

Лекція 13
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 10. АБРАЗИВНИЙ І АЛМАЗНИЙ ІНСТРУМЕНТ
Тема 11. Види абразивного та алмазного інструменту

1 Загальні відомості

До абразивних інструментів відносяться шліфувальні круги, головки, бруски, сегменти, шкурки, порошки, пасти.

Шліфувальні круги є найпоширенішою групою абразивних інструментів.

Найчастіше шліфувальні круги є тілами обертання, що складаються із зерен абразивного матеріалу, зцементованих зв'язкою. Такий шліфувальний круг при обробці обертається навколо своєї осі з певною швидкістю різання. Цей рух призводить до ковзання робочої поверхні круга “самої по собі”.

Одним з перспективних напрямів абразивної обробки є еластичне шліфування. Знаходять застосування еластичні шліфувальні круги, шкурки і бруски.

Еластичні круги за конструкцією можуть бути різними. Дуже давно відомі круги, як основу яких використовують фетр, повсть, пакети тканини та інші подібні матеріали. На робочу поверхню такого круга наноситься абразивно-клейовий шар або абразивна паста, за допомогою яких проводять обробку деталей. Круги такого типу ефективні на операціях полірування, особливо кольорових металів, пластмас, різноманітних покриттів тощо.

Знаходять застосування також пелюсткові круги, стрічкові барабани, круги з пружною основою, виконаною з гуми, поліуретану, поролону та іншого.

Еластичні абразивні інструменти дозволяють, як правило, забезпечити менш шорстку поверхню деталі, ніж у випадку обробки жорстким інструментом. Вони мають значно більші зони контакту з оброблюваною заготовкою.

Пружна основа еластичних шліфувальних інструментів є своєрідним амортизатором. За певних умов вона сприяє гасінню вібрацій, що виникають при обробці. Тому доцільно застосовувати еластичний інструмент при обробці маложорстких деталей. Проте необхідно враховувати, що легко виготовити деталі з високим ступенем точності заданої форми і розмірів жорстким інструментом, а не еластичним.

Прогресивним процесом обробки деталей абразивним інструментом є стрічкове шліфування.

До основних переваг цього процесу відносяться: висока продуктивність завдяки великій різальній поверхні, легка пристосовуваність до умов обробки, забезпечення достатньо високої точності та чистоти, відносна простота конструкції верстатів, відсутність необхідності в балансуванні та правці стрічок, можливість їх швидкої та легкої заміни, забезпечення більш рівномірної обробки поверхні з прикладенням меншого зусилля та меншою небезпекою припиків оброблюваної поверхні в порівнянні з обробкою кругами.

Стрічки, маючи велику еластичність, дозволяють успішно обробляти різноманітні поверхні, зокрема складні криволінійні поверхні з твірними змінного вигляду.

Абразивні стрічки можуть виготовлятися зі шліфувальної шкурки шляхом її розрізання на смуги необхідної ширини і склеювання кінців або шляхом нанесення клею і абразивних зерен на нескінченну тканинну, паперову або іншу основу.

Для обробки абразивними стрічками створена велика кількість різноманітних верстатів.

Найчастіше шліфувальні круги є тілами обертання, що мають різні розміри і профілі в осьовому перерізі (рис. 1).

