

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з дисципліни "Технологія
інструментального виробництва"
для студентів спеціальності 133 – Галузеве машинобудування
освітньої програми «Металорізальні
верстати та системи» усіх форм навчання

Запоріжжя

2024

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни "Технологія інструментального виробництва" для студентів спеціальності 133 – Галузеве машинобудування освітньої програми «Металорізальні верстати та системи» усіх форм навчання /Розр.: В. В. Циганов, С.В. Танченко - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. - 44с.

Призначені для студентів, що виконують практичних робіт по дисципліні «Технологія інструментального виробництва»; містить характерні особливості конструкції і технології інструментального виробництва інструменту, довідковий матеріал.

Розробник: В. В. Циганов, професор
С.В.Танченко, ст. викладач

Рецензент: В.В. Солоха, доцент

Затверджено
на засіданні кафедри
«Металорізальні верстати та
інструменти»
Протокол № 8 від 04.03.2024

Рекомендовано
до видання методичною
комісією машинобудівного
факультету
Протокол № 7 від 05.03.2024

ЗМІСТ

1	Практична робота №1	
	Заточування різців.....	4
2	Практична робота №2	
	Напівавтоматичне заточування спірального свердла.....	13
3	Практична робота №3	
	Заточування довбача.....	26
4	Практична робота №4	
	Заточування черв'ячної фрези.....	34

1. ПРАКТИЧНА РОБОТА №1 ЗАТОЧУВАННЯ РІЗЦІВ

Мета роботи

Освоїти методику заточування різців, вивчити заточний верстат, технологічне оснащення і вимірювальні прилади, які потрібні для заточування і виміру різців. Заточити різець, витримавши задані кути.

Послідовність виконання практичної роботи

1. Ознайомитися з умовами роботи і технікою безпеки у заточній лабораторії.
2. Визначити величини сточуваного шару по передній і заднім поверхням різця.
3. Визначити послідовність заточування різця. Вибрати режими заточування. Призначити характеристики абразивних, алмазних або ельборових кругів.
4. Визначити величини передніх і задніх кутів різця в поздовжній і поперечній площинах, необхідні для налаштування трьохповоротного пристосування, в якому закріплюється різець.
5. Підготувати до роботи заточний верстат, триповоротне пристосування, шліфувальний круг і інші інструменти.
6. Закріпити заточуваний різець у пристосуванні.
7. Виконати заточування і доведення різця.
8. Перевірити кути заточеного різця.

Прилади і устаткування

Універсально заточний верстат мод. 3А64, триповоротні лещата, універсальний кутомір, різці.

Послідовність заточування прохідного різця

1. Заточування передньої поверхні.
2. Заточування головної задньої поверхні.
3. Заточування допоміжної задньої поверхні.
4. Доведення передньої поверхні.
5. Доведення головної задньої поверхні.
6. Доведення радіусу при вершині різця.

Загальні відомості про заточування різців

В процесі різання різець зношується по різальних поверхнях: передньої, головної задньої і допоміжної задньої. Різальні властивості різця відновлюються шляхом заточування його по цих різальних поверхнях.

Різальні матеріали належать до важкооброблюваних матеріалів, тому видалення зношених шарів можна здійснити заточуванням шліфувальним, алмазним або ельборовим кругом. На заводах широко застосовується електроалмазне заточування різців оснащених твердим сплавом. Різці з пластинками зі швидкорізальної сталі, заточуються ельборовими кругами. Отримувані при заточуванні поверхні представлені на рисунку 1.1.

Різці заточуються на спеціальних верстатах або на універсальних верстатах. В останньому випадку різці закріплюються у триповоротному пристосуванні. Воно дозволяє розташувати різець відносно шліфувального круга для заточування усіх необхідних величин передніх, задніх і інших кутів. Проте, розташувати різець для заточування вказаних кутів у головній січній площині складно. Тому проводять перерахунок значень передніх і задніх кутів у подовжній і

поперечній площині. На рисунку 1.2 показані передні і задні кути в різних січних площинах.

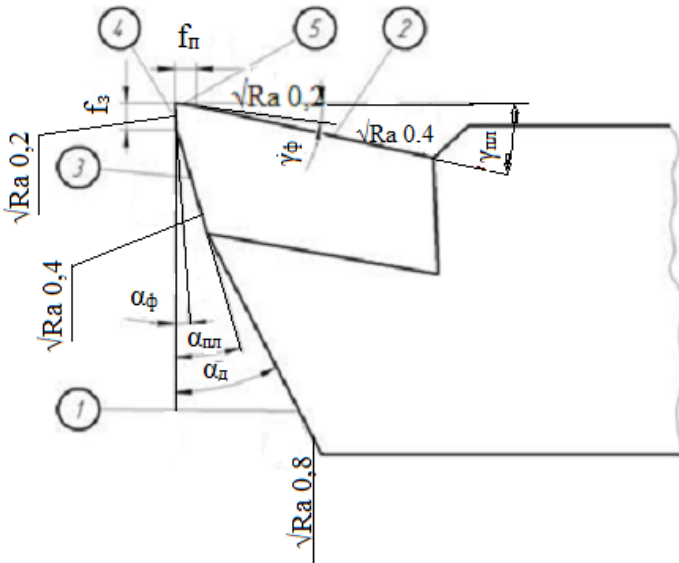


Рисунок 1.1 - Поверхні заточування і доведення

Режими заточування і доведення різців:

а) алмазними кругами: 1) заточування твердого сплаву без охолодження ($Ra=0,4-0,6$ мкм)

12 A2 150x20x3x75 AC2 160/125 B4 100% ГОСТ 16172-80

- припуск на обробку 0,1-0,2 мм;
- швидкість круга 35 м/с;
- подовжня подача 1,5-2 м/хв;
- поперечна подача 0,01-0,02 мм/дв. хід.

2) доведення твердого сплаву без охолодження ($Ra=0,2$ мкм)

12 A2 150x20x 3x75 AC2 50/40 B4 100% ГОСТ 16172-80

- припуск на обробку - 0,01 - 0,02 мм;
- швидкість круга 30-40 м/с;
- поперечна подача 0,005 - 0,01 мм/дв. хід;
- подовжня подача 0,5 - 1,0 м/хв

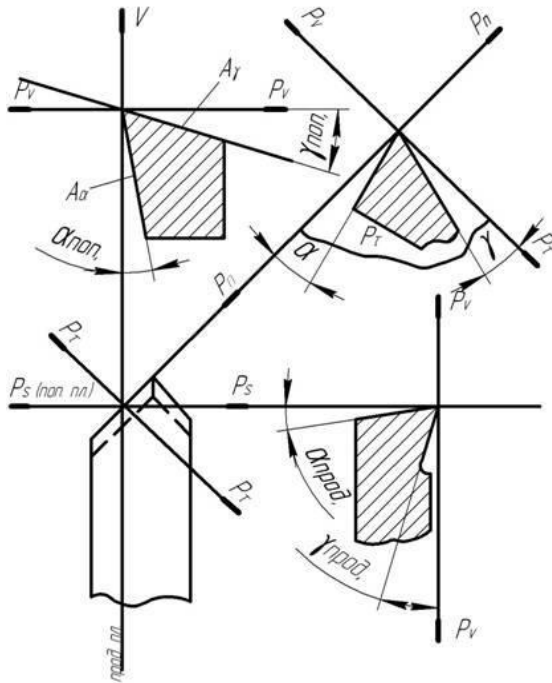


Рисунок 1.2 - Геометрія різця

б) кругами електрокорунду :
заточування швидкорізальної сталі без охолодження

11 150 x50x32 29 А 40 Н 3 17 К 8 35 м/с А1 кл. ГОСТ 2424-83

- припуск на обробку 0,1-0,3 мм;
- швидкість круга 30 м/с;
- подовжня подача 3-4 м/мін;
- поперечна подача 0,02-0,04 мм/дв. хід.

