95–1,04			197
B11, B11A	1,05–1,14			207
B12, B12A	1,15–1,24	0,15–0,35	0,15–0,30	217
B13, B13A	1,25–1,35			

Сталі мають неглибоку прожарюваність, що сприятливо при ударних навантаженнях, а також добре обробляються при шліфуванні й заточенню. Сталі мають невисоку теплостійкість, що дозволяє їх застосовувати при

швидкостях різання не більш 2...3 м/хв переважно для виготовлення ручних інструментів – свердлів, мітчиків, зубил і т.п.

Леговані інструментальні сталі мають більш високу зносостійкість за рахунок незначного легування хромом, марганцем, вольфрамом і ванадієм. Хімічний склад таких сталей наведений у табл. 4.

Леговані інструментальні сталі використовують для обробки деталей з конструкційних сталей, кольорових сплавів і чавунів. При цьому виготовляють інструменти: фрези, свердла, мітчики, плашки, долбяки й інші. Ці сталі по теплостійкості значно уступають швидкорізальним сталям і в порівнянні з ними застосовуються рідше й при низьких швидкостях різання – до 20...25 м/хв.

Таблиця 4

Хімічний склад (%) легованих інструментальних сталей (за ДСТ 5950-73)						
Марка	C	Mn	Si	Cr	W	V
8ХФ	0,70–0,80	0,15–0,40	0,15–0,35	0,40–0,70	–	0,15–0,30
9ХФ	0,80–0,90	0,30–0,60	0,15–0,35	0,40–0,70	–	0,15–0,30
ХВСГ	0,95–1,05	0,60–0,90	0,65–1,00	0,60–1,10	0,50–0,80	0,05–0,15
9ХС	0,85–0,95	0,30–0,60	1,20–1,60	0,95–1,25	–	–

Швидкорізальні сталі відрізняються тим, що в їхньому составі присутній значна кількість вольфраму, молібдену й ванадію, які є карбідоутворюючими елементами. Такий состав сталей забезпечує істотне підвищення їх теплостійкості. Найбільш характерні марки швидкорізальних сталей і їх хімічний склад наведені в табл. 5. Промислове застосування швидкорізальних сталей визначене високими характеристиками міцності, зносостійкості й теплостійкості. Ці сталі, в умовах сучасних вимог до різальних інструмент, практично витиснули вуглецеві й леговані інструментальні сталі.

Швидкорізальні інструментальні сталі застосовують для широкого кола різальних інструмент, включаючи різці, фрези, свердли, протягання, долбяки й інші. При цьому широкий і діапазон оброблюваних матеріалів: від кольорових сплавів і вуглецевих сталей до високоміцних і жароміцних сталей і сплавів. Область застосування сталей наведена в табл. 6 [9, 10, 11].

Таблиця 5

Марка	Хімічний склад (%) швидкорізальних сталей (за ДСТ 19265-73)					
	C	Cr	W	V	Co	Mo
P6M5	0,80-0,88	3,8-4,4	5,5-6,5	1,7-2,1	—	5,0-5,5
P6M5K5	0,82-0,90	3,8-4,3	6,0-7,0	1,7-2,2	4,8-5,3	4,8-5,3
P9	0,85-0,95	3,8-4,4	8,5-10,0	2,0-2,6	—	до 1,0
P9M4K8	1,0-1,1	3,0-3,6	8,5-9,5	2,1-2,5	7,5-8,5	3,8-4,3
P9 K5	0,9-1,0	3,8-4,4	9,0-10,5	2,2-2,6	5,0-6,0	до 1,0
P9 K10	0,9-1,0	3,8-4,4	9,0-10,5	2,0-2,6	9,0-10,5	до 1,0
P10 ДО5Ф5	1,45-1,55	4,0-4,6	10,0-11,5	4,3-5,1	5,0-6,0	до 1,0
P12	0,8-0,9	3,1-3,6	12,0-13,0	1,5-1,9	—	до 1,0
P18	0,7-0,8	63,8-4,4	17,0-18,5	1,0-1,4	—	до 1,0
10P6M5	1,00-1,15	3,8-4,4	5,5-6,5	1,8-2,2	—	5,5
P12Ф3	0,95-1,05	3,8-4,3	12,0-13,0	2,5-3,0	—	0,5-1,0
P18Ф2	0,95-1,05	3,8-4,4	17,0-18,5	1,8-2,4	7,8-8,5	0,8-1,2
ДО8М	1,25-1,40	3,7-4,2	12,5-14,0	3,2-3,9	5,0-6,0	0,5-1,0
P12Ф4К5	0,95-1,05	3,8-4,4	5,5-6,0	1,8-2,4	7,5-8,5	4,6-5,2
P6M5Ф2К8	1,0-1,1	3,8-4,4	6,0-7,0	1,2-1,6	4,8-5,3	4,8-5,3
10P6M5K5						

Примітка: решта Fe і домішки.

Таблиця 6

Застосування швидкорізальних сталей для виготовлення різальних інструментів
Різальні інструменти

Оброблюваний матеріал	різці	свердла	розгортки, зенкери	мітчики, плашки	фрези кінцеві, дискові
Вуглецеві й низьколеговані сталі	10P6M5 P12Ф4К5* P6M5K5*	P6M5 10P6M5 P12Ф3	P6M5 10P6M5 P6M5K5	P6M5 10P6M5	P6M5 10P6M5 P6M5K5*
Леговані поліпшені сталі	P12Ф2М3К8 P12Ф4К5 P6M5K5	10P6M5 P12Ф3 P6M5K5	10P6M5 P6M5K5 P9M4K8	P6M5 10P6M5 P9M5K5	P6M5K5 P9M4K8 P12Ф2М3К8
Високолеговані конструкційні, у тому числі нержавіючі сталі	P12Ф2М3К8 P12Ф4К5 P6M5K5	P6M5K5 10P6M5 P12Ф3	P6M5K5 P9M4K8 10P6M5	P6M5K5 10P6M5 P6M5	P6M5K5 P9M4K8 P12Ф2М3К8
Жароміцні сталі й сплави, високоміцні сталі	P12Ф2М3К8 P12Ф4К5 P6M5K5	P6M5K5 P9M4K8 P12Ф2М3К8	P12Ф2М3К8 P12Ф4К5 P6M5K5	10P6M5 P6M5K5 P12Ф2М3К8	P6M5K5 P9M4K8 P12Ф2М3К8

Примітка: * – застосовується при роботі на більших швидкостях різання.

Окремі переваги в ріжучих властивостях мають інструменти зі швидкорізальних сталей, заготовки для яких одержують методом порошкової металургії. При цьому заготовки виготовляють шляхом пресування цих сталей при температурі 1100...1150 (С и тиску 9,5...10 Мпа з наступним пресуванням або куванням. підвищення, що досягається при цьому, однорідності, в'язкості матеріалу й зменшення термічних деформацій заготовок підвищує технологічні й експлуатаційні властивості інструментів.

Література: 1.П.Р.Родін «Металорізальні інструменти» Глава 1 [Б1] §1
Стор11

Змістовий модуль 1. Загальні відомості про формоутворення різанням.

Тема 1. Матеріали для виготовлення ріжучого інструменту.

Лекція 2: 1 год.

Тема: Лабораторна робота №1 Розшифровка марок інструментальних сталей склад.

ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Звіт до лабораторної роботи оформляється відповідно до загальних вимог до текстових документів за ДСТУ 3008-95. Текст виконується від руки або друкується на принтері на одній стороні аркуша білого паперу формату А4 з обмежувальними рамками. Відстань від верхнього, нижнього та правого країв аркуша до обмежувальної рамки - 5 мм, а від лівого - 20 мм.

Не допускається оформлення частини тексту звіту від руки, а частини друкуванням на принтері (крім оформлення рисунків).

Перенесення слів у заголовках, запис заголовка на одній сторінці, а початок тексту на іншій, скорочення слів, крім загальноприйнятих, не допускається, крапку в кінці заголовка не ставлять.

Звіт з кожної лабораторної роботи повинен мати таку структуру: 1.

Номер лабораторної роботи.

2. Назва лабораторної роботи.

3. Мета роботи.

4. Теоретична інформація.

5. Спорядження роботи.

6. Дані для виконання роботи.

7. Висновки.

В підрозділі "Теоретична інформація" необхідно обов'язково привести основні визначення та рисунки.

У підрозділі "Висновки" описати результати роботи, оцінити похибки і шляхи (засоби)

їх зменшення, засоби для вміння та навички, отримані й набуті при виконанні лабораторної роботи.

Усі підрозділи і рисунки повинні мати номер. Нумерація підрозділів та рисунків вміщує номер лабораторної роботи і порядковий номер підрозділу або рисунка в межах однієї лабораторної роботи. Номер рисунка розміщують під зображенням. Наприклад: Рис. 1.1.1. Схема обробки площини на фрезерному верстаті - перший рисунок у розділі 1 звіту з лабораторної роботи 1.1. Якщо на рисунку вказані позиції елементів, то їх розшифровування наводиться під рисунком.

Формули нумеруються арабськими цифрами. Номер формули вказується на правому боці аркуша у круглих дужках на рівні формули. Він складається з номера лабораторної роботи і порядкового номера формули в ній. Пояснення значень символів у формулах слід писати одразу під формулою в тій же послідовності, як вони подані у формулах. Кожне пояснення пишеться з нового рядка, перший рядок розпочинається словом "де" без двокрапки.

Після виконання всіх лабораторних робіт окремі звіти скріплюються у послідовності виконання робіт у загальний звіт, оформляється титульний аркуш, всі сторінки нумеруються. Нумерація наскрізна. Виконання і своєчасний захист всіх лабораторних робіт є обов'язковою умовою допуску здобувача освіти до складання іспиту з дисциплін "Технологічні основи машинобудування", "Теоретичні основи машинобудування" і "Технологія обробки типових деталей та складання машин".

1.1 Теоретична інформація

Для виробництва різальних інструментів застосовуються різні види інструментальних матеріалів: вуглецеві, леговані, швидкорізальні сталі, металокерамічні тверді сплави, мінералокерамічні матеріали, штучні алмази, абразивні матеріали та ін.

Інструментальні матеріали в переважній більшості використовують для виготовлення тільки різальної частини інструментів у вигляді пластинок, закріплених механічно, паянням, зварюванням.

Мета заняття: Ознайомитись з інструментальними матеріалами, їх властивостями та сферами доцільного застосування.

Різальні інструменти працюють в умовах значних силових навантажень, високих температур і тертя, тому інструментальні матеріали повинні мати такі властивості:

- високу міцність, через те що у процесі різання інструмент сприймає великі і нестабільні навантаження;
- високу твердість, значно більшу, ніж оброблюваний матеріал;
- високу стійкість до зношування тому, що точність розмірів поверхонь деталей машин істотно залежить від рівня спрацювання різальних кромки;
- високу теплостійкість, оскільки у процесі різання виділяється значна кількість тепла, яка може привести до зменшення твердості інструмента і виходу його з ладу;
- малу хімічну активність для зменшення взаємодії з матеріалом деталі, яка обробляється (налипання стружки) та корозійних процесів.

Інструментальні сталі. Вуглецеві інструментальні сталі мають добру оброблюваність і високу твердість (ПШС 62 - 64) в загартованому стані. Теплостійкість цих сталей 200 - 250°C, тому вони можуть працювати лише при невеликих швидкостях різання (15 - 18 м/хв.). В залежності від вмісту вуглецю (0,65- 1,35%) властивості сталей змінюються. Збільшення вмісту вуглецю підвищує твердість і крихкість.

Вуглецеві інструментальні сталі маркуються так: У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13, У13А, У8Г, У8ГА (ГОСТ 1435-90). Літера "У" означає, що інструментальна сталь вуглецева, цифра - показує кількість вуглецю в десятих частках відсотка, літера "А" в кінці позначення марки означає, що сталь високоякісна з низьким вмістом шкідливих домішок (сірка, фосфор), літера "Г" - підвищений вміст марганцю.

Сталі марок У7, У8, У9 використовують для виготовлення зубил, слюсарних молотків, гільотинних ножиців.

Сталі марок У10, У11, У12 використовують для виготовлення мітчиків, розверток, штампів, калібрів та інших інструментів.

Різальні властивості інструментальних вуглецевих сталей можна поліпшити легуванням хромом, вольфрамом, ванадієм, кремнієм, марганцем, нікелем та іншими елементами. Леговані інструментальні сталі відрізняються підвищеною в'язкістю, більш високими різальними властивостями, ніж інструментальні вуглецеві сталі. Проте вони також мають невисоку теплостійкість (250 - 350°C) і призначені для роботи при невеликих швидкостях різання (15 - 25 м/хв.). Леговані сталі позначають так: 7ХФ, 9ХФ, 13Х, ХВ4, 9Х, 12Х, В2Ф, 9ХС, ХГС, 9ХВГ, ХВСГ, 9Х5ВФ, 8Х6НФТ (ГОСТ 5950-73). З цих сталей виготовляють плашки, мітчики, протяжки, розвертки, свердла та інші інструменти.

В позначенні марок легованих сталей перша цифра вказує на вміст вуглецю в десятих частках відсотка. Якщо вміст вуглецю дорівнює одному відсотку, то сталь маркується без зазначення числа 10. Наявність легуючих елементів позначається відповідними літерами. Цифра після літери характеризує наявність відповідного елемента у відсотках. Відсутність цифри після літер показує, що вміст легуючого елемента ~ 1%. Наприклад: сталь 9ХС складається з 0,9% вуглецю, 1% хрому, 1% кремнію.

Швидкорізальні інструментальні сталі мають високу твердість, міцність, стійкість до зношування, їх теплостійкість досягає 600 - 650°C, швидкість різання - до 100 м/хв. Основні марки швидкорізальних сталей: Р9, Р18, Р6М3, Р6М5, Р12Ф2, Р9К5, Р18К5Ф2, Р9М4К8 (ГОСТ 19265-73).

Літера "Р" означає належність сталі до групи швидкорізальних, цифра після літери "Р" показує середню масову частку вольфраму у відсотках; М - молібден, Ф - ванадій, К - кобальт. Цифри після літер - масову частку відповідного елемента у відсотках. Наприклад: Р18К5Ф2 - містить 18% вольфраму, 5% кобальту, 2% ванадію. Ці сталі використовують для виготовлення різців, свердел, фрез, зуборізного інструменту тощо.

1.2 Спорядження роботи

Різнотипний металорізальний інструмент, плакати.

1.3.Методика виконання роботи

1. Ознайомитись з інструментальними матеріалами, з яких виготовляють різальні частини інструментів.

2. отримати від викладача марки інструментальних матеріалів та здійснити їх розшифровку і обґрунтувати область застосування.

3. Зробити висновки по роботі.

1.1.4. Інформація до складання звіту

У підрозділі "Дані для виконання роботи" скласти таблицю, за формою, поданою нижче, в якій навести назву інструмента, марку матеріалу, з якого виготовлена різальна частина цього інструмента, дати розшифрування складу матеріалу, навести можливі галузі застосування.

Дані для виконання роботи

Назва інструменту	Марка матеріалу і її розшифрування	Можливі галузі застосування

1.1.6. Питання до самостійної підготовки

1. Які види інструментальних матеріалів Ви знаєте?
2. Які властивості повинні мати інструментальні матеріали?
3. Які інструментальні сталі використовують для виготовлення різального інструменту?
4. Які інструментальні сталі називають високоякісними?
5. Дайте порівняльну оцінку легованих і швидкорізальних інструментальних сталей.

1.1.7. Література

1. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. / [Ю.А. Абрамов, В.Н. Андреев, Б.И. Горбунов и др.]; под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - Т. 2. - 496 с.
2. Справочник инструментальщика / [И.А.Ординарцев, Г.В.Филиппов, А.Н.Шевченко и др.]; под общ. ред. И.А.Ординарцева. - JL: Машиностроение, 1987. - 846 с.
3. Технология конструкционных материалов: учебник для машиностроительных специальностей вузов / [А.М.Дальский, И.А.Арутюнова, Т.М.Борсукова и др.]; под общ. ред. А.М.Дальского- [2-е изд., перераб. и доп.]. - М.: Машиностроение, 1985. - 448 с.
4. Прейс Г.А. Технология конструкционных материалов / [Прейс Г.А., Сологуб Н.А., Рожнецкий И.А. и др.]; под ред. Г.А.Прейса. - [2-е изд.]. - К.: Вища школа, 1991. - 359 с.
5. Технологія конструкційних матеріалів: підручник / [М.А.Сологуб, І.О.Рожнецький, О.І.Некроз та ін.]; за ред. М.А.Сологуба. - [2-е вад., перероб. і доп.]. - К.: Вища школа, 2002. - 374 с.

Змістовий модуль 1. Загальні відомості про формоутворення різанням.

Тема 1. Матеріали для виготовлення ріжучого інструменту.

Лекція 3: 1 год.

Тема: Металокерамічні тверді сплави, їх марки, хімічний склад, механічні властивості, галузь застосування.

Мета заняття: Формування основних понять та визначень про металокерамічні тверді сплави, їх марки, хімічний склад,

План заняття:

1. Металокерамічні тверді сплави.
2. Групи й марки твердих сплавів.

Розкриття питання

Металокерамічні тверді сплави. Металокерамічні тверді сплави мають високу твердість, стійкість до зношування і високу теплостійкість (800 - 1000°C), що дозволяє обробляти заготовки зі швидкостями різання до 800 м/хв.

Тверді сплави складаються з карбідів титану, вольфраму, танталу, карбонітридів титану і кобальту, інколи нікелю та молібдену. Тверді сплави (ГОСТ 3882-74), які містять в собі вольфрам, поділяють на три групи: вольфрамові (ВК), титановольфрамові (ТК), титанотанталовольфрамові (ТТК) металокерамічні тверді сплави.

Вольфрамові складаються з карбідів вольфраму і металевого кобальту. Їх позначають літерами "ВК" і цифрами, які вказують вміст кобальту у відсотках. Сплави ВК3, ВК4, ВК6, ВК8 призначені для обробки сірого чавуну, кольорових металів та сплавів, а також неметалевих матеріалів.

2. Групи й марки твердих сплавів.

Титановольфрамові двокарбідні сплави складаються з карбідів вольфраму і титану, зцементованих кобальтом. Їх позначають літерами ТК і цифрами, які вказують вміст карбіду титану і металевого кобальту у відсотках. Сплави Т15К6, Т14К8, Т5К10, Т3К4 призначені для обробки вуглецевих та легированих сталей.

Титанотанталовольфрамові трикарбідні сплави складаються з карбідів танталу, титану, вольфраму, зцементованих кобальтом, їх позначають літерами ТТК і цифрами. Цифри після літер ТТ вказують сумарний вміст карбідів титану і танталу, цифри після літери К означають вміст кобальту у відсотках (репга - карбіди вольфраму). Сплави ТТ7К12, ТТ20К9 призначені для чистової та напівчистової обробки чавунів, сталевих виливків та сталей, які важко оброблюються різанням.

Приклади розшифрування: ВК8 - вміщує 92% карбідів вольфраму, 8% кобальту; Т15К6 - вміщує 15% карбідів титану, 79% карбідів вольфраму, 6% кобальту; ТТ7К12 - вміщує 4% карбідів титану, 3% карбідів танталу, 81% карбідів вольфраму, 12% кобальту.

Безвольфрамові тверді сплави виготовляють на основі карбідів титану і карбонітридів титану з добавкою нікелю чи молібдену.

Сплави ТМ-3, ТН-20, ТНМ-30, КНТ-16, КНТ-30 (ГОСТ 26530-85) за різальними властивостями не поступаються твердим сплавам, які вміщують вольфрам. Безвольфрамові сплави використовують для чистової обробки легованих сталей, кольорових металів і сплавів, для виготовлення прес-форм, калібрів та іншого інструменту. Їх стійкість до зношування в 1,5-3 рази вища, ніж у сплавів групи ВК.

Карбідохромові тверді сплави виготовляють на основі карбідів хрому з добавкою нікелю. Сплави КХН-10, КХН-15, КХН-20, КХН-35, КХН-40 (цифра вказує вміст нікелю у відсотках, решта - карбіди хрому) не окислюються на повітрі до 1000 - 1100°C, добре працюють при абразивному зношуванні. Карбідохромові сплави використовують аналогічно безвольфрамовим твердим сплавам. Ці сплави більш економічні внаслідок відсутності дорогого вольфраму.

Тверді сплави виготовляють у вигляді пластин, які припаюють до робочої частини інструменту, або закріплюють механічними способами.

Література: П.Р.Родін «Металорізальні інструменти» §4 Стор17.

Змістовий модуль 1. Загальні відомості про формоутворення різанням.

Тема 1. Матеріали для виготовлення ріжучого інструменту.

Лекція 4: 1 год.

Тема: Мінералокерамічні інструментальні матеріали, їх марки, механічні властивості, галузь застосування. Природні та синтетичні алмази, їх марки, хімічний склад.

Мета заняття: Формування основних понять та визначень про мінералокерамічні інструментальні матеріали, їх марки, хімічний склад,

План заняття:

1. Мінералокерамічні матеріали.
2. Синтетичні надтверді матеріали.
3. Алмази

Розкриття питання

1. Мінералокерамічні матеріали. Мінералокераміка - синтетичний матеріал, основою якого служить глинозем (Al_2O_3), спечений при температурі 1720 - 1750°C.

Мінералокерамічні матеріали поділяють на два основних види: оксидну білу кераміку, яка має в своєму складі 99,7% оксиду алюмінію (Al_2O_3), і чорну оксидно-карбідну кераміку з додаванням до оксиду алюмінію карбідів титану ($Al_2O_3 + TiC$). На основі алюмооксидної мінералокераміки розроблений матеріал ОНТ-20 (картиніт). Цей матеріал перевершує тверді сплави за твердістю і стійкістю до зношування, але має високу крихкість. Його використовують для чистової обробки сірого чавуну, вуглецевих і легованих сталей. Інструментальні мінералокерамічні матеріали оксидно-карбідного типу (ГОСТ 26630-85) ВЗ, ВОІЗ, ВОК-60 використовують для чистової і напівчистової обробки гартованих сталей

(ШС 45 - 60), зі швидкістю різання в 2 - 3 рази більшою, ніж при обробці твердими сплавами.

2. Синтетичні надтверді матеріали. Для обробки деталей на гнучких автоматичних лініях і верстатах з ЧПК використовують композити на основі кубічного нітриду бору та синтетичного алмазу. СНМ (ТУ 2-035-982-85) на основі нітриду бору випускають таких марок: композит 01 (ельбор - Р), композит 02 (белбор), композит 10 (гексаніт - Р), композит 05, які одержують спіканням порошків нітриду бору з легуючими добавками.

Найбільш поширені різці та фрези, оснащені пластинами композита 01 (ельбор - Р) і композита 10 (гексаніт - Р). За твердістю ці композити поступаються тільки алмазам. Їх використовують для обробки гартованих та цементованих сталей. Абразивні матеріали. Ці матеріали являють собою дрібнозернисті або порошкоподібні речовини, які застосовуються для виготовлення абразивних інструментів: шліфувальних кругів, брусків, головок, полірувальних і шліфувальних стрічок. Абразивні матеріали мають високу теплостійкість (1800 - 2000°C) і стійкість до зношування. Їх поділяють на штучні та природні. Природні (кварц, наждак, корунд) знаходять обмежене застосування - внаслідок неоднорідності і нестабільності властивостей. У промисловості застосовуються в основному штучні абразивні матеріали (карбід бору, електрокорунд, карбід кремнію та інші) завдяки високій твердості та однорідності. Електрокорунд виготовляють при плавленні з матеріалів, що вмішують оксид алюмінію. У залежності від кількості Al_2O_3 електрокорунд буває нормальний, білий, легований.

Електрокорунд нормальний в основному випускають марки А15, який містить в собі 95% Al_2O_3 . З нього виготовляють круги для шліфування сталей, ковких чавунів, міцної бронзи.

Електрокорунд білий випускають чотирьох марок: 22А, 23 А, 24А, 25А, які містять від 97% до 99% Al_2O_3 . З нього виготовляють заточувальні круги, бруски для хонінгувальних і су- перфінішувальних головок.

Легований електрокорунд хромистий (технічний корунд) одержують з глинозему (до 97% Al_2O_3) з додаванням до 2% оксиду хрому Cr_2O_3 . Хромистий електрокорунд випускають марок 32А, 33А, 34А.

Електрокорунд титанистий (технічний сапфір) марки 37А отримують шляхом плавлення глинозему з присадкою (2-3%) оксиду титану.

Монокорунд - це різновид електрокорунду, який містить до 97% Al_2O_3 . Твердість його вища, ніж твердість білого електрокорунду. Монокорунд випускають марок: 43А, 44А, 45А і використовують для виготовлення заточувальних кругів і мікро- порошків.

Карбід кремнію SiC отримують в електропечах з кремнезему. Він поділяється на чорний і зелений карбід кремнію. Карбід кремнію чорний випускають марок 52С, 53С, 54С, 55С, які коштують 95 - 98% карбіду кремнію (SiC). Його застосовують для заточування інструментів та шліфування твердих сплавів, чавуну, кольорових металів.

Карбід кремнію зелений випускають марок 62С, 63С, 64С, які містять 97 - 99% карбіду кремнію (SiC). Він має вищу твердість, ніж карбід кремнію чорний. Застосовують зелений карбід при виготовленні інструментів, для заточування швидкорізальних і твердих сплавів та для правлення шліфувальних кругів.

Карбід бору отримують плавленням борної кислоти в електропечах. Він містить до 94% B₄C і 1,5% вільного вуглецю. Карбід бору значно твердіший за карбід кремнію, тому його застосовують у вигляді металевих порошків чи паст при доведенні твердосплавних інструментів.

3.Алмази. Алмаз вважається найтвердішим матеріалом, хімічно малоактивний, не піддається дії кислотних і лужних середовищ, має високу теплостійкість (850°С), стійкість до зношування, але крихкий і дорогий. У промисловості в основному використовують штучні (синтетичні) алмазні різці і круги різних профілів, головки, бруски, надфілі і пасту. Швидкість різання при обробці заготовок синтетичним алмазом перевищує 100 м/хв. З синтетичних алмазів виготовляють алмазні порошки, які необхідні для отримання алмазно-абразивних інструментів (шліфувальні круги, хони, пригари та ін.). Поверхні деталей, які оброблені алмазним інструментом, характеризуються низькою шорсткістю і високою точністю поверхні.

Література: П.Р.Родін «Металорізальні інструменти» §4 Стор17.

Змістовий модуль 1.Загальні відомості про формоутворення різанням.

Тема 1.Матеріали для виготовлення ріжучого інструменту.

Лекція 5: 1 год.

Тема: Лабораторна № 2 .Розшифровка марок твердих сплавів.

Мета заняття: Ознайомитись з твердими сплавами, їх властивостями та сферами доцільного застосовування.

ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Звіт до лабораторної роботи оформляється відповідно до загальних вимог до текстових документів за ДСТУ 3008-95. Текст виконується від руки або друкується на принтері на одній стороні аркуша білого паперу формату А4 з обмежувальними рамками. Відстань від верхнього, нижнього та правого країв аркуша до обмежувальної рамки - 5 мм, а від лівого - 20 мм.

Не допускається оформлення частини тексту звіту від руки, а частини друкуванням на принтері (крім оформлення рисунків).

Перенесення слів у заголовках, запис заголовка на одній сторінці, а початок тексту на іншій, скорочення слів, крім загальноприйнятих, не допускається, крапку в кінці заголовка не ставлять.

Звіт з кожної лабораторної роботи повинен мати таку структуру:

- 1.Номер лабораторної роботи.
- 2.Назва лабораторної роботи.
- 3.Мета роботи.
- 4.Теоретична інформація.

- 5.Спорядження роботи.
- 6.Дані для виконання роботи.
- 7.Висновки.

У підрозділі "Теоретична інформація" необхідно обов'язково привести основні визначення та рисунки.

У підрозділі "Висновки" описати результати роботи, оцінити похибки і шляхи (засоби) їх зменшення, засоби для вміння та навички, отримані й набуті при виконанні лабораторної роботи.

Усі підрозділи і рисунки повинні мати номер. Нумерація підрозділів та рисунків вміщує номер лабораторної роботи і порядковий номер підрозділу або рисунка в межах однієї лабораторної роботи. Номер рисунка розміщують під зображенням. Наприклад: Рис. 1.1.1. Схема обробки площини на фрезерному верстаті - перший рисунок у розділі 1 звіту з лабораторної роботи 1.1. Якщо на рисунку вказані позиції елементів, то їх розшифровування наводиться під рисунком.

Формули нумеруються арабськими цифрами. Номер формули вказується на правому боці аркуша у круглих дужках на рівні формули. Він складається з номера лабораторної роботи і порядкового номера формули в ній. Пояснення значень символів у формулах слід писати одразу під формулою в тій же послідовності, як вони подані у формулах. Кожне пояснення пишеться з нового рядка, перший рядок розпочинається словом "де" без двокрапки.

Після виконання всіх лабораторних робіт окремі звіти скріплюються у послідовності виконання робіт у загальний звіт, оформляється титульний аркуш, всі сторінки нумеруються. Нумерація наскрізна. Виконання і своєчасний захист всіх лабораторних робіт є обов'язковою умовою допуску здобувача освіти до складання іспиту з дисциплін "Технологічні основи машинобудування", "Теоретичні основи машинобудування" і "Технологія обробки типових деталей та складання машин".

1.1Теоретична інформація

Металокерамічні тверді сплави. Металокерамічні тверді сплави мають високу твердість, стійкість до зношування і високу теплостійкість (800 - 1000°C), що дозволяє обробляти заготовки зі швидкостями різання до 800 м/хв.

Тверді сплави складаються з карбідів титану, вольфраму, танталу, карбонітридів титану і кобальту, інколи нікелю та молібдену. Тверді сплави (ГОСТ 3882-74), які містять в собі вольфрам, поділяють на три групи: вольфрамові (ВК), титановольфрамові (ТК), титанотанталовольфрамові (ТТК) металокерамічні тверді сплави.

Вольфрамові складаються з карбідів вольфраму і металевого кобальту. Їх позначають літерами "ВК" і цифрами, які вказують вміст кобальту у відсотках. Сплави ВК3, ВК4, ВК6, ВК8 призначені для обробки сірого чавуну, кольорових металів та сплавів, а також неметалевих матеріалів.

Титановольфрамкові двокарбідні сплави складаються з карбідів вольфраму і титану, зцементованих кобальтом. їх позначають літерами ТК і цифрами, які вказують вміст карбіду титану і металевого кобальту у відсотках. Сплави Т15К6, Т14К8, Т5К10, ТЗК4 призначені для обробки вуглецевих та легованих сталей.

Титанотанталовольфрамкові трикарбідні сплави складаються з карбідів танталу, титану, вольфраму, зцементованих кобальтом, їх позначають літерами ТТК і цифрами. Цифри після літер ТТ вказують сумарний вміст карбідів титану і танталу, цифри після літери К означають вміст кобальту у відсотках (репгга - карбіди вольфраму). Сплави ТТ7К12, ТТ20К9 призначені для чистової та напівчистової обробки чавунів, сталевих виливків та сталей, які важко оброблюються різанням.

Приклади розшифрування: ВК8 - вміщує 92% карбідів вольфраму, 8% кобальту; Т15К6 - вміщує 15% карбідів титану, 79% карбідів вольфраму, 6% кобальту; ТТ7К12 - вміщує 4% карбідів титану, 3% карбідів танталу, 81% карбідів вольфраму, 12% кобальту.

Безвольфрамкові тверді сплави виготовляють на основі карбідів титану і карбонітридів титану з добавкою нікелю чи молібдену.

Сплави ТМ-3, ТН-20, ТНМ-30, КНТ-16, КНТ-30 (ГОСТ 26530-85) за різальними властивостями не поступаються твердим сплавам, які вміщують вольфрам. Безвольфрамкові сплави використовують для чистової обробки легованих сталей, кольорових металів і сплавів, для виготовлення прес-форм, калібрів та іншого інструменту. Їх стійкість до зношування в 1,5-3 рази вища, ніж у сплавів групи ВК.

Карбідохромові тверді сплави виготовляють на основі карбідів хрому з добавкою нікелю. Сплави КХН-10, КХН-15, КХН-20, КХН-35, КХН-40 (цифра вказує вміст нікелю у відсотках, решта - карбіди хрому) не окислюються на повітрі до 1000 - 1100°C, добре працюють при абразивному зношуванні. Карбідохромові сплави використовують аналогічно безвольфрамовим твердим сплавам. Ці сплави більш економічні внаслідок відсутності дорогого вольфраму.

Тверді сплави виготовляють у вигляді пластин, які припаюють до робочої частини інструменту, або закріплюють механічними способами.

1.2Спорядження роботи

Різнотипний металорізальний інструмент, плакати.

1.3.Методика виконання роботи

1. Ознайомитись з інструментальними матеріалами, з яких виготовляють різальні частини інструментів.
2. отримати від викладача марки інструментальних матеріалів та здійснити їх розшифровку і обґрунтувати область застосування.
3. Зробити висновки по роботі.

1.1.4. Інформація до складання звіту

У підрозділі "Дані для виконання роботи" скласти таблицю, за формою, поданою нижче, в якій навести назву інструмента, марку матеріалу, з якого виготовлена різальна частина цього інструмента, дати розшифрування складу матеріалу, навести можливі галузі застосування.

Таблиця 1.1.1

Дані для виконання роботи

Назва інструменту	Марка матеріалу і її розшифрування	Можливі галузі застосування
-------------------	------------------------------------	-----------------------------

1.1.5. Питання до самостійної підготовки

6. З яких карбідів складаються вольфрамові і безвольфрамові тверді сплави?
7. Проаналізувати застосування твердих сплавів.
8. Які тверді сплави рекомендують для обробки чавунів, а які для обробки сталей?
9. Як з'єднують твердосплавні пластини з робочою частиною інструменту?
10. Який матеріал називають мінералокерамічним?
11. Які марки синтетичних надтвердих матеріалів Ви знаєте?
12. Для виготовлення яких інструментів використовують абразивні матеріали?
13. Які штучні абразивні матеріали використовують у промисловості?
14. В чому переваги і недоліки технічних інструментальних алмазів?

Література:

Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. / [Ю.А. Абрамов, В.Н. Андреев, Б.И. Горбунов и др.]; под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - Т. 2. - 496 с.

1. Справочник инструментальщика / [И.А.Ординарцев, Г.В.Филиппов, А.Н.Шевченко и др.]; под общ. ред. И.А.Ординарцева. - JL: Машиностроение, 1987. - 846 с.

2. Технология конструкционных материалов: учебник для машиностроительных специальностей вузов / [А.М.Дальский, И.А.Арутюнова, Т.М.Борсукова и др.]; под общ. ред. А.М.Дальского - [2-е изд., перераб. и доп.]. - М.: Машиностроение, 1985. - 448 с.

3. Прейс Г.А. Технология конструкционных материалов / [Прейс Г.А., Сологуб Н.А., Рожнецкий И.А. и др.]; под ред. Г.А.Прейса. - [2-е изд.]. - К.: Вища школа, 1991. - 359 с.

4. Технологія конструкційних матеріалів: підручник / [М.А.Сологуб, І.О.Рожнецький, О.І.Некроз та ін.]; за ред. М.А.Сологуба. - [2-е вад., перероб. і доп.]. - К.: Вища школа, 2002. - 374 с.

Змістовий модуль 1. Загальні відомості про формоутворення різанням.

План Самостійного вивчення теми

Назва теми 1: Матеріали для виготовлення ріжучого інструменту.

Актуальність і головна мета теми: робота з вивчення основних похибок при механічній обробці на верстатах

сумарну похибку механічної обробки

Здобувач освіти повинен знати:

-Вимоги до інструментальних матеріалів;

-Механічні властивості матеріалів, галузь застосування, марки;

Здобувач освіти повинен вміти:

-Застосовувати марки матеріалу при виборі ріжучого інструменту;

-Розшифровувати марки матеріалів;

Міжпредметні зв'язки: технологія конструкційних матеріалів, технічна механіка

Основні питання:

1. Механічні властивості, галузь застосування вуглецевих сталей.
2. Безвольфрамові тверді сплави.
3. Термічне оброблення швидкорізальної сталі.
4. Хімічний склад, механічні властивості, галузь застосування алмазів.

Методичні рекомендації;

Вивчаючи запропоновану тему, здобувач освіти має звернути увагу на такі основні положення:

По перше: розшифровку вуглецевих сталей;

По друге: основні фізико – механічні властивості вуглецевих сталей, галузь застосування; По третє: розшифровку безвольфрамових твердих сплавів, основні фізико – механічні властивості, галузь застосування;

По п'яте : відомості про термічне оброблення швидкорізальної сталі;

По шосте: хімічний склад, механічні властивості, галузь застосування алмазів.

Питання для самоперевірки і контролю:

1. Які види інструментальних вуглецевих сталей Ви знаєте?
2. Які властивості повинні мати вуглецеві сталі?
3. Які інструментальні сталі використовують для виготовлення різального інструменту?
4. Які інструментальні сталі називають високоякісними?
5. Дайте порівняльну оцінку легированих і швидкорізальних інструментальних сталей.
6. З яких карбідів складаються вольфрамові і безвольфрамові тверді сплави?
7. Проаналізувати застосування твердих сплавів.
8. Які тверді сплави рекомендують для обробки чавунів, а які для обробки сталей?
9. Як з'єднують твердосплавні пластини з робочою частиною інструменту?
10. Які марки синтетичних надтвердих матеріалів Ви знаєте?
11. Для виготовлення яких інструментів використовують абразивні матеріали?
12. Які штучні абразивні матеріали використовують у промисловості?
13. В чому переваги і недоліки технічних інструментальних алмазів?

Література до теми: 1. П. Р. Родін «Металорізальні інструменти» Глава 1 [Б1] § 4.1 [Б 2] Стор.54 § 7.3 стор.107, § 6.6 стор.948. § 4 Стор.119

Форма контролю: усна

Змістовий модуль 2. Формоутворення точінням і струганням. Токарні різці і основи їх конструювання

Тема 2 Формоутворення точіння і стругання. Токарні різці і основи їх конструювання

.Лекція 6: 1 год.

Тема: Формоутворення точінням. Властивості конструкції і геометрії різців. Елементи різання. Процеси стругання.

Мета заняття: Формування основних понять та визначень про обробку металів різанням, конструкції і геометрії різців, характеристику методу стругання, елементів різання.

План заняття:

1. Формоутворення матеріалів точінням
2. Властивості конструкції і геометрії різців. 3 Елементи різання.
3. Стругальні різці.

Розкриття питання

1. Формоутворення точінням

Обробка металів різанням — це процес зняття різальним інструментом шару металу заготовки (стружки) для надання виробу потрібної форми, заданих розмірів і чистоти поверхні. Види обробки металів різанням розрізняють залежно від конструкції різального інструмента, що застосовують, або від характеру руху інструмента і заготовки при обробці вручну чи на металорізальному верстаті. До основних понять щодо процесу різання відносять:

- поверхні заготовки;
- координатні площини;
- елементи різальної частини;
- геометрію різця (кути, режими різання і розміри заданого шару металу).

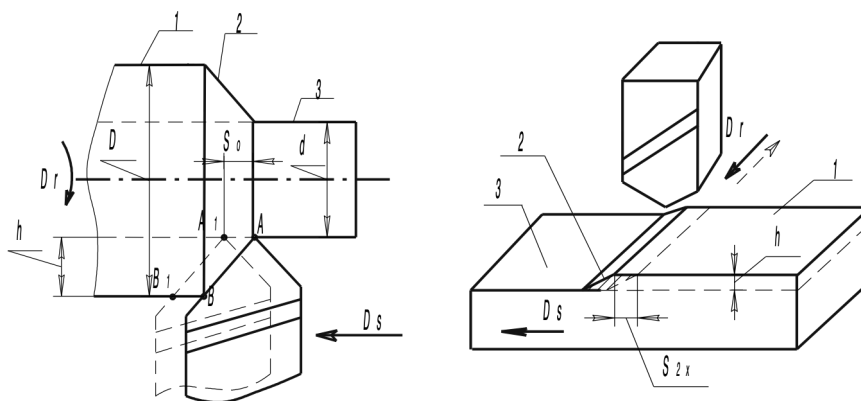


Рис. 1. - Елементи різання і геометрія шару металу, що зрізується
1 — оброблювана поверхня; 2 — поверхня різання; 3 — оброблена поверхня

2. Властивості конструкції і геометрії різців.

2.1 Системи координат

- Інструментальна система координат

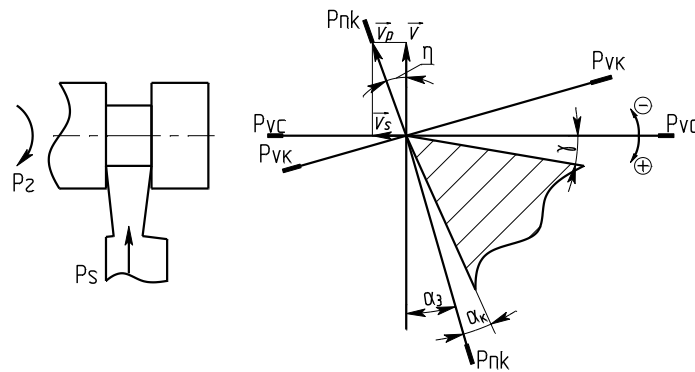
Прямокутна система координат з початком у вершині ріжучого леза, орієнтована щодо бази кріплення. Застосовується для виготовлення й контролю інструмента.

- Статична система координат

Прямокутна система координат з початком у розглянутій крапці ріжучої крайки, орієнтована щодо вектора швидкості головного руху. Застосовується для визначення зміни геометрії інструмента при його установці на верстаті.

- Кінематична система координат

Прямокутна система координат з початком у розглянутій крапці ріжучої крайки, орієнтована щодо вектора швидкості результуючого руху. Застосовується для визначення геометрії інструмента в процесі різання.



2.2 Координатні площини

- P_v - Основна площина перпендикулярна

- вектору швидкості головного руху (статична система координат);
- вектору швидкості результуючого руху (кінематична система координат).

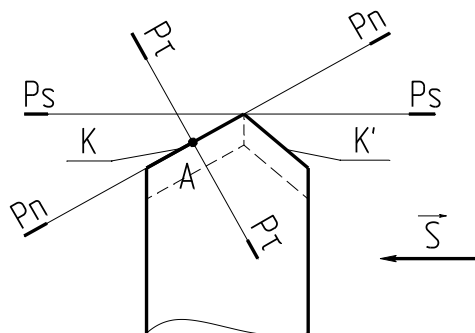
В інструментальній системі координат P_v орієнтована щодо бази кріплення інструмента.

В інструментальній системі координат P_v орієнтована щодо бази кріплення інструмента.

• P_n - Площина різання - дотична до ріжучої крайки в розглянутій крапці й перпендикулярна до основної площини.

• P_t - Головна січна площина – перпендикулярна до лінії перетинання основної площини й площини різання.

