

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чернігівський національний технологічний університет

**КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ
РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт

для студентів за напрямом підготовки **6.050503 –**

«Машинобудування»

Затверджено
на засіданні кафедри ІТМ і А
протокол № ____ від ____.02.2015

Чернігів 2015

Комп'ютерне проектування різального інструменту. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів за напрямом підготовки 6.050503 – «Машинобудування» / Укл.: Рудик А.В., Венжега В.І. – Чернігів: ЧНТУ, 2015.– 70 с.

Укладачі:

Рудик Андрій Васильович, кандидат технічних наук, доцент

Венжега Володимир Іванович, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за випуск:

Кальченко Віталій Іванович, завідувач кафедри, доктор технічних наук, професор

Рецензент:

Пасов Геннадій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інтегрованих технологій машинобудування і автомобілів Чернігівського національного технологічного університету

Вступ

Виробництво та експлуатація різальних інструментів на сучасному рівні вимагає відповідної підготовки фахівців-інструментальників.

Дані методичні вказівки призначені для закріплення знань студентів по дисципліні «Комп'ютерне проектування різального інструменту», а також придбання практичних навичок по заточенню і контролю інструментів.

Для виконання лабораторних робіт студент повинен попередньо вивчити відповідні розділи курсу, ознайомитися з роботою устаткування і приладів, зробити потрібні розрахунки величин, встановити необхідні режими обробки. Необхідно точно сформулювати поставлену задачу, передбачуваний результат роботи, намітити шляхи виконання. Підготовленість студента перевіряє викладач шляхом попереднього опитування.

Перш ніж приступити до роботи на обладнанні, необхідно вивчити правила охорони праці, пройти інструктаж з техніки безпеки з відповідним оформленням, вивчити правила роботи на обладнанні і приладах.

При виконанні роботи слід вивчити конструкцію інструмента, скласти, якщо необхідно, ескіз з потрібними розрізами.

У роботах по заточенню різальних інструментів необхідно вказати характер і величину спрацювання інструмента, визначити найбільш раціональний шлях відновлення різальних властивостей, величини шарів, що зрізують, режими і характеристики шліфувальних кругів, установити метод контролю заточених поверхонь, вибрати прилади й інструменти, зробити виміри і зіставити результати з заданими параметрами.

При відхиленні останніх від заданих величин більше допустимих границь, знайти причини відхилення і зробити повторну обробку до забезпечення поставлених вимог.

У звітах про виконання роботи потрібно дати формулювання поставленої задачі, навести алгоритм її виконання, характеристику використовуваного устаткування і приладів, проведені розрахунки з необхідними схемами й ескізами, обґрунтувати вибір режимів обробки і інструментів, методи і результати контролю, зробити висновки.

Фактичні матеріали раціонально приводити у вигляді таблиць, графіків і діаграм. Роботу закінчують обґрунтованими висновками.

1 Лабораторна робота №1

Контроль якості виготовлення різального інструмента

Мета роботи: отримати теоретичні знання в області контролю якості різального інструмента; освоїти методику контролю лінійних і кутових розмірів та познайомитись з його видами.

Теоретичні відомості

Якість різального інструмента визначається дотриманням заданих лінійних і геометричних розмірів, параметрів шорсткості обробленої поверхні, стану поверхневого шару, механічних властивостей.

Інструмент перевіряють в ході контролю і періодичних випробувань, порівнюють з вимогами **стандарту 23726-79 Інструмент металлорежущий и дереворежущий. Приемка.**

На приймання інструмент пред'являть партіями, які складаються з одного типорозміру, та однієї марки інструментального матеріалу, виготовлений по одному технологічному процесу обробки.

При прийомці проводять контроль зовнішнього вигляду, розмірних параметрів, які характеризують шорсткість та розмірну точність поверхонь і якість виготовлення. Контроль термообробки досліджується після проходження попередніх етапів контролю інструмента. Періодичні випробування на працездатність проводять з інструментом, котрий пройшов прийомний контроль і можуть проводитись з порушенням цілості.

Відомі наступні види контролю.

А. Контроль **відповідності зовнішнього вигляду** вимогам стандартів повинен бути вибірковою, а для партії менш 280 шт. – суцільним. Дефекти зовнішнього виду інструмента ділять на критичні, значні та малозначні. Класифікація дефектів приведена в таблиці 1.1. Партія вважається такою, що не пройшла прийомний контроль, якщо кількість дефектних інструментів в виборці буде більше прийомного числа, приведенного в таблиці 1.2. Критичні дефекти не допустимі.

Б. Відповідно **розмірам і параметрам, які характеризують шорсткість поверхонь**, треба перевіряти партії, які пройшли контроль по зовнішньому вигляду. Контроль повинен бути вибірковою, а для партії менше 50 шт. – суцільним. Класифікація значних дефектів приведена в таблиці 1.3.

У випадку, коли порушення допустимих відхилень більше ніж приведені в таблиці 1.3, дефекти вважаються критичними (недопустимими). Кількість дефектних параметрів повинна відповідати приведеній в таблиці 1.4. Партія вважається такою, що не пройшла контроль, якщо число дефектних інструментів в виборці буде більш прийомного числа, приведенного в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 - Класи дефектів зовнішнього вигляду інструментів

Дефекти	Характеристика дефектів
Критичні	Відсутність конструктивних елементів (наприклад вставних ножів, заточення і т.п.), тріщини в містах зварювання, розрив шару припою більше 50% від загальної довжини по контуру пайки, відсутність маркування, невірне маркування і т.п.
Значні	Сколи, притуплення і припали на різальних кромках, забоїни, корозія та інші пошкодження на базових і робочих поверхнях, які дуже впливають на використання інструмента, видимий розрив шару припою в межах 10...50% загальної довжини по контуру пайки, відсутність захисних покриттів і т.п.
Малозначні	Нечітке маркування, яке не порушує працездатності інструмента; дефекти: забоїни, корозія та інші пошкодження поверхонь, напливи припою і т.п.

Таблиця 1.2 - Прийомні числа контролю відповідності по зовнішньому вигляду інструментів

Об'єм партії, шт.	Об'єм вибірки, шт.	Прийомні числа	
		Значні дефекти	Малозначні дефекти
281 – 500	80	2	7
501 – 1200	125	3	10
1201 – 3200	200	5	14
3201 – 10000	315	7	21
10001 - 35000	500	10	21

Таблиця 1.3 - Значення припустимих відхилень параметрів

Параметр	Похибки розмірів, % допуску	
	До 3 мм	Більше 3 мм
1	2	3
1 Поверхні інструменту для обробки отворів і шпонкових пазів (крім свердел загального призначення, розгортки з припуском під доводку і зенкерів під чорнове розвертування), різьбонарізних фрез, елементи профілю інструменту, який працює методом огинання.		
Діаметр робочої частини, розміри посадочних циліндричних отворів, елементів конічної поверхні хвостовиків та отворів (кут, непрямолінійність, неокруглість конуса), розміри, які впливають на взаємозамінність деталей збірних інструментів	50%	ГОСТ 8.051 – 73
Кутові розміри кінцевого інструмента діаметром робочої частини	100%	35%
2 Поверхні свердел загального призначення, розгортки з припуском під доводку, зенкерів під чорнове розгорткування		
Діаметр робочої частини, похибки форми і положення поверхонь, розміри циліндричних хвостовиків, елементи конічних хвостовиків, які не належать групі 1, розміри квадратів, поводків, лисок, посадочні розміри пазів під вставні ножі, розміри центрових отворів, шпонкових пазів, отворів і пазів кріплення і т.п.	50%	
Кутові розміри кінцевого інструмента	100%	35%
Шорсткість робочих поверхонь інструмента, не відновлюваних (непереточуваних) при експлуатації поверхонь елементів базування	40% допустимого значення	
3 Поверхні, які не увійшли до групи 2		
Головні і допоміжні кути, величини зворотної конусності, величини затилування, діаметр і стовщення серцевини, розміри сружколамних канавок та стружкових отворів, розміри стрічкоподібних поверхонь, які створюють різальні кромки і т.п.		
Для лінійних розмірів	50%	
Для кутових розмірів кінцевого інструмента з діаметром робочої частини	100%	30%
Шорсткість	60%	

Продовження таблиці 1.3

4 Розміри з не вказаними і великими допусками	
габаритні розміри, довжина робочої частини, діаметр та довжина шийок; розміри виточок, фасок; розміри, які впливають на взаємозамінність деталей складальних інструментів, і т.п.	Згідно технічних вимог

Таблиця 1.4 - Кількість дефектних параметрів по групах

Об'єм партії, шт.	Об'єм вибірки, шт.	Прийомне число			
		Група дефектних параметрів			
		1	2	3	4
51 – 90	13	0	0	1	1
91 – 150	20	0	1	1	2
151 - 280	32	1	1	2	2
281 – 500	50	1	2	3	5
1201 -3200	125	3	5	7	10
501 – 1200	80	2	5	5	7
3201 – 10000	200	5	7	10	14
10001 – 35000	315	7	10	14	21

В. На відповідність параметрів, що характеризують якість термообробки, вимогам стандартів слід перевіряти партії, які пройшли контроль по різним параметрам.

Контроль інструмента після термічної обробки передбачає:

зовнішній огляд з метою виявлення дефектів (100%);

визначення твердості робочої та хвостової частин інструмента (100%) простих форм з паралельними площинами на приладі Роквела, складної форми - свердла, розвертки, мітчики, зенкера та інші – тарированим напилком, яким можна встановити зміну твердості по всій довжині загартованої зони;

якість відпуску інструмента з швидкорізальної сталі на аустеніт;

мікроструктури інструмента, що працює у важких умовах різання – наприклад плашки, мітчики, фасонний інструмент;

перевірку деформацій стрижневого інструмента у центрах з використанням індикатору або між двома плитами для циліндричного. Нарізний інструмент перевіряють шаблоном, шагоміром, нарізним калібром.

Об'єм вибірки повинен порівнюватись з даними таблиці 1.5.

Якщо кількість інструментів в партії менша 20 шт., то при перевірці повинен використовуватись суцільний контроль, а перевірки, які потребують порушення цілісності інструмента, дозволено не проводити. Партія інструмента

не приймається, якщо кількість інструментів, які не відповідають вимогам стандарту, більше одного.

Таблиця 1.5 – Критичний об'єм вибірки з партії деталей

Параметри, що контролюються	Об'єм партії, шт.		
	20 – 500	501 – 1200	Більше 1200
	Об'єм вибірки, шт., не менш		
Параметри, при перевірці яких порушується цілісність інструмента	2	3	5
Параметри, при перевірці яких не порушується цілісність інструмента	1% партії, але не менш 5 і не більш 20 інструментів		

Г. **Випробуванням на працездатність** піддаються партії інструментів, які пройшли вищенаведений контроль. Об'єм вибірки повинен відповідати приведеному в таблиці 1.6. Різниця між стійкістю інструменту однієї партії не повинна відрізнятись більше ніж у 2 рази.

Таблиця 1.6 – Об'єми вибірок

Об'єм партії, шт.	Об'єм вибірки, шт., не менш
100 – 500	2
501 – 1200	3
1201 – 3200	4
Більш 3200	5

Партія вважається бракованою, якщо кількість інструментів, бракованих, більше або дорівнює двом.

Методи і способи контролю параметрів інструмента вибирають в залежності від точності, що вимагається, відповідно до рекомендацій в літературі [9;10] та ГОСТах.

На вказаних вимогах засновано методику контролю інструмента.

Обробка результатів багаторазових вимірювань

1. При статистичній обробці групи результатів спостереження необхідно виконати наступні операції.

1.1 Підрахувати середнє арифметичне результатів спостережень, яке приймається за результат вимірювання, по формулі

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}, \quad (1.1)$$

де X_i –результат спостереження; n – число спостережень.

1.2 Підрахувати оцінку середньоквадратичного відхилення результату вимірювання

$$S(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}. \quad (1.2)$$

1.3 Знайти довірчі границі випадкової похибки результату вимірювання

$$\varepsilon = t \cdot s(\bar{x}), \quad (1.3)$$

де t – коефіцієнт Стюдента, приймають по табл.1.7 в залежності від довірчої імовірності p і числа спостережень.

Таблиця 1.7 – Значення коефіцієнту Стюдента від кількості деталей N

N	3	4	5	6	7	8	9	15	20
$P=0,95$	3,128	2,776	2,571	2,447	2,306	2,262	2,228	2,145	2,086
$P=0,99$	2,776	4,604	4,032	3,707	3,355	3,250	3,169	2,977	2,845

Звичайно приймають довірчу випадковість $p=0,95$. Якщо вимірювання неможливо повторити, встановлюють $p=0,99$

1.4 Знайти границі похибки результату вимірювань Δ . Якщо знехтувати систематичними похибками, то $\Delta = \varepsilon$. Тоді довірчий інтервал

$$(\bar{x} - \Delta) \leq A \leq (\bar{x} + \Delta). \quad (1.4)$$

1.5 Оформити результати вимірювань в формі $\bar{x} \pm \Delta$.

Числове значення результату вимірювання повинно закінчуватись цифрою того ж розряду, що і значення похибки Δ . Похибку записують не менше чим з двома значимими цифрами.

Завдання самостійної підготовки

1. Вивчити теоретичні відомості.
2. Ознайомитись зі стандартами, що обумовлюють технічні умови на окремі види контролю інструмента (свердел, фрез, протяжок, мітчиків і т.п.), і рекомендаціями по вибору засобів контролю.
3. Продумати, як скористатися одержаними відомостями для розробки методики контролю визначеного виду інструменту.
4. Повторити з курсу ВСТІ матеріал про засоби лінійного і кутового вимірювання і їх використання.

Порядок проведення лабораторної роботи

Завдання 1 Для заданого інструмента і вказаного об'єму партії створити список параметрів, що контролюються. Визначити гранично допустимі відхилення параметрів і прийомні числа. Розробити план контролю, тобто послідовність виконання контрольних операцій зі уточненням допустимих відхилень параметрів.

Завдання 2 В відповідності з отриманим планом контролю вибрати методи і засоби контролю параметрів заданого різального інструмента. Виконати основні контрольні операції.

Обладнання, прилади, інструменти та документація: зразки або креслення інструментів; технологічні умови на виготовлення; засоби лінійних і кутових вимірювань.

Зміст звіту

1. Опис заданого об'єкта контролю з необхідними ескізами.
2. Розроблений план контролю.
3. Схеми контролю окремих параметрів і результати вимірювань.
4. Висновки по роботі.

Питання для самоперевірки

1. Що таке якісний інструмент? Види контролю.
2. Як класифікуються дефекти зовнішнього виду інструмента? У чому ці дефекти полягають?
3. Як вибирають гранично допустимі відхилення параметрів для лінійних і кутових розмірів?
4. Які дефекти вважаються критичними? При якій умові партія не приймається?
5. Приклади контролю окремих параметрів.
6. Навести статистичні параметри при багатократному обмірюванні інструменту.

2 Лабораторна робота №2

Розрахунок биття зубів торцевих фрез з багатограними пластинами твердого сплаву

Мета роботи: отримати теоретичних знань та практичних навичок розрахунків биття зубів та податливості модульних конструкцій фрез.

Теоретичні відомості

Торцеві фрези застосовують для обробки широких плоских поверхонь.

У порівнянні з циліндричними фрезами вони мають значний кут контакту, що приводить до рівномірності фрезерування та підвищення продуктивності при найменшій витраті енергії. Широко застосовують фрези з механічним кріпленням пластинок твердого сплаву, де корпус використовується в якості елемента, що не зношується. Механічне кріплення пластинок твердого сплаву дозволяє уникнути появи мікротріщин, які виникають при заточенні.

Для забезпечення заданої точності торцевої фрези в процесі її зборки і експлуатації необхідно призначити точність взаємного розташування основних поверхонь деталей, що досягається методом повної взаємозамінності. Процес зборки фрези проектують на основі технологічної схеми, в якій кожену деталь, позначають при визначенні найменування, кількості та позначення.

Зборку торцевої фрези треба виконувати так, щоб основні поверхні деталей займали необхідне взаємне розташування без додаткових підгонок та регулювань.

Цій умові відповідають наступні технічні вимоги.

1. Радіальне биття різальних кромek фрез, виміряне перпендикулярно до них, відносно посадочного отвору повинно бути не більше 0,08 мм.
2. Торцеве биття вершин різальних кромek фрези повинно бути не більше 0,12 мм, для двох сусідніх зубців орієнтовно у два рази менше.
3. Виступ різальної пластини за габарити опорної площини – 0,2...0,5 мм.
4. Відхилення від перпендикулярності опорного торця корпусу фрези до осі отвору повинна бути 0,03 мм (не більше).

Вказані вимоги можуть бути виконані, якщо точність деталей, що входять до виробу, буде відповідати наступним вимогам.

1. Параметри шорсткості поверхонь деталей фрези повинні бути:
 - посадочного отвору опорного торця корпусу, опорної поверхні державки під пластинку $R_a < 1,25 \mu\text{м}$;
 - опорних поверхонь пазів базових поверхонь державок, базової поверхні кільцевого паза на робочому торці корпусу, опорного торця кільця $R_a < 2,5 \mu\text{м}$;
 - інших поверхонь $R_z < 20 \mu\text{м}$;
2. Не вказані граничні відхилення розмірів: отворів – по Н7; валів – по h7; інших по js7.

Биття зубів відіграє важливу роль на процес різання металів, тому його потрібно розраховувати та контролювати згідно ГОСТів 22089–76, 26596–85, 24360 – 80.

Биття різальних кромок фрези у системі координат верстату розглядають як замикаючу ланку в складному розмірному ланцюзі, утвореному відхиленнями лінійних і кутових розмірів елементів допоміжного інструмента.

Застосування теоретико-ймовірнісних методів дозволяє розрахувати залежність биття інструмента від точності виготовлення допоміжного інструмента. Кутові похибки ланок (перекоси осей) і векторні похибки (паралельний зсув осей) елементів інструментальних блоків можна врахувати шляхом приведення перекосів осей до векторного виду в площині замикаючої ланки (биття різальної частини) через передавальні відношення. Значення биття $2e$ за рахунок перекосів осей для конічних та циліндричних з'єднань визначають по таблицях 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 – Биття $2e$ інструмента на вильоті 100 мм в залежності від точності виготовлення конусів, мкм

Конуси	Точність конусів							
	AT3	AT4	AT5	AT6	AT7	AT8	AT9	AT10
7:24	1	1,2	1,3	2,6	5	12	-	-
Морзе	-	-	9,5	10,5	15	18	20	24,5
1:5	-	-	8	9,0	10	12	13	17

Таблиця 2.2 - Значення биття e інструмента на вильоті 100 мм в залежності від точності виготовлення циліндричних з'єднань Ø34... 80 мм

Квалітет	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
e , мкм	1	1,6	3,2	4,3	6	12

Половина припустимого биття різальної частини інструмента як замикаючої ланки

$$\bar{e}_{\Sigma} = \frac{1}{K_{\Sigma}} \cdot \sqrt{\sum_1^n (e_i A_i K_i)^2}, \quad (2.1)$$

де n – кількість елементів інструментального блоку, що впливають на точність позиціонування;

A_i – передавальне відношення прийняте за скалярну величину в напрямку векторної величини биття e_i ;

K_{Σ} K_i – приведені коефіцієнти відносного розсіювання замикаючої та i -ої ланок допоміжного інструмента;

$$K_{\Sigma} = 1 + \frac{0.55}{\sum_i^n \bar{e}_i} \left[\sqrt{\sum_i^n (\bar{e}_i K_i)^2} - \sqrt{\sum_i^n e^2} \right]. \quad (2.2)$$

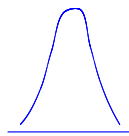
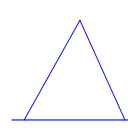
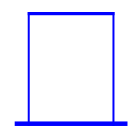
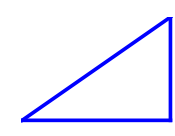
$$K_i = K_i^* \cdot K_i^{\Lambda} \quad (2.3)$$

Значення коефіцієнта відносного розсіювання K_i визначають з таблиць 2.3, 2.4.

Таблиця 2.3 – Коефіцієнт K_i^* відносного розсіювання приєднувальних поверхонь допоміжного інструмента

Вид обробки	Поверхня	K_i^*
Зовнішнє шліфування в центрах	Конус Морзе	1,17
	Конус 7:24	1,51
	Конус 1:5	1,37
	Циліндрична	1,09
Внутрішнє шліфування	Конус Морзе	1,17
	Конус 7:24	1,17
	Конус 1:5	1,21
	Циліндрична	1,09
Безцентрове шліфування	Конус Морзе	1,03

Таблиця 2.4 – Значення коефіцієнта K_i^{Λ} залежно від розподілу розсіювання

	Гауса	Сімпсона	Рівної імовірності	Рівномірно зростаючої (спадаючої) імовірності
Коефіцієнт				
K_i	1,0	1,22	1,73	1,41

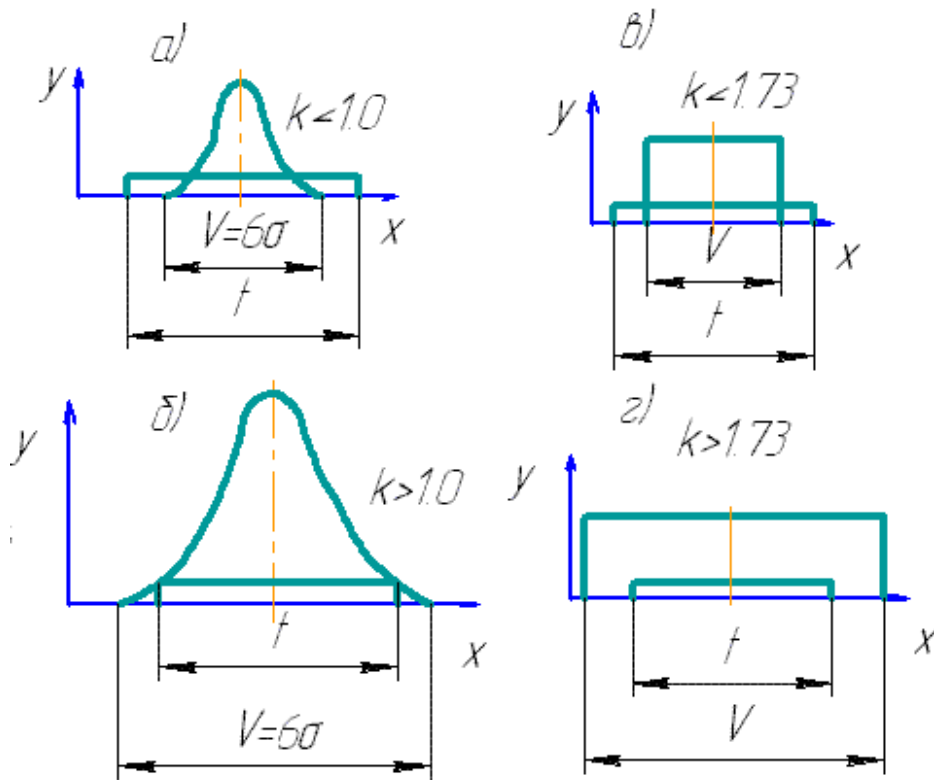


Рисунок 2.1 – Схеми вибору коефіцієнта відносного розсіювання K_i

Значення коефіцієнтів K_i^\wedge на практиці звичайно одержують дослідним шляхом після математичної обробки результатів виміру розмірів досить великої партії деталей.