в) кругами з ельбору:

1) заточування швидкорізальної сталі без охолодження

12 А2 150x20x3x32 ЛО40Б4 100%

ГОСТ 17123-79

- припуск на обробку 0,1-0,3 мм;
- швидкість круга 30-40 м/с;
- подовжня подача 1,5-2 м/хв;
- поперечна подача 0,01-0,02 мм/дв. хід.

2) доведення швидкорізальної сталі без охолодження

12 A2 150x20x3x32 ЛЮ12Б 100%

ГОСТ 17123-79

- припуск на обробку 0,01-0,02 мм;
- швидкість круга 35-45 м/с;
- подовжня подача 0,5-1,0 м/мін;
- поперечна подача 0,005-0,01 мм/дв. хід.

Приклад розрахунку налаштування триповоротних лещат

I. При заточуванні передньої поверхні різця :

$$\begin{aligned} \text{Приклад: } \gamma &= 15^\circ, \alpha = 14^\circ, \lambda = +5^\circ, \varphi = 45^\circ \\ \text{tg } \gamma_n &= \text{tg } \gamma \cos \lambda; \end{aligned} \quad (1.1)$$

$$\text{tg } \gamma_n = \text{tg } 15^\circ \cos 5^\circ = 0,268 \cdot 0,996 = 0,267;$$

$$\gamma_n = 14^\circ 57' = 14,95^\circ;$$

$$\lambda_\phi = \lambda \cos \phi; \quad (1.2)$$

$$\lambda_\phi = 5 \cos 45^\circ = 5 \cdot 0,707 = 3,535^\circ;$$

$$\lambda_B = \lambda \sin \phi; \quad (1.3)$$

$$\lambda_B = 5 \sin 45^\circ = 5 \cdot 0,707 = 3,535^\circ;$$

Направлення шліфування перпендикулярно осі державки

$$\theta_a = \gamma_n \cos \phi \text{ tg } \lambda_\phi \quad (1.4)$$

$$\theta_a = 44,95 \cos 45^\circ \cdot \operatorname{tg} 3,535^\circ = 0,65^\circ = 0^\circ 39';$$

$$\theta_a = 0^\circ 39' + 45^\circ = 45^\circ 39'$$

Напрямок шліфування паралельно головній різальній кромці

$$\theta_a = \gamma_n \cos \phi \operatorname{tg} \lambda_b + \phi; \quad (1.5)$$

$$\theta_6 = \lambda \cos \phi + \gamma_n \sin \phi; \quad (1.6)$$

$$\theta_6 = 5 \cos 45^\circ + 14,95 \sin 45^\circ = 14,1^\circ = 14^\circ 06';$$

$$\theta_b = \lambda \sin \phi - (\gamma_n \cos \phi / \cos \lambda_b); \quad (1.7)$$

$$\theta_b = 5 \sin 45^\circ - (14,95 \cos 45^\circ / \cos 3^\circ 32') = 7^\circ$$

II. При заточуванні задньої поверхні торцем круга:

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \operatorname{tg} \alpha / \cos \lambda; \quad (1.8)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \operatorname{tg} 14^\circ / \cos 5^\circ = 0,250;$$

$$\alpha_n = 14^\circ 3' = 14,05^\circ;$$

$$\theta_a = \phi + \alpha_n \quad (1.9)$$

$$\theta_a = 45^\circ + 14,05^\circ = 46^\circ 36';$$

$$\theta_a = 46^\circ 36'$$

$$\theta_6 = \alpha_n \cos \lambda \sin \phi \quad (1.10)$$

$$\theta_6 = 14,05^\circ \cos 5^\circ \sin 45^\circ = 9^\circ 53'$$

$$\theta_6 = 9^\circ 53'$$

$$\theta_b = \alpha_n \cos \lambda \cos \phi \quad (1.11)$$

$$\theta_b = 14,05^\circ \cos 5^\circ \cos 45^\circ = 9,53'$$

$$\theta_b = 9^\circ 53'$$

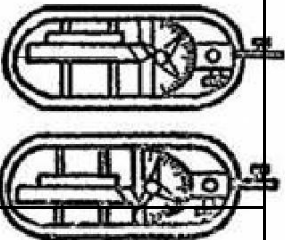
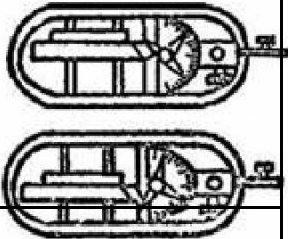
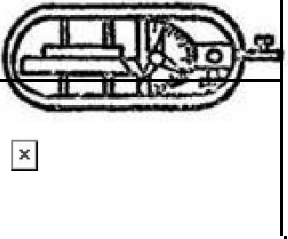
Контроль якості заточування робити відповідно до таблиці. 1.1.

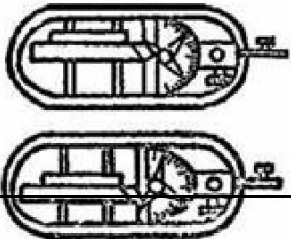
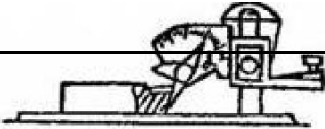
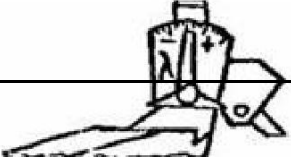
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Послідовність заточування різця.
2. Які поверхні заточуються і доводяться на різці?
3. Шорсткість поверхні, ширина сточуваного шару при заточуванні і доведенні.
4. Яка характеристика абразивного круга при заточуванні і доведенні?
5. Які режими заточування і доведення різця?
6. Схема заточування і доведення. Які рухи здійснює круг і різець при заточуванні?
7. Як проконтролювати кути різця після заточування?
8. Навіщо розраховується передній і задній кути в подовжній і поперечній площинах?

Таблиця 1.1 - Контроль якості заточування

№	Найменування переходів. Вимірювальний інструмент і прилад	к	Схема контролю
1	Перевірити якість поверхонь та різальних кромок методом		_____

	порівняння з еталоном. Еталон шорсткості.		
2	Перевірити ширину фасок на передній і задньою гранях. Мікроскоп типу МПБ-2 (лупа Брінеля), лінійка.		
3	Перевірити головний кут в плані ф. Універсальний прилад для виміру кутів різця.	$\pm 2^\circ$	
4	Перевірити допоміжний кут в плані ϕ_1 . Універсальний прилад для виміру кутів різця.	$\pm 2^\circ$	
5	Перевірити передній кут γ . Універ- сальний прилад для виміру кутів	$\pm 1^\circ$	

	різця.		
6	Перевірити головний задній кут α. Універсальний прилад для виміру кутів різця.		
7	Перевірити кут нахилу головною рі- жучою кромки λ. Універсальний при- лад для виміру кутів різця.		
8	Перевірити радіус при вершині різця. Шаблон або радіусомір.		
9	Визначити наявність дефектного шару. Надфіль, лупа.		

2. ПРАКТИЧНА РОБОТА №2 НАПІВАВТОМАТИЧНЕ ЗАТОЧУВАННЯ СПІРАЛЬНОГО СВЕРДЛА

Мета роботи

Освоїти методику заточування спірального свердла, устаткування і прилади, вживані при заточуванні і контролі якості заточуваного свердла.

Послідовність виконання практичної роботи

1. Ознайомитися з умовами роботи.
2. Отримати свердло для заточування і визначити величину сточуваного шару по задній поверхні.
3. Вибрати необхідні заточні верстати, пристосування, різальні і вимірювальні інструменти і прилади, режими різання і норми годині, користуючись картами типового технологічного процесу, а також таблицями, нормативами і іншими довідковими даними, приведеними в цьому керівництві.
4. Визначити необхідні розрахункові величини для установки свердла на верстаті.
5. Закріпити заточуване свердло в пристосуванні.
6. Виконати заточування свердла.
7. Зробити контроль якості заточування.
8. Визначити величину заднього кута на заданому діаметрі спірального свердла.

