

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт з дисципліни

„РІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ”

розділ

ЗАТОЧУВАННЯ РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
„РІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ”

розділ

ЗАТОЧУВАННЯ РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

(для студентів напряму підготовки 0505 «Машинобудування» спеціальностей „Технологія машинобудування” та „Металорізальні верстати та системи” денної, заочної і очно-заочної форм навчання)

РОЗГЛЯНУТО:
на засіданні кафедри
металорізальних верстатів
і інструментів
Протокол № 2 від 22.09.2009р.

ЗАТВЕРДЖЕНО:
на засіданні навчально-
видавничої ради ДонНТУ
Протокол №
від 2009 р.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Різальний інструмент”, розділ «Заточування різальних інструментів» (для студентів на пряму підготовки 6.0505 «Машинобудування» спеціальностей „Технологія машинобудування” та „Металорізальні верстати та системи” денної, заочної і очно-заочної форм навчання)/ Укл.: Кисельова І.В., Гриньов Ю.О. – Донецьк: ДонНТУ, 2009. – 57 с.

В методичних вказівках до виконання лабораторних робіт наведені методики вивчення конструкцій і особливостей заточування різців, свердел, розверток, фрез. Дано рекомендації по вибору параметрів абразивних кругів для заточування. Методичні вказівки містять контрольні питання для перевірки знань студентів.

Укладачі:

Кисельова І.В, доц.
Гриньов Ю.О., доц..

Відповідальний за випуск

Гусев В.В., проф.

ЗМІСТ

1 Абразивні матеріали. Типи абразивних інструментів, їх характеристика і маркування	5
2 Заточування різців	21
3 Заточування спіральних свердел	22
4 Заточування розверток	38
5 Заточування циліндричних фрез	47

Лабораторна робота № 1
**АБРАЗИВНІ МАТЕРІАЛИ. ТИПИ АБРАЗИВНИХ ІНСТРУМЕНТІВ,
 ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА І МАРКУВАННЯ**

1.1 Мета і задачі лабораторної роботи

Вивчити види абразивних матеріалів, які використовуються в металообробці. Вивчити типаж абразивних інструментів, їх маркування, характеристики, область застосування абразивних інструментів з різними характеристиками.

Після виконання лабораторної роботи студенти повинні:

знати типаж абразивних інструментів, їх маркування, характеристики, область застосування абразивних інструментів з різними характеристиками.

уміти визначити область застосування абразивних інструментів з різними характеристиками.

1.2 План проведення роботи

1. Ознайомитися з методичними вказівками по проведенню роботи.
2. Вивчити існуючі види абразивних матеріалів і типи абразивних інструментів.
3. Вивчити характеристики абразивних кругів і їх умовне позначення.
4. Вивчити область застосування абразивних інструментів з різними характеристиками.
5. Зробити ескізи заданих абразивних кругів, розшифрувати їх маркування, визначити можливу область застосування кожного круга.
6. Зробити висновки по роботі.

1.3 Види абразивних матеріалів, які застосовуються у металообробці

Абразивні матеріали підрозділяються на природні і штучні. До природних абразивів відносяться кварц, наждак, корунд. Вони відрізняються великою неоднорідністю властивостей, наявністю сторонніх включень. Тому не одержали широкого поширення в металообробці.

Для виготовлення абразивних інструментів найчастіше застосовують штучні абразивні матеріали. До них відносяться електрокорунди, карбіди кремнію і карбід бору.

Найбільш широке застосування для виготовлення шліфувальних кругів одержав електрокорунд. Він має мікротвердість 20000-25000 МПа, температуру плавлення 1900-2000⁰С і теплостійкість від 1250⁰С (нормальний) до 2000⁰С (цирконієвий). Являє собою кристалічну суміш Al₂O₃, яку одержують плавкою чистого глинозему (бокситів) в електропечах.

Залежно від змісту оксиду алюмінію і різних домішок електрокорунд буває:

1 Електрокорунд нормальний містить до 95% Al₂O₃.

Висока твердість і механічна міцність зерен нормального електрокорунду забезпечує широке застосування його при шліфуванні металів. Значна в'язкість дозволяє застосовувати його при виконанні робіт зі змінними навантаженнями.

2 Електрокорунд білий містить до 97% Al₂O₃.

По хімічному і фізичному складу білий електрокорунд є більш однорідним, чим нормальний. Зерна білого електрокорунду мають високу твердість, міцність і

мають гострі кромки, що дозволяє оброблювати міцні і тверді матеріали.

3 Електрокорунд легований. Зерна легованих електрокорундів мають більш високу стабільність фізико-механічних властивостей, більшу твердість.

3.1 хромистий додатково легований хромом (0,5-2%). Має червонуватий колір, тому називають технічним рубіном. Наявність у цьому корунді твердого розчину хрому істотно міняє його мікроструктуру і властивості; підвищує механічну міцність і абразивну здатність у порівнянні з білим електрокорундом. Абразивний інструмент із хромистого електрокорунду забезпечує підвищення продуктивності при шліфуванні конструкційних і вуглецевих сталей (на 20...30% у порівнянні з інструментом з електрокорунду білого).

3.2 титанистий електрокорунд додатково містить окис титану (2-3% TiO). Має колір сапфіра, тому іноді його називають технічним сапфіром. Титанистий електрокорунд відрізняється від нормального більшою в'язкістю. Титанистий електрокорунд призначений для виготовлення абразивного інструмента, який застосовують для оброблення вуглецевих, конструкційних і інших загартованих і незагартованих сталей.

3.3 цирконієвий електрокорунд являє собою абразивний матеріал, до складу якого входить окис алюмінію Al_2O_3 і двоокис цирконію ZrO_2 (10-40%). Круги із цирконієвого електрокорунду застосовують в основному для обдирного шліфування і шліфування з високими швидкостями різання.

Таблиця 1.1 - Позначення абразивних матеріалів і рекомендовані області їх застосування

Матеріал	Позначення	Область застосування
1	2	3
Електрокорунд нормальний	12А -18А	Застосовується при обробленні матеріалів з високим опором розриву (обдирання сталевих заготовок, кувань, прокату, високоміцних і відбілених чавунів, ковкого чавуну; остаточне оброблення деталей з вуглецевих і легованих сталей у загартованому і нормалізованому стані, нікелевих і алюмінієвих сплавів)
Електрокорунд білий	23А	Шліфування сталей кругами на органічній зв'язці.
	24А	Чистове шліфування загартованих сталей, відрізаня.
	25А	Шліфування загартованих сталей, кольорових сплавів
Електрокорунд хромистий	32А 33А 34А	Шліфування з підвищеними припусками вуглецевих і легованих сталей, важкооброблюваних матеріалів у загартованому і незагартованому стані; чистове, профільне шліфування, заточування інструментів з швидкорізальних сталей
Електрокорунд титанистий	37А	Швидкісне шліфування сталей кругами на бакелітовій і керамічній зв'язці

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
Електрокорунд цирконієвий	38А	Обдирне силове шліфування сталей при високих швидкостях різання і подачах
Монокорунд	43А 44А 45А	Шліфування важкооброблюваних сталей і сплавів, цементованих, азотованих сталей. Заточування і доведення інструментів з швидкорізальних сталей
Електрокорунд хромотитаністий	91А 92А	Напівчистове і чистове шліфування вуглецевих і легованих сталей, важкооброблюваних матеріалів кругами на всіх зв'язках
	93А 94А	Шліфування загартованої і незагартованої сталі кругами на бакелітовій і керамічній зв'язці
Карбід кремнію чорний	53С	Шліфування незагартованих твердих металів і неметалів
	54С 55С	Шліфування чавуну, кольорових металів і сплавів, вольфрамових твердих сплавів кругами на всіх зв'язках
Карбід кремнію зелений	62С	Шліфування чавуну, кольорових металів, граніту, мармуру кругами на всіх зв'язках
	63С	Оброблення титанових і титано-танталових твердих сплавів кругами на всіх зв'язках
	64С	Шліфування чавуну, кольорових металів і сплавів, граніту, мармуру кругами на всіх зв'язках. Швидкісне шліфування чавуну кругами на керамічних зв'язках

4 **Монокорунд** – різновид білого електрокорунду, його зерна складаються з окремих кристалів Al_2O_3 . Його особливості: більше висока твердість, більше число різальних граней і, відповідно, краща різальна здатність. Зерна монокорунду мають ізометричну форму, високу механічну міцність і гарну здатність до сколювання. За рахунок збереження гостроти різальних кромки споживана потужність і нагрівання оброблюваної деталі знижується. Особливо це важливо при заточуванні інструментів.

Крім електрокорундів як абразивні матеріали використовують **карбід кремнію** (SiC). Його одержують в електропечах спіканням кремнезему з вуглецем. У порівнянні з електрокорундом карбід кремнію має більш високу твердість, але він більш крихкий. Завдяки цьому зерна мають більш гострі різальні кромки.

Залежно від змісту SiC підрозділяється на:

Карбід кремнію чорний - 95-98% SiC.

Карбід кремнію зелений - більше 98% SiC.

Позначення абразивних матеріалів і рекомендовані області їх застосування наведені в таблиці 1.1.

1.4 Характеристики абразивного інструмента

1.4.1 Форми абразивних кругів

В залежності від призначення абразивні круги виготовляють різної форми (див. табл.1.2).

Таблиця 1.2 - Форми абразивних кругів і область їх застосування

Круг		Ескіз	Розміри круга, мм			Основне призначення
Тип	Найменування		Діаметр круга, D	Ви-сота, H	Діа-метр отвору,	
1	2	3	4	5	6	7
ПП	Прямого профілю		3-1060	1-250	1-305	Універсальне застосування.
ПВ	3 виточкою		10-600	13-100	3-305	Універсальне застосування подібно кругам ПП. Призначення виточки: можливість одночасного шліфування циліндричних і торцевих поверхонь («в упор»)
ЗП	3 конічним профілем		80-500	6-50	20-203	Заточування передніх поверхонь інструментів
ЧЦ	Чашкові циліндричні		40-300	25-100	13-150	Заточування і доведення різального лезового інструмента; внутрішнє і плоске шліфування
ЧК	Чашкові конічні		80-350	25-150	50-80	Те ж саме
Т/ІТ	Тарілчасті		80-359	8-40	13-127	Заточування і доведення багатолезового інструмента; зубошліфування; шліфування важкодоступних місць.

Найбільш широке і різноманітне застосування мають круги прямого профілю ПП. Вони використовуються для круглого зовнішнього, внутрішнього безцентрового і плоского шліфування. У тих випадках, коли затискні фланці можуть перешкодити підводу круга до зони шліфування, для їхнього розміщення передбачаються виточки з однієї (ПВ) або двох (ПВД) сторін. Круги чашкової форми служать для того, щоб зменшити площу зіткнення бічної поверхні круга із заготовкою при шліфуванні буртиків і фланців на круглошліфувальному верстаті, що зменшує тепловиділення.

1.4.2 Зернистість абразивного круга

Зернистістю круга називається умовна позначка розмірів зерен основної фракції.

Абразивні зерна класифікують по величині зерен шляхом розсіву через сита спеціальних установок або шляхом осадження в рідині (гідравлічна класифікація), якщо потрібно розділити зерна з розмірами менш 40 мкм. Зерно являє собою або окремі кристали, або зростки, або осколки кристалів звичайно неправильної форми розміром не більше 5 мм.

Дрібні сипучі абразивні матеріали звичайно розсіюють на дротяних сітках із квадратними отворами. За номер зернистості приймається номінальний розмір сторони осередку сітки, на якій затримується зерно при розсіві. Цей розмір умовно виражається в сотих частках мм. Наприклад, якщо зерна проходять через осередки зі стороною 500 мкм і затримуються на сітці з осередками розміром 400 мкм, то зернистість порошку позначається номером 40.

Залежно від процентного вмісту зерен основної фракції зернистість підрозділяється на чотири індекси: В - високий вміст зерен основної фракції (60-65%); П - підвищений (60-55%); Н - нормальний (45-40%); Д - припустимий (41-37%).

Залежно від розміру відповідно до ГОСТ 3647-80 абразивні зерна діляться на чотири групи:

- 1 шліфзерна - розмір зерна 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16
- 2 шліфпорошки - розмір зерна 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3
- 3 мікропорошки - розмір зерна М40, М28, М20, М14, М10, М7, М5

Зернистість абразивного круга вибирається залежно від наступних факторів:

- 1 кількості матеріалу, який знімається при обробці (вид шліфування);
- 2 необхідної шорсткості і точності обробленої поверхні;
- 3 фізичних властивостей оброблюваного матеріалу;
- 4 необхідної стійкості кругів між правками.

Зі зменшенням розміру абразивних зерен підвищується їхня різальна здатність за рахунок зростання числа зерен на одиниці робочої поверхні, зменшення радіусів округлення вершин зерен, меншого зношування окремих зерен. Дрібнозернисті інструменти мають меншу здатність до самозагострювання в порівнянні з інструментом більшої зернистості, у результаті чого швидше притупляються і засолюються.

Інструменти із крупними зернами більш продуктивні, менше засолюються, однак при цьому погіршується якість і точність обробки. Рекомендації з вибору зернистості круга залежно від виду оброблення наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Вибір зернистості круга залежно від виду оброблення

Позначення зернистості	Вид оброблення
125-80	Обдирні операції, зачищення заготовок
80-50	Плоске шліфування торцем круга, заточування великих і середніх різців, правка абразивного інструмента, відрізка
63-25	Попереднє і комбіноване шліфування, попереднє заточування різального інструменту
32-16	Чистове шліфування, оброблення профільних поверхонь, остаточне заточування дрібного інструмента, шліфування крихких матеріалів
12-5	Відділочне шліфування, доведення різального інструменту, заточування тонких лез, попереднє хонінгування
6-4	Відділочне шліфування металів, скла, мармуру, різбошліфування, хонінгування
M40 і дрібніше	Суперфінішування, остаточне хонінгування, доведення тонких лез різального інструменту і вимірювального інструменту, шліфування різби із дрібним кроком

1.4.3 Зв'язки, які застосовуються для абразивних інструментів

Зв'язка служить для скріплення окремих зерен у єдине тіло інструмента. Від матеріалу зв'язки залежить міцність утримання зерен в інструменті, міцність самого круга. Зв'язка значною мірою впливає на інтенсивність знімання матеріалу, якість обробленої поверхні, зношування інструмента і, відповідно, на економічність операції.

Зв'язка абразивного інструмента не бере участь у процесі різання і видаленні припуску, але істотно впливає на стан робочої поверхні інструмента і роботу абразивних зерен.

Як зв'язку застосовують неорганічні речовини (керамічні, магнезіальні, силікатні), органічні (бакелітові, вулканітові, епоксидні, гліфталеві), металоорганічні і металокерамічні комбінації. Магнезіальна і гліфталева зв'язка через низьку міцність не одержали широкого поширення.

До 95% абразивного інструмента виготовляють на керамічній, вулканітовій і бакелітовій зв'язках.

Керамічна зв'язка є найпоширенішою. На керамічній зв'язці можна одержати круги майже для всіх видів шліфування. Ця зв'язка вогнетривка, водостійка, має хімічну стійкість, має відносно високу міцність. Інструменти на керамічній зв'язці чутливі до ударів і згинаючих навантажень і тому не можуть використовуватися при відрізанні і прорізанні вузьких пазів.

Керамічну зв'язку виготовляють із вогнетривкої глини, польового шпату, кварцу, тальку, крейди, рідкого скла і інших речовин, узятих у певних пропорціях.

Керамічна зв'язка позначається при маркуванні буквою К. Різновиди цієї зв'язки мають додаткову індексацію. Так, наприклад, зв'язка К51 виготовляється з сировини, яка містить бор, і призначена для кругів з підвищеною зносостійкістю кромок і профілю.

Бакелітова зв'язка (Б1, Б2, Б3) виготовляється зі штучної смоли – фенолу і

формальдегіду. Круги на такій зв'язці мають високу міцність і пружність, допускають високі швидкості різання. Бакелітова зв'язка надає поліруючу дію, що зменшує шорсткість обробленої поверхні; у порівнянні з іншими зв'язками вона менше нагріває оброблювану поверхню.

Недоліки: мала пористість круга, що приводить до швидкого засолювання. При температурі понад 300⁰С зв'язка вигорає; чутлива до лужних розчинів.

Круги можуть бути будь-яких розмірів, у тому числі і товщиною 1 мм. Круги на бакелітовій зв'язці застосовуються при плоскому шліфуванні торцем круга, відрізуванні заготовок і прорізанні пазів; при відділочному шліфуванні дрібнозернистими абразивними інструментами.

Вулканітова зв'язка (В1, В2, В3) виготовляється зі штучного каучуку. Круги на цій зв'язці більш щільні і пружні, чим на бакелітовій, мають більші поліруючі властивості. Використовують для полірування, відрізки, а також виготовляють провідний круг для безцентрового шліфування.

Властивості зв'язки залежать від вмісту сірки. При вмісті сірки до 15% круг виходить м'яким, еластичним і використовується для полірування. Зі збільшенням вмісту сірки до 60% збільшується твердість і жорсткість круга. Ці круги рекомендуються для відрізки, глибинного шліфування.

Рекомендації із застосування кругів на різних зв'язках наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Зв'язка абразивних кругів і область їх застосування

Зв'язка	Застосування
Керамічна (К1, К2, К3, К4, К5, К6, ДО7, К8, К10)	Інструмент для всіх основних видів шліфування крім прорізування пазів, К2, К3 - інструмент із карбиду кремнію; К1, К5, К8 - інструмент із електрокорунду
Бакелітова (Б, Б1, Б2, Б3, Б4, БП2, Б156)	Круги зі зміцненими елементами для шліфування при швидкості 65, 80, 100 м/с; круги для плоского шліфування торцем круга, відрізання і прорізання пазів, заточування різальних інструмент, шліфування переривчастих поверхонь; дрібнозернисті круги для відділочного шліфування; хонінгувальні бруски і шліфувальні сегменти
Вулканітова і інші органічні (В, В1, В2, В3, В5, ГФ)	Провідні круги при безцентровому шліфуванні, гнучкі круги для полірування і відділочного шліфування (на зв'язці В5); відрізні круги для прорізання і шліфування пазів; круги для профільного шліфування (на зв'язці В3)

1.4.4 Твердість абразивного круга

Твердістю абразивного круга називається здатність зв'язки утримувати зерна від викрашування. Твердість інструмента в значній мірі визначає продуктивність шліфування і якість обробленої поверхні. Твердість залежить від кількості і якості зв'язки, виду абразивного матеріалу, форми і розмірів зерен, технології виготовлення інструмента.