В таблиці 2.4 показані деякі теоретичні закони розподілення вимірюваних розмірів й відповідні значення коефіцієнтів відносного розсіювання K_i^\wedge при різних співвідношеннях між зоною розсіювання V і допуском розміру t .

Так, наприклад, при розподілі за законом Гауса (рисунок 2.1, а, б), коефіцієнт $K_i^\wedge < 1$ при співвідношенні $t > v$ та $K_i^\wedge > 1$ при $t < v$. При розподілі за законом рівної імовірності (рисунок 2.1, в, г) коефіцієнт $K_i^\wedge < 1,73$ при $t > v$ та $K_i^\wedge > 1,73$ при $t < v$.

Для розрахунку величини передавального відношення A_i розглянемо декілька прикладів.

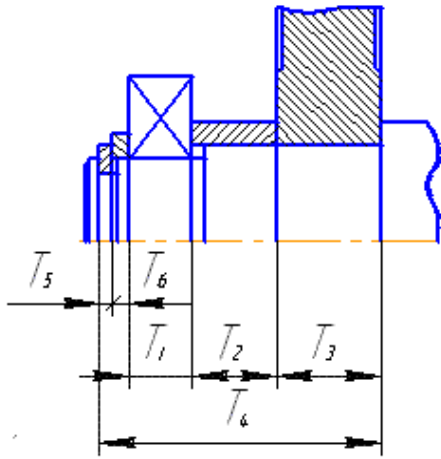


Рисунок 2.2 – Схема до прикладу 2.1

Приклад 2.1

Для розрахункової схеми (рисунок 2.2) розміри T_1 - T_3 та T_5 зменшують вихідну ланку T_6 , тому коефіцієнти:

$$A_1 = A_2 = A_3 = A_5 = -1;$$

а розмір T_4 її збільшує, тому $A_4 = 1$.

Таким чином, розміри (лінійні та кутові), які перебувають в одній групі з вихідним відносяться до тих, що зменшують та мають від'ємне значення передавального коефіцієнту.

Часто відхилення кутових розмірів задають у лінійних величинах, віднесених до певної умовної довжини. Позначимо через r_Σ умовну довжину сторони кута вихідного розміру, а r_i – фактичні довжини сторін кута кожного розміру. Тоді коефіцієнт $A_i = r_\Sigma / r_i$ має знак плюс для розмірів, що збільшують, і знак мінус для розмірів, що зменшують. На практиці умовну довжину, залежно від розмірів деталей приймають рівною 100, 200, 300 або 500 мм.

Для визначення знака коефіцієнта A_i вершину кута необхідно обов'язково задавати й фіксувати на розрахунковій схемі.

Приклад 2.2

На рисунку 2.3, наведена розрахункова схема валу, опори якого розташовані в окремих стійках. Тут вихідний розмір C_Σ – відстань від підстави до центра кінцевої ділянки валу; а розміри, що впливають: C_1 – висота сходи підстави; C_2 й C_3 – відстані від осі отвору до опорної поверхні відповідно правої й лівої стійки. Збільшення розміру C_1 збільшує вихідний розмір C_Σ і не приводить до повороту осі барабана, тому $A_1 = 1,0$. Зміна розміру C_2 при незмінному C_3 , як і зміна C_3 при незмінному C_2 , приводить до повороту осі барабана й відповідній зміні вихідного розміру C_Σ . Використовуючи відношення плечей важелів, одержимо $A_2 = (l_1 + l_2) / l_2$; $A_3 = -l_2 / l_1$.

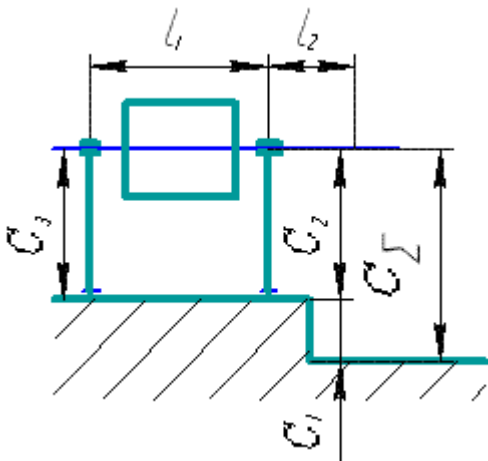


Рисунок 2.3– Схема до прикладу 2.2

Використовуючи відношення плечей важелів, одержимо $A_2 = (l_1 + l_2) / l_2$; $A_3 = -l_2 / l_1$.

Приклад 2.3

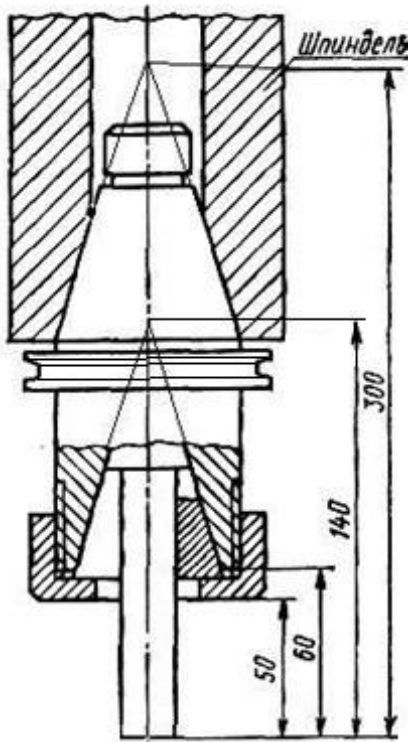


Рисунок 2.4 – Інструментальний блок з циліндричною оправкою

Розрахувати биття $2e$ циліндричної оправки (рисунок 2.4), закріпленої в цанговому патроні, встановленому в шпинделі верстата класу точності Н

При переході до наступного класу точності биття зменшується у 1,6 разів

(биття отвору 7:24 біля торця 0,008мм, при вильоті оправки зі шпинделю на довжині 300 мм – 0,01мм.)

Ступінь точності виготовлення конічних поверхонь 7:24 та 1:5 (цанга) АТ7. Биття конічного отвору 1:5 відносно конуса 7:24 на корпусі патрона 0,01мм (див. таблицю 2.1). Биття циліндричного отвору в цанзі відносно зовнішнього конуса 1:5 0,01мм (див. таблицю 2.2).

Дані для розрахунку доцільно звести в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Дані для

розрахунку биття оправки

Похибка	A_i	$e_{i, \text{мкм}}$	K_i	$A_i e_i K_i$	$(A_i e_i K_i)_2$
Шпиндельної оправки в шпинделі					
Кутова	$\frac{300}{300 - 140} = 1.88$	2,5	1,09		
Векторна	1	4	1,17		
Цангового патрону при установці в оправці					
Кутова	$\frac{140}{140 - 55} = 1.65$	2,5	1,51		
Векторна	1	5	1,21		
Циліндричної оправки в цанзі					
Кутова	1,2	5	1,37		
Векторна	1	5	1,09		
Примітка					

Підставляючи дані таблиці 2.5 у формули (2.1) і (2.2) одержимо $K_i = 1,06$; $e_{\gamma} = 12,7$ мкм, тобто биття оправки $2e = 25,4$ мкм. Отримані данні порівнюють з ГОСТами.

Визначення деформацій допоміжного інструменту

Допоміжний інструмент як елемент технологічної системи підлягає деформації двох видів: тіла деталей (вигин, скручування) та їх поверхонь у місцях з'єднання. Деформування першого виду протистоїть об'ємна жорсткість, а другого – контактна. Це два принципово різних види жорсткості, методи визначення яких також різні.

Об'ємну жорсткість (податливість) визначають виходячи з дії складових сил різання, геометричних розмірів і властивостей матеріалів, з яких виготовлений допоміжний інструмент.

Контактна жорсткість (податливість) в стиках також визначає деформування в місцях прикладання зусиль різання. Контактні деформації залежать від багатьох чинників: значення виду навантаження, значення та розподілу тисків, зазорів, точності обробки та розмірів спряжених поверхонь. Нахил в стиках деталей допоміжного інструменту викликає суттєві переміщення в точці прикладання сили, у ряді випадків вимірних і, навіть, більших, ніж прогин самих ріжучих інструментів на вільній довжині. Пружне контактне переміщення допоміжного інструменту і закріпленого в ньому різального під дією навантаження P , яке діє на деякому віддаленні від кінця стику,

$$Y = \delta_0 + \theta \cdot l, \quad (2.3)$$

де θ — кут повороту в стику, мкм/мм (1 мкм/мм = 0,001 рад), δ_0 — зміщення на краю стику в результаті контактної податливості, мм.

При гарній якості виготовлення приєднувальних поверхонь допоміжного інструменту величиною δ_0 у формулі (2.3) можна знехтувати і розраховувати переміщення тільки по куту повороту.

Дані про податливість (кутах повороту I , віднесених до навантажувальної моменту $M = P \cdot l_i$) різних з'єднань наведені у табл. 2.6 (конусність 7:24), табл. 2.7(циліндричне з'єднання), табл. 2.8 (конуси Морзе) і табл. 2.9 (цангове затискання).

Таблиця 2.6 – Податливість $\frac{\theta_1}{M}$, $(\text{кН}\cdot\text{м})^{-1}$, конусів конусністю 7 : 24

Конус	Точність виготовлення			
	АТ5	АТ6	АТ7	АТ8
40	0,00121	0,00133	0,00142	0,00191
50	0,00020	0,00027	0,00035	-----

Таблиця 2.7 – Податливість циліндричних з'єднань $\frac{\theta_2}{\text{м}}$, $(\text{кН}\cdot\text{м})^{-1}$

Діаметр з'єднання, мм	Зазор у з'єднанні, мм	У напрямку зусилля зтяжки гвинтів	Перпендикулярно зусиллю зтяжки гвинтів	Діаметр з'єднання, мм	Зазор у з'єднанні, мм	У напрямку сили зтяжки гвинтів	Перпендикулярно зусиллю зтяжки гвинтів
36	0,014	0,0032	0,0060	48	0,014	0,0010	0,0014
	0,037	0,0041	0,0079		0,026	0,0012	0,0032
					0,048	0,0016	0,0062

Таблиця 2.8 – Податливість конусів Морзе $\frac{\theta_3}{\text{м}}$, $(\text{кН}\cdot\text{м})^{-1}$

Конус	Виконання	Точність виконання		
		АТ7	АТ8	АТ9
Морзе 1	3 лапкою	0,2012	0,2097	0,2110
Морзе 2	3 різню	0,0433	0,0436	0,0462
	3 лапкою	0,0477	0,0476	0,0499
Морзе 3	3 різню	0,0118	0,0124	0,0136
	3 лапкою	0,0124	0,0141	0,0157
Морзе 4	3 різню	0,0034	0,0038	0,0046
	3 лапкою	0,0046'	0,0052	0,0055
Морзе 5	3 різню	—	0,00080	—
Морзе 6	3 різню		0,00027	

Таблиця 2.9 – Податливість цангового затискання $\frac{\theta_4}{\text{м}}$, $(\text{кН}\cdot\text{м})^{-1}$

Діаметр хвостовика, мм	Стик цанга — корпус патрона	Стик хвостовик інструмента — цанга — корпус патрона
40	0,0010	0,0026
20		0,0029
20	0,0019	0,0038
16		0,0040
12		0,0047
10		0,0046
6		0,0103

Приклад 2.4 Розрахувати переміщення розточувальний оправки, закріпленої у державці (рис. 2.5). Переміщення оправки визначаємо як сумарне в точці прикладання сили P з урахуванням контактної податливості у з'єднаннях інструменту. Переміщення

$$\delta_{\sigma} = P \sum_{i=1}^n \left[\frac{\left(\sum_{i=1}^n l_i \right)^3}{3EJ_i} + 10^{-3} \frac{\theta_i}{M} \left(\sum_{i=1}^n l_i \right)^2 \right] \quad (2.4)$$

де P – сила різання), Н; l_i — довжина i -го елемента допоміжного інструменту, мм;
 J_i — осевий момент перерізу i -го елемента, мм⁴, $J_1 = 0.05d_i^4$,
де d_i — діаметр i -го перерізу, мм; n — число елементів;
 E — модуль подовжньої пружності, $E = 2,1 \cdot 10^2$ ГПа;
 θ/M — податливість i -го з'єднання, (кН·м)⁻¹.

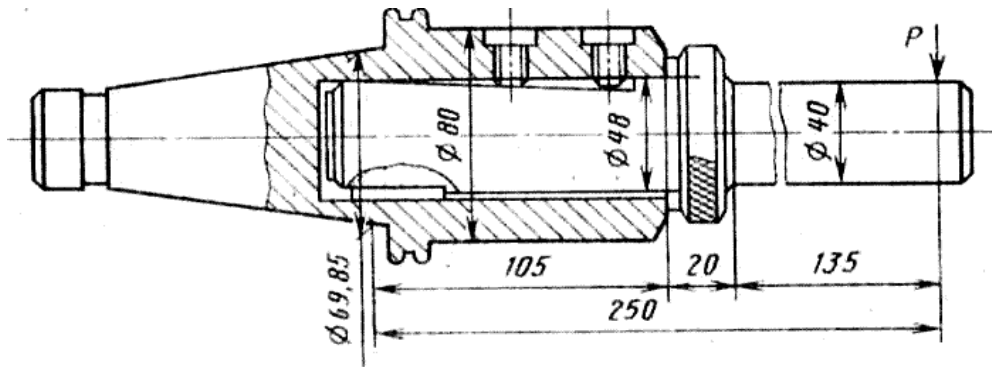


Рисунок 2.5 – Розточувальна оправка, закріплена в державці

Для компоновки, приведеної на рис. 2.5,

$$\delta_{\sigma} = \frac{P(l_1 + l_2)^3}{3EJ_1} + \frac{Pl_2^3}{3EJ_2} + P \frac{\theta_1}{M} (l_1 + l_2)^2 + P \frac{\theta_2}{M} l_2^2$$

де θ_1/M — податливість конусу 7/24 (табл. 2.6), (кН·м)⁻¹;
 θ_2/M – податливість в циліндричному з'єднанні (табл. 2.7), (кН·м)⁻¹.

Приймаємо, що точність виготовлення конусів конусністю 7/24 відповідає ступеню точності АТ7, а зазор у з'єднанні по циліндру відповідає посадці $H7/g6$, що складає не більше 0,041 мм. Підставляємо данні в формулу (2.4) при $P = 1$ кН, $l_1 = 106$ мм, $l_2 = 155$ мм, $D = 69,85$ мм, $d = 48$ мм, $d_1 = 40$ мм:

$$\delta_e = \frac{260^3}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,05 \cdot 69,85^4} + \frac{155^3}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,05 \cdot 40^4} + 0,00035 \cdot 10^{-3} \cdot 260^2 + 0,015 \cdot 10^{-3} \cdot 155^2$$

$$\delta_e = 0,0234 + 0,0462 + 0,0237 + 0,0360 = 0,1293$$

Відносне переміщення $\delta_e/P = 0,129$ мкм/кН.

Порівняння отриманого результату з даними о припустимому переміщенні показує, що цей варіант кріплення задовольняє вимогам до кріплення розточувальних оправок для напівчистої обробки. При кріплення розточувальних оправок для чистої обробки необхідно підвищити точність приєднувальних поверхонь конусів конусністю 7:24 до АТ4, циліндричних з'єднань — до посадки Н6/г5.

Іншим способом зменшення переміщення є суттєве зменшення вильоту l_2 , однак це призводить до скорочення області використання оправок.

Відхилення положення оправок, що виникають в процесах установки та різання, переміщення та знос можна автоматично компенсувати шляхом введення в конструкцію розточувальних оправок механізмів підналадки, які забезпечать переміщення різальної кромки по даних автоматичного вимірювального пристрою.

Основною вимогою до таких оправок є дотримання розміру гладкого отвору в полі допуску на протязі однієї-двох змін за рахунок декількох переміщень різальної кромки в сумі на 0,2–0,5 мм з точністю 0,001—0,0025 мм при кожному переміщенні.

Для зменшення числа інструментів при обробці отворів з малим відношенням довжини до діаметру на ГПМ необхідно використовувати керовані по програмі переналагоджувані розточувальні головки з ЧПУ.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями, механічним кріпленням пластин, їх конструктивними та геометричними параметрами, рекомендаціями для розробки процесу зборки торцевих фрез.
 2. Розрахувати биття торцевої фрези згідно варіанта.
 3. Продумати, які методи необхідно використовувати для отримання точності зборки торцевих фрез.
 4. Повторити відомості про контроль конструктивних та геометричних параметрів фрез.
 5. Відповісти на питання для самоперевірки.
 6. Вказати порядок розрахунку податливості інструменту.
- Початкові дані для розрахунку наведені на рисунку 2.6

Зміст звіту

1. Опис кріплення даної торцевої фрези з необхідними ескізами.
2. Розраховане биття торцевої фрези.
3. Порівняні результати розрахунку з ГОСТ 22089–76, ГОСТ 26596–85, ГОСТ 24360 – 80.
4. Висновки по роботі, що стосуються заходів по зменшенню радіального биття зубців фрези.

Контрольні запитання

1. Як визначити відстань до вершини конусу по його позначенню?
2. Які технічні вимоги висувають до положення пластин та їх биття?
3. Які вимоги до торцевих фрез необхідно знати при виборі розміру твердосплавних пластин до них?
4. В яких випадках застосовуються збірні кінцеві фрези?
5. Область використання дискових збірних фрез та їх різновид?
6. Переваги торцевих фрез з механічним кріпленням твердосплавних пластин.
7. Методи закріплення твердосплавних пластин. Основні недоліки напаяних пластин.
8. Від яких факторів залежить забезпечення заданої точності торцевих фрез?
9. Які пристосування для лінійних та кутових вимірювань використовують під час контролю торцевих фрез?
10. Вказати порядок розрахунку податливості інструменту та навести основні залежності

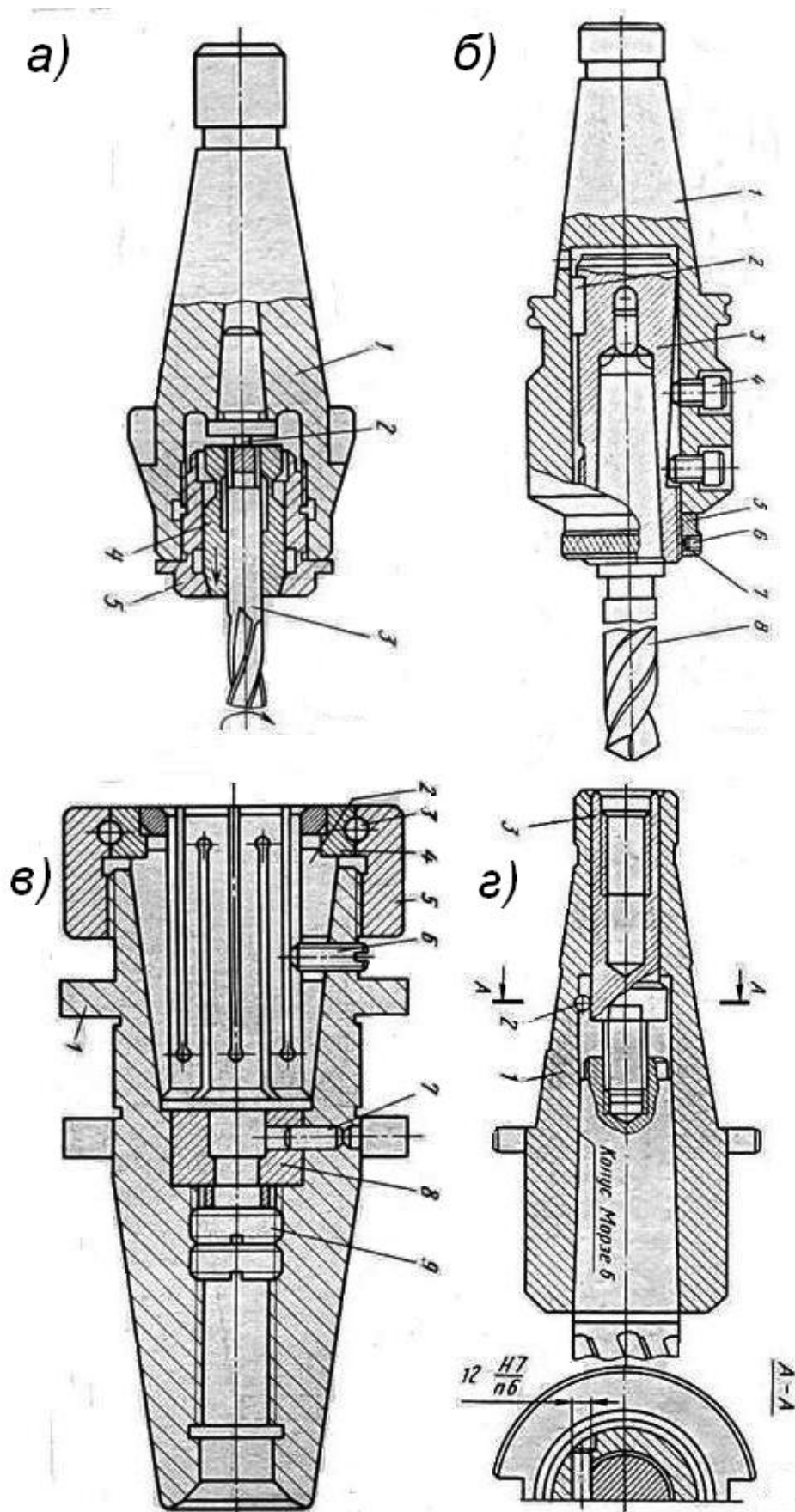


Рисунок 2.6 – Варіанти для розрахунку податливості допоміжного інструмента

3 Лабораторна робота №3

ЗАТОЧЕННЯ І ДОВЕДЕННЯ ФРЕЗ

Мета роботи – освоїти практичні навички по вимірюванню величини зносу циліндричних фрез, розрахунку кількості переточувань, вивчити і практично засвоїти технологію заточування.