Прилади і устаткування

Верстат для заточування свердел мод. 3659; пристосування для контролю задніх кутів свердла, свердла спіральні, круги абразивні.

Послідовність заточування спірального свердла

1. Заточування задніх поверхонь.
2. Підточка перемички.

Загальні відомості про заточування спірального свердла

Свердла заточують по задніх головних поверхнях. При заточуванні свердла забезпечується задана величина кута при вершині 2ϕ , задні кути α , кут нахилу перемички ψ , симетричність головних різальних кромки і спад задніх поверхонь.

Свердло заточують при відносному русі шліфувального круга і свердла, що створюється кінематикою верстата. Задня поверхня виходить, як та що огинається послідовними положеннями дотичних зі свердлом площини круга. У залежності від форми задньої поверхні розрізняють три основні види заточування: по конічній поверхні, по гвинтовій поверхні і по двох площинах.

При заточуванні по конічній поверхні задня поверхня свердла є частиною кругового конуса і кутом γ , яка реально не існує і створюється за рахунок кінематики і конструкції верстата і пристосування. Вісь уявного конуса складає кут з віссю свердла, а вершина конуса відстає від осі свердла на величину Y . Осі свердла і уявного конуса паралельні, при погляді на вершину свердла, і зміщені на відстань d . Конічна поверхня утворюється гойданням свердла навколо осі конуса заточування ($S_{\text{под}}$). Задні поверхні кожного пера по конічній поверхні заточують з різних установок поворотом на 180° .

Технологічний процес конічного заточування полягає у видаленні більшої частини припуску з одного пера, поверненні системи в початкове положення, діленні на 180° , видаленні такого ж припуску з іншого пера і, нарешті, чистовому шліфуванню обох пір'я з діленням після кожного гойдання і виходжування. Застосовують для діаметрів 3-80 мм в одиничному і дрібносерійному виробництві.

По площині заточують в основному свердла малих діаметрів (до 3 мм). Внаслідок простоти наладки і обслуговування, а також зручності автоматизації, заточування по площині поширюється і на свердла діаметром до 40 мм. Її можна застосовувати у великосерійному виробництві. При плоскому заточуванні задня поверхня кожного пера є частиною однієї або двох площин. Для зменшення можливості задирання оброблюваної поверхні задньою поверхнею свердла роблять заточування задньої поверхні зі збільшеним заднім кутом для свердел діаметром 3-4 мм і заточування під двома кутами для свердел великого діаметру. Свердла, оснащені твердосплавною пластинкою, завжди заточують по двох площинах.

При гвинтовому заточуванні задня поверхня шкірного пера свердла являється частиною евольвентної гвинтової поверхні. Гвинтовий рух складається з поступального і обертального з однією і тією ж віссю. Поступальне переміщення отримують складанням двох рухів: затилювання і осциляції, здійснюваних за допомогою кулачків. При гвинтовому заточуванні на кожен оборот свердла доводиться два циклі зворотно-поступального руху.

Перевагами гвинтового заточування є універсальність застосування і можливість легко його автоматизувати. Недоліком цього методу є жорсткість системи ВПД, а також порівняно складне налаштування верстата.

Режими заточування свердла

- швидкість різання 30 м/с;
- подача поперечна 0,05 мм/дв. хід;
- подача подовжня 1,5 м/хв.

Величина сточуваного шару 0,3 мм. Охолодження - 5% емульсія.

Таблиця 2.1 - Заточування спірального свердла

№	Найменування операцій	Верстат, прилади	Присто- сування	Різальний інструмент
1	заточити головні задні поверхні	верстат для заточування свердел мод. 3959	свердло- утримув ач	2 350x200 x75 14A40 H C27 K8 35 м/с A1 кл. ГОСТ 2424-83
2	контроль якості заточування	інструм. мікроскоп кутомір, лупа, індикатор		

Таблиця 2.2 - Контроль якості заточування свердла

№	Найменування переходів	Вимір. інструменти і прилади	Допуск по ГОСТ 2034
1	перевірити величину тверд.	надфіль тарований.	62 - 65
2	перевірити шорсткість головних задніх поверх, і різальних кромок	еталони шорсткості поверхонь	
3	перевірити величину головного кута в плані	кутомір універсальний	$\pm 3^\circ$
4	перевірити биття головних різальних кромок відносно поверхні конуса	шпиндельна стійка з індикат. головка,	I - 0,30 II - 0,12
5	перевірити перемички на несиметрич	спеціальна лупа	0,15
6	перевірити величини головних задніх кутів в 4-х точках на кожній різальній кромці (на колах 0,75; 0,5; 0,15)	шпиндельна голівка індикатор з голкою стійка для інструмент, індикат. мікроск.	$\pm 3^\circ$

ВИМІР ЗАДНІХ КУТІВ СВЕРДЛА

Перший метод

Точно і швидко задній кут спірального свердла вимірюється на інструментальному мікроскопі.

Як відомо, заднім кутом спірального свердла називається кут між дотичною до сліду задньої поверхні свердла у точці, що розглядається головної різальної кромки і дотичної до кілка її обертання навколо свердла (рис.2.1).

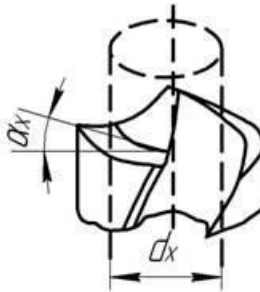


Рисунок 2.1 - Схема утворення заднього кута свердла

Дотичну до задньої поверхні свердла в даній точці головної різальної кромки дає слід перетину уявного циліндра із задньою поверхнею. Вісь свердла і вісь уявного циліндра повинні співпадати. Такі сліди можна нанести штучно, для цього задні поверхні свердла покривають тонкою кулею лаку, фарби або крейди. Свердло встановлюється у шпindel голівки, що дозволяє обертати свердло навколо осі.

Паралельно осі свердла встановлюється вісь штифта індикатора з голкою на кінці, яка, торкаючись задньої поверхні свердла, може нанести слід перетину уявного циліндра із заданою поверхнею (рис.2.2).

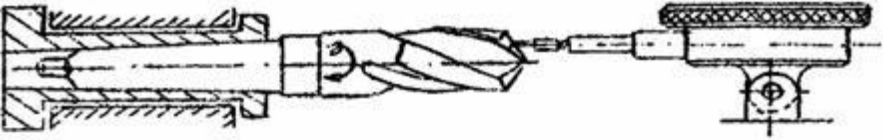


Рисунок 2.2 - Схема визначення заднього кута свердла

Індикатор тут використовується як механізм для переміщення голки паралельно осі свердла. Зміщуючи вісь індикатора паралельно осі свердла наносять ряд таких слідів для виміру задніх кутів в інших точках.

Вимір величин задніх кутів виконується на інструментальному мікроскопі. Свердло встановлюється на столі інструментального мікроскопа в призмі, вивіреній паралельно горизонтальною лінії, видимою в окуляр. Вісь свердла поєднується з горизонтальною лінією видимою в окуляр переміщенням столу на величину 0,5 діаметру свердла.

Дана точка на різальній кромці є качаном сліду. Поворотом свердла навколо осі вона поєднується з горизонтальною лінією, видимою в окуляр. Перехрестя взаємно- перпендикулярних ліній поєднується з даною точкою.