• P_s - Робоча площина – площина, у якій розташовані вектори швидкостей головного руху й руху подачі.



2.3 Кути

- **Передній кут** – кут у січній площині між передньою поверхнею й основною площиною. Впливає на процес стружкоутворення й міцність ріжучого леза. Зі збільшенням переднього кута зменшується ступінь деформації шару, що зрізується, і знижується міцність ріжучого леза.

- **Задній кут** – кут у січній площині між задньою поверхнею й площиною різання. Збільшення заднього кута знижує сили тертя по задній поверхні й міцність ріжучого леза.

- **Кут загострення** – кут у січній площині між передньої й задньої поверхнями різця.

- **Кут у плані** - кут в основній площині між площиною різання й робочою площиною. Впливає на розміри шару, що зрізується, становлять сили різання, тепловідвід, міцність вершини й шорсткість обробленої поверхні.

- **Кут нахилу ріжучої крайки** – кут у площині різання між ріжучою крайкою й основною площиною. Впливає на умови первісного контакту інструмента й заготовки, і напрямок сходу стружки.

2.3Робоча частина різців

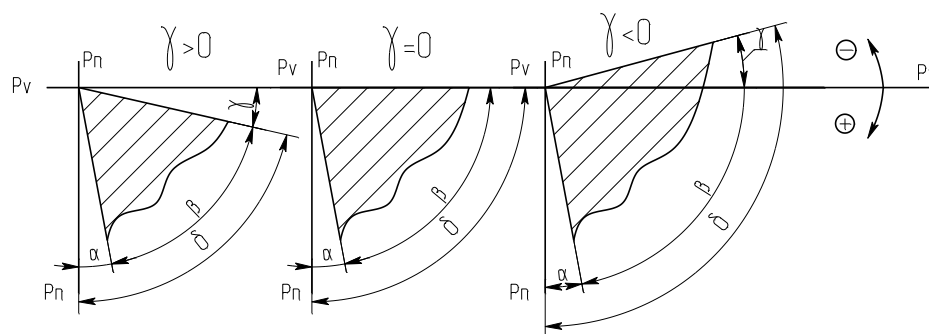
2.3.1Твердість робочої частини

- Для різців зі швидкорізальних сталей визначається режимами термообробки й хімічним складом сталей і для вольфрамових і вольфрамомолібденових сталей повинна бути HRC 62...65, а для кобальтових, ванадієвих і кобальтованадієвих швидкорізальних сталей з масовою часткою ванадію не менш 3% і кобальту не менш 5% - HRC 63...67.

- Твердість робочої частини різців із твердих сплавів, мінералокераміки й надтвердих матеріалів визначається властивостями цих матеріалів.

2.3.2Геометрія різців

- **Передній кут γ** залежить від властивостей оброблюваного матеріалу й матеріалу інструмента. Зі збільшенням міцності й твердості оброблюваного інструментального матеріалу – зростає. матеріалу оптимальний передній кут зменшується, а зі збільшенням міцності



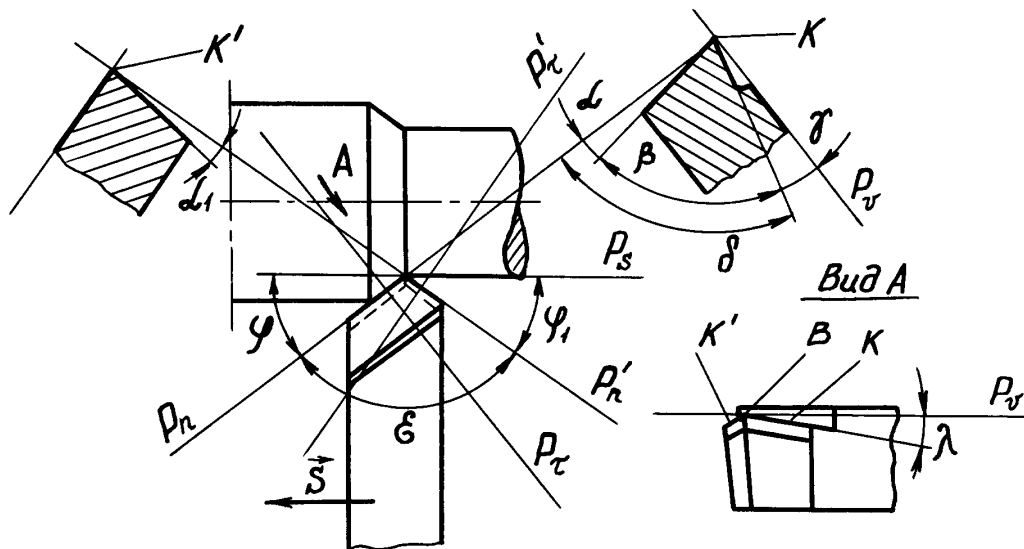
Передні кути помітно впливають на інтенсивність вібрацій. Зі зменшенням γ вібрації підсилюються.

При роботі з товщиною зрізу $a > 0,2$ мм на передній поверхні доцільно робити фаску шириною від 0,2 до 1,0 мм (табл.1.).

Таблиця 1.

	Ширина фаски	γ_{ϕ}	γ
Швидкорізальні	$f = a$	00 ... 50	250 ... 300
Твердий сплав	$f = (1,5 \dots 2) a$	-50 ... -100	100 ... 250

При обробці тендітних матеріалів, форма передньої поверхні з фаскою неефективна.



• **Задній кут α** служить для зменшення тертя між задньою поверхнею й поверхнею різання.

Надмірне збільшення заднього кута приводить до зниження міцності й погіршенню теплопроводу. Звичайно кут α ухвалюють рівним $6 \dots 12^\circ$

Оптимальне значення α , що забезпечує максимальну стійкість, залежить від товщини шару, що зрізується. Зі збільшенням товщини шару, що зрізується, оптимальний задній кут зменшується.

При обробці твердих і міцних матеріалів величини задніх кутів зменшуються, а при обробці легких сплавів - збільшуються.

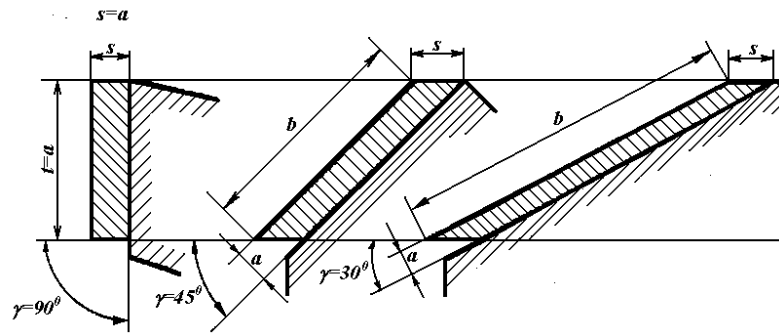
Для зменшення вібрацій при обробці задні кути доводиться зменшувати.

• **Головний кут у плані ϕ** впливає:

- на розміри поперечного переріза шару, що зрізується;
- на стійкість різця;
- на шорсткість обробленої поверхні.

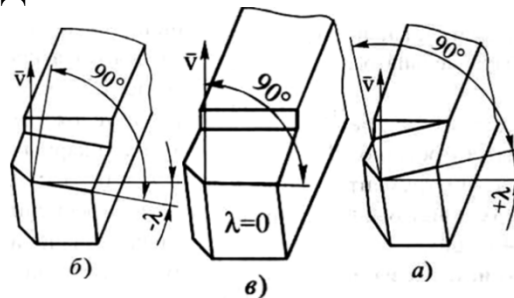
Кут ϕ вибирають залежно від твердості верстата й заготовки, а також від типу й конструкції різця. Його значення перебувають у межах

$$10^\circ \leq \phi \leq 100^\circ$$



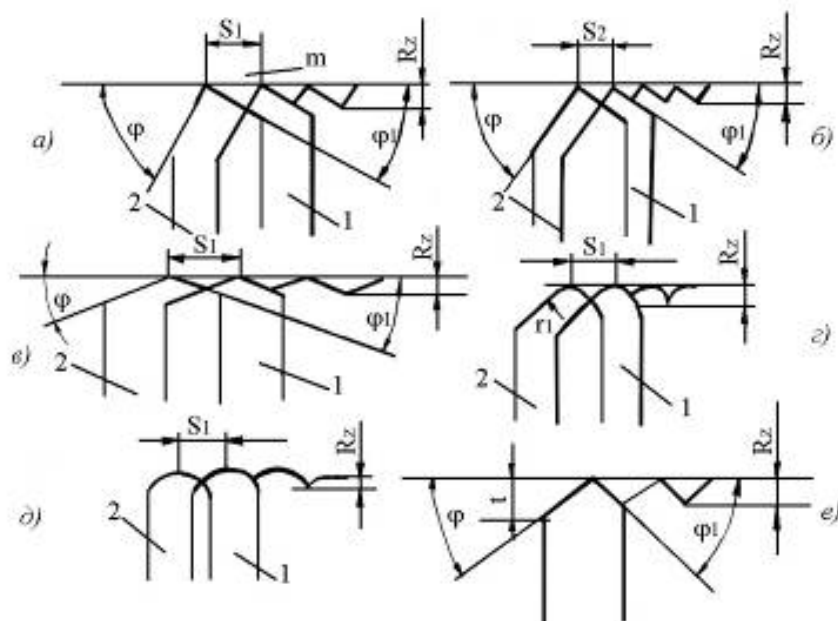
• Кут нахилу ріжучої крайки λ впливає:

- на напрямоксходоустружки;
 - на послідовність вступу в роботу різних крапок ріжучої крайки;
 - на її активну довжину;
 - на плавність врізання й виходу ріжучої крайки з контакту із заготовкою.
- Значення кута λ перебувають у межах $-15^\circ \leq \lambda \leq +45^\circ$. При $\lambda > 6^\circ$ різко зростають сили P_y і P_z (а P_x - зменшується), що висуває підвищені вимоги до твердості системи СНІД.

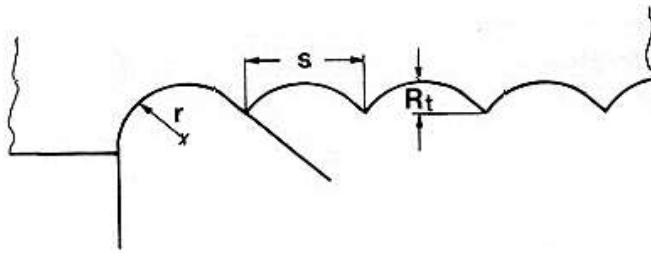


• Допоміжний кут у плані ϕ_1

Кут між проекцією допоміжної ріжучої кромки на основну площину і напрямком, зворотним руху подачі. Зі зменшенням кута ϕ_1 збільшується міцність вершини різця і знижується його знос.



• Радіус закруглення вершини різця r впливає на роботу різця приблизно так само, як і кути в плані.



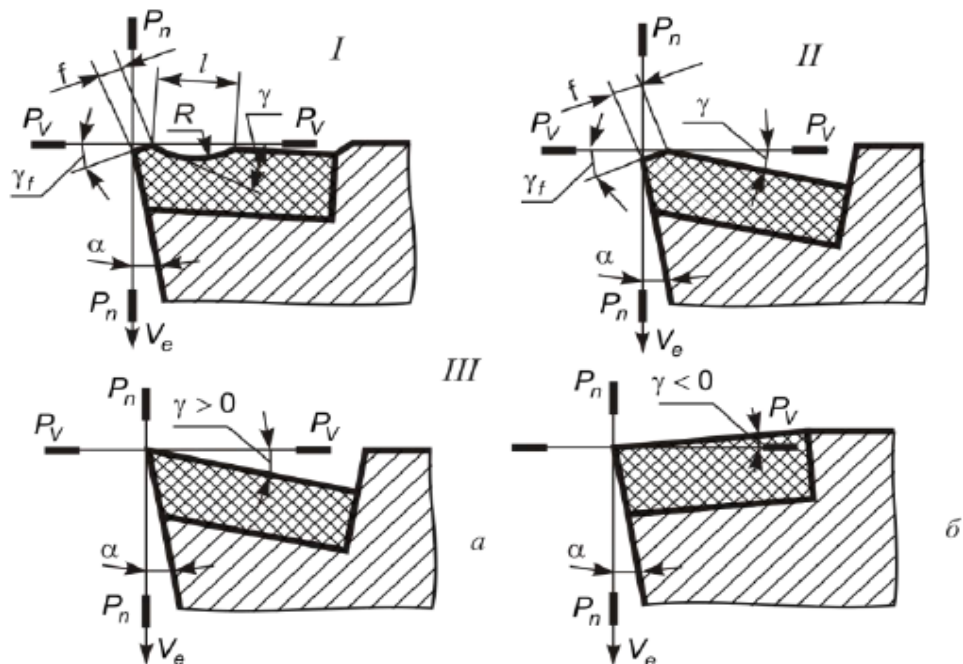
Зі збільшенням r

- міцність ріжучої крайки у вершини зростає,
- стійкість підвищується,
- шорсткість обробленої поверхні знижується.

Але при цьому різко зростає P_y , що сприяє збільшенню віджимання заготовки й появі вібрацій.

• Оформлення передньої поверхні:

- а) плоска – для обробки міцних сталей, чавуну, тендітних матеріалів,
- б) ламана,
- в) криволінійна – сприяє завиванню стружки. Зі збільшенням товщини шару, що зрізується, радіус вилучення збільшується. Рекомендується при обробці м'яких, пластичних сталей, грузлих кольорових металів і легких сплавів.



4. Характеристика методу стругання

Технологічний метод формоутворення поверхонь заготовок струганням характеризується наявністю двох рухів: поступальним різця або заготовки (швидкість різання) і переривчастим поступальним подачі, спрямованим перпендикулярно векторові головного руху.

Заготовки обробляють на поперечно-стругальних або поздовжньо-стругальних верстатах. На поперечно-стругальних верстатах різець робить

зворотно- поступальний рух v , а заготовка - рух поперечної подачі в горизонтальній площині (мал. 1, а). При деяких видах обробки рух подачі має різець. На позовжньо- стругальних верстатах заготовка робить зворотно- поступальний рух v , а різальний інструмент (мал. 1, б) — рух подачі.

Різновидом стругання є довбання на довбальних верстатах. На них заготовки обробляють при зворотно-поступальному русі v різального інструменту, чиненому у вертикальній площині, і русі подачі S_n заготовки в горизонтальній площині (мал.1, в).

Процес різання при струганні переривчастий, і видалення матеріалу відбувається тільки при прямому (робітнику) ході. Під час зворотного (холостого) ходу різець роботу різання не робить. Переривчастий процес різання сприяє охолодженню інструмента під час обробки заготовки, що виключає в більшості випадків застосування мастильно-охолодних рідин.

Переривчастий процес різання приводить до значних динамічних навантажень різального інструменту, тому що різець, вриваючись у матеріал заготовки при кожному робочому ході, випробовує удар. Тому стругання здійснюють на помірних швидкостях різання, а різальний інструмент роблять більш масивним і міцним у порівнянні з різцями, застосовуваними при обробці гострінням. Наявність холостого ходу при струганні збільшує час обробки й знижує продуктивність.

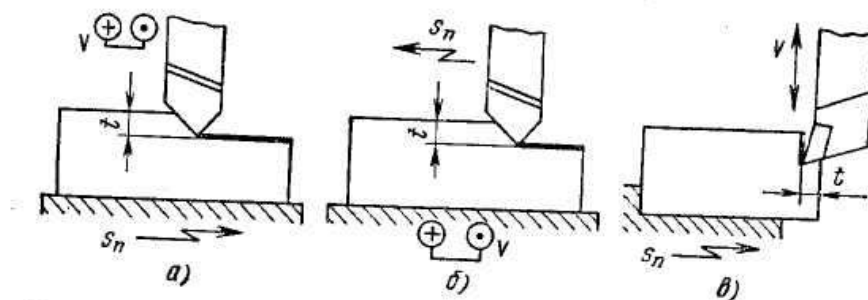


Рис.1 Схеми обробки плоскої поверхні на поперечно-стругальному (а), позовжньо- стругальному (б) і довбальному (в) верстатах

Завдяки низкою продуктивності стругання в багатьох випадках заміняють фрезеруванням.

Стругальні верстати широко застосовують у верстатобудуванні й важкім машинобудуванні, коли необхідно обробляти великі важкі заготовки станин, корпусів, рам, підстав, колон і інших деталей. Стругальні верстати використовують також у допоміжних цехах машинобудівних заводів: ремонтних, інструментальних, досвідченого виробництва і т.д.

5. Стругальні різці.

Стругальні різці в порівнянні з токарськими працюють у більш тяжких умовах, тому що вони випробовують ударну (динамічну) навантаження. Під дією цього навантаження різець звивається убік опорної поверхні стрижня.

Якщо вершина різця розташована ліворуч від осі стрижня, то вона внаслідок деформації опише дугу, і глибина різання змінюється. Щоб уникнути цього необхідно, щоб при деформуванні вершина різця описувала дугу радіусом R , дотичну до обробленої поверхні (мал. 2, а). Для цього вершина різця повинна бути розташована між опорною поверхнею стрижня й площиною, що проходить через вісь стрижня різця. Щоб витримати ця умова, стругальні різці виконують вигнутими.

Залежно від призначення розрізняють наступні типи стругальних різців (мал. 4): прохідні (б), підрізні (в), відрізні (г) і фасонні. Зазначені різці виконують правими й лівими, чорновими й чистовими; їхні конструкції аналогічні конструкціям різців для токарської обробки.

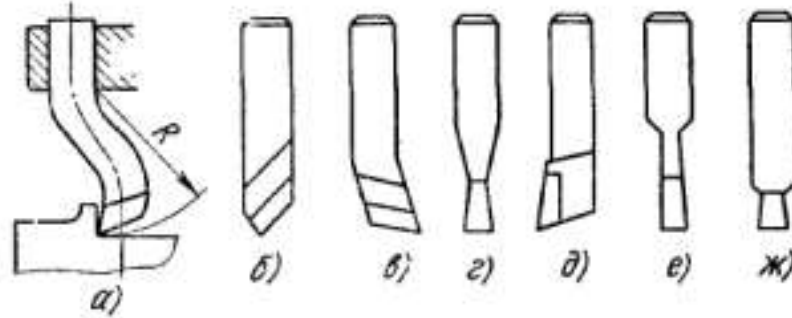


Рис. 2. Стругальні й довбальні різці (е) і для шпонкових пазів (ж). Довбальні різці, як правило, виготовляють із пластинками зі швидкорізальної сталі.

Довбальні різці виготовляють трьох основних типів (мал.4): прохідні (д), прорізні

Література: П.Р.Родін «Металорізальні інструменти» §5 [Б1] Стор37

Змістовий модуль 2. Процеси формоутворення точінням і струганням.
Токарні різці і основи їх конструювання

Тема 2 Формоутворення точінням і струганням.
Токарні різці і основи їх конструювання

Лекція 7: 1 год.

Тема: Загальні питання конструювання ріжучих інструментів.

Розрахунок і конструювання різців.

Мета заняття: Формування, основні поняття та визначення про конструювання ріжучих інструментів, їх розрахунки.

План заняття:

1. Загальні питання
2. Різці.

Розкриття питання

1. Загальні питання

Під конструюванням розуміється визначення всіх розмірів і форм різального інструменту шляхом розрахунків і графічних побудов. Завдання конструктора зводиться до наступного:

- 1) на підставі даних учення про різання знайти найвигідніші кути заточення, визначити сили, що діють на ріжучі поверхні інструмента, підібрати найбільш підходящий матеріал для виготовлення робочої частини інструмента й таку форму робочої частини, яка забезпечувала б вільне відділення стружки в процесі різання;
- 2) на підставі даних технології металів знайти найбільш зручну для обробки форму робочої й сполучної частин інструмента, визначити допуски на розміри робочої й сполучної частин у залежності від умов роботи й необхідної точності обробки деталі;
- 3) на підставі даних учення про опір матеріалів здійснити розрахунки робочої й сполучної частин інструмента на міцність і твердість;
- 4) скласти робоче креслення інструмента й технічні умови, внести в креслення всі необхідні дані про форми й розміри інструмента, а в технічні умови — допуски, вимоги, пропоновані до інструмента, дані для випробування інструмента і т.д.

Для конструювання робочої частини інструментів необхідно знати кінематичну схему різання. Будь-який різальний інструмент знімає стружку тільки в тому випадку, якщо його ріжуча крайка переміщається щодо оброблюваної заготовки. Звичайно відносний рух ріжучої крайки виходить у результаті додавання абсолютних рухів інструмента й заготовки. Кожний тип інструмента може мати різну схему розподілу навантаження. . Кожний зі способів різання має свої переваги й недоліки, і конструктор повинен уміти вибрати найбільш вигідний варіант. Інструментами, призначеними для обдирних робіт, важливо зрізати якнайбільше матеріалу при найменших силах і витратах енергії. Інструментом, призначеним для чистової обробки, важливо забезпечити необхідний клас шорсткості й точність виготовлення деталі.

2. Різці.

2.1 Область застосування різців Різці застосовуються на верстатах:

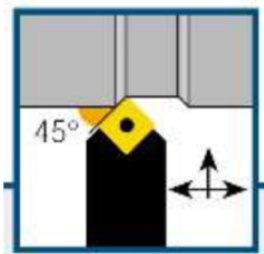
- токарських;
- револьверних;
- карусельних;
- розточувальних;
- стругальних;
- довбальних.

2.2 Класифікація різців

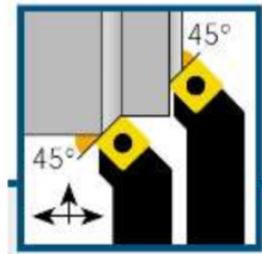
2.1 Класифікація різців по характеру обробки

- чорнові
- напівчорнові;
- чистові
- для тонкого гостріння ($S_o = 0,05 \dots 0,2$ мм/про; $t = 0,2 \dots 2$ мм),
де S_o – подача на оберт, t – глибина різання.

2.2 Класифікація по конструкції головки



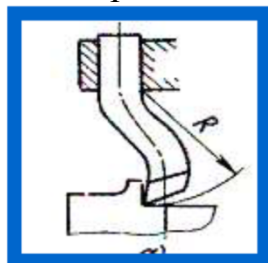
прямі



відігнуті



відтягнуті



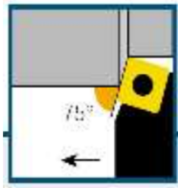
вигнуті

Відтягнуті – ріжуче лезо зміщене щодо осі симетрії державки вправо або вліво;

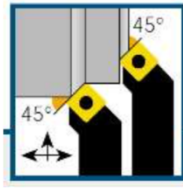
вигнуті – вісь різця вигнута в бічній проекції;

2.3 Класифікація по виду обробки

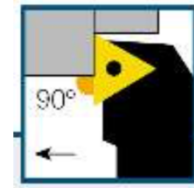
- прохідні різці для обробки зовнішніх поверхонь тіл обертання



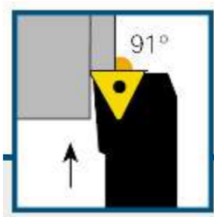
- **Прямі**
для роботи з
повздовжньою
подачею



- **відігнуті** для
роботи з
подовжньою і
поперечною
подачами

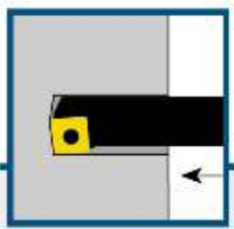


- **упорні** (кут $\varphi = 90^\circ$)
для обробки
ступінчастих і
нежорстких валиків

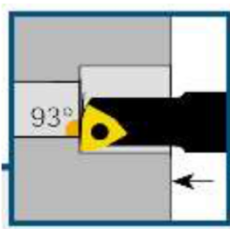


- **підрізні різці** для обробки торцевих поверхонь;

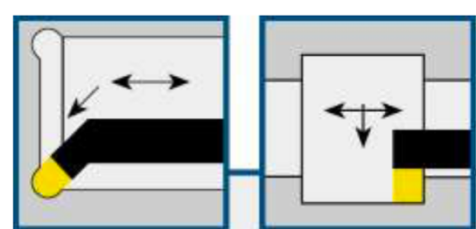
- **розточувальні різці** для обробки внутрішніх поверхонь



прохідні



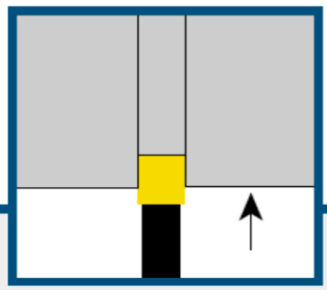
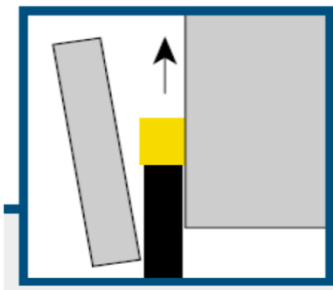
упорні



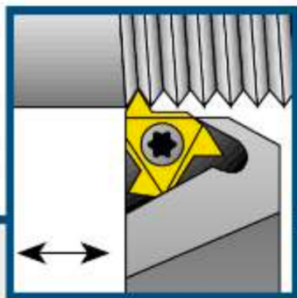
канавкові

- **відрізні різці;**

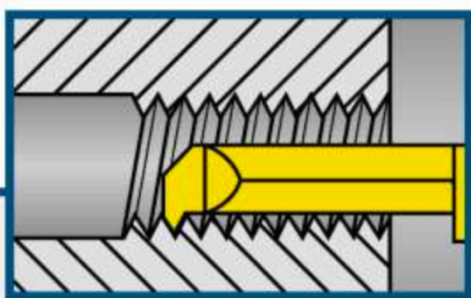
- **прорізні торцеві;**



- **фасонні різці** для обробки деталей складного профілю;
- **різбові різці** для нарізування зовнішніх і внутрішніх різьблень



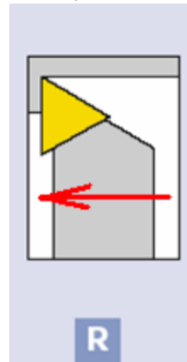
для зовнішньої обробки



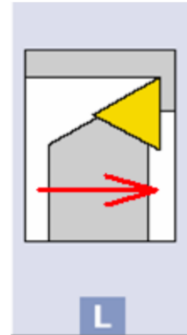
для внутрішньої обробки

2.4 Класифікація по напрямкові руху подачі

- Праві – такі, у яких при накладенні долоні правої руки на передню поверхню різця (вказівний палець спрямований до вершини різця), головна ріжуча крайка розташована з боку великого пальця
- ліві – такі, у яких при накладенні долоні лівої руки на передню поверхню різця (вказівний палець спрямований до вершини різця) головна ріжуча крайка розташована з боку великого пальця.

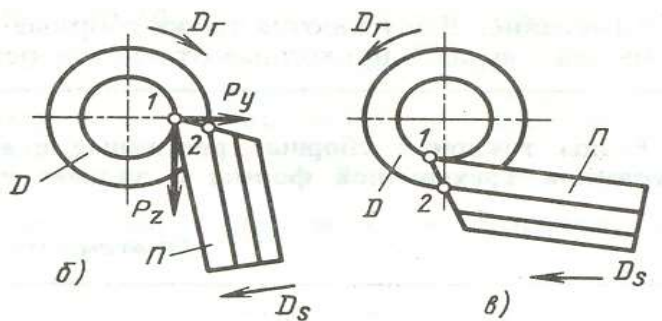


правий



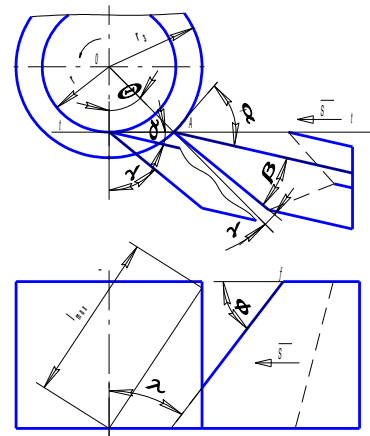
лівий

- **Радіальні** - з поперечною подачею в радіальному напрямку
- **Тангенціальні** - з подачею по дотичній до обробленої поверхні.



радіальний різець

тангенціальний різець



2.5 Класифікація по інструментальному матеріалу

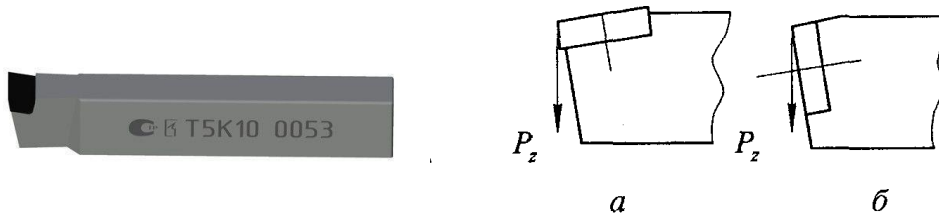
- Швидкорізальні різці
- Твердосплавні різці
- Керамічні різці
- Різці з надтвердих матеріалів

2.6 Класифікація по конструкції різців

- Цільні різці (монолітні)
- Складені різці з нероз'ємним з'єднанням частин
 - зварюванням,
 - пайкою,

– склеюванням.

Напайні різці використовуються у випадках, коли неможливо або не раціональне застосування збірних конструкцій.



Переваги напайних різців: - можливість виготовлення необхідної форми й розмірів робочої частини;
- можливість одержання необхідних значень кутів різання, тому що вони виходять заточенням;

Недоліки:

-внутрішні термічні напруги.

Вимоги до конструкції:

- Гніздо під ріжучу пластину повинне забезпечити мінімальні напруги в результаті пайки.

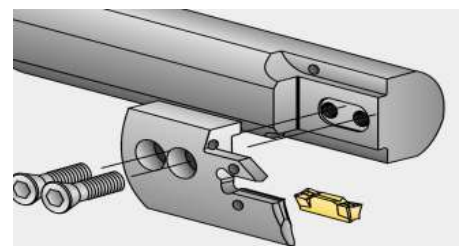
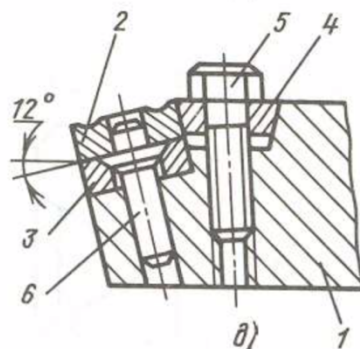
Кут врізання пластини (λ) бажане мати більше переднього кута – це прискорює переточування й зменшує витрата твердого сплаву.

3.Властивості конструювання твердосплавних різців і різців з механічним закріпленням пластин.

На стійкість і міцність різців крім розмірних параметрів впливає правильність геометричної форми опорної поверхні пластини. Наявність опуклості й увігнутості опорної поверхні приводить до нерівномірної товщини шару припою між пластинкою й корпусом, нерівномірному розподілу напруг, а опуклість опорної поверхні сприяє виникненню згинаючих деформацій.

2.13Збірні різці з механічним (рознімним) з'єднанням складових елементів:

- з механічним кріпленням вставок з напаяними твердосплавними пластинками;
- з механічним кріпленням, що не переточуються, оворотних, твердосплавних
- з механічним кріпленням вставок з механічно закріпленими пластинами;



Переваги:

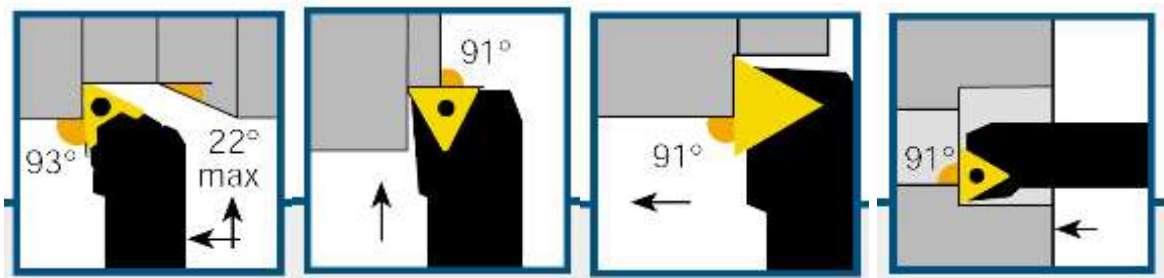
- високі режими й стійкість (немає термічних напруг);
- зниження втрат часу на зміну інструмента, заточення й переточування;
- швидка зміна інструментального матеріалу при переході на обробку інших матеріалів;
- стабільне формування й відвід стружки;
- сталість розміру;
- подовжується термін служби державки.

Недоліки:

- обмеженість технологічних можливостей (зміна геометрії обмежена можливостями пластин;
- збільшення габаритних розмірів;
- вище вартість, тому що вони:
 - складніше у виготовленні,
 - вимагають підвищення точності.

2.3. Твердосплавні різці

2.3.1 Форма змінних пластин



Пластинки неправильної тригранної форми мають посилену вершину, але зменшену довжину різальної кромки, а також збільшену питому витрату твердого сплаву в порівнянні з попередньою.

- Правильний тригранник, найбільш універсальна пластинка, може використовуватися в різцях, працюючих з урізуванням і з подовжнім поданням в прямому і зворотному напрямі, а з точки зору питомої витрати твердого сплаву на одну різальну кромку найбільш економічні.

Недоліком цієї форми є мала міцність вершини

1. Пластини п'ятигранної й шестигранної форми не ефективні при роботі врізанням, використовуються для чорнових і прохідних різців, питома витрата твердого сплаву на ріжучу крайку досить великий, але в прохідних різцях він компенсується підвищеною стійкістю різців, що пояснюється високою міцністю пластини. У закордонній практиці п'ятигранні пластини практично не застосовуються, а шестигранні мають обмежене застосування.

2.3.2 Задній кут на пластині

Пластинки без заднього кута (типу N) називають негативними. Деякі

пластинки цього типу можна використовувати в перевернутому положенні, одержуючи додаткові ріжучі крайки

Пластинки із заднім кутом називають позитивними.

2.3.3 Точність виготовлення пластин

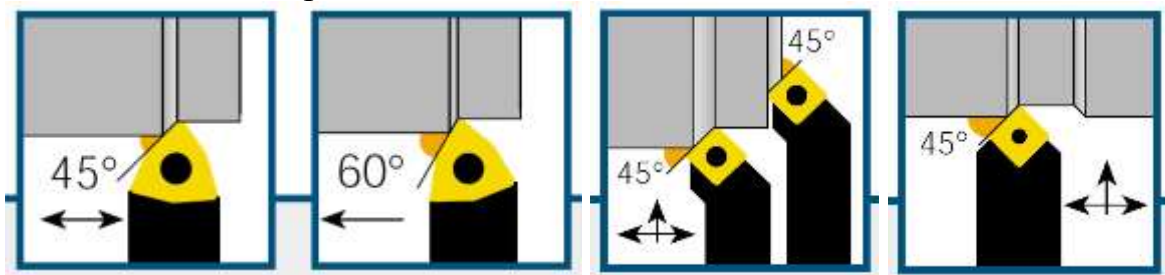
Механічне кріплення пластин накладає певні вимоги до точності їх виготовлення. Залежно від точності виконання пластини випускаються чотирьох ступенів:

- нормальному ступеня точності (U), шліфовані по стрічечках і опорним поверхням;
- підвищеному ступеня точності (M) - те ж, що й нормальні, але з більш твердими допусками;
- високому ступеня точності (G) – шліфовані по опорних і бічних поверхнях;
- особливо високому ступеня точності - шліфовані по опорних і бічних поверхнях з більш твердими допусками.

Пластинки нормального ступеня точності (U) застосовуються в стандартних різцях; (M) і (G) – у різцях, оснащених мінералокерамікою. Застосування пластинок більш високої, чому (U), ступені точності доцільно в умовах автоматизованого виробництва, коли за рахунок підвищення точності виготовлення як пластинок, так і корпуса різця без підналагоджень забезпечується висока точність розташування ріжучих крайок різця щодо верстата.

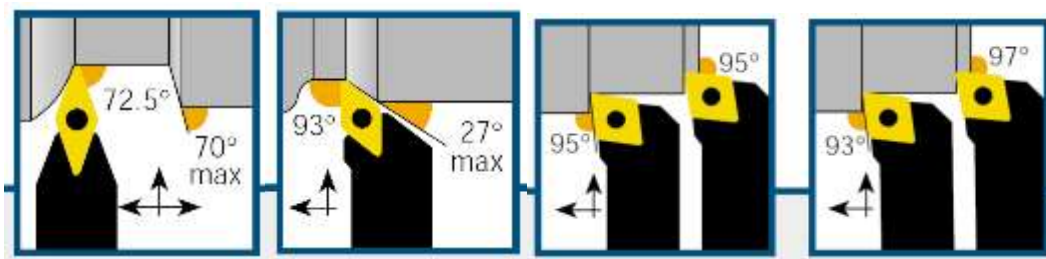
2.3.4 Система позначення токарського інструмента по ISO

Міжнародна Організація по Стандартизації (ISO) установила основні правила позначення інструмента для гостріння, також як і для інших областей металообробки,



- Пластинки квадратної форми досить універсальні при середній питомій витраті сплаву на одну різальну кромку, продуктивні і ефективні. Найбільш поширена форма для різців з мінералокерамики

- Пластинки ромбічної і паралелограмної форми використовуються при контурній обробці і в цьому випадку виявляються досить ефективними, хоча з точки зору раціонального використання довжини різальної кромки і питомої витрати твердого сплаву вони поступаються пластинкам інших форм.



Нижчеподані таблиці ілюструють структуру цієї системи.

Позначення складається з послідовності латинських букв і цифр, які розташовуються в певному порядку й містять, необхідну споживачеві інформацію.

У позначенні ріжучих пластин і державок існують деякі відмінності.

1.1.1.1. Позначення державок

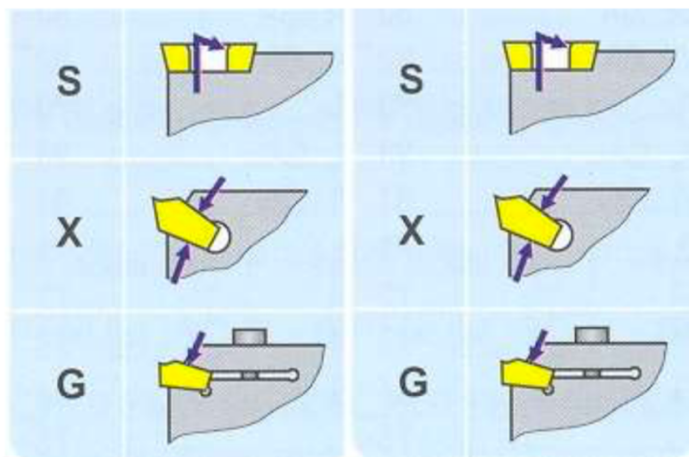
- для зовнішнього гостріння

1	2	3	4	5		6	7	8		9	10
M	W	L	N	R	-	25	25	M	-	08	W

- для розточувальних різців

11	12	8		1	2	3	4	5		9	10
S	32	S	-	M	W	L	N	R	-	08	W

1	Спосіб кріплення пластини
---	---------------------------



З - кріплення прихватом.

Р - важелем або клином через отвір.

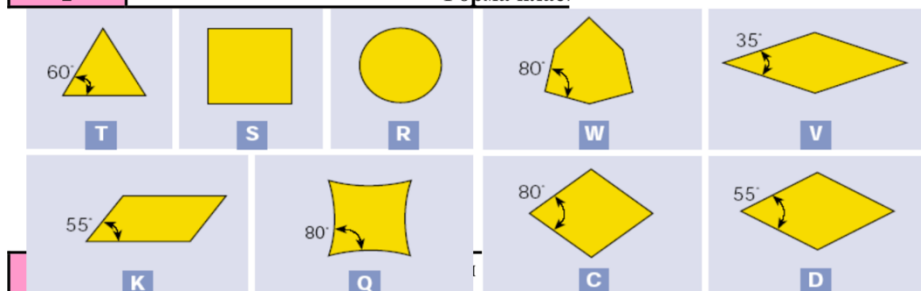
М - прихватом згори і затиск через отвір.

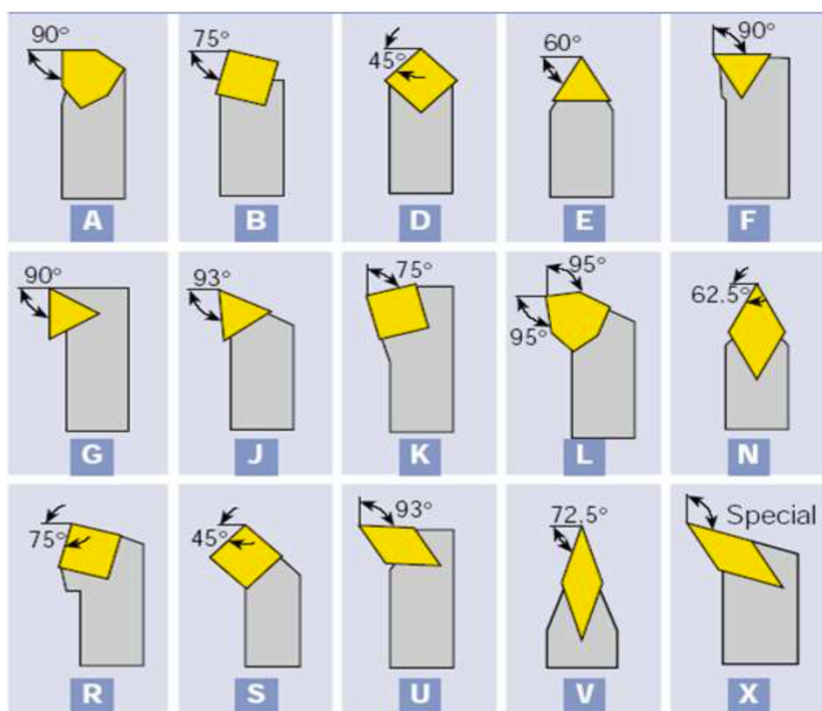
С - гвинтом через отвір пластинів із заднім кутом

Х - самозажим

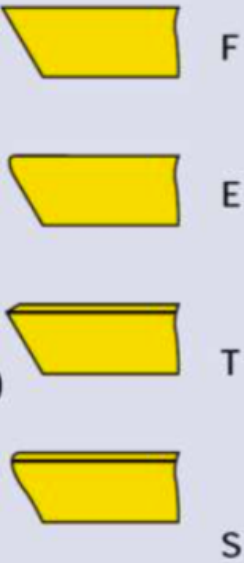
Г - гвинтовий затиск

2	Форма пластини
---	----------------





4	Задній кут	6	Висота державки
 N	 C	 P	
 B	 D	7	Ширина державки
 O			

3	Точність виготовлення пластинки		
4	Тип пластинки		A - Без стружколома з отвором G -Стружколом по обидва боки, отвір M - Стружколом з одного боку, отвір R - Стружколом з однієї сторони без отвору B - Зенківка з одного боку, отвір T, H - Стружколом з одного боку, отвір і зенківка P -Паз із однієї або обох сторін, отвір Z, X - Особливий
5	Довжина ріжучої крайки		
6	Товщина пластинки		
7	Радіус вершини (у десятих частках міліметра)		
8	Тип ріжучої крайки		F - Гостра E - Закруглена T - Скошена S - Скошена й закруглена
9	Позначення стружколома		

Література: П.Р.Родін «Металорізальні інструменти» §6 [Б1] Стор49

Змістовий модуль 2. Формоутворення точінням і струганням.