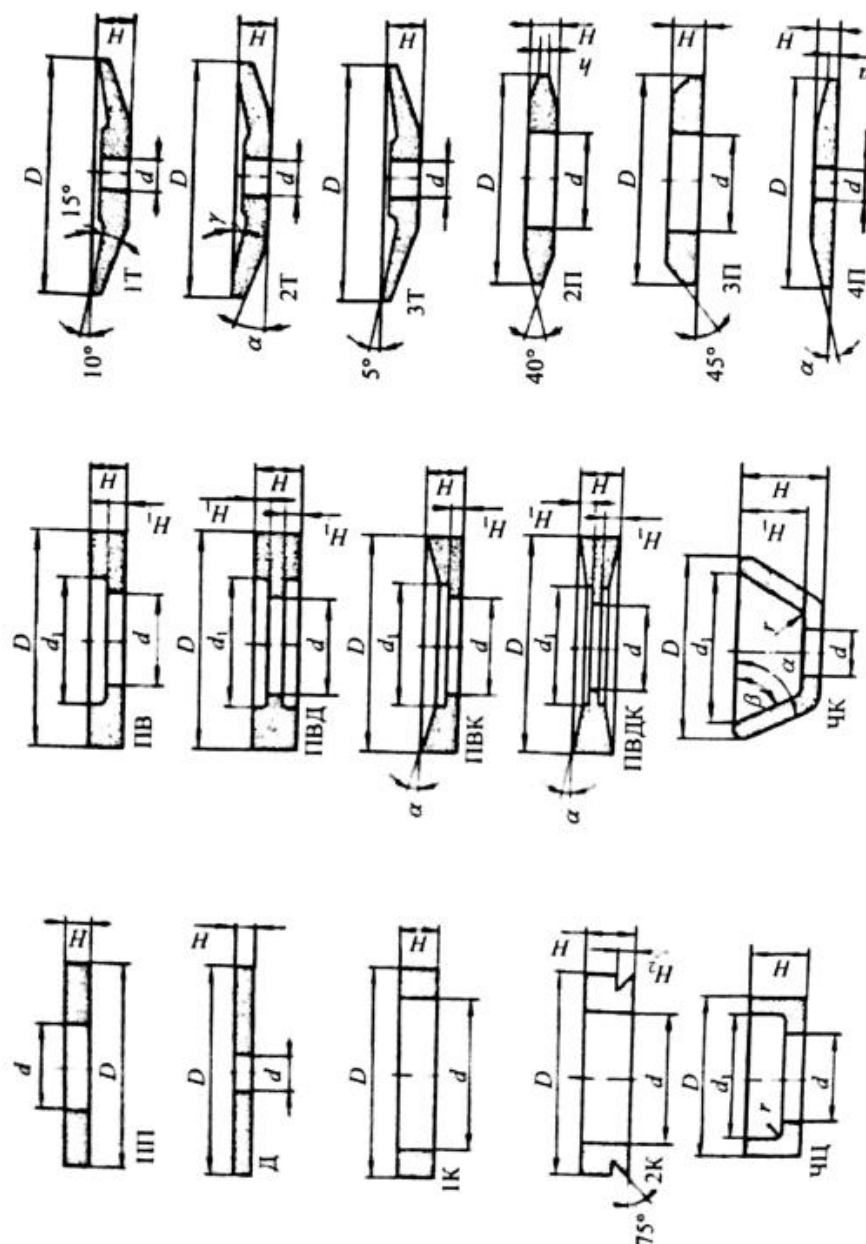


Рисунок 1 – Типи шліфувальних кругів

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 підведенню круга до зони шліфування, для їх розміщення передбачаються виточки з однієї (ПВ) або двох (ПВД) сторін. Конічні виточки у кругів ПВК, ПВДК з одного або двох торців служать для того, щоб зменшити площу зіткнення бічної поверхні круга із заготовкою при шліфуванні буртиків і фланців на круглошліфувальному верстаті, що зменшує тепловиділення та покращує відведення стружки.

Круги форми D, які називаються дисками, призначені для різних відрізних і прорізних робіт і шліфування глибоких пазів. Вони мають при досить значних діаметрах дуже малу товщину.

Круги-кільця 1К застосовують для плоского шліфування торцем круга деталей, що мають невелику площу контакту з кругом. Вони кріпляться до планшайби верстата за допомогою цементуючих речовин.

В тому випадку, коли бажане міцніше кріплення, застосовують круги 2К. Кріплення тонких кругів-кілець ненадійне.

З метою міцнішого кріплення в цьому випадку застосовують круги ЧЦ і ЧК (чашкові циліндричні та конічні), які закріплюються на шпинделі за допомогою затискних фланців. Кругами ЧЦ і ЧК користуються для заточування інструментів. Крупі форми ЧК використовують також для плоского шліфування важкодоступних місць, наприклад, ласточкіних хвостів, напрямних станин тощо.

У випадках ще різкішого обмеження вільного простору в зоні шліфування застосовують круги тарілчастої форми 1Т, 2Т, 3Т, на кругах форми ПП для аналогічних операцій передбачають конічний профіль (форми 2П, 3П, 4П).

Разом з розглянутими використовуються круги спеціального призначення, що призначені для обробки певних деталей і мають відповідну їм форму.

Шліфувальні круги малих розмірів називають головками (рис. 2). Вони застосовуються для внутрішнього шліфування, зняття задирок і зачищення фасонних поверхонь, де не можуть бути застосовані шліфувальні круги. Для кріплення головки мають ненаскрізний отвір, куди вставляється шпилька що закріплюється за допомогою твердіючої клеючої речовини.

Шліфувальні круги великих розмірів можуть бути збірними і складатися з окремих сегментів. Ці круги головним чином застосовуються для плоского шліфування торця. Вони мають переривчасту робочу поверхню, що забезпечує їх роботу з меншою зоною контакту, і, внаслідок цього, менше нагрівання шліфованих деталей.