По твердості розрізняють вісім груп кругів, позначуваних буквами. Кожна група розділяється на ступені твердості, які позначаються цифрою. Чим вище цифра, тим вище твердість.

Досить м'який ВМ1, ВМ2

М'який М1, М2, М3

Середнє м'який СМ1, СМ2

Середній С1, С2

Середнє твердий СТ1, СТ2, СТ3 С

Твердий Т1, Т2 СТ

Досить твердий ВТ1, ВТ2

Надзвичайно твердий ЧТ1, ЧТ2

Абразивні зерна в міру їхнього затуплення повинні обновлятися шляхом сколювання або викрашування. Чим вище твердість абразивного інструмента, тим міцніше зв'язок між абразивними зернами в інструменті, тим більші сили здатні вони сприйняти без викрашування. При занадто твердому крузі зв'язка продовжує утримувати зерна, що затупилися і втратили різальну здатність. При цьому витрачається більша потужність, виріб нагрівається (може з'явитися прижог). При занадто м'якому крузі зерна, які ще не втратили різальну здатність, викрашуються, збільшується зношування круга, з'являються вібрації через огранювання круга, знижується якість обробленої поверхні.

Чим твердіше оброблюваний матеріал, тим м'якше повинен бути круг. Виключення становить оброблення дуже м'яких, в'язких матеріалів. У цьому випадку в запобіганні засолювання круг повинен бути м'яким.

Таблиця 1.5 - Твердість абразивних кругів

Група твердості	Позначення групи і ступеня твердості	Об'єм пор, %
Досить м'які	ВМ1, ВМ2	50-48
М'які	М1, М2, М3	46, 5-43,5
Середньо-м'які	СМ1, СМ2	42-40,5
Середні	С1, С2	39-37,5
Середньо-Тверді	СТ1, СТ2, СТ3	35-33
Тверді	Т1, Т2	31, 5-30
Досить тверді	ВТ1, ВТ2	28, 5-27
Надзвичайно тверді	ЧТ1, ЧТ2	25, 5-24

При великих поверхнях контакту круга із заготовкою варто вибирати більш м'які круги. Чим більше швидкість різання, тим м'якше повинен бути круг. Крупнозернисті круги повинні бути більш твердими. При профільному шліфуванні варто вибирати тверді круги для збереження його розмірів і профілю.

Зміна твердості інструмента на керамічній зв'язці досягається зміною частки зв'язки і відповідною зміною обсягу пор при незмінному обсязі зерен, що відповідає певній структурі круга. Зміна частки зв'язки впливає на міцність закріплення абразивних зерен.

Певної твердості круга відповідає певний обсяг пор незалежно від номера структури. Процентний обсяг пор в абразивному інструменті на керамічній зв'язці

різних ступенів твердості наведений у таблиці 1.5.

Круги на керамічній зв'язці випускають всіх ступенів твердості. На бакелітової - від СМ1 до Т1, на вулканітової - С, СТ і Т.

1.4.5 Структура абразивного круга

В абразивних інструментах розрізняють кілька основних фаз: абразивну фазу, займану абразивними зернами; сполучну фазу, займану зв'язкою; газоподібну фазу, займану порами. У деяких інструментах уводиться додаткова фаза, займана наповнювачами.

Структурою круга називається співвідношення обсягу абразивних зерен, зв'язки і пор. Структура позначається номером від 0 до 20, чим менше зерен в одиниці об'єму, тим вище порядковий номер структури. (см. табл.1.6).

Зміст кожної фази виражають у частках об'єму, що займає та або інша фаза в інструменті. Зі збільшенням об'ємної частки зерен в інструменті відстань між зернами буде убавати і при 74% змісті зерен сусідні зерна будуть торкатися одне одного і утворять твердий каркас.

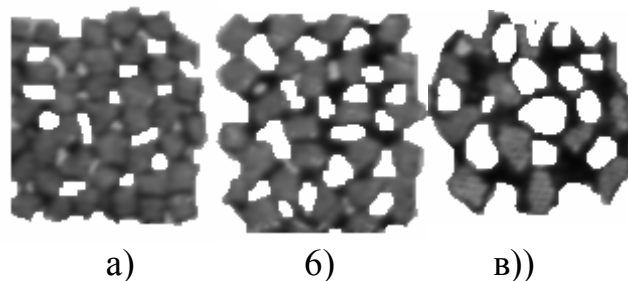


Рисунок 1.1 - Відносне розташування абразивних зерен, зв'язки і пор у кругах різної структури:

а - структура 3 ($V_3=56\%$), б - структура 8 ($V_3=46\%$), в - структура 16 ($V_3=30\%$)

Таблиця 1.6 - Застосування кругів різної зернистості

Структура	Застосування
1-3	Шліфування заготовок із малим зніманням металу кругами на бакелітової і керамічній зв'язках (оброблювання деяких деталей шарикопідшипників)
3-4	Профільне шліфування; шліфування твердих і крихких матеріалів з малою шорсткістю обробленої поверхні; шліфування з великими подачами або змінним навантаженням; відрізні роботи
5-6	Майже всі види шліфування (кругле зовнішнє, безцентрове, плоске периферією круга) металів з високим опором розриву
7-8	Шліфування в'язких металів з низьким опором розриву; плоске шліфування торцем круга; внутрішнє шліфування; заточування інструментів
9-12	Швидкісне шліфування, профільне шліфування дрібнозернистими кругами; шліфування різьб
14-16	Шліфування неметалевих матеріалів і металів з низькою теплопровідністю (усунення прижогів і тріщин)

У кругах зі структурою 0 міститься 62% зерна. У кожній наступній структурі зміст зерен на 2% менше. У кругах зі структурою 20 міститься 22% зерен.

Абразивні круги за структурою діляться на чотири групи: закриті або щільні (1-4), середні (5-8), відкриті (9-12) і надзвичайно відкриті (13-20). Структура впливає на різальні властивості круга і якість оброблення. Чим вище номер структури, тим більше простір між зернами для розташування стружки, відходів, тим менше ймовірність прижогів і засолювання круга. При оброблюванні твердих і крихких матеріалів, а також при чистовому оброблюванні варто вибирати круги із щільною структурою, при швидкісному шліфуванні - відкриті (19-20).

Структури 5-7 рекомендуються для заточування інструмента, виготовленого зі швидкорізальної сталі, структури 8-10 - для заточування інструмента, виготовленого із твердого сплаву.

Абразивні інструменти щільної структури номерів 0—3 мають дуже тісне розташування зерен, малі проміжки між зернами, малі пори і застосовуються обмежено, головним чином для доводочних робіт.

Відкрита структура (номера 9-12) забезпечує більшу відстань між сусідніми абразивними зернами, кращий відвід стружки, що дозволяє працювати на підвищених режимах. Однак круги відкритої структури мають меншу міцність.

Таблиця 1.7 - Вибір твердості і структури круга залежно від виду обробки

Твердість	Номер структури	Вид обробки
BT1-CT2	3-4	Правка абразивних інструментів
CT2-T2	4-5	Ручні обдирні операції, відрізка, прорізання канавок, кругле врізне зовнішнє шліфування, безцентрове шліфування, хонінгування невеликих отворів
C2-CT2	5-6	Попереднє кругле зовнішнє і безцентрове шліфування сталей і ковкого чавуну, профільне шліфування, оброблення переривчастих поверхонь
C1-CT2	7-9	Плоске шліфування сегментними і кільцевими кругами на бакелітовій зв'язці, внутрішнє шліфування
CM1-C2	5-6	Чистове кругле зовнішнє, внутрішнє і безцентрове шліфування сталей, плоске шліфування периферією круга, різбошліфування із кроком більше 2 мм
C1-C2	5-6	Заточування різальних інструментів вручну
CM1-CM2	5-6	Заточування різальних інструментів на верстаті
M2-CM2	7-9	Плоске шліфування торцем круга
M2-M3	9-10	Заточування і доведення твердосплавного інструмента, шліфування важкооброблюваних сплавів
C2-CT2	8-12	Різбошліфування із кроком до 2 мм

Останнім часом крім кругів з фіксованою структурою широке застосування знаходять круги, що відрізняються підвищеною пористістю. Величина пор у таких кругів більше (до 2—3 мм), чим розміри абразивних зерен і поверхня такого круга нагадує по своїй будові поверхню губки. Пори такої величини отримують у результаті вигоряння при термічній обробці добавок (тирса і борошно, мелене ву-

гілля, пластмаси і т. д), які вводяться у формувальну масу перед пресуванням у вигляді наповнювачів.

Високопористі круги в основному призначені для шліфування м'яких і в'язких матеріалів (гума, шкіра, дерево, пластмаси і т.п.), тому що підвищена пористість створює кращі умови для розміщення стружки, зменшується застрявання стружки в порах.

При виготовленні кругів їх структуру вибирають взаємозалежно із зернистістю. Абразивні інструменти зернистістю 125-80 звичайно виготовляють третьої-четвертої структури, зернистістю 50-40 - п'ятої-шостої структури, зернистістю 25-12 - шостий-сьомої структури.

Рекомендації з вибору твердості і структури круга наведені в таблиці 1.7.

1.4.6 Точність і невірноваженість шліфувальних кругів

Тому що шліфувальні круги працюють із великою швидкістю різання (35-50 м/с при звичайному шліфуванні і до 100 м/с при швидкісному), основну небезпеку для них представляють відцентрові сили, які можуть привести до розриву круга. Для зменшення небезпеки розриву круга необхідно стежити за ступенем невірноваженості круга.

– Невірноваженість круга

Невірноваженістю круга називається його стан з таким розподілом мас, що під час обертання викликає переміщення навантаження на опорі і його вигин.

Невірноваженість є одним з основних комплексних показників якості абразивних кругів. При шліфуванні виникають автоколивання, які викликаються невірноваженістю шліфувального круга, що приводить до вібрацій у системі СПД, зростанню напруг у крузі, погіршення якості шліфованих поверхонь і появи на них прижогів, підвищеному зношуванню круга. Особливе значення має ступінь невірноваженості кругів у зв'язку з усе більше широким впровадженням у практику швидкісного і надшвидкісного шліфування.

Основні причини, що викликають появу невірноваженості в шліфувальних кругах:

- 1 погрішність геометричної форми круга;
- 2 ексцентричність посадкового отвору круга щодо його зовнішньої поверхні;
- 3 нерівномірність структури круга;
- 5 нерівномірне зношування круга в процесі шліфування.

По невірноваженості абразивні круги діляться на чотири класи 1, 2, 3, 4. Чим вище клас, тим більше ступінь невірноваженості круга.

– Точність круга

Залежно від величин, що характеризують абразивний інструмент по граничних відхиленнях розмірів, форми і розташування поверхонь установлені класи точності абразивного інструмента. Шліфувальні круга виготовляють трьох класів точності: АА, А и Б.

Для кругів класу точності Б використовують шліфувальні матеріали з усіма індексами, що характеризують зміст основної фракції: В, П, Н, Д, для кругів класу точності А - тільки з індексами В, П, Н, для кругів класу точності АА - тільки з

індексами В и П, тобто з високим і підвищеним змістом основної фракції.

Круги класу АА повинні мати найменшу невірноваженість - 1 класу, круги класу точності А повинні бути 1 або 2-го класу невірноваженості, для кругів класу точності Б - 2-го або 3-го класів невірноваженості. Умовне позначення абразивного круга і схема розшифровки наведені на рис.1.2.

Таблиця 1.8 - Вибір характеристик абразивного круга для заточування різальних інструментів

Інструмент	Поверхні, що заточуються	Матеріал інструмента	Характеристика круга				
			Тип	Марка матеріалу	Зернистість	Твердість	Зв'язка
Різець	Передні і задні	Швидкорізальна сталь	ЧК	16А - 12А 25А - 22А	63 - 40	С1 СМ2	- К
		Твердий сплав	ЧЦ	64С-62С	40 - 25	МЗ	- К, Б
Свердло	Задні	Швидкорізальна сталь	ПВ	16А - 12А 25А - 23А	40 - 25	СМ1 СМ2	- К
Зенкер, розвертка, фреза	Задні	Швидкорізальна сталь	ЧК ЧЦ	24А - 23А	40 - 25	СМ1 СМ2	- К
Розвертка, фреза, мітчик протяжний	Передні	Швидкорізальна сталь	4Т, 1Т	16А - 14А 24А - 23А	40 - 25	СМ1 СМ2	- К
Черв'ячна фреза	Передні	Швидкорізальна сталь	Т, 1Т	16А - 14А 24А - 23А	25	С1 СМ1	- К
Мітчики	Задні затилювання	Швидкорізальні леговані інструментальні сталі	ПП	16А - 14А 24А - 23А	25 - 16	С1 СМ2	- К

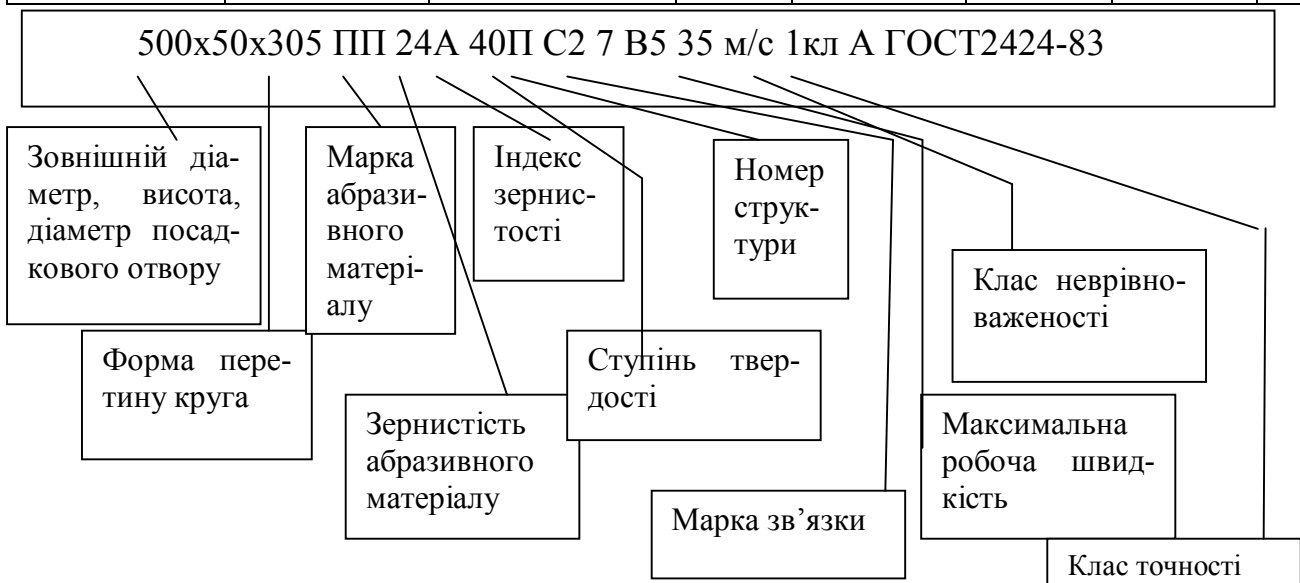


Рисунок 1.2 - Умовне позначення і схема розшифровки абразивних кіл

1.5 Характеристики алмазних кругів

Крім абразивних матеріалів для виготовлення шліфувальних кругів використовують синтетичні алмази. Алмазні круги широко використовуються для чистот-

вого заточування і доведення твердосплавних різальних інструментів.

Алмазні круги складаються з корпусу і алмазозносного шару, закріпленого на ньому. Корпус круга виготовляють зі сталі 45, Ст3 або алюмінієвого сплаву АК6. Алмазозносний шар складається з алмазів, зв'язки і наповнювача. Ширина алмазозносного шару залежить від умов роботи круга і може коливатися в значних межах. Товщина алмазозносного шару в більшості кругів знаходиться в межах 1,5...3,0 мм. У деяких випадках для крупних інструментів товщина алмазозносного шару підвищується до 5 мм і більше.

Таблиця 1.9 - Форми, розміри і область застосування алмазних кругів

Позначення і розміри кіл, мм	Ескіз	Область застосування
1А1 – плоский прямого профілю: $D=16\div 500$; $d=5\div 305$; $H=8\div 50$; $S=3\div 5$		Шліфування і доведення зенкерів, розверток і іншого багатолезового інструмента
ППЗ – плоский прямого профілю тристоронній: $D=125\div 250$; $d=32\div 127$; $H=6\div 16$; $b=4\div 10$; $S=1,5\div 3$		Шліфування по зовнішньому діаметрі і торцям тристоронніх фрез
6А2 – плоский з виточками: $D=100\div 320$; $d=20\div 127$; $H=22\div 32$; $b=3\div 60$; $S=4\div 5$		Заточування і доведення різців на заточувальних верстатах
12А2-45 ⁰ – чашковий конічний: $D=50\div 250$; $d=16\div 75$; $H=20\div 42$; $b=3\div 20$; $S=3\div 5$		Заточування і доведення різців по задніх і передніх поверхнях
12А2-20 ⁰ – тарілчастий: $D=50\div 160$; $d=16\div 32$; $H=6\div 16$; $b=1\div 5$; $S=1,5\div 3$		Заточування і доведення передньої поверхні зубців багатолезових інструментів

Алмазозносний шар міцно з'єднується з корпусом шляхом спільного пресування корпусу і алмазозносного шару, приклеювання алмазозносного шару синтетичним клеєм, напресовування кільця, що має алмазозносний шар.

Алмазні круги, як і абразивні, можуть мати різну форму, яка вибирається залежно від виду робіт (табл.1.9).

1.5.1 Склад круга

По виду сировини алмазні порошки розділяються на порошки із природних (позначаються буквою А), синтетичних (позначаються буквами АС) і синтетичних полікристалічних алмазів (позначаються буквами АР). Алмазні мікропорошки і субмікропорошки нормальної абразивної здатності позначаються буквами АМ і АСМ. Природні алмази через велику нерівномірність властивостей не одержали

широкого використання при виготовленні шліфувальних кругів. Области застосування алмазних порошків різних марок наведені в табл. 1.10.

Показник міцності шліфпорошків із синтетичних алмазів визначають по величині статичного навантаження, що викликає руйнування алмазного зерна, розташованого між двома паралельними пластинами із твердого сплаву або з корунду. Середній показник міцності порошку визначають за результатами послідовного руйнування 50 зерен.