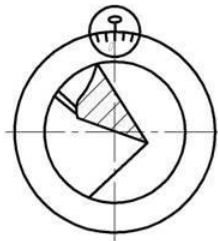


Рисунок 2.3 - Схема виміру заднього кута свердла на інструментальному мікроскопі

Це початкове положення для виміру величини заднього кута. Вертикальна лінія, видима в окуляр, є дотичною до кілка обертання даної точки на різальній кромці, тобто, вона є однією стороною заднього кута. Якщо перехрестя взаємно - перпендикулярних ліній, видимих в окуляр, повернути вліво, встановити вертикальну лінію дотично до сліду на задній поверхні свердла, то отримаємо другу сторону заднього кута. Величина заднього кута вказується у верхньому окулярі.

Аналогічно вимірюються величини задніх кутів в інших точках різальних кромок. Вимірюючи відстань від осі свердла до початку слідів (τ_x) на різальній кромці складається таблиця значень τ_x і α_x .

Другий метод

Вимірюється індикатором падіння кривої на задній поверхні свердла і дуга повороту свердла на цьому діаметрі, по яких визначається задній кут. Для повороту свердла використовується ділильна голівка. Вісь індикатора встановлюється паралельно осі свердла. Довжина дуги повороту визначається по формулі:

$$S = \frac{\pi \tau \beta}{180}, \text{ мм} \quad (2.1)$$

де τ_x - радіус, на якому робиться вимір;

β - кут повороту свердла (0,5 обороту рукоятки - $4^\circ 30'$)

Третій метод

Визначається величина кута в головній січній площині, а потім додатковим перерахунком - в площині паралельно осі свердла.

Вимірюється індикатором падіння кривої на задній поверхні свердла і дуга повороту свердла на цьому діаметрі. Величини діаметрів вимірюються після різальних кромок. Для повороту свердла використовується ділильна голівка. Вісь індикатора встановлюється перпендикулярно до різальної кромки. Так саме, як і в іншому методі визначається довжина дуги повороту і величини задніх кутів (тільки замість α_x отримуємо α_n). Величини α_x визначаються по формулі:

$$\text{tg} \alpha_x = \text{tg} \alpha_n \div \sin \phi \quad (2.2)$$

Таблиця 2.3 - Результати виміру і розрахунку

Радіус τ , мм	Кут повороту β	Довжина дуг повороту S	Падіння h	Задній кут α_x	Графіки залежн. $h - S$
	4°30 9° 13°30				
	4°30 9° 13°30				
	4°30 9° 13°30				
	4°30 9° 13°30				

Верстати для заточування спіральних свердел

Широке поширення має сучасний напівавтомат моделі 3659А, що здійснює заточування свердел по методу Сухова. Відомий ряд інших менш продуктивних верстатів, таких як свердлозаточний верстат моделі 3657, що здійснює заточування задніх поверхонь свердла по конусах. У інструментальному виробництві для заточування свердел з циліндричним хвостовиком застосовуються автомати моделей МФ-І58. Задній кут заточується по гвинтовій поверхні в результаті зворотно-поступального і обертального руху свердла відносно шліфувального круга. Автомати моделей ВЗ-32 та НІ - 31.

У верстаті моделі ЗБ652 шпindelь свердлоутримувач обертається від руки. Заточуються свердла діаметром 3 ... 12 мм

Для підточування перемичок свердел 15...30мм призначений полуавтомат моделі МФ2145.

Основні дані свердлозаточного верстата мод. 3659А

1. Круг 11 300 × 200 × 75 14А40 - Н С1 7 К8 35 м/с А1 кл. ГОСТ 2424-83.
2. Число обертів за хвилину шліфувального круга - 1850.
3. Число обертів патрона при заточуванні свердел - 45 в хвилину, при заточуванні трьохпир'яних зенкерів - 30 в хвилину, при заточуванні чотирьохпир'яних - 22,5 в хвилину.
4. Число планетарних і зворотно-поступальних рухів шпинделя в хвилину - 90.
5. Величина автоматичного подання на одне заточуване перо робочого циклу, найб. - 0,04 мм, найм. - 0,005 мм.
6. Кількість ступенів подач - 8.
7. Найбільше переміщення каретки з патроном - 100 мм.
8. Кути при вершині заточуваних свердел і зенкерів :
для 10 ... 30 мм – 70° ... 140°;
для 30 ... 80 мм – 100° ... 140°.
9. Кути подвійного заточування від 70°.
10. Кількість пир'я заточуваного інструменту - 2, 3, 4.
11. Напрямок спіральних канавок заточуваного інструменту – праве.
12. Задні кути на периферії свердла – 6° ... 17°.
13. Діапазон діаметрів закріплюваного інструменту: f
- в першій парі губок – 10 ... 30 мм;
- f у другій парі губок – 30 ... 80 мм.
14. Найбільша величина сточування при заточуванні за один робочий цикл - 2,5 мм(при автоматичній подачі).

Установка свердла для заточування на верстаті мод. 3659А

Свердло закріплюється в двокулачковому патроні. Виліт свердла і положення різальних кромek встановлюється по відкидному упору, що знаходиться на передньому торці патрона.

Задні поверхні свердла заточуються конусним кругом при його гвинтовому русі, тому задня поверхня є частиною вин-тової поверхні. Величина заднього кута визначається, по формулі:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_0}{\pi \times D_x} \quad (2.3)$$

де D_x - поточний діаметр свердла;

S_0 - подача шліфувального круга уздовж осі свердла за один оборот (мм/об свердла);

S_0 - величина змінна, залежна від підйому кулачка, діаметра свердла і кута при вершині.

Зміна величини заднього кута α уздовж головної різальної кромки при підйомі кулачка залежить від діаметру свердла (рис. 2.5). При заточуванні на верстатах мод. 3659 автоматично виходить підточка перемички. Величина переднього кута на перемичці складає мінус 48° (у нормалізованих і стандартних свердел, заточених на заточних верстатах інших моделей - мінус 60°).

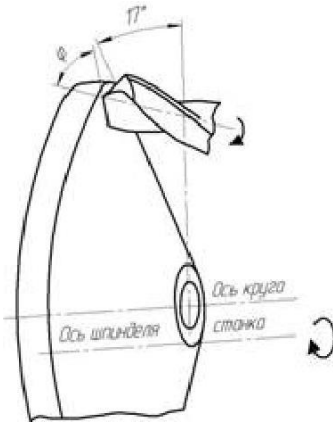


Рисунок 2.4 – Схема заточування спірального свердла

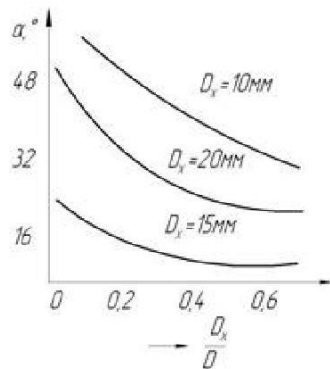
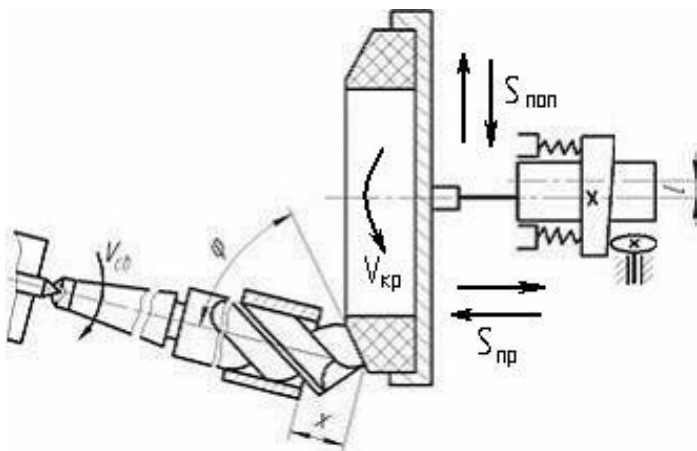