Токарні різці і основи їх конструювання

Тема 2 Процеси точіння і стругання. Токарні різці і основи їх конструювання
Лекція 8: 1 год.

Тема: Конструювання фасонних різців Графічний і аналітичний метод конструювання різців.

Мета заняття: Формування основних понять та визначень про інструментальні матеріали, їх марки, хімічний склад,

План заняття:

1. Фасонні різці
2. Класифікація фасонних різців.
3. Геометричні параметри фасонних різців.

Розкриття питання

1. Фасонні різці

Фасонні різці застосовують для обробки деталей з різною формою утворюючої. У порівнянні зі звичайними різцями вони забезпечують:

- ідентичність форми,
- точність розмірів деталі, яка залежить в основному від точності виготовлення різця,
- високу продуктивність завдяки одночасній обробці всіх ділянок фасонного профілю деталі,
- більшу економію машинного часу,
- зручність в експлуатації завдяки простоті переточування по передній поверхні.

Фасонні різці використовують на токарських і револьверних верстатах, автоматах і напівавтоматах. Різці проектують для обробки конкретної деталі, і їх застосування економічно виправдане при великосерійному і масовім виробництві.

2. Класифікація фасонних різців

А. За формою:

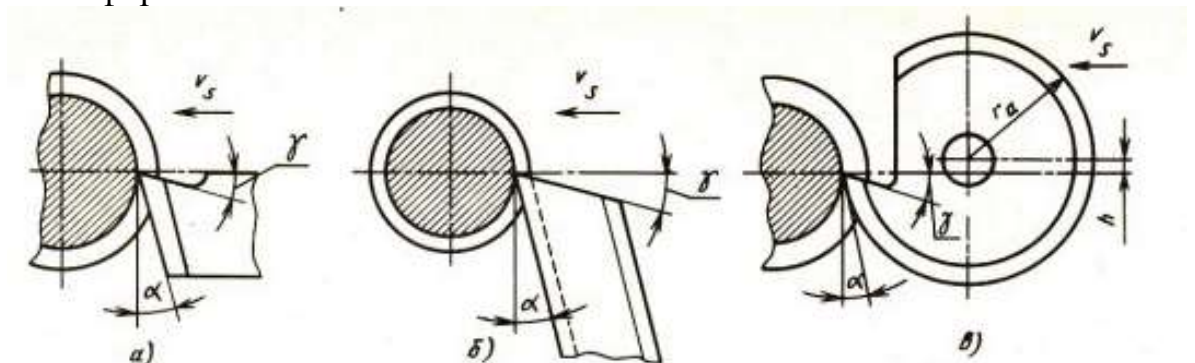


Рис.1

- стрижневі (а)
- призматичні (б)
- круглі (в)

Стрижневі різці можна встановлювати в різцетримачах універсальних верстатів. Недоліком є зменшення висоти робочої частини після переточування, що компенсується підбивками. Стрижневі різці мають мале число переточувань. Їхню задню поверхню шліфують під кутом $\alpha = 10^\circ \dots 12^\circ$.

Призматичні різці мають більше число переточувань. Їхню вершину в осьовій площині заготовки встановлюють регульовальним гвинтом. Задній кут у цих різців одержують при установці їх у спеціальних різцетримачах (мал. 2., а) під кутом $\alpha = 10 \dots 12^\circ$. Кріплення й базування різця в різцетримачі здійснюється за допомогою хвостовика типу ластівчина хвоста. Недолік призматичних різців - неможливість обробки внутрішніх фасонних поверхонь.

2. Класифікація фасонних різців.

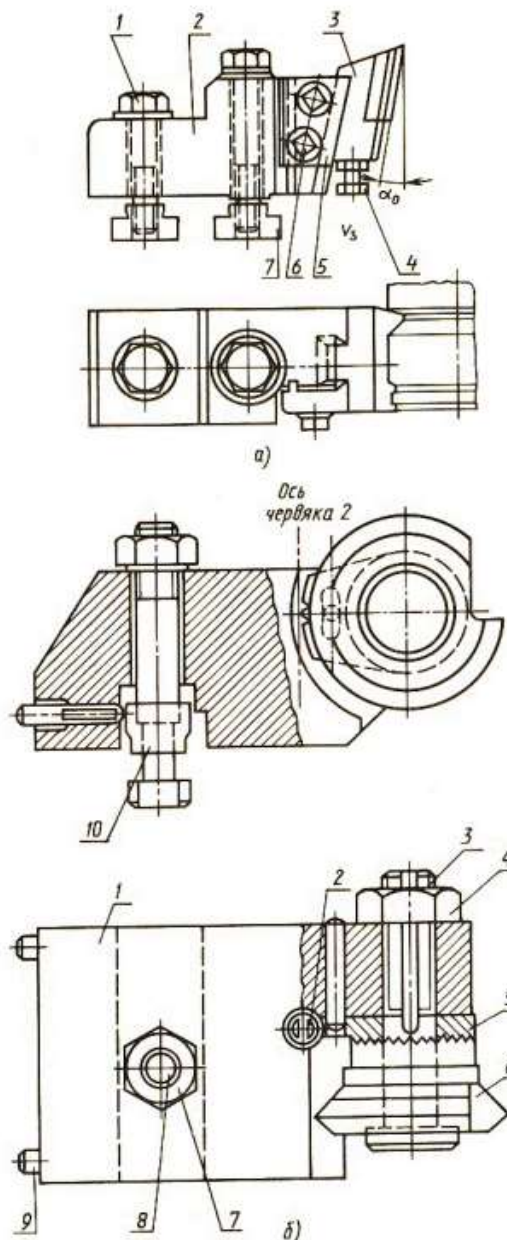
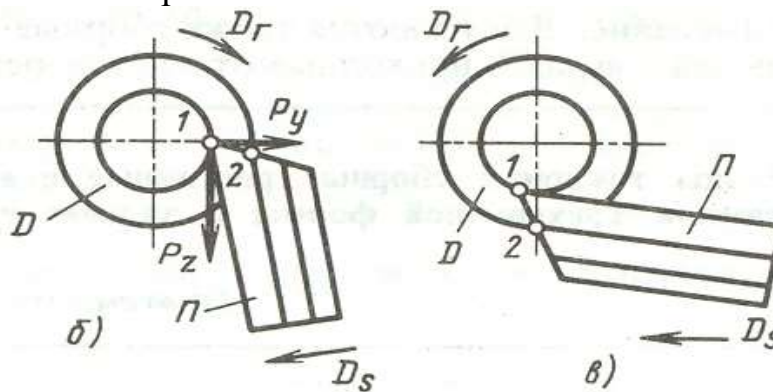


Рис.2 Різцетримачі для кріплення фасонних різців: а – призматичного: 1 – гвинт кріплення державки; 2 – корпус; 3 – різець; 4 – гвинт регулювання різця по висоті; 5 – прихват для затискача різця; 6 – гвинт; 7 – шпонка;

Круглі фасонні різці застосовують для обробки як зовнішніх, так і внутрішніх фасонних поверхонь. Вони більш технологічні, чому призматичні, тому що являють собою тіла обертання, і допускають більше число переточувань і сточуються до достатньої за умовою міцності величини.

Задні кути в круглих різцях одержують установкою їх осі вище осьової площини заготовки в спеціальних резцедержателях (в). Базують різець у резцедержателі по отвору й торцю, а вершину в осьовій площині виробу встановлюють шляхом повороту різця навколо осі. Для цього на торці різця зроблений буртик з торцевими зубами. Торцеві зуби на різці сполучаються з торцевими зубами важеля, установлюваного на одній осі з різцем. Важіль повертають по- коловоротом гвинта 2, що перебуває в заце- плении із зубчастим сектором важеля 5.



б - круглого: 1 - корпус; 2 - гвинт повороту зубчастого сектору важеля; 3 - вісь; 4 - гайка; 5 - важіль; 6 - різець; 7 - гайка кріплення різцетримача; 8 - гвинт; 9 - гвинти регулювання шпонки; 10 – шпонка.

Б.По установці щодо заготовки

- радіальні (мал. б)
- тангенціальні (мал. в). Вершина

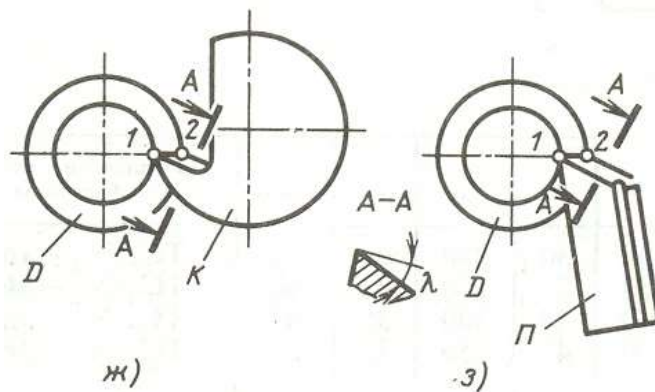
радіального різця встановлюється в осьовій площині заготовки, а подача здійснюється в напрямку її осі.

Радіальний різець утворює весь профіль заготовки одночасно. У

результаті на заготовку діють значні сили різання, які можуть привести до

деформування заготовки й появи вібрації. Вершина тангенціального різця встановлюється по дотичній до мінімального радіуса оброблюваної заготовки. Передня поверхня розташовується під кутом λ стосовно осі заготовки, забезпечуючи не одночасне, а поступове профілювання виробу.

Внаслідок цього різко знижується сила різання й зменшується ймовірність появи вібрації. Тангенціальними різцями можна обробляти нежорсткі заготовки великої довжини.



В. По розташуванню осі отвору або бази кріплення різця

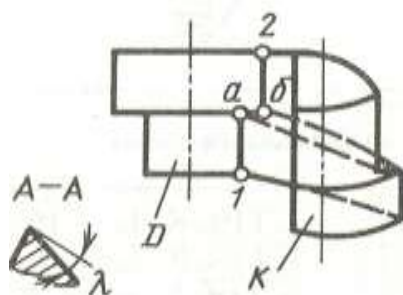
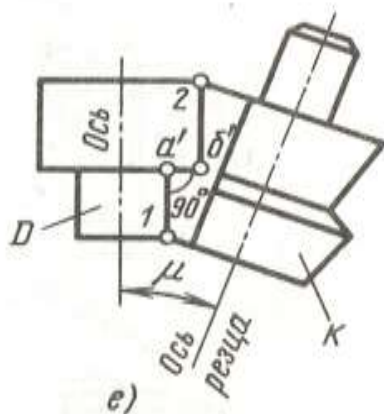
- з паралельним розташуванням осі або бази кріплення різця щодо осі заготовки ;
- с похилим розташуванням осі отвору або бази кріплення різця (див. мал. д, е). Останні використовують для збільшення задніх кутів по профілю різця при обробки заготовок, що мають прямолінійні ділянки, перпендикулярні до її осі. Подача різців здійснюється в напрямку, перпендикулярному до баз установки різця.

С. За формою утворюючих фасонних поверхонь

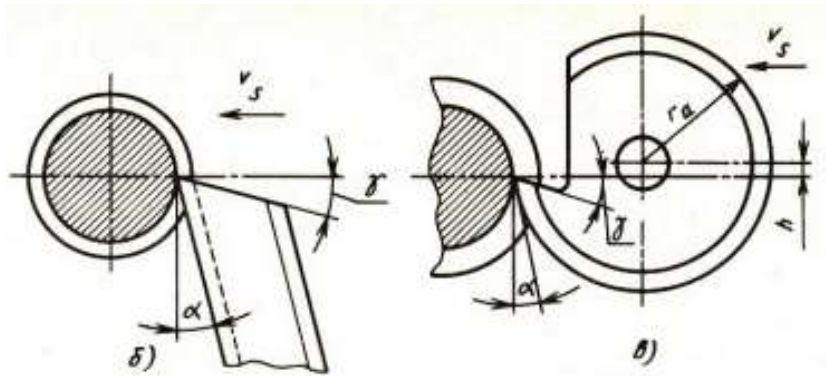
- с кільцевими утворюючими,
- с гвинтовими утворюючими.

Гвинтові утворюючі дозволяють збільшити задні кути різця при обробці з радіальною подачею заготовок, що мають прямолінійні ділянки, перпендикулярні до її осі.

С. D. Е.



Г. По розташуванню передньої поверхні



- з позитивним (або рівним нулю) переднім кутом;
- з позитивним переднім кутом і кутом λ нахилу ріжучої крайки. Такі різці дозволяють збільшити точність обробки деталей, що мають конічні ділянки.

Г. По конструкції

- цільні;
- складові, наприклад, із припаяними пластинами із твердого сплаву.

3. Геометричні параметри фасонних різців.

Передні кути утворюються заточенням по передній поверхні.

- У призматичних різців під кутом β до задньої поверхні, де $\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$.
- У круглих різців так, щоб площа передньої поверхні перебувала на відстані H від осі різця, де $H = R \cdot \sin(\alpha + \gamma)$

Задні кути утворюються за рахунок відповідної установки різців.

- Призматичні розташовуються похило до площини різання.
- Круглі різці розташовують так, щоб вісь їх була вище осі оброблюваної деталі на величину h ,

R - зовнішній радіус різця.

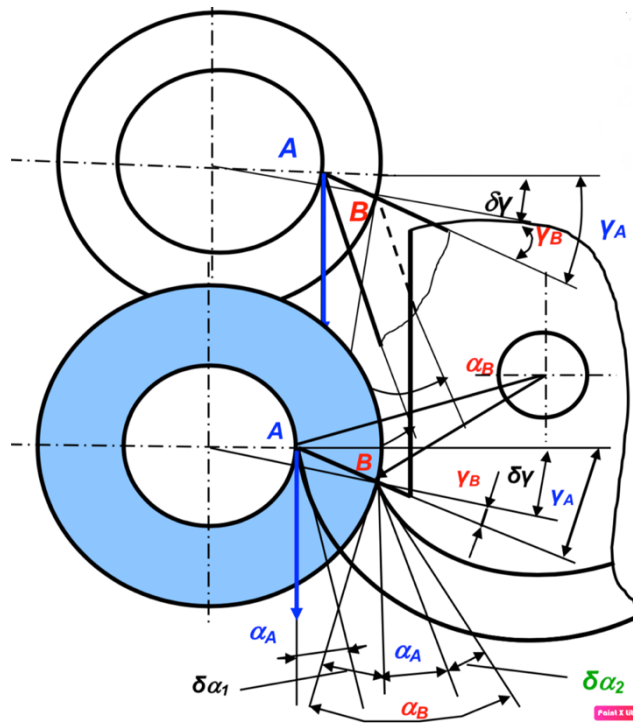
Особливість геометрії фасонних різців полягає в зміні передніх і задніх кутів уздовж ріжучої крайки.

При проектуванні різця задають передній γ_A й задній α_A кути для крапки профілю різця A , що обробляє мінімальний радіус заготовки в площині, перпендикулярній до осі заготовки. Зі збільшенням оброблюваного діаметра передній кут зменшується а задній збільшується. На мал., а показані радіальні задній α_B і передній γ_B кути для крапки B , профілю різця з радіусом r_B . Кути α_B і γ_B будуть однакові для всіх крапок профілю різця, що мають радіус r_B .

Геометрія призматичного фасонного різця

У призматичного фасонного різця зміна γ і α не приводить до зміни кута ріжучого леза β ; не приводить до зміни кута ріжучого леза β уздовж ріжучої крайки (β – кут між передньої й задньої поверхнями), тому що

$$\beta_i = 90^\circ - (\alpha_i + \gamma_i); \quad \beta_A = \beta_B$$



Геометрія круглого фасонного різця

$$\gamma_B = \gamma_A - \delta\gamma$$

$$\alpha_B = \alpha_A + \delta\alpha_1 + \delta\alpha_2 \quad \delta\gamma = \delta\alpha_1$$

У круглих фасонних різцях кут ріжучого леза зменшується в міру зменшення радіуса різця в розглянутій крапці ріжучої крайки, тобто $\beta_B < \beta_A$

Це приводить до погіршення тепловідводу, отже, до зниження стійкості. Рекомендують задні кути на вершині в круглих різцях робити менше по величині, чому в призматичних.

Розрахунки величини передніх і задніх кутів

- Для призматичних різців

$$\sin \gamma_i = \frac{r_0}{r_i} \cdot \sin \gamma_0, \quad \alpha_i = (\alpha_0 + \gamma_0) - \gamma_i, \text{ де}$$

r_0 - мінімальний радіус деталі,

r_i - радіус деталі в розглянутій крапці,

γ_0, γ_i - передні кути відповідно на вершині різця й у розглянутій крапці, α_0, α_i

- задні кути у відповідних крапках.

- Для круглих різців

$$\sin \gamma_i = \frac{r_0}{r_i} \cdot \sin \gamma_0, \quad \alpha_i = \gamma_0 + \alpha_0 + \beta_i - \gamma_i,$$

$$\text{де } \tan \beta_i = \frac{C_i \cdot \sin(\gamma_0 + \alpha_0)}{R - C_i \cdot \cos(\gamma_0 + \alpha_0)},$$

$$C_i = \frac{r_i \cdot \sin(\gamma_0 - \gamma_i)}{\sin \gamma_0}$$

Стійкість різця залежить від значення задніх і передніх кутів у перетині, перпендикулярному проекції ріжучої крайки на основну площину. Кути в нормальних перетинах розраховують по формулах

$$\operatorname{tg} \alpha_{Ni} = \operatorname{tg} \alpha_i \cdot \sin \varphi_i ; \operatorname{tg} \gamma_{Ni} = \operatorname{tg} \gamma_i \cdot \sin \varphi_i , \text{ де}$$

φ – кут профілю, вимірюється між дотичною до утворюючої даного ділянки в даній крапці перпендикуляром до бази кріплення різця.

Для крапок, у якій кут $\varphi = 0$, (торцеві ділянки) передні й задні кути в головній січній площині дорівнюють нулю. На цих ділянках профілю різця буде відбуватися інтенсивне зношування. Для різця, вісь якого паралельна осі заготовки, збільшувати задні кути на таких ділянках профілю не можна.

У тих випадках, коли потрібна висока стійкість різця при обробці заготовки, ділянки профілю якої перпендикулярні до осі, слід застосовувати різці з віссю, нахиленої до осі заготовки, або застосовувати різці із гвинтовий утворюючої.

Література: П.Р.Родін «Металорізальні інструменти» Глава IV §3 [Б1]
Стор71

Змістовий модуль 2. Процеси формоутворення точінням і струганням.
Токарні різці і основи їх конструювання

Тема 2 Формоутворення точінням і струганням.

Токарні різці і основи їх конструювання

Лекція 9: 1 год.

Тема: Лабораторна № 3. Заточення і доводка різців.

Мета заняття: володіння методикою і практичними навиками вимірювання величини зносу різців, розрахунку кількості переточувань, строку служби і норми витрат різців, вибору матеріалу абразивного інструменту та знайомство з технологією заточування і доведення різців, методикою налагодження поворотної заточувальної голівки.

Теоретичні відомості

Заточенням називають операцію шліфування передньої і задньої поверхонь різця. При виготовленні різців проводять первинне заточування. При експлуатації – багаторазово повторюють цю операцію для відновлення різальної властивості затуплених різців.

В залежності від режимів обробки, властивостей оброблюваного матеріалу, умов охолодження та інших факторів головне зношення різців може відбуватися : по задній поверхні по фасках, на яких величина заднього кута дорівнює нулю, (рисунок 2.1, а); по передній поверхні з утворенням лунки (рисунок 2.1, б).; одночасно по передній та задній поверхнях (рисунок 2.1, в).

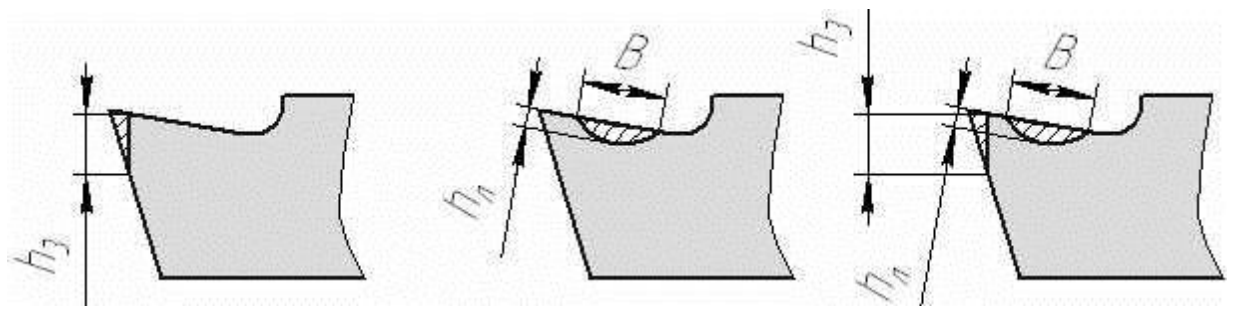


Рисунок 2.1 – Схеми зносу різців

При зрізанні тонких стружок (товщиною до 0,15 мм) з малими швидкостями різання знос утворюється в основному на задній поверхні (рисунок 2.1, а). Пояснюється це більшим шляхом тертя (через усадку стружки), пружною деформацією поверхневого шару при близьких значеннях його товщини до радіусу заокруглення різальної кромки. Такий знос характерний для протяжок, зуборізних довбачів, фасонних різців та іншого інструменту.

Знос по передній поверхні з'являється у випадках, коли на ній в процесі різання виникає висока контактна температура, що обумовлена високими питомими значеннями тиску. Таке зношення виникає при обробці сталей без охолодження з високими швидкостями та товщиною зрізаного шару. Між головним різальним лезом і краєм лунки залишається перемичка (рисунок 2.1, б), яка зменшується при збільшенні ширини B та глибини h_n лунки.

На практиці найчастіше спостерігається одночасне зношення інструменту по передній та задній поверхням, яке є загальним видом зношення.

Інтенсивність зношення залежить від матеріалів пари тертя та може мати абразивний, адгезійно-молекулярний або дифузійний характер.

Кінцевим результатом зносу твердосплавних і керамічних різців є повне крихке руйнування (сколювання) вершини різця, для різців з інструментальних сталей – пластична деформація та оплавлення вершини різця. Якщо обробляються крихкі і тверді матеріали (чавун та ін.) з великими швидкостями різання край лунки збігається зі зношеною задньою поверхнею.

Таким чином, в залежності від умов змінюється вид та характер зносу різальних інструментів.

При експериментальному дослідженні зносу значення h_z вимірюють за допомогою спеціальних мікроскопів. Для вимірювання глибини лунки h_n використовують індикатор.

На основі даних виробництва встановлена економічно доцільна величина допустимого зносу різців. За основну її міру прийнята величина максимальної ширини площадки зносу по задній поверхні h_z в мм. Значення величин допустимого зносу для різців різних типів в залежності від умов обробки приведені в таблицях 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 – Рекомендовані величини допустимого зносу твердосплавних різців

Тип різців	Оброблюваний матеріал	Марка твердого сплаву	Допустимий знос h_3 , мм
Токарні відрізні та прохідні	Сталь, чавун, сплави кольорових металів	T5K10, T14K8	0,4...0,6
		BK8	0,6...0,8
Стругальні прохідні, підрізні	Чавун, сплави кольорових металів	BK6	0,6...0,8
		BK8	0,8...1,0
Токарні прохідні, підрізні, расточувальні	Сталь вуглецева та легована	T5K10	1,0...1,5
		T14K8, T15K6	0,8...1,0
		T30K4, T60K6	0,4...0,6
	Сплави та сталі жароміцні та нержавіючі	BK, TK	0,3...0,4
	Чавун, сплави кольорових та легких металів	BK8, BK6	0,8...1,0
		BK4	0,6...0,8
		BK3, BK2	0,6...0,7

Таблиця 2.2 - Рекомендовані величини допустимого зносу швидкорізальних різців

Типи різців	Оброблюваний матеріал	Умови та характер обробки	Допустимий знос h_3 , мм.
Токарні прохідні, підрізні, розточувальні	Сталь вуглецева та легована	З охолодженням	1,5...2,0
		Без охолодження	0,3...0,5
	Сплави, сталі жароміцні та нержавіючі	-	1,0
	Чавун сірий та ковкий	Чорнова	3,0...4,0
		Напівчистова	1,5...2,0
Токарні відрізні та прорізні	Сталь, чавун ковкий	—	0,8...1,0
	Чавун сірий	—	1,5...2,0
Стругальні прохідні, підрізні	Сталь	Без охолодження	
	Чавун	Чернова	3,0...4,0
		Чистова	1,5...2,0

За величиною допустимого зносу різців визначають норму зношення – товщину шару інструментального матеріалу, який знімається при заточуванні, та при одному заточуванні по задній поверхні (рисунок 2.2) визначається

$$M_3 = h_3 \cdot \sin \alpha + \Delta, \text{ мм},$$

де h_3 – максимальна ширина зносу різця по задній поверхні в мм;
 α – задній кут різця в град;
 Δ – товщина дефектного шару в результаті зносу різця в мм, $\Delta=0,15$ мм.

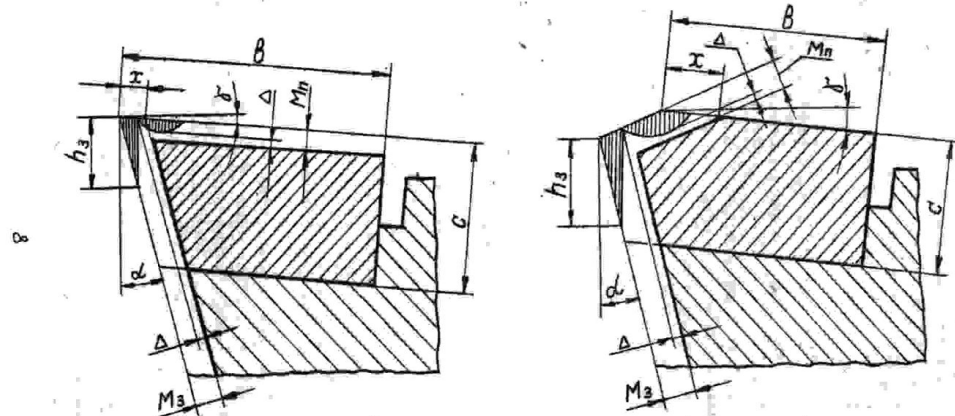


Рисунок 2.2 – Переріз різця головною січною площиною
Товщина шару, що зрізається при одному заточуванні різця, по передній поверхні (рисунок 2.2)

$$M_n = h_n + \Delta, \text{ мм}$$

де h_n – глибина лунки зносу на передній поверхні різця в мм.

Кількість переточувань, які допускаються пластиною при заточенні різця по задній поверхні

$$n_3 = \frac{b_c}{x},$$

де b_c – допустима ширина сточування пластини $b_c = 0,7 * b > 4$ мм,

b – ширина пластини в мм;

x – ширина шару, яку вимірюють по передній поверхні, при заточуванні задньої.

$$x = \frac{M_3}{\cos(\alpha + \gamma)} \cdot K_c, \text{ мм}$$

де γ – передній кут різця в град.;

K_c – коефіцієнт, який враховує дрібні сколи різальних лез при зношуванні твердосплавних різців. (таблиця 2.3). Для різців з швидкорізальної сталі $K_c = 1$.

Таблиця 2.3 – Значення коефіцієнта K_c для різних типів різців

Вид обробки	Тип різців	
	Токарні прохідні, підрізні	Токарні відрізні, стругальні
Чернова	1,1	1,3
Чистова	1,2	

Кількість переточувань, допустимих пластиною, при заточуванні різця по передній поверхні

$$n_n = \frac{C_c}{M_n}$$

де C_c – найбільша допустима товщина сточування пластини, $C_c=0,6C$;
 C – товщина пластини в мм.

Загальний строк служби різця з врахуванням переточувань по передній поверхні $\sum T = n_n \cdot T$, хв.

по задній поверхні $\sum T = n_z \cdot T$, хв.

де $\sum T$ – сумарна стійкість різця, яка відповідає даному зносу, в хв. Середнє значення стійкості різців приведені в табл. 2.4.

Норма витрати різців (штук) на 1000 верстато–годин роботи

$$N = \frac{1000 \cdot 60}{\sum T} \cdot K_{\epsilon},$$

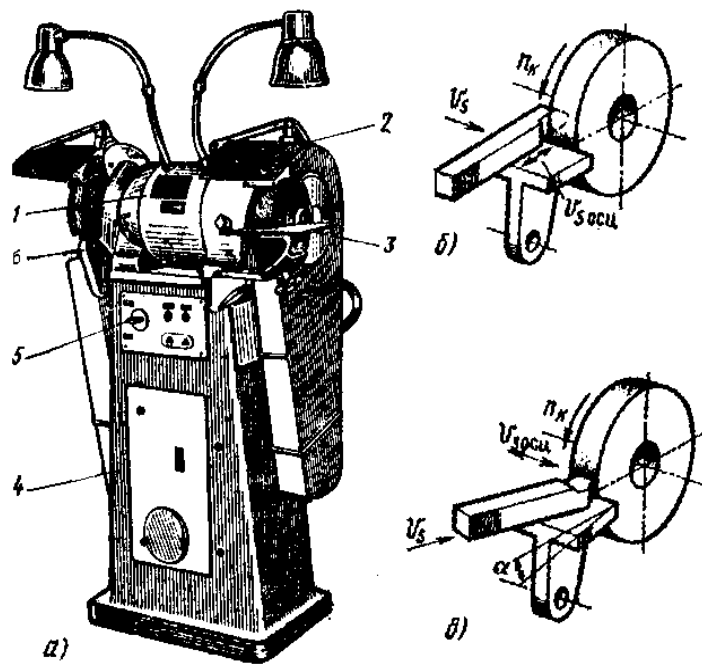
де K_{ϵ} – коефіцієнт випадкової втрати різців (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 - Значення коефіцієнту випадкової втрати різців

Типи різців		K_{ϵ}
Прохідні	Чистові	1,05
	Чернові	1,20
Підрізні		1,25
Відрізні		1,40

Коефіцієнтом випадкові втрати враховують невинні пошкодження та поломку різців в процесі їх експлуатації. Причинами поломки можуть бути, наприклад, випадкове вимикання електроенергії, падіння різця і т.п.

Заточування різців виконують на спеціальних, універсальних та простих за конструкцією точильних верстатах (точилах). На точильних верстатах мод. 3Б633 (рисунок 2.3), 332А, 332Б, ТШ – 250 та інших поперечну і повздовжню подачі, а також притискання різця до шліфувального круга виконують вручну, тому при заточуванні важко отримати необхідну точність геометричної форми та високу якість робочих поверхонь та лез, що не дозволяє використовувати їх до роботи на верстатах з ЧПК та автоматах.



1 – шліфувальна голівка; 4 – станина

а) загальний вигляд

Рисунок 2.3 – Точильно-шліфувальний верстат мод.3Б633

2 – кожух

5 – пульт керування

3 – торцевий стіл 6 – підручник

б) наладка на заточення передньої поверхні

в) наладка на заточення задньої поверхні

Більш високі точність, якість і продуктивність заточування різців забезпечує використання спеціальних заточувальних верстатів. Більшість спеціальних верстатів для заточування є напівавтоматами: 3А624, 3623, 3Е624 та ін. Цілком автоматизувати заточування різців ускладнено різноманітністю, широкими допусками на розміри державок і точністю пайки пластин, відсутністю точних баз для орієнтації при заточуванні.

На спеціальних верстатах можна виконувати заточування жорстке або пружне, за методом електрохімічної обробки (мод. 3626Э, 3623 та ін.), радіусних поверхонь (мод. 3629), виконувати шліфування ostrужколамних поріжків та лунок (мод. 3Б632В та ін.). Спеціальні верстати доцільно економічно використовувати тільки при заточуванні великих партій на спеціалізованих інструментальних та машинобудівних заводах.

Для заточування невеликих партій різців використовують універсально-заточувальні верстати моделей: 3Б641, 3В641 та ін. призначені для інструментів невеликих розмірів; мод. 3Б642, 3В642 та ін. – для середніх розмірів, мод. 3Б643 та ін. – для заточування крупно габаритних інструментів. Заточування може виконуватися при ручному або автоматичному переміщенні столу. Для автоматичного переміщення столу верстати гідрофіковані. Для встановлення і закріплення різців при заточуванні на універсально-заточувальних верстатах використовують трьох поворотні лещата (рисунок 2.4). Вони мають можливість повертатись у

взаємо перпендикулярних площинах. Відлік кутів повороту лещат проходить по шкалам А, Б, В від початкового положення різця.

Різці заточують периферією круга прямого профілю (тип 1) або торцем чашкового круга (типи 6 та 11 ГОСТ 2424-83) (рисунок 2.5,а).

Шліфування торцем круга підвищує продуктивність заточування, знижує витрати абразивного матеріалу круга, забезпечує кращу шорсткість поверхні в порівнянні з обробленням периферією круга, тому є загальним способом заточування різців як на універсально-заточувальних, так і на спеціальних заточувальних верстатах.

При заточуванні на універсально-заточувальному верстаті різцю надають два рухи столом верстата: зворотно-поступальне переміщення вздовж робочої поверхні круга (повздовжня подача - S_{np}) та переміщення на круг (поперечна подача на глибину шліфування - t).

Поперечна подача може проводитись на подвійний або одинарний поздовжній хід стола верстата. Продуктивність процесу заточування при подачі на одинарний хід вища в порівнянні з заточуванням при подачі на подвійний хід. Але на універсально-заточувальних верстатах з ручним управлінням подачу на одинарний хід практично виконати важче, тому майже завжди заточування виконують з подачею на подвійний хід стола.

Шліфувальний круг та поверхня різця (рисунок 2.5,б,в) можуть знаходитись в безперервному контакті (*безперервна схема* заточування); або періодично виходить з контакту при кожному повздовжньому ході стола верстата (*переривчата схема* заточування).

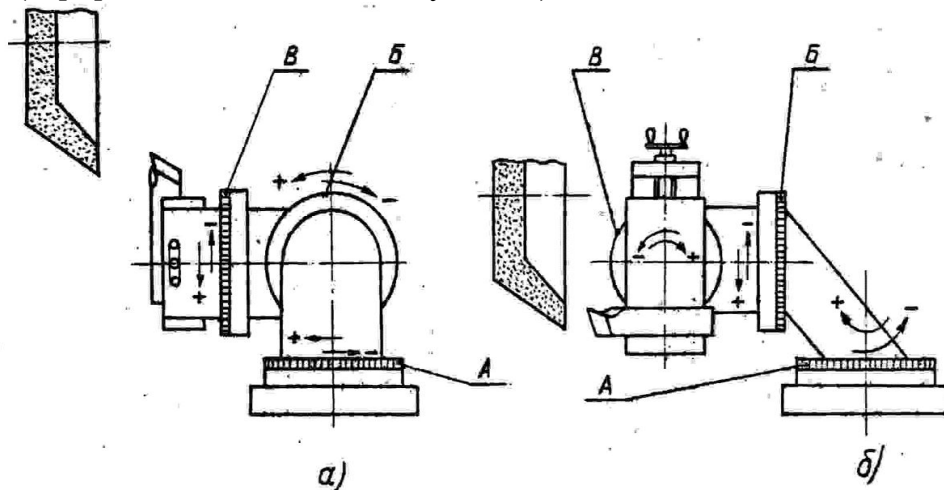


Рисунок 2.4 – Схема вихідних положень різця під час заточування

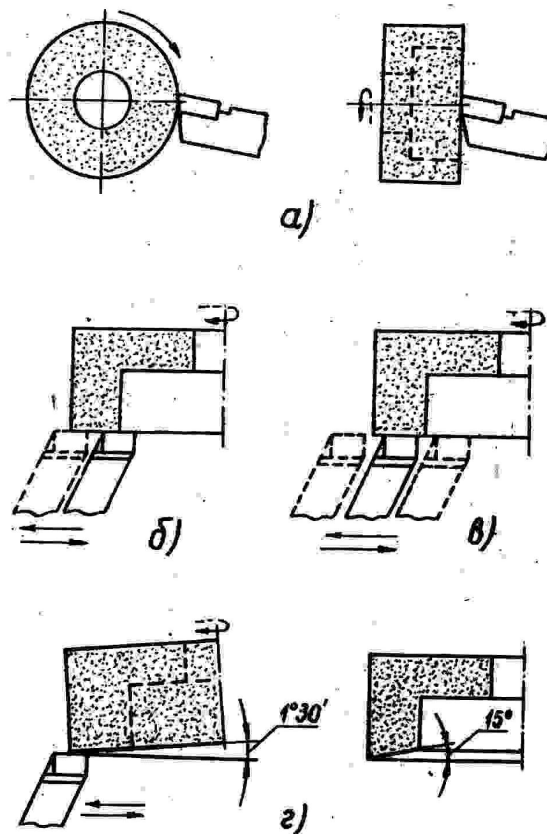


Рисунок 2.5 – Схеми заточення різців

При переривчатій схемі заточування врізання круга відбувається на усю глибину шліфування. Це викликає удари в момент торкання, які приводять до появи коливань системи ВПД, збільшенню шорсткості поверхні, підвищенню витрат абразивного матеріалу. Крім того, багатократне циклічне нагрівання та охолодження приводить до появи тріщин на твердосплавних пластинах.

При безперервній схемі заточування врізання круга проходить плавно, з невеликою швидкістю. Це дає змогу зменшенню шорсткості, зниженню питомих витрат абразивного матеріалу круга. Відсутність холостих перебігів підвищує продуктивність заточування. Недоліком схеми є підвищене нагрівання через відсутність охолодження при холостих перебігах різця.

Співставлення особливостей двох схем показує, що при заточуванні твердосплавних різців найбільш доцільно використовувати шліфування з неперервним контактом, а при заточуванні різців з швидкорізальної сталі – шліфування з переривчастим контактом.

Для зниження нагріву і зменшення шорсткості поверхонь, що заточують, торець абразивного круга правлять під кутом 15 градусів (рис. 2.5, г), а при встановленні шліфувального круга на універсальному заточувальному верстаті повертають шліфувальну головку верстата на кут 1 град. 30 хв.

При неправильно вибраних режимах заточування і характеристиці шліфувального круга на заточувальних поверхнях утворюються припали, тріщини та інші дефекти в поверхневому шарі, а також проходить

викривлення геометричної форми поверхонь і різальних лез в результаті відгину круга.

Доведенням називають кінцеву чистову обробку робочих поверхонь різців. Вона необхідна для усунення дефектів, що залишаються після заточення, придання різальній кромці правильної геометричної форми, а також для зменшення радіусу закруглення лез і шорсткості робочих поверхонь різців. При доведенні кромок контакт між різальним та доводочним інструментами повинен бути мінімальним, по невеличкий фасці.

Використовують два методи доведення різців: дрібнозернистими шліфувальними кругами і абразивними пастами, нанесеними на диск (притир) (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5 - Характеристика кругів для доведення різців

Матеріал робочої частини різця	Характеристика круга		
	Абразивний матеріал	Зернистість	Зв'язка
Твердий сплав	АС2, (АСО, АСМ)	50/40-40/28	Бакелітова
Швидкорізальна сталь	КО		
	ЛО	Л6 – ЛМ40	

Паста складається з суміші абразивних порошків з неабразивними допоміжними речовинами. Абразивні порошки використовуються з розміром зерна 5...20 мкм алмаза, ельбору або карбідів бора, кремнію, кубаніту тощо. В склад допоміжних речовин входять: стеарин, парафін, олеїнова кислота, мастила та інші речовини. Допоміжні речовини сприяють утриманню на поверхні притиру абразивних зерен і прискорюють процес руйнування оброблюваного матеріалу (через хімічну активність).

Притир виготовляють з чавуну. Швидкість обертання притиру 2,5 м/с в напрямку від державки до леза різця – протилежному напрямку обертання заточувального круга. Режим доведення: $V=25..30$ м/с; $t=0,007...0,01$ мм/дв.х.; $s=0,5...1,0$ м/хв. Якість доведення пастами вище, ніж шліфувальними кругами. через те, що зерна абразиву при вільному положенні на поверхні притиру, який повільно обертається, не утворюються великі тиски і високі температури. Але, доведення пастами більш тривале. Для доведення різців пастами використовують спеціальні верстати для доведення, наприклад, мод. 3818 та ін., а для доведення шліфувальними кругами – ті ж верстати, що і для заточування різців, а також спеціальні, наприклад, мод. 3622Д та ін.

Форма передньої поверхні може бути плоскою або криволінійною (рисунок 2.6,а,в). Плоску форму використовують при обробці різанням твердих і крихких матеріалів (чавун, бронза, сталь $\sigma_B > 800$ МПа та ін.), вона може мати додатній або від'ємний передній кут γ .

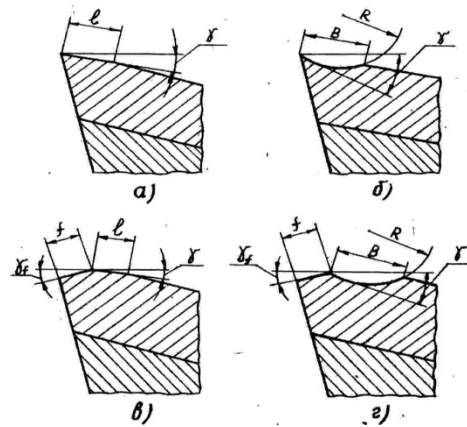


Рисунок 2.6 - Форма заточених і доведених робочих поверхонь різців

Криволінійну форму передньої поверхні (рисунок 2.6,б,г) використовують при обробці в'язких, м'яких та середньої твердості матеріалів ($\sigma_s \leq 800$ МПа) лунка полегшує завивання та відвід стружки при роботі різця, її розміри вибирають в залежності від режиму різання та механічних властивостей оброблюваного матеріалу.

Для збільшення міцності та запобігання від викрашування різальних лез різців обидві форми передньої поверхні можуть бути доповнені спрочнувальною фаскою (рисунок 2.6,в,г). Це сприяє економії інструментального матеріалу та скороченню часу на заточування передньої поверхні. Ширина фаски $f=2...4$ мм та величина кута її нахилу γ_f залежать від величини подачі і механічних властивостей інструментального і оброблюваного матеріалів.

Задню поверхню виконують під одним, двома та трьома задніми кутами (рисунок 2.7, а,б,в), а також з зависанням пластини над державкою (рисунок 2.7,г). Величина зависання пластини після напаявання $m=1,5$ мм, після заточування – $m=0,8$ мм. Задню поверхню з одним кутом виконують у різців, які не потребують доведення, з двома кутами – для доведення смужкою шириною $h=2..3$ мм, з трьома кутами – у твердосплавних різців, з метою заточування пластини та державки різними шліфувальними кругами.