Таблиця 1.10 - Марки алмазних порошків, їхні характеристики і області застосування

Позначення	Характеристика	Область застосування
A1 A2 A3	Шліфпорошки із природних дроблених алмазів зі змістом 10, 20 і 30 % зерен відповідно	Інструменти на металевих зв'язках для оброблювання кераміки, скла, каменю, бетону
AC2	Шліфпорошки із синтетичних алмазів підвищеної крихкості	Інструменти на органічних зв'язках для доведення твердих сплавів і сталей
AC4 AC6	Те ж, але більшої міцності	Інструменти на органічних і керамічних зв'язках для оброблювання твердих сплавів, кераміки і інших крихких матеріалів
AC15	Те ж, але з високою міцністю	Те ж
APB1	Шліфпорошки із синтетичних полікристалічних дроблених алмазів типу баллас	Інструменти для чорнового хонінгування чавунів, різання склопластиків
APK4	Те ж, але із дроблених алмазів типу карбонадо	Інструменти для тяжких умов роботи
APC3	Те ж, із дроблених алмазів типу спечи	Інструменти для особливо тяжких умов роботи
AM, ASM	Мікропорошки із природних (AM) або синтетичних (ASM) алмазів нормальної абразивної здатності	Доведення і полірування твердих і надтвердих важкооброблюваних матеріалів, корунду, кераміки, алмазів, дорогоцінних каменів
AN, ASN	Мікропорошки із природних (AN) або синтетичних (ASN) алмазів підвищеної абразивної здатності	Те ж

Алмазні круги характеризуються зернистістю, видом зв'язки, і концентрацією алмазного зерна (структурою).

1.5.2 Зернистість алмазних кругів

Зернистість алмазних порошків дана в ГОСТ 9206-70. Алмазні порошки за-

лежно від розміру зерен, методу одержання і контролю діляться на дві групи:

- шліфпорошки, які одержують шляхом розсіву на ситах з контролем зернового состава ситовим методом;
- мікропорошки, які одержують шляхом класифікації з використанням рідини і контролем зернового состава під мікроскопом.

Зернистість алмазних порошоків, на відміну від абразивних, позначається дробом, у якому чисельник відповідає найбільшому, а знаменник найменшому розміру зерен основної фракції. Ці розміри відповідають фактичним розмірам осередків сита (мкм): через верхнє сито зерна повинні проходити, а на нижньому затримуватися.

ГОСТ передбачає випуск шліфпорошок двох діапазонів зернистості: широкого - п'яти зернистостей від 400/250 до 63/40 і вузького - 12 зернистостей від 630/500 до 50/40. Мікропорошки випускають 11 зернистостей: від 60/40 до 1/0.

Алмазні зерна по зернистості діляться на:

шліфпорошки - зернистість 2500/1600, 1600/1000, 1000/630, 630/400, 400/250, 250/160, 160/100, 100/63, 63/40.

мікропорошки - зернистість 60/40, 40/28, 2/1.

Зернистість алмазних кругів вибирається залежно від виду оброблювання і необхідної шорсткості обробленої поверхні. Зі збільшенням зернистості підвищується продуктивність оброблювання, знижується витрата алмазів, але підвищується шорсткість обробленої поверхні. Рекомендації з вибору зернистості круга залежно від шорсткості обробленої поверхні наведені в табл.1.11.

Таблиця 1.11 - Зернистість алмазних кругів

Шорсткість обробленої поверхні, R_a , мкм	Зв'язка круга		
	органічна	металева	керамічна
0,63...1,25	200/160...125/100	160/125...125/100	160/125...125/100
0,32...0,63	160/125...100/80	125/100...80/63	125/100...80/63
0,16...0,32	100/80...50/40	80/63...50/40	80/63...50/40
0,08...0,16	50/40...40/28	-	63/50...40/28
0,04...0,08	40/28...14/10	-	-
нижче 0,04	14/10...5/3	-	-

1.5.3 Концентрація алмазоносного шару

Ефективність роботи алмазними кругами визначається **концентрацією алмазів**, тобто кількістю алмазних зерен в одному мм³ алмазоносного шару. Алмазні і ельборові круги мають дуже малий процентний вміст алмазних зерен. Тому при виготовленні таких кругів вводять різні наповнювачі, які залишаються в композиції, поліпшуючи її фізико-механічні властивості.

Круги бувають 25, 50, 100, 150 і 200% концентрації. 100% концентрацією вважають таку, при якій в одному мм³ алмазоносного шару знаходиться 0,878 мг алмаза або 4,39 карати. При 100% концентрації алмазний порошок фактично займає тільки четверту частину (25%) обсягу круга, а інші 75% приходять на зв'язку з наповнювачем.

Зі збільшенням концентрації підвищується стійкість кругів і здатність зберігати первісну форму. Найбільше поширення одержали круги з 50, 100 і 150 %

концентрацією. Круги на органічній зв'язці застосовують 50 і 100% концентрації, круги на металевій зв'язці - 100 % концентрації.

Концентрація алмазного круга є аналогом характеристики структури абразивного круга. Круги з концентрацією алмазних зерен 250% мають щільну структуру, з концентрацією 200% - середню, 150% - відкриту, 100% - дуже відкриту.

1.5.4 Зв'язка алмазних кругів

Для виготовлення алмазного інструмента застосовуються в основному органічна, металева і керамічна зв'язки. Роль зв'язувальної речовини в кругах на органічній зв'язці виконують фенол-формальдегідні смоли і різні наповнювачі. Як наповнювач використовуються абразивні матеріали, металеві порошки і інші складні композиції. Щоб виключити вплив наповнювача на чистоту обробленої поверхні, його зернистість вибирають на 2-3 ступені дрібніше зернистості алмазного порошку.

Наповнювач впливає на фізико-механічні властивості алмазозного шару, міцність, теплостійкість, зносостійкість, витрату алмазів; він створює міцну і тверду опору для алмазних зерен.

Круги на органічній зв'язці мають гарні різальні властивості, забезпечують високу чистоту обробленої поверхні, забезпечують більш низькі температури і сили різання, чим круги на інших зв'язках. Однак алмазозний шар у цих кругів менш міцний. Тому інструменти на цих зв'язках мають підвищену витрату алмазів і застосовуються в основному на чистових операціях.

Металева зв'язка застосовується в кругах, призначених для попереднього і фасонного шліфування. Металева зв'язка може бути на мідноолов'яністій, железонікелевій, вольфрамокобальтовій і інших основах. Найпоширеніші металеві зв'язки М1 і М5.

Зв'язка М1 складається з 80% міді і 20% олова, а зв'язка М5 має цинковоалюмінієву основу. Круги на металевій зв'язці мають високу зносостійкість, міцно утримують алмазні зерна, але швидко засолнюються й, як правило, працюють із охолодженням.

Рекомендації з вибору зернистості і зв'язки алмазних кругів залежно від вимог до параметрів шорсткості обробленої поверхні при заточуванні твердосплавного інструмента дані в табл.1.12.

Таблиця 1.12 - Рекомендації з вибору зернистості і зв'язки алмазних кругів

Обробка	Параметр шорсткості Ra	Зв'язка	Зернистість
Заточування твердосплавних пластинок	0,32 - 0,63	Металева М1, М5, М013, МВ1	АС4, АС6 200/160 - 100/80
	0,16 - 0,32	Органічна Б1, Б156, ТЕ2	АС2 160/125 - 63/50
Заточування твердосплавних пластинок разом з державкою	0,63 - 1,25	Керамічна К1	АС4 250/200 - 125/100

Утворення стружко-ломаючих лунок, порожків, канавок	0, 08-0,16	Металева М1, М5, МВ1	АС6 М60/40 - М14/10
Доведення твердо-сплавних пластинок	0, 08-0,16	Органічна Б1, КБ	АС2 63/50 - АСМ 60/40

1.6 Зміст звіту

1. Назва роботи, її мета, задачі.
2. Ескізи основних видів абразивних і алмазних кругів.
3. Приклади маркування абразивних і алмазних кругів і їх розшифровка.
4. Для кожного круга визначити область використання.
5. Висновки

1.7 Контрольні питання

1. Які бувають абразивні круги за формою? Область застосування кругів різної форми.
2. Які абразивні матеріали ви знаєте? Яка їхня область застосування?
3. Що таке зернистість абразивного круга, як вона визначається? Залежно від чого вибирається зернистість круга?
4. Що таке твердість абразивного круга? Які бувають круги по твердості? Залежно від чого вибирається твердість круга?
5. Що таке структура абразивного круга? Які бувають круги за структурою? Залежно від чого вибирається структура кругів?
6. Які зв'язка використовуються для абразивних кругів? Призначення зв'язки. Залежно від чого вибирається тип зв'язки?
7. Які за формою бувають алмазні круги? Залежно від чого вибирається форма круга? Призначення алмазних кругів.
8. Які зв'язки використовуються для алмазних кругів? Призначення зв'язки. Залежно від чого вибирається тип зв'язки?
9. Що таке зернистість алмазного круга, як вона визначається? Залежно від чого вибирається зернистість круга?
10. Що таке структуру алмазного круга? Які бувають круги за структурою? Залежно від чого вибирається структура кругів?

Лабораторна робота № 2

ЗАТОЧУВАННЯ РІЗЦІВ

2.1 Мета і задачі лабораторної роботи

Метою роботи є вивчення характеру зношування, способів заточування різців і устаткування для заточування. Для цього передбачене рішення наступних задач:

1. вивчення характеру зношування різців в залежності від умов роботи;
2. вивчення способів заточування різців і використовуваного устаткування,
3. придбання навичок з розрахунку кількості переточувань різця і його заточуванню.

Після виконання лабораторної роботи студент повинен

знати: конструкції різних типів різців, методику налагодження універсального і спеціального заточувальних верстатів, методику контролю геометричних параметрів різця після заточки, методику розрахунку величини сточування при кожному переточуванні й кількості переточувань;

уміти: налагодити заточувальний верстат і заточити різець, проконтролювати його геометричні параметри.

2.2 План виконання роботи

1. Ознайомитися з методичними вказівками до виконання лабораторної роботи.
2. Ознайомитися із спеціальним та універсальним верстатами, які застосовують для заточування різців.
3. Для даного різця розрахувати величину сточування і кількість переточувань.
4. Для даного різця розрахувати кути, необхідні для його заточування в трьохоберткових лещатах.
5. Привести схеми заточування різця на спеціальному верстаті.
6. Заточити різець.
7. Проконтролювати параметри заточеного різця.
8. Оформити звіт про виконану роботу.

2.3 Зношування різців

Зношування різців в залежності від умов роботи може відбуватися тільки по передній поверхні, тільки по задній поверхні, або по обох поверхнях одночасно. Як правило, на передній поверхні утвориться лунка, а на задній - площадка зношування (рис.2.1).

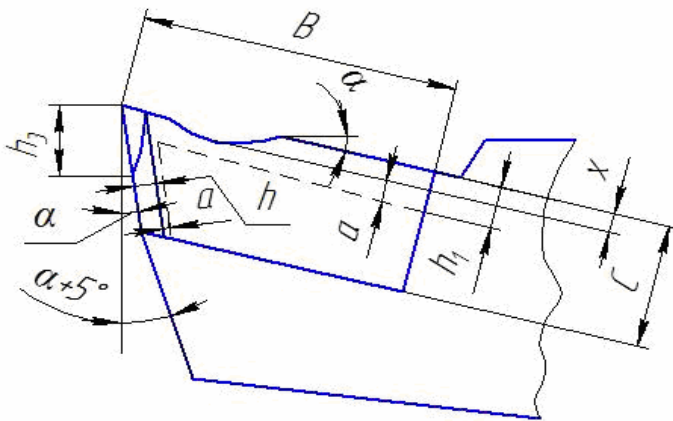


Рисунок 2.1 - Схема зношування різця

Переважне зношування по задній поверхні зазвичай спостерігається при обробленні сталей з низькими швидкостями різання і малою (не більше 0,15 мм) товщиною зрізу, тобто при чистовому обробленні, а також при обробленні чавуну. Переважне зношування

по передній поверхні спостерігається при великому тиску і при високій температурі в зоні різання. Такі умови виникають при обробленні сталі з високими швидкостями різання без охолодження і з великою (більше 0,5 мм) товщиною зрізу (чорнове точіння).

За критерій зношування звичайно приймають припустиму величину зношування по задній поверхні. Наприклад, для твердосплавних різців при чорновому обробленні сталі $h_3=1,0-1,4$ мм; при чорновому обробленні чавуну $h_3=0,8-1,0$ мм; при чистовому обробленні $h_3=0,4-0,6$ мм для сталі й $h_3=0,6-0,8$ мм для чавуну.

Величина сточування за одне переточування (припуск на переточування) залежить від величини зношування різця, його конструкції і геометричних пара-

метрів різальної частини. Розрахунок величини сточування роблять по формулах:

а) при заточенні передньої поверхні

$$h_1 = x + a, \text{ мм};$$

б) при заточенні задньої поверхні

$$h = \frac{h_3 \operatorname{tg} \alpha + a}{\cos \gamma}, \text{ мм},$$

де x — глибина лунки зношування по передній поверхні, мм;

h_3 — величина зношування по задній поверхні, мм;

a — додатковий припуск на заточення, рівний 0,1—0,25 мм;

α і γ — відповідно задній і передній кути, град.

Кількість переточувань по передній поверхні, що допускається товщиною напаяної пластинки, можна розрахувати по формулі

$$n_n = \frac{2 C}{3 h_1}, \text{ шт.},$$

де C — товщина напаяної пластинки, мм.

Кількість переточувань по задній поверхні, що допускається довжиною напаяної пластинки, можна розрахувати по формулі

$$n_3 = \frac{2 B}{3 h}, \text{ шт.},$$

де B — довжина пластинки, мм.

2.4 Заточування різців

2.4.1 Загальні положення

Заточування і доведення різальних інструментів здійснюється абразивним і алмазним кругами. Для інструментів з швидкорізальної сталі в основному використовують абразивні круги, для твердосплавних — спочатку заточують абразивним кругом, потім доводять алмазним.

Переточування різців залежно від їх конструкції і характеру зношування відбувається по передній, задній або по обох поверхнях. Стандартні різці із пластинками твердого сплаву або швидкорізальної сталі частіш за все переточують по обох поверхнях. У деяких випадках при незначному зношуванні різців по передній поверхні раціонально заточувати їх тільки по задній поверхні.

Технологічний процес заточування різців є типовим.

При заточуванні твердосплавних різців застосовуються наступні операції:

- оброблення державки по задній поверхні,
- чорнове заточування напаяної пластини по передній поверхні,
- чорнове заточування напаяної пластини по головній і допоміжній заднім поверхням,
- чистове заточування і доведення напаяної пластини спочатку по передній, потім по головній і допоміжній заднім поверхням,
- доведення радіуса при вершині різця.

Необхідність виконання кожної із цих операцій залежить від величини при-

пуску, що знімається, і вимог до шорсткості поверхонь, що заточуються, (табл.2.1).

Чорнове заточування твердосплавних інструментів проводять кругами з карбіду кремнію зеленого, а чистове заточування і доведення - кругами із синтетичних алмазів.

Таблиця 2.1 - Операції технологічного процесу заточування й доведення різців

Операція технологічного процесу	Шорсткість заточеної поверх-	Припуск на операцію, мм
Оброблення державки	1,25-3,2	
Чорнове заточування	0,63-1,25	0,4 і більше
Чистове заточування	0,32-0,63	0,1-0,3
Доведення	0.125-0.25	0.05-0.1

При виборі характеристики круга з карбіду кремнію зеленого і режимів заточування варто керуватися наступним правилом: чим вище крихкість твердого сплаву, тим м'якше повинен бути круг і менше його швидкість. Найбільш м'які круги і найменші швидкості різання застосовують при заточенні різців зі сплавів Т30К4 і ВК2.

При чистовому заточуванні твердосплавних різців варто застосовувати алмазні круги на металевій зв'язці, тому що в цьому випадку вартість оброблення менша в порівнянні з алмазними кругами на бакелітовій зв'язці. Заточування кругами на металевій зв'язці повинно робитися з охолодженням. При доведенні краще застосовувати алмазні круги на бакелітовій зв'язці, які забезпечують одержання меншої шорсткості поверхні, ніж круги на металевій зв'язці.

При переточуванні різців необхідно знімати значно більший припуск, ніж під час першого заточування. Крім того, під час переточувань зникає нависання пластинки з інструментального матеріалу над державкою. Тому при переточуванні спочатку виконують чорнове заточування передньої і задньої поверхонь одночасно по пластинці і державці абразивним кругом з карбіду кремнію зеленого, а потім різальну пластину доводять алмазним кругом.

Таблиця 2.2 – Характеристика абразивних кругів і режими заточування різців

Матеріал інструменту	Характеристика круга					Режими заточування		
	Абразивний матеріал	Зернистість	Зв'язка	Твердість	Структура	$V_{кр}$, м/сек	$S_{поп}$, мм/дв.хід	$S_{пр}$, м/хв
Тверді сплави Т15К6, Т14К8, ВК2, ВК3Г, ВК4	Карбід кремнію зелений	40-25	К	СМ1,СМ2	5-8	12-15	0,02-0,04	3-5
Тверді сплави Т5К10, ВК6, ВК8		40-25	К	СМ2, С1	5-8	15-18	0,02-0,05	3-5
Швидкорізальна сталь	Електрокорунд	40-25	К	СМ1,СМ2	5-8	25-30	0,03-0,08	1-4

	білий 24А							
Мінералоке- раміка	Алмаз, ельбор	6-8	Б	СМ2, С1	5-8	12-15	0,02-0,04	1-4

При переточуванні різців з розміром державки більшим ніж 25x30 спочатку обробляють державку кругом з електрокорунду білого під кутом $\alpha+5^\circ$ (см. рис.2.1), а потім переточують різальну пластинку.

Порядок операцій при заточуванні і доведенні різців зі швидкорізальної сталі в основному такий самий, як при заточуванні різців із пластинками твердого сплаву. Відміна полягає лише в тому, що заточування по державці як окрема операція не робиться. Чорнове заточування роблять кругами з електрокорунду білого, доведення - з карбіду кремнію зеленого на бакелітовій зв'язці.

Якість заточки різців залежить від правильного вибору характеристик шліфувального круга і режимів різання (див. табл..2.2).

2.4.2 Заточування різців на універсально-заточувальному верстаті

Основними моделями універсальних заточувальних верстатів є ЗА6ЧМ, ЗБ641, ЗВ641, ЗБ642, ЗВ642 і ЗВ643. Установка і закріплення різальних інструментів на універсально-заточувальних верстатах здійснюються в спеціальних пристроях.