Об'єкт дослідження, устаткування, прилади, інструмент

Фрези циліндричні зі швидкорізальної сталі з оправками для закріплення; універсально-заточувальний верстат; мікроскоп для вимірювання твердості по Бринелю МПБ-2; кутомір універсальний або накладний типу 2УРИ; штангенциркуль, штангенрейсмус, індикатор зі стійкою, лінійка.

Теоретичні відомості

При циліндричному фрезеруванні кожен зуб фрези зрізує тонкі і короткі стружки. Різання супроводжується великим тертям по задній поверхні. Тому, площадка зносу розташована на ній уздовж робочої ділянки леза зуба фрези, з часом збільшуючись по ширині від вхідної точки леза до кінцевої точки контакту з оброблюваною заготовкою (рисунки 3.1, 3.2).

Рациональна експлуатація фрез – комплекс організаційно-технічних заходів, упровадження яких сприяє збільшенню терміну їх служби, підвищенню продуктивності праці і якості обробленої поверхні при роботі на верстатах. Вивчення зносу фрез дозволяє вирішити ряд практичних задач: встановити припустиму величину зносу, при досягненні якої фрезу необхідно переточувати; визначити товщину шару інструментального матеріалу, що знімається при переточуваннях, і кількість переточувань фрези; розрахувати термін служби фрез і норму їхньої витрати.

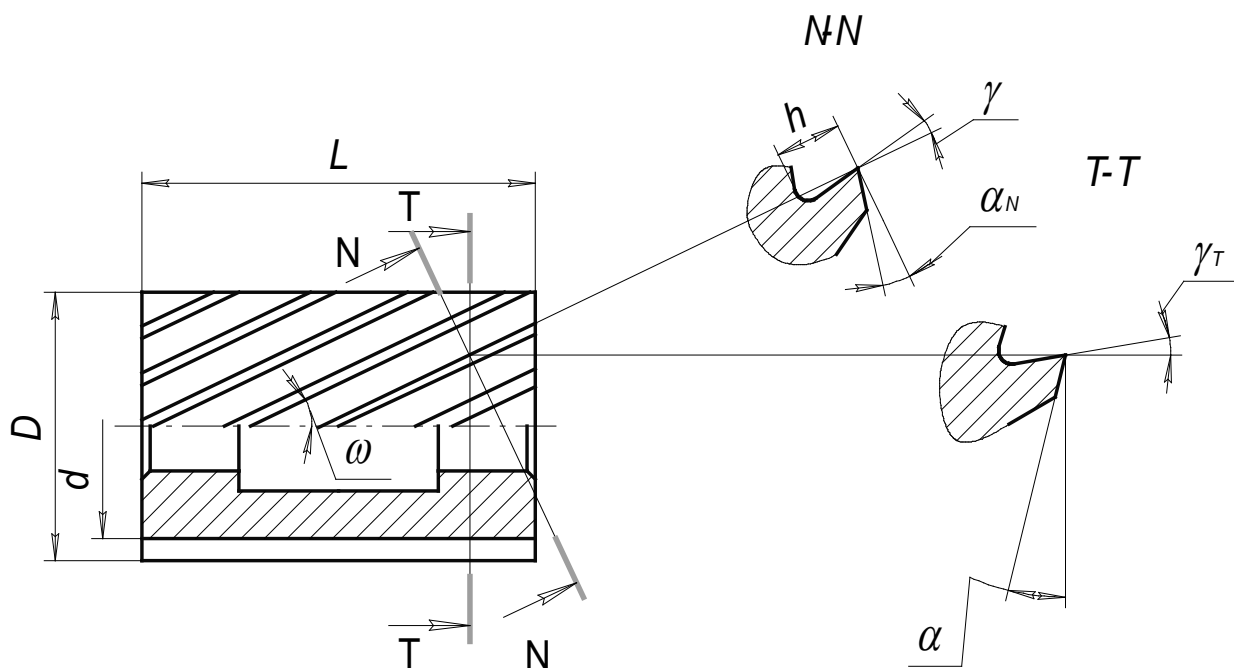


Рисунок 3.1 – Циліндрична фреза з гвинтовим зубом

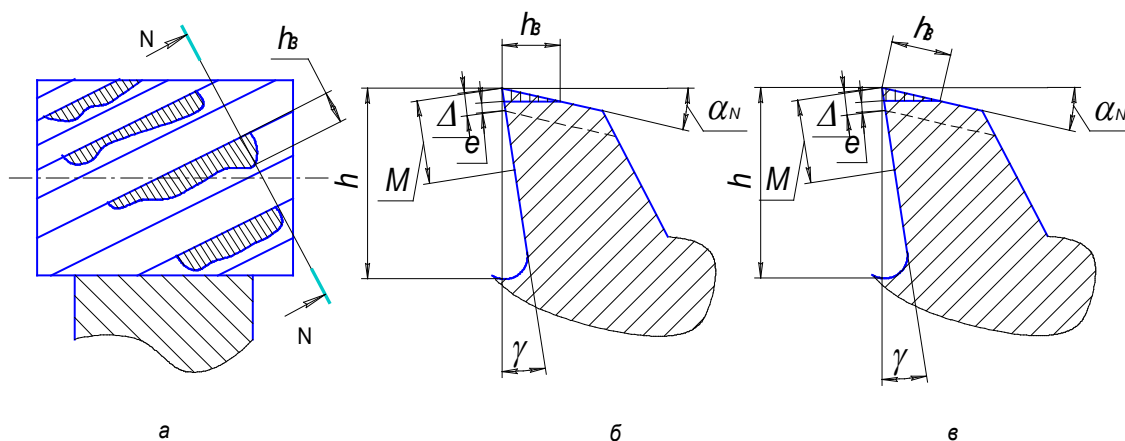


Рисунок 3.2 – Схема зносу зуба фрези

Правильно виконане заточення значно збільшує стійкість фрези; це забезпечує високу продуктивність праці при роботі на фрезерних верстатах і знижує витрату різального інструмента.

Товщина шару, яку необхідно зрізати при переточуванні (рисунок 3.2,б), мм:

$$\Delta = \frac{h_3 \cdot \sin \alpha_N}{\cos(\alpha_N + \gamma_N)} + e, \quad (3.1)$$

де h_3 – максимальна ширина площадки зносу по задній поверхні зуба, мм; α_N і γ_N – відповідно задній і передній кути в площині, що нормальна до леза зуба, град; e – товщина дефектного шару, що утворився в результаті зносу зуба фрези, $e = 0,05 - 0,08$ мм.

Кількість допустимих переточувань зуба фрези

$$n = \frac{M}{\Delta}, \quad (3.2)$$

де M - припустима величина сточування зуба фрези, мм,

$$M = \frac{0.45 \cdot h}{\cos \gamma}, \quad (3.3)$$

h - висота зуба фрези в радіальному напрямку, мм.

Загальний термін служби фрези, хв:

$$\sum T = n \cdot T, \quad (3.4)$$

де T - період стійкості фрези, хв., що відповідає даному зносу (таблиці 3.1, 3.2).

Норма витрати фрез на 1000 верстато-годин роботи

$$N = \frac{1000 \cdot 60}{\sum T} \cdot K_y, \quad (3.5)$$

де K_y - коефіцієнт випадкового збитку фрез через поломку, викришування зубів і т.п., $K_y = 1,11$.

Значення рекомендованих періодів стійкості циліндричних фрез, виготовлених із швидкорізальної сталі, наведені в таблиці 3.1, величин

допустимого зносу – у таблиці 3.2, геометричних параметрів – в таблиці 3.3, результати контролю параметрів в таблиці 3.4,

Таблиця 3.1 – Рекомендовані періоди стійкості циліндричних фрез

Діаметр фрези, ми	50	75	100	150
T хв.	100	170	280	400

Таблиця 3.2 – Величини допустимого зносу h_3 , мм

Характер обробки	Оброблюваний матеріал	
	сталь	чавун
чорнова	0,40 - 0,60	0,5 - 0,8
чистова	0,15 - 0,25	0,2 - 0,3

Таблиця 3.3 – Геометричні параметри фрез

Фрези	Кути фрез, град				
	α	ω	γ		
дрібнозубі $z > 1.75 \cdot \sqrt{D}$	16	20	Оброблюваний матеріал		
			сталь σ_B , МПа		
			<600	600-	>1
			20	15	10
крупно зубі $z < 1.75 \cdot \sqrt{D}$	12	30- 45	чавун сірий та ковкий, НВ		
			< 150	>150	
			15	10	

Заточенням фрез називають операцію шліфування передніх і задніх поверхонь зубів фрези. При виготовленні фрез проводять первинне заточення, яке необхідне для надання робочим поверхням необхідної геометричної форми і кутів нахилу, а також для одержання заданої величини шорсткості і гостроти різальних лез. Первинне заточення проводять у наступній послідовності: заточують передні поверхні, потім шліфують фрезу по зовнішній циліндричній поверхні, після чого заточують задні поверхні.

При експлуатації багаторазово повторюють операцію заточення (переточування) для відновлення різальних властивостей затуплених зубів фрез. Переточування роблять звичайно тільки по задній поверхні. В тих випадках, коли фреза має значну величину зносу робочих поверхонь, переточування її проводять за аналогією з первинним заточуванням.

Заточують (переточують) фрези на універсально-заточувальних верстатах. Фрезу закріплюють на оправці і встановлюють у центрах передньої і задньої бабок на столі верстата.

Заточення фрез з гвинтовим зубом по передній поверхні проводять конічною поверхнею шліфувального круга тарілчастої форми. При заточенні плоскою торцевою поверхнею відбувається зрізання зуба. Для сполучення твірної конічної поверхні круга з передньою поверхнею зуба фрези необхідно шліфувальну голівку повернути на кут θ і змістити круг від радіального положення на величину X (рисунк 3.3,а);

$$\theta \cong \omega \cdot \cos(\gamma_T + \delta) \quad (3.6)$$

$$X = 0.5 \cdot D \cdot \sin(\gamma + \delta) \cdot \cos \omega \quad (3.7)$$

де ω – кут нахилу різального леза зуба до осі фрези; γ – передній кут у головній січній площині зуба; γ_T – передній кут у торцевій площині; δ – кут між конічною і торцевою поверхнями шліфувального круга, град.

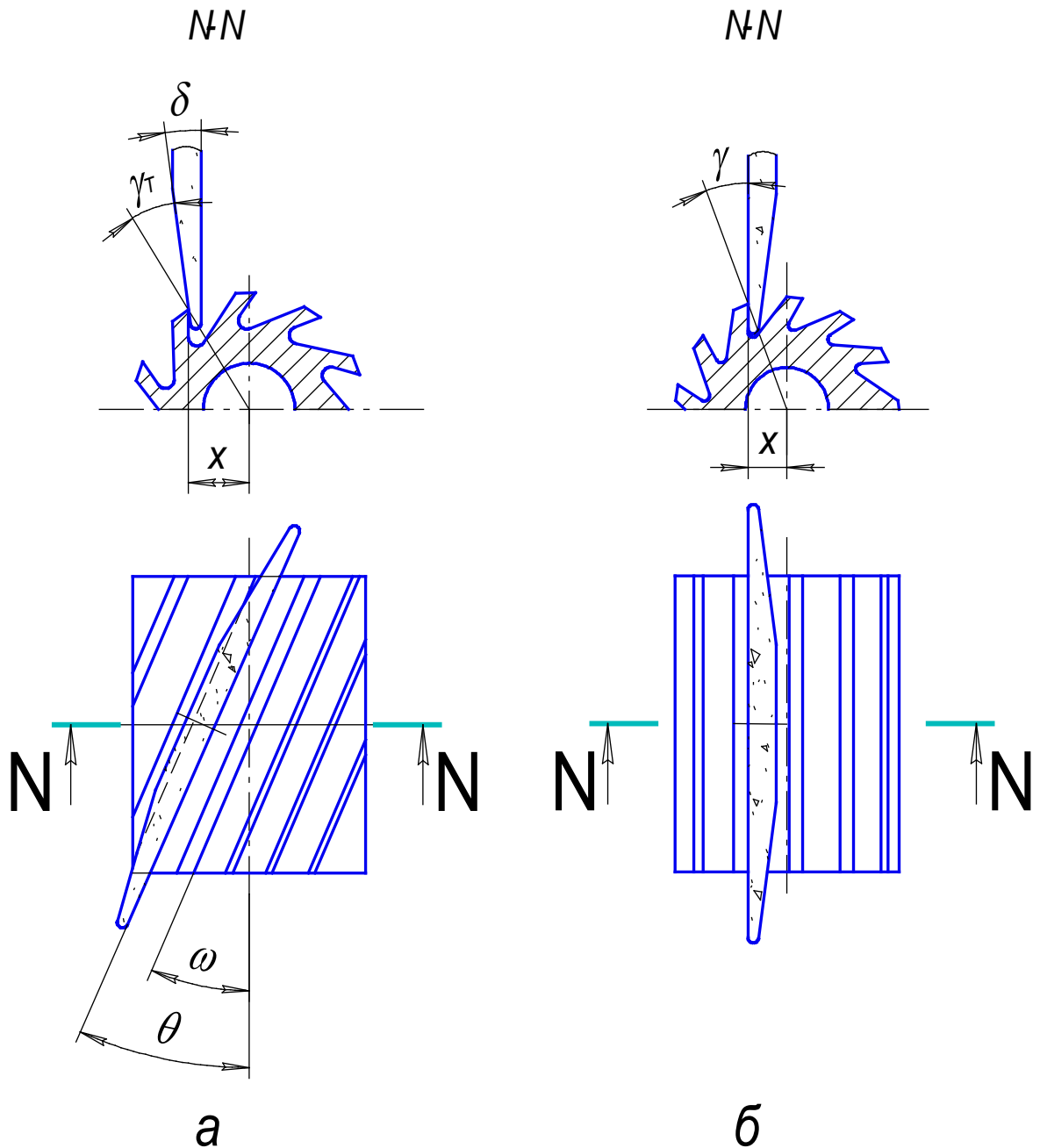


Рисунок 3.3 – Схема заточення фрез по передній поверхні

Фрези з прямим зубом заточують торцевою поверхнею шліфувального круга тарілчастої форми (рисунок 3.3,б). Величину зміщення круга від радіального розташування по відношенню до фрези розраховують по формулі

$$X = 0.5 \cdot D \cdot \sin \gamma. \quad (3.8)$$

Заточення фрез по задній поверхні із прямим і гвинтовим зубами проводять торцем шліфувального круга чашкової форми (рисунок. 3.3,б). Для одержання заданої величини заднього кута α , фрезу повертають на кут α навколо точки дотику зуба з упором. Опорне лезо упора розташовують нижче осі фрези на величину Y , воно торкається передньої поверхні зуба як найближче до різального леза (не далі 0,5 мм).

$$Y = 0.5 \cdot D \cdot \sin \alpha \quad (3.9)$$

При заточенні фрез із прямим зубом упор закріплюють на столі верстата і в процесі заточення переміщується разом із фрезою. Зуб, що заточується, притискається до упора вручну.

При заточенні фрез із гвинтовим зубом упор закріплюють на шліфувальній голівці верстата. Опорне лезо упора нахилиють під кутом ω до осі фрези. В процесі заточування фреза переміщується відносно упора. Тому упор в цьому випадку служить не тільки для установки фрези, але і для надання їй гвинтового руху. Шліфувальний круг при заточенні задньої поверхні повинен дотикатися до поверхні, що заточується, тільки однією стороною торцевої поверхні. Для цієї мети шліфувальну голівку повертають на кут 1-2° стосовно осі фрези (рисунок 3.4). Характеристика шліфувальних кругів, що рекомендуються, і режиму заточування приведені в таблиці 3.4.

При невірно вибраних режимах заточення і характеристиці шліфувального круга на поверхнях, що заточуються, відбувається припалювання, утворюються тріщини та інші дефекти в поверхневому шарі, а також відбувається зміна геометричної форми робочих поверхонь та різальних лез фрези в результаті відтиску шліфувального круга від поверхні, що заточується.

Доведення фрез

Доведенням називають остаточне чистове шліфування робочих поверхонь зуба фрези. Воно необхідне для усунення дефектного шару, що залишився після заточування, а також для зменшення радіуса закруглення лез, що ріжуть, і шорсткості робочих поверхонь зуба фрези. Доведення дозволяє усунути завали на поверхнях, що заточуються. Для доведення, як і для заточування, використовують універсально-заточувальні верстати, що мають величину биття шпинделя, яка не перевищує нормативних значень. Доведення роблять дрібнозернистими кругами з ельбору.

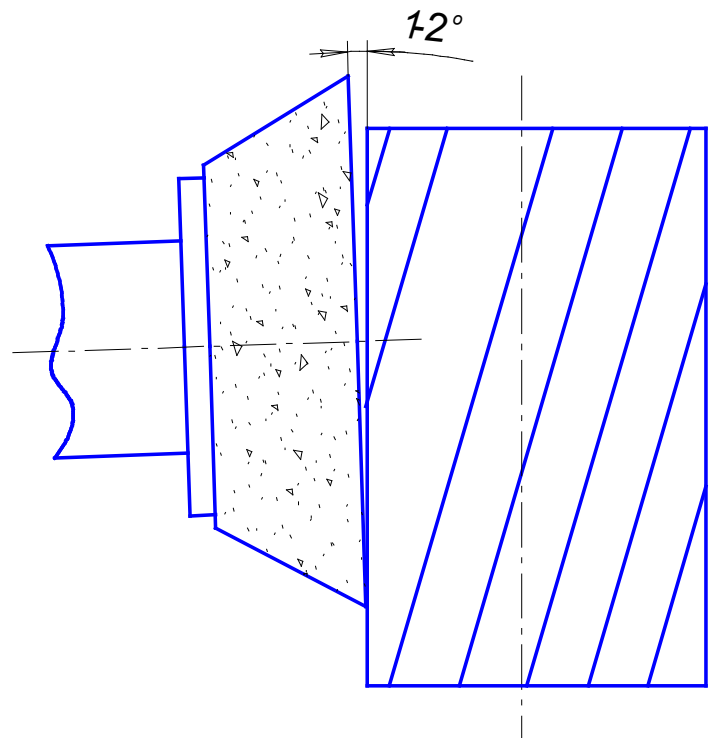
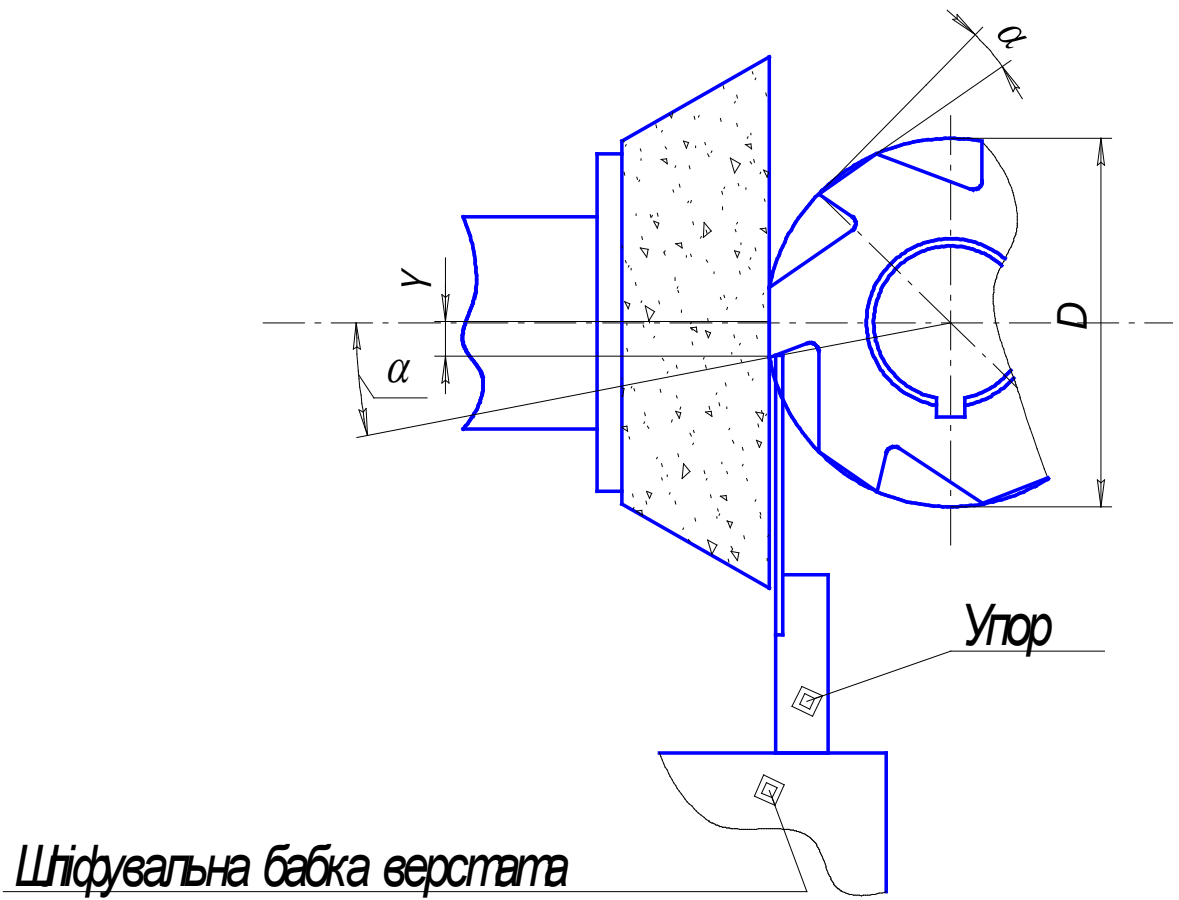


Рисунок 3.4 – Схема заточення фрез по задній поверхні

Таблиця 3.4- Характеристика кругів і режими доведення фрез

Матеріал фрези	Характеристика шліф. круга					Режим роботи		
	Марка абразиву	Зернистість	Зв'язка	Концентрація, %	Твердість	V м/с	t мм/д.х.	S м/хв.
Заточення фрез								
Швидкорізальна сталь нормальної теплостійкості Р6М5; Р9; Р12; Р18 і ін	24А, 25А	40-50	К2	-	СН1	15	0,03	1.0
Швидкорізальна сталь підвищеної теплостійкості Р9Ф2К5; Р14Ф4; ін.	Л	100/80-80/60	Б1	100	С1	25	0,04	1.5
Доведення фрез								
Усі марки швидкорізальної сталі	11	80/40-40/28	Б1	100	С1	20	0,005-0,01	0,5

Таблиця 3.5 - Результати контролю

Найменування параметра	Значення параметра	
	рекомендоване	виміряне
Величина зносу по задній поверхні зуба фрези h_z , мм		
Товщина шару, що знімається за одне переточування зуба фрези Δ , мм		
Кількість переточувань зуба фрези n		
Період стійкості фрези T , хв.	(по таблиці 3.1)	
Загальний термін служби фрези ΣT , хв		
Норма витрати фрез N , шт./верст.-год		

Таблиця 3.6 – Конструктивні розміри і геометричні параметри фрези та методи їх контролю

Параметри, що перевіряються	Позначення	Методи і засоби контролю
Діаметр зовнішній	D	При допуску більш 0,25 мм - вимір штангенциркулем, менш 0,25 – мікрометром
Діаметр посадкового отвору	D	Вимірювання штангенциркулем
Довжина	L	При допуску більше 0,5 мм - вимір масштабною лінійкою, більше 0,25 до 0,5 мм - штангенциркулем, менше 0,25 мм - мікрометром
Висота зуба в радіальному напрямку	H	Вимірювання масштабною лінійкою чи штангенциркулем
Кут нахилу різального леза зуба до осі фрези	ω	Вимірювання універсальним кутоміром чи по відбитку, отриманому шляхом прокачування фрези через копіювальний папір
Кути в площині перпендикулярній до осі фрези (торцева площина): передній	γ_T	Вимірювання мікроскопом за допомогою накладного кутоміра типу 2УРИ чи штангенрейсмасу
задній	α	
Кути в площині перпендикулярній до різального леза зуба фрези: передній	γ	Вимірювання накладним кутоміром типу 2УРИ чи розрахунком за формулами: $tg\gamma = tg\gamma_T \cdot \cos\omega$ $tg\alpha_N = \frac{tg\alpha}{\cos\omega}$
задній	α_N	
Максимальна ширина площадки зносу по задній поверхні зуба фрези	h_3	Вимірювання мікроскопом Бринеля, що встановлюється на задній поверхні зуба фрези (див. рисунок 5.1, б, в)

Варіанти технологічного процесу заточування і доведення фрез

В залежності від матеріалу фрези і товщини шару Δ , що зрізується за одне заточення, використовують наступні варіанти заточення і доведення:

- 1) $\Delta > 0,2$ мм, фрези зі швидкорізальної сталі нормальної теплостійкості - заточення кругами з електрокорунду і доведення кругами з ельбору;
- 2) $\Delta < 0,2$ мм, фрези зі швидкорізальної сталі підвищеної теплостійкості - заточення і доведення кругами з ельбору.