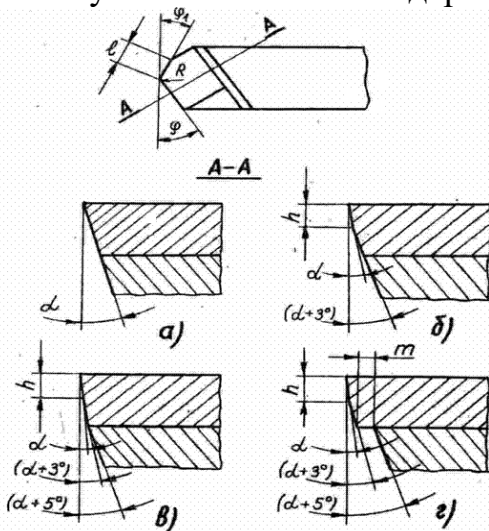


Рисунок 2.7 – Форма заточення і доведення задніх поверхонь

Форми допоміжної та головної задніх поверхонь аналогічні, заточування виконують на ширині $h=3\ldots 5\text{мм}$. (рисунок 2.6).

Рекомендовані форми заточування робочих поверхонь різців та величин кутів на них приведені в ГОСТах 18868 – 73, 18884 – 73 та довідниках.

Технологічні процеси заточування і доведення різців.

Послідовність операцій заточування та доведення різців з напаяними пластинами твердого сплаву.

1) Шліфування головної та допоміжної задніх поверхонь *на державці* під кутами $(\alpha+5^\circ)$ та (α_1+5°) .

2) Заточування головної і допоміжної задніх поверхонь *на пластині* під кутами $(\alpha+3^\circ)$ та (α_1+3°) , при відсутності доведення різця – під кутами α та α_1 .

У випадку використання алмазних кругів на керамічній зв'язці К1, операції 1 та 2 суміщають – різці заточують одночасно по державці і пластині.

3) Заточування передньої поверхні різця під кутом $(\gamma+2)^\circ$, при відсутності доведення різця – під кутом γ .

4) Заточення остружколамних канавок (лунок) або уступів.

Для заточування канавок використовуються алмазні шліфувальні круги з напівкруглим опуклим профілем, форма 1FF1 за ГОСТ 16180-91. Уступи заточують алмазними кругами (типу 11 –АЧК). Для отримання заданої форми уступу круг перед заточуванням оправляють по профілю уступу.

5) Доведення передньої поверхні під кутом γ , фаски γ_f , задніх поверхонь по смужкам під кутами α та α_1 , вершини різця по радіусу R (рисунок 2.6).

Для заточення різців, оснащених пластинами твердого сплаву з вмістом кобальту в сплаві менше 6% (наприклад, сплави марок ВК2, Т30К4 та ін.), використовують алмазні шліфувальні круги; а пластин з вмістом кобальту в сплаві більш 6% (наприклад, сплави марок ВК8, Т5К10 та ін.) – шліфувальні круги з карбіду кремнію зеленого.

Круги з карбіду кремнію зеленого економічно доцільно використовувати також при заточуванні різців, які мають крупні сколення на різальних лезах та знос робочих поверхонь, який перевищує допустимий. Після заточування кругами із карбіду кремнію необхідне доведення робочих поверхонь для виділення дефектного шару, утвореного в процесі заточування

Для доведення використовують, звичайно, дрібнозернисті алмазні круги, пастами доводять різці для більш точних прецизійних робіт. Зміст і послідовність операцій заточування і доведення різців з швидко різальної сталі та твердого сплаву цілком відповідають. Виключенням є операція попереднього шліфування задніх поверхонь державки, яка окремо не виконується.

Різці з швидкорізальної сталі нормальної продуктивності (наприклад, марок Р6М5, Р18 та ін.) заточують шліфувальними кругами з електрокорунду, а підвищеної продуктивності (наприклад, марок Р9Ф5,

P14Ф5, P10K5Ф5 та ін.) – кругами з ельбору або кубоніту через велику кількість карбідів ванадію, які мають приблизно таку ж твердість, як і зерна електрокорунду. Тому при шліфуванні в тонкому поверхневому шарі виникають висока температура і тиск, через значне тертя, можуть утворитися припали, змінитися структура і механічні властивості.

Поверхневий шар зі зміненою структурою і механічними властивостями становиться дефектним, що різко знижує стійкість різця, він швидко зношується та, відповідно, потребує частих переточувань.

Для доведення різців з швидкорізальної сталі використовують, в більшості, дрібнозернисті круги з ельбору або кубоніту, пастами доводять різці, призначені для прецизійних робіт.

Для охолодження зони різання при заточуванні і доводці різців використовують мастильно–охолоджуючі рідини (МОР), які направляють у місце контакту круга з поверхнею різця в більшості випадків способом поливу безперервним струмком з витратою від 3 до 5 л/хв. При відсутності на верстаті системи подачі і збору МОР, використовують охолодження кругів за допомогою тампона з фетру. Тампон змочують з капельниці, закріпленої на кронштейні шпиндельної головки верстата. В якості МОР може бути використана 1,5...3% емульсія НГЛ–205 або інші склади, рекомендовані довідковою літературою.

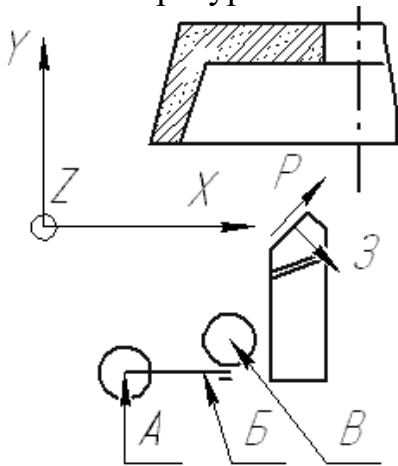


Рисунок 2.8 – Схема наладки верстату

Розрахунок кутів орієнтації заточувальної головки

Виконують за звичайним алгоритмом:

1. визначають нормаль до поверхні, що заточують (доводять);
2. орієнтують нормаль навколо осей голівки у визначеному порядку . Фрагмент програми по визначенню параметрів орієнтації поворотної голівки під час заточення виконаний у пакеті програм

MathCAD наведено нижче

Визначення нормалі до задньої поверхні, яка заточується

Результати вимірювань кутів $\phi := 40 \cdot \text{deg}$ $\phi = 0.698$ $\alpha := 9 \cdot \text{deg}$ $\alpha = 0.157$ $\lambda := 0$

Знаходження векторів, що знаходяться у задній площині та нормалі до неї

$$P = \begin{pmatrix} \cos(\phi) \\ \sin(\phi) \\ -\tan(\lambda) \end{pmatrix} \quad P = \begin{pmatrix} 0.766 \\ 0.643 \\ 0 \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} \sin(\phi) \\ -\cos(\phi) \\ \frac{-1}{\tan(\alpha)} \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} 0.643 \\ -0.766 \\ -6.314 \end{pmatrix} \quad N := P \times Z$$

У поверненому положенні нормаль спрямована вздовж осі Y

$$a := 0 \quad b := 0 \quad \text{Given} \quad (L4(a) \cdot L6(b) \cdot N)_0 = 0 \quad (L4(a) \cdot L6(b) \cdot N)_2 = 0$$

$$U := \text{Find}(a, b)$$

$$U \cdot \frac{180}{\pi} = \begin{pmatrix} 9 \\ -40 \end{pmatrix}$$

Перевірка $\theta_b := 9 \cdot \text{deg}$ $\theta_v := -40 \cdot \text{deg}$ $L4(\theta_b) \cdot L6(\theta_v) \cdot N = \begin{pmatrix} 0 \\ 6.392 \\ n \end{pmatrix}$

Контроль якості заточення та доводки різців

Попередній контроль якості заточування робочих поверхонь проводять зовнішнім оглядом на відсутність видимих дефектів: викрашувань, зазубрин, крупних тріщин (за допомогою лупи і мікроскопу), припалів та ін.

Після заточування та доведення проводять контроль геометричних параметрів різців (кутів заточування, ширини фасок, площинності передньої і задньої поверхонь, їх якості та лез різців, шорсткості, відсутності тріщин, викрашувань, припалів і т.п.). величину кутів заточування заміряють універсальними і спеціальними кутомірами.

Допустимі відхилення величин кутів заточування різців за ГОСТ 5688-61 та ГОСТ 10047-62 приведені в таблиці 2.6. Радіус при вершині різця заміряють на проекторі або шаблоном, ширину доведених смужок – на мікроскопі, площинність робочих поверхонь та прямолінійність лез – лекальною лінійкою.

Таблиця 2.6 - Допустимі відхилення кутів при заточуванні різців

Найменування кутів різця	Межі значень кутів, град.	Допустиме відхилення, град.
Передній	Менше 12	±1
	Більше 12	±2
Головний задній	Від 6 до 15	±1
Допоміжний задній	Менше 2	±0,5
	Більше 2	±1
Головний в плані	Від 30 до 90	±2
Допоміжний в плані	Менше 2	±0,5
	Від 2 до 5	±1
	Більше 5	±2
Кут нахилу ГРЛ	Від -20 до +20	±1

Для полегшення контролю на відсутність тріщин твердосплавних різців, заточені поверхні змочують бензином. Проникний в тріщини бензин обрисовує їх контури до тих пір, поки весь не випариться. Більш доскональний контроль тріщин проводять методом кольорової дефектоскопії (метод кольорових фарб) або люмінесцентним методом.

Для контролю шорсткості робочих поверхонь різців використовують прилади та методи, що розповсюджені в загальному машинобудуванні. При замірі шорсткості різальних лез різців на профілографах, замість алмазної голки використовують спеціальні алмазні лопаточки. За ГОСТ 18868 – 73, 18884 – 73 шорсткість поверхонь повинна бути в межах $R_a 1...0,5$ мкм, а на доведених смужках робочих поверхонь – $R_a 0,32...0,16$ мкм.

Таблиця 2.7 - Несправності при експлуатації різців та міри для їх усунення

Види	Причини	Міри усунення
Низька стійкість різців при досягненні допустимої величини зносу	Наявність припалів, забоїн, завалів на робочих поверхнях різців з швидкорізальної сталі; мікротріщин та внутрішніх напружень в поверхневому шарі у твердосплавних різців	Дотримуватись режимів заточування. Правильно вибирати характеристику шліфувального круга та умов заточування.
	Недотримання заданих величин кутів заточування	Переточити встановити виконанням геометричних різця після заточування і доведення різця, контроль за заданих параметрів
Відслоювання та утворення тріщин на пластинах з твердого сплаву	Перегрів пластини при заточуванні	
	Погана пайка: погане підготовка місць під пластину; витікання припою та перегрів пластини при через мірно високій температурі на апаратах ТВЧ; охолодження різця після пайки на повітрі	Строго дотримуватись технологічну дисципліну при виконанні операції пайки та заточування різців
Погана якість обробленої поверхні	Дефекти заточування – завали на різальних кромках, риски і нерівності на передній поверхні різця, яка приводить до налипання стружки та інтенсивному утворенню наросту. Відсутність доводки.	Ввести операцію доводки і ретельно довести робочі поверхні та різальні леза різця
	Недостатній радіус закруглення	

	вершини різця	Збільшити радіус закруглення вершини різця, довести поверхню співпряження головної та допоміжної задньої поверхонь
	Неправильно вибрані кути різця в плані ϕ , ϕ_1	В відповідності до умов різання по можливості зменшити величини кутів в плані ϕ та ϕ_1
Викрашування різального леза різця	Погана доводка різця	Ретельно довести різець. Якщо є викрашування лез, закруглити кромки

Таблиця 2.8 - Середнє значення стійкості різців

Тип різців	Розмір державки різця, мм	Стійкість, хв.		
		Матеріал різальної частини різця		
		Твердий сплав	Швидкорізальна сталь	
		Оброблюваний матеріал		
		Сталь, чавун	Сталь	Чавун
Прохідні, підрізні, розточувальні	10x16	30	35	40
	16x25	35	40	50
	20x30	40	55	70
	25x40	55	45	60
	30x45	60	-	-
	40x60	100	50	70
Відрізні, прорізні	10x16	25	15	30
	16x25	30	20	35
	20x30	40	25	50
	30x45	45	-	-

Таблиця 2.9 – Протокол вимірювань

Оброблюваний матеріал								
Найменування та тип різця, ГОСТ								
Розміри державки різця $B \times H$, мм								
Матеріал різальної пластини, ГОСТ								
Розміри пластини a_x, b_x, c , мм, ГОСТ								
Геометричні параметри різальної частини різця, град.	γ	α	α_1	φ	φ_1	γ_f	λ	R
	Рекомендовані							
	По результатам вимірювань							
Рекомендована стійкість різця Т, хв.	(по табл. 2.8)							
Величина зносу різця по задній поверхні h_3 , мм.	(рекомендована по табл. 2.1, 2.2)				(результати вимірювань)			
Кількість допустимих переточувань по задній поверхні								
Товщина шару, що допускається пластиною h_3								
Загальний строк служби різця								
Норма витрати різців, шт/верстатого-год								
Кути орієнтації поворотної голівки								
Кути встановлення різця за шкалами, град	А			Б			В	

Об'єкти дослідження, обладнання, прибори і інструменти

1. Різці загального призначення з пластинками з твердого сплаву або швидкорізальної сталі.
2. Універсально заточувальний верстат мод. 3А64М, шліфувальні круги. Операції заточування та доведення різця виконуються під наглядом учбового майстра після перевірки правильності настроювання. Забороняється стояти в площині обертання круга, торкатися частин верстата, що обертаються, працювати без кожуха – огороження і захисних окулярів.
3. Лещата трьох поворотні універсальні.
4. Кутоміри універсальні та спеціальні.
5. Мікроскоп типу БМИ або ММИ.
6. Лупа вимірювальна загального призначення типу МПБ–2 з двадцятикратним збільшенням розмірів.
7. Штангенциркуль, точність відліку по ноніусу 0,05мм.
8. Індикатор годинникового типу, ціна ділення 0,01мм. Стійка до індикатора.

Звіт повинен вміщувати наступні розділи:

1. найменування та мету роботи;
2. короткі теоретичні відомості і розрахункові формули;
3. технологічний процес заточування та доведення різця;
4. характеристики шліфувального інструмента та режимів заточування і доводки різця
5. методику налагодження поворотної голівки для заточення різців;
6. ескіз зношеної робочої частини різця та схему сточування шарів інструментального матеріалу на робочих поверхнях;
7. висновки по роботі;

Контрольні запитання

1. Види та характер зносу (абразивний, адгезійний, дифузійний та ін.)
2. Поясніть вибір марки абразивного круга для заточення різця?
3. Як знаходять товщину шару, що зрізають при заточенні?
4. Як визначити необхідну кількість інструментів для роботи впродовж заданого часу?
5. Як розрахувати термін роботи різця?
6. Поясніть методи вимірювання зношення по поверхнях та як знайти припустимі величини?
7. Як визначити необхідну кількість переточувань даного інструменту?
8. Порядок розрахунку кутів орієнтації голівки
9. Дати характеристику безперервному та переривчастому заточенню, периферією та торцем інструменту.
10. Порядок переходів при заточенні передніх та задніх поверхонь.
11. Як контролюють заточений різець?
12. У чому відмінність операцій доведення та шліфування.
13. Охарактеризувати несправності при експлуатації різців.

Змістовий модуль 3 Формоутворення свердлінням, зенкеруванням, розгорткуванням

Тема 3. Процеси свердління, зенкерування і розвертування.

Основи конструювання свердел, зенкерів і розверток.

Лекція 10: 1 год.

Тема. Статистичні і кінематичні кути свердла. Форми заточування свердел

Мета заняття: Формування основних понять та визначень про статистичні і кінематичні кути свердла, види свердел, форми заточування свердел

План заняття:

1. Інструмент для обробки отворів
2. Геометрія спірального свердла
3. Способи заточення спіральних свердел

Розкриття питання

Інструмент для обробки отворів Кінематика різання

- Головний рух – обертання інструмента або заготовки щодо осі оброблюваного отвору
- Рух подачі – поступальне переміщення уздовж осі обертання
- Результуючий рух - гвинтове

Методи одержання отворів

Існує три основні методи одержання отворів:

- свердління в суцільному матеріалі – утворення отвору певного діаметра в суцільному матеріалі за одну операцію. Найпоширеніший метод.
- кільцеве свердління також виконується за одну операцію. У вирізьблюється порожнина, а залишається сердечник. При обробці більших діаметрів знижується витрата потужності й знижується осьова сила.
- розсвердлювання – збільшення діаметра отвору з метою підвищення його точності шорсткості.

Свердло – осьовий різальний інструмент для обробки отворів у суцільному матеріалі й збільшення діаметра наявного отвору (Рис.1).

Рис.1. Спіральне свердло

1.1. Спіральні свердла

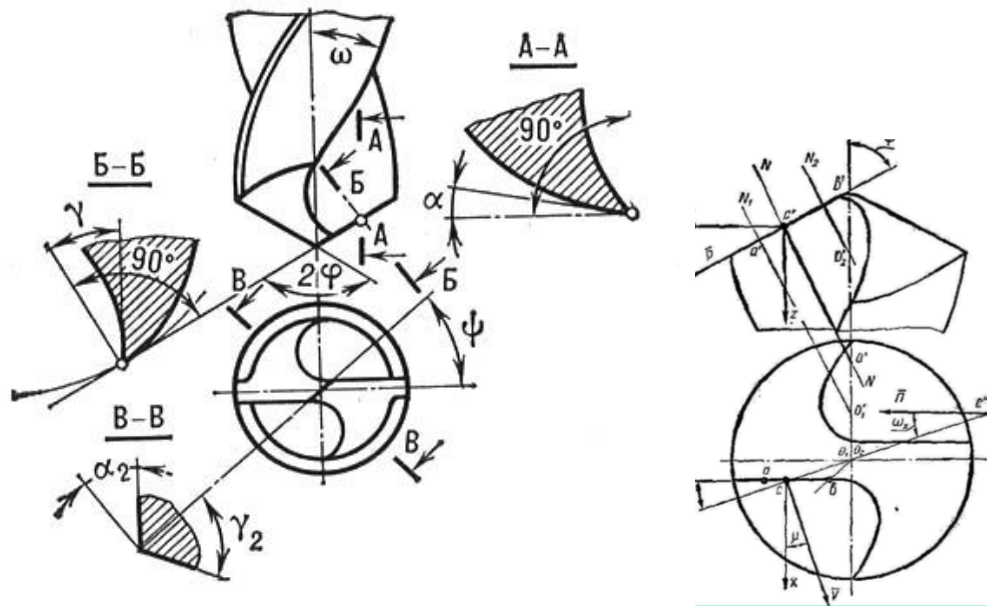
Спіральні свердла використовуються для обробки отворів діаметром до 80 мм, забезпечують точність, що відповідає 11...12 квалітету, і шорсткість $R_z = 40...160$ мкм.



1.1.1. Конструктивні параметри свердла (Рис.2.)

- Діаметр свердла D вибирається з урахуванням неминучої розбивки оброблюваного отвору.
 - Для зменшення тертя на напрямній частині виконують зворотну конусність, тобто діаметр свердла зменшується від вершини до хвостовика. Кут зворотного конуса $\phi' \cong 1' \dots 4'$, більший кут неприпустимий через значну зміну діаметра при переточуваннях.
 - Довжина робочої частини l_0 свердла залежить від глибини свердління й запасу на переточування $l_0 \geq 1 + 3D$ (1 – глибина отвору). Зі збільшенням довжини робочої частини кількість переточувань свердла зростає, але знижується твердість свердла й стійкість між переточуваннями. Для обробки міцних матеріалів бажане вибирати короткі свердли.
 - Вилучення по потилиці зуба t виконується для зменшення тертя свердла про оброблену поверхню, $t = 0,1 \dots 1,2$ мм.
 - Гвинтові стрічки призначені для напрямку свердла в процесі різання. Ширина стрічки f повинна бути мінімальною й вибирається залежно від діаметра свердла. $f = 0,3 \dots 2,6$ мм.
 - Поперечна крайка – лінія перетинання задніх поверхонь двох зубів свердла. Вона характеризується довжиною й кутом ψ між віссю симетрії свердла й напрямком проекції поперечної крайки на площину, перпендикулярну осі свердла. $\Psi = 550$
- Поперечна крайка – несприятливий елемент конструкції свердла. Через наявність великого кута різання поперечна крайка не ріже, а скоблить і видавлює матеріал.
- Діаметр серцевини d_c впливає на міцність і твердість свердла й на величину поперечної крайки. Збільшення d_c із однієї сторони підвищує стійкість за рахунок збільшення твердості, з іншої сторони при цьому збільшується довжина поперечної крайки – збільшується робота різання, тепловиділення й стійкість знижується. Оптимальний $d_{\text{сопт}}$ забезпечує максимальну стійкість свердла $d_{\text{сопт}} = (0,12 \dots 0,2)D$. Для збільшення твердості d_c збільшується від вершини до хвостовика, тобто серцевина виконується конічною.
 - Стружкова канавка. Її розміри й профіль вибираються з умови забезпечення міцності свердла й достатнього простору для стружки. Профіль канавки створюється профілем фасонної фрези, накатних роликів або інших інструментів, визначається графічно або розраховується.

1.1.2. Геометрія свердла (мал.3.)



- Кут конуса при вершині 2ϕ визначає продуктивність і стійкість свердла. Відіграє роль головного кута в плані, подібно йому впливає на складові сили різання, довжину ріжучої крайки й параметри перетину шару, що зрізується. При зменшенні 2ϕ сила подачі знижується, а крутний момент зростає. Довжина ріжучої крайки збільшується – відвід тепла поліпшується. Товщина стружки зменшується. Знижується міцність вершини свердла. Кут 2ϕ вибирається експериментально залежно від оброблюваного матеріалу.

Рис.3. Геометрія спірального свердла

- Кут нахилу гвинтової стружкової канавки ω вимірюється на зовнішньому діаметрі свердла

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{\pi \cdot D}{P_z}, \text{ де}$$

P_z - крок гвинтової стружечної канавки. Від кута ω залежать:

- схід стружки, зі збільшенням цього кута відвід стружки поліпшується;
- міцність і твердість свердла, зі збільшенням ω твердість на вигин знижується, а твердість на крутіння зростає;
- величина переднього кута, зі збільшенням ω передній кут зростає.

Міжнародна організація по стандартизації ISO рекомендує три типи свердел:

- тип H для обробки тендітних матеріалів з $\omega = 10 \dots 160$;
- тип N для обробки матеріалів, що дають елементну стружку з $\omega = 25 \dots 350$;
- тип W для обробки грузлих матеріалів (алюміній, мідь і т.п.) з $\omega = 35 \dots 450$
- Передній кут γ головних ріжучих крайок у робочій площині 0-0 (мал.3.) для кожної крапки ріжучої крайки рівняється куту нахилу гвинтової канавки на діаметрі розглянутої крапки:

$$\operatorname{tg} \gamma_A = \operatorname{tg} \omega_A = \frac{D_A}{D} \cdot \operatorname{tg} \omega, \text{ де}$$

ω_A – кут нахилу гвинтової канавки в даному перетині.

Передній кут у головній січній площині N-N

$$\operatorname{tg} \gamma_{AN} = \frac{D_A \cdot \operatorname{tg} \omega}{D \cdot \sin \varphi},$$

Як видно з формули, передній кут залежить від кута ω і зменшується на ріжучій крайці від периферії до центру. На поперечній крайці передній кут має негативні значення.

• Задній кут α прийнято розглядати в робочій площині О- О (Рис.3.).

Кінематичний задній кут α_p (Рис.4.) визначають як кут між гвинтовою траєкторією результуючого руху різання й дотичній до задньої поверхні $\alpha_{pi} = \alpha_i - \mu_i$, де μ_i – кут швидкості різання

$$\operatorname{tg} \mu_i = \frac{S_0}{\pi \cdot D_i}$$

Кут швидкості різання збільшується з ростом подачі й зменшенням діаметра крапки. Для кінематичних задніх кутів інструментальний задній кут роблять змінним уздовж ріжучої крайки. На периферії він рівний 8...140, а в серцевині 20...250

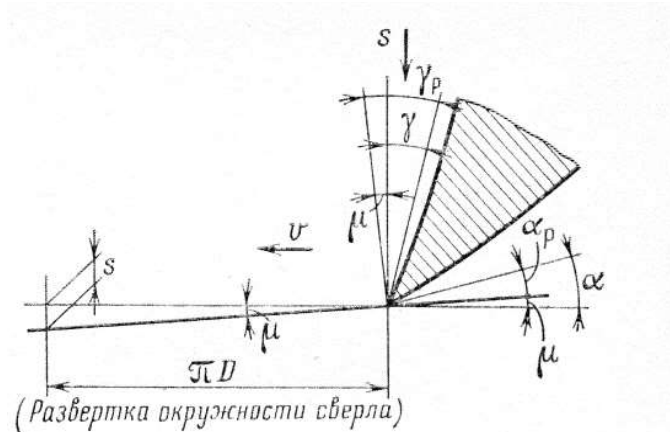


Рис.4. Геометрія задньої поверхні свердла

1.1.3. Способи заточення спіральних свердл (мал.5).

• Одноплощинна (г) – найбільш проста в технологічному плані, але вимагає більших задніх кутів, дає прямолінійну поперечну крайку, що не забезпечує правильного центрування свердла при роботі без кондуктора. Значення заднього кута й кута нахилу поперечної крайки залежать від кута при вершині й заднього кута на периферії. Використовують для дрібних свердлів діаметром до 3 мм.

• Двохплощинна (д)- усуває можливість затирання поверхні деталі.

Поширена для заточення твердосплавних свердлів

• Конічна форма (а, б) - забезпечує зміна інструментальних задніх кутів уздовж ріжучої крайки, спосіб (б) дає більш різка зміна цих кутів, тому він більш розповсюджений.

• Гвинтова форма(в) – дозволяє одержати більш раціональний розподіл значень задніх кутів і більш опуклу поперечну крайку свердла, що поліпшує самоцентрування свердла. Можлива автоматизація процесу заточення.

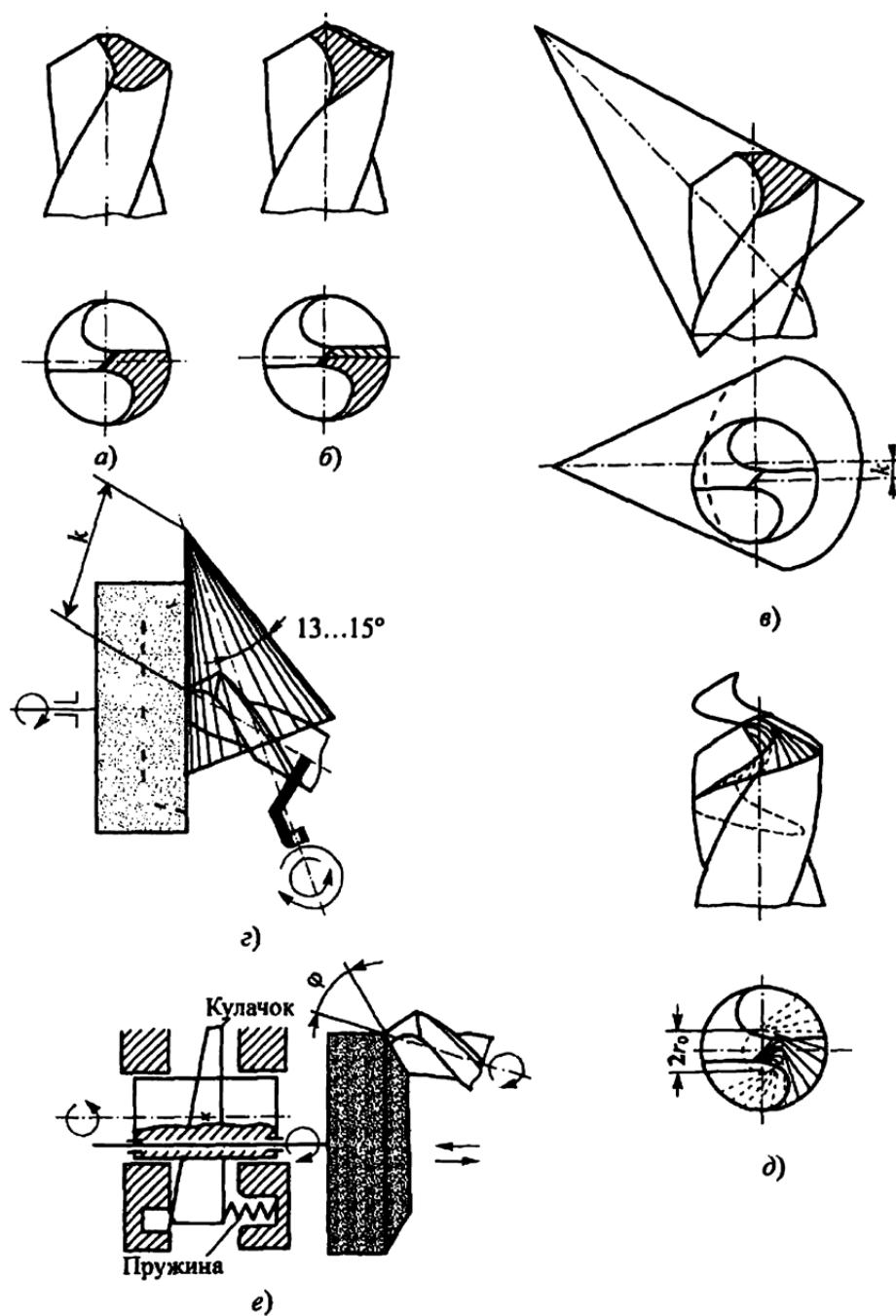


Рис. 5. Схеми заточення свердл.

1.1.4. Недоліки конструкції й методи поліпшення геометричних параметрів свердла

- зменшення переднього кута до центру свердла;
- несприятлива геометрія на поперечній крайці;
- відсутність заднього кута на допоміжній ріжучій крайці;
- велике тепловиділення й поганий тепловідвід на периферійних ділянках ріжучої крайки, їх підвищене зношування.

Способи підточування спіральних свердел (Рис.6.)

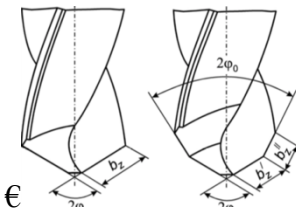


Рис. 6. Методи підточування спіральних свердлів

а) Подвійне заточення ріжучої крайки зменшує зношування найбільш напруженої ділянки ріжучої крайки за рахунок зменшення товщини шару, що зрізується, на периферії й поліпшення тепловідводу.

б) Підточування поперечної крайки зменшує її довжину, полегшує різання, підвищується стійкість свердла. Рекомендується для обробки сталей малої й середньої твердості, особливо для великих свердлів.

в) Підточування циліндричних стрічков – створюється задній кут ($\alpha_B = 6...80$) на допоміжній ріжучій країці на невеликій довжині 1,5...5 мм. Приводить до збільшення стійкості до 2...3 раз.

г) Утвор стружкорозділових канавок на передній поверхні свердла не вимагає їхнього відновлення після заточення

д) Утвор стружкорозділових канавок на задній поверхні свердла простіше у виготовленні, але канавки після переточування доводиться відновлювати. Наявність стружкорозділових канавок дає підвищення стійкості до 2 раз за рахунок поліпшення відводу стружки. Рекомендується при глибокій свердлінні.

е) Підточування передньої поверхні проводиться у свердлів з малими кутами ω у центрі свердла з метою збільшення переднього кута. У свердлів з більшими кутами ω підточування передньої поверхні виконується на периферії з метою зменшення переднього кута й збільшення міцності ріжучого леза.

Література: П.Р.Родін «Металорізальні інструменти» §4 [Б1]Стор113

Змістовий модуль 3 Формоутворення свердлінням, зенкеруванням, розгорткуванням

Тема 3.Процеси свердління, зенкерування і розвертування.

Основи конструювання свердел, зенкерів і розверток.

..Лекція11: 1 год.

Тема Конструкція і геометричні параметри зенкерів

Мета заняття: Формування основних понять та визначень про конструкцію і геометричні параметри зенкерів, сили різання, знос зенкерів.

План заняття:

- 1.Зенкери й зенківки.
- 2.Конструкція зенкера.
- 3.Геометрія зенкера.
- 4.Збірні зенкери.
- 5.Осьова сила й момент.
- 6.Зношування й стійкість зенкерів.

Розкриття питання

1.Зенкери й зенківки

Зенкери (Рис.1 а) призначені для підвищення точності форми отворів, отриманих свердлінням, виливом, куванням або штампуванням; забезпечують точність, що відповідає

9...10 квалітету, і шорсткість $R_a = 6,3$ мкм.

Зенківки призначені для обробки: циліндричних поглиблень під головки гвинтів і т.д. (Рис. б); конічних поглиблень і зняття фасок в отворах(Рис. в); торцевих поверхонь бобишек (Рис. г).

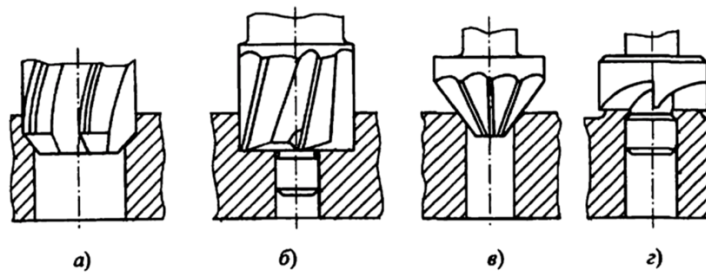


Рис. 1 Зенкери й зенківки

Зенкери бувають:

- хвостові із циліндричним або конічним хвостовиком;
- насадні з конічним посадковим отвором (конусність 1:30) і торцевою шпонкою пручи запобігання від провертання в роботі,
- цільні,
- збірні.

Основні відмінності зенкерів від свердлів:

- відсутність поперечної крайки;
- більше число ріжучих крайок (3...6)

2.Конструкція зенкера

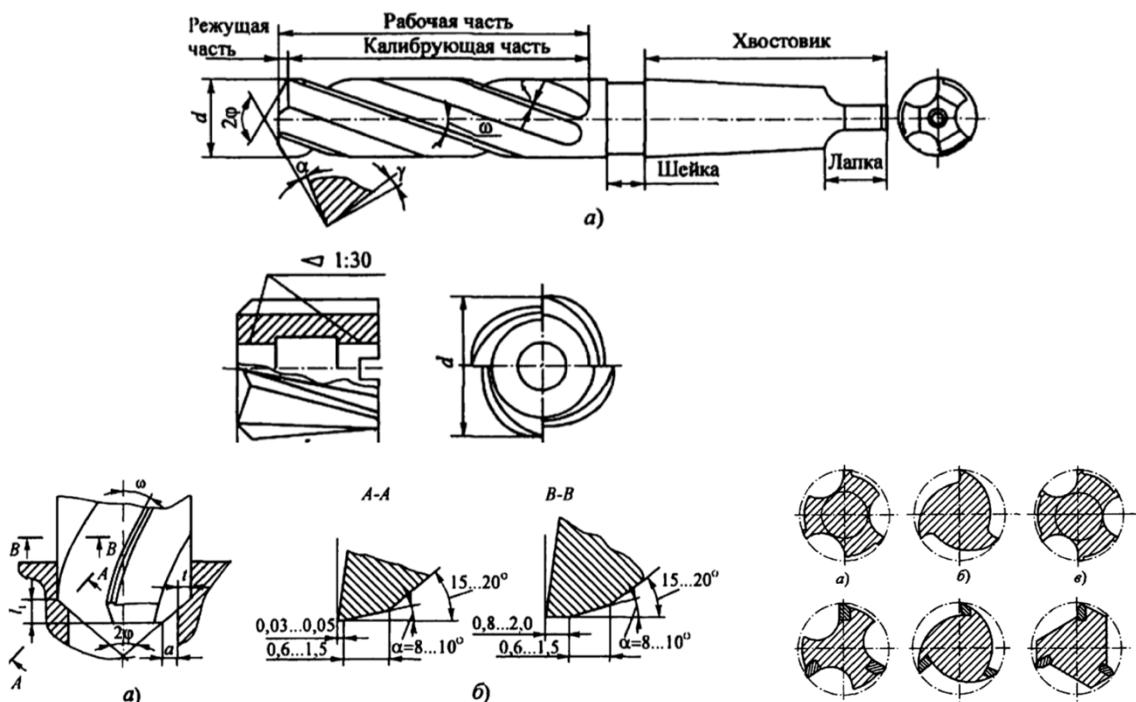


Рис.2 Циліндричний зенкер

• Ріжуча частина має довжину $l_p = (t + a) \cdot \text{Stg}\varphi$, де a – додаткова довжина для забезпечення попереднього центрування зенкера в отворі на початку роботи.

• частина, що калібрує, має напрямну стрічку шириною 0,8...2,5 мм. Збільшення ширини стрічки веде до налипання на неї стружки, що

погіршує процес різання. Для зниження тертя виконується зворотна конусність 0,04...0,1 мм на 100 мм довжини.

Стружечні канавки можуть бути:

- прямі (у твердосплавних зенкерів для обробки матеріалів, що дають стружку надламу),

- косі (у зенкерів із вставними ножами), • гвинтові

3.Геометрія зенкера

- Кут ϕ при обробці стали ухвалюють рівним 600; для збільшення стійкості роблять перехідну крайку з $\phi_1 = 300$. При обробці чавуну $\phi = 450$. При обробці глухих отворів $\phi = 900$.

- Задній кут на ріжучій частині $\alpha = 6...100$. Задня поверхня, як і у свердлів, виконується плоскої, конічної або гвинтової.

- Кут нахилу стружечної канавки цільного зенкера $\omega = 150...250$

4.Збірні зенкери

Виготовляються діаметром 50...100 мм. Твердосплавна пластинка припаюється до ножа, який закріплюється в корпусі за допомогою рифлень і клина.

Кріплення повинне забезпечити можливість регулювання ножів у діаметральному й осьовому напрямках, міцність і твердість кріплення, простоту виготовлення, швидкозміність.

А.Поздовжні рифлення в корпусі й на ножі дозволяють робити регулювання в діаметральному напрямку. Відсутність регулювання в осьовому напрямку скорочує число переточувань.

Б. Наявність поздовжніх і рифлень дозволяють регулювання в діаметральному й осьовому напрямках.

В. Регулювання по діаметру (рифлення) і в осьовому напрямку (клином).

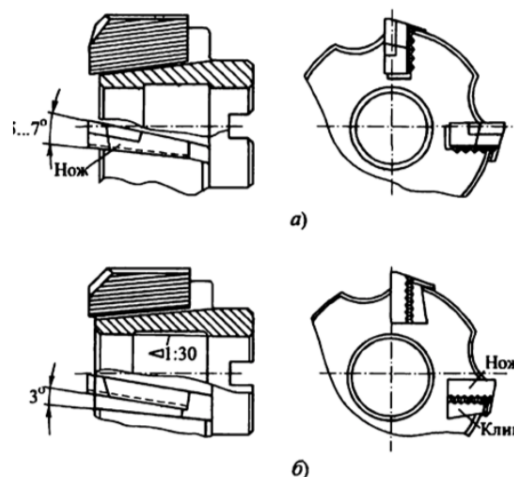


Рис.3.Зенкери збірні

Змістовий модуль 3 Процеси свердління, zenкерування, розгорткування

Тема 3. Процеси свердління, zenкерування і розвертання.

Основи конструювання свердел, zenкерів і розверток.

.Лекція 20: 1 год.

Тема. Властивості процесу формоутворення розвертанням. Елементи різання при розвертанні. Конструкція і геометричні параметри розверток. Сили різання, обертаючий момент, осева сила при розвертанні. Знос розверток.

Мета заняття: Формування основних понять та визначень про властивості процесу розвертання, елементів різання при розвертанні

План заняття:

1. Розгорнення

2. Конструкція розверток

Розкриття питання

1. Розгортання

Розгортання виконують для одержання точних отворів після свердління, zenкерування або розточування. Досягається точність, що відповідає 6...9 квалітету, і шорсткість $Ra = 0,32 \dots 1,25$ мкм.

Висока точність і якість поверхні при розгортанні забезпечуються малими припусками (0,05...0,25 мм для чистових і 0,15...0,5 мм для чорнових) і зрізанням досить тонких стружок, завдяки наявності в розгорнень порівняно великої кількості зубів (6...14) і малого кута ϕ .

Розгортки бувають:

- Хвостові й насадні;
 - циліндричні й конічні;
 - ручні й машинні;
 - швидкорізальні й твердосплавні;
 - цільні й збірні.
2. Конструкція розверток

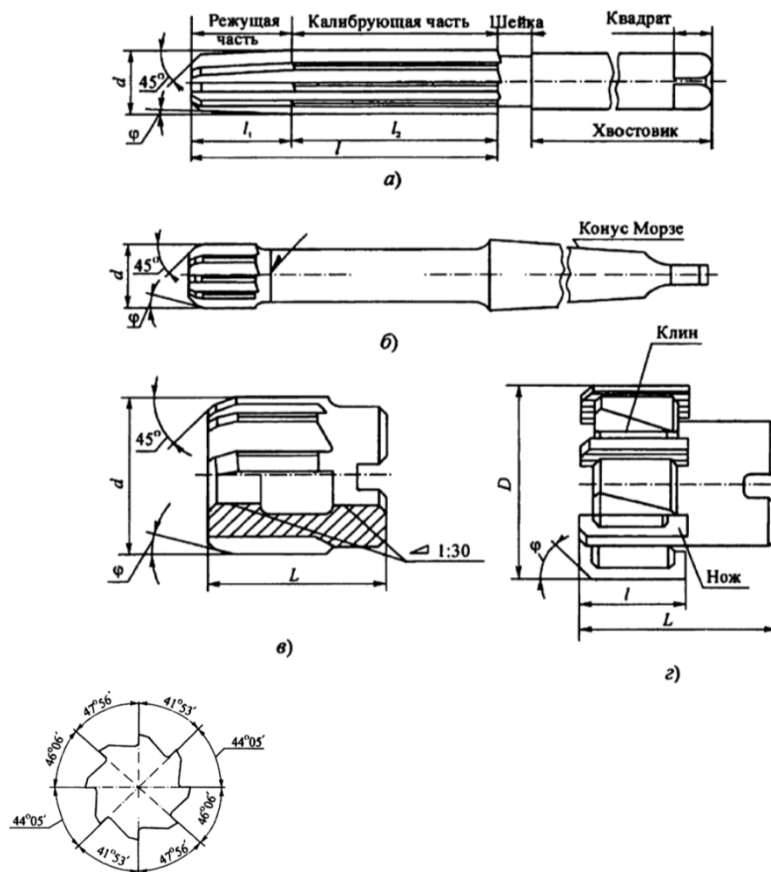


Рис.1 Розвертки

- Ріжуча частина

Кут ϕ у ручних розгорнень – 10...20, що поліпшує напрямок розгорнення при вході й зменшує осьову силу; у машинних при обробці стали $\phi = 120...150$; при обробці тендітних матеріалів (чавуну) $\phi = 30... 50$.