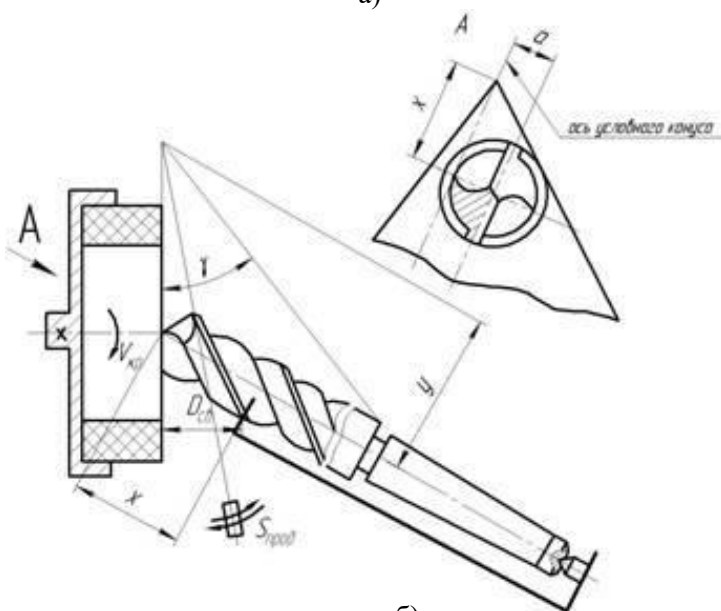
Рисунок 2.5 - Зміна заднього кута

Таблиця 2.4 - Можливі види браку при заточуванні свердла

Вид дефекту	Можливі причини браку
1. Не витримані лінійні і кутові розміри елементів різальної частини свердла. 2. Шорсткість обробленій поверхні не відповідає вимогам креслення. 3. На поверхні є прижоги, мікротріщини.	Помилки в розрахунках налаштування верстата і пристосування. Неточна установка свердла в пристосуванні. Неточна установка кутів повороту бабки. Погане регулювання верстата. Не витримані режими різання. Биття шліфувального круга. Відсутність мастильно-охолоджувальної рідини. Робота затупленим кругом. Недостатня жорсткість технологічної системи. Невідповідна характеристика шліфувального круга. Не витримані режими різання. Робота затупленим кругом. Заточування без мастильно-охолоджувальної рідини. Не відповідна характеристика шліфувального круга. Незадовільне регулювання верстата і пристосування.



а)



б)

а) по гвинтовому методу; б) по конічному методу
Рисунок 2.6 - Схема заточування свердла:

Контрольні питання

1. Які існують методи заточування спіральних свердел?
2. Вимоги до заточуваних поверхонь свердла?
3. Як контролюється якість заточування свердла?
4. Як заміряти задній кут у свердла?
5. Які рухи здійснює свердло і абразивний круг при заточці?
6. Яка характеристика абразивних кругів, використовуваних при заточуванні свердла?
7. Які режими заточування свердла?

3 ПРАКТИЧНА РОБОТА №3 ЗАТОЧУВАННЯ ДОВБАЧА

Мета роботи

Освоїти методику заточування довбача, вивчити пристосування і устаткування для заточування.

Послідовність виконання практичної роботи

1. Ознайомитися з устаткуванням і конструкцією пристосування для заточування зуборізних довбачів.
2. Виконати розрахунок налаштування устаткування при заточуванні, настроїти пристосування і вибрати шліфувальний круг, режими різання.
3. Визначити максимально допустимий діаметр шліфувального круга при заточуванні довбача.
4. Заточити довбач, витримавши необхідний передній кут.

Прилади і устаткування

Універсально-заточний верстат мод. 3А64, пристосування для заточки довбача, зуборізний довбач, абразивний круг.

Загальні відомості про заточування довбача

Для отримання передніх кутів довбач заточується по конусу з кутом при основі γ .

Для стандартних довбачів, згідно з ГОСТом 9323-60, він приймається рівним 5° . Проте, в практиці заводів можуть використовуватися довбачи з переднім кутом більше 5° .

Бічні різальні кромки зуба утворюються в результаті перетини поверхні заточування (у даному випадку конічній поверхні) з бічними евольвентними поверхнями зуба.

В залежності від виробничих умів ця операція виконується на спеціальних заточних, внутрішньо шліфувальних,

універсально-заточних і плоскошліфувальних верстатах з круглим столом [1].

На універсально-заточному верстаті ЗА64 заточуваний довбач (рис. 3.1) встановлюється разом з оправкою в конічний отвір універсально-заточної голівки. Обертальний рух довбач отримує від електродвигуна через клиновидний ремінь і шківи. Заточка проводиться плоским прямим (тип 1) абразивним кругом; при цьому заточна голівка має бути повернена в горизонтальній площині на кут заточування довбача γ . Подовжня подача круга виконується уздовж твірної конуса передньої поверхні довбача.

Зменшення переднього кута при заточуванні погіршує умови зубонарізання, а збільшення його без відповідного коригування профілю зубів призводить до спотворення профілю нарізуваних зубчастих коліс.

У цілях збільшення терміну служби довбача заточування передньої поверхні робиться зі зняттям мінімального кулі. Доцільно після заточування доводити передню поверхню алмазними кругами.

Визначення діаметру круга при заточуванні довбачів

При заточуванні довбача циліндр шліфувального круга і конус передньої поверхні торкається один одного по твірним. Таке торкання можливе у тому випадку, якщо радіус шліфувального круга $R_{ш}$ менше радіусу кривизни R_k перерізу переднього конуса площиною шліфувального круга ab (мал. 3.2). Якщо ця умова не буде дотримана, то передня поверхня буде не конічною, а мати деяку увігнуту чашоподібну поверхню з криволінійною твірною в осьовому перерізі довбача. За наявності такої форми передньої поверхні профіль зуба буде піддаватиметься значним спотворенням, що у свою чергу, приведе до спотворення профілю зуба нарізованого колеса.

Завдання визначення максимально допустимого діаметру шліфувального круга для заточування довбачів зводиться до наступного:

– Визначити рівняння кривої, що отримується перетином конуса ОМН (рис. 3.2) з кутом при вершині 2ϕ площиною, перпендикулярною до твірної 0 і віддалене від вершини 0 на відстані l .

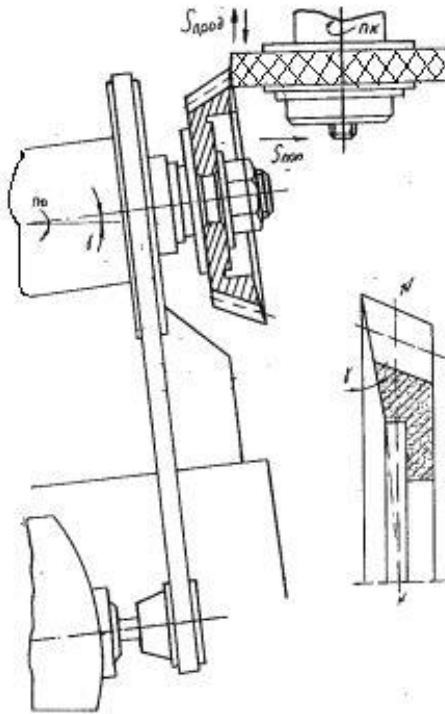


Рисунок 3.1 - Схема заточування довбача

– Знайти радіус кривизни R_k цієї кривої в точці A , для радіусу кривизни у вершині гіперболи A отримуємо:

$$R_a = \frac{b^2}{a} = k \times l = l \times \operatorname{tg} \varphi = l \times \operatorname{ctg} \gamma.$$

(3.1)

Детальніше математичне рішення див. в [2].

Тут величина l - відстань перерізу ab від вершини переднього конуса (рис. 3.2), береться для точки A , розташованою на радіусі

западин Rl , оскільки правильна конічна поверхня має бути забезпечена тільки на висоті зуба, а на неробочій ділянці передньої поверхні AB її форма байдужа.