Контроль фрез

Якість заточування і доведення оцінюють:

- 1) дотриманням установлених допусків на геометричні параметри і конструктивні розміри фрез;
- 2) станом поверхневого шару на заточених поверхнях зубів фрези;
- 3) шорсткістю робочих поверхонь і різальних лез фрези.

Виконання пп. 1) залежить від стану заточувального верстата, пристосувань і точності їхнього настроювання, точності виготовлення посадкових отворів і заточувальних оправок.

Виконання пп. 2) і 3) залежить від правильного вибору варіанту заточування і доведення, характеристики шліфувальних кругів і режимів.

Допустимі границі відхилень параметрів циліндричних фрез по ГОСТ 3752-71, ГОСТ 1695-80 приведені в таблицях 3.5, 3.6.

Послідовність виконання роботи

- 1) Отримати фрезу і відомості про матеріал, оброблюваний нею.
- 2) Заміряти конструктивні розміри і геометричні параметри фрези за методикою таблиці 3.6.
- 3) Виконати робоче креслення фрези, використовуючи ГОСТ 3752-71 і довідкову літературу.
- 4) Вивчити характер і виміряти величину зносу, зіставити з допустимим, що рекомендується, занести до таблиці 3.5.
- 5) Зробити ескізи зношених поверхонь зуба, накреслити схему сточування шарів інструментального матеріалу при заточенні.
- 6) Розрахувати товщину шару, що знімається за одне переточування, кількість переточувань, загальний термін служби і норму витрати фрез, результати розрахунків занести до протоколу.
- 7) Розробити технологічний процес заточування і доведення фрези, вибрати характеристику шліфувальних кругів, призначити режими заточування і доведення.
- 8) Познайомитись з паспортними даними заточувального верстата.
- 9) Зробити необхідні розрахунки налагодження вузлів верстата для заточування фрези.
- 10) Виконати операцію заточування фрези по задній поверхні. Заточування по передній поверхні і доведення фрези виконувати тільки за вказівкою викладача.

Для заточення фрези по задній поверхні необхідно:

- а) закріпити шліфувальний круг на шпинделі заточувального верстата і повернути шліфувальну голівку верстата на $(1-2)^\circ$ стосовно осі центрів;
- б) встановити упор на шліфувальній голівці верстата (при заточенні фрез із гвинтовим зубом);
- в) встановити центровий шаблон і опускаючи чи піднімаючи голівку, встановити її вісь на рівні центрових бабок;
- г) встановити робочу поверхню упора на рівні центрів (підвести під шаблон);
- д) закріпити на столі верстата передню і задню центрові бабки в залежності від довжини оправки;
- е) закріпити фрезу на оправку і поставити в центри, повернути фрезу до дотику зуба з упором;
- ж) повернути опорне лезо упора на кут ω стосовно осі фрези - при заточуванні фрез із гвинтовим зубом;
- з) опустити упор на величину Y і притиснути фрезу до упора.

Включення верстата в операцію заточування фрези виконує лаборант.

Під час заточування забороняється стояти в площині обертання круга.

- і) провести контроль заточеної фрези за методикою таблиць 3.7 – 3.9. Дані контролю занести до протоколу.

Зміст звіту

Найменування та мета роботи.

Ескіз зношених робочих поверхонь зуба фрези зі схемою сточування шарів інструментального матеріалу. Необхідні формули і результати розрахунків.

Технологічний процес заточування і доведення, характеристики шліфувальних кругів і режиму різання; схема заточування.

Протокол контролю заточеної фрези.

Висновки по роботі.

Таблиця 3.7 - Методи і засоби контролю геометричних параметрів, конструктивних розмірів і якості заточування фрез

Параметри, що перевіряються	Позначення	Методи і засоби контролю
Радіальне биття зубів фрези по зовнішньому діаметру	δ	Вимірювання у центрах на столі заточувального верстата за допомогою індикатора. Різниця найбільшого і найменшого показів індикатора при повному повороті
Грубі дефекти, шорсткість заточених поверхонь і різальних лез	-	Зовнішнім оглядом за допомогою лупи чи мікроскопа, вимірювання шорсткості на профілограф-профілометрі
Кути на заточених зубах: передній задній	γ α	За методикою таблиці 4.4, пп. № 6, 7
Нециліндричність зовнішнього діаметра	ΔD	Вимір мікрометром зовнішнього діаметра поблизу від торців
Ширина циліндричної стрічки на задній поверхні вздовж різального леза	f	Вимірювання на мікроскопі чи з допомогою лупи Бринелю

Таблиця 3.8 – Допустимі границі відхилень параметрів циліндричних фрез по ГОСТ 3752-71, ГОСТ 1695-80

Найменування параметру		Позначення	Відхилення
Задній кут	$\leq 20^\circ$	$\Delta\alpha$,	+2
	$> 20^\circ$	град	+3
Передній кут	-	$\Delta\gamma$,	+2
Радіальне биття зубів по зовнішньому діаметру не повинно перевищувати	для суміжних	δ ,	0,03
	для протилежних	мм	0,06
Нециліндричність зовнішнього діаметра по довжині не повинно перевищувати:	≤ 50 мм	ΔD ,	0,02
	> 50 мм	мм	0,03
Шорсткість робочих поверхонь після	заточення	R_a ,	0,63 - 0,32
	доведення	мкм	0,32 - 0,16
Ширина циліндричної стрічки на задній поверхні вздовж різального леза		f ,	Не більше 0,06
		мм	

Таблиця 3.9 – Результати контролю

Найменування параметру		Позначення, одиниця	Значення параметра
Радіальне биття зубів фрези по зовнішньому діаметру	фактичне	Δ .мм	
	припустиме за ГОСТ		
Величина заднього кута	заданий	α ,град	
	отримана після заточування		
Відхилення заднього кута	фактичне	$\Delta\alpha$, град	
	припустиме за ГОСТ		
Нециліндричність зовнішнього діаметра фрези	фактична	ΔD , мм	
	припустима за ГОСТ		
Ширина циліндричної стрічки на задній поверхні зуба фрези вздовж різального леза	фактична	f.мм	
	припустима за ГОСТ		
Шорсткість робочих поверхонь .	після заточування	Ra, мкм	
	після доведення		
Наявність грубих дефектів на заточених поверхнях і лезах, причини їхнього виникнення			

Контрольні запитання

1. Що розуміють під терміном «раціональна експлуатація фрез»? Які висновки дозволяє зробити визначення зносу фрез? Який вид зносу є у фрез лімітованим?
2. Як впливає величина зносу фрези на кількість її переточувань?
3. Як розрахувати кількість переточувань, що допускаються зубом?
4. Як розрахувати термін служби фрези?
5. Послідовність виконання операцій при первинній заточуванні і наступних переточуваннях фрез.
6. Які форми шліфувальних кругів застосовують для заточування передніх і задніх поверхонь зубів фрези?
7. Як розташовується шліфувальний круг при заточуванні передньої і задньої поверхонь зуба фрези?
8. З яких абразивних матеріалів використовують шліфувальні круги для заточування і доведення фрез із швидкорізальної сталі?
9. Які параметри контролюють у фрез після заточування і які прилади для цього застосовують?
10. Як вибрати характеристику шліфувальних кругів,
11. Як призначити режими заточування і доведення

4 Лабораторна робота №4

Заточення протяжок

Мета роботи - вивчити і практично засвоїти конструкцію та основні елементи протяжок, технологію їх заточування.

Теоретичні відомості

4.1 Призначення і типи протяжок, їх конструктивні особливості

Протяжки є багатолезовими різальними інструментами, які використовують для обробки отворів, пазів і зовнішніх поверхонь з простим, або фасонним контуром. Леза протяжки послідовно збільшують свій розмір у напрямку швидкості головного руху. При різанні протяжки здійснюють лише один (звичайно поступальний, іноді обертальний) рух, швидкість якого є швидкістю різання. Рухи подачі відсутні, а зрізання шарів металу завтовшки S_z здійснюється за рахунок збільшення висоти або ширини наступного зуба протяжки щодо попереднього (рисунк 4.1, а).

Для виготовлення протяжок в основному застосовують інструментальні швидкорізальні сталі.

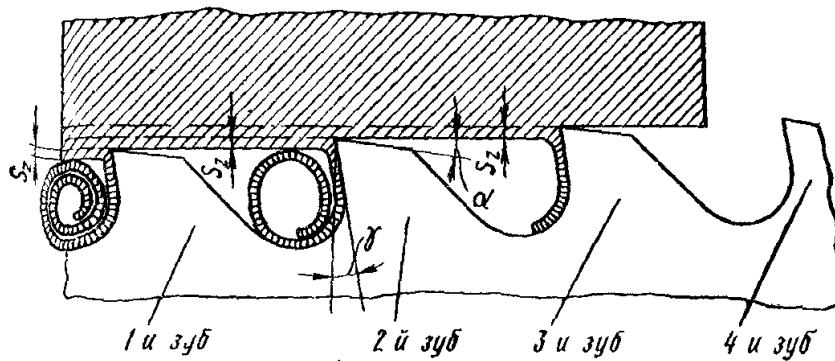


Рисунок 4.1 – Схема протягування

Якщо зрізання шарів здійснюють за рахунок перевищення висоти наступного зуба по відношенню до попереднього, то таку схему називають звичайною або одинарною. Якщо зуби протяжки розбиті на групи, в межах якої мають однакову висоту, але леза не простираються на весь периметр профілю і мають зсув по відношенню до попереднього зуба, то така схема різання називається груповою або прогресивною. В процесі різання стружка розміщується в западині між зубами, розміри якої повинні бути достатніми для повного розміщення стружки.

Протягування отворів різної конфігурації називається внутрішнім, а обробка зовнішніх поверхонь — зовнішнім.

Внутрішні протяжки призначені для протягування отворів: круглих; квадратних; шпонкових; шліцьових; фасонного профілю. Конструкція внутрішніх протяжок складається з хвостовика, призначеного для закріплення протяжки в патроні; шийки, яка з'єднує хвостовик з перехідним конусом; передньої напрямної частини для забезпечення центрування протяжки на початку різання; робочої і калібрувальної частин; задньої напрямної частини, призначеної для підтримки і центрування протяжки при виході з контакту останніх зубів; заднього хвостовика, призначеного для з'єднання протяжки з

патроном на верстатах для автоматичного протягування.

Передні кути у протяжок вимірюють в площині, нормальній до різальної кромки. Рекомендовані значення переднього кута (середня величина) залежать від оброблюваного матеріалу і виду зубів. Задні кути вимірюються в осьовій площині, що співпадає з напрямом переміщення протяжок в процесі роботи. Середні значення задніх кутів залежать від типу протяжки і виду її зубів (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Рекомендовані значення переднього і заднього кутів зубів протяжок, град

переднього			заднього			
Матеріал заготовки	О	Ч, К	Протягування	О	Ч	К
Сталь, жароміцні сплави	10-15	5	Круглі шліцьові	3	2	1
Чавуни	5-10		Шпони	3	2	2
Алюмінієві сплави	20	10	Зовнішні не регульовані	3-4	2	1-2
Латунь, бронза	5	5	Зовнішні регульовані		3-4	3-4
Титанові сплави	3-5					
Позначення зубів: О – обдирні; Ч – чистові; К – калібрувальні						

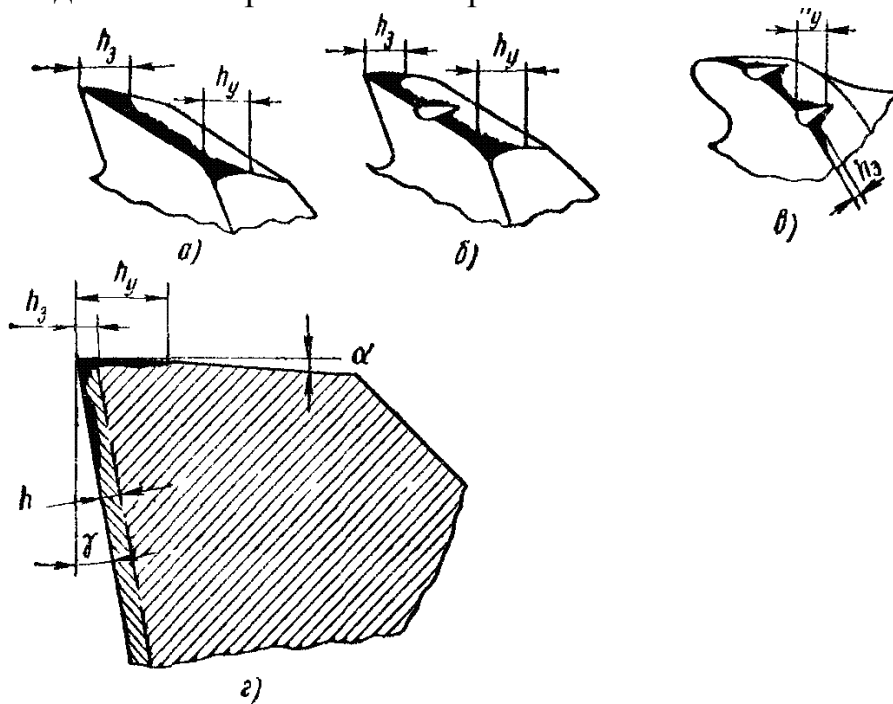
На калібрувальних зубах внутрішніх протяжок, для збереження розміру задній кут на стрічці шириною 0,2—1,2 мм рівний нулю або виконується в межах 0,5—1°. Ширина стрічки на калібрувальних зубах мінімальна (у першого зуба 0,2 мм), але поступово збільшується до останнього калібрувального зуба. Калібрувальні зуби не мають перевищення висоти (підйому) і не знімають стружку. У міру зносу їх шляхом переточування послідовно переводять в різальні. Для зменшення шорсткості і отримання високої точності, після калібрувальних зубів виконують декілька вигладжувальних.

Для забезпечення утворення стружки і її видалення із западини на різальних зубах протяжок вишліфовують стружкоділильні канавки при звичній схемі або викружки — при груповій схемі зрізання припуску. Кут між сторонами канавки приймають залежно від діаметру протяжки в межах 45—60°. Кількість канавок на круглих протяжках 0 10—80 мм вибирається від 6 до 36 шт. з таким розрахунком, щоб відстань між ними була не більш 5—7мм; ширина канавки 0,6—1,2 мм; глибина западини 0,4—0,8 мм, а радіус закруглює її дна 0,2—0,4 мм залежно від діаметру протяжки. Приблизно такі ж розміри канавок роблять на, шліцьових, прямокутних і плоских протяжках шпон. У круглих протяжок з груповою схемою різання для обробки отворів $\varnothing 10 \div 20$ мм роблять 6—14 викружок шириною $a = 4 \dots 9$ мм і радіусом $r 6 \div 22,5$ мм.

4.2 Знос протяжок і величина шару, що зрізується при переточуванні

Знос зубів протяжки відбувається по всіх поверхнях, які в процесі різання мають контакт з оброблюваною заготовкою і стружкою: по передній і задній поверхнях, по кутах стружкоділильних канавок і перехідних різальних кромках, по стрічці калібрувальних зубів (рис. 4.2, а—в). Граничним зносом є знос по задній поверхні h_3 , по кутах канавок h_y і округлення різальної кромки зуба (рис. 4.2, з).

Допустима величина зносу зубів по задній поверхні $h_3 = 0,1 \div 0,15$ мм, а по куточках стружкоділильних канавок $h_y = 0,2 \div 0,4$ мм. Наростання зносу по задній поверхні до вказаних меж відбувається пропорційно часу роботи. Округлення різальної кромки зубів відбувається нерівномірно — декілька інтенсивніші в початковий період і стабілізується в подальший період роботи. Надмірне округлення кромки викликає погіршення шорсткості поверхні, зміну розмірів і форми отворів, тому допустимі значення зносу по задній поверхні і округлення різальної кромки лімітуються в основному технологічними вимогами до якості обробленої поверхні.



а, б – шпонкові протяжки без стружкоподільних канавок та з ними;
 в – кругла протяжка ;
 з – зношення по передній й задній поверхням

Рисунок 4.2 – Схема зношення зубів протяжки

Різальні властивості зубів протяжки відновлюють шляхом переточування по передній поверхні, оскільки при цьому зменшення їх діаметру буде мінімальним. Проте навіть при малих значеннях задніх кутів на зубах протяжок діаметр зубів зменшується і величину шару, що зрізається, h (див. рис. 4.2, г) необхідно погоджувати з величиною допуску на діаметр протягуваного отвору. Звичайно величину h приймають рівною $h_3 + 0,05$ мм. Середні величини товщини шару, що зрізують за одне переточування

залежно від типу протяжок (мм), наступні:

круглі –	0,15—0,30;
шліцьові –	0,15—0,25;
шпонкові –	0,25—0,30;
профільні —	0,15—0,25;
комбіновані —	0,15—0,125.

Менші значення товщини відносяться до чистових протяжок, великі — до чорнових, які працюють в напружених умовах. Загальна величина шару, що планують на всі переточування — до 1,5 мм.

Зовнішні і шпонкові протяжки переточують по задніх поверхнях. У міру зменшення висоти зубів і об'єму канавок після трьох - п'яти переточувань необхідно заглиблювати западину зуба і виконувати заточування по передній поверхні.

4.3. Технологічний процес заточування і доведення протяжок

Технологічний процес і режими заточування протяжок повинні витримати необхідні геометричні параметри лез, їх розташування один щодо одного (під'їм на зуб), шорсткість робочих поверхонь лез, розміри радіусу округлення різальної кромки зубів, стрічки і фаски леза і стружкоділительних канавок.

Заточення круглих, шліцьових і плоских протяжок проводять на спеціальному заточувальному верстаті моделі 360М. Заточення проводиться послідовно в три операції:

- 1) заточення передньої поверхні;
- 2) шліфування спинки зуба;
- 3) заточення задньої поверхні.

Заточування *передньої поверхні* внутрішніх протяжок виконують конічною поверхнею круга тарілчастої форми (рис. 4.3). Оскільки передня поверхня внутрішніх протяжок є запалою конічною, то при позитивному передньому куті необхідно, щоб шліфувальний круг не підрізав краю зуба. Це можливо, якщо в нормальному перетині $A-A$ радіус кривизни опуклої поверхні круга буде менше радіусу кривизни увігнутої передньої поверхні протяжки.

Тому заточування передньої поверхні внутрішньої протяжки не може здійснюватися торцем круга. Більш того, діаметр шліфувального круга не повинен бути дуже великим – його величина повинна узгоджуватись із розмірами протяжки і кутом установки шпинделю заточувального верстату.

Для забезпечення заданого переднього кута радіус круга в перерізі площиною, перпендикулярною осі круга, повинен бути меншим радіуса кривизни передньої поверхні в тому ж перерізі. Ця умова може бути забезпечена підбором відповідного діаметра круга і кута його установки відносно осі протяжки. Розрахунок діаметра круга рекомендується робити по формулі:

$$D = \frac{D_1 \cdot \sin(\beta - \gamma)}{\sin \gamma}, \quad (4.1)$$

де D – діаметр круга, γ – передній кут,
 β – кут установки осі шпинделя круга,

D_1 - діаметр, на якому розташовані точки сполучення прямолінійних твірних передньої поверхні з радіусною западиною зуба;

$D_1 = 0.85 D$, де D – діаметр протяжки.

При заточенні протяжки по передній поверхні шліфувальний шпиндель нахилиється на кут $\beta = \varphi + \gamma$, де φ – кут нахилу твірної конічної поверхні шліфувального круга.