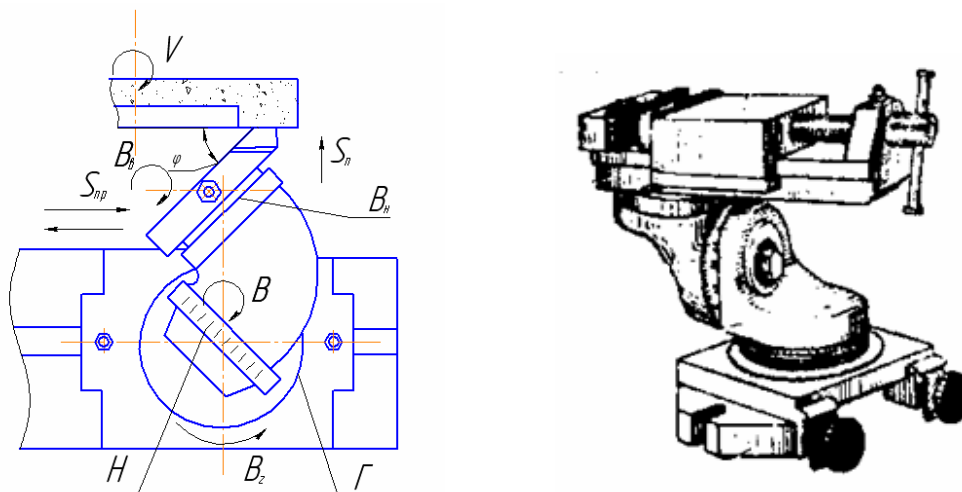


Рисунок 2.2 – Схема настроювання і загальний вигляд трьохоберткових лещат

Відмінна риса цих верстатів полягає в тому, що стіл верстата може робити тільки два рухи: повздовжній і поперечний прямолінійний зворотно-поступальний рухи відносно шліфувального круга. Стіл верстата не має можливості повороту. Шпиндельна бабка може повертатися тільки навколо вертикальної осі. Тому для того, щоб заточити задані передній та задній кути, різець закріплюється в спеціальних двох- або трьохоберткових лещатах, які встановлюють на стіл верстата. Схема трьохоберткових лещат наведена на рис.2.2. Лещата мають поворот у трьох взаємно перпендикулярних площинах. По шкалах Г, В и Н роблять відлік кутів повороту від 0 до 360°, ціна поділок шкал 1°. Це дозволяє розташувати поверхні різця, що заточуються, під будь-якими кутами до поверхні абразивного круга.

Для збігу поверхні, що заточується, з робочою поверхнею абразивного кру-

га необхідно повернути лещата на кути Θ_B Θ_Γ Θ_H . Формули для розрахунку кутів повороту лещат для забезпечення заданих переднього і заднього кутів наведені в табл.2.3.

Різці на універсально-заточувальному верстаті можна заточувати шліфувальними кругами чашкової форми (циліндричної ЧЦ або конічної ЧК) або кругами прямого профілю (ПП). При заточуванні чашковими кругами шліфування відбувається торцем круга, а при заточуванні кругами прямого профілю - торцем або периферією круга. Шліфування торцем круга підвищує продуктивність процесу, а також знижує питому витрату абразивного матеріалу і шорсткість обробленої поверхні. Шліфування торцем круга є основним способом заточування різців, як на універсально-заточувальних, так і на спеціальних верстатах.

Таблиця 2.3 - Формули для розрахунку кутів повтору трьох обертових лещат

Поверхня, яка заточується	Заточування торцем круга форми ЧЦ	Заточування периферією круга форми ПП
Передня	$\Theta_\Gamma = 90^\circ$ $\Theta_B = \lambda \sin \varphi - \frac{\gamma \cos \varphi}{\cos(\lambda \cos \varphi)}$; $\Theta_H = 90^\circ + \lambda \cos \varphi + \gamma \sin \varphi$	$\Theta_\Gamma = \varphi$ $\Theta_B = \lambda \sin \varphi - \frac{\lambda \cos \varphi}{\cos(\lambda \cos \varphi)}$; $\Theta_H = \lambda \cos \varphi + \gamma \sin \varphi$
Головна задня	$\Theta_\Gamma = \varphi + \alpha \sin \lambda$ $\Theta_B = \alpha \cos \lambda \sin \varphi$ $\Theta_H = \alpha \cos \lambda \cos \varphi$	Не виконується

При заточуванні на універсально-заточувальному верстаті різцю надають два рухи: зворотно-поступальне переміщення уздовж робочої поверхні круга (поздовжня подача — S_{np} безперервний рух) і переміщення на круг S_n (подача на глибину шліфування — t періодичний рух, виконується на подвійний хід стола). Обидва рухи здійснюються столом верстата.

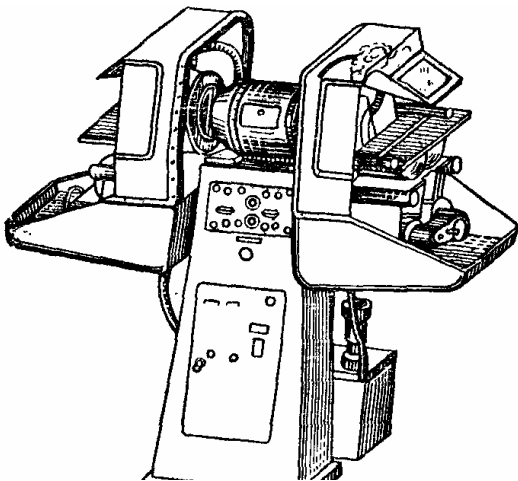


Рисунок 2.3 – Загальний вигляд верстата мол. 3Б632В

При заточуванні різець може перебувати постійно в контакті з робочою поверхнею круга або при кожному ході виходити з контакту з кругом. У першому випадку процес різання є безперервним, а в другому - переривчастим. Довжина ходу стола обмежується упорами.

2.4.3 Заточування різців на спеціальному верстаті

Спеціальні заточувальні верстати призначені тільки для заточування різців. Тому вони не потребують спеціальних пристроїв для закріплення різця. Різець 1 (ри.2.4) крі-

питься безпосередньо на столі верстата 2 за допомогою прихвата 3.

Зовнішній вигляд верстата ЗБ632У показаний на рис.2.3, схема заточування різця по головній задній поверхні - на рис.2.4.

Характеристика верстата моделі ЗБ632У

Число обертів шпинделя об/хв.	2840/1420
Швидкість круга (при діаметрі 200 мм), м/с	30/15
Найбільша висота різців, що заточуються, мм	50
Осциляція столиків	Ручна
Регулювання величин осциляції	Упором
Поперечна подача столиків	Ручна
Кути нахилу столиків, град	+20 ⁰ ...-10 ⁰
Кути повороту транспортирів, град	+90 ⁰ ...-90 ⁰
Потужність двигуна головного руху, кВт	0,75/1,0
Габаритні розміри верстата, мм	1275x760X1460

Заточування проводять кругами форми ЧК діаметром 200 мм (ЗБ632У) і 250 мм (ЗБ633У). Шліфувальні круги встановлюються на кінцях шпинделя, який є валом убудованого двошвидкісного електродвигуна. Із двох сторін шліфувальної головки розташовані осцилюючі столики 2 (див.рис.2.4) із круговими напрямними, що забезпечують кут нахилу від -10⁰ до +20⁰. Напрямні пов'язані з столиком через пластинчасті пружини, на яких столик легко осцилює уздовж торця круга. Осцилюючий рух столика виконується вручну. Він необхідний для рівномірного зношування абразивного круга.

Верхня частина столика повертається на величину заднього кута α або α_1 . Кути в плані φ або φ_1 встановлюються по шкалі транспортира 4. До верстатів поставляються пристрої для заточування передніх поверхонь і для утворення лунок.

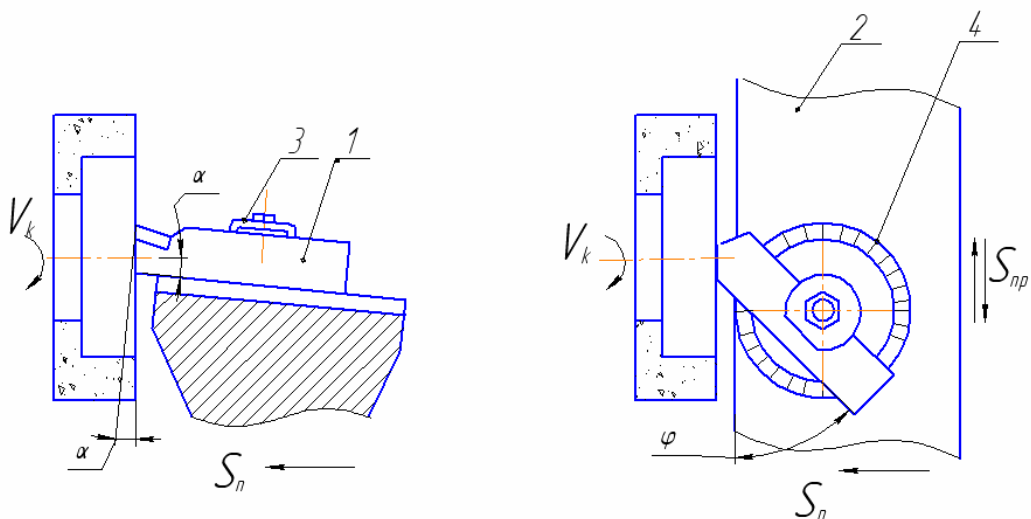


Рисунок 2.4 - Схема заточування різця по головній задній поверхні на спеціальному верстаті мод. ЗБ632У

2.5 Зміст звіту по лабораторній роботі

1. Назва роботи, її мета і задачі.
2. Характер зношування різця, порядок розрахунку величини сточування і кількості переточувань.

3. Порядок заточування і переточування різця з швидкорізальної сталі та твердого сплаву.

4. Призначення і принцип настроювання універсального заточувального верстата й трьохобертових лещат. Розрахунок кутів настроювання.

5. Схема заточування різця по задній поверхні на спеціальному заточувальному верстаті.

6. Характеристика абразивного круга для заточування різця зі швидкорізальної сталі і твердого сплаву.

7. Висновки.

2.6 Контрольні питання

1. По яких поверхнях відбувається зношування різців? Який характер має зношування по цих поверхнях? Як визначити кількість металу, що сточується при переточуванні, і кількість переточувань?

2. По яких поверхнях і в якій послідовності заточують і переточують різці? Чому існує різниця в послідовності заточування і переточування різців? Які круги використовують для заточування?

3. На яких верстатах можна заточувати різці? В чому переваги і недоліки кожного з цих верстатів? Як здійснюється установка і закріплення різця при заточуванні на універсальному заточувальному верстаті?

4. Що таке трьохобертові лещата? Коли вони застосовуються? Як настроїти лещата для заточування різця? Чому для налагодження лещат необхідно проводити розрахунок налагоджувальних кутів?

5. Приведіть схему заточування різця по задній поверхні на спеціальному заточувальному верстаті. Як закріплюється різець? Як налагодити верстат на задані кути?

Лабораторна робота № 3

ЗАТОЧУВАННЯ СПІРАЛЬНИХ СВЕРДЕЛ

3.1 Мета й задачі лабораторної роботи

Метою роботи є вивчення конструктивних і геометричних параметрів свердла, його статичної і кінематичної геометрії, способів заточування спіральних свердел. Для цього передбачене рішення наступних задач:

1. вивчення типів свердел і області їхнього застосування;
2. вивчення конструктивних і геометричних параметрів спірального свердла;
3. вивчення характеру зміни передніх і задніх кутів уздовж різальної кромки;
4. вивчення способів заточування свердла і використовуваного обладнання.

Після виконання лабораторної роботи студент повинен

знати: конструкції різних типів свердел, їх конструктивні і геометричні параметри, методику налагодження заточувального верстата, методику контролю геометричних параметрів свердла після заточування;

уміти: розрахувати значення переднього кута і кута нахилу гвинтової кана-

вки в різних точках різальної кромки свердла, зробити заточування свердла, зробити контроль його геометричних параметрів.

3.2 План виконання роботи

1. Ознайомитися з методичними вказівками до виконання лабораторної роботи.
2. По довідковій літературі вивчити типи свердел і область їхнього застосування.
3. Вивчити конструктивні елементи і геометричні параметри спірального свердла.
4. Для даного свердла побудувати графік зміни величини переднього кута уздовж різальної кромки.
5. Для даного свердла побудувати графік залежності заднього кінематичного кута від діаметра.
6. Замалювати схеми заточування свердел.
7. Заточити свердло.
8. Проконтролювати параметри заточеного свердла.
9. Оформити звіт про виконану роботу.

3.3 Особливості конструкції і геометрії спірального свердла

Свердла є одним з найпоширеніших металорізальних інструментів. Вони призначені для утворення отворів у суцільному матеріалі, а також для збільшення діаметра попередньо просвердленого отвору шляхом розсвердлювання. Точність обробки отворів не перевищує 14-12 квалітету, шорсткість обробленої поверхні Ra 6.3 мкм.

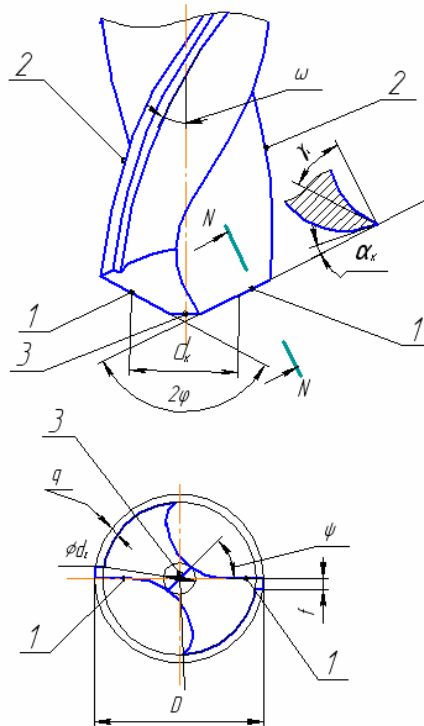


Рисунок 3.1- Геометрія різальної частини свердла

Різальна частина має дві головні 1, дві допоміжні 2 і одну поперечну 3 різа-

льні кромки (рис.3.1). Головні різальні кромки нахилені до осі свердла під головним кутом у плані φ . Звичайно для зручності контролю розглядають не кут φ , а його подвоєне значення 2φ - кут при вершині. Значення кута 2φ для стандартних швидкорізальних свердел приймають у межах $118...120^{\circ}$, а для твердосплавних – $130...140^{\circ}$.

Поперечна різальна кромка з із проєкціями головних різальних кромок утворює кут ψ - кут нахилу поперечної різальної кромки; звичайно $\psi=(50-55)^{\circ}$.

Кут нахилу гвинтових канавок свердла ω впливає на його сталість і жорсткість, а також на умови відводу стружки. Величина кута ω залежить від властивостей оброблюваного матеріалу. Рекомендуються наступні значення кутів ω : для обробки крихких матеріалів (чавун, бронза і ін.) $\omega=(10-16)^{\circ}$; для обробки матеріалів середньої міцності і в'язкості (конструкційні сталі) $\omega=(25-35)^{\circ}$; для обробки грузлих матеріалів (алюміній, мідь) $\omega=(35-45)^{\circ}$.

Іноді крім кута ω задається крок гвинтових канавок

$$H = \frac{\pi D}{\operatorname{tg} \omega}, \text{ мм,}$$

де D – діаметр свердла, мм;

ω - кут нахилу стружкової канавки на діаметрі D , град.

Передній кут свердла γ_N визначається в нормальній перетині N-N і є величиною змінною. Найбільше значення він має на периферії свердла, а найменше - у центрі. Величина переднього кута залежить від діаметра, на якому він міряється, головного кута в плані і кута нахилу гвинтовий стружкової канавки. Його значення знаходять по наступній залежності

$$\operatorname{tg} \gamma_{Nx} = \frac{d_x \operatorname{tg} \omega}{D \sin \varphi},$$

де d_x – діаметр свердла, на якому відбувається вимір, мм,

φ - головний кут в плані, град.

Необхідно розрізнити статичну і кінематичну геометрію свердла (рис.3.2). Під статичними переднім γ_c і заднім α_c кутами розуміють кути свердла як геометричного тіла (кути заточування). Статичний задній кут визначається між дотичною до задньої поверхні в заданій точці і дотичною до окружності її обертання навколо осі свердла. Статичний передній кут визначається між дотичною до передньої поверхні в заданій точці і радіусом окружності її обертання навколо осі свердла.

Дійсні значення кутів під час роботи відрізняються від тих, які отримані в процесі заточування. Кінематичні кути γ_k і α_k – це кути, які мають місце в процесі різання. Розходження статичних і кінематичних кутів пов'язане з тим, що в статичній (при відсутності руху подачі) поверхня різання являє собою конус, а в процесі роботи - гвинтову поверхню із кроком, рівним величині подачі S . Тому траєкторія руху будь-якої точки різальної кромки являє собою гвинтову лінію із кроком S . Отже, положення дотичної до поверхні різання в процесі роботи свердла залежить від величини подачі і характеризується кутом нахилу траєкторії руху μ . Величина

цього кута залежить від діаметра, на якому відбувається вимір

$$\mu_x = \operatorname{arctg} \frac{S}{\pi d_x}, \text{ град,}$$

де S – величина подачі, мм/об.

На периферії свердла цей кут має мінімальне значення і збільшується в міру наближення до серцевини.

