

ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ШЛІФОВАЛЬНИХ КРУГІВ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ШЛІФОВАНИХ ПОВЕРХОНЬ

Якість поверхонь в наш час є однією з головних вимог до деталей будь якої машини чи механізму. Завдяки якісно обробленій поверхні забезпечуються високі експлуатаційні характеристики даних деталей. Без використання операцій точного шліфування неможливо виготовити деталі розміри яких повинні відповідати високим квалітетам точності, наприклад калібри, або кінцеві міри довжини. Якість обробки поверхонь деталей також серйозно впливає на надійність та довговічність деталей. Досягти бажаних показників якості поверхні на операціях шліфування можливо лише при врахуванні багатьох чинників, які впливають на даний процес, та недопускання виникнення різного роду дефектів поверхневого шару матеріалу. Одним із таких чинників являється характеристика шліфувального круга. В даній роботі розглянуто класифікацію шліфувальних кругів відносно їх характеристик та проаналізовано їх вплив на отриману якість поверхонь в процесі обробки шліфуванням.

Ключові слова: шліфування, шліфувальний круг, абразив, якість поверхні, термічні дефекти, мікротвердість.

В сучасних умовах до якості поверхонь деталей ставляться особливі вимоги, оскільки сучасні машини повинні бути швидкохідними, потужними, точними, їх деталі працюють при високих температурах, питомих тисках та навантаженнях. Якість поверхонь на процесі шліфування досягається завдяки поєднанням таких чинників як: кваліфікації робітника, якість шліфувального інструменту, подачі змащувально-охолоджуючої рідини (ЗОР) і стабільної роботи шліфувального круга. Розвиток сучасного виробництва потребує постійного пошуку нових та вдосконалення існуючих технології і оснащення, завдяки яким можливе переналагодження з одного типорозміру на інший і транспортування деталей широкого діапазону по транспортних каналах виробництва. Зносостійкість деталей машин, що піддаються тертю значно залежить від якості поверхневої обробки і покращується від зниження шорсткості. Якість з'єднань покращується від зменшення параметрів шорсткості. Опір корозії теж підвищується зі збільшенням чистоти оброблюваної поверхні. Тобто висока якість поверхні завжди позитивно впливає на експлуатаційні показники деталі.

Якість поверхонь деталей формується в процесі взаємодії різального інструменту з поверхнями, які підлягають обробленню. Окрім технологічних чинників, значне місце в забезпеченні якісного поверхневого шару, посідає правильний вибір шліфувальних кругів.

Абразивний інструмент володіє різними властивостями залежно від його характеристик. При виборі абразивного інструменту необхідно враховувати його характеристики і відповідність їх для конкретного виду робіт. Стабільна робота абразивних кругів залежить від правильного вибору їх розмірів, характеристики і режимів роботи.

На відміну від металевого ріжучого інструменту абразивний інструмент не має суцільної ріжучої кромки, а складається з величезного числа роз'єднаних ріжучих елементів (абразивних зерен), скріплених між собою зв'язкою. Тому працездатність абразивного інструменту характеризується не тільки матеріалом і розміром ріжучого абразивного зерна, але також складом і кількістю зв'язуючого матеріалу, структурою розташування абразивних зерен і пор в інструменті.

Шліфувальні матеріали перевершують інструментальні сталі по твердості і теплостійкості, тому ними можна обробляти будь-які метали різної твердості на високих швидкостях різання.

Абразивна здатність і зносостійкість шліфувального матеріалу залежать від його твердості, теплостійкості, крихкості і подрібнюваності зерна, а також від ступеня хімічної взаємодії з оброблюваним матеріалом.

У залежності від вимог точності до оброблення деталей з різних матеріалів підбираються характеристики абразивних кругів, основними з яких є твердість, зернистість, зв'язка, структура, форма, розміри і допустима швидкість обертання. Так, для шліфування торцевих поверхонь кілець роликотіпшипників залежно від виду шліфування використовуються шліфувальні круги з наступними характеристиками (таблиця 1).

Характеристика шліфувальних кругів

Вид шліфування	Матеріал зерна	Зернистість	Твердість	Структура	Зв'язка
чорнове	електрокорунд нормальний (12А,13А,14А,15А)	200-125 шліфувальне зерно	Надзвичайно твердий (НТ), досить твердий (ДТ)	1-4	керамічна (К)
напівчистове	електрокорунд нормальний (12А,13А,14А,15А)	100-32 шліфувальне зерно	середньої твердості (СТ) (СТ1, СТ2, СТ3)	5-6	керамічна (К) бакелітова (Б)
чистове	електрокорунд білий (22А,23А,24А,25А)	25-16 шліфувальне зерно	середньої твердості (СТ) (СТ1- СТ3)	7-8	керамічна (К) бакелітова (Б)
фінішне	електрокорунд білий (24А,25А)	12-3 шліфувальний порошок	середньої м'якості (СМ1, СМ2)	9-10	керамічна (К) бакелітова (Б)

Продуктивність і якість оброблення шліфуванням залежить не лише від ширини круга та його діаметра, а також і від параметрів, які характеризують абразивний інструмент.