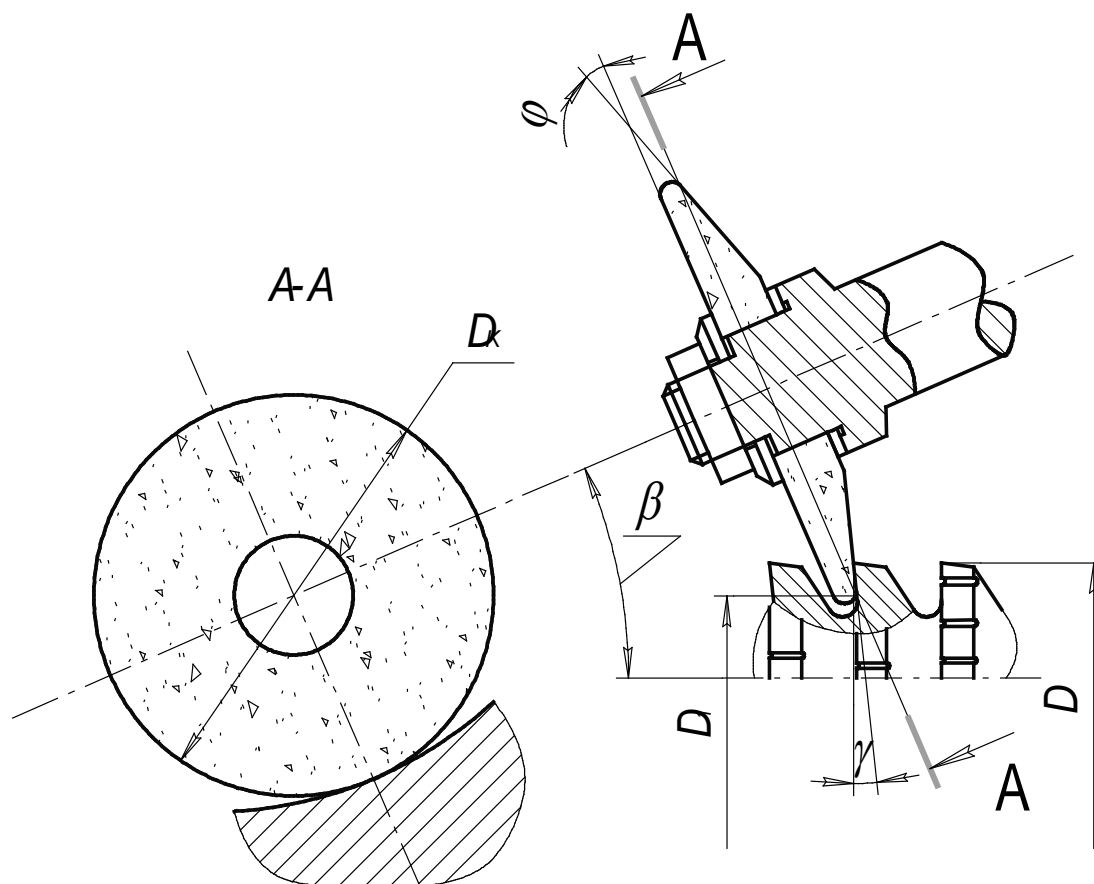


Рисунок 4.3 – Заточення передньої поверхні круглої протяжки

Після закріплення круга необхідного діаметру на верстаті виконують правку конічної поверхні круга і радіус його заокруглення алмазно-металевим олівцем або бруском з карбіду кремнію зеленого. Шпиндель круга при правці встановлюють під кутом $\beta - \gamma$ (рис. 4.3) щодо осі центрів передньої і задньої бабок верстату.

Для заточування протяжок з швидкорізальних і інструментальних сталей застосовують круги 24А на керамічній зв'язці зернистістю 16—25 і твердістю СМ1—СМ2. Окружна швидкість круга приймається рівною 20—25 м/с при заточуванні протяжок із сталі ХВГ і 18—20 м/с — для сталі Р6М4. При заточуванні внутрішніх протяжок окружна швидкість протяжки вибирається в межах 10 – 15 м/хв. Глибина шліфування за кожен прохід при заточуванні плоских зовнішніх протяжок не повинна перевищувати 0,02÷0,04 мм.

При заточуванні круглих протяжок разова подача на глибину шліфування не повинна перевищувати 0,03÷0,05 мм. Після зняття всього припуску, слід

дати час на виходжування до повного зникнення іскри. Контроль за повнотою зрізання затупленого шару здійснюють за допомогою вимірювань, або шляхом візуального спостереження за шириною зношеної блискучої стрічки на задній поверхні.

При заточуванні передньої поверхні протяжки круг вводять в западину до зіткнення з її дном і поступово переміщують до передньої поверхні. Це дозволяє одержати западину без уступу, який може перешкодити завиванню стружки.

На передній поверхні риски, які характеризують шорсткість, розташовуються по кільцю або у вигляді кілець, що перетинаються. При кільцевому розташуванні ризок отримують кращу чистоту поверхонь зубів і отвору, що протягується, ніж при пересічних ризках. Кільцеве розташування ризок може бути досягнуте при сполученні твірних конічної поверхні круга і передньої поверхні протяжки. Для цього вісь шліфувального круга повинна перетинати вісь протяжки.

Шліфування спинки зуба проводиться кругом, заправленим по радіусу сполучення спинки з основою зуба. Шпиндель шліфувального круга повертають на кут $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$. Тут φ_1 - кут спинки зуба, а φ_2 - кут нахилу твірної шліфувального круга.

Заточення зуба *по задній поверхні* на спеціальному заточувальному верстаті проводяться торцем чашкового круга. Шліфувальна голівка повертається на величину заднього кута. Заточення зуба по задній поверхні може проводитися методом врізання на універсальному круглошліфувальному верстаті поворотом столу на величину заднього кута протяжки.

Заточення *плоских протяжок* проводять по передній і задній поверхні на заточувальному верстаті. В окремих випадках заточення може проводитись на плоскошліфувальному чи універсально-заточувальному верстаті. При заточенні передньої поверхні застосовують круг тарілчастої форми, заправлений по радіусу основи канавки. Діаметр круга не має значення, як при заточенні круглих протяжок. Подачу здійснюють паралельно передній поверхні при поперечному зворотно-поступальному переміщенні шліфувальної голівки. Заточення протяжок по задній поверхні проводиться чашковим кругом, нахиленим на величину заднього кута зуба.

Заточення спинки зуба протяжки може проводитись окремо чи разом з заточенням передньої поверхні. При суміщенні заточення передньої поверхні і спинки шліфувальний круг повинен бути заправлений за формою западини зуба.

Заточення протяжок з нахиленим зубом проводять при суміщенні передньої поверхні з напрямком подачі шліфувального круга, для чого протяжка встановлюється під кутом $\beta = 90^\circ - \omega$, де (ω - кут нахилу зубів).

Плоскі протяжки перед заточенням закріплюють у спеціальному пристосуванні, встановлюваному на столі верстата, в тисках або на магнітній плиті.

Шліфування канавок виконують методом врізання периферією круга. Вісь круга повинна мати необхідний зсув K щодо передньої поверхні (рис. 4.4, а) для

утворення задніх кутів на допоміжних кромках остружкоділильних канавок. Якщо величина зсуву K буде недостатньою (рис. 4.4,б), то при заточуванні можуть бути одержані дуже малі або навіть негативні задні кути, які викликають надмірно великий знос куточків. Обробку стружкоділильних канавок необхідно проводити навколо з належним профілем на периферії (рис. 4.4, в) і виконувати дуже обережно, оскільки можна пошкодити кромку наступного зуба. Не можна шліфувати канавки з великими поперечними подачами, оскільки це викличе місцеві припали на зуби, різке зниження твердості на куточках.

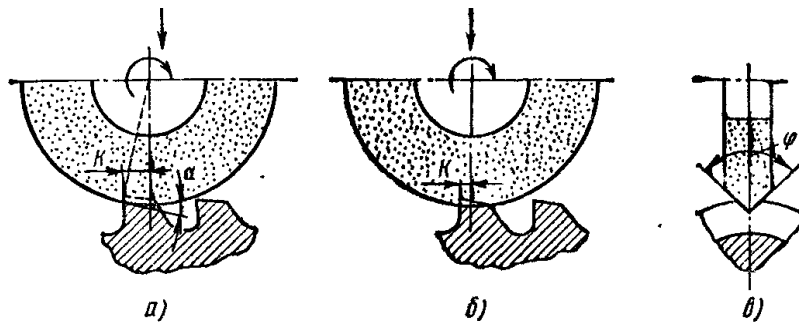


Рисунок 4.4 – Наладка верстату для шліфування остружкоділильних канавок

У протяжках групового різання розділення стружки здійснюється широкими викружками розмірами a і R (рис. 4.5, а), які можуть зрізати кругами з циліндричною (рис. 4.5, б) або конічною (рис. 4.5, в) робочою поверхнею. У першому випадку шліфування здійснюють з подовжньою подачею столу, а необхідні задні кути на допоміжних різальних кромках забезпечуються належним нахилом осі протяжки (рис. 4.5,б). У другому випадку твірна конуса складає з віссю протяжки кут $\delta_1 = 4 \dots 6^\circ$ (рис. 4.5, в).

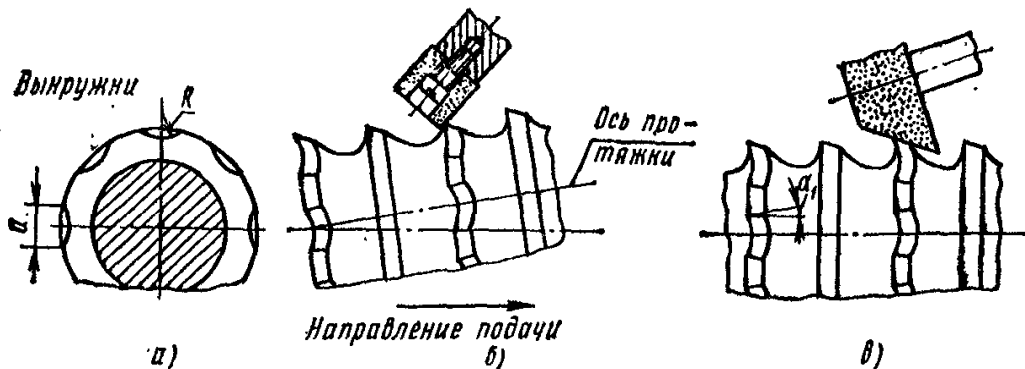


Рисунок 4.5 – Розташування круга під час шліфування викружок на протяжках групової схеми різання

Доведення протяжок здійснюють звичайно по задніх поверхнях пастами, або дрібнозернистими кругами на бакелітовій зв'язці (зернистість—10, твердість — С2). На деяких заводах доведення круглих протяжок виконують на токарному верстаті із спеціальним пристосуванням, яке забезпечує обертання доводочного круга (2500—3000 об/хв) і його швидко поворотно-поступальне

переміщення (осциляцію) уздовж задньої поверхні твірної (300 дв.ходів/хв). Амплітуда коливань притиру повинна регулюватися. У одному з пристосувань це здійснено за допомогою змінних ексцентриків, що забезпечують хід 0,5; 1; 3; 4 і 5 мм. Діаметр притиру вибирають таким, щоб при коливальних рухах шпинделя притир не зачіпав сусідніх зубів. Іноді приймають діаметр притиру менше, ніж крок між зубами у протяжки, що доводиться.

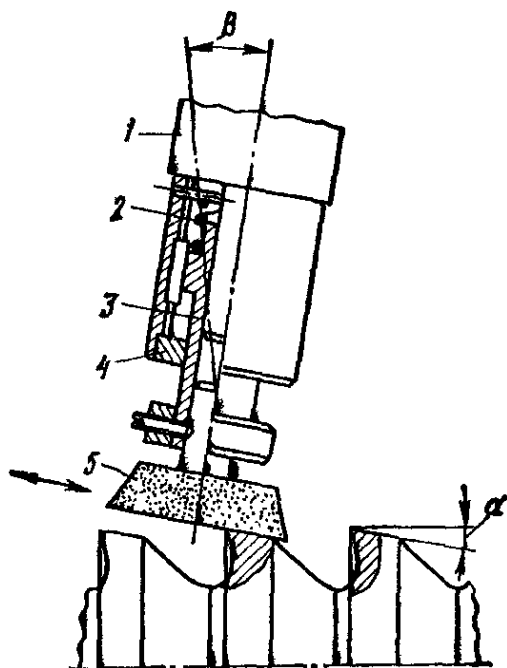


Рисунок 4.6 – Пристосування для доведення задньої поверхні

Доводочна головка пристосування (рис. 4.6) має підпружинений шпиндель, що дозволяє здійснювати доведення з нормованою нормальною силою, звично рівною 10-20 Н; і складається з корпусу 1, пружини 2, гільзи 3, обмежувального кільця 4 і притиру 5. Кут ρ нахилу доводочного шпинделя повинен бути рівний задньому куту α на протяжці. Якщо він буде більше, то при доведенні доведеться знімати надмірно великою припуск, що збільшує знос притиру і час доведення. Тому установку доводочного шпинделя слід виконувати ретельно, щоб забезпечити

при доведенні зняття рівномірного шару. Доведення зубів протяжок здійснюють послідовно: спочатку доводять всі зуби, що мають однаковий задній кут, а потім зуби, що мають з тих або інших причин інший задній кут. Припуск після шліфування на доведення залишають 0,01÷0,02 мм і знімається за дві операції: попередню і остаточну. Попереднє доведення здійснюється металевими притирами (звично з сірого чавуну) за допомогою пасти зернистістю M20 з оксиду хрому і карбїду бору або синтетичних алмазів. Паста наноситься тонким шаром і розтирається на задніх поверхнях зубів протяжки. Окружна швидкість протяжки приймається рівною 0,25—0,30 м/с для круглих протяжок і 0,05—1,0 м/с — для шліцьових. При остаточному доведенні знімається припуск 0,002—0,003 мм і забезпечується шорсткість поверхні $Ra=0,16... 0,063$ мкм.

4.4 Контроль якості заточування протяжок

Для контролю переднього кута після заточування можна використовувати універсальний кутомір або спеціальні кутоміри з набором змінних шаблонів радіусів для одночасної перевірки радіуса западини зубів протяжки. При вимірюванні опорна поверхня кутоміра накладається на зуби протяжки, а шаблон відповідним ребром поєднується з її передньою поверхнею. Поширеним є кутомір МИЗ.

У плоских протяжок після заточування по задній поверхні контролюють задній кут і величину підйому на зуб, тобто різницю між висотами двох суміжних зубів. Вимірювання висоти зубів здійснюється мікрометром, а заднього кута — за допомогою шаблонів або кутоміра.

Базою при вимірюванні служать краї сусідніх різальних зубів. При вимірюванні прилад накладають опорною площиною шкали на зуби протяжки, повертають державку із шаблоном до сполучення вимірювальної грані шаблона з передньою поверхнею зуба протяжки і по шкалі роблять відлік. Радіус западини зубів перевіряється на просвіт. Аналогічно проводиться перевірка універсальними кутомірами і кутоміром Бабчиніцера. Кутоміром Неприна можна перевірити тільки передній кут, тому що встановити шаблон для перевірки радіуса на ньому неможливо.

Перевірку заднього кута протяжок проводять кутоміром Бабчиніцера. Прилад накладають на зуби протяжки і горизонтальну ділянку шаблона сполучають із задньою поверхнею зуба. Відлік величини заднього кута ведеться по лівій стороні шкали, проти знака ∞ на дузі кутоміра.

4.5 Зміст звіту

Назва роботи.

Мета роботи.

Технологічний процес заточування і доведення протяжки, зі вказанням характеристики шліфувальних кругів і режиму роботи.

Схема заточування.

Необхідні формули і результати розрахунків по них.

Протокол контролю заточеної протяжки.

Висновки по роботі.

Список використаної літератури.

Контрольні запитання

1. Послідовність виконання операцій при первинній заточуванні і наступних переточуваннях протяжок. протяжок
2. Які форми шліфувальних кругів застосовують для заточування передніх і задніх поверхонь зубів протяжок?
3. Як розташовується шліфувальний круг при заточуванні передньої і задньої поверхонь зуба протяжки?
4. З яких абразивних матеріалів використовують шліфувальні круги для заточування і доведення протяжок із швидкорізальної сталі?
5. Які параметри контролюють у протяжок після заточування і які прилади для цього застосовують?
6. Вказати способи контролю протяжки після заточення.

5 Лабораторна робота № 5

Дослідження точності конструктивних елементів зуборізних довбачів

Мета роботи: вивчення конструкції зуборізного довбача та дослідження його точності. Виконати практичні розрахунки елементів конструкції довбача та визначити по приладах їх відхилення від теоретичних значень, проаналізувати та зробити висновок про клас точності довбача і можливості застосування його для нарізання заданих зубчатих коліс.

Необхідні прилади та інструменти.

Об'єктом дослідження є зуборізний довбач з $m=3-5$ мм та діаметром ділильного кола d_0 , рівним 80 або 100 мм.

Необхідні прилади: евольвентометр (універсального типу), універсальний або інструментальний мікроскоп, зубомір, мікрометр, центри, індикатор на стійці, прилад для контролю биття та кроку довбача.

Теоретичні відомості

Довбачами утворюють зубці циліндричних зубчатих коліс. Довбач – це зубчате колесо з висотною корекцією зубців, що змінюється по довжині зуба (висоті довбача), яке перетворене в інструмент утворенням задніх та передніх кутів на різальних кромках зубців (рисунок 6.1). Переріз, перпендикулярний до осі довбача, у якому коефіцієнт зміщення вихідного контуру $X_0=0$, називається вихідним.

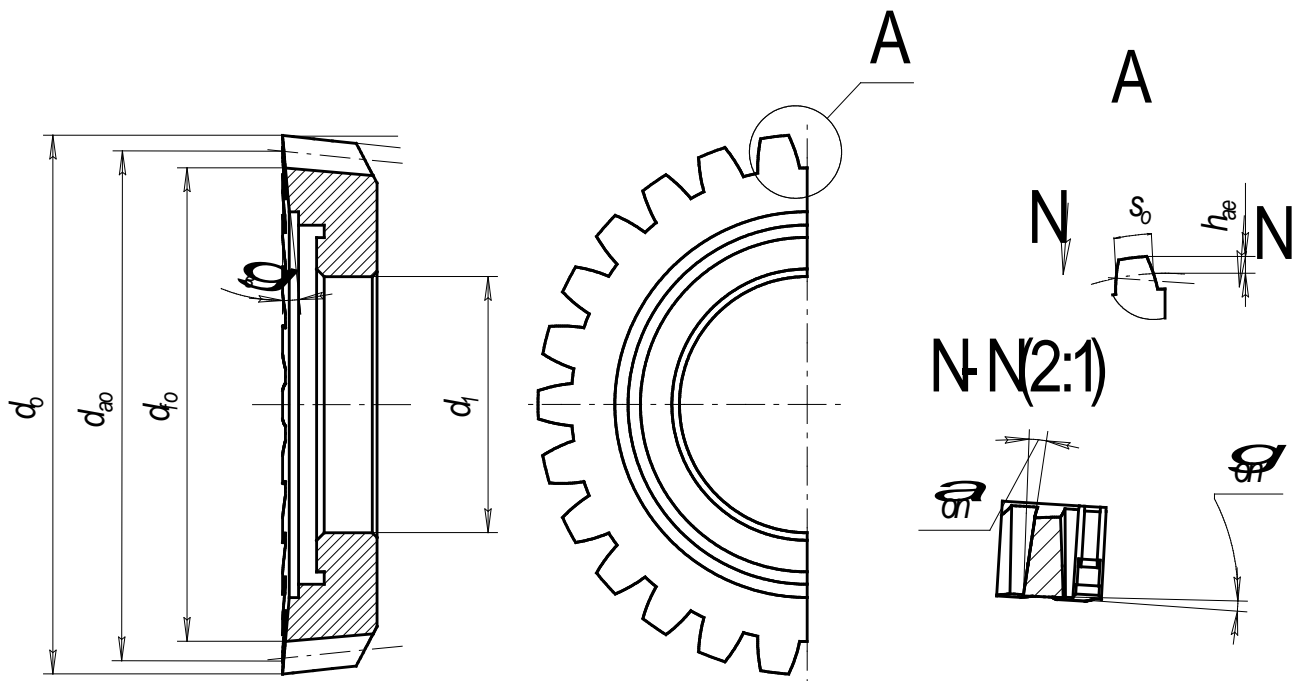


Рисунок 5.1 - Дісковий зуборізний довбач.

Відстань від вихідного перерізу до площини переднього торця довбача A називається зміщенням вихідного перерізу:

$$A = \frac{X_0 m}{\operatorname{tg} \alpha_B} \quad (5.1)$$

Від величини A залежать конструктивні розміри довбача.

Діаметр ділильного кола довбача d_0 дорівнює добутку модуля довбача m на число його зубців Z_0 :

$$d_0 = mZ_0 \quad (5.2)$$

Діаметр кола вершин для вихідного перерізу

$$d_{a0} = d_0 + 2h_{a0} = m(Z_0 + 2h_{a0}^*), \quad (5.3)$$

діаметр кола западин

$$d_{f0} = d_0 - 2h_{f0} = m(Z_0 - 2h_{f0}^*), \quad (5.4)$$

де h_{a0} та h_{f0} – висота голівок та ніжок зубців довбача;

h_{a0}^* та h_{f0}^* – відповідно їх коефіцієнти (по відношенню до модуля m).

Для стандартних умов

$$h_{a0} = h_{a0}^* m = 1,25m, \quad (5.5)$$

$$h_{f0} = h_{f0}^* m = 1,25m. \quad (5.6)$$

Задні поверхні зубців довбачів – евольвентні гвинтові поверхні. Діаметр основного циліндру (кола)

$$d_{b0} = d_0 \cos \alpha_0, \quad (5.7)$$

де кут α_0 – кут профілю задніх гвинтових поверхонь довбача:

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \operatorname{tg} \alpha / [1 - \operatorname{tg} \alpha_B \operatorname{tg} \gamma_B] \quad (5.8)$$

Допустимі відхилення досліджуваних конструктивних параметрів дискових зуборізних довбачів (ГОСТ 9323-79), необхідні для виконання лабораторної роботи, наведені в таблиці 5.1.