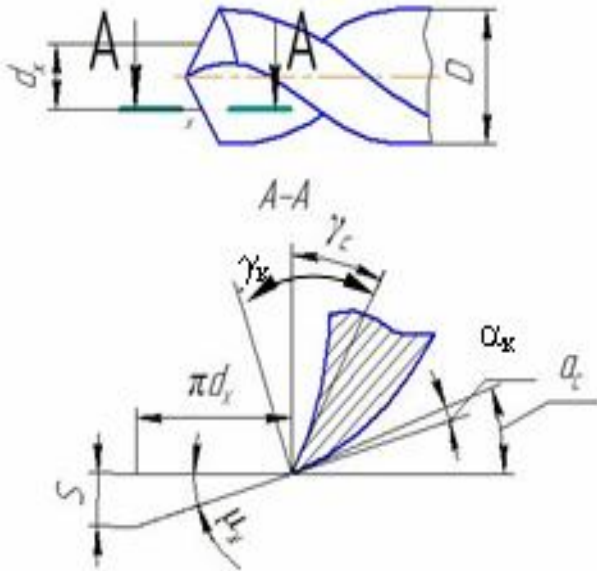


Рисунок 3.2 – Статична та кінематична геометрія свердла

Отже, і кінематичні кути змінні уздовж різальної кромки свердла і визначаються по формулах:

$$\gamma_{кx} = \gamma_c + \mu_x$$

$$\alpha_{кx} = \alpha_c - \mu_x$$

Для зменшення тертя між задньою поверхнею свердла і поверхнею різання необхідно, щоб значення кінематичного заднього кута не було менше певного значення. А через те, що кут μ змінний уздовж різальної кромки, статичний задній кут бажано також заточувати змінним. Максимальне значення $(20-25)^\circ$ він повинен мати біля поперечної різальної кромки, мінімальне $(8-14)^\circ$ – на периферії свердла. При цьому забезпечується також більш-менш постійне значення кута загострення уздовж різальної кромки.

ки.

3.4 Зношування спірального свердла

При роботі свердло зношується по задній і передній поверхнях, стрічці, куту, утвореному перетинанням різальної кромки і стрічечки, і по перемичці (рис.3.3). Величини, що характеризують зношування: h_3 - знос по задній поверхні, h_1 - знос по стрічці, h_n - знос по передній поверхні, h_u - знос циліндричної ділянки.

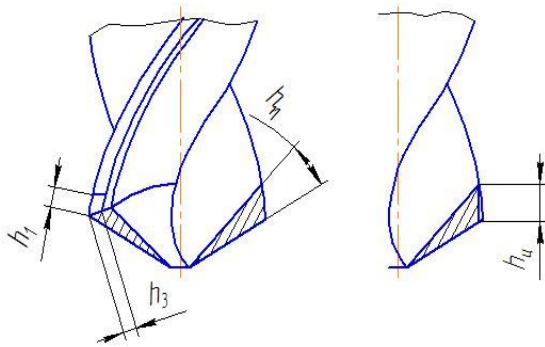


Рисунок 3.3 – Знос свердла

Зношування свердла по задній поверхні в периферійній частини різальної кромки (h_3) є найпоширенішим і виникає внаслідок збільшення температури в зоні різання. Зношування свердла по передній поверхні (h_n) має найбільшу величину при глибокому свердлінні. Зношування ділянки стрічки, що примикає до різальної частини свердла, (h_1) залежить від величини деформацій, уводу свердла і інших факторів.

Оптимальну величину зносу свердел установлюється залежно від оброблюваного матеріалу і діаметра свердла. За критерій затуплення свердла зі швидкорізальної сталі приймається $h_3=0,5-1,2$ мм, $h_n=0,5-1,0$ мм. Для свердел, оснащених

пластинами із твердого сплаву, $h_3=0,4-1,3$ мм. Більші значення зносу припустимі для свердел більшого діаметра.

При обробці чавуну лімітуючим є знос по задній поверхні h_3 , при обробці сталі - знос по стрічках h_1 .

При переточуванні свердла необхідно повністю видалити сліди зношування на його стрічках. Тому величина припуску при переточуванні дорівнює $h=h_1+A$, де $A=0,14-0,15$ мм для швидкорізальних свердел і $A=0,05$ мм для твердосплавних свердел.

Величина припуску на переточування для нормальних умов експлуатації визначається по таблицях або по наближених залежностях:

$h=0,1(D+1)$ - для швидкорізальних свердел;

$h=0,05(D+1)$ - для твердосплавних свердел.

3.5 Способи заточування спірального свердла

Свердла заточують і переточують лише по головних задніх поверхнях. Способи заточування свердел розрізняються за формою, яку вони забезпечують головним заднім поверхням свердла, і за значеннями заднього кута.

Форма задньої поверхні, отримана в результаті заточування, залежить від характеру рухів інструмента і послідовності заточування лез свердла. Вибір методу заточування залежить від діаметра свердла, діапазону задніх кутів і кутів при вершині, виду оброблення і інших факторів. При забезпеченні однакових кутів 2ϕ і α всі методи заточування дають практично рівну стійкість свердел, але відрізняються по точності обробленого отвору. Найвищу точність отвору можна одержати при заточування по гвинтовій поверхні і двохплощинному заточуванні, тому саме ці два методи варто вважати найбільш перспективними.

Розрізняють заточування безперервне і роздільне. При безперервному заточуванні обидві головні задні поверхні заточують без перестановки свердла. Безперервне заточування здійснюється по гвинтовій поверхні на спеціальному верстаті і використовується для заточування свердел при виготовленні в спеціалізованому інструментальному виробництві. Роздільне заточування застосовується при

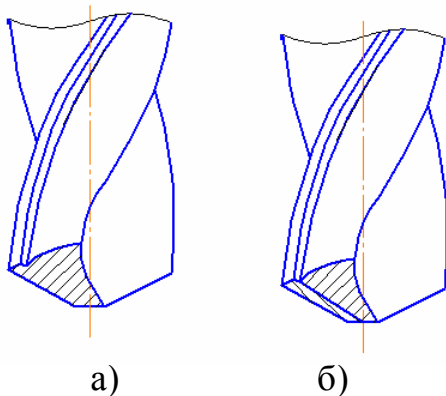


Рисунок 3.4 – Спосіб заточування свердла по площині:

а – одноплощинне заточування;

б - двоплощинне заточування

переточуваннях свердел і має три різновиди - заточування по конічній поверхні, по циліндричній поверхні і заточування по площині. Залежно від способу заточування задні кути можуть бути постійними або змінними уздовж різальної кромки свердла.

3.5.1 Заточування по площині

Технологічно найбільш простим є оформлення головної задньої поверхні у формі площини. При плоскому заточуванні задня поверхня свердла є частиною площини (рис.3.4,а). Однак, при такому заточуванні задні кути мають постійне значення уздовж різальної кромки, тому, щоб забезпечити достатні значення кінематичних кутів по всій довжині різальної кромки, їх варто

приймати великими $(22..50)^\circ$, що створює небезпеку викрашування різальних кромки. Поперечна кромка свердла у цьому випадку прямолінійна і перпендикулярна до осі свердла.

При одноплощинному заточуванні також не можна забезпечити на різальній частині свердла незалежних значень заднього кута α і кута нахилу поперечної кромки Ψ . Щоб на різальній частині свердла одержати незалежні величини цих кутів, варто оформляти кожний зуб свердла по двох площинах.

Свердла діаметром до 3 мм заточують по одній площині, понад 3 мм - по двох площинах

Заточування по площині має ряд переваг у порівнянні з іншими способами заточування:

- простота;
- не потрібні спеціальні заточувальні верстати і пристрої, її можна здійснити на універсально-заточувальному верстаті;
- достатньо висока точність заточування;
- стійкість свердел малого діаметра із плоским заточуванням при свердлінні вуглецевої або жароміцної сталі однакова або на 16...37% вище, ніж для свердел, заточених по методу Уошборна.

Тому цей спосіб заточування знаходить застосування при заточуванні свердел малих діаметрів (≤ 5 мм) або свердел з напаяними твердосплавними пластинками.

При двоплощинному заточуванні (рис.3.4,б) задня поверхня кожного зубця утворена двома площинами. Кожна із двох площин заточується окремо. Ребро перетинання площин проходить через вісь свердла паралельно головним різальним кромкам. Поперечна кромка свердла складається із двох похилих прямих з виступаючою центральною точкою, що поліпшує роботу свердла в початковий момент врізання і підвищує точність свердління.

Двоплощинне заточування створює найкращі умови для використання алмазних і ельборових кругів і забезпечує найменшу шорсткість задніх поверхонь свердла, а також відрізняється найбільшою простотою, кути 2φ і α настроюють без перерахування. Недоліком двоплощинного заточування є високі вимоги до точності кутової орієнтації зубців свердла (в 3-4 рази більше жорсткі, чим при інших методах заточування).

Задній кут першої площини α_1 вибирається залежно від оброблюваного матеріалу. Задній кут другої площини α_2 приймають у межах $25—40^\circ$. Чим більше кут α_2 , тим менше осьова сила і вище точність свердління. Однак різкий нахил другої площини зменшує жорсткість зубця, послабляє різальний клин і погіршує відведення тепла із зони різання.

Двоплощинна форма забезпечує хороше центрування свердла при врізанні і рекомендується для свердел, які застосовують на верстатах зі ЧПУ.

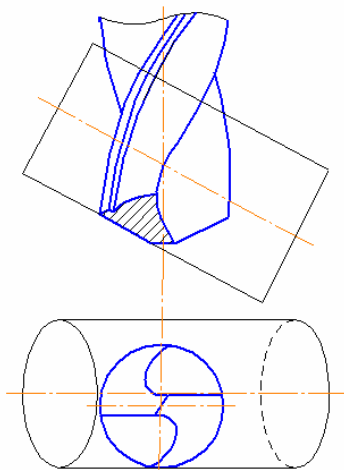


Рисунок 3.5 - Заточування свердла по циліндру

3.5.2 Заточування по циліндру

При заточуванні по цьому способі головна задня поверхня свердла являє собою частину циліндра, твірна якого збігається з головною різальною кромкою (рис.3.5).

Цей спосіб теж забезпечує одержання постійного значення заднього кута уздовж різальної кромки. Але, для його здійснення необхідно мати спеціальну головку для закріплення свердла. Тому він не одержав широкого поширення в промисловості.

3.5.3 Заточування по конусу

При заточуванні по конусу (рис.3.6) головна задня поверхня кожного пера оформляється як частина конуса з кутом при вершині Q . Вісь конуса зміщена щодо осі свердла на величину K і становить із нею кут δ , а відстань від вершини конуса до осі свердла дорівнює H . Відомі два різновиди конічного заточування: метод Уошборна ($\delta = 20^\circ$ або 45°) і метод Вайскера ($\delta = 90^\circ$).

Отримане значення заднього кута залежить від величини зсуву K . Якщо $K=0$, то задні кути по всій довжині різальної кромки будуть негативними. Якщо K дорівнює радіусу серцевини свердла, то задні кути будуть рівні 0° . І в тім, і в іншому випадку різання буде неможливо. Тому величину K вибирають рівною $K=(0,5..0,7)D$. Значення задніх кутів буде тим більшим, чим більше величина зсуву K .

Для зручності настроювання верстата задаються не величини H і K , а відношення K/D і H/D . Так для методу Уошборна $H/D=1,8$; $K/D=0,17$

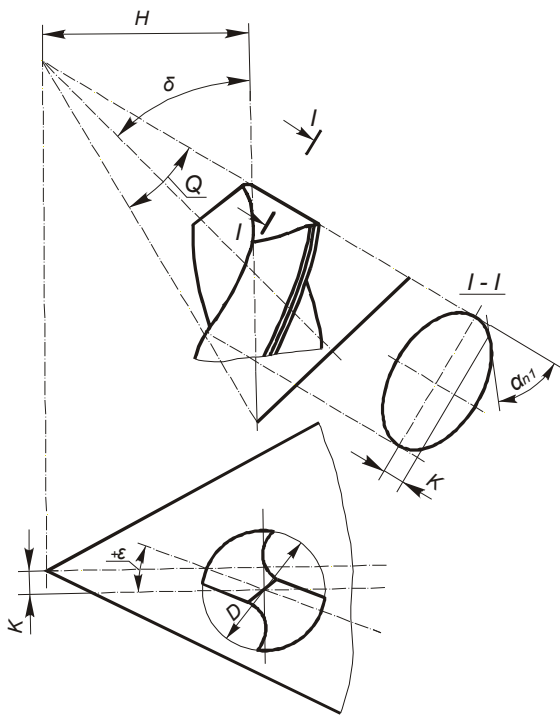


Рисунок 3.6 – Формування конічної задньої поверхні свердла

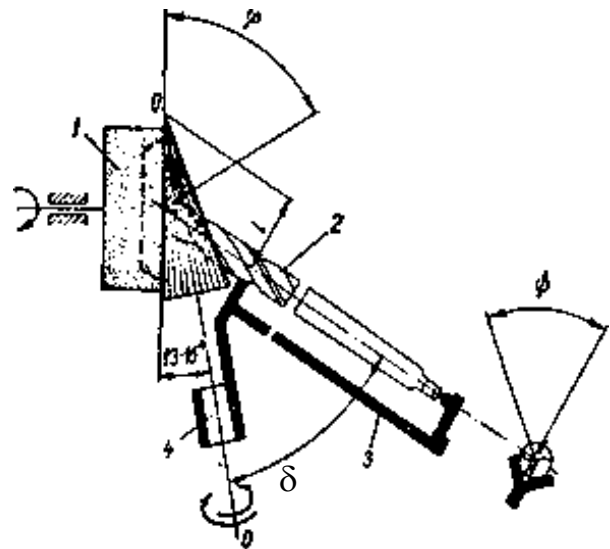


Рисунок 3.7 – Схема заточування свердла по конусу

Заточування по конусу забезпечує постійну міцність різальної кромки, так як у периферії свердла задній кут має мінімальне значення, а передній – максимальне, у серцевини - навпаки. При заточуванні по методу Уошборна збільшення

заднього кута в міру наближення до серцевини відбувається швидше, ніж при заточуванні по конусі Вайскера, що створює більш легкі умови роботи. Тому частіш за все використовується метод Уошборна.

Схема заточування свердла по конічних поверхнях на верстаті мод 3Б652 наведена на рис.3.7. Цей верстат забезпечує заточування задніх поверхонь свердла по методу Уошборна. Свердла заточують торцевою поверхнею круга форми ПВ. У процесі заточування свердло 2, установлене в призмі сверлотримача 3, здійснює повільний гойдальний рух навколо цапфи 4.

Після заточування одного зубця свердло вручну повертають на 180° і заточують другий зуб. Це є основним недоліком методу, тому що складно забезпечити симетричність заточування обох різальних кромок.

Критерієм правильного заточування служить одержання необхідних кутів при вершині 2φ , кута нахилу поперечної різальної кромки ψ , заднього кута α для точок різальної кромки, що лежать на периферії і у серцевині.

Крім зазначеного верстата, заточування свердла по конусу виробляється на верстатах 3657, МФ73, МФ201 і ін.

3.5.4 Заточування по гвинтовій поверхні

Гвинтова форма задньої поверхні забезпечує, у порівнянні з конічною, більш раціональну зміну задніх кутів, а поперечна кромка виходить більш опуклою, що сприяє кращому самоцентруванню свердла при роботі. Технологічним достоїнством гвинтового заточування є те, що формотворні рухи кінематично взаємозалежні так, що на один оберт свердла приходять два цикли зворотно-поступальних рухів. Таким чином, забезпечується безперервне шліфування обох головних задніх поверхонь при кожному оберті свердла. Це забезпечує більшу точність і продуктивність заточування. Процес гвинтового заточування може бути автоматизований.

Недоліки цього методу пов'язані з порівняно складним характером взаємозв'язку між параметрами настроювання верстата і геометричними параметрами свердла, що ускладнює настроювання верстата.

При обробці гвинтових задніх поверхонь свердла на верстаті 3659М (рис.3.8) для утворення заданих геометричних параметрів служать п'ять рухів:

1 Обертання шліфувального круга 2 навколо своєї осі із заданою швидкістю різання (V_k .)

2 Зворотно-поступальний рух гільзи 1 шпиндельної бабки із шліфувальним кругом, паралельно його осі, який здійснюється за допомогою кулачка 4, розташованого на торці гільзи 1 (S_{np}).

3 Планетарний рух шпинделя з кругом в площині, перпендикулярній до його осі, що забезпечує переміщення робочої поверхні шліфувального круга уздовж різальної кромки свердла (S_n). Планетарний рух шліфувального круга здійснюється за рахунок ексцентричного розташування осі шпинделя 3 відносно осі гільзи 1. Обертання гільзи здійснюється через шестірню 5.

4 Обертання патрона із затиснутим інструментом навколо його осі, кінематично зв'язане (через передачу 8 — 11) з обертанням гільзи, планетарним рухом гільзи і планетарним рухом круга (V_d).

5 Переміщення патрона 7 з оброблюваним інструментом до круга на вели-

чину подачі (S).

Перші три рухи зв'язані між собою кінематично і служать для формоутворення задньої гвинтової поверхні на інструменті. Крім того, другий рух забезпечує рівномірний характер зношування круга.

Перед заточуванням свердло встановлюють в свердлотримач. Каретку верстата, що несе патрон і свердло, розвертають навколо вертикальної осі по шкалі верстата на необхідний кут в плані свердла φ . Свердло у патроні встановлюють по спеціальному відкидному упору $б$, який закріплений шарнірно на торці патрона. При настроюванні упор встановлюють перпендикулярно торцю патрона. Для установки свердла в корпусі упору передбачена рухлива планка, що переміщається по шкалі. Планку за допомогою гвинта встановлюють на розмір, який дорівнює діаметру серцевини свердла. Свердло упирають вершиною у внутрішню поверхню упору, а різальну кромку встановлюють на поверхню планки.

За допомогою такої установки забезпечують постійний заданий виліт свердла і задану кутову орієнтацію його в патроні, при яких формотворні рухи круга будуть погоджені з розташуванням зубців свердла. Після закінчення установки упор прибирають.

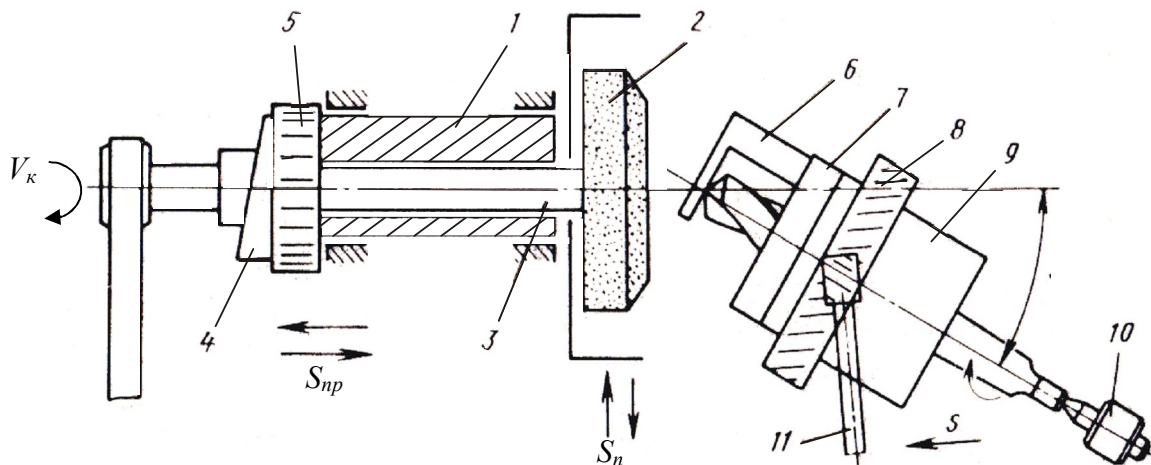


Рисунок 3.8 - Схема заточування свердла по гвинтовій поверхні

Шліфування роблять кругом форми ПВ, на торці якого заправлена конічна ділянка з кутом 156° . Можливе заточування периферією круга форми ПП (рис.3.9). Цей спосіб є єдино можливим при заточуванні комбінованих свердел.