З метою зниження температури в зоні шліфування та покращення експлуатаційних характеристик оброблених поверхонь застосовують круги, що мають на робочій поверхні ряд виступів і западин, які чергуються і мають ширину від 2 до 45 мм. Вони особливо доцільні при шліфуванні сталей, схильних до утворення припиків і тріщин.

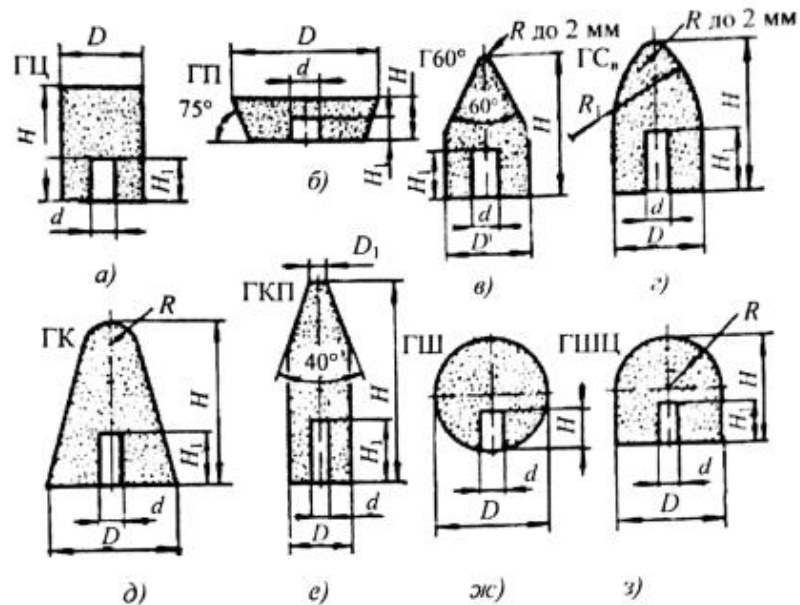


Рисунок 2 – Шліфувальні головки

При шліфуванні кругами з переривчастою робочою поверхнею температура в зоні різання зменшується в результаті переривання процесу різання, зменшення інтенсивності теплового джерела і покращення різальної здатності круга.

Крім того, переривчасті круги, особливо з радіальним розташуванням западин, мають високу вентиляючу здатність і подають в зону різання потужний струмінь повітря. Це сприяє віщуванню стружки і зменшенню засалювання круга. Струмінь повітря інтенсифікує також процес окислення та згорання стружки.

При переривчастому шліфуванні в порівнянні із звичайним сили різання знижуються на 20...30 %.

Для збереження кромкостійкості твердість переривчастих кругів береться на 1-2 ступеня вищою).

Шліфувальні бруски є прямолінійними тілами однакового по довжині поперечного перерізу. Вони застосовуються для ручних слюсарних робіт, а також для виготовлення інструментів, призначених для тонкої обробки, - хонінгування та суперфінішування.

Основними характеристиками даних шліфувальних інструментів є: матеріал абразивного зерна, його зернистість, зв'язка, твердість та структура.

При виготовленні шліфувальних кругів в основному використовуються зерна електрокорунду і карбиду кремнію. Електрокорунд застосовують при обробці матеріалів з високим опором розриву (сталей), а карбід кремнію - для матеріалів з низьким опором розриву (чавуну, бронзового литва). Зелений карбід кремнію використовується при шліфуванні твердих сплавів.

При встановленні характеристики круга вибір зернистості абразивних зерен залежить головним чином від вигляду, точності та якості обробки, властивостей оброблюваного матеріалу і форми поверхні деталі.

Круги з крупнішим зерном застосовуються на потужних верстатах при знятті великих припусків, при великій площі зіткнення круга з оброблюваною деталлю, а також при обробці таких матеріалів, як латунь, мідь, де є підвищена небезпека засалювання круга.

Круги з дрібнішим зерном застосовуються при високих вимогах до чистоти поверхні, при профільному шліфуванні, а також при обробці загартованих сталей і твердих сплавів.

Для попереднього шліфування зернистість вибирається в межах 40-16, для чистового - 25-12, для фінішного - 12-6.

З'єднання абразивних зерен в ціле тіло проводиться за допомогою зв'язок, які поділяються на органічні (бакелітова, гліфталева та вулканітова) та неорганічні (керамічна, магнезійна, силікатна).

Бакелітова зв'язка готується на основі бакеліту (штучної смоли) і формаліну. Круги на цій зв'язці мають високу міцність та пружність, допускають великі колові швидкості. Бакелітова зв'язка чинить поліруючу дію, що зменшує шорсткість поверхні. В порівнянні з іншими зв'язками вона менше нагріває оброблювані вироби.