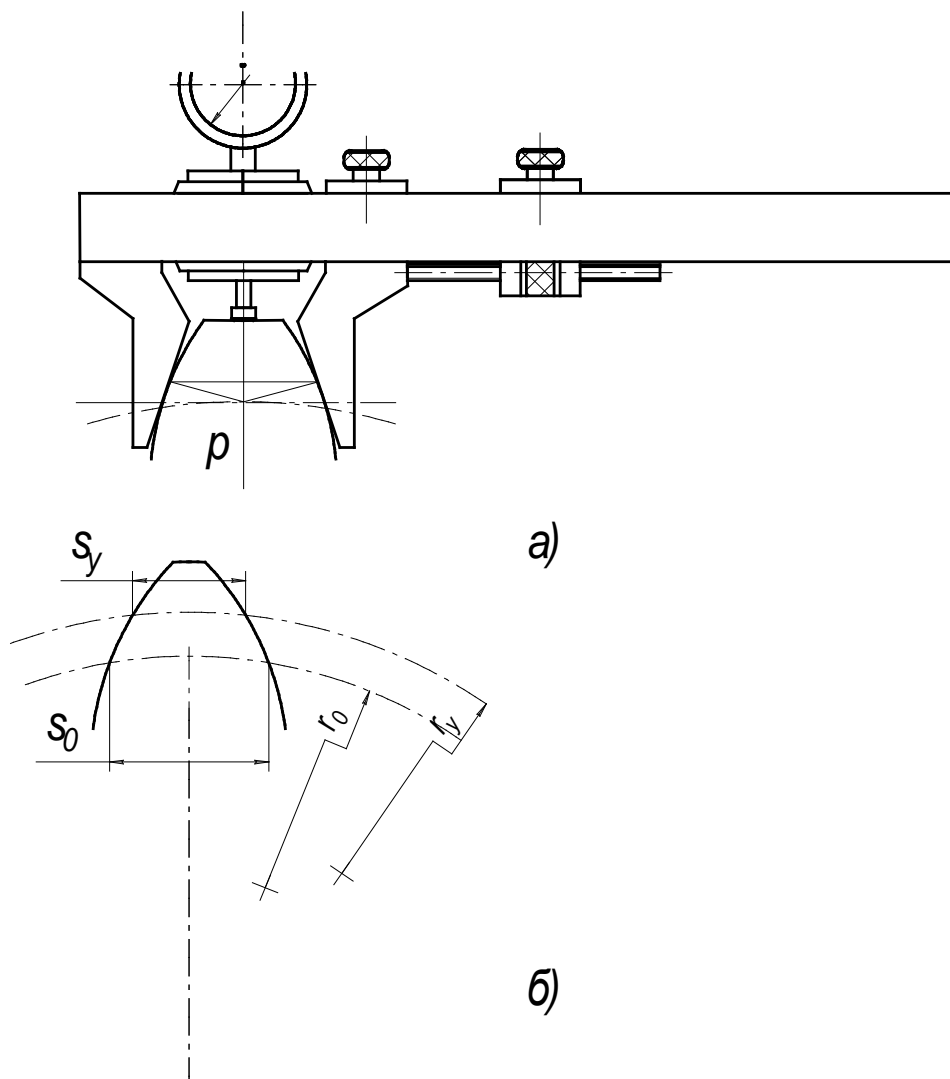
Таблиця 5.1 - Допуски та граничні відхилення для довбачів різних класів точності

Параметр, що перевіряють	Клас точності	Допуски та граничні відхилення, мкм, для модулів, мм			
		Від 1 до 2	Більше 2 до 3,5	Більше 3,5 до 6,3	Більше 6,3 до 10
Різниця сусідніх колових кроків f_{uor}	AA	3	4		
	A	5	6		
	B	8	10		
Накопичена похибка колового кроку F_{por}	AA	9	11		
	A	14	18		
	B	20	24	30	
Радіальне биття зубчатого вінця F_{ror} при номінальному ділильному діаметрі більше 50 до 125 мм	AA	12	14		
	A	16	18	20	
	B	24	26	32	
Похибка профілю f_{for}	AA	3	4		6
	A	4	5	7	10
	B	8	10	12	16
Відхилення висоти голівки зуба f_{haor}	AA				
	A	±18	±25	±32	±40
	B				
Відхилення кутів : переднього f_{yar}	AA	±5`			
	A	±8`			
	B	±12`			
заднього f_{akr}	AA	±3`			
	A, B	±5`			

Методика виконання роботи

1. Встановлюють вихідні дані довбача, необхідні для виконання роботи : модуль m , кут профілю α_0 , число зубців Z_0 .

Додаткові дані для настроювання евольвентоміру визначають у відповідності з інструкцією до приладу.



а – вимірювання товщини зубів;

б – товщина зуба по дузі ділительного кола.

Рисунок 5.2 - Товщина зубів довбача :

2. Визначають розміри конструктивних елементів довбача. Діаметр кола вершин d_{a0} вимірюють мікрометром з точністю до 0,01 мм.

Товщину зуба довбача визначають або зубоміром з тангенціальними губками (рисунок 5.2, а), або за допомогою мікроскопу. Вимірювання проводять на заданій відстані h_y від кола вершин. При вимірюванні товщини зуба по хорді \overline{B}_y на відстані h_y від кола вершин (рисунок 6.2, б) її величина по дузі

$$\tilde{S}_y = 2r_y \psi_y, \quad (5.9)$$

де r_y – відстань від точки С до осі довбача;

$$r_y = \frac{r_{a0} - h_y}{\cos \psi_y}, \quad (5.10)$$

ψ_y – половина кутової товщини зуба;

$$\operatorname{tg} \psi_y = \frac{B_y}{2(r_{a0} - h_y)}, \quad (5.11)$$

Розрахунковий розмір товщини зуба по ділильному колу отримують

$$S_0 = 2r_0 \left(\frac{S_y}{2r_{0y}} + \operatorname{inv} \alpha_y - \operatorname{inv} \alpha_0 \right), \quad (5.12)$$

де $\operatorname{inv} \alpha_y$ та $\operatorname{inv} \alpha_{0y}$ – евольвентні функції для точки профілю на вимірюваному та ділильному колах,

$$\operatorname{inv} \alpha_y = \operatorname{tg} \alpha_y - \alpha_y; \quad (5.13)$$

$$\operatorname{inv} \alpha_0 = \operatorname{tg} \alpha_0 - \alpha_0. \quad (5.14)$$

Величину зміщення вихідного перерізу зубців довбача A_Φ визначають по фактичному розміру діаметру $d_{a0\Phi ak}$ кола вершин довбача (рисунок 5.3) :

$$A_\Phi = \frac{d_{a0\Phi ak} - d_{a0Bux}}{2} \operatorname{ctg} \alpha_B \quad (5.15)$$

або більш точно по товщині зуба на ділильному циліндрі :

$$A_\Phi = \frac{S_{a0\Phi ak} - S_{a0Bux}}{2} \operatorname{ctg} \alpha_0 \operatorname{ctg} \alpha_B. \quad (5.16)$$

3. Досліджують геометричні параметри довбача. Значення заднього α_B та переднього γ_B кутів при вершині зуба (рисунок 5.4,а) визначають за допомогою оптичного кутоміра або приведеної нижче методики. У стандартних довбачів $\alpha_B = 6^\circ$ та $\gamma_B = 5^\circ$.

Значення заднього кута α_n в перерізі NN, нормальному до проекції бокової різальної кромки на опорну площину торця довбача, визначають, користуючись приладом для контролю шнекових фрез за схемою, наведеною на рис.5.4, б. Довбач встановлюють на оправці та закріплюють в центрах приладу. Для вимірювання кута використовують вимірювальний наконечник приладу; вимірювальний наконечник повинен бути встановлений для вимірювання у вертикальній площині, дотичній до основного циліндру довбача (рисунок 5.4, б, переріз NANA). Переміщуючи вимірювальну каретку у повздовжньому

напрямку вздовж осі довбача на величину l_α , відмічають покази індикатору δ_α . Задній кут $\operatorname{tg} \alpha_n = \delta_\alpha / l_\alpha$. (5.17)

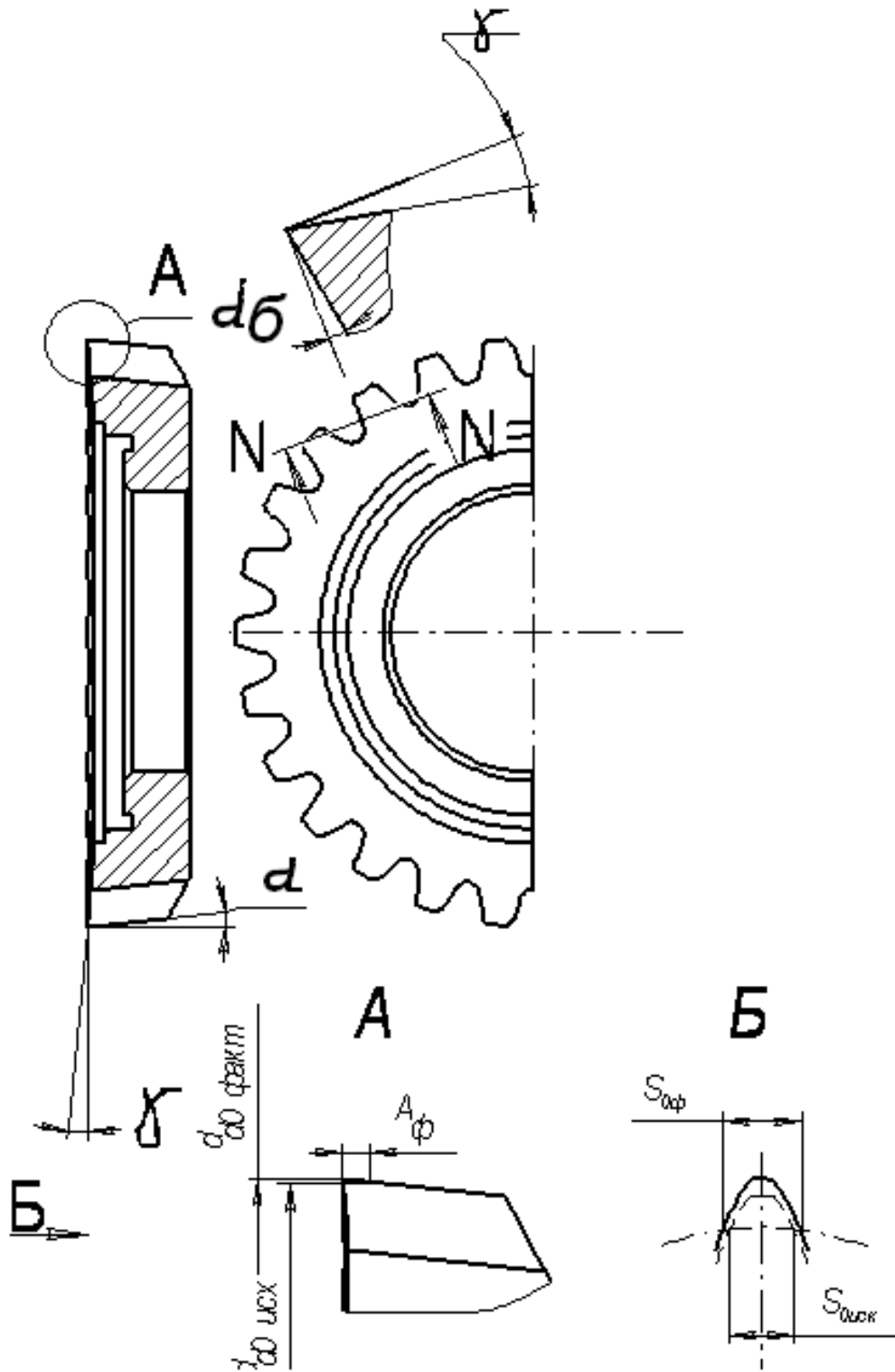


Рисунок 5.3 – Геометричні параметри довбача: передні та задні кути різання; визначення фактичної величини зміщення вихідного перерізу.

Значення переднього кута γ_n в нормальному перерізі вимірюють тим же приладом з поворотом та необхідним підйомом вимірювального наконечника так, щоб його гостра частина була розташована для вимірювання у горизонтальній площині NBNB, дотичної до основного циліндру довбача. При переміщенні вимірювального наконечника в поперечному напрямку (до осі центрів приладу) за величинами переміщення l_γ вимірювального приладу та зміщення δ_γ гострої частини вимірювального наконечника (рисунок 5.4) визначають значення переднього кута

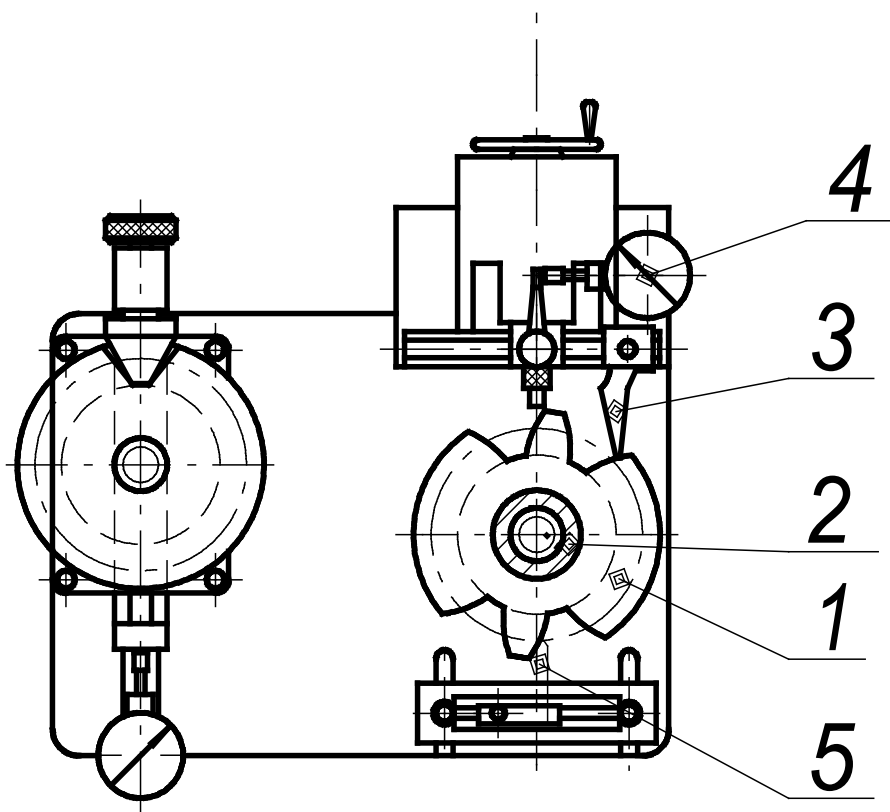


Рисунок 5.4 – Схема приладу для контролю довбача

Радіальне биття зубців довбача F_{ror} визначають на приладі, схема якого показана на рисунку 5.4, або в центрах за допомогою індикатору та точного циліндру (ролика), який поміщають послідовно в западини зубців довбача при повороті останнього навколо своєї осі. Покази заносять до таблиці. Отримані відхилення порівнюють з величинами відхилень колового кроку та нормативними значеннями, наведеними у таблиці 5.1.

Похибку профілю зубців f_{for} визначають на евольвентомірі на відстані приблизно 2-2,5 мм від площини переднього торця наконечником з точковим контактом з вимірювальною поверхнею – гострим або кульковим. Порядок вимірювань наведений стосовно евольвентоміру типу E1 (рисунок 6.5).

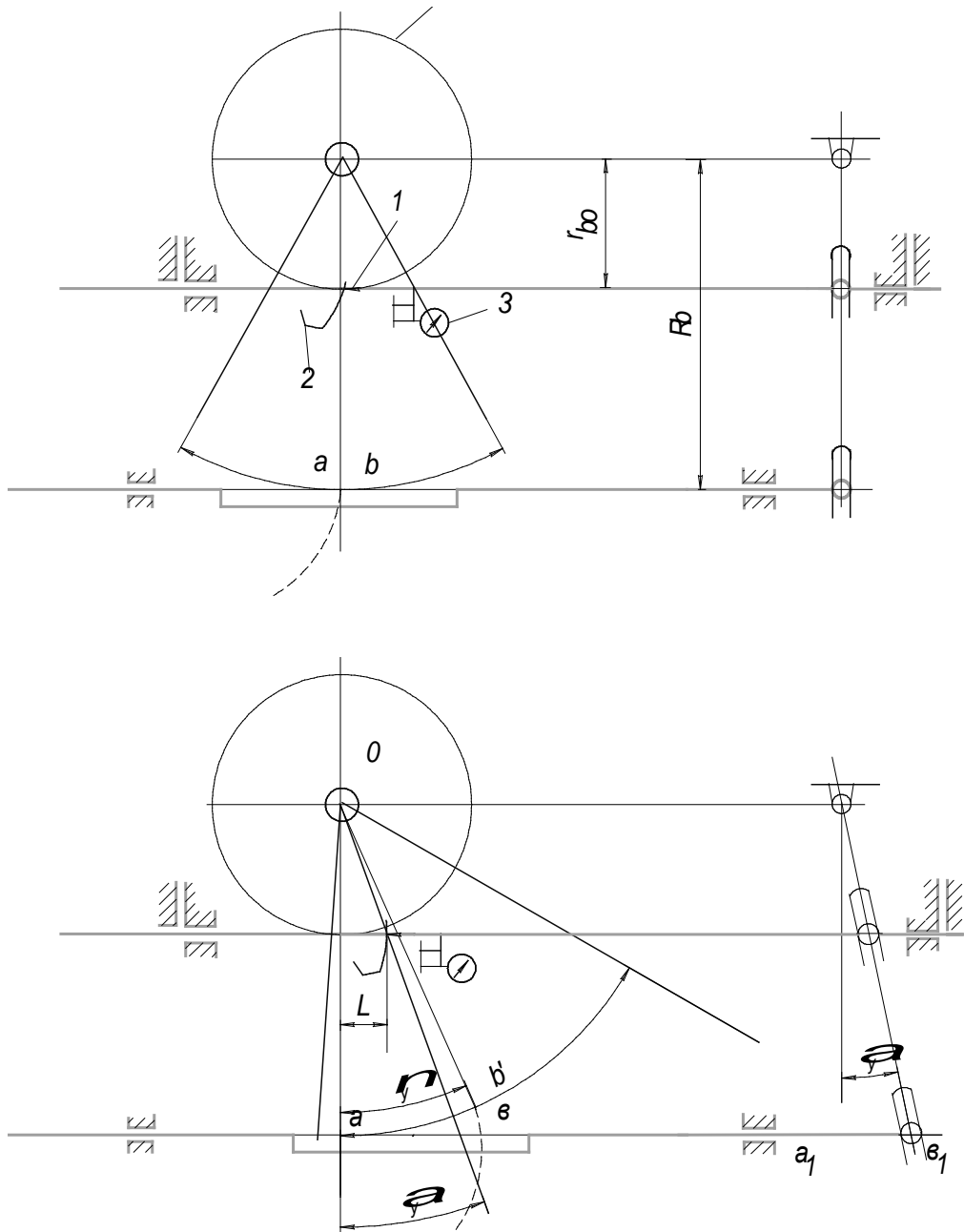


Рисунок 5.5 - Схема роботи евольвентоміру

При повороті довбача на кут V_y гостра частина наконечника переміщується в повздовжньому напрямку на величину l_y , що дорівнює дузі основного кола вимірюваного профілю на куті V_y , що відповідає куту повороту довбача. При цьому гостра частина вимірювального наконечника відносно довбача описує теоретичну евольвенту BE , утворену від основного кола r_{b0} , що настроюється на приладі. Для вимірювання гостру частину 1 вимірювального наконечника вводять у контакт з вимірюваним профілем 2. Відхилення фактичного вимірюваного профілю від теоретичної евольвенти тягне за собою зміщення

гострої частини вимірювального наконечника, яке через механізми приладу фіксується вимірювальним застосуванням 3 або самописцем.

Перед вимірюванням необхідно провести перевірку точності настроювання приладу (вимірювального наконечника) у відповідності до інструкції на прилад.

Настроювання приладу для роботи виконують встановленням потрібного радіусу основного кола вимірюваного профілю. Потрібне розташування вибирають по шкалі мікроскопу. Вимірюваний довбач встановлюють на оправці у вертикальні центри приладу та жорстко зв'язують хомутиком з нижнім ведучим центром. Вимірювальний наконечник вводять в западину між зубцями довбача та поворотом останнього за допомогою гвинтів повідка здійснюють натяг вимірювального пристрою. Вимірювання здійснюють при обертанні довбача та відповідному йому переміщенні вимірювального пристрою.

При вимірюванні фіксують кути розвернутості V евольвенти та відповідні їм відхилення у вимірювальному профілі. Результати вимірювань заносяться до таблиці та за ними будується графік (рис.5.6). По осі ординат відкладають кути розвернутості V у досліджуваних точках евольвентного профілю зуба довбача. Значення кута розгорнутості V визначають по шкалі приладу. По осі абсцис відкладають виміряні на приладі відхилення фактичного профілю зуба довбача від теоретичної евольвенти f_{for} . Нахильна лінія 1 вказує на похибку евольвентної форми зуба. Правильній евольвентній формі зуба відповідає вертикальна пряма (вертикальні ділянки кривих 2 та 3).

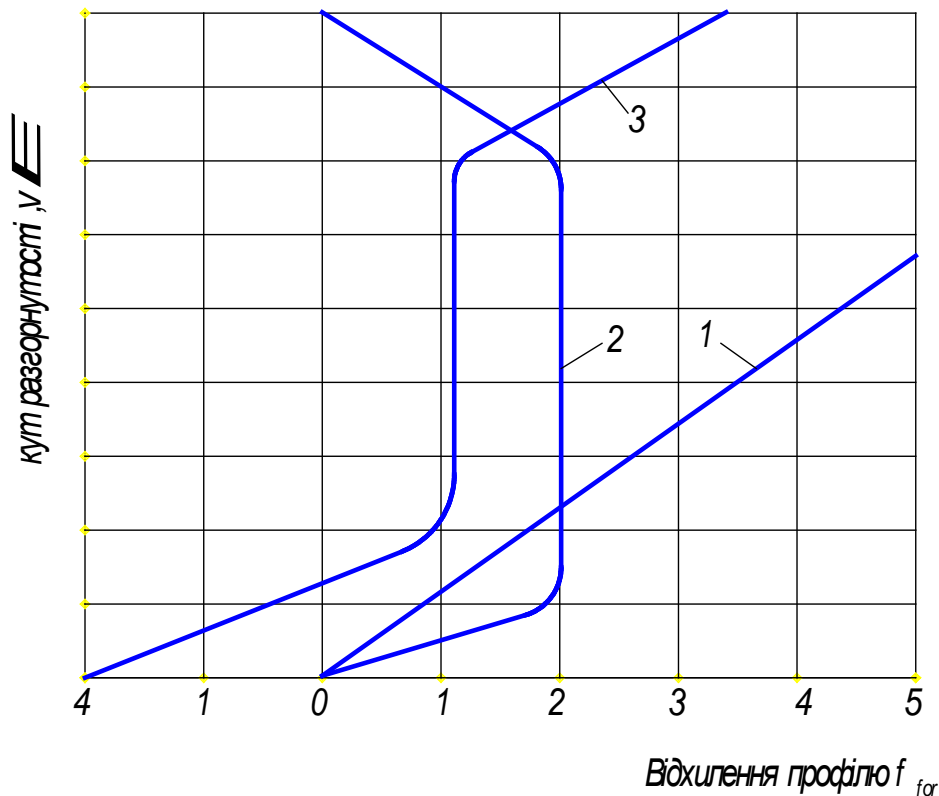


Рисунок 5.6 – Діаграма точності профілю зубців довбача

Нахильні ділянки кривих 2 та 3 вказують на залежність від напрямку на зріз або стовщення профілю зуба, тобто на його модифікацію.