Однією з найважливіших характеристик абразивного інструменту є зернистість (величина зерна) абразиву. Залежно від розміру зерна абразиви позначають номерами. Грубозернисті (2000 – 160 мкм) мають номери від 200 до 16, їх називають шліфувальними зернами. Більш дрібні, з розміром зерен 125 – 28 мкм (шліфувальні порошки), позначають номерами від 12 до 3. Мікропорошки з розміром зерен від 40 до 3 мкм позначають номерами від М40 до М5.

Твердість характеризує міцність утримання абразивних зерен в інструменті за допомогою зв'язки. Тому твердість визначається кількістю і властивостями зв'язки, введеної в інструмент. Зі збільшенням зв'язки на 1,5% твердість інструменту підвищується на одну ступінь. При цьому обсяг зв'язки збільшується за рахунок відповідного зменшення обсягу пір. Відстань між зернами залишається незмінним.

Твердість впливає на ріжучі властивості і стійкість ріжучої кромки інструменту, а також на характер його зношування в процесі різання. Якщо міцність закріплення зерен в інструменті нижче міцності самого абразивного зерна, то зношування відбувається за рахунок викришування зерен, і абразивний інструмент буде працювати в режимі самозаточування. Якщо міцність абразивного зерна виявиться нижче міцності його закріплення в інструменті, то зношування протікає частково за рахунок крихкого руйнування, сколювання зерен і частково за рахунок їх стирання з утворенням зон зношення на зерні.

Розроблено шкалу, що має сім класів твердості (вони також поділяються на кілька ступенів): Т – твердий, СТ – середньої твердості, ДТ – дуже твердий.

Висока твердість шліфувального круга є однією з причин виникнення припиків поверхневого шару кілець підшипників, що не допускається технічними умовами. Тому шліфувальний круг після його вибору перевіряють на твердість одним із методів: акустичним (ГОСТ 25961-83); піскоструйним (ГОСТ 18118-79); вдавлюванням кульки (ГОСТ 19202-80).

Структуру абразивного інструменту оцінюють за співвідношенням (в %) об'ємів, зайнятих зернами абразиву, зв'язуючою речовиною і порами. Змінюючи ці співвідношення, одержують абразивні круги різної структури і властивостей. Розрізняють 12 номерів структур. Найменшій пористості (60% зерен, 40% зв'язка і пори) відповідає найбільший номер.

Важливою характеристикою абразивного інструменту є також зв'язуюча речовина (неорганічна, органічна, металева), що об'єднує абразивні зерна в єдине ціле. На практиці широко застосовують інструмент із використанням неорганічної зв'язуючої речовини на основі вогнетривкої глини – керамічній (К), на основі синтетичної смоли – бакелітовій (Б), на основі каучуку та сірки – вулканітовій (В). Металеві зв'язуючі речовини складаються з металевої основи (порошки Al, Cu та інші) та наповнювача. Застосовують їх переважно в алмазних кругах.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

Тип шліфувальних кругів характеризується також формою. Плоскі круги прямого профілю ПП застосовують для круглого зовнішнього, внутрішнього і безцентрового шліфування, для плоского шліфування периферією круга і для заточування інструментів. Плоскі круги з двостороннім конічним профілем 2П застосовують для шліфування зубів шестерень і шліфування різьби. Плоскі круги з виточенням ПВ і з двостороннім виточенням ПВД дозволяють поміщати в виточках затискні фланці, а завдяки цьому, поєднувати кругле шліфування з підрізанням торця. Ці круги застосовують також в якості ведучих кіл при безцентровому шліфуванні.

Циліндричні і конічні круги-чашки ЧЦ і ЧК застосовують для заточування інструментів і для плоского шліфування торцем.

Тарілчасті круги Т застосовують для заточування і доведення передніх граней фрез, обробки зубів довбального інструменту і інших інструментів.

Точність абразивних інструментів. Залежно від вимог до зернового складу, граничних відхилень поверхонь, їх взаємного розташування, наявності відколів, тріщин і раковин шліфувальні круги випускають трьох класів точності: АА, А і Б, а решта інструментів - двох класів: А і Б.