- Стандартні розгорнення роблять із нерівномірним окружним кроком з метою попередження появи в отворі, що розгортається, поздовжніх рисок. Через неоднорідність оброблюваного матеріалу на зубах розгорнення відбувається періодична зміна навантаження, що веде до отжиму розгорнення й появи на обробленій поверхні слідів у вигляді поздовжніх рисок.

- частина, що калібрує, складається із двох ділянок: циліндричного й ділянки зі зворотної конусністю. Довжина циліндричної ділянки близько 75% від довжини, що калібрує частини.

Циліндрична ділянка калібрує отвір, а ділянка зі зворотної конусністю служить для напрямку розгорнення в роботі. Зворотна конусність зменшує тертя про оброблену поверхню й знижує розбивку. Т.к. при ручнім розгортанні розбивка менше, те й кут зворотної конусності менше, чим у машинного розгорнення. При цьому циліндрична ділянка в ручних розгорнень може бути відсутніми.

- Циліндрична стрічечка на частині, що калібрує, калібрує й вигладжує отвір. Зменшення її ширини знижує стійкість розгорнення, однак підвищує точність обробки й знижує шорсткість, тому що зменшує тертя.

Рекомендована ширина стрічки $f = 0,08 \dots 0,5$ мм залежно від діаметра розгорнення.

- Число зубів z обмежується їхньою твердістю. Зі збільшенням z поліпшується напрямок розгорнення (більше напрямних стрічков), підвищуються точність і чистота отвору, але знижується твердість зуба й погіршується відвід стружки. Z ухвалюється парне - для полегшення контролю діаметра розгорнення.

- Канавки частіше виконують прямими, що спрощує виготовлення й контроль. Для обробки переривчастих поверхонь доцільно застосовувати розгорнення із гвинтовим зубом. Напрямок канавок робиться протилежним напрямку обертання для запобігання самозатягування й заїдання розгорнення.

- Задній кут виконують невеликий ($50 \dots 80$) для підвищення стійкості розгорнення. Ріжучу частину заточують до гостра а на, що калібрує роблять циліндричну стрічку для підвищення розмірної стійкості й поліпшення напрямку в роботі.

- Передній кут ухвалюють рівним нулю. Регульовані розгортки застосовуються для ремонтних робіт.

Ручне розтискне розгорнення (Рис.2 б) має на корпусі прорізані уздовж зубів шліци. У корпусі є конічний отвір, куди міститься кулька. Переміщення кульки гвинтом в осьовому напрямку викликає деформацію корпуса й збільшення діаметра розгорнення. Діапазон регулювання $0,16 \dots 0,5$ мм залежно від діаметра розгорнення.

Ручне розсувне розгорнення (Рис. 2 в). У корпусі вифрезеровані конусні пази, у які вставлені ножи. Переміщення ножів в осьовому напрямку приводить до зміни діаметра розгорнення. Межа регулювання $0,5 \dots 4,5$ мм.

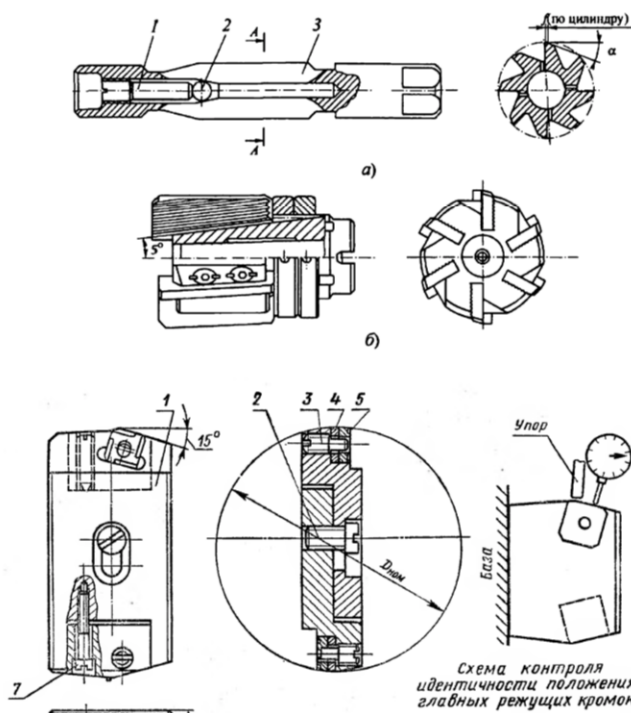


Рис.2 Регульовані розгортки

Конічні ровертки

Застосовуються для перетворення циліндричного отвору в конічне або для калібрування циліндричного отвору. Конічні розгорнення для конусів Морзе (Рис.) працюють у комплекті із трьох або двох штук:

- Обдирне розгорнення (мал. а) знімає значний припуск. Для полегшення роботи ріжучу крайку роблять східчастою. На конічній утворюючій поверхні нарізають затилований гвинтовий зуб. Напрямок різьблення збігається з напрямком різання. Це розгорнення перетворює циліндричний отвір у східчасте.

- Проміжне розгорнення (мал. б) має стружкоразделительные канавки у вигляді конічного прямокутного різьблення, по напрямкові протилежному обдирному розгорненню. Крок різьблення $P = 1,5 \dots 3$ мм залежно від номера оброблюваного конуса. Зуби незатилані, зі стрічкою $f = 1 \dots 2$ мм

- Чистове розгорнення має прямі зуби по всій довжині. Стрічка мінімальна (0,05 мм). Крок зубів рівномірний.

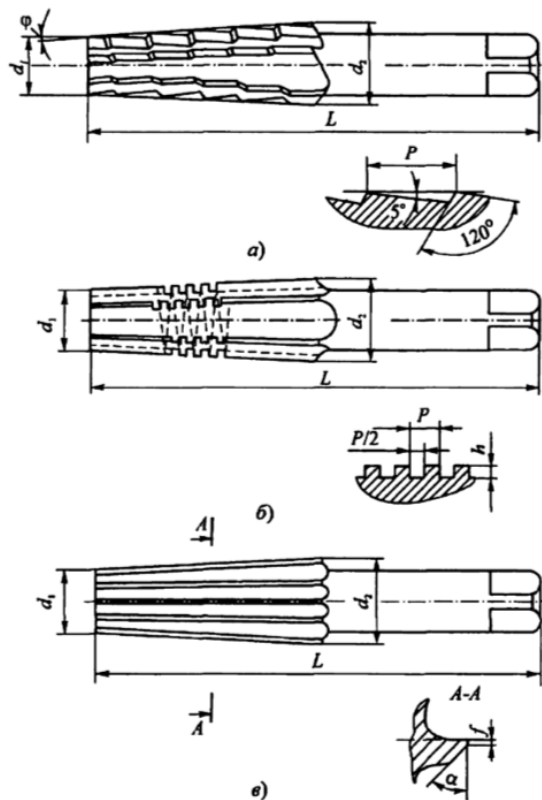


Рис.3 Конічні розгортки

Розгорнення працюють із малими товщинами зрізу й на відносно низьких швидкостях різання, тому вони зношуються в основному по задній поверхні й куточку; захоплюється при цьому й стрічка. Розгорнення являється чистовим (оздоблювальним) інструментом, а тому за критерій її зношування приймається технологічне зношування. Максимально

припустима величина зношування по задній поверхні для розгорнень із інструментальних сталей $\sigma_B = 0,5 \div 0,8$ мм; для розгорнень із пластинками із твердих сплавів $\sigma_B = 0,4 \div 0,7$ мм.

Протилежний зуб починає зрізати шар більшої глибини, збільшуючи діаметр отвору. Заклинена дрібна стружка дряпає при цьому оброблену поверхню збільшуючи її шорсткість. У міру збільшення зношування наріст стає більш міцним, що також приводить до збільшення діаметра отвору й збільшенню шорсткості обробленої поверхні. На збільшення діаметра обробленої поверхні впливає співвідношення розгорнення й попередньо обробленої поверхні.

Література: В.А. Аршинов «Різання металів і різальний інструмент»
Глава XIV §4.-5 [Б9] Стор 223-225

Змістовий модуль 3 Формоутворення свердлінням, зенкеруванням, розгорткуванням

Тема 3. Процеси свердління, зенкерування і розвертування.

Лекція 13: 1 год.

Тема. Лабораторна робота № 4. Заточування свердел

Мета заняття: вивчити геометрію і конструкцію свердел, освоїти методику їх

1.1. Теоретичні відомості

Спиральні свердла призначені для обробки глухих і наскрізних отворів у суцільному матеріалі діаметром до 30 мм і розсвердлювання до 80 мм раніше просвердлених отворів. Діаметр попередньо просвердленого отвору звичайно приймають рівним $1/2$ від кінцевого. Під час розсвердлювання глибину різання бажано мати більше ніж 5 мм, щоб уникнути відламування куточків різальних кромки у місцях їхнього переходу в стрічки. Довжина оброблюваних спіральними свердлами отворів звичайно не перевищує 5 діаметрів.

Спиральне свердло складається з робочої частини, шийки і хвостовика, у свою чергу робоча – з різальної та напрямної частин. На різальній частині мається два головні різальні леза, розташовані симетрично відносно осі свердла та поперечне, розташоване на перемичці.

На напрямній частині є дві допоміжні різальні кромки, розташовані по гвинтовій поверхні. Для зменшення тертя свердла з обробленою поверхнею по всій довжині допоміжного леза залишають стрічку мінімальної ширини, (в межах 0,2...2 мм для свердел діаметром від 1 до 50 мм).

Хвостовик свердел невеликого діаметра (до 12 мм), звичайно циліндричний і служить для закріплення інструмента в спеціальному патроні. Свердла більшого діаметра мають конічний хвостовик для встановлення у конічному отворі шпинделя чи в перехідній конічній втулці (конуси Морзе з No0 по No6).

Геометрію різальної частини свердла характеризують кутами, які значно змінюють значення вздовж різальних кромок (рисунок 3.1): переднім γ , заднім α , у плані ϕ (або при вершині 2ϕ), нахилу поперечної різальної кромки ψ , нахилу гвинтової остружкової канавки ω , нахилу головної різальної кромки λ . Значення цих кутів і конструктивні елементи свердла вибирають в залежності від призначення інструмента й умов обробки.

Визначимо повздовжні передні кути для точок головної різальної кромки свердла у циліндричному перерізі 0-0 гвинтової поверхні (рисунок 3.2):

$$\operatorname{tg} \gamma_{ox} = \operatorname{tg} \omega_x = \frac{D_x}{D} \operatorname{tg} \omega$$

де ω_x - кут нахилу гвинтової канавки на циліндрі діаметра D_x

При відомому кроці H остружкової канавки

$$\operatorname{tg} \omega_x = \frac{\pi D_x}{H}$$

Нормальний передній кут γ_N , тобто у конічному перерізі, на периферії свердла дорівнює

$$\operatorname{tg} \gamma_N = \operatorname{tg} \omega / \sin \phi$$

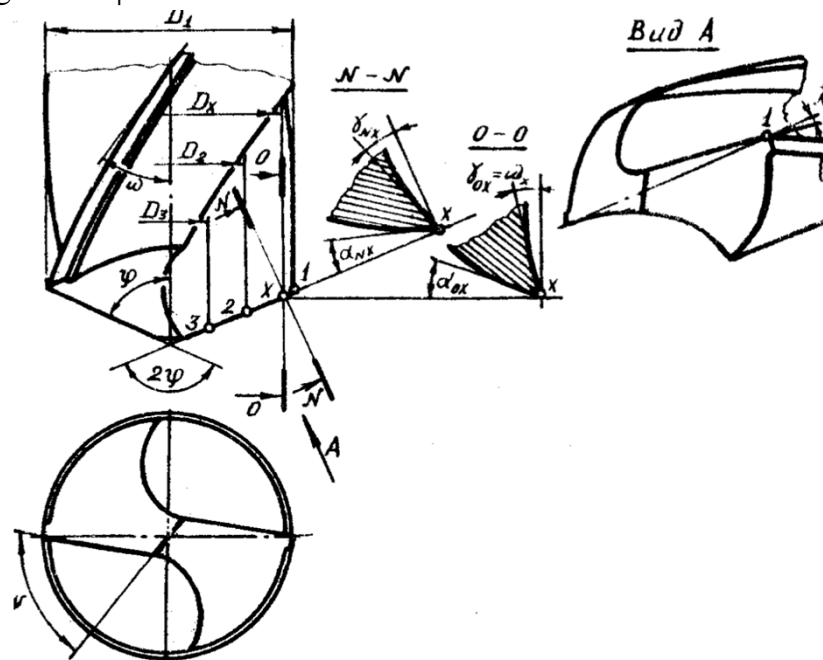


Рисунок 3.1 - Геометричні параметри різальної частини свердла

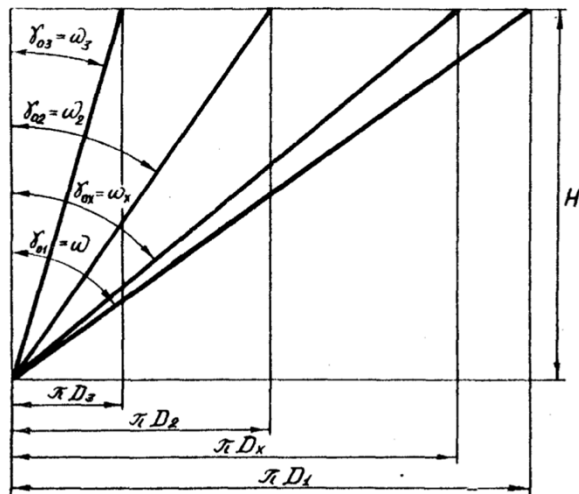


Рисунок 3.2 - Величини передніх кутів уздовж головних різальних кромок спірального свердла

Задні поверхні свердел можуть мати різну форму. Найбільш часто на практиці застосовують форми задньої поверхні: одно- і двох площинну, конічну, гвинтову.

Заточування задньої поверхні у вигляді площин. Технологічно найбільш простим способом є оформлення задньої поверхні у вигляді площини. Однак щоб уникнути інтерференцію (перетинання задньої поверхні свердла з поверхнею різання не по різальній кромці) при одноплощинному заточуванні задній кут повинен бути не менш $28...30^\circ$, що обмежує можливості використання цього методу. Щоб отримати звичайні значення задніх кутів ($\alpha = 10...16^\circ$) і попередити перетинання, свердло необхідно заточувати по двом площинам або по іншій поверхні конічній чи гвинтовій. Отже, одноплощинне заточування застосовують для свердел діаметром до 2 мм при будь-яких масштабах виробництва і діаметром до 10 мм для обробки таких матеріалів, де задній кут рекомендується більш 27° . Заточування по двом (та більше) площинам застосовують для свердел, оснащених пластинками з твердого сплаву.

Заточування по конічним поверхням. Застосовують для спіральних свердел діаметром від 2 до 50 мм при конструктивній простоті верстатів. Крім обертального руху шліфувального круга, свердлу надають коливальний навколо осі уявного конуса. З метою рівномірного зношення профілю круга свердло має також зворотно-поступальний рух.

Відносне положення конуса і свердла визначається чотирма параметрами (рисунок 3.3): δ – кутом при вершині уявного конуса; σ – кутом схрещування осей конуса і свердла;

l – відстанню від осі свердла до вершини уявного конуса, яку приймають в залежності від діаметра свердла в заданих межах, зменшення відстані l приводить до збільшення задніх кутів;

k – відстанню між перехресними осями свердла і уявного конуса, за рахунок чого досягають отримання додатних задніх кутів, починаючи від різальної кромки, приймають в долях діаметра свердла, $k = (1/13 \div 1/10)D$

Існують три типи конічного заточування, що відрізняються величиною параметрів(рисунок 3.3).

Заточування по Уошборну виконують на верстатах моделей ЗБ652, ЗБ653, МФ73, МФ201 ($\sigma = 45^\circ$) або 3657 ($\sigma = 20^\circ$). Кут схрещування осей приймають різним, а при вершині конусу $\delta > 0$, центр координат розміщений у вершині конуса, яка знаходиться ближче до вершини свердла, ніж до периферійних точок. При заточуванні на верстаті ЗБ652 відстань $l = 1,9D$ (рисунки 3.3,а, 3.4,а).

Кут α_{0x} змінюється найбільш інтенсивно, тому у свердел створюються сприятливіші задні кути на прилеглих до серцевини ділянках, де за рахунок кінематики різання він може мати від'ємне значення. Це викликає велике тертя та посилене зношення поперечної різальної кромки, особливо для свердел з підточеними перемичками, коли різальна кромка наближається до осі свердла. В цьому випадку зношення особливо вірогідне при різанні в'язких матеріалів, схильних до пружної післядії. З метою уникнення подібних явищ, часто загострюють свердла таким чином, щоб при статичному вимірюванні задні кути збільшувались в міру наближення до осі.

Зменшуються кут нахилу поперечної різальної кромки ψ і негативні значення передніх кутів на ній. Крім того, різальна кромка виходить рівномірною, так як зі зменшенням діаметра передній кут зменшується, а задній збільшується.

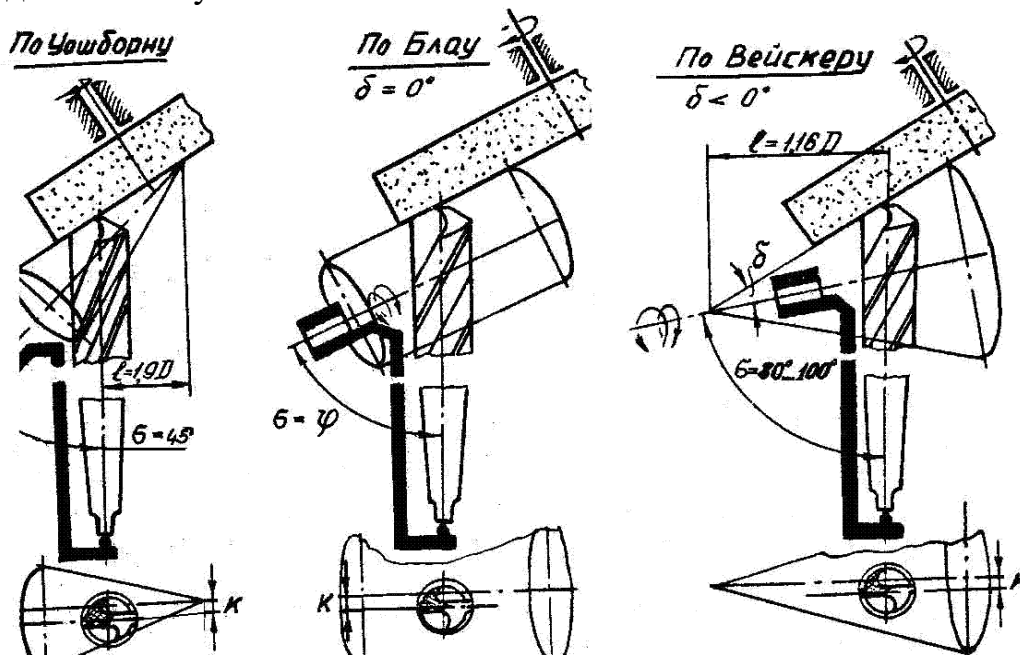


Рисунок 3.3 – Варіанти оформлення задньої поверхні
а) по методу Уошборна б) по методу та Вейскера

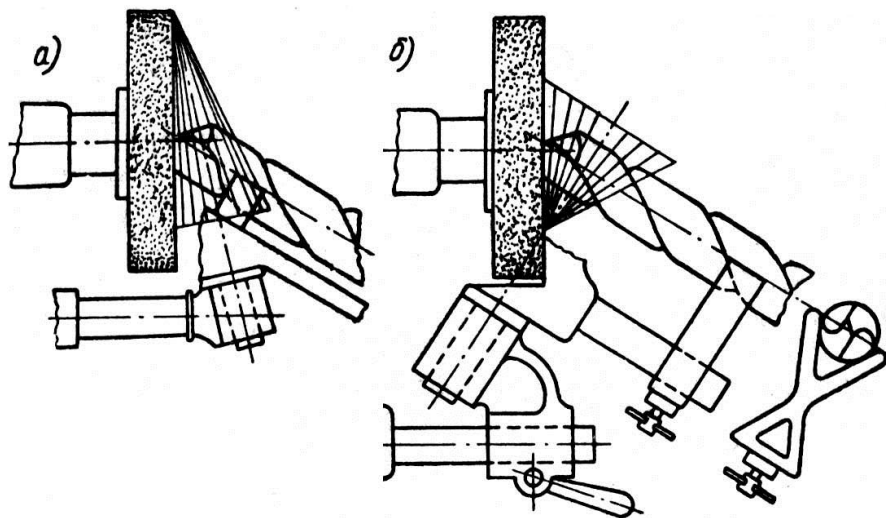


Рисунок 3.4 – Схеми пристосувань для заточення свердел

На рисунку 3,5 показана схема загострення свердла по Уошборну. У процесі загострення воно повертається від руки навколо осі O_1O_1 , яка співпадає з віссю конуса заточення з кутом 2σ , розташованим під кутом 45° до осі свердла. Вершина уявного конуса знаходиться вище вершини свердла, а його задня поверхня утворюється як ділянка конічної поверхні.

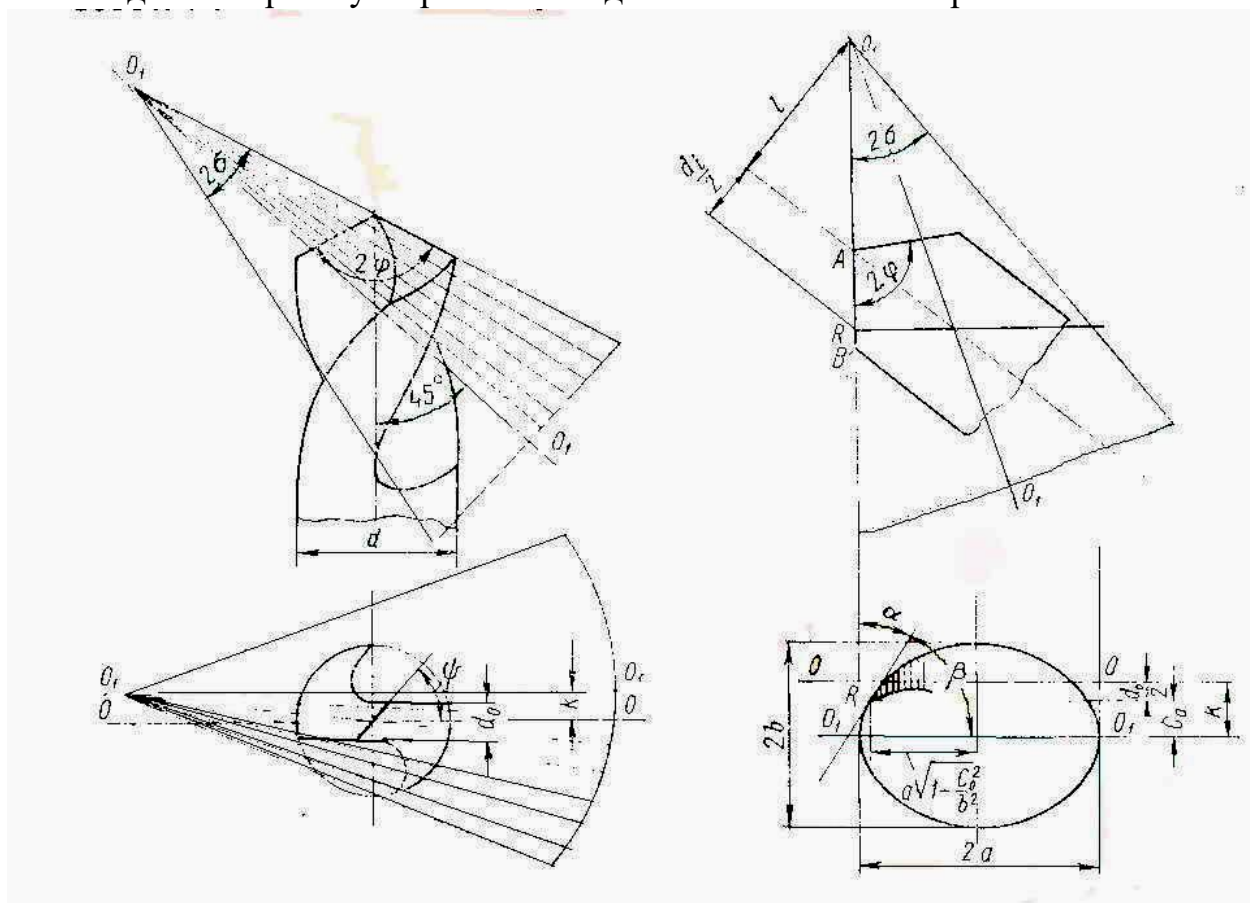


Рисунок 3.5 – Схема визначення задніх кутів для метода Уошборна

У перетині свердла і конуса загострення площиною, нормальною до головного різального леза утворюється еліпс, рівняння якого

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1. \text{ Звідки } y^2 = \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right) \cdot b^2$$

Точка R є проекцією головної різальної кромки та віддалена від осі свердла на відстань половини товщини перемички $d_0/2$. Відстань між осями конуса і свердла дорівнює

$$k = C_0 + \frac{d_0}{2}$$

Задній кут $\alpha = 90^\circ - \beta$ утворюється між дотичними до сліду задньої поверхні в точці різальної кромки і до кола її обертання навколо осі свердла. Тоді

$$\operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{tg} \beta = \frac{dy}{dx} = \left(\frac{b}{a}\right)^2 \cdot \frac{x}{y}, \text{ але } x = a \cdot \sqrt{1 - \frac{y^2}{b^2}}, \quad y = C_0.$$

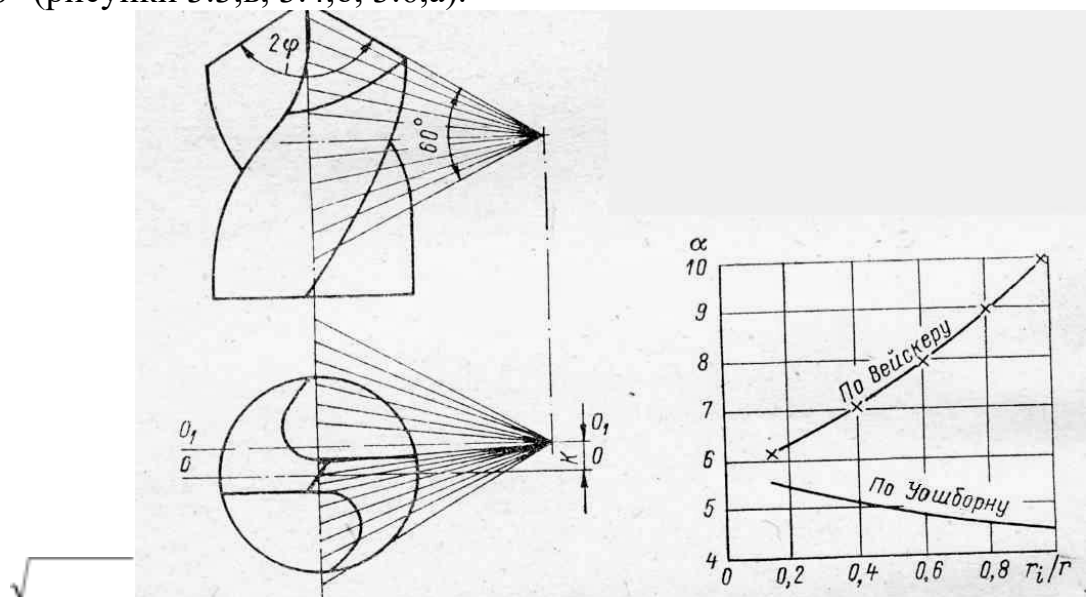
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{a}{b} \cdot \frac{C_0}{\sqrt{b^2 - C_0^2}},$$

$$\text{де } C_0 = k - \frac{d_0}{2}, \quad a = \frac{\left(l + \frac{d_i}{2}\right)}{2 \cdot \sin \varphi} \cdot \operatorname{tg}(2\sigma), \quad b = a \cdot \sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \sigma}.$$

l – відстань від вершини конуса до осі свердла.

При заточуванні по методу Блау вісь коливання паралельна твірній шліфувального круга, тому задня поверхня свердла є частиною кругового циліндра $\delta=0$, а кут схрещування дорівнює куту у плані $\sigma = \varphi$ (рисунки 3.3,б).

При заточенні по методу Вейскера вершина конуса розташовується ближче до периферійних точок кромки ніж до вершини свердла. Кут при вершині $\delta < 0$, а кут схрещування осей звичайно приймається в інтервалі $\sigma = 80..100^\circ$ (рисунки 3.3,в, 3.4,б, 3.6,а).



а) схема заточення б) епюри зміни задніх кутів

Рисунок 3.6 – Заточення по Вейскеру

Задній кут у циліндричному перерізі α_0 для всіх типів заточування зростає від периферії до центра свердла, тобто зі зменшенням діаметра січного циліндра. Нормальний задній кут $\alpha_{нх}$ по мірі наближення до осі свердла при заточуванні першого типу зростає, при заточуванні другого типу - залишається постійним, а при заточуванні третього типу – зменшується (рисунок 3.6,б).

Конструкція свердлозаточувального верстата моделі ЗБ652

Верстат (рисунок 3.7) призначений для заточування свердел по методу Уошборна діаметром від 3 до 12 мм та складається зі станини І, шпиндельної бабки 8 і супорта зі свердло-тримачем 6. Останній складається з нижніх поздовжніх 2 і верхніх поперечних 3 салазок, на яких центрується колонка 4 свердло-тримача 6. Переміщенням верхніх салазок 3 маховиком здійснюється подача свердла уздовж осі шпинделя.

Переміщенням нижніх салазок по напрямних станини (гвинтом при налагодженні та ексцентриком – при робочій подачі) здійснюють подачу свердла на круг в напрямку, перпендикулярному до осі. Величина подачі свердла ексцентриком здійснюється на 0,1 мм із фіксацією через 0,025 мм.

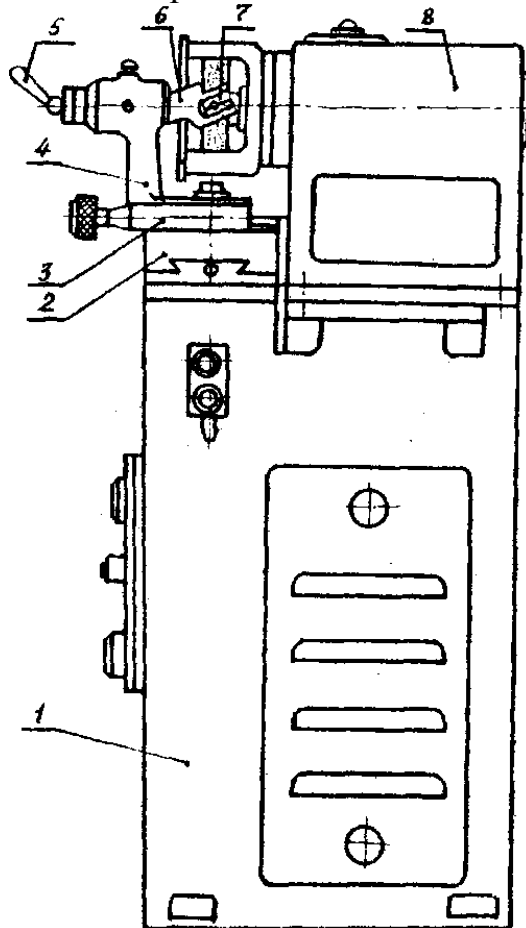


Рисунок 3.7 – Верстат для заточування свердел моделі ЗБ652

Свердло-тримач верстата мод.ЗБ652 складається із колонки, на основі якої нанесена градусна шкала для установки кута ϕ свердла.

На шпинделі свердло-тримача монтується з однієї сторони маховик 5 із пружиною для здійснення коливального руху шпинделя, а з іншого боку - вузол установки і регулювання свердла при заточуванні 6, встановлений під кутом 45° до осі шпинделя. Вузол дозволяє надати свердлу відповідне положення відносно прямолінійної твірної шліфувального круга, яка є також твірною конуса заточення. Віссю уявного конуса є вісь шпинделя свердло-тримача.

Свердло затискається в призмах 7 і фіксується в осьовому напрямку за допомогою упора, закріпленого на голівці. Шпиндель верстата в процесі заточення здійснює обертальний і зворотно-поступальний рухи. Останній рух здійснюється кулісним механізмом, вмонтованим в станині верстата.

Послідовність заточення задніх поверхонь свердел на верстаті мод.ЗБ652:

1 свердло встановлюють в призмах так, щоб різальна кромка була паралельна твірній круга, виходила на 2-3 мм за кромку упора. Для зручності орієнтації свердла при заточуванні другого пера на хвостовик свердла надівають втулку, яку фіксують при її контакті з торцями призм;

2 включають обертання шліфувального круга і встановлюють ексцентрик у початкове положення, а свердло-тримач подається маховиком нижнього супорта на шліфувальний круг до появи іскри;

3 за допомогою верхніх салазок фіксують свердло уздовж осі шпинделя так, щоб його кромка знаходилася посередині твірної шліфувального круга;

4 ексцентриком здійснюють подачу свердла на круг на 0,025 мм і, погойдуючи рукояткою шпинделя свердло-тримача, виконують заточення задньої поверхні. Операцію продовжують до зникнення іскри, потім знову виконують подачу свердла на 0,025 мм і далі до зняття 0.1 мм;

5 закінчивши заточування однієї задньої поверхні, відводять свердло ексцентриком і потім маховиком у початкове положення;

6 розтискають свердло і роблять його поворот на 180° ; 7 здійснюють описане заточування другого пера.

Заточування по гвинтовій поверхні

Характерне універсальністю використання для різних видів інструментів: свердел, нормальних і ступінчастих зенкерів і т.п. Воно здійснюється на автоматах і напівавтоматах для заточування свердел діаметром від 2,5 до 80 мм. Схема заточування свердла по гвинтовій поверхні показана на рисунку 3.8. При гвинтовому заточуванні задня поверхня кожного пера свердла є частиною евольвентної гвинтової поверхні.

Необхідна геометрія заточування забезпечується наступними рухами:

- планетарним рухом шпинделя у площині, перпендикулярній до його осі, за рахунок обертання гільзи 3
- зворотно-поступальним рухом шпинделя 2 в напрямку його осі; ➤ обертанням патрона 4 зі свердлом.

Зворотно-поступальний рух шліфувального круга уздовж осі шпинделя здійснюється за допомогою торцевого кулачка, встановленого жорстко на гільзі. Зворотно-поступальний рух круга і обертання свердла зв'язані

кінематикою верстата. На один оберт свердла приходитьсь два оберти гільзи, тобто і два зворотно-поступальних рухи шліфувального круга. У результаті додавання зворотно-поступального руху шпинделя та узгодженого обертання свердла задня поверхня виходить гвинтовою.

За рахунок планетарного руху у площині обертання робоча поверхня круга переміщається уздовж різальної кромки свердла, цим досягається рівномірний знос круга та підточування поперечної різальної кромки.

Подача свердла на круг у напрямку, паралельному осі шліфувального круга, здійснюється як вручну, так і автоматично.

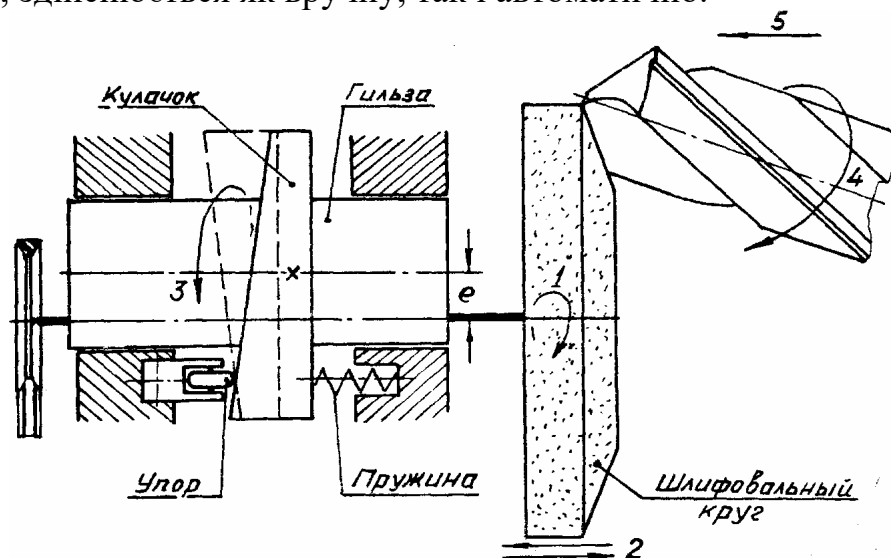


Рисунок 3.8 – Заточення задньої поверхні свердла по гвинтовій лінії

Задній кут при заточуванні свердла по гвинтовій поверхні змінюється уздовж різальної кромки і збільшується до центра. На рисунку 3.9 показана розвертка циліндричних перетинів по різальній частині свердла, що ілюструє характер зміни задніх кутів.

Регулювання задніх кутів свердла при заточуванні по гвинтовій поверхні здійснюється шляхом зміни кулачків чи робочих доріжок на тому ж самому кулачку. Спосіб заточування по гвинтовій поверхні дозволяє отримати збільшення заднього кута до 25° від периферії до центра свердла.

Заточування по гвинтовій поверхні виконується на напівавтоматах моделей: 3659А, 3659М, ЗГ653, ВЗ-37, ВЗ-38, ВЗ-40 і автоматах МФ138, ВЗ-

При роботі свердла зношуються по задній і передній поверхнях, стрічці, куту, утвореному перетинанням головної різальної кромки і стрічки, і по перемишці (рисунок 3.10). Відновлення форми різальної частини свердла і його різальних властивостей виробляється заточуванням по задніх поверхнях.

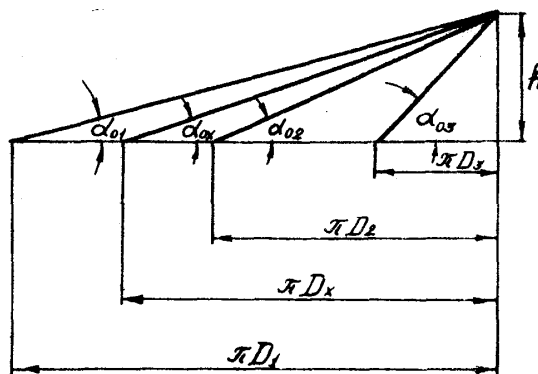
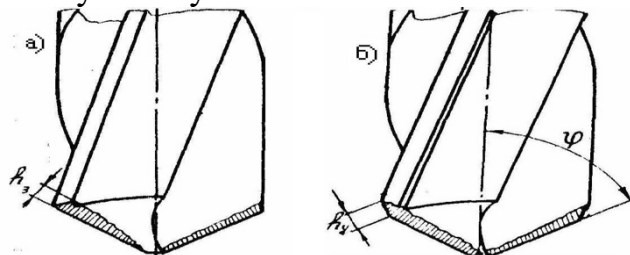


Рисунок 3.9 – Зміна задніх кутів свердла уздовж головної різальної кромки при гвинтовому заточуванні



а - при роботі зі сталлю; б - при роботі з чавуном

Рисунок 3.10 - Схема зношування спіральних свердел

Оптимальний знос свердел встановлюється в залежності від оброблюваного матеріалу і діаметру свердла (таблиця 3.1). За критерій затуплення швидкорізального свердла при обробці чавуна приймають величину зносу по куту h_y , для сталей приймають знос по задній поверхні h_z .

Таблиця 3.1 - Значення зносу і сточування свердел в осьовому напрямку

Діаметр свердла, мм	Оброблюваний матеріал					
	Легкі сплави		Сірий чавун, бронза		Сталь, ковкий чавун	
	Знос h_z , мм	Переточення q , мм	Знос h_y , мм	Переточення q , мм	Знос h_z , мм	Переточення q , мм 1.0
До 6	0,4	0,7	0,5	0,8	0,6	1,0
6÷10	0,5	0,8	0,6	0,9	0,8	1,1
10÷15	0,6	0,9	0,7	1,0	0,9	1,3
15÷20	0,7	1,0	0,8	1,2	1,0	1,5
20÷25	0,8	1,2	0,9	1,4	1,2	1,7
Вище 25	0,9	1,4	1,0	1,6	1,4	2,0

Припустиме багаторазове переточування M для коротких свердел зі швидкорізальних сталей приймається $(0,5...0,7)l$, а для довгих - $0,7*1$, де l - довжина робочої частини свердла. Для свердел, обладнаних твердим сплавом

$$M = 1 - 0,4D,$$

де l - довжина пластинки, мм, D - діаметр свердла, мм.

Число можливих повторних заточувань свердла

$$n = M/q$$

де q - величина шару, що зрізається за одне переточування.

Параметр шорсткості задніх поверхонь і поверхонь стрічок свердел зі швидкорізальної сталі не повинен перевищувати $R_a = 0,63$ мкм (для свердел точного виконання) і $R_a = 1,25$ мкм (для свердел загального призначення).

Осьове биття різальних кромки, яке вимірюється по їхній середині, не повинно перевищувати: 0,05/0,12 мм для свердел діаметром до 6 мм; 0,10/0,18 мм - діаметром 6...10 мм; 0,2/0,3 мм - діаметром понад 10 мм.

У чисельнику приведено допустиме осьове биття для свердел точного виконання, у знаменнику - для свердел загального призначення.

Головні різальні кромки повинні бути розташовані симетрично відносно осі свердла, а довжина їх повинна бути однаковою. Радіальне биття в мікрометрах різальних кромки і стрічок не повинно перевищувати значень, приведених у таблиці 3.2. Відхилення кута при вершині 2ϕ не повинно перевищувати $\pm 2^\circ$, задніх кутів $\alpha \pm 1^\circ$, кута поперечної кромки $\psi - \pm 5^\circ$.

Таблиця 3.2 – Радіальне биття зубів свердел, мкм

Діаметр свердла, мм	Призначення свердел з циліндричним хвостовиком				Свердло з конічним хвостовиком	
	Коротка серія		Середня і довга серії		ТВ	ЗП.
	ТВ	ЗП.	ТВ	ЗП.		
3-10	0,04	0,06	0,06	0,08	0,8	0,12
Вище 10	0,06	0,08	0,08	0,12	0,12	0,16
Примітка: ТВ – Точного виконання; ЗП – Загального призначення						

1.2 Спорядження роботи. Устаткування, прилади, інструменти

Заточувальний верстат моделі 3659А (рисунки 3.11 – 3.13) або моделі ЗБ652; спіральні свердла для заточування діаметром 10...80 мм, універсальний кутомір з ноніусом заводу МІЗ; прилад для контролю симетричності заточування свердел; інструментальний мікроскоп моделі ММІ; прилади до інструментального мікроскопа для контролю кінцевих інструментів конструкції ВНИИ; штангенциркуль; ділильна голівка; стійка індикаторна магнітна; індикатор годинникового типу; шаблони спеціальні.