Профіль різальної кромки зуба можна виміряти широким вимірювальним наконечником. Прилад настроюють на радіус основного кола, що дорівнює радіусу основного кола колеса, що нарізається; для стандартних довбачів радіус r_{b0} визначають при $\alpha = 20^\circ$; вимірювання проводиться безпосередньо по різальній кромці зуба.

Порівнюючи отримані величини f_{uor} , F_{por} , F_{ror} та f_{for} з нормативними даними (таблиця 5.1), визначають клас точності довбача, а по фактичним розмірам зуба встановлюють можливість його використання для нарізання потрібного колеса із заданими розмірами зубців.

Зміст звіту

У звіт по роботі входять : формулювання завдання, короткий порядок його виконання, креслення довбача, який контролюють, розрахунки, вказані вище та необхідні для виконання роботи, опис проведених вимірювань зі схемами та необхідними розрахунками, висновок по роботі з визначенням класу точності та призначення довбачів (для нарізання коліс зі зрізом по вершині зуба або з іншою формою зубців).

Контрольні запитання

1. Назвіть головні параметри довбачів
2. У чому полягає та які види контролю використовують?
3. Поясніть роботу евольвентоміра.
4. Поясніть роботу схеми приладів для контролю довбача.

6 Лабораторна робота №6

Вивчення конструктивних елементів і геометричних параметрів шнекової фрези

Мета роботи – практичне вивчення конструкції шнекової фрези. У задачі роботи входять визначення конструктивних розмірів, елементів профілю зубів і геометричних параметрів, розрахунок величин, що характеризують конструкцію і які використовують при контролі, розробка ескізу конструкції фрези з основними розмірами.

Необхідне устаткування, інструменти і прилади.

Об'єктом дослідження є шнекові зуборізні фрези для циліндричних коліс з модулем 2-6 мм. Для виконання роботи потрібен універсальний прилад для контролю шнекових фрез (мікроскоп УІМ-23), а також штангенциркуль і штангензубомір.

Методика виконання роботи. 1. По маркіруванню визначають модуль m ; кут профілю α_{o0} , крок стружкових канавок P_z і кут підйому витків γ_{n0} .

2 Вимірюють загальну довжину фрези L ; розміри бортиків D_l і l ; діаметр посадочного отвору d_0 (рисунок. 6.1); висоту h_0 та товщину S_{n0} зубів; елементи модифікації профілю зуба, які забезпечують зріз головки зуба колеса – h_{f0} , a_f і підрізування ніжки зуба колеса – h_{ap} , a_f (рис.6.1, г); глибину канавки H_k .

3. Визначають геометричні параметри.

Передній кут для чистових шнекових фрез, як правило, дорівнює 0° , оскільки для зменшення похибок профілю передню поверхню розташовують радіально. Задній кут визначають вимірюванням величини затилування зубів фрези K на універсальному приладі (рис. 6.2).

Величину K визначають на шліфованій ділянці профілю зуба. Для вимірювання наконечник індикатору встановлюють на задню поверхню в радіальному напрямку з достатнім натягом. Потім повертають фрезу на кут $\tau = 6-8^\circ$ і визначають по індикатору величину падіння потилиці K' .

Поворот фрези τ здійснюють зміною набору кінцевих мір, встановлених під роликком важеля осі фрези від початкового положення.

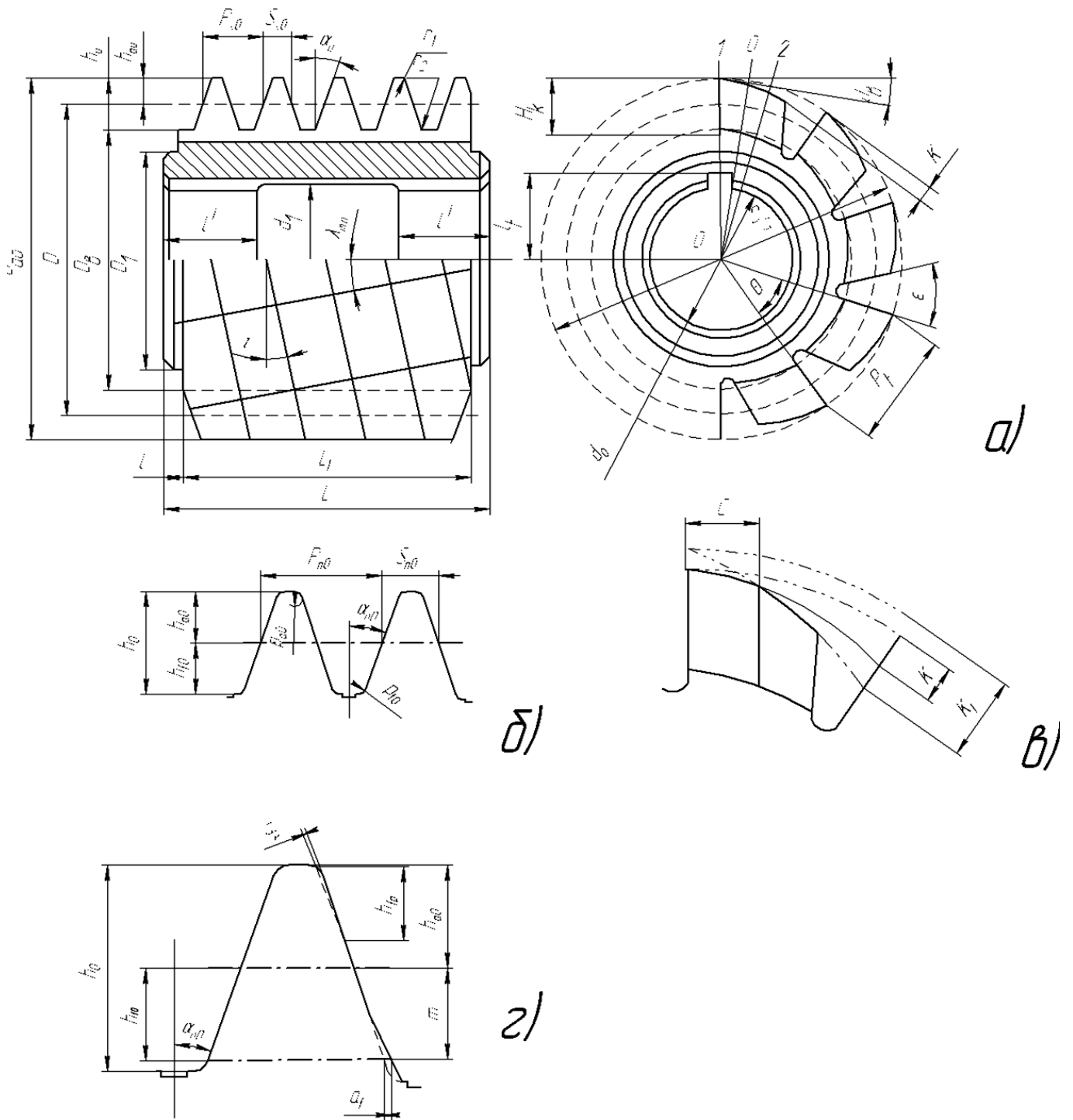
$$\tau \approx \sin \tau = \frac{\Delta L}{r}, \quad (6.1)$$

де ΔL – величина набору кінцевих мір; r - плече важеля.

Величина затилування

$$K = K' \cdot \frac{2 \cdot \pi}{z_0 \cdot \tau}, \quad (6.2)$$

Знайдена величина K повинна бути заокруглена до найближчого з ряду значень, що йдуть через 0,5 мм (наприклад, 3; 3,5; 4,5.и т. д.).



а- загальний вигляд;

б – розміри профілю у нормальному перерізі;

в – елементи затилування зубців

г – модифікований профіль зуба.

Рисунок 6.1 – Шнекова зуборізна фреза

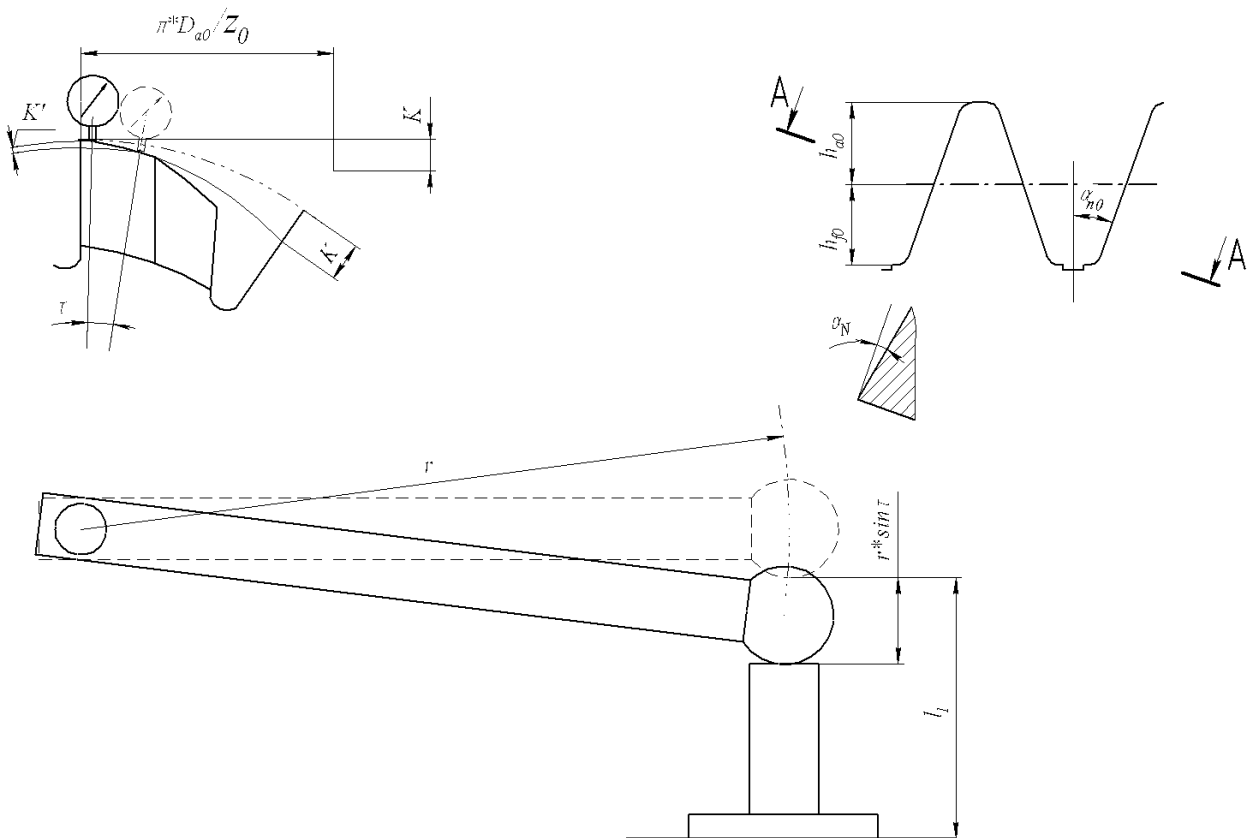


Рисунок 6.2 – Схема визначення задніх кутів шнекової фрези на вершині зуба

Значення заднього кута α_v знаходять з формули:

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \frac{K \cdot z_0}{\pi \cdot D_{a0}}, \quad (6.3)$$

де Z_0 — число стружкових канавок фрези (число зубів);
 D_{a0} - зовнішній діаметр фрези.

У шнекових фрез задній кут $\alpha_v = 10 \div 12^\circ$.

Задні кути α_{bn} на бічних різальних кромках в нормальному перетині N-N (рисунок 6.2)

$$\operatorname{tg} \alpha_{in} = \frac{r_{a0}}{r_i} \cdot \operatorname{tg} \alpha_v \cdot \sin \alpha_{n0} \cdot \cos \gamma_{m0}, \quad (6.4)$$

де r_{a0} - зовнішній радіус фрези;

r_i – радіус кола, що проходить через точку, для якої визначається кут α_{in} ;

γ_{m0} – кут підйому витків на середньому розрахунковому циліндрі.

Розрахунок кутів α_{in} виконують для ряду точок профілю зуба, розташованих на різних радіусах r_i . За результатами будують графік зміни задніх кутів в нормальному перетині за профілем зуба фрези.

3. Розраховують параметри, що характеризують конструкцію фрези і використовують при контролі.

Розміри профілю зубів фрези в нормальному перетині витків евольвентного шнеку відповідають розмірам початкового контуру інструментальної рейки. В більшості випадків висота профілю $h_0 = 2,5m$, висоти головки і ніжки зуба $h_{a0} = h_{f0} = 1,25 \cdot m$. Товщина зуба по середній лінії $S_0 = P_{n0} - S_1$, де нормальний крок зубів $P_{n0} = \pi \cdot m$, а величина S_1 відповідає товщині зуба нарізаного колеса по ділильному діаметру.

Середній розрахунковий діаметр фрези в розрахунковому перетині, віддаленому від передньої поверхні на $0,1 \div 0,25$ окружного кроку P_{t0} зубів фрези (рисунок 6.2), визначають по формулі

$$D_{m0} = D_{a0} - 2 \cdot h_{a0} - 2 \cdot \sigma \cdot K \quad (6.5)$$

де d_{a0} - зовнішній діаметр фрези;

h_{a0} - висота головки зуба фрези; σ - коефіцієнт, що враховує переточування фрези по передній поверхні, звичайно $\sigma = 0,1 \div 0,25$ (по ГОСТ 9324—80 для нової фрези $\sigma = 0,15$).

Осьовий крок зубів фрези

$$P_{x0} = \frac{P_{n0}}{\cos \gamma_{m0}} = \frac{\pi \cdot m_{n0}}{\cos \gamma_{m0}} \quad (6.6)$$

Кут підйому витків фрези визначають

$$\operatorname{tg} \gamma_{m0} = \frac{P_{x0}}{\pi \cdot D_{m0}}, \quad (6.7)$$

де D_{m0} — середній розрахунковий діаметр фрези, або

$$\sin \gamma_{m0} = \frac{P_{n0}}{\pi \cdot D_{m0}} = \frac{m_n}{D_{m0}}. \quad (6.8)$$

Звичайно гвинтові стружкові канавки виконують перпендикулярно до напрямку витків шнекової нарізки фрези, тому, кут нахилу передньої поверхні гвинтової канавки приймають рівним куту γ_{m0} .

Крок гвинтових стружкових канавок

$$P_z = \pi \cdot D_{m0} \cdot \operatorname{ctg} \lambda_{m0} \quad (6.9)$$

або для фрез з малими кутами γ_{m0} і λ_{m0}

$$P_z = P_{n0} \cdot \operatorname{ctg}^2 \lambda_{m0} \quad (6.10)$$

Проекція нормального кроку зубів фрези на її вісь

$$P_{np} = P_{n0} \cdot \cos \gamma_{m0} \quad (6.11)$$

Для фрез з великими кутами γ_{m0} величину P_{np} слід розраховувати по точнішій формулі:

$$P_{np} = \frac{P_{x0} \cdot P_z}{P_{x0} + P_z} \quad (6.12)$$

Кути α профілю зуба правозаходної фрези при архімедовому основному черв'яку визначаються як

$$\operatorname{ctg} \alpha_{0_{\text{прав.лів}}} = \operatorname{ctg} \alpha_{\text{черв}} \mp \frac{K \cdot z_0}{P_z} \quad (6.13)$$

де знак (-) приймається для правої сторони зуба, знак (+) - для лівої сторони. Для лівозаходних фрез знаки перед другим членом міняються на зворотні.

Кут профілю основного архімедова черв'яка

$$\operatorname{ctg} \alpha_{\text{черв}} = \operatorname{ctg} \alpha_{n0} \cdot \cos \gamma_{m0} \quad (6.14)$$

де α_{n0} кут профілю інструментальної рейки фрези.

Об'єктами дослідження служать також спеціальні шнекові фрези: з відхиленнями окружного кроку зубів (рис. 6.3, а) для визначення їх впливу на огранку профілю зуба нарізаного колеса; з великим переднім кутом (рис. 7.3, б) для визначення його впливу на правильність профілю зуба колеса; з відхиленням від прямолінійності передньої поверхні зубів (рис. 6.3, в) або з передньою поверхнею криволінійної або ступінчастої форми (рис. 6.3, г) для дослідження впливу зміни форми передньої поверхні на правильність профілю зуба колеса. Для контролю зубів фрези і нарізаних коліс необхідні також універсальний мікроскоп для контролю зубів шнекових фрез, зубомір.

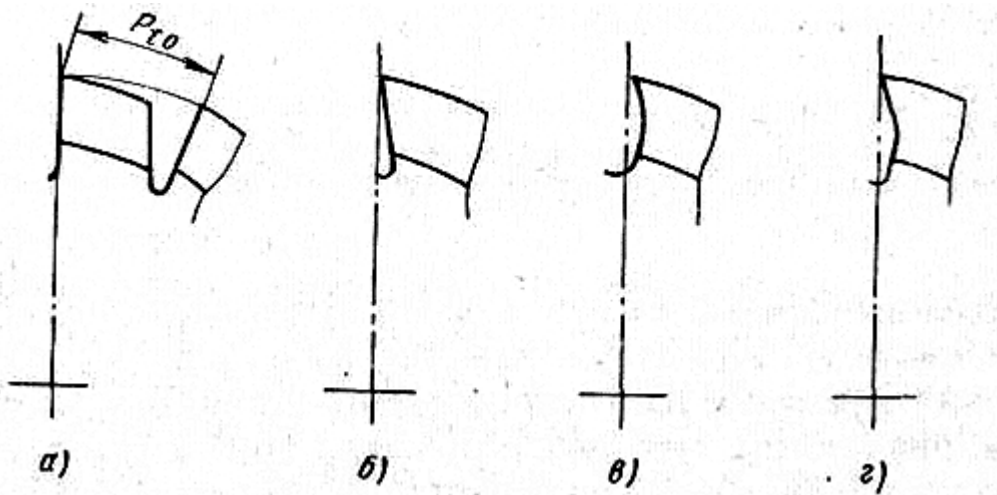


Рисунок 6.3 Форми зубів спеціальних шнекових фрез

Дослідження форми зубів виконують в наступному порядку:

1. Розраховують похибки товщини зуба фрези.
2. Графічним методом послідовних положень визначають вплив відхилень передньої поверхні зубів шнекової фрези на правильність розмірів і форми зубів нарізаного колеса.

Відхилення товщини фрези $\Delta S_y(h_y, \gamma_\delta)$ на висоті h_y від прямої виступів фрези (рис. 6.2), визначає зміну товщини зуба колеса при зсуві передньої поверхні зуба з радіальної площини на величину g , знаходять по наближеним залежностям

$$\Delta S_y(h_y, \gamma_\delta) = K' \cdot \operatorname{tg} \alpha_0;$$

$$K' = \frac{K \cdot z}{360^\circ} \cdot \beta; \quad \beta \approx \operatorname{tg} \beta = \frac{g}{r_{a0} - h_y} \approx \frac{h_y \cdot \gamma_\delta}{r_{a0} - h_y}$$

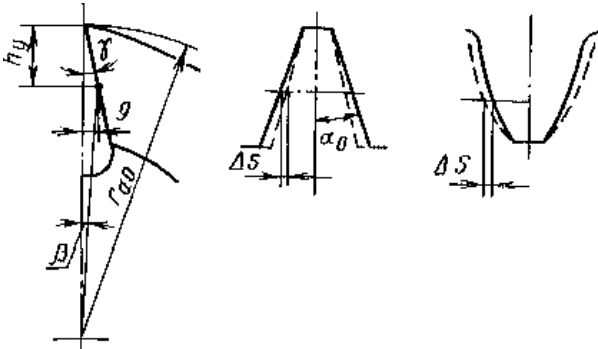


Рисунок 6.4 – Відхилення товщини зуба шнекової фрези при зміні переднього кута і форми передньої поверхні

криволінійній передній поверхні зубів фрези. При зміні величини переднього кута γ_δ .

За цими даними будують діаграму точності профілю зуба фрези, яку порівнюють з очікуваною, одержаною на основі графічного дослідження профілю зуба колеса (рисунок 6.5).

Вимірювання проводять по ділительному колу на висоті h_{a1} голівок зубів колеса і в інших точках по висоті зуба.

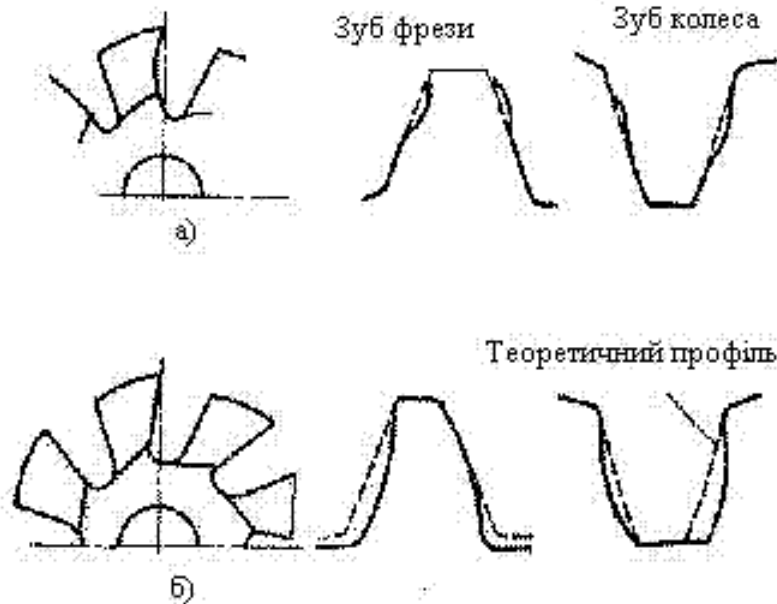
Отже,

$$\Delta S_y(h_y, \gamma_\delta) = \frac{K \cdot z}{360^\circ} \cdot \frac{h_y \cdot \gamma_\delta}{r_{a0} - h_y} \cdot \text{tg} \alpha_0 \quad (6.15)$$

де α_0 — кут профілю зубів фрези;
 K — перепад профілю на затилувальному кулачку;

γ_δ — дійсне значення переднього кута

По залежності (6.15) може бути визначене зміна товщини зуба колеса при ступінчастій або



а – відхилення від прямолінійності; б - відхилення від радіальності

Рисунок 6.5 – Вплив відхилень передньої поверхні шнекової фрези на профіль нарізуваних зубів колеса

Зміст звіту.