Заточування по гвинтовій поверхні забезпечують напівавтомати 3658, 3659А моделей ВЗ-37, ВЗ-38, автомати МФ138, ВЗ-32.

3.5.5 Способи заточування, що забезпечують зменшення зношування свердла

Найбільше зношування свердла відбувається в точці стику головної і допоміжної різальних кромки. В основному це спостерігається для свердел великого діаметра ($>10-12$ мм). Тому, щоб підвищити стійкість цих свердел використовують подвійне заточування, при якому свердло заточують із кутом при вершині рівним $2\varphi = (116-120)^\circ$, а на периферії створюється додаткова різальна кромка довжиною $0,2D$ з кутом при вершині $2\varphi_1 = (70-75)^\circ$.

Поперечна кромка свердла має негативні передні кути і не ріже метал, а

скоблить його, тому для зменшення опору різанню у свердел діаметром більше 15 мм поперечну кромку підточують.

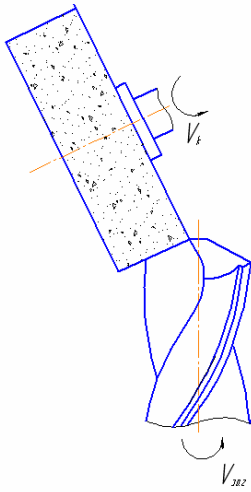


Рисунок 3.9 - Заточування свердла периферією кривга

Підточування роблять для зменшення довжини поперечної різальної кромки або для збільшення величини передніх кутів біля серцевини свердла.

Найчастіше підточування проводять таким чином, щоб зберегти поперечну кромку довжиною $0,1D$.

Для свердел середнього діаметра добре зарекомендувало себе підточування передньої поверхні уздовж всієї різальної кромки з утворенням більшого переднього кута і залишенням фаски шириною 0,2-0,3 мм.

Крім підточування перемички, роблять підточування стрічки для зменшення поверхні її тертя з обробленим отвором. Підточування стрічки виконується на довжині $0,2D$ для свердел діаметром 12-80 мм. У результаті підточування на стрічці створюються допоміжні задні кути $\alpha_1=(1-5)^\circ$ і зберігається фаска шириною

0,1-0,3 мм.

Основні форми заточування свердел залежно від їхнього діаметра і умов роботи наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Форми заточування свердел

Діаметр свердла, мм	Форма заточування	Ескіз	Оброблюваний матеріал
0,25-12	Одинарна (нормальна) Н		Сталь, сталеве литво, чавун
12-80	Одинарна з підточування поперечної кромки НП		Сталеве литво з кіркою $\sigma_B \geq 500 \text{ Н/мм}^2$
	Одинарна з підточування поперечної кромки і стрічки НПЛ		Сталь і сталеве литво зі знятою кіркою $\sigma_B \geq 500 \text{ Н/мм}^2$
	Подвійна з підточування поперечної кромки ДП		Сталь і сталеве литво $\sigma_B \geq 500 \text{ Н/мм}^2$ чавун з кіркою

	Подвійна з підточування поперечної кромки і стрічки ДПЛ		Сталь і сталеве литво $\sigma_B \geq 500 \text{ Н/мм}^2$ чавун зі знятою кіркою
	Без перемички		Розсвердлювання

3.6 Зміст звіту по лабораторній роботі

1. Назва роботи, її мета, задачі.
2. Загальний вид свердла з усіма геометричними і конструктивними параметрами.
3. Для даного свердла розрахувати і побудувати графік зміни величини переднього кута уздовж різальної кромки.
4. Для даного свердла побудувати графік залежності статичного заднього кута свердла від діаметра при обраній подачі.
5. Характер зношування свердла.
6. Схеми і коротка характеристика різних способів заточування свердел.
7. Висновки.

3.7 Контрольні питання

1. Приведіть ескіз спірального свердла, укажіть його конструктивні параметри, поверхні і різальні кромки.
2. Що таке статична і кінематична геометрія свердла? У чому причина розходження статичних і кінематичних кутів?
3. Чому передній кут свердла змінний уздовж різальної кромки? Приведіть формулу залежності переднього кута від діаметра, на якому він міряється.
4. На що впливає і залежно від чого вибирається значення кута нахилу стружкової канавки свердла? Приведіть формулу залежності кута ω від діаметра, на якому він міряється.
5. Що таке головний кут у плані? На що впливає і залежно від чого вибирається значення головного кута в плані свердла?
6. Які способи заточування свердла ви знаєте? Приведіть схеми коротку характеристику різних способів заточування свердел.
7. По яких поверхнях зношується свердло? Зобразите характер зношування свердла. Що приймається за критерій зносу?
8. Для чого підточують поперечну різальну кромку свердла? Які способи підточування ви знаєте?
9. У яких випадках застосовують подвійне заточування свердла? Які параметри подвійного заточування:

Лабораторна робота № 4

ЗАТОЧУВАННЯ РОЗВЕРТОК

4.1 Мета і задачі лабораторної роботи

Метою роботи є вивчення процесу обробки отворів розвертками, конструк-

тивних і геометричних параметрів інструмента, процесу заточування і переточування розверток. Для цього передбачене рішення наступних задач:

1. вивчення типів розверток і області їхнього застосування;
2. вивчення конструктивних і геометричних параметрів циліндричної розвертки;
3. вивчення порядку розрахунку виконавчого розміру чистової розвертки;
4. вивчення методики розрахунку кількості металу, що сточується, за одне переточування і припустиму кількість переточувань розвертки;
5. вивчення послідовності заточування і переточування розвертки і використовуваного устаткування.

Після виконання лабораторної роботи студент повинен

знати: конструкції різних типів розверток, їх конструктивні і геометричні параметри, методику налагодження універсально-заточувального верстата, методику контролю геометричних параметрів розвертки;

уміти: вибрати необхідні геометричні параметри розвертки, розрахувати її виконавчий розмір, заточити розвертку, зробити контроль її геометричних параметрів після заточування.

4.2 План виконання роботи

1. Ознайомитися з методичними вказівками до виконання лабораторної роботи.
2. По довідковій літературі вивчити типи розверток і область їхнього застосування.
3. Вивчити конструктивні елементи і геометричні параметри циліндричної розвертки.
4. Виконати ескіз розвертки з усіма розмірами.
5. Замалювати схеми заточування розвертки по передній і головній задньої поверхнях.
6. Визначити припустиму величину сточування і налагоджувальні розміри, необхідні для настроювання універсально-заточувального верстата.
7. Заточити розвертку.
8. Проконтролювати параметри заточеної розвертки.
9. Оформити звіт про виконану роботу.

4.3 Особливості конструкції й геометрії циліндричної розвертки

Розвертка є багатолезовим інструментом для обробки точних циліндричних і конічних отворів з малою шорсткістю поверхні. Розвертуванням можна одержати 6...9 квалітет точності. Для одержання високоточних отворів застосовуються двох- і трикратне розвертування комплектом розверток: чорнової, напівчистової і чистової. Досяжна шорсткість поверхні $Ra=0,32...1,25\text{мкм}$.

Орієнтовний припуск на сторону при розвертуванні залежить від виду розвертування і діаметра інструмента (табл.4.1).

Конструктивні і геометричні параметри розвертки із конічним хвостовиком наведені на рис.4.1.

Розвертка складається з робочої частини l , хвостовика l_6 і перехідної шийки l_3 . Робоча частина розвертки підрозділяється на різальну l_1 і калібруючу l_2 части-

ни. Калібруюча частина служить для направлення розвертки в отворі і забезпечення заданих значень точності і шорсткості поверхні. На цій ділянці розвертка має постійний діаметр. Довжина циліндричної калібруючої частини l_4 обмежена, щоб не розбивати отвір: $l_4=(0,5...1)D$ - для машинних розверток і $l_4=(2,5...5)D$ - для ручних

Таблиця 4.1 - Припуски під розвертування

Діаметр отвору, мм	Чорнове розвертування, мм	Чистове розвертування, мм
3...4	-	0,03
5...6	-	0,04
8...10	0,08	0,05
12...18	0,12	0,06
20...30	0,15	0,07
30...50	0,20	0,08

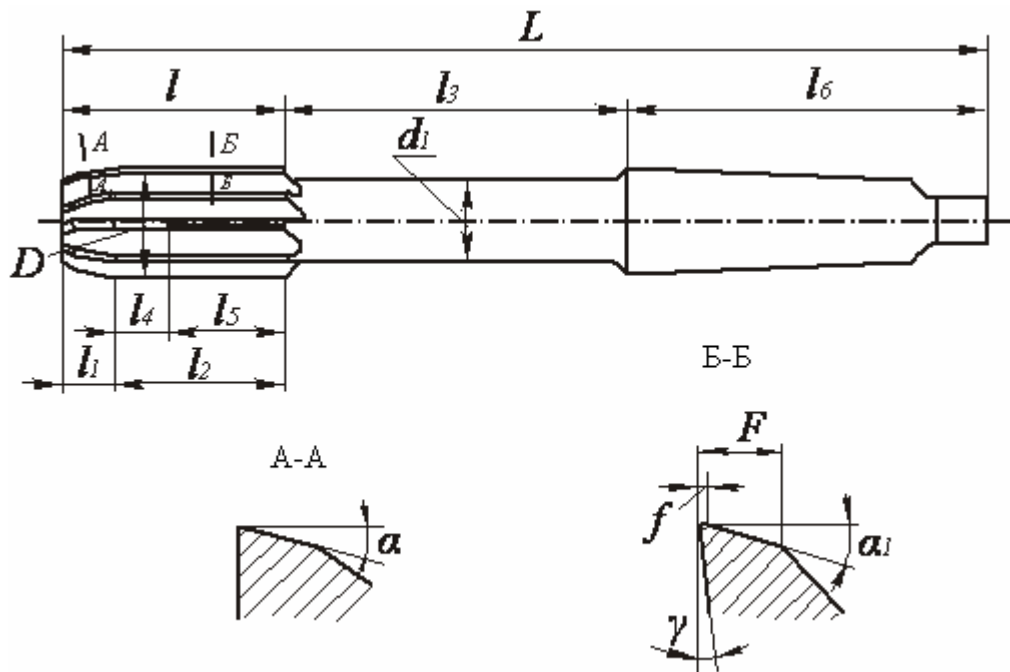


Рисунок 4.1 - Конструктивні і геометричні параметри розвертки

На довжині l_5 робиться зворотний конус. Величина конусності становить 0,03...0,05 мм на 100 мм довжини і не перевищує допуску на виготовлення розвертки. Довжина зворотного конуса $l_5=(0,15...0,3)D$.

Кут забірного конуса φ (головний кут у плані) вибирається залежно від типу розвертки: $\varphi=0^{\circ}30' \dots 1^{\circ}30'$ - для ручних розверток, $\varphi=5 \dots 15^{\circ}$ - для машинних і $\varphi=30 \dots 45^{\circ}$ - для розверток, призначених для обробки глухих отворів, і твердосплавних розверток. У всіх розверток незалежно від величини кута в плані на передньому торці робиться фаска під кутом 45° шириною 1...2 мм для кращого центрування розвертки в момент врізання.

Передній і задній кути на різальній частині виміряються в перетині нормальному до головної різальної кромки (рис.4.1, перетин А-А). Задній кут $\alpha=6 \dots 12^{\circ}$ (чим більше в'язкість оброблюваного матеріалу, тим більше задній кут); передній кут чистових розверток $\gamma=0^{\circ}$. Для чорнових розверток і при обробці в'язких мате-

ріалів призначають $\gamma=0...15^{\circ}$. На різальній частині розвертку заточують гостро без залишення циліндричної стрічки.

На калібруючій частині розвертки виконується циліндрична стрічка $f=(0,05...0,25)$ мм (рис.4.1, перетин Б-Б); чим більше діаметр розвертки, тим більше приймається величина цієї стрічки. Допоміжний задній кут на стрічці $\alpha_l=10...20^{\circ}$.

Як правило розвертки роблять із прямими канавками. Розвертки із гвинтовими стружковими канавками використовують при обробленні в'язких матеріалів або для отворів, що перериваються по довжині. Це викликано необхідністю поліпшення умов відводу стружки. Гвинтові зубці забезпечують меншу шорсткість обробленої поверхні і більшу стійкість інструмента.

Напрямок гвинтових канавок робиться зворотним напрямку обертання розвертки для запобігання її заїдання і самозатягування. Значення кута нахилу канавки вибирається залежно від оброблюваного матеріалу: $\omega=7...8^{\circ}$ - для обробки чавуну і сталі високої твердості; $\omega=10...20^{\circ}$ - для сталі середньої твердості і ковкого чавуну; $\omega=35...45^{\circ}$ - для алюмінію і легких сплавів.

Таблиця 4.2 - Число зубців у розвертки

Діаметри розвертки, мм	3...10	11...19	20...30	32...45	46...50
Число зубців, z	6	8	10	12	14

Число зубців розвертки приймається парним для спрощення їхнього контролю по діаметрі і зменшення розбивання отвору і залежить від діаметра розвертки (табл.4.2).

Для підвищення точності і чистоти обробленого отвору використовують розвертки з нерівномірним кутовим кроком зубців (рис.4.2). Нерівномірний розподіл зубців по окружності у розверток зменшує огранювання отвору і попереджає появи поздовжніх рисок, розташованих відповідно кроку. Риски і огранювання утворюються через періодичну зміну навантаження від неоднорідності матеріалу, наявності м'яких і твердих включень, через віджимання розвертки.

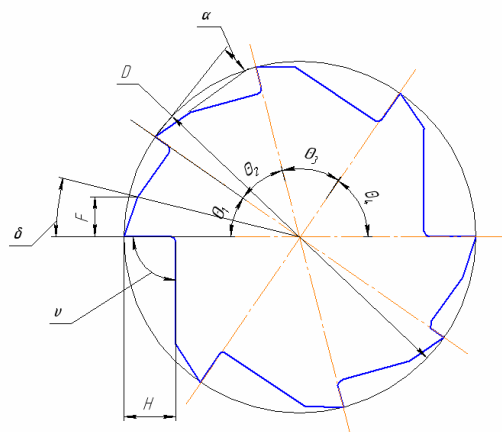


Рисунок 4.2 – Розвертка зі змінним кутовим кроком

4.4 Розрахунок виконавчого розміру калібруючої частини розвертки

Розвертка є чистовим інструментом, тому до неї пред'являються підвищені вимоги при призначенні допуску на діаметр.

При призначенні допусків на розвертки варто мати на увазі наступне:

- 1) розвертка, як правило, розбиває отвір, тому її максимальний діаметр приймається менше найбільшого діаметра отвору;
- 2) розвертка повинна витримати можливо більше число переточувань, тобто повинна мати певний запас на зношування і переточування;
- 3) розвертка повинна мати допуск на виготовлення такої величини, щоб одержання її на круглошліфувальному або доводочному верстатах не викликало ускладнень.

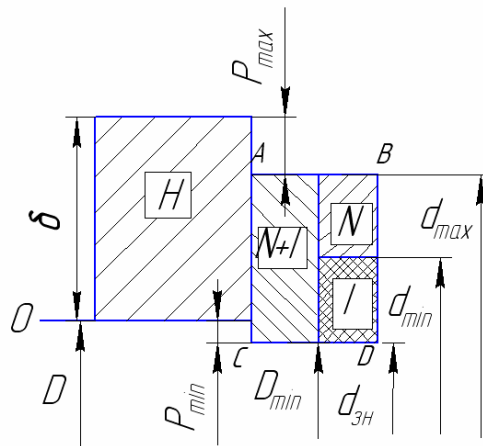


Рисунок 4.3 - Розташування поля допуску розвертки

Схема розташування полів допусків виконавчого розміру розвертки наведена на рис.4.3, де δ - допуск на оброблений отвір, AB - верхнє відхилення діаметра нової розвертки (d_{max}), CD - нижнє відхилення діаметра максимально зношеної розвертки (d_{min}); N - допуск на виготовлення розвертки, J - гарантований запас (допуск) на зношування розвертки в процесі експлуатації, P_{max} - максимальна величина розбивання отвору, P_{min} - мінімальна величина розбивання отвору.

Таблиця 4.3 - Елементи допуску на діаметр розвертки

Клас точності отвору	Мінімальна розбивка P_{min} , мм	Допуск на неточність виготовлення N , мм	Запас на зношування, J , мм
H6	0,005	0,005	0,1
H7	0,006	0,009	0,015
H9	0,006	0,018	0,021
H11	0,006	0,030	0,103

Через те, що розвертка, аналогічно свердлу і зенкеру, збільшує розмір отвору в порівнянні з її фактичним розміром («розбивка»), то щоб уникнути браку деталей верхнє відхилення діаметру розвертки занижують в порівнянні з верхнім відхиленням отвору. Для збільшення запасу на зношування нижнє відхилення діаметру зношеної розвертки вибирають нижче нижнього відхилення діаметра отвору. При цьому задане значення допуску готового отвору досягається за рахунок розбивання.

Величина зниження P_{max} приймається рівною $P_{max} \leq 1/3\delta$ - для отворів точності Н6-Н9 і $P_{max} \leq 1/4\delta$ - для отворів точності Н11. У табл.4.3 як приклад наведені елементи допусків на діаметр розвертки.

Приклад. Визначити виконавчі розміри діаметра чистової розвертки розміри гранично зношеного інструмента для обробки отвору $\varnothing 45\text{H9}$ ($45^{+0,062}$).

З табл.4.3 маємо $\delta=0,062$ мм, $P_{max}=0,020$ мм, $P_{min}=0,006$ мм і $N=0,018$ мм.