Напівавтомат моделі 3659А призначений для заточування спіральних свердел, трьох- і чотирьох зубих зенкерів діаметром від 10 до 80 мм, із задніми кутами в межах $6...17^\circ$ і кутами при вершині від 70 до 140° . Заточування виконується по гвинтовій поверхні.

Порядок настроювання напівавтомата на заточування свердла

Для заданих діаметра свердла D і заднього кута α_0 на периферії свердла (у градусах) розраховуємо величину підйому кулачка;

$$K = \frac{\pi D}{2} \operatorname{tg} \alpha_0$$

Знайдене значення округляється до найближчого, яке записано на верстаті. За прийнятим значенням K уточнюється величина заднього кута. Для виконання операції заточування необхідно:

І) встановити свердло в патроні І по спеціальний відкидний упорці 2, шарнірно закріпленої на торці патрона (рисунок 3.12).

При настроюванні упорка встановлюється перпендикулярно до торця патрона. За допомогою упорки забезпечується постійний виліт свердла з патрона, при якому вертикальна вісь обертання каретки проходить через вершину свердла.

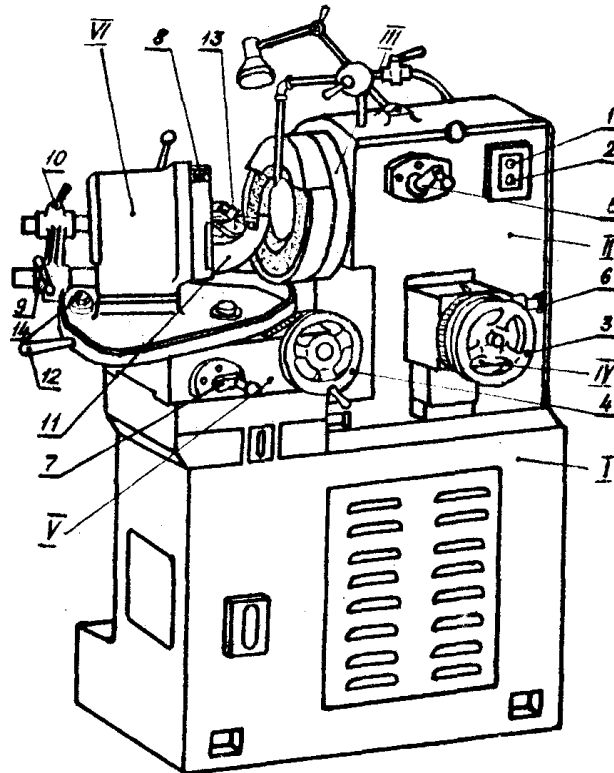


Рисунок 3.11 - Напівавтомат моделі 3659А

Вузли верстата:

1 - станина;

П - шпиндельна бабка;

III – шліфувальний круг зі шпинделем;

IV - механізм подачі;

V - каретка;

VI - патрон.

органи керування:

1 - кнопка "Пуск";

2 - кнопка "Стоп";

3 - маховик включення механізму подачі обертання патрона, планетарного й осевого переміщень шпинделя верстата;

4 - маховик ручної подачі;

5 - рукоятка установки величини заднього кута;

6 - рукоятка регулювання величини подачі;

7 - рукоятка установки числа зубців інструмента;

8 - затискач губок патрона; 9 - рукоятка затиску бабки заднього центра;

10 - рукоятка затиску заднього центра;

- 11 - відкидна упорка;
- 12 - рукоятка повороту верхньої каретки;
- 13 - свердло,
- 14 - гайка затиску верхньої каретки.

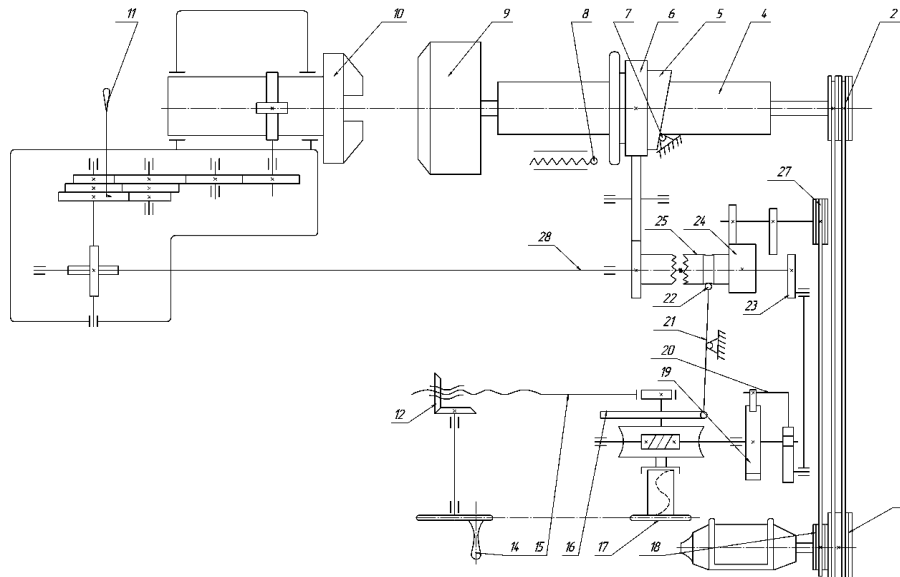


Рисунок 3.13 – Кінематика верстату моделі 3659А

Для кутової орієнтації свердла в корпусі упорки є регульований по висоті шаблон 3 (рисунок 3.12), який встановлюють на висоту, рівну довжині перемички. Закріплене свердло повинно головною кромкою опиратися на горизонтальну грань шаблону та бути їй паралельно, а його виліт обмежується зіткненням перемички з вертикальною гранню шаблону 3. Точність установки перевіряється додатковим погойдуванням упорки, люфт якої повинен бути мінімальним;

- 2) підвести задній центр до свердла і закріпити свердло у патроні;
- 3) повернути упорку в неробоче положення і закріпити;
- 4) розвернути каретку верстата, яка має патрон і свердло, на необхідний кут при вершині свердла 2ϕ ;
- 5) встановити рукоятку 7 (рисунок 3.11) у положення, що відповідає заточуванню двохперого інструмента;
- 6) встановити рукояткою 5 прийняте значення α_0 ;
- 7) повернути маховик 3 по годинниковій стрілці приблизно на 40° і тим самим включити обертання патрона, планетарне і осьове переміщення шліфувального круга. Подальшим поворотом маховика встановити по лімбі товщину шару металу, яку необхідно зняти з інструмента. Натисканням на маховик 3 в осьовому напрямку включити автоматичну подачу;
- 8) включити електродвигун;
- 9) підвести свердло до торкання зі шліфувальним кугом маховиком ручної подачі 4. Торкання свердла з кругом визначається по звуку і наявності іскри;

10) встановити рукояткою б необхідну величину подачі на одне перо, Надалі заточування свердла і його закінчення здійснюються автоматично.

Контроль свердла після заточування складається з перевірки: ➤ стану заточеної поверхні;

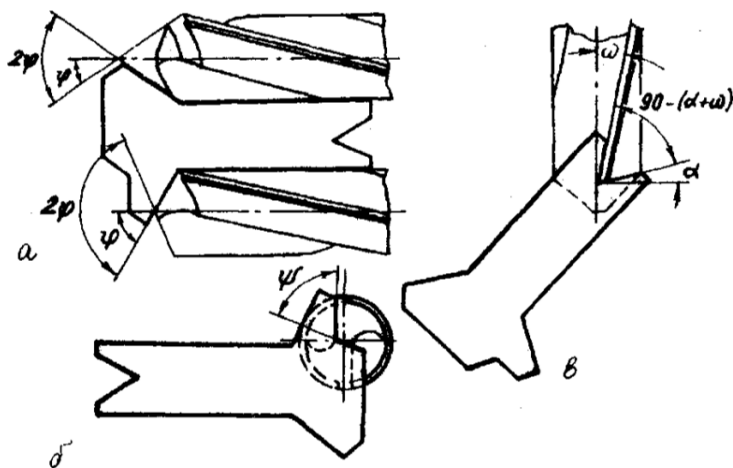
- величини кута при вершині 2φ і кута ψ ;
- величини задніх кутів α ;
- симетричності заточування різальних кромок.

Правильно заточене свердло повинно задовольняти технічним умовам:

- різальні кромки повинні бути гостро заточені, завали, тріщини, забоїни, чорновими, викришування, сліди корозії і припали не допускаються;
- шорсткість R_a (мкм) задніх поверхонь свердел не повинна перевищувати значень 0,63 – для підвищеної – та 1,25 – для нормальної точності;
- головний кут у плані 2φ , задній кут α на периферії, кут нахилу поперечного різального леза ψ повинні бути в межах заданих значень;
- обидві головні різальні кромки повинні бути прямолінійними, розміщені під однаковим кутом до осі свердла і мати однакові довжини;
- радіальне биття, виміряне посередині головних різальних кромок, не повинно перевищувати допустимих значень (табл. 3.2).

Відсутність припалів, завалів, тріщин, викришувань, забоїв і слідів іржі виявляють візуально, як з боку задньої поверхні, так і в канавці біля різальної кромки. Шорсткість задніх поверхонь визначається або порівнянням з еталонами візуально, або вимірюванням на профілометрі-профілографі.

Одним з найбільш простих способів контролю геометричних параметрів свердел є використання комбінованого шаблона (рисунк 3.14).

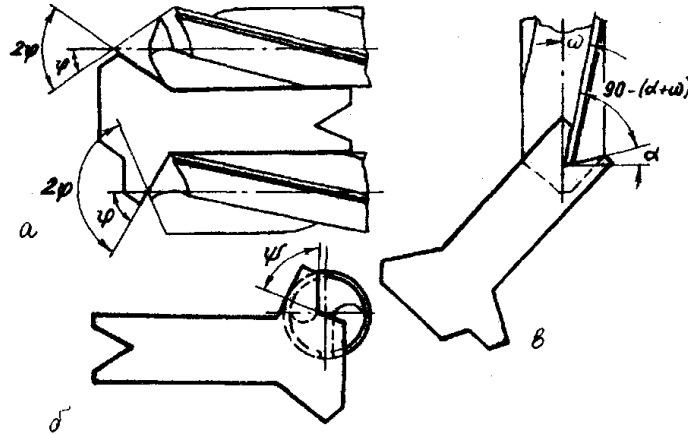


- а - кута при вершині,
б - кута нахилу поперечної різальної кромки;
в - кута загостренн

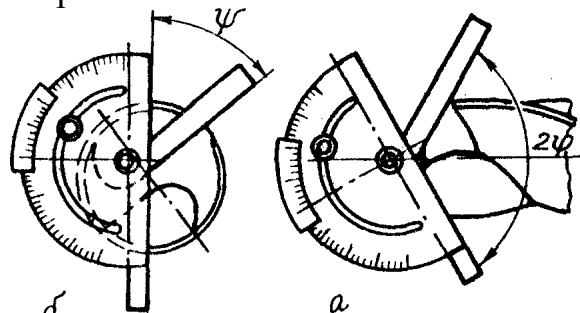
Рисунок 3.14 – Контроль геометричних параметрів спірального свердла за допомогою комбінованого шаблона:

Однак, цей спосіб не придатний для вимірювання різних по величині контрольованих параметрів і може бути рекомендований лише для приймання продукції в серійному, крупносерійному і масовому виробництві.

Контроль кута при вершині свердла 2φ и кута нахилу поперечної різальної кромки ψ можна здійснювати універсальним кутоміром (рисунок 3.15).



Точність даного методу залежить, в основному, від точності кутоміра, який використовується, і від кваліфікації контролера. Наприклад, при вимірюванні кута ψ установка площини вимірювання перпендикулярно до осі свердла здійснюється приблизно.



а - кута в плані; б - кута нахилу поперечної різучої кромки

Рисунок 3.15 – Контроль геометричних параметрів спіральних свердел за допомогою універсального кутоміра;

Однаковість довжини різальних кромок контролюється штангенциркулем.

Задній кут свердла α_0 у різних точках різальної кромки вимірюється на спеціальному приладі (рисунок 3.16) за допомогою ділильної головки і індикаторного пристосування.

Свердло встановлюють в шпинделі ділильної головки. Стрижень індикатора, закріпленого на стояку, встановлюється паралельно осі свердла і підводиться до задньої поверхні свердла на рівні різальної кромки в точці х на заданому діаметрі D_x (рисунки 3.16, 3.17). Наконечник індикатора повинен бути встановлений ближче до різальної кромки. В такому положенні стрілка індикатора повинна бути поставлена на нуль. Потім, обертаючи шпиндель ділильної головки, наконечник індикатора, показує величину

падіння задньої поверхні свердла. Заносимо показання індикатора, які відповідають повороту свердла на кожні 5^0 , до протоколу вимірювань.

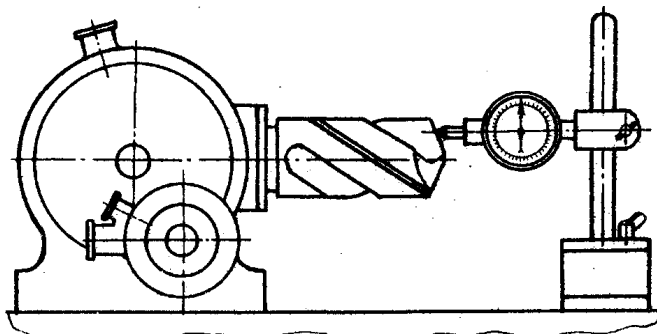


Рисунок 3.16 – Пристрій для контролю задніх кутів свердла в різних точках різальної кромки

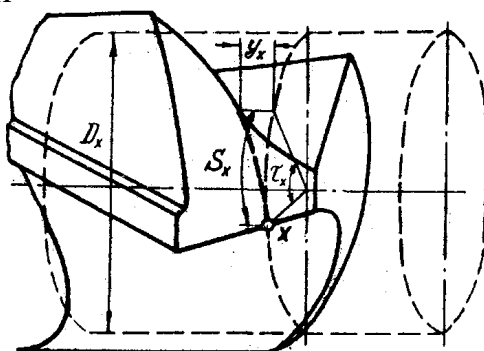
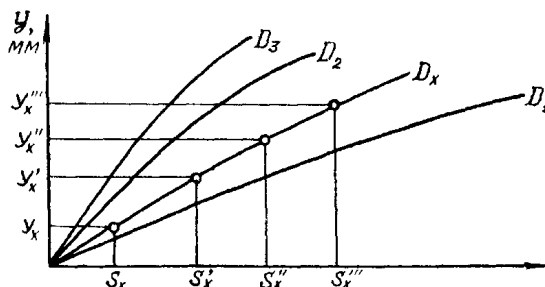


Рисунок 3.17 - Схема контролю заднього кута

Будують криві заточення задньої поверхні свердла, які відповідають положенню точки різальної кромки по діаметрах (рисунок 3.18).

Рисунок 3.18 - Криві заточування задньої поверхні свердла в різних точках різальної кромки

З протоколу визначається величина y_x , а довжина дуги S_x , яка відповідає куту повороту свердла τ (в градусах) для заданого діаметра D_x , розраховується по



Формулі

$$S_x = \pi D_x \tau / 360$$

Тоді, значення заднього кута визначають

$$\alpha_0 = \arctg \frac{y_x}{S_x}$$

Узагальнюючи отримані данні, будують графік, який характеризує зміну заднього кута α_0 по діаметру вздовж різальної кромки (рисунок 3.17).

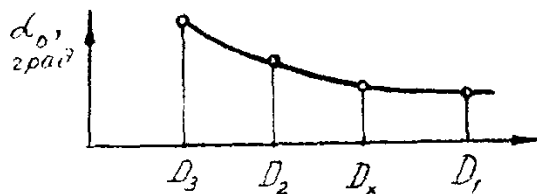


Рисунок 3.19 - Характер зміни заднього кута вздовж головної різальної кромки свердла

Значення заднього кута в нормальному перерізі α_n , приблизно можна визначити по формулі

$$\operatorname{tg} \alpha_{xn} = \operatorname{tg} \alpha_{ox} \sin \varphi$$

На підставі побудованих графіків роблять висновки про зміну задніх кутів вздовж головної різальної кромки свердла.

Найбільш точно величину кутів і значення геометричних параметрів свердла можна виміряти на інструментальному мікроскопі ММИ, оснащеному відповідним вимірювальним пристосуванням (рисунок 3.20).

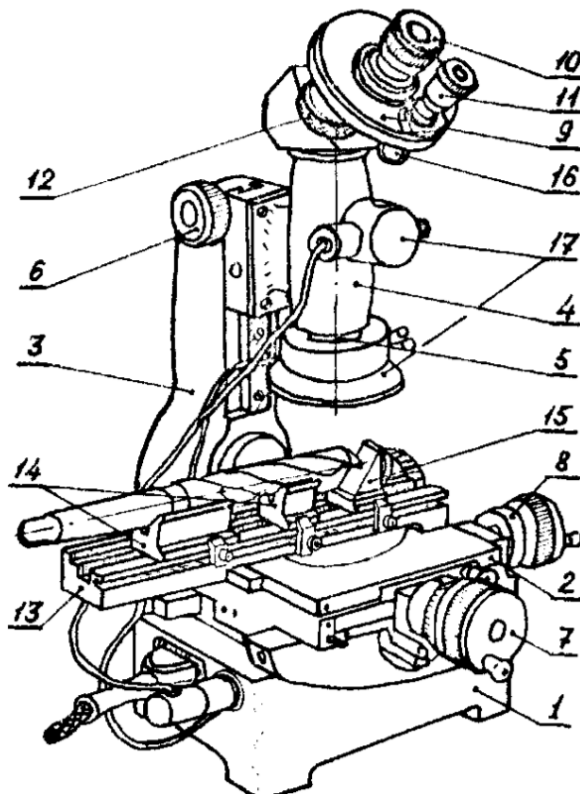


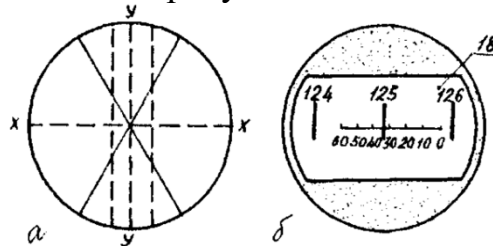
Рисунок 3.20 – Малий інструментальний мікроскоп ММИ із пристосуванням для контролю свердел

З рисунку 3.20 видно, що мікроскоп складається з основи I, на якій розташовані вимірювальний стіл 2 і стояк 3 з тубусом 4, у який встановлений об'єктив 5. Кронштейн стояка, що з'єднує тубус, має паз у вигляді ластівчиного хвоста, який ковзає по напрямним стояка. Він переміщується за допомогою маховика 6. Вимірювальний стіл 2 по осях координат переміщується за допомогою мікрометричних барабанів 7 і 8 з ціною поділки

0,005 мм. Окулярна голівка 9 має два окуляри: 10 – для вимірювання лінійних переміщень і 11 – для відліку кутових переміщень.

Окуляри голівки мають діоптрійне наведення на різкість. В окулярі 10 оптична схема мікроскопа забезпечує спостереження штрихової сітки з хрестом (рисунок 3.21,а), призначеної для фіксації ліній чи точок вимірюваної деталі. В окуляр 11 за допомогою дзеркала 16 проектується градусна шкала (рисунок 3.21,б), яка переміщується за допомогою маховика 12.

Пристосування розміщують на столі 2, воно складається із основи 13, призми 14 і дзеркальної призми 15. При роботі на мікроскопі свердло укладається на призми 14 і освітлюються нижнім освітлювачем 17, тоді як верхній служить для освітлення градусної шкали.



а – в окулярі 10; б – в окулярі 11 (рис. 3.18)

Рисунок 3.21 - Поле зору в окулярах мікроскопу:

1.3.Методика виконання роботи

Перш ніж починати вимірювання свердла на мікроскопі, необхідно: на кутовій шкалі 18 зафіксувати 0° , а горизонтальну ось перехрестя Х - Х (рис. 3.21,а) встановити паралельно осі свердла. Пристосування 13 з призми встановлюють на столику 2 так, щоб вісь Х — Х збігалася з гранню призми або за допомогою еталонного валику (рисунок 3.22,а).

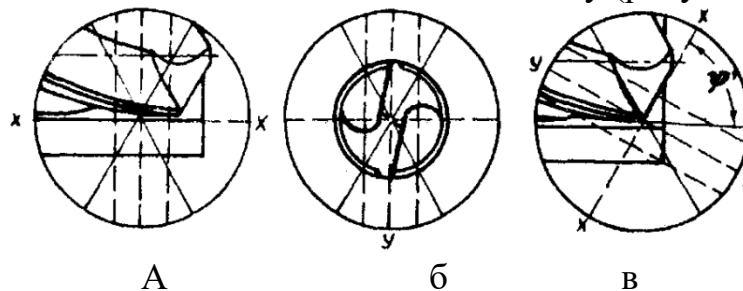


Рисунок 3.22 - Вимірювання кута в плані на мікроскопі ММИ

Для вимірювання кутів у плані ϕ свердло встановлюють у призмі так, щоб периферійні точки головних різальних лез були розташовані в одній горизонтальній площині. Контроль такого положення свердла можливий по відображенню свердла в дзеркальній призмі 15 (рисунок 3.22,б), потім її відсувають. Перед вимірюванням перехрестя встановлюють на кутову ділянку свердла (рисунок 3.22,в), після чого, обертаючи маховик 12, сполучаємо вісь Х-Х із головною різальною кромкою. По шкалі 18

знаходимо величину кута в плані φ' . Аналогічно можна знайти і величину кута в плані φ'' другої різальної кромки. Кут при вершині свердла $2\varphi = \varphi' + \varphi''$.

Для вимірювання кута α_0 свердло встановлюють у призмі так, щоб головна різальна кромка була розташована у вертикальній площині. На шкалі 18 повинен бути зафіксований 0° , а горизонтальна вісь перехрестя X—X повинна бути паралельна осі свердла (рисунок 3.23,а). Перед вимірюванням перехрестя встановлюють на кутову ділянку свердла, після чого, обертаючи маховичок 12, повертають вертикальну вісь перекриття Y—Y у положення, дотичне до задньої поверхні (рисунок 3.23,б). Величину заднього кута визначають по шкалі 18.

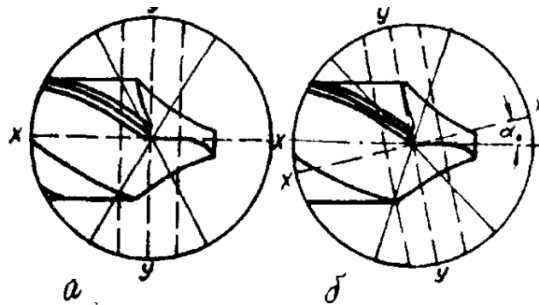


Рисунок 3.23 – Вимірювання заднього кута на мікроскопі ММИ

Вимірювання кута нахилу гвинтової канавки. Після вимірювання заднього кута повертають горизонтальну ось X—X перехрестя у положення, дотичне до стрічки свердла (рисунок 3.24). По шкалі 18 визначають величину кута нахилу гвинтової канавки ω .

Для вимірювання кута нахилу поперечної різальної кромки ψ свердло встановлюють в призмі і додатково закріплюють дзеркальну призму так, щоб відображення від неї попадало в оптичну систему мікроскопа (рисунок 3.25,а).

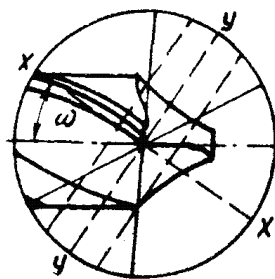
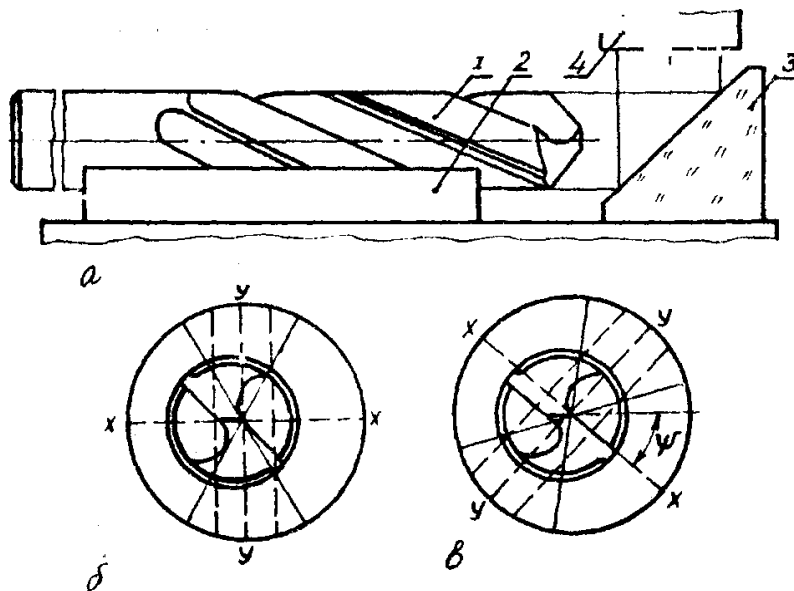


Рисунок 3.24 - Вимірювання кута нахилу гвинтової канавки



- 1 - свердло;
 2 - призма,
 3 - дзеркальна призма; 4 - об'єктив

Рисунок 3.25 –

Маховиком 12 сполучають одну з осей перехрестя спочатку з головною різальною кромкою а потім з поперечною, замітивши значення обох кутів по шкалі 18 (рисунок 3.25,б,в). Величина кута ψ дорівнює різниці відліків по шкалі 14.

1.1.4. Інформація до складання звіту

Зміст звіту

- повна назва і маркірування використовуваного устаткування, приладів і інструмента,
 - ескіз свердла з необхідними розрізами і розмірами;
 - схеми заточування по конічній і гвинтовій поверхні;
 - схеми і результати контролю геометрії свердла;
 - виміряні і розраховані елементи свердла у вигляді таблиць і графіків;
 - висновки по зміні кутів по головній різальній кромці свердла і т.п.
- Звіт підписується студентом і пред'являється викладачу.

Контрольні запитання

- Геометричні параметри спірального свердла.
- Який вид зносу свердел обмежує їх стійкість?
- Методи заточування свердел, їх характеристика.
- Доведіть епюру зміни задніх кутів свердла при заточенні по Уошборну, по Блау.
- По якому методу здійснюється заточування свердел на верстаті 3659А чи ЗБ652?
- Чому задній кут у свердла змінний у різних точках різальної кромки?
- Як змінюється величина переднього кута від периферії до центра?
- Як впливає кут нахилу канавки на величину переднього кута?

9. Які формоутворюючі рухи мають свердло і шліфувальний круг при заточуванні на верстаті 3659А чи ЗБ652?
11. В чому особливості конструкції, геометрії різальної частини і заточення свердла, оснащеного твердим сплавом?
11. Яка швидкість шліфувального круга є оптимальною при заточуванні свердел зі швидкорізальної сталі?
12. Які контрольні прилади для вимірювання параметрів свердел після заточування?
15. Методика вимірювання кутів $\gamma, \alpha, \varphi, \psi, \omega, \varphi_1$.
16. Порядок налагодження верстатів мод. 3659А и ЗБ652 для заточування.
17. Пояснити вибір абразивного круга і режимів заточування.

Змістовий модуль 3 Формоутворенням свердління, зенкеруванням, розгорткуванням

Тема 3. Процеси свердління, зенкерування і розвертування.

.Лекція 14: 1 год.

Тема. Лабораторна робота № 5. Дослідження конструкцій інструментів для обробки отворів

Мета заняття: вивчення конструкції та геометричних параметрів зенкерів і розверток; знайомство з технологією заточення та вимірювання їх параметрів

Теоретичні відомості

Зенкери – це багатозубий різальний інструмент для обробки циліндричних та конічних отворів, ділянок плоских поверхонь, що розташовані поряд з отворами. Зенкеруванням оброблюють отвори точністю ІТ 10 – ІТ 11 при шорсткості поверхонь $R_{\text{z}20}$ - $R_{\text{z}40}$ мкм. На відміну від свердел, зенкери мають 3-6 зубців та не мають поперечного різального леза, тому вищу осьову жорсткість та відповідно продуктивність обробки зенкеруванням та осьова подача більші. Конструктивні елементи зенкера та свердел подібні (рисунок 5.1).

Зенкери класифікують:

- За технологічним призначенням: циліндричні, цековки, зенковки (для обробки опорних поверхонь);
- За конструкцією: кінцеві, насадні, суцільні і збірні;
- За матеріалом різальної частини: із легованих вуглецевих або швидко різальних чи з пластинами твердого сплаву.

Діаметр зенкеру встановлюють з урахуванням діаметру отвору, який оброблюють. Допуск на виготовлення зенкеру орієнтовно визначають $D \sim 0,3H$, де H – допуск на виготовлення отвору. Взаємне розташування цих допусків залежить від розміру p на розбивку отвору та допуску Π на переточування. Діаметр переднього кінця зенкера виконують дещо меншим ніж діаметр отвору

$d_1 = d_3 - (0,3 \div 0,4) \cdot t$, де d_1 - діаметр переднього кінця; d_3 - діаметр отвору.

Діаметр серцевини дещо більший ніж у свердла $d_c = 0,5 \cdot D$.

Кут α звичайно вимірюють в циліндричній поверхні, яка є співвідносною з віссю зенкера подібно як і у свердел. Кут α_1 задають перепадом діаметрів на 100 мм довжини калібрувальної частини.

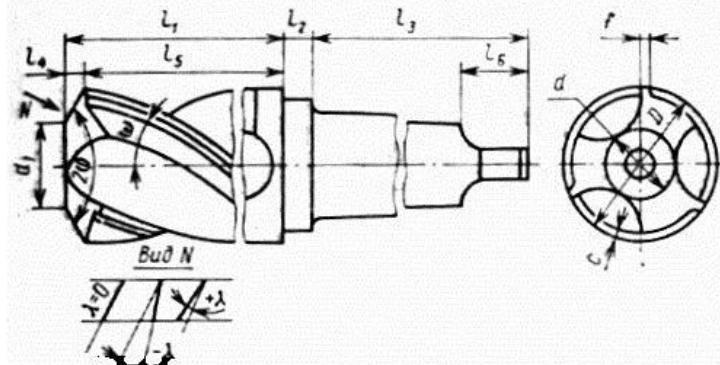


Рисунок 5.1 – Зенкер циліндричний

Кут нахилу головного різального леза визначає напрямок руху стружки. При $\lambda > 0$ стружка рухається в бік до хвостової частини. Якщо $\lambda < 0$ стружка рухається по напрямку подачі.

Розвертання представляє собою процес обробки циліндричних отворів з метою одержання підвищеної чистоти й точності поверхонь. Розвертка - це багатозубий інструмент, який подібно свердлу й зенкеру в процесі обробки обертається навколо власної осі (головний рух) і поступально переміщається уздовж неї. Розвертка дозволяє одержати точність отворів по 7-9-му квалітетах і параметр шорсткості R_a в межах 0,32—1,25 мкм.

За формою оброблюваного отвору розвертки можна розділити на циліндричні, які застосовуються для обробки круглих циліндричних отворів, і конічні, які застосовуються для обробки конічних отворів (рисунок 5.2). По способу застосування розрізняють розвертки машинні й ручні. Ручні розвертки застосовують для розвертання отворів вручну, а машинні використовуються на верстатах (свердлильних, токарних, револьверних та ін.). Розвертки можуть бути хвостові й насадні (рис. 5.2,а), цільні й збірні, постійного діаметра й регульовані (рис. 5.2,б). Розвертки малого, діаметра виготовляють із циліндричним або конічним хвостовиком, який служить для закріплення на верстаті, або у воротку із квадратним отвором при роботі вручну. Насадні розвертки встановлюють на спеціальних оправках в шпиндель.

На рисунку 5.2,а зображена розвертка, вставні зуби якої з рифленнями закріплюються за допомогою клина. Ця конструкція допускає регулювання по діаметру перестановкою зубів на рифленнях, з їхнім наступним

шліфуванням. Щоб уникнути осьового зрушення передбачаються упорні кільця. Для забезпечення можливості відновлення розміру діаметра в

міру зношування застосовують конструкції збірних розверток, із кріпленням зубів у корпусі за допомогою рифлень, гвинтів і т.п.

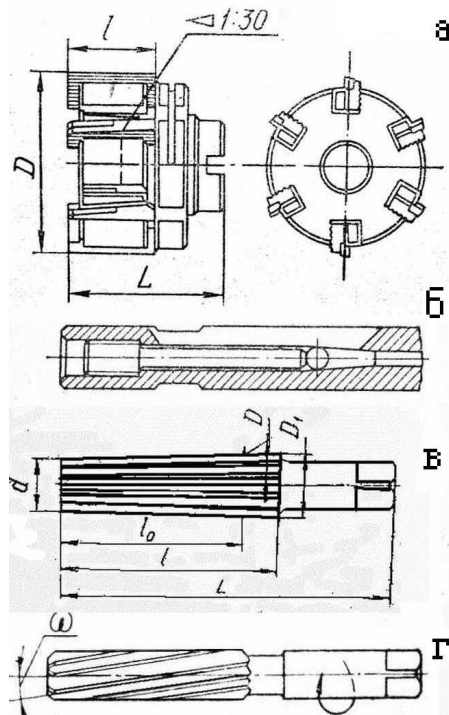


Рисунок 5.2 – Типи розверток

Розвертки цільні є найбільш простими, Знаходять застосування збірні регульовані зі швидкорізальними й твердосплавними вставними зубами, які після зношування й переточувань можуть бути відрегульовані на необхідний розмір, що підвищує термін їх служби. Розбірні розвертки використовуються при ремонті (рисунок 5.2,б). Вони дозволяють у певних межах регулювати діаметр, що дає можливість застосовувати при обробці отворів різних діаметрів. Регулювання діаметра здійснюється за допомогою кульки, що вставляється в конічний отвір і підискаються гвинтом. Такі розвертки виготовляють діаметром від 6 до 50 мм і дозволяють змінювати діаметр у межах 0,15 - 0,50 мм.

Для обробки конічних отворів застосовують конічні розвертки (рисунок 5.2, в). При цьому попередньо оброблений отвір може бути циліндричним або конічним. Отвори з невеликим припуском розвертаються на конус за один прохід. При обробці ж конічних отворів, коли потрібно знімати значний припуск, використають комплект конічних розверток. Чорнові розвертки мають - ступені на зубах, розташовані по гвинтовій лінії. Торцевими кромками кожного зуба розвертка зрізує вузькі стружки, що вільно розміщаються в канавках. Ця розвертка перетворює циліндричний отвір у східчастий. Друга проміжна розвертка знімає припуск менше чорнової. Різальні кромки її обладнані стружко- подільними канавками. Чистове розвертання виконується всією прямолінійною різальною кромкою, розташованою на твірній конуса.

Розвертка має зуби із плоскою передньою поверхнею, яка співпадає з осьюовою площиною, тобто передній кут чистової розвертки дорівнює нулю. Для розвертання отворів у металевих листах застосовують котлові розвертки

(рис. 5.1,г). Вони мають гвинтові зуби, спрямовані проти обертання. Це попереджає заїдання розвертки при роботі.

Циліндричне розвертка складається з робочої частини, шийки й хвостовика. Призначення шийки й хвостовика в розверток таке ж, як у свердел і зенкерів. Робоча частина складається з різальної і калібрувальної та має напрямний конус, який служить для полегшення спрямування розвертки.

Різальна (забірна) частина являє собою конус, на поверхні якого утворені зуби. Калібрувальна частина складається із ділянок циліндричної та зі зворотною конусністю. Передні й задні поверхні зубів розвертки виконують плоскими.

Передній кут γ розверток звичайно приймається рівним нулю, оскільки розвертка працює з малою товщиною шару, що зрізується. Характер протікання процесу різання залежить головним чином не від переднього кута, а від радіуса закруглення різальної кромки. На чорнових розвертках і при обробці в'язких матеріалів передній кут $\gamma = 5 \div 10^\circ$. Задні кути в розверток знаходяться в межах $4 \div 8^\circ$. Для чистових розверток кут α беруть меншим.

Заточування зубів на різальній частині виконують «до гостра», а на калібрувальній - із залишенням циліндричної стрічки шириною 0,05 - 0,3 мм. При обробці в'язких металів, щоб уникнути налипання часток металу, ширину фаски зменшують до $0,05 \div 0,10$ мм. Фаска служить для напрямку розвертки в отворі, сприяє калібруванню отвору й полегшує контроль розвертки по діаметрі.

Великий вплив на роботу розвертки має кут у плані ϕ (між віссю розвертки й різальною кромкою при $\gamma=0$, яка іде по твірній конуса різальної частини).

Зі зміною кута в плані ϕ змінюється співвідношення між шириною й товщиною зрізу, що становлять зусилля різання, інтенсивність і характер зношування інструмента. Зі збільшенням кута забірного конуса росте осьове зусилля, ускладнюється просування розвертки. Тому в ручних розвертках його приймають невеликим, що сприяє плавному входу й виходу розвертки. На основі експериментальних даних для ручних розверток при обробці наскрізних отворів $\phi=1 \dots 2^\circ$. Машинні розвертки при роботі спрямовуються краще, тому довжина різальної частини може бути меншою, а кут у плані більшим. При обробці чавуну $\phi=4 \dots 5 \dots 5^\circ$, для стали $\phi = 12-15^\circ$. Для глухих отворів, як у ручних, так й у машинних розверток $\phi=45-60^\circ$. Для забезпечення входу в отвір менший діаметр різальної частини виконується менше діаметра обробленого отвору на 1,3 - 1,4 припуску на розвертання. Для машинних розверток величина розвертання коливається від 0,04 до 0,10 мм при довжині калібрувальної частини рівної 0,25 - 0,30 діаметра розвертки.

Діаметр циліндричної калібрувальної частини вибирають залежно від розбиття отвору. При прагненні забезпечити запас на зношування розвертку виконують максимального діаметру. Схема розташування полів допусків на діаметр розвертки наведена на рисунку 5.3. Розглянутий випадок, коли відбувається збільшення діаметра отвору в порівнянні з фактичними

розмірами розвертки. Для одержання отвору у межах поля допуску, максимальний діаметр розвертки приймають рівним максимальному діаметру отвору мінус величина максимального розбивання. Допуск на діаметр розвертки необхідно вибирати так, щоб його забезпечення на доводочних верстатах не представляло ускладнень.

Величина розбивання отвору залежить від розмірів оброблюваної заготовки, режимів різання, точності виготовлення розвертки й точності її установки на верстаті й т.п. У деяких випадках, особливо при обробці зношеними розвертками тонкостінних деталей, виготовлених з матеріалів з підвищеною пластичністю й в'язкістю, може спостерігатися негативне розбивання отвору. При конструюванні розверток орієнтовно максимальну величину розбивки отвору приймають рівною $1/3$ допуску на отвір. Уточнені значення величини розбивання отвори визначаються дослідним шляхом.

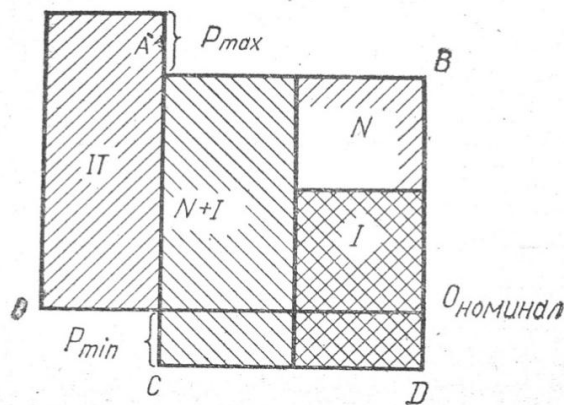


Рисунок 5.3 – Схема розташування полів допусків розвертки II – допуск на отвір, N – допуск на виготовлення, I – запас на зношування, P_{max} і P_{min} – розміри, що враховують розбивку отвору

Діаметр наприкінці калібрувальної частини приймають меншим діаметра розвертки. У результаті виходить зворотний конус. Прийнято вважати, що зворотний конус служить для зменшення тертя об оброблений отвір, полегшення виводу розвертки й запобігання отвору від розбивання. Для ручних розверток зменшення діаметра до хвостовика становить 0,010 - 0,015 мм. Через настільки малу величину розвертання циліндрична ділянка в ручних розверток часто не робиться й зворотний конус починається відразу ж після різальної частини.

На базі проведених досліджень і виробничого досвіду в останні роки були розроблені розвертки з різко вкороченою довжиною зворотного конуса до величини 3÷5 мм і зменшенням діаметра на задньому торці на 0,5 - 0,7 мм, які забезпечують необхідну точність і високу чистоту поверхні особливо при обробці коротких отворів.

Число зубів розвертки вибирають залежно від оброблюваного матеріалу, діаметра й конструкції розверток. Зі збільшенням числа зубів чистота обробки отворів підвищується, однак зменшується поперечний переріз стружкових канавок і вони можуть виявитися недостатніми для вільного розміщення й відводу стружки. При великій кількості зубів і

невеликій глибині канавок шліфування розверток на менші розміри ускладнюється. Незважаючи на зняття невеликих шарів металу, розвертки мають відносно невелике число зубів (від 6 до 14) для суцільного машинного і ручного інструменту діаметром 3 - 50 мм. Розвертки збірної конструкції роблять з меншим числом зубів для розміщення елементів кріплення. Розвертки звичайно мають парне число зубів. Це полегшує вимір їхнього діаметра.

Нерівномірний розподіл зубів по окружності сприяє гасінню вібрацій, що виникають при роботі, особливо на підвищених режимах різання в умовах недостатньої жорсткості системи ВПД, і підвищенню чистоти обробленої поверхні. При такому розподілі кроку кожна пара протилежних зубів лежить на одному діаметрі, що спрощує виготовлення і контроль розвертки.

Обробку остружкових канавок розверток виконують однокутовими (рисунок 5.4, а), або двукутовими (рисунок 5.4, б) фрезами з кутом профілю $\Theta = 65 - 110^\circ$. Для середніх і великих розмірів застосовується профіль, з обрисом спинки зуба по радіусу, що полегшує розміщення стружки в канавках (рисунок 5.4, в).

Одержання при фрезеруванні нерівномірного кроку при однаковій ширині зуба забезпечується зміною глибини канавки відповідною установкою фрези.