Звіт повинен містити формулювання завдання, ескіз шнекової фрези з основними розмірами (див. рис. 6.1), схему визначення величин затилування і заднього кута, графік бічних задніх кутів, розрахунки конструктивних параметрів фрези, повну технічну характеристику фрези.

Контрольні запитання

1. Назвіть класи точності шнекової фрези
- 2 Назвіть основні методи вимірювань точності
- 3 Вкажіть основні розміри інструментальної рейки
- 4 Вкажіть похибки форми шнекової фрези та на які параметри точності зубчастого колеса вони впливають?
- 5 Поясніть схему визначення задніх кутів шнекової фрези на вершині зуба

7 Лабораторна робота № 7

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ЗУБІВ ШНЕКОВОЇ ФРЕЗИ

Мета і задачі роботи. Мета роботи - вивчення елементів, що визначають точність шнекових фрез, способів і технічних засобів їх вимірювання.

У задачі роботи входить вимірювання наступних відхилень:

профілю передньої поверхні	f_y ,
різниці сусідніх окружних кроків	f_{no} ;
накопиченої погрішності окружного кроку остружкових канавок	F_{po} ,
подовжнього розташування (кроку) гвинтової передньої поверхні	f_x ,
профілю зуба	f_{fo} ,
проекції номінального кроку на осьову площину	f_{px0} .

Необхідне устаткування, прилади. Робота виконується на універсальному приладі для контролю шнекових фрез. Досліджуються шнекові фрези, які використовували при виконанні попередніх лабораторних робіт. Для контролю шнекових фрез можуть бути використані інші прилади, наприклад, універсальний мікроскоп (до $m=3$ мм).

Теоретичні відомості Шнекові зуборізні фрези призначені для нарізування зубів циліндричних і шнекових коліс на зубофрезерних верстатах методом обкатки. Шнекова фреза є різальним інструментом, в основі конструкції якого лежить черв'як, зв'язаний з оброблюваним колесом. При нарізуванні нею зубів відтворюється зачеплення початкового черв'яка з колесом.

Шнекові фрези для нарізування циліндричних коліс (з прямими і косими зубами) згідно ГОСТ 9324—80 виготовляють п'яти класів точності: АА, А, В, С і D.

Похибки в розташуванні різальних кромки фрези впливають на точність коліс, що виготовляються. Наприклад, відхилення передньої поверхні шнекової фрези відобразяться на точності профілю різальних кромки фрези і точності профілю оброблюваних зубів колеса.

Фрези контролюють для оцінки їх якості, що характеризується ступенем відхилення різальних кромки від поверхні основного евольвентного черв'яка, і для виявлення технологічних причин, що викликають похибки в розташуванні різальних кромки. По ГОСТ 9324-80 контроль точності шнекових фрез рекомендується виконувати по якій-небудь з наявних трьох груп перевірок. Контроль фрез класів точності АА і А проводять по першій або другій групах перевірок, класів В і С — по будь-якій з названих груп перевірок, а класу D — по третій групі. Обов'язково для всіх трьох груп контролюють:

відхилення діаметру посадочного отвору –	f_d ;
радіальне і торцеве биття бортиків –	$f_r f_t$;
радіальне биття по вершинах зубів –	f_{rda} ;
відхилення профілю передньої поверхні –	f_y ;
різниця сусідніх окружних кроків –	f_{no} ;
накопичену похибка окружного кроку остружкових канавок -	F_{po} ;

напрям остружкових канавок –
відхилення товщини зуба –

$$\frac{f_x}{T_{s0}}$$

Окрім названих параметрів контролюють також для *першої групи*:

перевірок: погрішність зачеплення від зуба до зуба

$$F_{p\delta 10};$$

погрішність зачіпляє –

$$F_{p\delta 0};$$

для *другої групи перевірок*:

профіль зуба –

$$f_{f0},$$

гвинтову лінію фрези від зуба до зуба –

$$f_{h10},$$

гвинтову лінію фрези на одному обороті –

$$f_{h0},$$

гвинтову лінію фрези на трьох обертах –

$$f_{h30};$$

для *третьої групи перевірок*:

профіль зуба –

$$f_{f0},$$

осьовий крок (або проекцію нормального кроку на осьову площину) f_{px0} ,

накопичене відхилення кроку на довжині будь-яких трьох кроків f_{px30} .

Допуски і граничні відхилення деяких параметрів шнекових чистових однозаходних фрез для циліндричних зубчатих коліс з евольвентним профілем і модулем 1-6 мм по ГОСТ 9324—80 приведені в табл. 7.1.

Існує цілий ряд універсальних і спеціальних приладів, що дозволяють контролювати як окремі, так і цілі групи елементів. Широке розповсюдження для поелементного контролю шнекових фрез набули універсальні прилади, в основі сучасних вітчизняних конструкцій яких лежить прилад 19295.

Методика виконання роботи. 1. Профіль передньої поверхні шнекової фрези характеризують її прямолінійністю і значенням переднього кута.

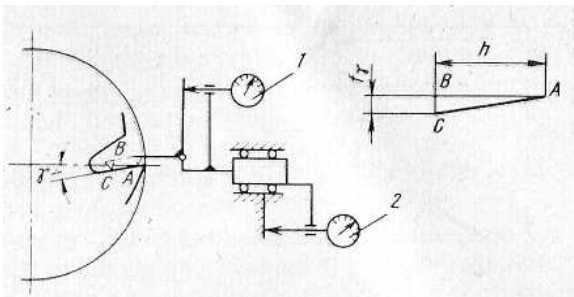


Рисунок 7.1 – Схема вимірювання відхилення профілю передньої поверхні

При контролі профілю передньої поверхні фрези з $\gamma = 0$ на універсальному приладі вимірювальний наконечник настроюють по блоку кінцевих мір на висоту центрів приладу (рис. 8.1). При цьому індикатору 1 дається натяг і його стрілка встановлюється на нуль.

Потім вершину зуба фрези розташовують в горизонтальній осьовій площині. Для цього фрезу повертають в центрах так, щоб стрілка індикатора 1 зайняла раніше встановлене нульове положення. Вимірювальний наконечник переміщують в радіальному напрямі на довжину робочої частини передньої поверхні зуба. Індикатор 1 покаже відхилення передньої поверхні від її прямолінійності і радіального розташування, т. е. величину f_γ .

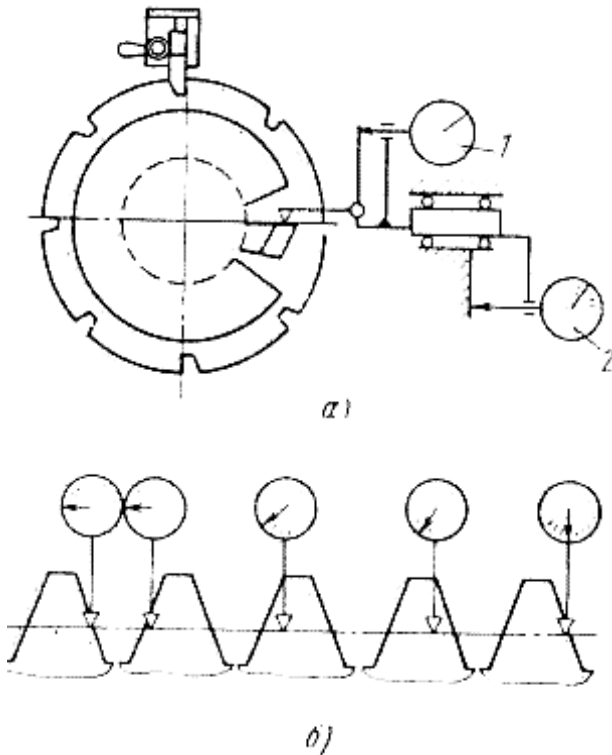
Дійсне значення переднього кута $\operatorname{tg} \gamma = f_\gamma / h$ (7.1)

де f_γ - показання індикатора 1; h - величина переміщення вимірювального наконечника, що фіксується індикатором 2.

Таблиця 7.1 – Допуски і граничні відхилення, мкм

Позначення	Клас точності	Для модулів, мм		
		від 1 до 2	св. 2 до 3,5	св. 3,5 до 6
f_{γ}	AA	12	16	20
	A	20	25	32
	B	32	40	50
	C	63	80	100
	D	100	125	160
F_{po}	AA	25	32	40
	A	40	50	63
	B	63	80	100
	C	125	160	200
	D	200	250	315
f_x	AA	±63		
	A	±80		
	B	±100		
	C	±125		
	D	±160		
$f_{\beta 0}$	AA	5	6	8
	A	8	10	12
	B	12	16	20
	C	20	25	32
	D	40	50	63
T_{so}	AA	-16	-20	-25
	A	-25	-32	-40
	B	-32	-40	-50
	C	-50	-63	-80
	D	-80	-100	-125
f_{pox}	AA	-	-	-
	A	-	-	-
	B	±8	±10	±12
	C	±12	±14	±18
	D	±22	±25	±32
f_{px30}	AA	-	-	-
	A	-	-	-
	B	±12	±16	±20
	C	±18	±22	±25
	D	±32	±40	±50
f_{h10}	AA	4	5	6
	A	6	8	10
	B	10	12	16
	C	16	20	25
	D	-	-	-
f_{ho}	AA	6	8	10
	A	10	12	14
	B	16	18	22
	C	25	32	40
	D	-	-	-
f_{h30}	AA	8	10	14
	A	14	16	20
	B	25	28	32
	C	40	50	63
	D	-	-	-

2 Вимірювання різниці сусідніх окружних кроків f_{no} і накопиченої погрішності окружного кроку F_{p0} ostrужкових канавок на універсальному приладі здійснюють за допомогою ділильного диска відповідно до схеми, показаної на рисунку 7.2, а.



а - положення вимірювального наконечника в перетині торця;

б — зсув вимірювального наконечника по передній поверхні

Рисунок 7.2 – Схема вимірювання різниці сусідніх окружних кроків і накопиченої погрішності кроку ostrужкових канавок:

наконечник переміщують уздовж осі фрези до протилежної сторони зуба. Стрілку індикатора 1 встановлюють в положення його попереднього показання і контроль продовжують.

На приладах типа КЗФ-270 контроль здійснюється аналогічним чином.

Поворотом фрези (гвинтами на повідці) навколо її осі створюють натяг на індикаторі 1 і його стрілку встановлюють на нуль (рис. 8.2, а). Радіальне положення вимірювального наконечника фіксують індикатором 2.

Контролюють кожен зуб фрези в межах одного оберту. Різниця послідовних показань індикатора 1 є шуканою різницею f_{no} сусідніх кроків. Різниця між найбільшим і найменшим значеннями за один оберт фрези - найбільша накопичена погрішність F_{p0} окружного кроку ostrужкових канавок.

Унаслідок гвинтового розташування зубів фрези після кожного повороту фрези на окружний крок точка контакту вимірювального наконечника поступово зміщується до іншої сторони профілю зуба (рис. 7.2, б) і через декілька зубів опиниться в западині між зубами. Тому після того, як вимірювальний наконечник підійде впритул до краю зуба, запам'ятовують показання індикатора 1, а вимірювальний

3 Вимірювання відхилення f_x передньої поверхні від її номінального розташування (напрямку остружкових канавок) зводиться до порівняння теоретичної і фактичної гвинтових передніх поверхонь фрези. Відхилення f_x передньої поверхні відноситься до 100 мм довжини робочої частини (рис. 8.3).

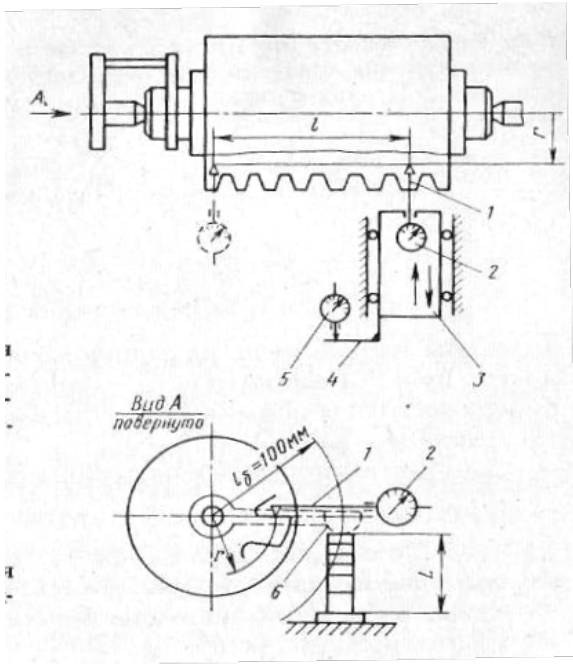


Рисунок 7.3 – Схема визначення відхилення передньої поверхні f_x

Вимірювання відхилення передньої поверхні f_x на приладі типу КЗФ-270 проводять таким чином. Вимірювальний наконечник 1, сполучений з індикатором 2, поперечного переміщення верхнього супорта 3 встановлюють на передню поверхню фрези у якого-небудь торця, а індикатор 2 встановлюють на нуль з натягом в один-два обороти. Таке положення супорта 3 фіксують за допомогою упору 4 індикатором 5, який встановлюють на нуль при натягу в один-два обороти. Після цього верхній супорт відводять від фрези на таку відстань, щоб вимірювальний наконечник вийшов з контакту з передньою поверхнею фрези, а подовжній супорт переміщують до

іншого торця фрези на відстань l (в межах робочої частини фрези), визначувану по блоку кінцевих мір. Таке осьове переміщення вимірювального наконечника відповідає повороту фрези на кут

$$\varphi = 360^\circ \cdot l/P_z, \quad (7.2)$$

що здійснюється важелем 6 (вид А) при заміні нульового блоку висотою L_0 блоком кінцевих мір з довжиною, де l_6 — довжина плеча повороту важеля, мм.

$$L = L_0 + l_6 \cdot \sin \varphi \quad (7.3)$$

Після повороту фрези на кут φ вимірювальний наконечник за допомогою поперечного супорта знов вводять в зіткнення з передньою поверхнею зубів фрези так, щоб індикатор 5 показував нуль з первинним натягом. Тоді індикатор 2 зафіксує відхилення Δ передньої поверхні від її теоретичного положення. Величину f_x одержують з перерахунку по формулі

$$f_x = \Delta \cdot 100/l \quad (7.4)$$

4 Погрішність профілю f_{fo} на універсальних приладах типу 19295 вимірюють згідно схеми 7.4.

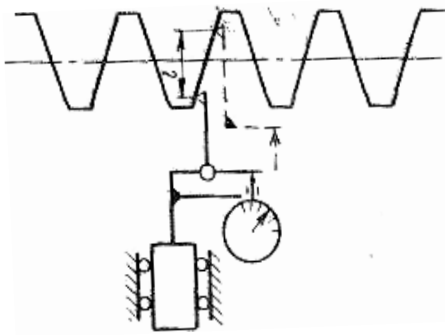


Рисунок 7.4 – Схема вимірювання похибки профілю f_{fo}

Похибка профілю визначається за залежністю

$$f_{fo} = a \cdot \cos \alpha_{\text{лів,прав}} \quad (7.5)$$

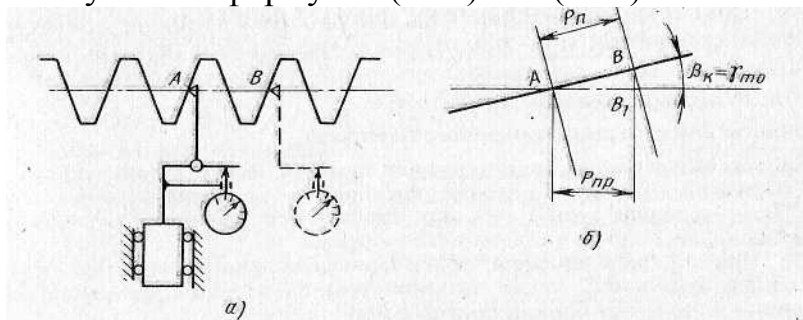
де a – показання індикатору.

При використанні для контролю погрішності профілю зуба фрези мікроскопу типу УІМ-23 кут $\alpha_{\text{прав,лів}}$ вимірюють безпосередньо та порівнюють зі значенням, що розраховуються по формулах (6.13-6.14).

5 Вимірювання похибки (відхилення)

проекції нормального кроку на осьову площину f_{px0} на універсальних приладах виконують таким чином.

Відлік переміщення здійснюють по мікроскопу. Розрахунок величини P_{np} виконують по формулах (6.12) або (6.13).



a - схема контролю; b – схема отримання проекції нормального кроку

Рисунок 7.5 – Схема вимірювання погрішності проекції нормального кроку на осьову площину:

Показання індикатора в точці B визначатиме відхилення проекції нормального кроку на осьову площину f_{px0} .

Контроль цього параметра на приладі КЗФ-270 здійснюють аналогічним чином за тим виключенням, що при переміщенні вимірювального наконечника уздовж осі центрів на величину P_{np} необхідно здійснити додатковий поворот фрези навколо осі центрів на деякий кут δ , відповідний переміщенню точки B (рис. 8.5, б) в точку B_1 :

$$\delta = \frac{360^\circ \cdot P_{np}}{P_z} \quad (7.6)$$

де P_z — крок остружкових канавок.

Поворот фрези на кут δ здійснюють блоком кінцевих заходів таким чином. До повороту фрезу встановлюють в **початкове положення** блоком кінцевих мір завдовжки L_1 , який визначений паспортом на конкретний прилад. На розрахований кут δ фрезу повертають шляхом зміни блоку завдовжки L_1 на L_2 :

$$L_2 = L_1 - R \cdot \sin \delta \quad (7.7)$$

де R_1 - довжина плеча повороту важеля (для приладу КЗФ-270).

Переміщення вимірювального наконечника уздовж осі центрів на величину P_{np} здійснюють блоком кінцевих мір і індикатором.

Вимірювання *накопиченого* відхилення кроку на довжині будь-яких трьох кроків f_{px30} виконують аналогічно описаному вище вимірюванню відхилення проекції нормального кроку на осьову площину. При цьому переміщення вимірювального наконечника здійснюють уздовж осі центрів на довжину трьох кроків P_{x3} .

Дані всіх вимірювань систематизують і, порівнюючи одержані результати із значеннями допустимих відхилень відповідних параметрів по ГОСТ 9324—80, визначають, до якого класу точності відноситься контрольована фреза і чи відповідає вона вимогам, що пред'являються.

Зміст звіту. У звіті приводять формулювання завдання, коротку характеристику фрези, необхідні розрахунки і схеми вимірювань відповідно до методики роботи, таблицю з аналізом точності фрези по досліджуваних параметрах (табл. 7.1), висновок по роботі.

Питання для контролю

1. Які параметри характеризують профіль передньої поверхні?

Варіанти відповідей: 1) пряmolінійність і величина переднього кута; 2) кут профілю зубів; 3) крок стружкових канавок; 4) передній і задній кути; 5) кут підйому витків фрези.

2. Як відіб'ється на формі і розмірах зубів нарізованого колеса збільшення переднього кута шнекової фрези?

Варіанти відповідей: 1) товщина зуба S_0 збільшиться; 2) S_0 зменшиться; 3) S_0 не зміниться; 4) форма профілю зуба не зміниться; 5) висота зуба зменшиться.

3. На яких конструктивних параметрах фрези відобразиться відхилення передньої поверхні зубів в подовжньому напрямі?

Варіанти відповідей: 1) на конусності зубів; 2) на величині биття зубів; 3) на висоті зубів; 4) на величині кута профілю зубів; 5) на величині окружного кроку зубів фрези.

Рекомендована література

1. Методические указания к лабораторным работам по курсу „Проектирование и производство металлорежущих инструментов” для студентов специальности „Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты”. Раздел „Рациональная эксплуатация фрез” / Сост. Г.А.Черненко. – Киев: КПИ, 1985. -20 с.
2. Методические указания к лабораторным работам по курсу „Проектирование и производство металлорежущих инструментов” для студентов специальности „Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты” всех форм обучения / Сост. Н.Д.Полозок, А.Г.Долодаренко. – Киев: КПИ, 1988. - 32 с.
3. Егоров С.В., Червяков А.Г. Резание конструкционных материалов и режущий инструмент. Лабораторный практикум. Учеб пособие для вузов. Изд.2-е, перераб. М.: «Высш. школа», 1975.- 188 с., ил.
4. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. – М.: Машиностроение, 1974. – 406с.
5. Попов С.А., Дибнер Л.Г., Каменкович А.С. Шлифование деталей и затачивание режущего инструмента. – М.: В. школа. 1975. – 311 с.
6. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты – Киев: Вища школа, 1979. – 432с.
7. Палей М.М. Технология производства металлорежущих инструментов. - М.: Машиностроение, 1982. - 256 с.
8. Палей М.М. Технология производства металлорежущего инструмента. - М.: Машгиз, 1963. – 483 с.
9. Кащук Э.А. и др. Справочник заточника. - М.: Машиностроение, 1982. - 232 с.
10. Криштопа Н.А., Родина Т.П. Геометрия задних поверхностей сверл и способы их формообразования. - К.: Вища шк., 1982. - 128 с.
11. Режущий инструмент. Лабораторный практикум: Учеб. пособие для вузов по специальности "Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты"/ Н.Н.Щегольков, Г.Н.Сахаров, О.Б.Арбузов и др.. Под общ. ред. Н.Н.Щеголькова. --.: Машиностроение, 1985. - 168 с.
12. Иноземцев Г.Г. Проектирование металлорежущих инструментов: Учеб. Пособие для втузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с., ил.
13. ГОСТ 3752-71. Фрезы цилиндрические насадные.
14. ГОСТ 9304-69. Фрезы торцевые насадные цельные.
15. ГОСТ 1092-80. Фрезы торцевые насадные с зубьями из быстрорежущей стали.
16. ГОСТ 9473-80. Фрезы торцевые насадные со вставными ножами, оснащенные пластинами из твердого сплава.

Зміст

Вступ.....	3
1 Лабораторна робота №1 Контроль якості виготовлення різального інструмента	4
2 Лабораторна робота №2 Розрахунок биття зубів торцевих фрез з багатогранними пластинами твердого сплаву	11
3 Лабораторна робота № 3 Заточення і доведення фрез	23
4 Лабораторна робота №4 Заточення протяжок.....	36
5 Лабораторна робота №5 Дослідження точності конструктивних елементів зуборізних довбачів.....	45
6 Лабораторна робота №6 Вивчення конструктивних елементів і геометричних параметрів шнекової фрези	55
7 Лабораторна робота №7 Дослідження точності зубів шнекової фрези	62
Рекомендована література	69
Зміст	70