Круги на бакелітовій зв'язці недостатньо стійкі проти дії охолодних рідин, особливо тих, які містять луг. Вони мають малу пористість, що утруднює видалення стружки. При підвищених температурах (200-250°) міцність даної зв'язки і сила її зчеплення з абразивними зернами падають, що прискорює зношування круга.

Бакелітова зв'язка має три основні різновиди: з рідкого бакеліту (Б1), з пульвербакеліту (Б2 і Б3).

Круги на бакелітовій зв'язці застосовуються при плоскому шліфуванні торцем круга, відрізанні заготовок і прорізанні пазів, обробному шліфуванні дрібнозернистими абразивними інструментами.

Гліфталева зв'язка (ГФ) застосовується для виготовлення шліфувальних кругів, призначених для обробного шліфування деталей із загартованих сталей.

Гліфталъ є синтетичною смолою з гліцерину і фталевого ангідриду.

Круги на гліфталевій зв'язці мають підвищену пружність.

Вулканітова зв'язка складається з штучного каучуку з вулканізуючими добавками. Абразивні інструменти на вулканітовій зв'язці мають велику пружність та щільність, підвищену поліруючу дію в порівнянні з інструментами на бакелітовій зв'язці, але вони менш міцні та теплостійкі.

Керамічна зв'язка найпоширеніша. На керамічній зв'язці можна отримати круги майже для всіх видів шліфування. Ця зв'язка вогнетривка, водостійка, хімічно стійка, має відносно високу міцність. Інструменти на керамічній зв'язці чутливі до ударів і згинальних навантажень, і тому не можуть використовуватися при обрізанні та прорізанні вузьких пазів.

Керамічну зв'язку виготовляють з вогнетривкої глини, польового шпату, кварцу, тальку, крейди, рідкого скла та інших речовин, взятих в певних пропорціях.

Керамічні зв'язки поділяються на плавкі (склоподібні) та спікні (фарфороподібні). Перші використовуються при виготовленні електрокорундових кругів, а другі - кругів з карбіду кремнію.

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

Суттєвий ефект дає введення спеціальних активних добавок в зв'язку круга, які впливають на міцність утримання абразивних зерен в крузі або сприяють адсорбційному пластифікуванню поверхневого шару оброблюваного матеріалу. Круги із зерном з карбіду кремнію на керамічній зв'язці в результаті введення у зв'язку активних добавок і підвищення міцності з'єднання зерна із зв'язкою дозволяють зменшити кількість зв'язки на 30-35 %. Це знижує сили тертя при шліфуванні та підвищує стійкість кругів.

Магnezійна зв'язка (М) готується з магнезиту і хлористого магнею. Шліфувальні круги на цій зв'язці гігроскопічні, мають підвищене зношування, нестійкий профіль, але працюють з відносно невеликим нагріванням шліфованої поверхні. Вони мають обмежене застосування: для плоского шліфування, заточування бритв і тощо.

Силікатна зв'язка (С) готується з рідкого скла, глини, крейди тощо. Інструменти на цій зв'язці працюють з малим нагріванням деталей і мають переваги при тих операціях, де нагрівання деталей недопустиме. Ця зв'язка використовується рідко.

Твердість абразивного інструменту характеризує здатність зв'язки опиратися вириванню абразивних зерен з робочої поверхні під впливом зовнішніх сил.

За ступенем твердості абразивний інструмент поділяється на ряд груп: м'який (М1, М2, М3); середньом'який (СМ1, СМ2); середній (С1, С2); середньотвердий (СТ1, СТ2, СТ3); твердий (Т1, Т2); дуже твердий (ВТ1, ВТ2); надзвичайно твердий (ЧТ1, ЧТ2).

Круг відноситься до м'яких, якщо його зерна відносно легко вириваються із зв'язки і, навпаки, до твердих, якщо зерна міцно утримуються зв'язкою.

Цифри 1, 2, 3 в позначенні ступеня твердості характеризують твердість в порядку її зростання. Твердість абразивних інструментів залежить від кількості та якості зв'язки, виду абразивного матеріалу, ступеня шорсткості та конфігурації абразивних зерен і технологічного процесу виготовлення. Правильний вибір твердості абразивного інструменту остаточно впливає на продуктивність процесу і якість обробленої поверхні.