Максимальний діаметр розвертки

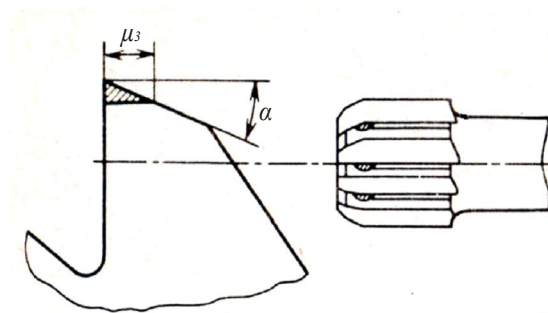
$$d_{max}=D+\delta-P_{max}=45+0,062-0,017=45,062-0,020=45,042 \text{ мм.}$$

Розмір гранично зношеної розвертки

$$d_{изн}=D-P_{min}=45-0,006=44,994 \text{ мм.}$$

Виконавчий розмір розвертки: $\varnothing 45^{+0,042}_{+0,027}$.

4.5 Зношування розверток



У процесі різання розвертка зношується в основному по головній задній поверхні в місці переходу різальної частини в калібруючу (рис.4.4). Припустима величина зношування для розверток зі швидкорізальної сталі $\mu_3=0,34-0,8$ мм, для твердосплавних розверток $\mu_3=0,14-0,3$ мм.

Рисунок 4.4 – Зношування розвертки

4.6 Заточування розвертки

Розвертки з інструментальних сталей заточують після термічної обробки. Найчастіше розвертка заточується на універсально-заточувальному верстаті, наприклад, мод. 3А64 у центрах або на оправці. Стрічка на калібруючій частині розвертки шліфується на круглошліфувальному або на універсально-заточувальному верстаті за допомогою спеціального пристосування. Для розверток, що мають зворотну конусність на калібруючій частині, остаточне шліфування стрічок виконують за дві операції - шліфуванням на циліндричній ділянці і на ділянці зі зворотною конусністю.

Порядок заточування розвертки при виготовленні

1. Шліфувати калібруючу частину попередньо.
2. Заточити передню поверхню попередньо.
3. Заточити задню поверхню на калібруючій частині із залишенням стрічки.
4. Заточити задню поверхню на різальній частині попередньо.
5. Шліфувати калібруючу частину остаточно.
6. Шліфувати зворотний конус остаточно.
7. Заточити передню поверхню остаточно.
8. Заточити задню поверхню на різальній частині остаточно.

Доведення поверхонь виробляється в тій же послідовності.

При відновленні різальних властивостей розверток їх переточують тільки по передній і головній задній поверхням на різальній частині. Калібруючу частину не переточують, тому що вона забезпечує виконавчий розмір розвертки.

Розвертка є високоточним інструментом. Тому вона витримує обмежену кількість переточувань (три - п'ять). Переточувати розвертку можна тільки в межах циліндричної калібруючої частини (рис.4.5).

Порядок розрахунку припустимої кількості переточувань:

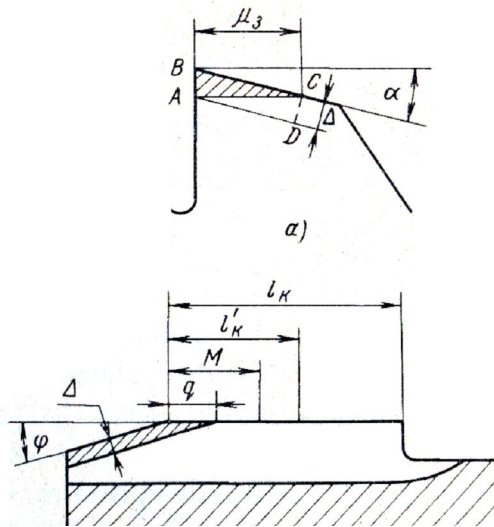


Рисунок 4.5 - Схема визначення кількості переточувань розвертки

1 Визначають товщину шару, що знімається за одне переточування Δ , залежно від зношування по задній поверхні μ_3 і величини заднього кута α

$$\Delta = \mu_3 \cdot \sin \alpha + (0.05 \dots 0.1) \text{ мм.}$$

2 Визначають величину сточування за одне переточування

$$q = \Delta / \sin \varphi$$

3 Визначають розрахункове число переточувань

$$n = M / q = l_k / 3q$$

Універсально-заточувальний верстат - основний тип устаткування, який використовується для заточування багатолезового інструмента: зенкерів, розверток, фрез, довбачів і мітчиків. Зовнішній вигляд верстата наведений на рис.4.6.

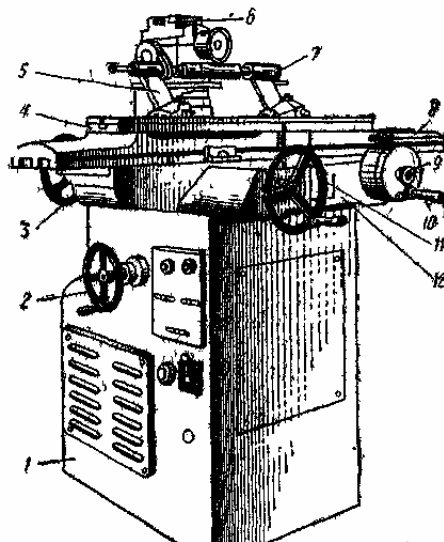
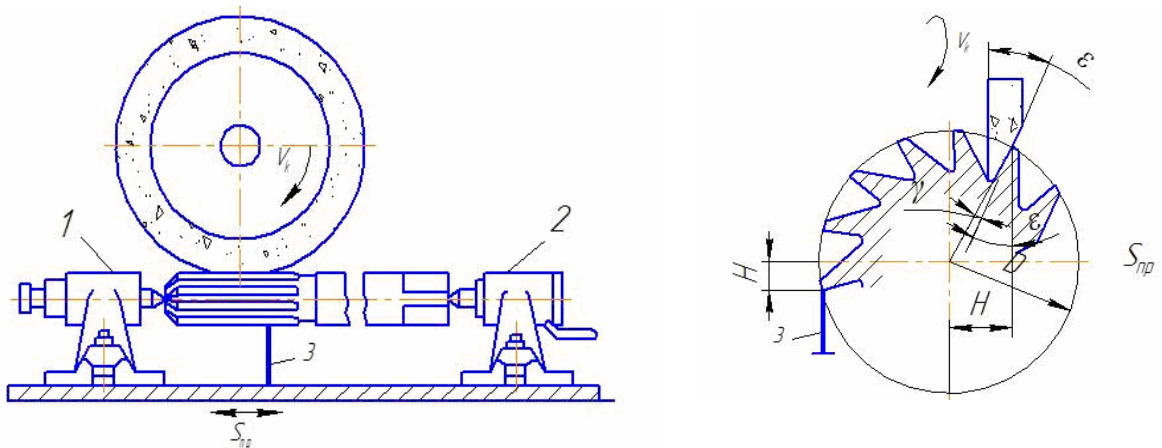


Рисунок 4.6 - Універсально-заточувальний верстат 2А64Д

1 — станина, 2 - маховик вертикальної подачі, 3, 11 — маховики поперечної подачі, 4 — рухома частина стола, 5 — передня бабка, 6-корпус шліфувальної голівки, 7 — задня бабка, 8 — стіл, 9 — кнопка висувного валика, 10 — рукоятка повільної повздовжньої подачі, 12 — поперечні полозки

Розвертку на стіл універсально-заточувального верстата встановлюють за

допомогою центрувального пристрою (рис.4.7). Він складається з передньої 1 і задньої 2 бабок, які встановлюють на поверхню стола верстата. Передня бабка має нерухливий центр і поводок, а задня бабка - рухомий центр. Цей пристрій призначений для заточування і доведення кінцевого інструмента, який має центрові отвори, і насадного, закріпленого на центрових оправках. Вісь центрів установлюється паралельно напрямку поздовжньої подачі. Заточування роблять кінцевою частиною тарілчастого шліфувального круга 1Т-4Т, що забезпечує більш високу якість поверхні.



Риунок 4.7 – Схема заточування розвертки по передній поверхні

Розвертку встановлюють у необхідне положення за допомогою упорки 3, до якої вручну притискають передню поверхню оброблюваного зуба. Упорку встановлюють на столі верстата нерухомо щодо розвертки. Величина зсуву упорки встановлюється по лімбу гвинта підйому шліфувальної головки з точністю до 0,01 мм.

Для створення заданого переднього кута вершину зуба, що заточується, зміщують відносно вертикальної осі розвертки. Величина зсуву визначається по формулі

$$H = \frac{D}{2} \sin(\gamma + \varepsilon), \text{ мм,}$$

де D – діаметр розвертки, мм,

γ – передній кут розвертки, град,

α – кут профілю шліфувального круга, град.

Після заточування одного зубця розвертка вручну повертають на кутовий крок і роблять заточування наступного зубця.

Режими різання, що рекомендуються, при заточуванні: швидкість різання $V=15-25$ м/хв, поздовжня подача $S_{np}=1-2$ мм/хв, поперечна подача $S_n=0,04-0,02$ мм/дв.хід.

При заточуванні головної задньої поверхні зубців на різальній частині розвертки шліфувальну бабку верстата повертають на величину головного кута в плані φ (рис.4.8). Заточування роблять торцем круга. Для одержання необхідного заднього кута α різальну кромку зубця, що заточується, розташовують нижче осі обертання розвертки на величину

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

де D – діаметр розвертки, мм,

α - задній кут на різальній частині, град.

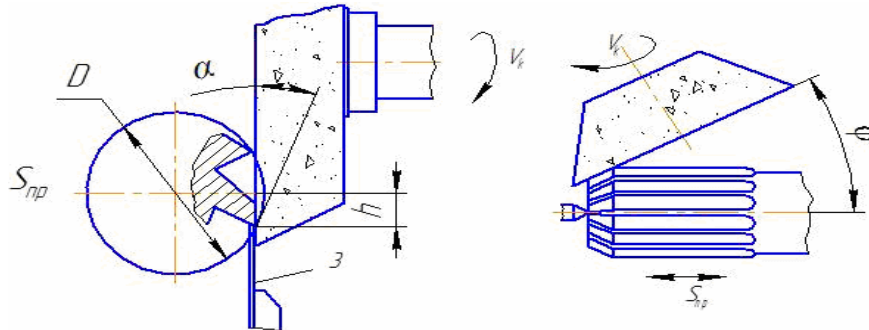


Рисунок 4.8 - Схема заточування розвертки по задній поверхні на різальній частині

4.7 Зміст звіту

1. Назва роботи, її мета, задачі.
2. Ескіз розвертки.
3. Схема розташування полів допусків і розрахунок виконавчого розміру даної розвертки.
4. Розрахунок можливої кількості переточувань розвертки.
5. Особливості заточування нової розвертки і переточування зношеної.
6. Схеми заточування розвертки по передній і задній поверхнях, розрахунок настроювальних розмірів.
7. Висновки.

4.8 Контрольні питання

1. Приведіть ескіз розвертки, укажіть її конструктивні параметри, поверхні і різальні кромки.
2. Приведіть схему розташування полів допусків і порядок розрахунку виконавчого розміру розвертки.
3. По яких поверхнях відбувається зношування розвертки? Від чого залежить і як розраховується припустима кількість переточувань?
4. На що впливає і залежно від чого вибирається значення головного кута в плані розвертки?
5. Для чого роблять розвертки зі змінним кутовим кроком?
6. Приведіть схему заточування розвертки по передній поверхні. Навіщо необхідно зміщати вершину зубця, що заточується? Як визначається настроювальний розмір?
7. Приведіть схему заточування розвертки по задній поверхні на різальній частині. Навіщо необхідно зміщати вершину зубця, що заточується? Як визначається настроювальний розмір?
8. Приведіть схему заточування розвертки по задній поверхні на різальній частині. Навіщо необхідно зміщати вершину зубця, що заточується? Як визна-

чається настроювальний розмір?

9. Чим і чому відрізняється процес заточування нової розвертки і її переточування після зношування?

Лабораторна робота № 5

ЗАТОЧУВАННЯ ЦИЛІНДРИЧНИХ ФРЕЗ

5.1 Мета і задачі лабораторної роботи

Метою роботи є вивчення процесу фрезерування, конструктивних і геометричних параметрів основних типів фрез, способів заточування циліндричних і торцевих фрез. Для цього передбачене рішення наступних задач:

1. вивчення типів фрез і області їх застосування;
2. вивчення конструктивних і геометричних параметрів циліндричної фрези;
3. вивчення способів заточування фрези і використовуваного устаткування.

Після виконання лабораторної роботи студент повинен

знати: конструкції і область застосування різних типів фрез, їх конструктивні і геометричні параметри, методику налагодження універсально-заточувального верстата для заточування циліндричної фрези, методику контролю геометричних параметрів фрез;

уміти: налагодити універсально-заточувальний верстат і заточити циліндричну фрезу, зробити контроль її геометричних параметрів.

5.2 План виконання роботи

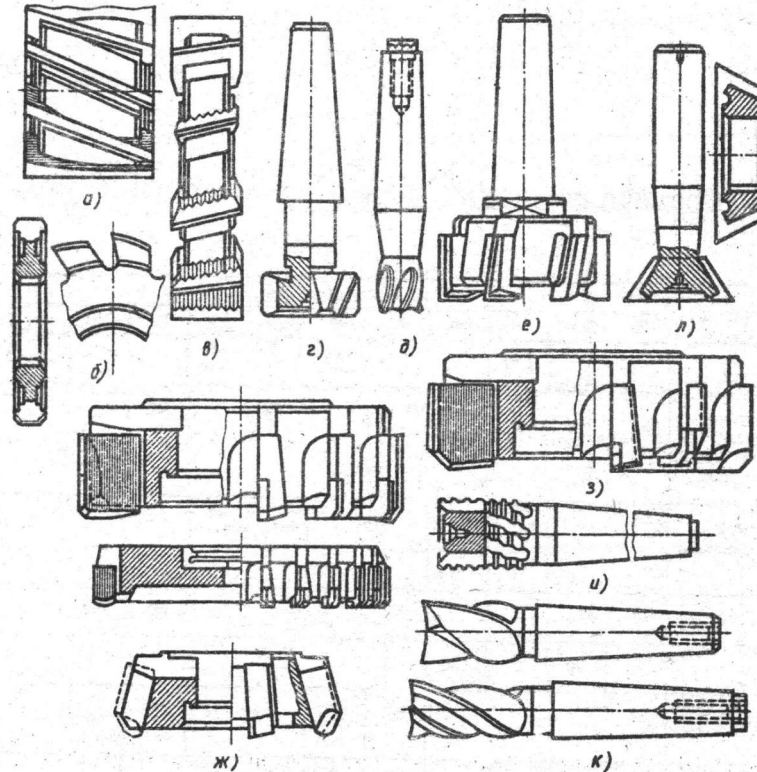
1. Ознайомитися з методичними вказівками до виконання лабораторної роботи.
2. По довідковій літературі вивчити типи фрез і область їхнього застосування.
3. Вивчити конструктивні елементи і геометричні параметри різних типів фрез.
4. Для даної циліндричної фрези розрахувати розміри, необхідні для налагодження універсально-заточувального верстата для заточування по передній і головній задній поверхням.
5. Замалювати схеми заточування фрез по передній і головній задній поверхням.
6. Заточити фрезу.
7. Проконтролювати параметри заточеної фрези.
8. Оформити звіт про виконану роботу.

5.3 Конструктивні й геометричні параметри фрез

Фреза — багатозубий інструмент, що представляє собою тіло обертання, на циліндричній поверхні і торці якого є різальні кромки. Фрези застосовуються для обробки площин, пазів, фасонних поверхонь, а також для розрізування матеріалів (пили), виготовлення різьби (різьбові фрези) і зубчастих коліс (зуборізні фрези).

Фреза є одним з найпоширеніших різальних інструментів. У промисловості із загального парку устаткування фрезерні верстати становлять близько 18%, а в авіаційній промисловості до 50...60% усього заводського парку. Різні види фрез наведені на рис.5.1, конструкція циліндричної і торцевої фрез - на рис.5.2.

Діаметр фрези впливає на процес різання й різальні властивості інструмента. Він вибирається з умов міцності і жорсткості оправки, тіла фрези і зубців. При цьому необхідно враховувати розміри оброблюваної поверхні. Діаметр посадкового отвору вибирається за умовою міцності і повинен відповідати нормальному ряду. Співвідношення зовнішнього і посадкового отворів фрез наведені у таб.5.1



Риунок 5.1 - Основні типи фрез:

а - циліндрична; б - дискова цільна; в - тристороння дискова із вставними ножами; г - Т-подібна; д - кінцева; е - торцева із хвостовиком; ж - торцева насадна; і - кінцева обдирна; к - шпонкова; л - кутова

Таблиця 5.1 – Стандартні діаметри фрез

Зовнішній діаметр, D , мм	40	50	62	80	100	125	160	200	250
Діаметр оправки, d , мм	16	22	27	32	32-40	32-40	40—50	50—60	60

Збільшення зовнішнього діаметра фрези приводить до збільшення числа зубців, що, у свою чергу підвищує продуктивність обробки, точність і чистоту обробленої поверхні. Але при цьому збільшується витрата матеріалу і вартість інструмента.

Число зубців повинне бути по можливості найбільшим. Чим більше число зубців, тим за інших рівних умов більше їх число одночасно перебуває в контакті із заготовкою, тим більша сумарна довжина різальних кромки, вище продуктивність і плавність процесу різання. Внаслідок цього зменшується шорсткість обробленої поверхні. Однак можливість збільшення числа зубців фрез обмежується міцністю зуба і числом його переточувань, необхідним об'ємом канавок для розміщення стружки, конструкцією кріплення різальної пластини в корпусі (для збі-

Для чистових дрібнозубих фрез найпоширенішою є трапецевидна форма зубця (рис.5.3,а). Зубець такої форми заточується по задній поверхні. Тому з погляду збільшення можливої кількості переточувань бажано збільшувати висоту зубця. Але при цьому зменшується його міцність. Висота зубця вибирається в залежності від окружного кроку $P_{окр}$ у межах $h=(0,5...0,65)P_{окр}$. Ширина вершини зубця $f=0,5..2,0$ мм. Щоб уникнути появи тріщин при термообробці, западину зуба оформляють по радіусі $r=(0,5..2,0)$ мм.