Тому:

$$l = \frac{Di}{2 \times \cos \gamma}; \quad (3.2)$$

$$R_x = \frac{Di \times \operatorname{ctg} \gamma}{2 \times \cos \gamma} \quad \text{або} \quad D_x = \frac{Di}{\sin \gamma}$$

В таблиці дані максимально допустимі величини діаметрів шліфувальних кругів для довбачів із стандартними номінальними діаметрами 100, 75, 50 і 25 мм і з переднім кутом $\gamma = 5^\circ, 15^\circ, 20^\circ$. При цьому величина R_i бралася для найбільш сприятливого випадку - для довбача найбільшого модуля при цьому діаметрі.

Для знаходження проміжних значень максимального діаметра шліфувального круга користуються графіками (рис. 3.3.). З таблиці і графіку видно, що максимально допустимі діаметри шліфувальних кругів різко зменшуються зі зменшенням діаметру довбача і зі збільшенням переднього кута. Тому довбачі малих діаметрів не можна заточувати тими ж кругами, що і довбачі великих діаметрів, навіть при $\gamma = 5^\circ$.

Графік на рис. 3.3. може служити для практичного керівництва при виборі шліфувального круга для заточування довбачів.

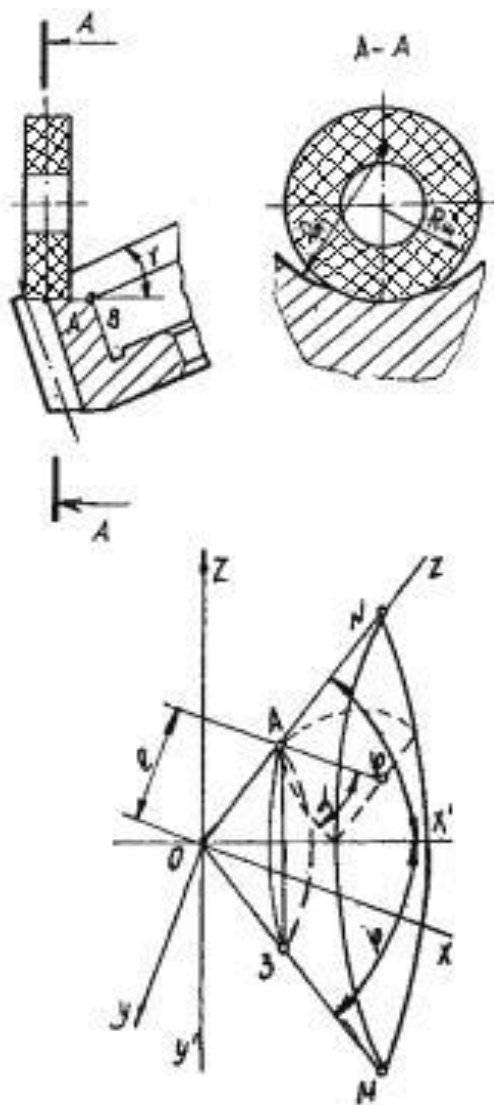


Рисунок 3.2 - Схема визначення максимально допустимого діаметру шліфувального круга для заточування довбачів

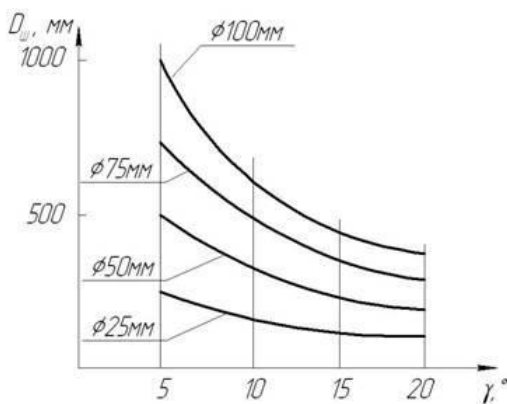


Рисунок 3.3 - Графіки визначення максимально допустимого діаметру шліфувального круга для заточування довбачів

Таблиця 3.1 - Максимальний діаметр шліфувального круга при заточуванні довбача

Зовнішній діаметр довбача (мм)	100			75			50			25		
Передній кут в градусах	5	15	20	5	15	20	5	15	20	5	15	20
Максимальний діаметр шліфувального круга	920	326	248	756	246	188	470	154	118	216	70	54

Вибір режимів заточування і характеристики абразивних кругів

Заточування довбачів розділяється на дві операції:

- попереднє заточування кругом 1 150x30x32 24A25-H(40-H) CM1 - C17K (круги більш високою твердістю застосовують при більш крупнозернистому абразивному матеріалі);
- остаточне заточування кругом 1 150x30x32 24A 10-H(12-H) CM1 - CM2KC або ельборовим кругом 1 A1 150 ×20 ×3 ×32 ЛР 10-Б1 50%.

Режими заточування: швидкість круга 25-35 м/с, подовжнє подача 2-4 м/хв., поперечна подача $0,04 \div 0,02$ мм/дв. хід, швидкість обертання довбача 20-25 м/хв.

Режими ельборового заточування: швидкість круга 25-30 м/с, подовжня подання 0,5-1,2 м/хв., поперечна подання 0,005-0,01 мм/дв. хід, окружна швидкість довбача 10-5 м/хв.

Контроль заточування довбача

Довбач виготовляється зі швидкорізальної сталі марки Р6М5 (ГОСТ 9323-79). Твердість різальної частини має бути HRC 63 - 66. Шорсткість поверхонь зубів - не нижче $R_a=0,4$ мкм.

Відхилення кутів, що допускаються, не повинні перевищувати:

- для довбачів класу точності АА для переднього кута ± 5 ;
- для довбачів класу точності А для переднього кута ± 8 ;
- для довбачів класу точності В для переднього кута ± 12 .

Передній кут довбача може бути виміряний оптичним кутоміром. Після остаточної обробки передня поверхня довбачів перевіряється на биття в центрах за допомогою індикатора. Відхилення що допускаються приведені в таблиці 3.2.

Контрольні питання

1. Які рухи здійснює заточуваний інструмент і абразивний круг?
2. Які характеристики абразивних кругів, використовуваних при заточуванні?
3. Які режими заточування?
4. Які розрахунки виконуються для заточування довбача?
5. Яке пристосування використовується при заточуванні?

Таблиця 3.2 - Контрольовані параметри довбача

Параметри що перевіряються	Клас точності довбачів	Номинальний діаметр довбачів	Модулі	
			св. 1 до 2,5	св. 2,5 до 10
Торцеве биття передньої поверхні в мкм, що визначається на ділільному колу чи близькому до нього концентричному колу (ГОСТ 9323-60)	АА	до 75	10	12,5
		75-125	12,5	16
		125-200	-	20
	А	до 75	16	20
		75-125	20	25
		125-200	-	32
	В	до 75	25	32
		75-125	32	40
		125-200	-	50

4 ПРАКТИЧНА РОБОТА №4 ЗАТОЧУВАННЯ ЧЕРВ'ЯЧНОЇ ФРЕЗИ

Мета роботи

Ознайомитися з методикою заточування черв'ячної фрези, приладами і устаткуванням вживаними при заточуванні черв'ячної фрези.

Порядок виконання роботи :

- а) ознайомитися з конструкцією пристосування для заточування черв'ячних фрез і прийомами роботи на верстаті;
- б) зробити розрахунки для установки фрези на верстаті;
- в) вибрати режими заточування і характеристику шліф. кругів;
- г) заточити черв'ячну фрезу:
 - 1) $m = 4,25$ мм, $D = 100$ мм;
 - 2) матеріал фрези - сталь P18 (HRC 62-66);
 - 3) кут підйому гвинтової лінії
 $w = 2^\circ 43'$; $tg 2^\circ 43' = 0,04755$;
 - 4) кут нахилу стружкових канавок
 $\tau = 2^\circ 43'$; $t_\alpha = 13,35$ мм; $\beta = 15^\circ$ (круга);
 - 5) передній кут зубів фрези $\gamma = 0$;
 - 6) кут робочого профілю круга $\beta = 15^\circ$.
- д) зробити контроль заточування:
 - 1) рівномірності окружного кроку;
 - 2) радіальності передньої поверхні зуба;
- е) ознайомитися з конструкцією і методами заточування інших видів зуборізного інструменту.