Вибір для даних умов обробки дуже твердого круга призводить до “засалювання”, оскільки зв'язка продовжує утримувати затуплені зерна, зростає зусилля різання, заготовка нагрівається, на обробленій поверхні з'являються сліди дроблення, припіки. Дуже ж м'який круг швидко втрачає форму, оскільки відбувається обсіпання ще працездатних зерен.

Для обробки твердих матеріалів застосовують порівняно м'які круги, а матеріали невисокої твердості шліфують твердішими кругами. Твердість кругів повинна знижуватися зі збільшенням площі зони шліфування, із зменшенням різниці між діаметрами круга і заготовки, з підвищенням швидкості різання та подачі, із зменшенням розмірів абразивних зерен круга, з підвищенням жорсткості та вібростійкості верстатів. Попередні операції, а також шліфування переривчастих і фасонних поверхонь ведуть твердішими інструментами. Основні операції шліфування ведуть кругами, твердість яких лежить в межах від М2 до СТ3.

Структура круга характеризує співвідношення між об'ємом абразивних зерен, зв'язки і пор в тілі інструменту.

Прийнято позначати структури кругів номерами. Чим менший номер структури, тим більша щільність розташування зерен. У структурі № 1 об'ємний вміст зерна складає 60 %. Кожен подальший номер структури має об'ємний вміст зерен на 2 % менший попереднього номера.

Структури від нульового до третього номера відносять до щільних. Вони мають найбільш високий вміст абразивних зерен.

Структури від 4 до 8 номера включно називають середьщільними, від 9 номера до 12 - відкритими. Бувають і вищі номери структур у високопористих кругів. Відкрита структура забезпечує велику відстань між абразивними зернами, краще відведення стружки і дозволяє працювати на підвищених режимах. Проте круги відкритої структури мають меншу міцність.

Необхідно вибирати круги з меншим номером структури при збільшенні твердості оброблюваного матеріалу, при переході від грубої до чистової обробки.

Для звичайних робіт рекомендується застосовувати круги із структурою № 5...8. При профільному шліфуванні, а також при великих і змінних навантаженнях бажано вибирати щільніші круги № 3...5.

Абразивний інструмент, який сприймає в процесі роботи різні навантаження, повинен мати достатню міцність. Аналіз показує, що в процесі роботи основну небезпеку представляють відцентрові сили.

Сили різання при шліфуванні створюють порівняно невеликі напруження в крузі і суттєво не впливають на його міцність. Тому основним методом випробовування кругів є обертання їх зі швидкістю, що перевищує на 50% робочу колову швидкість.

Робочі колові швидкості при шліфуванні безперервно зростають. В даний час створені абразивні інструменти для роботи з коловими швидкостями $V = 50...80$ м/с. Це призводить до підвищення продуктивності праці, скорочення

витрати шліфувальних кругів, зниження шорсткості обробленої поверхні. Разом з тим, пропорційно квадрату швидкості зростає відцентрова сила. Звідси виникає необхідність різкого підвищення міцності круга.

У практиці використовуються різні шляхи підвищення міцності круга. Це -створення нових зв'язок, розробка кругів, армованих волокнами з неорганічних матеріалів, застосування кругів з вклеєною в отвір металевою втулкою або які не мають центрального отвору.

Суттєво впливає на техніко-економічні показники процесу шліфування якість виготовлення абразивного інструменту. Промисловістю освоєне виробництво абразивного інструменту класів АА та А. Він відрізняється високим ступенем рівномірності по твердості, підвищеною точністю геометричних розмірів, матою невірноваженістю, підвищеним вмістом основної фракції зерна та рекомендується для обробки відповідальних деталей.

Застосування кругів класу А в порівнянні з кругами класу Б забезпечує підвищення продуктивності обробки, збільшення стійкості кругів, зниження шорсткості обробленої поверхні.

На прецизійних верстатах використовують прецизійний абразивний інструмент класу АА — якісніший, ніж інструмент класу А, з вищим вмістом основної фракції зерна.

В процесі шліфування круг періодично правиться для видалення зерен, що затупилися, і збереження необхідної форми профілю. Правку проводять алмазами, закріпленими в спеціальних оправках, алмазними олівцями, що складаються з алмазних зерен і металевої зв'язки, алмазними роликами, кругами з карбіду кремнію, твердосплавними дисками або чавунними і сталевими гофрованими дисками.

Кріплення кругів на верстатах, за винятком кілець К, полягає в тому, що круг своїм отвором надягається із зазором на циліндричну посадочну частину і затискається між фланцями або іншими деталями за допомогою гайок або гвинтів. Між кругом і фланцями поміщають прокладку з еластичного матеріалу для більш рівномірного розподілу тиску по поверхні зіткнення.