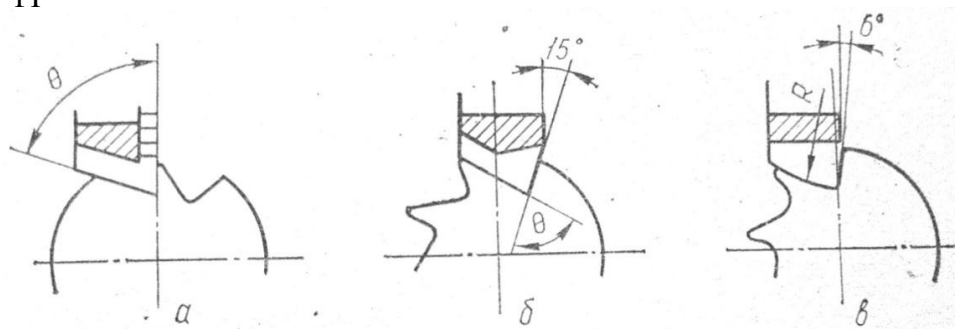


Рисунок 5.4 – Профіль канавок розверток

Звичайно канавки розверток виконують прямими, що спрощує їх виготовлення та контроль. Для обробки переривчатих отворів по довжині або колу розвертки із гвинтовими зубами використовувати доцільніше. Гвинтовими канавками забезпечуються також розвертки для обробки легких сплавів. Кут нахилу гвинтових зубів у розверток може доходити до $30-45^\circ$. Напрямок гвинтових канавок робиться зворотним напрямку обертання розвертки з метою усунення затягування й заїдання в отворі. Використання розверток із більшим кутом нахилу гвинтової канавки забезпечує одержання гарної чистоти обробленої поверхні, але при цьому виникають значні зусилля подачі.

Вимірювання кутів розверток (рисунок 5.5) здійснюють за допомогою кутоміра Бабчиніцера, штангенрейсмуса (рисунок 5.6) та іншими способами.

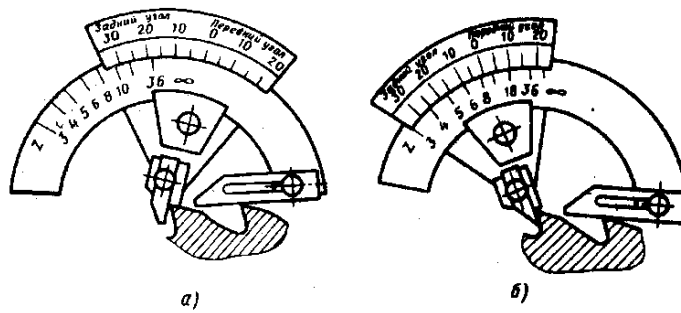


Рисунок 5.5 – Визначення кутових параметрів за допомогою кутоміру для багатолезового інструменту: *а* – заднього; *б* – переднього.

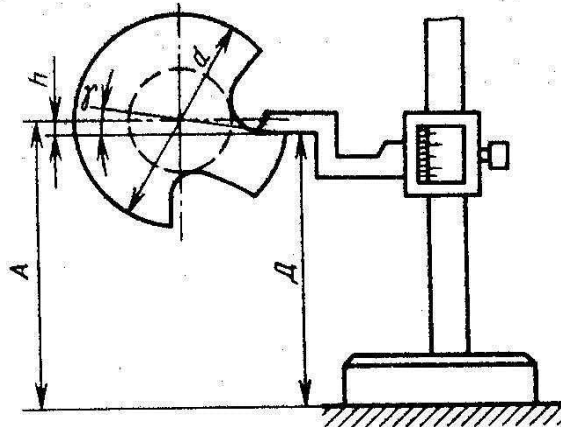


Рисунок 5.6 – Визначення кутових параметрів за допомогою штангенрейсмусу

При формоутворенні задньої поверхні зубів на різальній частині розвертки стіл верстату повертають на величину головного кута в плані φ . на калібрувальній частині – стіл ставлять в нульове положення. Для отримання потрібного заднього кута α різальну кромку зуба розташовують нижче осі розвертки на величину h (рисунок 5.7)

$$h = \frac{D}{2} \sin \alpha,$$

де D - діаметр розвертки.

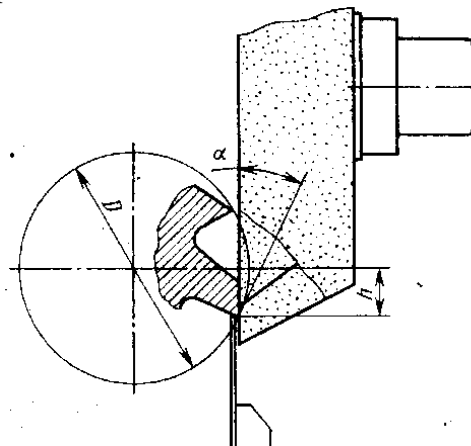


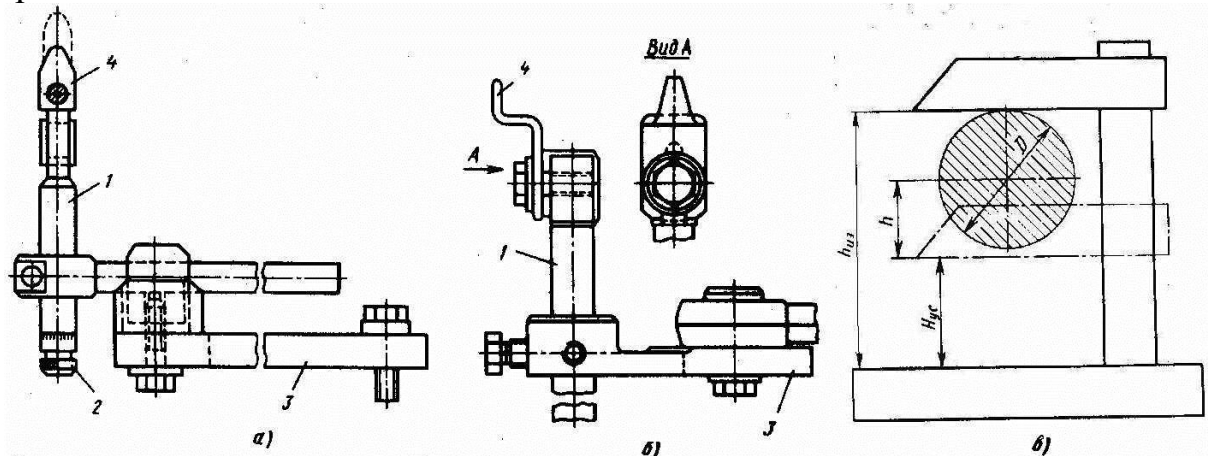
Рисунок 5.7 – Встановлення розвертки для утворення заднього кута

Розвертку встановлюють в потрібне положення за допомогою упорки, до якої прижимають передню поверхню оброблюваного зуба. Конструкції упорок показані на рисунку 5.8.

Встановлення упорки проводять за допомогою штангенрейсмуса, висоту ніжки H_{yc} якого визначають по формулі (рис. 5.8,в)

$$H_{yc} = h_{из} - \left(\frac{D_0}{2} + h \right),$$

де $h_{из}$ – відстань від поверхні стола верстата до верхньої точки оправки або циліндричного хвостовика; D_0 – діаметр контрольної оправки або циліндричного хвостовика.



1 - стрижень; 2 - гвинт мікрометричної подачі; 3 - державка; 4 - опорна пластина

а - мікрометрична; б - жорстка; в – спосіб встановлення упорки для утворення заднього кута розвертки;

Рисунок 5.8 – Упорки

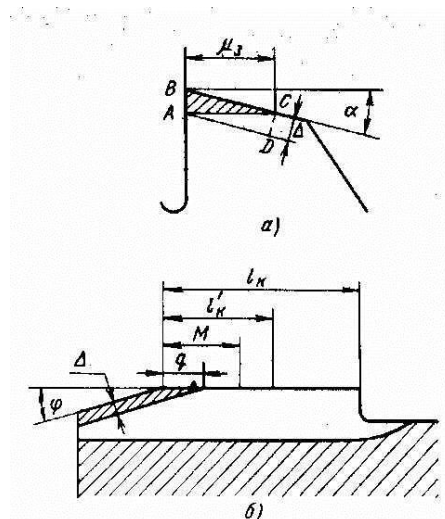


Рисунок 5.9 – Схема до визначення розмірів шару, що зрізають при переточуванні

Визначають товщину шару Δ , який зрізають за одну переточку в

залежності від зносу μ_3 задньої поверхні и заданого значення заднього кута (рисунок 5.9).

$$\Delta = \mu_3 \sin \alpha + (0,05 \dots 0,1) \text{ мм.}$$

Величина товщини одного переточування

$$q = \frac{\Delta}{\sin \varphi}.$$

Розрахункове число переточувань

$$n = \frac{M}{q} = \frac{l_k}{3q}.$$

Через зношування калібрувальної частини розвертки на практиці одержують три-п'ять переточок по задній поверхні.

Контроль різальних елементів інструменту Радіальне биття зубів на різальній частині повинне бути не більше 0,03 мм, на калібрувальній - не більше 0,01 - 0,02 мм.

Відхилення величин передніх, задніх кутів і кута різальної частини від заданих значень не повинні перевищувати $\pm 2^\circ$. Головний кут в плані різальної частини контролюють універсальним кутомірром, параметри шорсткості - порівнянням заточених поверхонь з еталоном.

Для вимірювання заднього кута зенкер закріплюють в пристрої для контролю (рисунок 5.10), потім перпендикулярно до його задньої поверхні встановлюють з натягом вимірювальний наконечник індикатора. Точку контакту вимірювального наконечника встановлюють як можна ближче до різальної кромки зенкера. В цьому положенні зенкер повертають навколо осі на кут $\tau = 10-15^\circ$, відмічаючи показання індикатора.

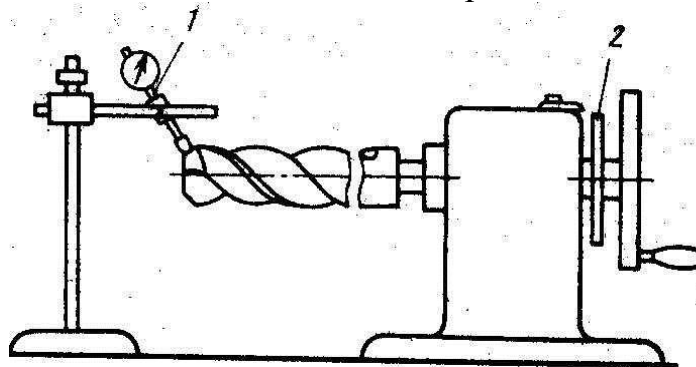


Рисунок 5.10 – Схема вимірювання заднього кута зенкера: 1 – індикатор; 2 – диск відліку кутів повороту

Задній кут зенкера в осьовому перерізі

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{a}{\rho \tau \sin \varphi 0,01745},$$

де a - показ індикатора, мм; ρ - радіус, в якому вимірюється задній кут, мм; τ - кут повороту зенкера; φ - головний кут в плані.

З метою вивчення характеру зміни задніх кутів їх значення визначають в трьох-чотирьох точках різальної кромки. По отриманні даних будують графік, по осі координат якого відкладають величини радіусів точок, в яких вимірювався задній кут, а по осі абсцис – вимірювання задніх кутів.

Головний кут в плані вимірюють універсальним кутоміром. Биття різальних кромок, виміряного перпендикулярно до них, не повинно перевищувати: для зенкерів діаметром до 18 мм - 0,05 мм; св. 18 до 30 мм - 0,06 мм; св. 30 мм - 0,07 мм.

Радіальне биття контролюють індикатором при встановленні розвертки в центрах. Значення передніх і задніх кутів перевіряють приладами контролю геометричних параметрів різальної частини багатолезового інструменту.

Аналізують отримані результати та роблять висновки про відповідність розвертки представленим технічним вимогам. При отриманні недопустимих відхилень аналізують їх причини і заточення повторяють.

Необхідне обладнання, інструменти, прибори:

1. Різальні інструменти для обробки отворів:.
2. Штангенциркуль, лінійка. Плакати
3. Інструментальний мікроскоп з пристроєм для вимірювання геометричних параметрів кінцевих інструментів. Порядок проведення роботи

Послідовність розглянутих питань представлена в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Порядок питань, які запропоновані для виконання лабораторної роботи

№ пп	Зміст роботи	Сторінки в літер. матеріалі	
		[10]	[8]
1	Занести позначення інструментів відповідно: - ГОСТ 12489-71, ГОСТ 3231-71 для зенкерів; - ГОСТ 883-71, ГОСТ 7722-77, ГОСТ3509-71, ГОСТ 1672-71 для розверток.	350- 368	238- 246
2	Провести розрахунки розмірів конуса Морзе [1, 2]	-	-
3	Виконати робочі креслення інструменту (зенкера або розвертки).	-	238- 242
4	Вивчити порядок заточення інструмента та навести способи контролю геометричних параметрів [4,5]		

Контрольні запитання

1. З яких частин складаються інструменти для обробки отворів?
2. Класифікація розверток.
3. Особливості конструкції розверток з механічним кріпленням різальних елементів?
4. Які конструктивні особливості свердел для верстатів з ЧПК?
5. Який матеріал різальної частини розверток (зенкерів)?
6. Які параметри точності оброблених поверхонь отворів для розверток та

зенкерів?

7. Як вимірюють кутові параметри (передній та задній кути) за допомогою штангенрейсмусу?
8. Які особливості різальної частини розверток, зенкерів?
9. Опишіть порядок налагодження верстатів для заточення розверток
10. Способи контролю лінійних та кутових параметрів інструмента.

Змістовий модуль 4. Формоутворення фрезеруванням. Фрези і основи їх конструювання

Тема 4. Формоутворення фрезеруванням. Фрези й основи їх конструювання.

Лекція 15: 1 год.

Тема Принцип формоутворення фрезеруванням. Циліндричне фрезерування. Конструкція і геометрія циліндричних фрез. Кути фрези у нормальному перерізі.

Мета заняття: Формування основних понять та визначень про циліндричне фрезерування, геометрію циліндричних фрез

План заняття:

1. Класифікація фрез
2. Циліндричні фрези
3. Геометрія циліндричних фрез.

Розкриття питання

Фреза – багатолезовий різальний інструмент, виконаний у вигляді тіла обертання, на утворюючої який і (або) на торці розташовані зуби. Призначені для обробки площин, пазів, прорізів, уступів, фасонних і гвинтових поверхонь, нарізування різьблень і т.д.

Точність обробки – 7...9 квалітети.

Шорсткість обробленої поверхні - $R_a = 1,25$ мкм.

Головний рух при фрезеруванні – обертання фрези.

1. Класифікація фрез

По розташуванню зубів

- а) циліндричні; б) торцеві;
- в) кутові; г) фасонні;
- д) дискові двох- і тристоронні;
- е) кінцеві;
- ж,з) шпонкові

1.2. По напрямкові зубів

- Із прямими зубами (Рис.1,д)
- З косими зубами (Рис.1,б)
- Із гвинтовими зубами (Рис.2)

1.3. По конструкції

- Цільні, виготовлені з одного шматка швидкорізальної сталі (Рис.2).
- Складові, що полягають із окремих цільних частин, у тому числі фрези комплектні
- Збірні, оснащені ріжучою частиною у вигляді ножів зі швидкорізальної сталі, багатограничними й круглими пластинками із твердих сплавів або з надтвердих або керамічних матеріалів.

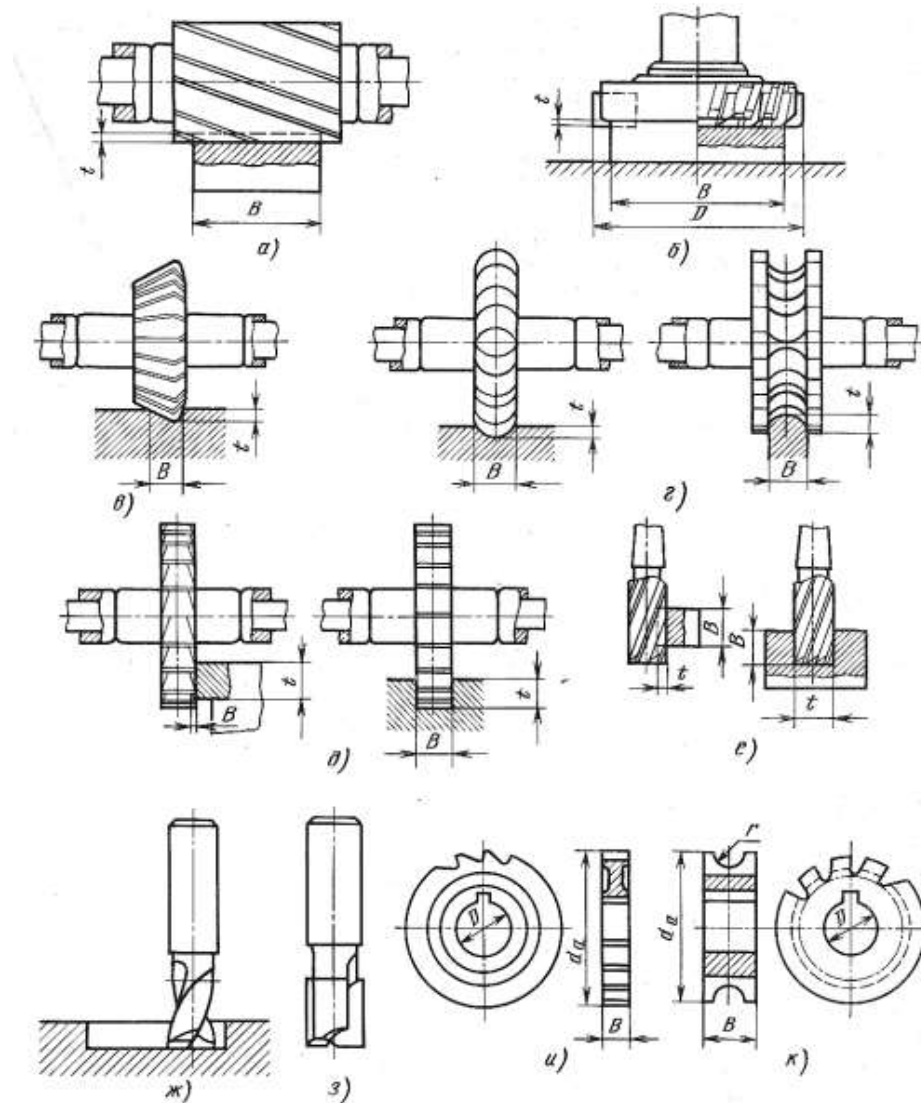


Рис.1. Типи фрез

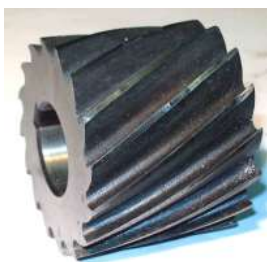


Рис.2. Фреза цільна циліндрична з гвинтовим зубом

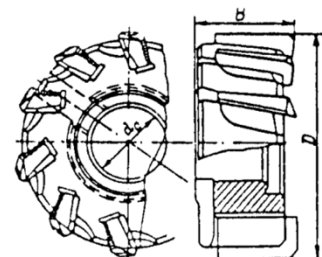


Рис.3. Збірна фреза

1.4. По способу кріплення на верстаті

- Хвостові із циліндричним або конічним хвостовиком;
- Насадні, з посадковим отвором.

1.5. По конструкції зубів

- Незатиловані – із прямолінійної утворюючої задньої поверхні (Рис.1,і).
- Затиловані – із криволінійної утворюючої задньої поверхні (Рис.1,к).

2. Незатиловані фрези

Незатиловані фрези переточуються переважно по задній поверхні.

Незатиловані зуби широко застосовуються для фрез загального призначення.

Гідності незатіланих фрез:

- Висока стійкість (в 1,5... 3 рази вище, чим у затіланих).
- Простота виготовлення.
- Підвищена чистота обробленої поверхні.

2.1. Конструктивні параметри

Діаметр фрези d_a

Зовнішні діаметри стандартизовані. Розмірні ряди діаметрів фрез складені по геометричній прогресії зі знаменником $\phi = 1,26$; 1,58, рівним знаменнику ряду частоти обертання шпинделя фрезерних верстатів. Це забезпечує незмінність швидкості різання при застосуванні фрез будь-якого діаметра.

Зменшення зовнішнього діаметра сприяє зниженню машинного часу обробки. Однак при цьому може знижуватися твердість оправлення й міцність фрези в перетині між окружністю западин і посадковим отвором.

Від діаметра фрези залежать:

- відвід тепла,
- товщина стружки,
- число зубів,
- діаметр посадкового отвору.

Діаметр посадкового отвору D_0 залежить від зовнішнього діаметра й округляється до стандартного значення (16; 22; 27; 32; 40; 50 і 60 мм).

$$D_0 = d_a / 2,25$$

Для фрез із дрібними зубами для чистової обробки діаметри оправлень можуть бути менше, чим для фрез із великими зубами.

Для фрез, оснащених твердим сплавом, і для обробки важкооброблюваних матеріалів діаметри оправлень повинні бути більшими.

Діаметр окружності западин d_1

$$d_1 = (1,6 \dots 2,5) \cdot D_0$$

Число зубів вибирають із умови рівномірності фрезерування з урахуванням ефективної потужності встаткування. Збільшення числа зубів веде до поліпшення якості обробки, але ростуть енерговитрати на

фрезерування, знижуються число можливих переточувань фрези, міцність зуба, розміри стружечної канавки, ростуть експлуатаційні витрати.

2.2. Геометрія

Передній кут γ залежить від фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу й ріжучої й прочностної характеристики інструментального матеріалу.

Задній кут α залежить від максимальної товщини шару, що зрізується, атах

$$\sin \alpha = 0,13 / a_{\max}^{0,3}$$

Зі збільшенням заднього кута зростає зношування ріжучої крайки в радіальному напрямку, а від величини радіального зношування залежить точність обробки. Для фрез із твердого сплаву для одержання малої шорсткості оброблюваної поверхні задній кут рекомендується 5...80°.

Кут нахилу зубів ω

- Поліпшує рівномірність фрезерування ($\omega = 10...150$).
 - Впливає на напрямок сходу стружки.
 - Дозволяє одержати позитивні передні кути на торцевих зубах дискових двох- і тристоронніх фрез.
 - Підвищує стійкість фрези внаслідок збільшення кінематичних передніх кутів. При цьому можна зменшити інструментальний передній кут у нормальному перетині й підвищити міцність зуба, що дозволяє збільшити в 1,5... 2 рази подачу на зуб.
- Напрямок кута нахилу зуба ω вибирають так, щоб осьова складова сили різання була спрямована убік шпинделя.

2.3. Форма зубів

Форма зубів повинна забезпечувати

- міцність зуба,
- достатній простір для розміщення стружки,
- допускати максимально можливе число переточувань.

Існує три основні форми незатілованих зубів: трапецеїдальна форма, параболічна форма й з подвійною спинкою зуба (Рис.)

- Трапецеїдальна форма проста у виготовленні, але зуб ослаблений.

Застосовується для фрез із дрібним зубом. Кут тіла зуба $\eta = 47...520$ (для кінцевих і прорізних – 30...400) . Кут стружечної канавки $\nu = (+ ($. Фаска $f = 0,5...2$ мм. Радіус закруглення дна западини $r = 0,5...2$ мм. Висота зуба $h = 0,5...0,65$ окружного кроку зубів.

- Параболічна форма забезпечує підвищену міцність зуба на вигин. Для виготовлення потрібні спеціальні фрези. Застосовується для фрез із малим числом зубів.

- Форма зуба з подвійною спинкою по міцності близька до параболічної, але простіше у виготовленні. Спинка утворюється подвійним фрезеруванням кутовою фрезою.

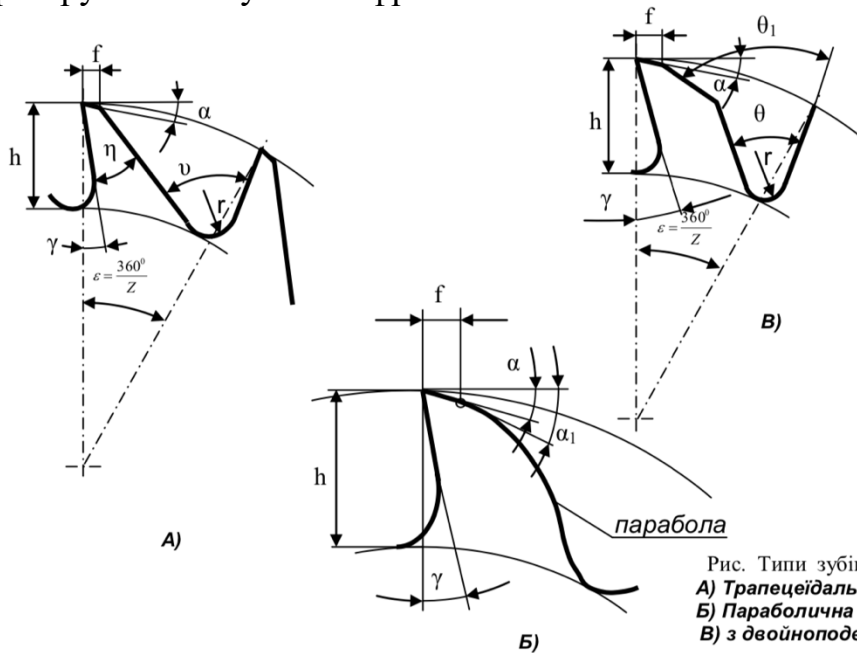
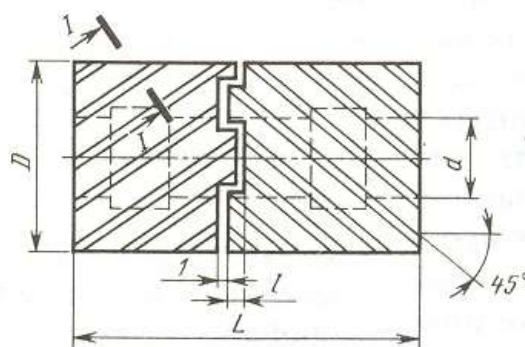


Рис. Типи зубів незатілваних фрез
 А) Трапецеїдальна форма
 Б) Параболічна форма
 В) з двойноподвійною спинкою зуба

3.1. Циліндричні фрези

Застосовуються на горизонтально-фрезерних верстатах для обробки площин. Фрези із прямими зубами використовуються тільки для обробки вузьких площин. Гвинтовий зуб підвищує плавність роботи, однак у цьому випадку виникають осьові зусилля. Застосування здвоєних циліндричних фрез із різноспрямованими гвинтовими зубами дозволяє зрівноважити осьові зусилля, що діють на фрези, у процесі різання. У місці стику фрез передбачається перекриття ріжучих крайок однієї фрези ріжучими крайками іншої для усунення недооброблених ділянок.



Циліндричні фрези із гвинтовими пластинками із твердого сплаву дають гарні результати при обробці жароміцних і корозійностійких сталей і сплавів (у порівнянні з швидкорізальними забезпечують підвищенням стійкості), але складні у виготовленні. Стики між напаяними пластинами оформляються у стружкодільників розташовуватися в шаховому порядку.

Література:

Глава VI П.Р.Родін «Металорізальні інструменти» §§2 [Б1] Стор144

Змістовий модуль 4. Формоутворення фрезеруванням. Фрези і основи їх конструювання

Тема 4.Формоутворення фрезеруванням. Фрези й основи їх конструювання.

.Лекція 16: 1 год.

Тема Лабораторна робота № 6. Розрахунок і конструювання фрез. Вибір конструкції і геометрії фрез. Визначення діаметра і числа зубів фрези.

Мета заняття: Закріплення відомостей про будову та геометричні параметри фрез, елементах режимів різання та зрізуваного шару при фрезеруванні; ознайомлення з методами вимірювання геометричних параметрів фрез; набуття навичок ескізування фрези1. Тема: Геометричні параметри фрези.

Обладнання: Стенд „Фрези”, торцеві і кінцеві фрези, кутоміри оптичні, штангенциркуль, лінійка.

Здобувач освіти має знати:

- призначення різних типів фрез;
- будову і конструкцію фрез;
- геометричні параметри фрези;
- елементи режимів різання і зрізуваного шару при фрезеруванні; - методику вимірювання параметрів фрези.

Здобувач освіти має вміти:

- виконати ескіз фрези;
- вимірювати геометричні параметри фрези і контролювати кути фрези в процесі заточування.

План роботи:

1. Ознайомлення з правилами і прийомами роботи.
2. Самостійне виконання роботи:
 - виконання ескізу фрези;
 - позначення геометричних параметрів фрези на ескізі;
 - описання фрези (тип, призначення, будова, спосіб закріплення на верстаті, елементи режиму різання і зрізуваного шару, матеріали фрези); - визначення геометричних параметрів фрези.
3. Оформлення звіту про виконану роботу та захист її у викладача.
4. Приведення в порядок робочого місця.

Короткі теоретичні відомості

Призначення процесу фрезерування

Процес фрезерування застосовується для обробки горизонтальних і вертикальних площин, фасонних поверхонь, прорізування пазів і канавок, нарізування різьб, обробки зубчастих коліс, тощо. Фрезерування є одним з найбільш високо-продуктивних методів обробки поверхонь різанням, особливо при обробці площин.

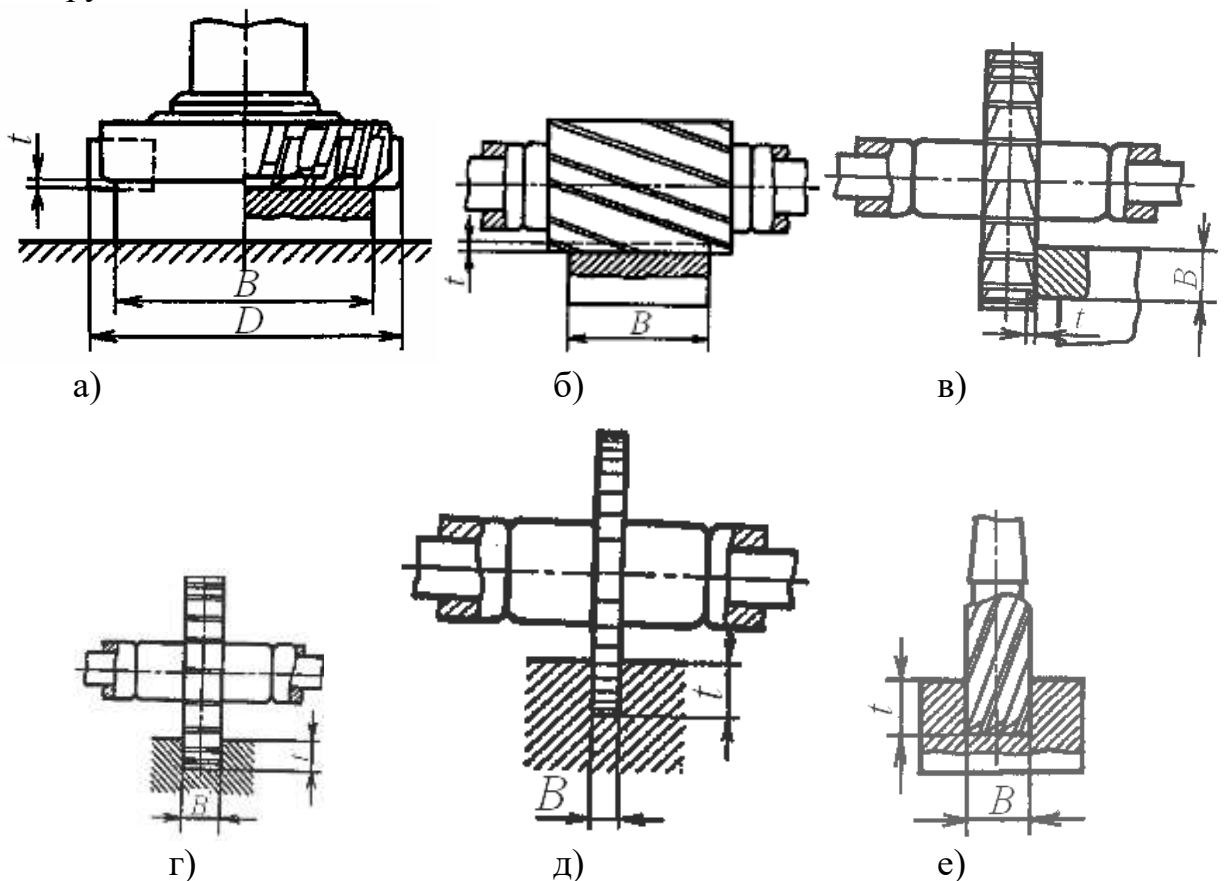
Головним рухом при фрезеруванні є обертання фрези, а рухом подачі частіше всього є поступальний рух заготовки, закріпленої на столі верстата (поздовжня, поперечна і вертикальна подачі). Рухом подачі також може бути обертання заготовки навколо своєї осі (фрезерування різьби або обробка тіл обертання), та обертання навколо осі стола чи барабана верстата (карусельно-фрезерувальні і барабанно-фрезерувальні верстати).

Фрезерування ділиться на циліндричне і торцеве. При циліндричному фрезеруванні вісь фрези розміщена паралельно до оброблюваної поверхні (рис.1, б, г, д, ж, з, и). При торцевому фрезеруванні вісь фрези розміщена перпендикулярно до оброблюваної поверхні заготовки (рис.1, а, в, е, є).

Геометрія зуба фрези

Фреза є багатолезовим інструментом, кожний зуб якого подібний до токарного різця і має такі ж конструкційні та геомет-ричні параметри як різець: передня і задня поверхні, головна і допоміжна різальні кромки, передній γ і задній α кути, кут загострення β , тощо (рис. 2, 3).

Головні кути зуба фрези частіше всього визначаються в площині, яка проходить перпендикулярно до різальної кромки. Величина кутів залежить від матеріалу зуба фрези і типу фрези. Так у фрез із швидкорізальної сталі передній кут $\gamma = 10-20^\circ$. Торцеві і дискові фрези, оснащені твердим сплавом мають передній кут в межах $\gamma = +5 \div -10^\circ$. Від'ємне значення переднього кута γ виконується на фасці біля різальної кромки шириною 1–1,5 мм при обробці конструкційних сталей.



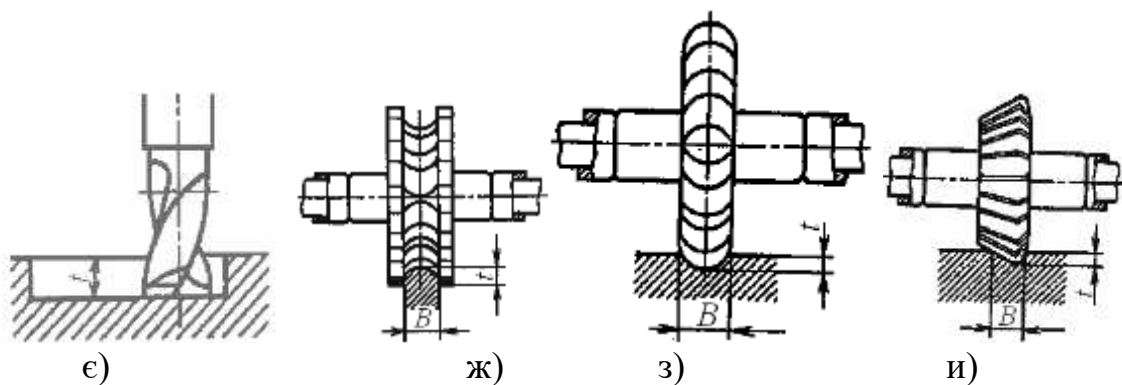


Рис. 1. Види фрезерування.

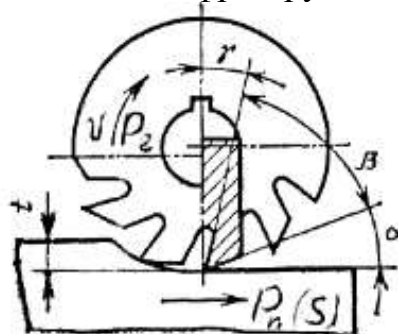


Рис. 2. Головні кути зуба фрези

Головний задній кут α у фрез має більші значення ніж у різців, тому що фрези (особливо дискові, кінцеві та фасонні) працюють з відносно малими товщинами зрізуваного шару. Так для фрез із швидкорізальної сталі кут α призначається в межах $12-30^\circ$ в залежності від типу фрези. Торцеві фрези з твердосплавними пластинами мають $\alpha = 6-15^\circ$. У дискових твердосплавних фрез $\alpha = 20-25^\circ$ при обробці сталей і $\alpha = 10-15^\circ$ при обробці чавуну.

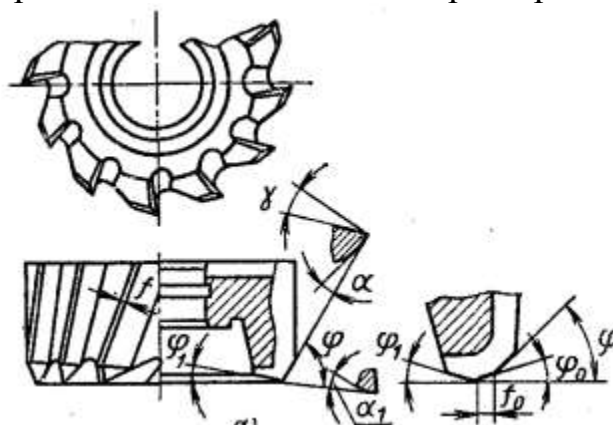


Рис. 3. Геометрія зуба торцевої фрези

Зуб торцевих та кінцевих фрез (рис. 3, 4) характеризується також кутами в плані. Головний кут в плані ϕ впливає на товщину стружки і стійкість фрези та на якість обробки. Зі збільшенням цього кута зменшується товщина стружки і, відповідно, навантаження на одиницю довжини різальної кромки, тому стійкість інструменту зростає. При цьому також

поліпшується якість обробки, але разом з цим зростає значення осової складової сили різання. Більшість торцевих фрез мають $\varphi = 60^\circ$. Коли фреза призначена для одночасної обробки вертикальної і горизонтальної площини, то $\varphi = 90^\circ$.

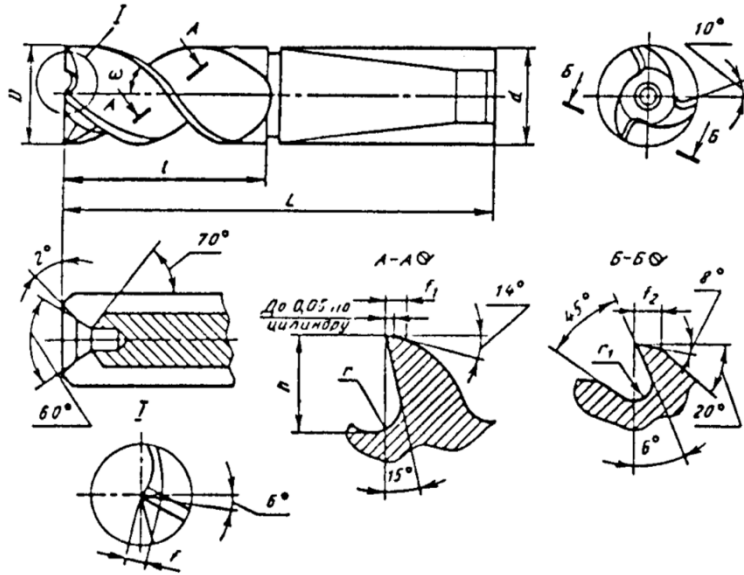


Рис. 4. Геометрія зуба кінцевої фрези

Більшість кінцевих фрез мають кут $\varphi = 90^\circ$. Допоміжний задній кут φ_1 призначений для зменшення побічного різання допоміжною різальною кромкою і зменшення тертя між допоміжною різальною кромкою і обробленою поверхнею заготовки. Для торцевих фрез $\varphi_1 = 2-10^\circ$, для дискових трьохсторонніх $\varphi_1 = 2-5^\circ$. Для зміцнення зуба виконують перехідну різальну кромку шириною $f_0 = 1-2$ мм під кутом $\varphi_0 = \varphi/2$ (рис. 3). Фрези з гвинтовим зубом характеризуються кутом підйому гвинтової лінії зуба.

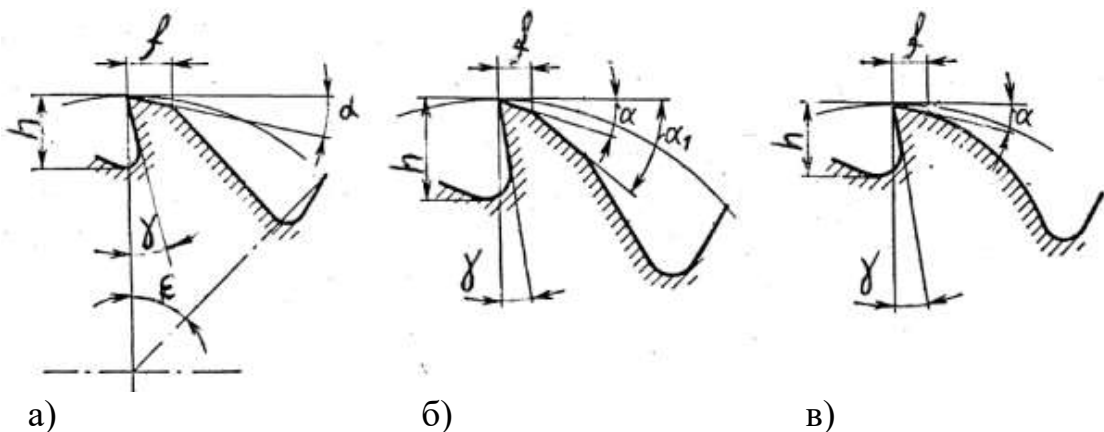


Рис. 4. Форма гостроконечних зубів фрези:
а – призматична, б – з ломаною спинкою, в – параболічна

Зуб фрези характеризується також такими параметрами як висота зубів h і кутовий крок зубів ε (рис. 4. а). Ці параметри визначають об'єм впадини між зубами, необхідний для розміщення стружки.

Зуби фрез діляться на гостроконечні і затиловані. Фрези загального призначення мають гостроконечні зуби (рис. 4). Такі фрези заточуються по задній поверхні, вони прості у виготовленні, забезпечують високу якість обробки, їх стійкість у 1,5–3 рази вища стійкості фрез із затилованим зубом. Є три типи форми гостроконечних зубів. Фрези з дрібним зубом мають призматичну форму (рис. 4, а). Такі зуби прості у виготовленні, але мають невисоку міцність. Значно вищу міцність мають зуби з параболічною формою (рис. 4, в), але обробляти їх дещо складніше. Параболічна форма замінюється формою з ломаною спинкою (рис. 4, б). Таки зуби мають високу міцність і застосовуються при виготовленні крупно-зубих фрез, призначених для чорнової обробки заготовок.

Затиловану форму зуба частіше всього мають фасонні фрези зі складним профілем зуба. Задня поверхня зуба оброблюється по спіралі Архімеда (рис. 5). Переточуються такі фрези по передній поверхні. При цьому профіль зуба фрези під час переточування не змінюється.