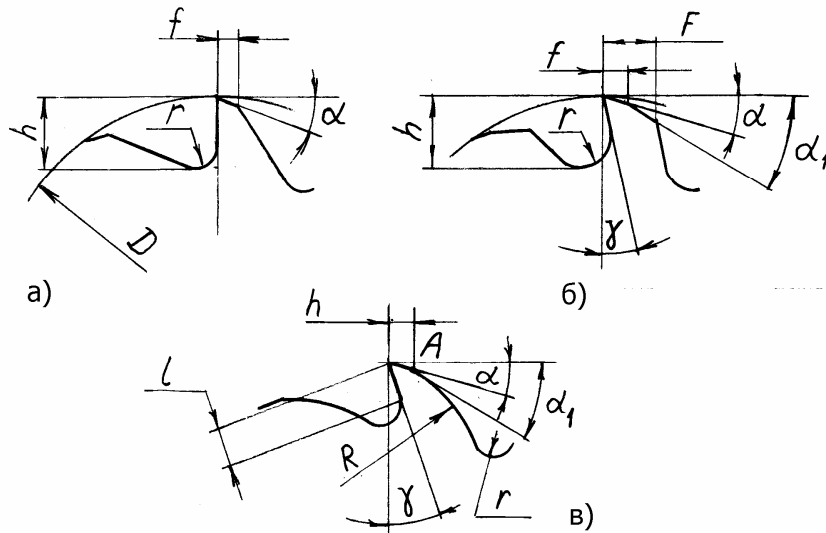


Рисунок 5.3 - Форми зубців гострозаточених фрез:
а) трапецевидна, б) двохплощинна, в) радіусна

Зубці чорнових фрез з крупним зубом оформляються згідно рис.5.3,б,в. Форма зубця на рис.5.3,б має подвійну прямолінійну спинку, де $\alpha=(8...12)^\circ$ - робочий задній кут, а $\alpha_1=(20...25)^\circ$.

Зубці третьої форми (рис.5.3,в) мають криволінійну спинку, при цьому $R=(0,3...0,45)D$ мм, $h=(3,3...0,45)$ мм, $P_{окр}, f=1..2$ мм, $r=(0,4...0,75)h$, мм. Таку форму зубця мають, наприклад, швидкорізальні кінцеві обдирні фрези.

5.4 Зношування фрез

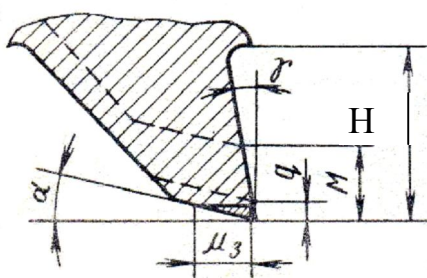


Рисунок 5.4 - Схема зношування зубців фрези

Зношування фрез відбувається в основному по головній задній поверхні зубців. Зношування по передній поверхні незначне. Знос по задній поверхні для чистових фрез характеризується величиною площадки зношування μ_3 . Сумарна стійкість фрези залежить від кількості її переточувань. При збільшенні величини зносу необхідно збільшувати величину сточування при кожному переточуванні, що приведе до зменшення припустимої кількості переточувань і, отже, сумарної стійкості фрези. Тому величина зносу по задній поверхні не повинна перевищувати припустиму, котра наведена в табл.5.2.

Число періодів стійкості нової фрези

$$n = (M/q) + 1,$$

де M – величина припустимого сточування зубця, мм;

q – величина сточування зуба при одному переточуванні, мм.

Одиниця додається для того, щоб урахувати період стійкості нової фрези.

Величина припустимого сточування зубця M залежить від конструкції фрези. Для цільних фрез величина M залежить від висоти зубця H (рис.5.4)

$$M = (0,3 - 0,5)H, \text{ мм.}$$

Величина сточування при одному переточуванні

$$q \approx \mu_3 \cdot \operatorname{tg} \alpha + (0,1 - 0,2), \text{ мм}$$

де μ_3 припустима величина зносу фрези по головній задній поверхні, мм;

α - задній кут фрези (головний або допоміжний, залежно від того, яка різальна кромка заточується), град.

Таблиця 5.2 - Припустима величина зносу фрез по головній задній поверхні

Фреза	Матеріал різальної частини фрези	Знос μ_3 , мм, при обробці	
		сталі	чавуну
Циліндрична	Швидкорізальна сталь	0,4 - 0,6	0,5 - 0,8
Торцева		1,5 - 2,0	1,5 - 2,0
Кінцева		0,3 - 0,5	0,3 - 0,5
Циліндрична	Тверді сплави	0,5 - 0,6	0,6 - 0,7
Торцева		1,0 - 1,2	1,5 - 2,0
Кінцева		0,3 - 0,5	0,3 - 0,5

5.5 Заточування циліндричних фрез

Заточування і доведення фрез робиться: на універсально-заточувальних верстатах з ручним управлінням моделей ЗА64М, ЗА64Д и ЗВ642 або на заточувальних напівавтоматах для циліндричних і торцевих фрез моделей ЗЕ667, ЗЕ667ДО. Загальний вид універсально-заточувального верстата ЗА64М показаний на рис.5.5.

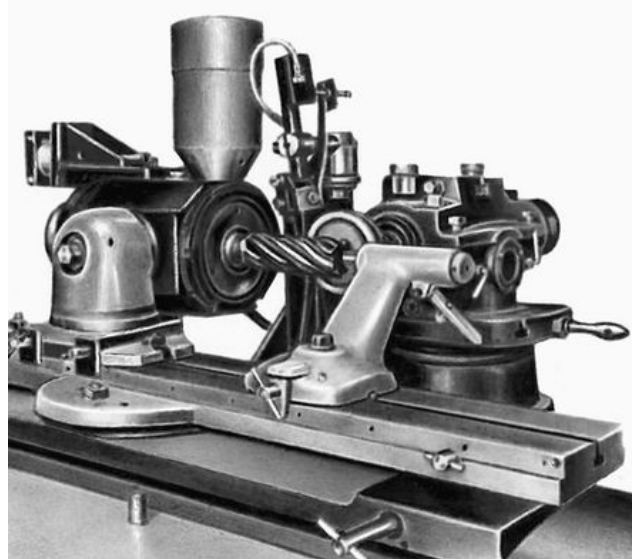


Рисунок 5.5 – Загальний вид універсально-заточувального верстата мод. ЗА64

Фрези з великою величиною зносу попередньо шліфують по циліндричній поверхні на круглошліфувальному верстаті до видалення слідів зношування, а по-

тім заточують по передній і задній поверхнях зубців.

Заточування збірних фрез складається з попереднього заточування вставних ножів (різців) поза корпусом і остаточного заточування фрези після складання. Переточування фрез здійснюють у зібраному виді.

Циліндричні фрези із гвинтовими зубцями заточуються по головній задній поверхні. Заточування зубця по передній поверхні виробляється тільки при наявності на ній сильно виражених слідів зношування. Однак при заточуванні фрез для особливо точної обробки, навіть у тих випадках, коли всього один зубець має потребу в заточуванні передньої поверхні, рекомендується здійснювати рівномірне сточування передніх поверхонь всіх зубців, щоб не була порушена рівномірна участь кожного зубця в процесі різання.

Заточування і доведення передніх і головних задніх поверхонь зубців виробляються при установці фрези в центрах, причому насадний інструмент попередньо закріплюється на оправці. Фіксування кутового положення фрези робиться за допомогою упорки, виконаної із пружинної сталі. При заточуванні гвинтових зубців упорку закріплюють на корпусі шліфувальної головки нерухомо щодо шліфувального круга. Це приводить до того, що при поздовжньому русі стола верстата із закріпленою на ньому фрезою нерухома упорка змушує фрезу робити поворот на ту частину оберту, яка відповідає частини кроку гвинтових канавок на довжині фрези. Це забезпечує заточування гвинтової задньої поверхні.

При обробці прямих зубців, розташованих паралельно осі фрези, упорку встановлюють на столі верстата, і вона переміщається разом із інструментом, що заточується. При цьому поворот фрези відсутній.

Упорка повинна бути встановлена можливо ближче до вершини зубця, що заточується. Цим забезпечується одержання найменшої помилки значення кута, а також полегшення відтискання упорки при переході на заточування наступного зубця.

Заточування здійснюється при поздовжнім переміщенні стола верстата. Після кожних 2-3 проходів здійснюється поворот фрези на один кутовий крок, завдяки чому в контакт зі шліфувальним кругом вступає новий зуб. Поворот фрези на кутовий крок здійснюється вручну після виводу її з контакту зі шліфувальним кругом.

Послідовність заточування циліндричних фрез:

- 1 по передній поверхні (при необхідності);
- 2 шліфування стрічки по циліндрі;
- 3 по головній задній поверхні.

5.5.1 Заточування по передній поверхні

Передня поверхня гвинтового зубця фрези заточується кінчною частиною тарілчастого круга (рис.5.6). Якщо заточування робиться плоскою торцевою поверхнею круга, то виникає небезпека зрізання частини різальної кромки зуба. Передня поверхня прямих зубців заточується торцем круга тарілчастої або чашкової форми. При заточуванні фрез із гвинтовими зубцями шліфувальну бабку розвертають у вертикальній площині на кут нахилу стружкових канавок ω .

Вершину зубця, що заточується, необхідно змістити щодо вертикальної осі фрези на величину B (рис.5.6) для отримання заданого переднього кута. При за-

точуванні торцем круга

$$B = 0.5D \sin \gamma, \text{ мм.}$$

де D — зовнішній діаметр фрези, мм;

γ — передній кут, град.

При заточуванні конічною частиною тарілчастого круга

$$B = 0.5D \sin (\gamma + \beta),$$

де β - кут профілю шліфувального круга, град.

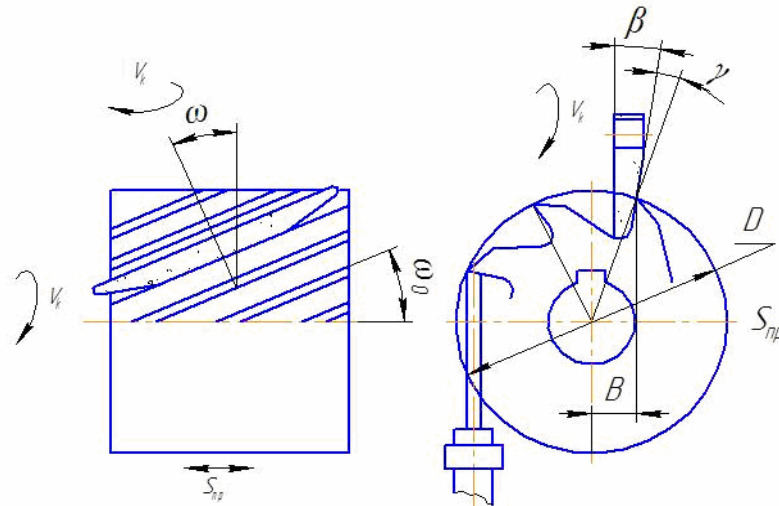


Рисунок 5.6 - Схема заточування циліндричної фрези по передній поверхні

5.5.2 Заточування по головній задній поверхні

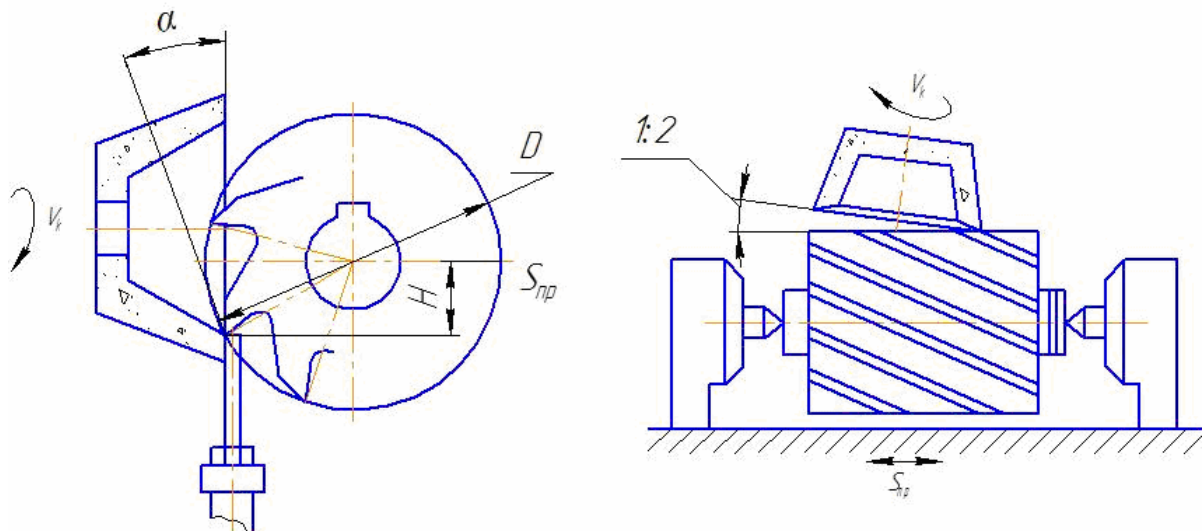


Рисунок 5.7 – Схема заточування циліндричної фрези по задній поверхні

Фрезу встановлюють і закріплюють у центрах на столі верстата (рис.5.7). Для утворення позитивного заднього кута α зубець фрези, що підлягає заточуванню, зміщують у вертикальній площині щодо осі обертання фрези на величину H

$$H = \frac{D}{2} \sin \alpha, \text{ мм}$$

де D – діаметр фрези, мм;

α - задній кут, град.

Величина H досягається регулюванням упорки по висоті з точністю 0,01 мм.

Фрези з гострою формою зубців по задній поверхні заточують кругами чашкової (ЧЦ, ЧК) або тарілчастої (1Т, 2Т, 3Т) форми. Вісь тарілчастого (або чашкового) круга при заточуванні встановлюють не перпендикулярно до осі фрези, а під кутом $(89—88)^\circ$, щоб забезпечити контакт круга із зубцем фрези тільки на невеликій ділянці його робочої поверхні.

5.6 Заточування торцевих фрез

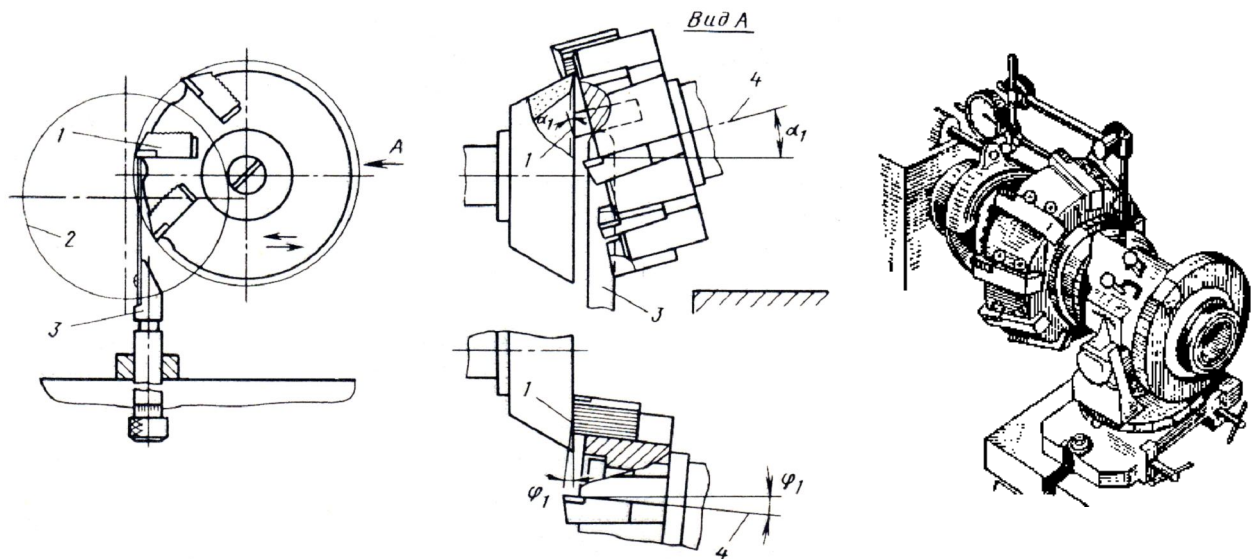


Рисунок 5.8 - Пристосування для заточення торцевих фрез:

Торцеві фрези заточують по головних, допоміжній задній поверхнях і по передній поверхні. При заточуванні на універсально-заточувальному верстаті фрезу кріплять у спеціальному пристрої (рис.5.8). Фреза, що заточується, встановлюється на оправці в шпиндель і затягається зі зворотної сторони болтом. При заточуванні головної задньої поверхні під кутом α корпус головки повертають на величину головного кута в плані φ , і на величину кута $\alpha_{уст}$. Величину заднього кута $\alpha_{уст}$ розраховують.

Задні поверхні зубців торцевих фрез заточуються торцевою поверхнею чашкового круга. При настроюванні головки кожний зубець фрези можна розглядати як самостійний різець. Тому розрахунок величини кутів, на які необхідно повернути головку по трьох шкалах для того, щоб правильно розташувати зубець фрези щодо робочої поверхні шліфувального круга, виконується по формулах, які застосовуються для настроювання трьохповоротних лещат при заточуванні різців.

5.6 Зміст звіту по лабораторній роботі

1. Назва роботи, її мета, задачі.
2. Ескізи циліндричної і торцевої фрез, їх геометричні і конструктивні параметри.
3. Характер зношування фрези, розрахунок припустимої кількості переточувань.
4. Схеми і коротка характеристика різних способів заточування фрез.

5. Розрахунок настроювальних розмірів для забезпечення заданих кутів при заточуванні.

6. Висновки.

5.7 Контрольні питання

1. Які типи фрез ви знаєте? Яка область їхнього застосування?

2. Приведіть ескіз циліндричної фрези, укажіть її конструктивні параметри, поверхні і різальні кромки.

3. Приведіть ескіз торцевої фрези, укажіть її конструктивні параметри, поверхні різальні кромки.

4. Яку форму можуть мати зубці фрези? Залежно від чого вибирається форма і розміри зубця фрези?

5. На що впливають і залежно від чого вибираються значення кутів різальної частини фрези?

6. Зобразите характер зношування зуба фрези. По яких поверхнях і в якій послідовності заточують фрези?

7. Приведіть схеми заточування фрези по передній і задній поверхнях. Як розрахувати настроювальні розміри?

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Різальний інструмент” Розділ «Заточування різальних інструментів».

Укладачі Кисельова Ірина Володимирівна, к.т.н., доцент
 Гриньов Юрій Олександрович, к.т.н., доцент