Устаткування, інструмент, прилади і пристосування, використані в цій роботі

1. Універсально-заточний верстат, модель ЗА64.
2. Пристосування для заточування черв'ячних фрез.

3. Прилад для контролю фрез типу КЗФ.
4. Черв'ячні фрези і інші види зуборізного інструменту.

Загальні відомості про заточування черв'ячної фрези

Черв'ячні фрези заточуються по передній поверхні зуба шліф. кругом тарілчастої форми.

Пристосування(мал. 4.1.) складається з передньої бабки 1, задньої бабки 2 і копірної лінійки 3. У корпусі передньої бабки 1 є шпиндель 4. У кінцеву частину отвору шпинделя вставляється центр, а на іншому кінці посаджені шестерня 5 і змінний ділильний диск 6.

Шестерня 5 зчіплюється з рейкою 7, на кінці якої встановлений повзун, що входить в паз лінійки 3. Лінійка 3 закріплена на диску 8, який сполучений з кронштейном 9. Лінійка 3 може бути повернена відносно осі диска кронштейна 9. Кут повороту відлічується за шкалою і фіксується гайкою 10.

Поворот лінійки(нахил її) робиться для отримання у заточуваній фрези необхідного кута нахилу стружкової канавки, причому встановлюваний кут ψ лінійки відмінний від кута τ нахилу канавки. Зв'язок між кутами ψ і τ виражається формулою:

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{2\Pi \times R_{\text{сп.шест.}}}{S}, \quad (4.1)$$

де ψ - кут нахилу лінійки;

S - крок стружкової канавки в мм.

$$R_{\text{сп.шест.}} = \frac{m \times Z_{\text{шест.}}}{2},$$

$$Z = 78 \quad m = 2.$$

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{t}{\pi D_{\varphi}}; \quad D_{\varphi} = \frac{m}{\operatorname{tg} \omega}; \quad \operatorname{tg} \tau = \frac{\pi D_{\varphi}}{S};$$

$$S = \frac{\pi D_{\varphi}}{\operatorname{tg} \omega}; \quad \operatorname{tg} \psi = \frac{2\pi R_{\text{ш.}}}{S} \quad (4.2)$$

Вибір режимів заточування і характеристики шліфувальних кругів робиться по рекомендаціях, приведених в таблиці 4.1

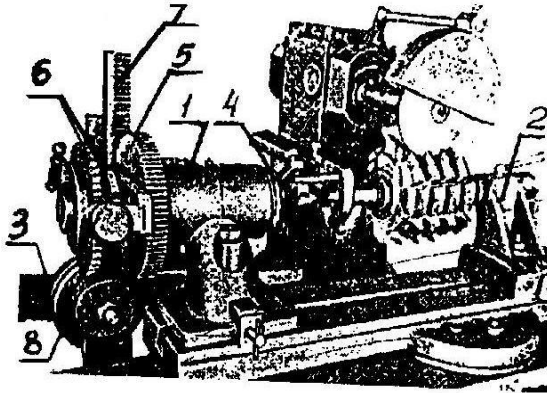


Рисунок 4.1 - Пристосування для заточування черв'ячних фрез

Заточування черв'ячної фрези робиться в наступному порядку:

1. Пристосування встановлюється на верстаті.
2. За шкалою диска лінійки встановлюється розрахована величина кута ψ .
3. На шпиндель шліфувальної голівки встановлюється шліф. круг тарілчастої форми з вибраною характеристикою.
4. Заточувана фреза з оправкою встановлюється в центрах пристосування.
5. Твірна конічний поверхні шліф. круга поєднується з центром оправки (при $\gamma = 0$) за допомогою шаблону та упорів (рис. 4.2).
6. Шліф. голівка обертається на кут τ нахилу стружкової канавки.
7. Шліф. круг встановлюється по висоті до торкання з дном стружкової канавки фрези і потім включається обертальний рух шпинделя шліф. голівки.
8. Переміщенням столу верстата в подовжньому напрямі робиться заточування фрези по першій канавці. Внаслідок нахилу лінійки 3, рейка 7 здійснює зворотно-поступальний рух у вертикальній площині, а шпиндель пристосування - обертальний рух, що забезпечує отримання на заточуваній фрезі гвинтової канавки.

9. Після заточування зубів, по першій канавці фрези обертається на один зуб для заточування зубів по наступній канавці і. т.д.

10. Робиться контроль точності виготовлення фрези (таблиця 4.2) і робиться висновок про придатність фрези.

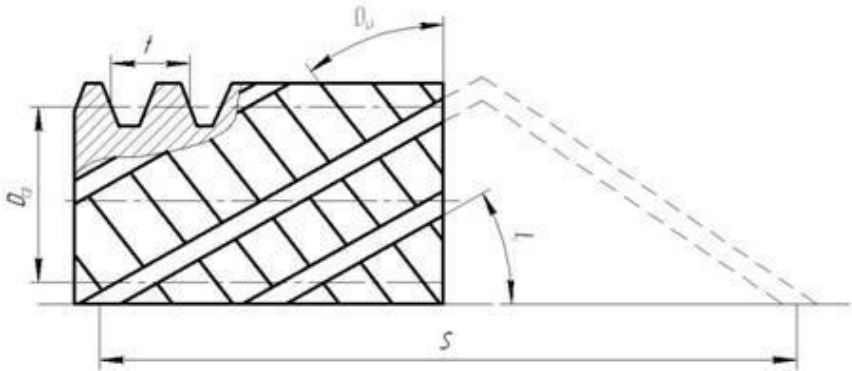


Рисунок 4.2 - Схема установки фрези на верстаті

Режими і вибір шліфувальних кругів при заточуванні черв'ячних фрез

Таблиця 4.1 - Характеристика абразивного інструменту і режими заточування

Матеріал інструменту	Характеристика заточування	Шліфувальний круг				Режими заточування		
		абразивний матеріал	зв'язка	зернистість	твердість	швидкість круга, м/с	подача на 1 подвійний хід, мм	повздовжня подача

Швидкоріжуча, вуглецева сталь	чорно - ва	електро - корунд	кераміч на	80-Н 50-Н	СМ1- С2	25-30	від 0,01- 0,03, у окремих випадках при заточуван ні дрібного інструме нт у до 0,025	
	чисто - ва	те ж	те ж	40-Н 25-П	СМ1- СМ2			
Твердий сплав	чорно - ва	алмазний круг (ГОСТ 16177-82) форми 12У5 150х13х3х32 АС2 50/200 Б2-100%				30	0,01-0,02	1-2 м/хв
	чисто - ва	алмазний круг(ГОСТ 16177-82) форми 12У5 150х13х3х32 АС4 80/63 Б2-50%				30-50	0,005-0,1	0,5-1 м/хв

Таблиця 4.2 - Відхилення, що допускаються, при виготовленні фрез не повинні перевищувати приведених в таблиці № 2 ГОСТ 932460 (мкм)

Параметри що перевіряються	Позначення	Клас точності	Модулі, мм						
			1-1,5	св. 1,5 до 2,5	св. 2,5 до 4	св. 4 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 16	св. 16 до 20
Найбільша різниця окружних кроків канавок в межах обороту (рис. 4.3, а)	$\Delta t_{\text{окр}}$	AA	20	25	32	40	50	-	-
		A	32	40	50	63	80	100	125
		B	50	63	80	100	125	160	200
		C	80	100	125	160	200	250	320
Відхилення від радіальною перерізу середньої поверхні убік тертя (рис. 4.3, в)	Δr	AA	25	32	40	50	63	-	-
		A	32	40	50	63	80	100	125
		B	50	63	80	100	125	160	200
		C	80	100	125	160	200	250	320