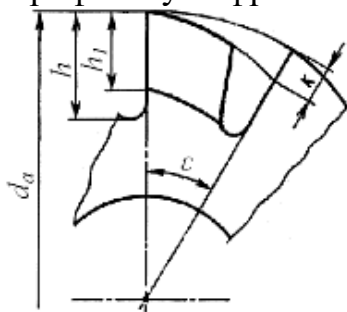


Рис. 5. Затилована форма зуба фрези

Призначення та конструкції основних видів фрез

Фрези застосовуються в машинобудуванні понад півтора століття. За цей час розроблено багато конструкцій фрез. Серед всіх видів лезових інструментів фрези виділяються найбільшою різноманітністю. Вони класифікуються за декількома признаками:

- по матеріалу зубів – швидкорізальні, твердосплавні, мінера-локерамічні, ельборові;
- по способу закріплення зубів – суцільні, збірні, з механічним кріпленням;
- по способу закріплення на верстаті – хвостові і насадні;
- по формі зубів – гостроконечні і затиловані;
- по конструкції і призначенню – циліндричні, торцеві, пальцеві (кінцеві), дискові, кутові, фасонні.

Найбільш поширеними є торцеві та пальцеві фрези, які мають бути вивченими на цій лабораторній роботі.

Торцеві фрези призначені для обробки горизонтальних і вертикальних площин (рис. 1, а), широких канавок, уступів.

Фрези діаметром до 100 мм можуть виготовлятися суцільними з

Ці фрези діаметром 40 і 50 мм закріплюються на оправці через поздовжню шпонку, а діаметром 63, 80 і 100 мм закріплюються через торцеву шпонку (рис. 6, а). Суцільні торцеві фрези виготовляють з дрібним зубом з кутом підйому гвинтової лінії $\omega = 25\text{--}30^\circ$ та великим зубом з кутом $\omega = 35\text{--}40^\circ$. Кути $\gamma = 15^\circ$, $\alpha = 14^\circ$ на циліндричній поверхні і $\gamma = 12^\circ$, $\alpha = 8^\circ$ на торцю фрези.

Торцеві фрези з вставними ножами з швидкорізальної сталі застосовуються для обробки площин і неглибоких уступів. Корпус фрези, виготовлений з конструкційної сталі, має клиноподібні пази з кутом 5° . На задній стінці паза є рифлення. Ножі з швидкорізальної сталі також у формі клина з рифленнями на одній стороні забиваються в пази. Завдяки наявності рифлень ножі можна переставляти, змінюючи діаметр фрези. Після перестановки ножів фрезу необхідно переточувати. Обертний момент на фрезу передається через торцеву шпонку. Фреза має кути $\varphi = 90^\circ$, $\gamma = 15^\circ$, $\alpha = 12^\circ$.

Торцеві фрези діаметром від 100 до 500 мм виготовляються з вставними ножами, оснащеними пластинами твердого сплаву (рис. 7). При обробці чавуну використовуються пластини з ВК6, ВК8, а при обробці сталі – Т5К10, Т14К8. Пластина припаюється до ножа, а ніж забивається в клиноподібний паз корпусу. На задній стінці пазу і на поверхні ножа є рифлення. Ножі мають кути $\varphi = 90^\circ$, $\gamma = 8^\circ$, $\alpha = 8^\circ$.

Для фрез діаметром 100–630 мм може використовуватись інша система кріплення ножів. Ножі з припаяними твердо-сплавними пластинами в формі токарних різців вставляються в пази корпусу. Між ножем і задньою стінкою паза забивається клин з кутом нахилу 3° . Такі фрези виготовляються з кутами $\varphi = 60^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $\alpha = 15^\circ$.

Найбільш ефективними є торцеві фрези з механічним кріпленням багатогранних пластин з твердого сплаву і мінерало-керамики (рис. 8). Після затуплення різальної кромки пластину повертають навколо осі і в роботу вступають інші різальні кромки. Заміна пластин може здійснюватись без знімання фрези з верстата. Застосовуються різні конструкції кріплення багатогранних пластин на таких фрезах. Такі фрези діаметром до 80 мм виготовляються з власним хвостовиком.

Кінцеві фрези призначені для обробки пазів, уступів, нешироких площин. Фреза має робочу частину, шийку і хвостовик (рис. 9). Робоча частина може бути швидкорізальною або твердосплавною. Кінцеві швидкорізальні фрези діаметром 3–20 мм виготовляються з циліндричним хвостовиком, а діаметром 16–50 мм – з конусним хвостовиком під конус Морзе No 2–5. Конусний хвостовик має отвір з різьбою для затягування фрези в конусний отвір шпинделя верстата. Фрези діаметром до 10 мм виготовляються суцільними з швидкорізальної сталі, а фрези більшого діаметра мають робочу частину з швидкорізальної сталі

Р6М3, Р12, Р9К10, Р9М4К8Ф та інших, до якої приварений хвостовик з конструкційної сталі 45, 50, 40Х, 45ХН. На циліндричній поверхні робочої частини розміщені гвинтові зуби під кутом $\omega = 30\text{--}45^\circ$, які переходять на торець фрези. На циліндричній частині $\gamma = 15^\circ$, $\alpha = 14^\circ$, а на торцевій $\gamma = 6^\circ$, $\alpha = 10^\circ$.

Кінцеві фрези можуть виготовлюватись або оснащуватись твердим сплавом. Фрези діаметром 5–10 мм можуть виготовлятись суцільними з твердого сплаву ВК6М, ВК8, ВК10М. Такі фрези використовують для обробки уступів і пазів на заготовках з кольорових, легких і титанових сплавів та гартованих сталей. Фреза має циліндричний хвостовик та кути $\omega = 35^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 15^\circ$. Фрези діаметром 10–22 мм можуть виготовлятись з твердосплавною коронкою, яка напресовується на конусний хвостовик. Зуби на коронці знаходяться під кутом $\omega = 25\text{--}35^\circ$. Фрези діаметром 12–50 мм оснащуються гвинтовими пластинами з твердого сплаву. Пластини припаюються до корпусу фрези.

Для чорнової обробки глибоких і широких пазів, високих уступів, нешироких площин застосовують спеціальні кінцеві фрези (рис. 10). Фреза має гвинтові зуби на циліндричній поверхні. Частина таких фрез виготовляється із зубами, розміщеними на торцевій поверхні. На гвинтових зубах є канавки для подрібнення стружки. Фреза має затилований зуб і заточується по передній поверхні. Робоча частина виготовлена з швидкорізальної сталі і приварена до хвостовика з конструкційної сталі.

Методика виконання роботи

Лабораторну роботу рекомендується виконувати в такій послідовності.

1. Виконати ескіз фрези в двох проекціях з необхідними перерізами, та показати буквами лінійні розміри та позначити кути фрези.
2. Вивчити та описати тип, призначення, будову і конструкцію фрези. Вказати матеріал, з якого виготовлена ця фреза.
3. За допомогою штангенциркуля та лінійки необхідно виміряти розміри фрези.

Для торцевої фрези вимірюється діаметр фрези D , діаметр посадкового отвору d , розміри шпонкової канавки b h , довжина перехідної різальної кромки f_0 , ширина фрези B .

Для кінцевої фрези необхідно виміряти загальну довжину фрези L , довжину робочої частини l , довжину перехідної різальної кромки f_0 , діаметр фрези D .

4. Виміряти кути фрези. Кути зуба фрези в плані ϕ та ϕ_1 можна виміряти безпосередньо на фрезі за допомогою настільного кутоміра КРІН.

Для вимірювання кута підйому гвинтової лінії ω необхідно фрезу покласти на зошит вздовж ліній і натиснути на неї. Зуби фрези залишать відтиск у вигляді паралельних ліній. По нахилу цих ліній за допомогою оптичного кутоміра виміряти кут ω .

Передній та головний задній кути зуба фрези в лабораторії технікуму виміряти досить складно, тому здобувачу освіти необхідно призначити

значення цих кутів.

5. Визначити крок зубів фрези за формулою:

$$t = \frac{\pi \cdot D}{z},$$

де D – діаметр фрези, z – число зубів фрези.

Крок гвинтової канавки фрези визначається за формулою:

$$H = \pi \cdot D \cdot \operatorname{ctg} \omega,$$

де ω – кут підйому гвинтової лінії фрези.

Контрольні питання:

Типи фрез.

1. Елементи режимів різання при фрезеруванні.
2. Геометричні параметри циліндричної фрези.
3. Геометрія торцевої фрези.
4. Призначення та конструкції торцевих фрез.
5. Типи дискових фрез.
6. Будова і призначення кінцевих фрез.

Змістовий модуль 4. Процес фрезерування. Фрези і основи їх конструювання

Тема 4.Формоутворенням фрезерування. Фрези й основи їх конструювання.
Лекція 17: 1 год.

Тема Розрахунок фрези із умов рівномірності фрезерування. Розрахунок діаметра отвору циліндричної фрези під оправку і хвостика кінцевої фрези
Мета заняття: Формування основних понять та визначень про розрахунок фрези із умов рівномірності фрезерування.

План заняття:

1. Рівномірність фрезерування

Розкриття питання

Зуб прямозубої фрези входить у заготовку й виходить із неї відразу по всій ширині. Це приводить до різкої зміни площі поперечного переріза зрізу, а отже, і сил, що діють у процесі різання. Представимо, що в роботі буде перебувати тільки один зуб прямозубої фрези, тобто, що спереду йде зуб уже вийшов з контакту із заготовкою, а наступний за ним зуб тільки починає входити в заготовку. У цьому випадку площа поперечного переріза зрізу буде плавно змінюватися від нуля до максимуму, коли зуб перебуває під стружкою, з наступним різким падінням до нуля, коли зуб вийде із заготовки. Процес відбувається більш спокійно (більш рівномірно), якщо в роботі одночасно перебувають два або три зуби. У цьому випадку не буде різких змін у площі поперечного переріза зрізу. Однак і при досить великій кількості зубів, що одночасно перебувають у роботі, для прямозубої фрези неможливо одержати рівномірне фрезерування, тобто таке фрезерування, при

якім площа поперечного переріза зрізу залишалася б постійної на всій протязі обробки.

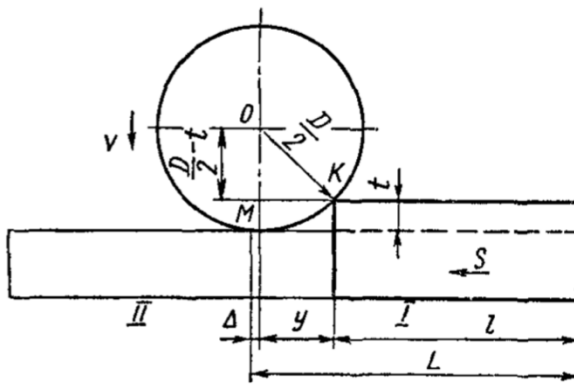


Рис. 1. Елементи шляху, прохідного
заготовкою при циліндричному
фрезеруванні

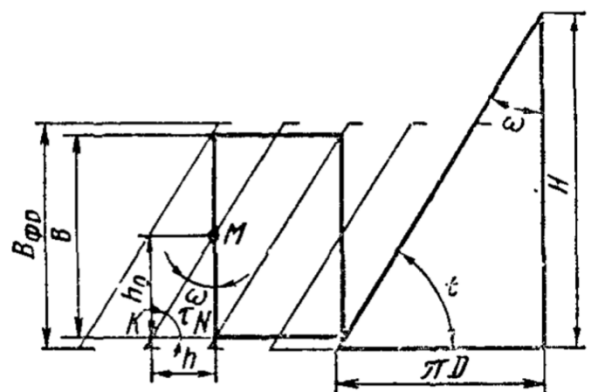


Рис.2 розгорнення поверхні різання при роботі циліндричною фрезою із гвинтовим зубом

Рівномірне фрезерування за певних умов можна одержати лише при роботі із гвинтовим зубом, у якої ріжуча крайка кожного зуба поступово входить у заготовку, а потім поступово виходить із неї(див.рис3)

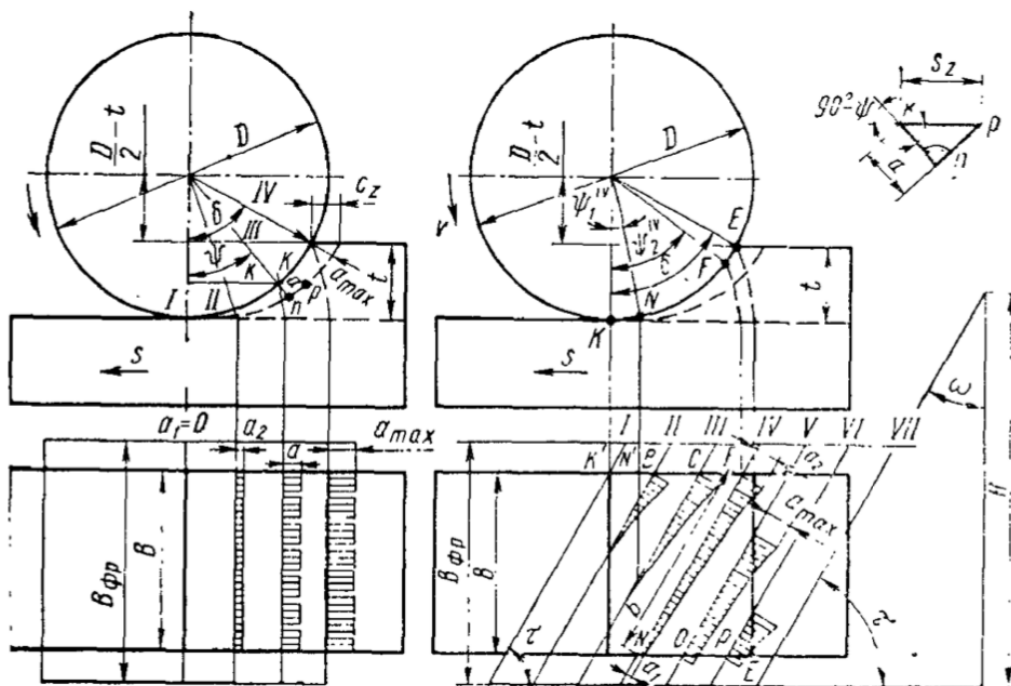


Рис. 3. Елементи різання при роботі циліндричною фрезою:
з-с- із прямим зубом; б - із гвинтовим зубом

що менш різко змінює площу поперечного перерізу зрізу й сили, а отже, забезпечується більш спокійна робота.

Площа поперечного перерізу зрізу можна вважати постійної у випадку, коли ширина фрезеруємої поверхні дорівнює осьовому кроку фрези h_0 або кратна йому в цілих числах (мал. 2), т. є,

$$B = Kh_0$$

де до — ціле число (1, 2, 3 і т.д.); h_o — осьовий крок фрези (відстань між двома сусідніми зубами, измерение в напрямків осі).

Залежність між осьовим h_o і торцевим h кроками визначиться із трикутника MNK: $h_o = h \cdot \operatorname{ctg} \omega$

тому що

$$h = \frac{\pi D}{z}, \text{ те } h_o = \frac{\pi D}{z} \operatorname{ctg} \omega$$

Крок гвинтової канавки фрези (див. мал. 3, б і 2) $H = \pi d \operatorname{ctg} \omega$ тому

$$h_o = \frac{H}{z} \quad \text{а} \quad B = k h_o = K \frac{H}{z}$$

Остаточна умова рівномірного фрезерування наступне:

$$\frac{B_z}{H} = K \text{ (ціле число) .}$$

Література: П.Р.Родін «Металорізальні інструменти» Глава VI §2 [Б1]
Стор 144

Змістовий модуль 4. Формоутворення фрезеруванням. Фрези і основи їх конструювання

Тема 4. Формоутворення фрезеруванням. Фрези й основи їх конструювання.
Лекція 18: 1 год.

Тема. Твердосплавні фрези

Мета заняття: Формування основних понять та визначень про збірні твердосплавні фрези, ознайомлення з новими конструкціями нових твердосплавних фрез, системою позначення по ISO

План заняття:

1. Твердосплавні фрези
2. Збірні фрези з багатогранними пластинами.
3. Система позначення по ISO насадних фрез.
4. Система позначення по ISO кінцевих фрез.

Розкриття питання

1. Твердосплавні фрези

Забезпечують підвищення продуктивності праці й можливість обробки важкооброблюваних матеріалів.

Можуть бути:

- монолітними (дискові й кінцеві дрібнорозмірні фрези),
- складовими (кінцеві фрези з коронками або гвинтовими пластинками, циліндричні із гвинтовими пластинками),
- збірними.

2. Збірні фрези з багатогранними пластинами.

- мають високу міцність і надійність,
- не вимагають переточувань,
- забезпечують багаторазове використання корпусів

Широко поширено два типи збірних торцевих фрез із багатограними пластинами:

- закріплення пластин безпосередньо в корпусі;
- закріплення у корпус змінних ножів з пластинами, що не переточуються.

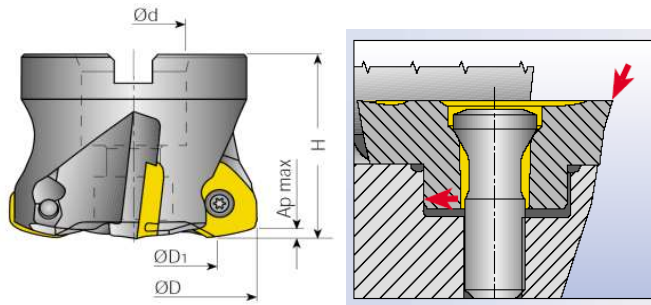
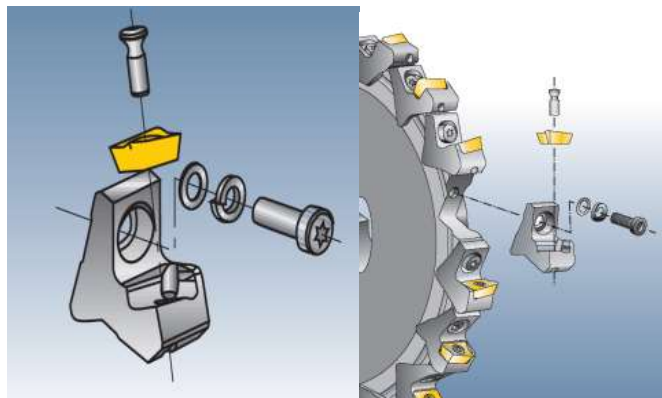


Рис. Фреза с многогранными неперетачиваемыми пластинками



Конструкція установа й кріплення багатогранної пластини, що не переточується в корпусі фрези повинна забезпечувати

- міцне й тверде кріплення пластини;
- точну установку пластини щодо торцевої опорної поверхні й осі фрези . Це досягається підвищеною точністю виготовлення пластин і корпуса фрези, а також введенням регулювання.

3. Система позначення по ISO насадних фрез

1	2	3	4								5	6	7	8	9	10	11
160	H	05	N								F	90	T	P	16	P	22
250	C	16	R	—							W	45	S	E	12	F	

1

диаметр резания
 $\varnothing D$ [мм]

2

тип фрезы, вид и размер посадочной поверхности

A

ISO 6462/A
DIN 8030/A
ČSN 22 2301/A

B

ISO 6462/B
DIN 8030/B
ČSN 22 2301/B

C

ISO 6462/C
DIN 8030/C
ČSN 22 2301/C

F $\varnothing d = 27$
G $\varnothing d = 32$
H $\varnothing d = 40$
J $\varnothing d = 50$
K $\varnothing d = 60$
M $\varnothing d = 80$

T

4

направление резания

R

L

N

3

рабочее количество кромок

5

способ зажатия

C

S

W

F

7

форма пластины

S

C

T

W

R

A

9

размер пластины или длина режущей кромки

	S	C	T	W	R	A
d [мм]						
6,35						09/11
7,94				05		
8,00					08	
9,525	09	09	16	06		12
10,00					10	
12,00					12	
12,70	12	12	22	08		15
15,875	15					
16,00					16	
25,00					25	
25,40	25					

6

главный угол в плане

K 90°

K 75°

K 60°

K 45°

K MO

8

задний угол пластины

N $\alpha_s = 0^\circ$

C $\alpha_s = 7^\circ$

P $\alpha_s = 11^\circ$

D $\alpha_s = 15^\circ$

E $\alpha_s = 20^\circ$

F $\alpha_s = 25^\circ$

10

задний угол пластины

N $\alpha'_s = 0^\circ$

P $\alpha'_s = 11^\circ$

D $\alpha'_s = 15^\circ$

E $\alpha'_s = 20^\circ$

F $\alpha'_s = 25^\circ$

11

длина (ширина) режущей кромки

B [мм]

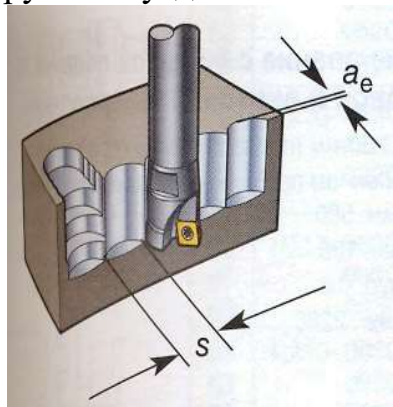
I [мм]

4. Система позначення по ISO кінцевих фрез

ISO 7548-86 DIN 8029/2	1	1a	3	4	2a	3a	4a				
	63	J	4	R	150	H	50	5	7	8	9 (11)
	32	A	3	R	040	B	32	S	SA	P	95
—											
ФРЕЗЫ КОНЦЕВЫЕ	1a				2a		3a	4a			
	тип фрезы и главный угол				длина вылета l [mm]		ТИП ХВОСТОВИКА	размер хвостовика			
	A				N		A	DN 18351-A			
	E				H		B	ISO 3336/B DN 18351-B CEN 22 0412			
	J				K		E	ISO 296 DN 2281-A CEN 22 0428			
							G	ISO 297 DN 2030/1 CEN 22 0438			
							X	CEN 22 0432			
							H	ISO 7388/1 DN 6587/1A CEN 22 0434			

Плунжерні фрези

Плунжерне фрезерування найшвидший спосіб зняття більших обсягів металу. Подача інструмента в здійснюється в осьовому напрямку. Метод застосовується для фрезерування глибоких кишень і зовнішнього фрезерування уздовж високих ребер



- Робочий хід фрези закінчується вертикальним відводом і повторним позиціонуванням на необхідну ширину захвата для наступного візання.
- Дозволяє швидко знімати метал без довгих поздовжніх холостих ходів, характерних для торцевого фрезерування
- Підвищена твердість при русі по осі Z дозволяє зрізати більше металу при тій же подачі, що збільшує швидкість зняття металу.



Рис. Плунжерні фрези

Форма пластини така, що результуюча сила різання спрямована уздовж осі шпинделя. Це забезпечує високу твердість системи й дозволяє працювати на більших вильотах - знижуються вібрації.

Coromill – фреза для чорнової обробки

В одному інструменті об'єднані торцева й плунжерна фрези. Головний кут у плані, рівний 100, дозволяє: працювати з великою поздовжньою подачею при малій глибині; працювати з осьовою подачею при великій радіальній глибині різання на чорнових операціях.

Основна складова сили різання спрямована по осі фрези, забезпечуючи стабільну обробку без вібрацій і більших згинальних моментів.

Переваги

- висока продуктивність,
- Можливість застосування малопотужного встаткування

Варіанти плунжерного й торцевого фрезерування із гвинтовою інтерполяцією

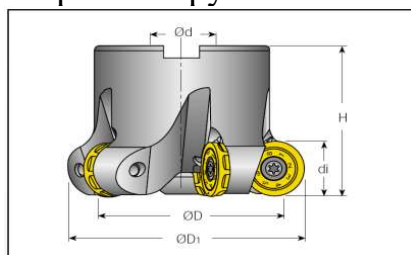
5.8. Торцеві фрези

- З тангенціальним розташуванням пластин у формі метелика

Пластини із гвинтовим кріпленням відповідають за формою посадковим місцям на фрезі. Мають позитивні передні кути й оптимальні стружколоми. Знижують сили різання. Забезпечують висока якість обробки. Мають чотири ріжучі краї з кожної сторони.

Пластини із гвинтовим кріпленням відповідають за формою посадковим місцям на фрезі. Мають позитивні передні кути й оптимальні стружколоми. Знижують сили різання. Забезпечують висока якість обробки. Мають чотири ріжучі краї з кожної сторони.

- Фрези із круглими пластинками



Застосовуються

- для торцевого й профільного фрезерування,
- для фрезерування порожнин із врізанням або гвинтовою інтерполяцією.



Обработка возможна на высоких скоростях. Можно застосовувати для важкооброблюваних матеріалів (нержавіючі й загартовані сталі, жароміцні сплави, титан). Споживають меншу потужність і можуть використовуватися на невеликих і малопотужних верстатах. Головний кут у плані міняється від 00 до 450 зі зміною глибини різання. Товщина стружки також міняється із глибиною різання. Мінімальна товщина стружки на торці фрези. Застосовуються при чорновій обробці, однак при правильно обраних режимах можуть забезпечити низьку шорсткість обробленої поверхні

- Твердосплавні фрези ROUND із зубчастими ріжучими краями

Круглые пластины с зубчатой режущей кромкой и обычные круглые пластины могут быть установлены на одну и ту же фрезу



Круглі пластинки із зубчастою ріжучою крайкою забезпечують ефективне дроблення стружки, що сприяє поліпшенню стружки навіть із глибоких кишень.

- Зубці на ріжучій крайці пластини збігаються з контуром корпусу фрези, що підвищує надійність інструмента

Література: П.Р.Родін «Металорізальні інструменти» Глава VI §3 [B1]
Стор 147

Змістовий модуль 4. Формоутворення фрезеруванням. Фрези і основи їх конструювання

Тема 4.Формоутворення фрезеруванням. Фрези й основи їх конструювання.
Лекція 19: 1 год.

Тема. Затиловані фрези.

Мета заняття: Формування основних понять та визначення параметрів затилованих фрез.

План заняття:

- 1.Затиловані фрези.
- 2.Визначення величини затилювання.
- 3.Методи затилювання фасонних фрез.

Розкриття питання

Затиловані зуби проектують в основному у фрез, призначених для обробки фасонних поверхонь. Основна особливість затилованих зубів полягає в тому, що при переточуваннях по передній поверхні профіль фрези зберігається до повного зносу.

Для затилювання фрез використовують частіше архимедову спіраль. На *рис. 1* показані схема затилювання зуба по архимедовій спіралі і застосований для цього кулачок. При рівномірному обертанні заготовки затиловочний різець рівномірно поступально просувається у напрямку до центру деталі. Величина затилювання характеризує просування затиловочного різця. Знаючи задній кут, діаметр і число зубів затилюємої фрези, можна визначити величину затилювання.

У затилованого зуба задня поверхня обмежена архимедовою спіраллю, величина затилювання при цьому вимірюється по передній поверхні наступного зуба.

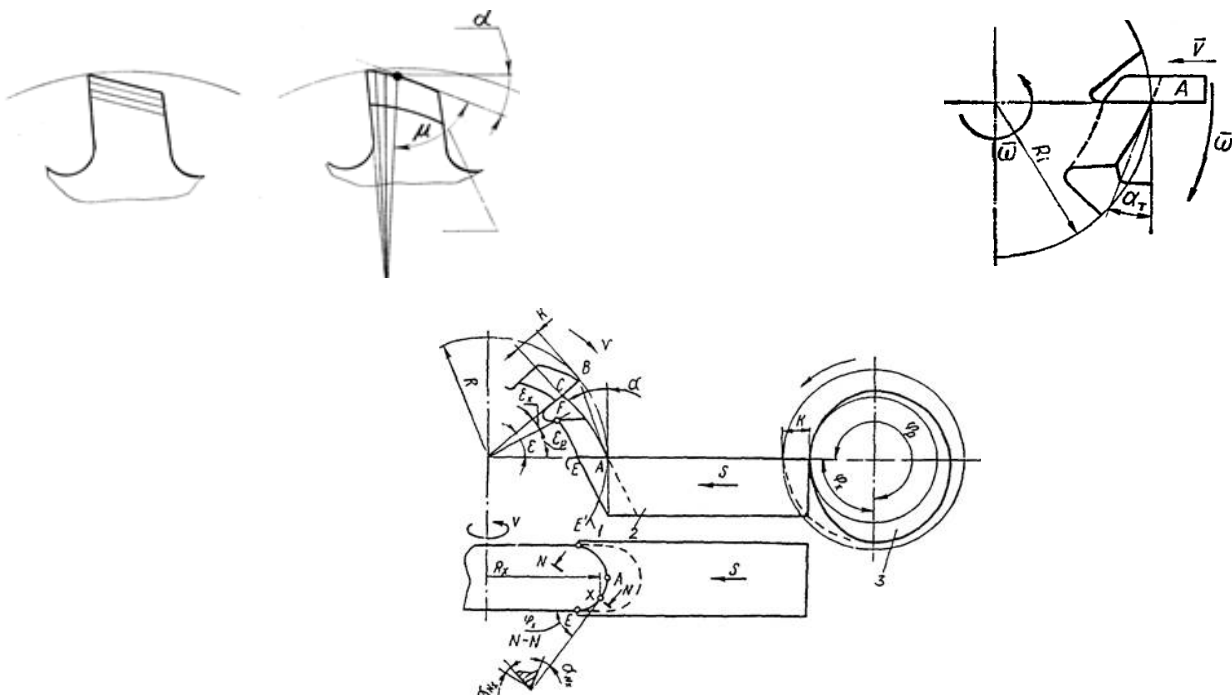


Рис.1. Затилювання задній поверхні фасонной фрези

Узгоджені обертальний рух фрези і поступове лінійне переміщення різця утворюють затиловану поверхню і заданий задній для вершинної точки зуба задній кут. На рисунку 2 показані дотична до задньої поверхні зуба і дотична до поверхні обертання, тобто напрям лінійної швидкості обертання, задній кут лежить між ними. В діаметральній площині лежить вектор швидкості різця, ці три вектори складають прямобічний трикутник із якого зрозміло значення заднього кута.

$$\vec{V}_c = \vec{V} + \vec{\omega R}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_b = \frac{V}{\omega R}$$

Задній кут, виміряний в площині, перпендикулярній до осі, на цій ділянці змінюватиметься, оскільки діаметр, на якому лежить поточна точка, при її переміщенні від вершини зуба, поступово зменшується до величини. Тому задній кут в точці 1 буде більше, ніж в точці 4. Можна визначити задній кут в розглянутій точці i , виходячи з того, що

$$\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{V}{\omega R_i}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{R}{R_i} \operatorname{tg} \alpha_b$$

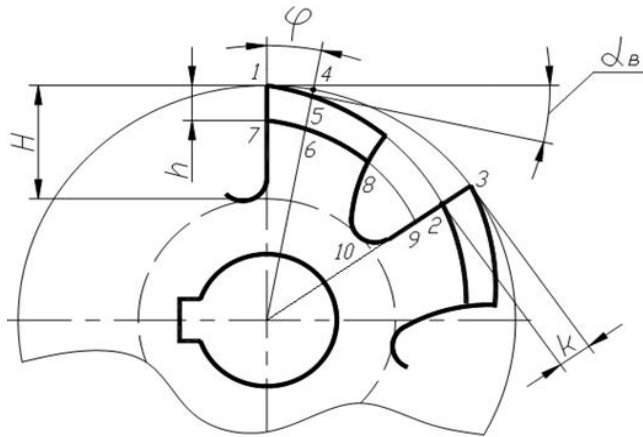


Рис.2. Визначення величини затилування

Величина затилування визначається із таких міркувань.

За час t фреза обертається на кут, що лежить між сусідніми вершинами 1 і 3. За цей же час різець переміщується в радіальному напрямку на величину затилування K .

$$\frac{2\pi}{z} = \omega t$$

$$K = Vt$$

$$\frac{V}{\omega} = \frac{Kz}{2\pi}$$

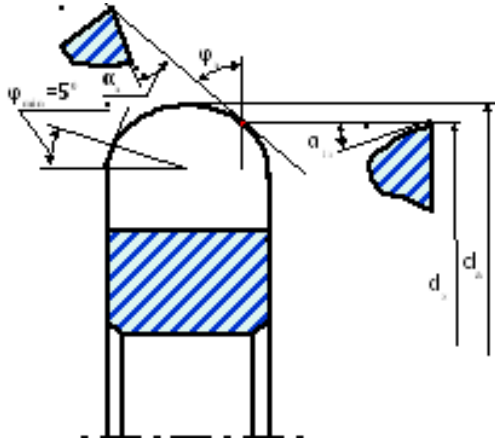
$$\operatorname{tg} \alpha_b = \frac{Kz}{2\pi R} = \frac{Kz}{\pi D}$$

$$k = \frac{\pi D}{z_{fp}} \operatorname{tg} \alpha_b,$$

Звідси величина затилування що використовується для настроювання затилувального верстата.

Зображений в радіальній площині задній кут зуба фрези для поточної точки перерахований в нормальній площині становить:

$$\operatorname{tg} \alpha_x = \frac{d_a}{d_x} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \phi$$



Якщо розрахований задній кут в нормальній площині виявляється менше допустимого, то праву і ліву сторону зуба фрези затилюють окремо, застосовуючи бічне затилювання.

Змістовий модуль 5. Формоутворення різьби. Різьбові інструменти і основи їх конструювання

Тема 4. Формоутворення різьби. Різьбові інструменти і основи їх конструювання.

Лекція 20: 1 год.

Тема. Різьбові інструменти.

Мета заняття: Формування основних понять та визначення параметрів різьбових інструментів.

План заняття:

- 1.Різьбові різці.
- 3.Мітчики.
4. Різьбофрезерування.

Розкриття питання

1. Різьбові різці.

Різенарізувальні різці застосовують для нарізування всіх видів різей. Вони прості за конструкцією, технологічні й універсальні. Одним і тим самим різцем можна нарізувати зовнішню та внутрішню різь різного діаметра і кроку на циліндричній та конічній поверхнях.

Різенарізувальні різці переважно працюють за методом копіювання, тому профіль їх різальних кромок повинен збігатися з профілем западини

нарізуваної різі. Іноді використовують і генераторний метод формоутворення.

Видалення припуску в процесі різенарізування відбувається за значної деформації матеріалу. При цьому формування різі здійснюється зазвичай за декілька проходів, тому продуктивність процесу різенарізування низька і різенарізувальні різці в основному застосовують в одиничному і дрібносерійному виробництвах.

Різенарізувальні різці бувають цілісні зі швидкорізальної сталі або з напаяною чи закріпленою механічно твердосплавною пластиною (рис. 1).

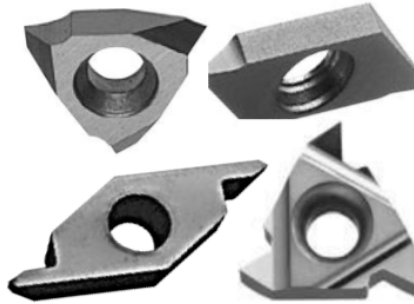


Рис.1 – Пластини для різенарізувальних різців

При нарізуванні різей з великим кутом підйому різі ($\tau > 3—4$) необхідно враховувати вплив цього кута на величину кінематичних задніх і передніх кутів.

Як бачимо з рисунка .2 а, при нарізуванні правозахідної різі та встановленні передньої поверхні різця в осьовій площині заготовки на величину кінематичних передніх і задніх кутів бічних різальних кромки впливає кут τ : $\alpha_{к. лів} = \alpha_c - \tau$, $\alpha_{к. пр} = \alpha_c + \tau$, $\gamma_k = \gamma_c - \tau$, $\text{tg} \tau = p/(\pi d)$,

де p – крок різі;

d – діаметр різі.

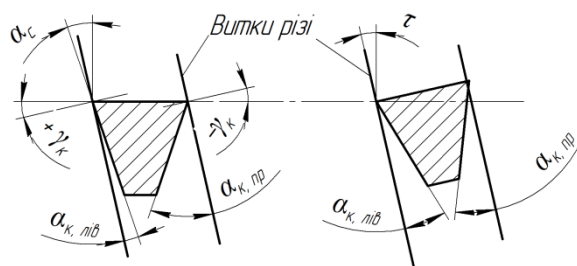


Рис..2. Схеми встановлення різців

При встановленні передньої поверхні різця перпендикулярно до витків різі (рис. 2 б) умови різання стають однаковими, але дещо спотворюється профіль утвореної різі. Тому перший спосіб установлення різців застосовують для чистових операцій, а другий – для чорнових.

Під час нарізування різі контакт інструменту з поверхнею деталі може бути лінійний (профільний метод формо- утворення, рис. 3 а), точ- ковий (генераторний метод, рис. .3 б) і точковий під час чорнового оброблення та

лінійний під час чисто- вого (комбінований метод, рис. 3 в). Перевагою генераторного методу є збільшення товщини зрізаного шару, що скорочує кількість проходів. Але при цьому залишаються сходинок на обробленій поверхні. Цей недолік виправляють комбінованим методом.

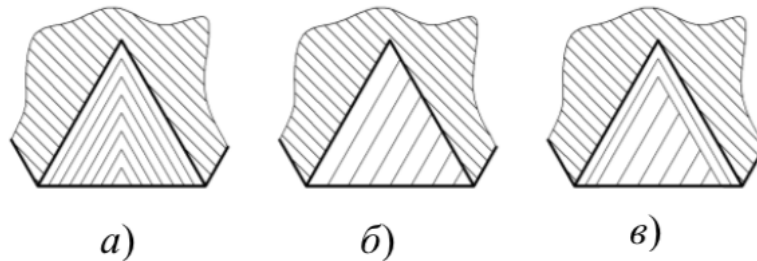


Рис. 3. Методи формоутворення різі

2. Мітчики.

Машинні мітчики. Машинні мітчики, що нарізують різь у різних деталях на верстатах за один або два проходи повинні мати довжину різальної частини залежно від виду отвору. Для глухих отворів $l_1 = 2$ витки, а для наскрізних – $l_1 = 6$ (кут $\phi = 6^\circ 30'$).

Для полегшення роботи машинних мітчиків рекомендується в усіх випадках, де це допустимо з точки зору конструкції деталі, просвердлювати глухий отвір для різі на якомога більшу довжину. Такий отвір можна нарізувати мітчиком, призначеним для наскрізних отворів.

Коротка різальна частина є більш універсальною, ніж довга. Вона придатна як для довгих, так і для коротких отворів і має такі переваги порівняно з довгою:

- зменшення питомого зусилля різання через зрізування стружок із більшим перерізом;
- зменшення крутного моменту;
- зменшення сил тертя і затискання стружки, а також небезпеки заклинювання і поломки мітчика;
- підвищення продуктивності;
- економія матеріалу і зменшення вартості оброблення мітчика;
- зменшення викривлення мітчика під час термічного оброблення.

Недоліком короткої різальної частини є те, що вона не може забезпечити надійного спрямування під час роботи, й отвір на початку може виявитися дещо розширеним. Тому в тих випадках, коли висуваються підвищені вимоги до різі, доводиться подовжувати різальну частину.

Довжина калібрувальної частини становить 6—12 витків.

Граничні відхилення середнього діаметра різі машинного мітчика вимірюють на початку калібрувальної частини.

У машинних мітчиків конструкція хвостовика залежить від типу патрона. Згідно з ГОСТом 3266-81 хвостовик машинних мітчиків забезпечується кільцевою виточкою і квадратом.

Гайкорізи. Гайкорізи використовують для нарізування різі в гайках на апівавтоматичних і автоматичних верстатах.

Через автоматичне підведення заготовок у зону різання, для надійного базування їх на різальній частині, для гайкорізів усіх типів кут φ призначають таким, що дорівнює $3^{\circ} 30'$ (це приблизно 12 витків) для усіх діаметрів від 2 до 30 мм.

Для гайкорізів мінімальна довжина калібрувальної частини після всіх переточувань повинна складати не менше ніж 0,6 висоти гайки, що відповідає 0,5 діаметра різі. Рекомендована довжина калібрувальної частини для гайкорізів усіх типів і розмірів – 8 витків.

Якщо гайкорізи в процесі нарізування повинні періодично вийматися з патрона для видалення нарізаних гайок, то це створює зайву витрату часу. Для підвищення продуктивності застосовують мітчики із зігнутим хвостовиком (рис. 4), який дозволяє викидати готові гайки, не виймаючи мітчик із патрона,

На практиці часто встановлюється для усіх типів гайкорізів (з хвостовиками короткими, довгими, зігнутими) однакова довжина різальної частини, яка дорівнює 12 крокам нарізуваної різі. Товщина зрізування для цих мітчиків є заниженою, а для малих розмірів навіть і небажаною з точки зору процесу різання.

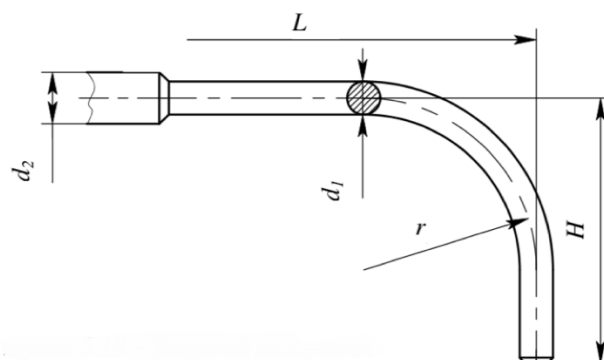


Рис. 4. Зігнутий хвостовик

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты. – Киев: Вища школа, 1986. - 436 с.
2. Четвериков С.С. Металлорежущие инструменты. – Москва: Высшая школа, 1965. – 730 с.
3. Ипоземцев Г. Г. Проектирование металлорежущих инструментов. М: Машиностроение, 1984. – 27 с.
4. Щегольков Н. Н., Сахаров Г. Н., Арбузов О.Б. и др. Режущий инструмент, лабораторный практикум. – М. : Машиностроение, 1985. - 168с.
5. Справочник инструментальщика/ Под ред. И. А. Ординарцева. – М. :Машиностроение, 1987. - 846с.
6. Швець С. В. Металорізальні інструменти : навчальний посібник / С. В. Швець. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 272 с.

Додаткова література

7. Родин П.Р. Проектирование и производство режущего инструмента. – Киев.: Техника, 1968. – 357с.
8. Родин П.Р. Основы теории проектирования режущих инструментов. – М.: Машгиз, 1960. – 159с.
9. Грановский Г.И. Металлорежущий инструмент. Конструкция и эксплуатации. – М.: Машгиз, 1952. – 278с.
10. Справочник металлиста. / Под ред. Н.С. Ачеркана. – М.: ГНТИМЛ, 1960. – Т5 – 1184 с Гречишников В.А., Маслов А.Р., Соломенцев Ю.М., Схиртладзе А.Г. Инструментальное обеспечение автоматизированного производства. – М.: Высшая школа, 2001. – 270с.
11. Методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Проектирование и производство режущего инструмента. Формообразование задних поверхностей сверл при заточке по плоскостям» / Составитель. С.И.Одинцов. – К.: КИНХ, 1978. – 36 с.