Накопичена по- грішність окруж- ного кроку канавок (рис. 4.3, б)	Δ $t_{окр\Sigma}$	AA	25	32	40	50	63	-	-
		A	40	50	63	80	100	125	160
		B	63	80	100	125	160	200	250
		C	100	125	160	200	250	320	400
Радіальне биття по зовнішньо- му діаметру (рис. 4.3, г)	Δa	AA	16	16	20	25	32	-	-
		A	20	25	32	40	50	63	80
		B	32	40	50	63	80	100	125
		C	50	63	80	100	125	160	200
Конусність по на- ружному діа- метру по довжині фрези (рис. 4.3, д)	Δk	AA	16	16	20	25	32	-	-
		A	25	25	32	40	50	63	80
		B	40	40	50	63	80	100	125
		C	63	63	80	100	125	160	200
Торцеве биття буртиків (рис. 4.3, е)	Δ	AA	4	4	4	5	5	-	-
		A	6	6	6	8	8	10	10
		B	10	10	10	12	12	16	16
		C	16	16	16	20	20	25	25

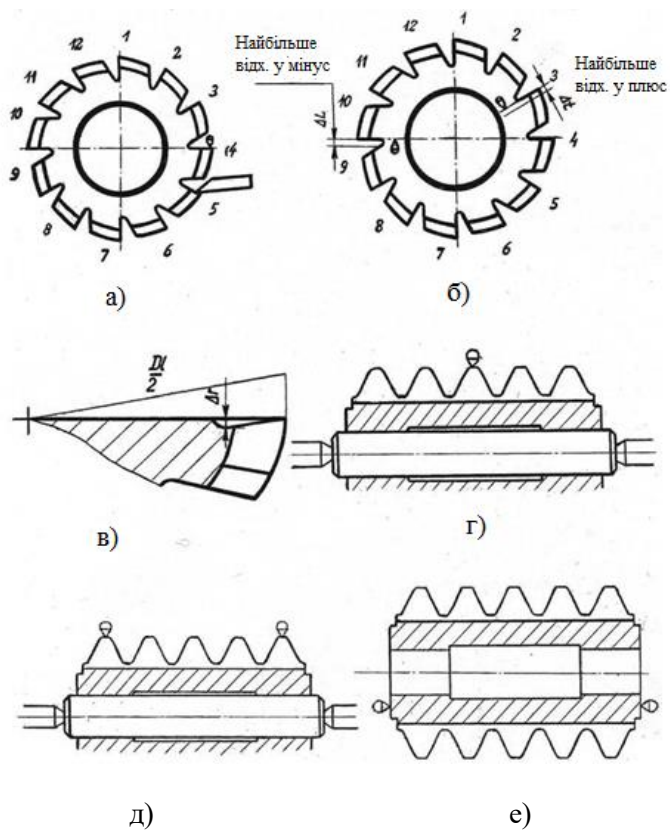


Рисунок 4.3 - Схеми контролю черв'ячної фрези

Контроль фрез після заточування:

а) перевірка найбільшої різниці окружного кроку (рис. 4.4)

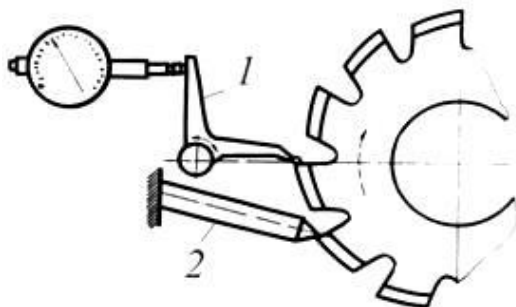


Рисунок 4.4 - Схема контролю рівномірності окружного кроку

Фреза встановлюється в центрах приладу КЗФ так, щоб меритель 1 розташовувався на зубі фрези. Фреза обертається від руки до тихий пір, поки передня грань зуба не займе горизонтальне положення (приблизно на рівні центрів). Постійний упор 2 підводиться до передньої грані, сусіднього зуба. Положення мерителя і постійного упору фіксується установним гвинтом. Індикатор мерителя повинний мати попереднє натягнення (1-2 обороти малої стрілки), а його стрілка має бути встановлена на "0". Так настраюється початкове положення при контролі. При відносному вимірі окружного кроку подальших зубів меритель з постійним упором виводять із зуба фрези за допомогою ручки. Фрезу повертають від руки на один зуб і поперечний супорт підводять до фрези до тихий пір, поки установний гвинт не торкнеться упорного гвинта, що забезпечує торкання мерителя і постійного упору зуба на тому ж колі радіусу R_x .

Виміряні відхилення контрольованих параметрів записуються і порівнюються з відхиленнями (таблиця 4.2), що допускаються.

б) перевірка радіальності передньої грані зуба фрези (рис. 4.5).

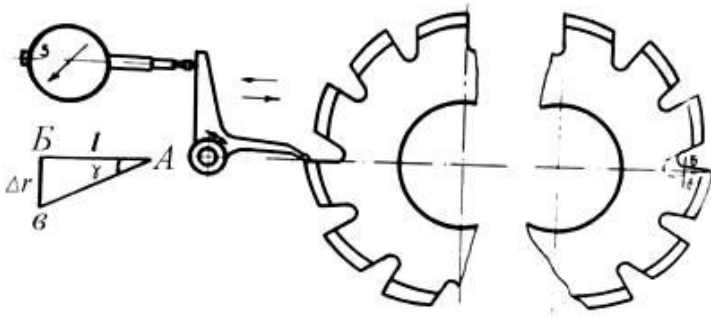


Рисунок 4.5 - Схема контролю радіальності передньої грані

При контролі радіальності передньої грані меритель встановлюють строго в горизонтальній площині (паралельно основі) і по лінії центрів спеціальним настановним шаблоном. Стрілку ставлять на "0". Схема виміру показана на рис. 4.4.

Ручкою поперечного супорта переміщують меритель в радіальному напрямі на задану довжину (10 мм) і фіксують падіння індикатора. Найвність кута γ визначається з формули:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\Delta r}{l} \quad (4.3)$$

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які поверхні заточуються у черв'ячної фрези?
2. Які рухи здійснюють заточуваний інструмент і абразивний круг?
3. Які характеристики абразивних кругів, використовуються при заточуванні?
4. Які режими заточування?
5. Які розрахунки виконуються для черв'ячної фрези?
6. Які пристосування використовуються для заточування черв'ячної фрези?

7. Які використовуються способи контролю заточування черв'ячної фрези?
8. Як визначити придатність фрези?

Основна література

1. Равська Н.С. та ін. Технологія інструментального виробництва. - Житомир, ЖІТІ, 2001. - 555с.
2. Скочко Є.В. Технологія інструментального виробництва. - Житомир, ЖІТІ, 1999.-154с.
3. Технологія інструментального виробництва: конспект лекцій /Укладач Л.М. Седінкін.- Суми: Вид-во СумДУ, 2010.-180 с.
4. Булига Ю. В. Основи інструментального виробництва : навчальний посібник / Ю. В. Булига, А. В. Слабкий – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 149 с.

Допоміжна

1. Кукляк М.Л. Металорізальні інструменти : навч. посіб. / М.Л. Кукляк, І.С. Афтаназів, І.І. Юрчишин. – Львів : вид-во НУ «Львівська політехніка», 2003. – 556 с.
2. Солодкий В.І., Плівак О.А. Основи проектування різального інструменту. – К.: КПІ.– 2021. – 178 с.
3. Швець С. В. Металорізальні інструменти : навчальний посібник / С. В. Швець. – Суми : Сумський державний університет. – 2019. – 272 с.