Круги класу АА мають найменші відхилення від заданих розмірів. Відхилення, що допускаються для інструментів класу Б в 1,5-2 рази перевищують відхилення аналогічних параметрів кіл класу А, які в свою чергу більше відповідають класу АА.

Круги класу точності АА застосовують для прецизійної обробки шліфуванням високоточних заготовок з матеріалів усіх груп оброблюваності, а також для швидкісного і високошвидкісного прецизійного шліфування особливо точних заготовок.

Кола класу точності А застосовують для остаточної обробки шліфуванням заготовок з матеріалів усіх груп оброблюваності, а також для швидкісного і високошвидкісного остаточного шліфування.

Для менш відповідальних операцій абразивної обробки застосовують інструменти класу точності Б.

Перспективними напрямками в сфері шліфування, що сприяють зниженню енергомісткості оброблення, підвищенню продуктивності, а також покращенню стану поверхневого шару деталей і, отже, збільшенню їх ресурсу, є застосування процесів переривчастого і електроабразивного шліфування.

Переривчасті шліфувальні круги показують перевагу зазначених процесів шліфування з погляду питомої витрати енергії, стійкості, збереження різальної здатності. Шліфувальні круги з переривчастою різальною поверхнею умовно можна розділити на переривчасті, композиційні та комбіновані.

Якість шліфованої поверхні характеризується твердістю поверхневого шару, структурними змінами, залишковими напруженнями і відсутністю припиків і тріщин. Поверхневі дефекти в значній мірі викликаються високими температурами в місці контакту круга з оброблюваною деталлю.

Припіками при шліфуванні називають місцеві зміни структури поверхневого шару металу деталей, що утворюється в зоні різання в результаті виникнення високих температур та супроводжується зміною кольору ділянок обробленої поверхні. Припіки на обробленій поверхні призводять до зміни її фізико-механічних властивостей.

Термічні дефекти, викликані шліфуванням:

1. Плями припиків - виявляються за кольором мінливості на шліфованій поверхні.
2. Відпуск з пониженням твердості шліфованої поверхні.
3. Тріщини на шліфованій поверхні (можуть виникнути не відразу після шліфування, а через кілька годин або днів). Тріщини можуть бути термічного або шліфувального походження.

В залежності від причини виникнення розрізняють три групи припиків:

- суцільний припик, який є наслідком надмірного режиму шліфування і завищеної твердості круга і його сильного затуплення;
- плями припиків, які є наслідком вібрації круга і биття шпинделя деталі, нерівномірної подачі, неправильної форми круга при зношуванні, нерівномірному розподілі припуску, засалюванні круга, несправності опор шпинделя;
- штрихові припіки, які є наслідком неоднорідної структури круга, неправильної установки деталі, недостатнього очищення ЗОР.

Кінцева якість шліфованої поверхні залежить від багатьох технологічних факторів таких як швидкість подачі, швидкість обертання шліфувального круга та характеристик

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

шліфувального круга. Детальніше розглянемо вплив характеристик шліфувального круга на якість оброблюваної поверхні.

Таблиця 2.

Різниця між тріщинами шліфувального і термічного походження.

Тріщини	Характеристика тріщин	Причина виникнення	Виникнення тріщин
Шліфувальні	Тонкі (волосяні) тріщини у вигляді сітки або петлеподібного малюнка. Розташування тільки на поверхні. Утворюються за межами зерен на основі нового утворення мартенситу	Підвищене нагрівання оброблюваної поверхні в процесі шліфування з подальшим швидким охолодженням ЗОР	На загартованих сталях
Гартувальні	Більші прямолінійні тріщини, міжкристалічні, зазвичай утворюються вздовж зон охолодження	Високі гартівні напруги, що перевищують міцність оброблюваного матеріалу	Після гартування

Вплив абразивного матеріалу. Круги 20-30А виділяють менше тепла в зоні шліфування, ніж круги 10-20А. Найменша кількість теплоти виділяється при шліфуванні кругами 50-60С.

Вплив зернистості круга. Температура шліфування знижується зі зменшенням зернистості з № 40 до № 25, що пояснюється меншим радіусом округлення у вершин зерен. При подальшому зменшенні розмірів зерен до № 16 і № 12 спостерігається збільшення температури, що пояснюється більшою схильністю круга до притуплення і засалення. Також слід зазначити що чим більше зернистість абразивного матеріалу, тим більше значення висотних параметрів шорсткості Ra, Rz, Rmax.

Вплив матеріалу зв'язки. Застосування кругів на бакелітовій і силікатній зв'язках знижує інтенсивність теплоутворення в зоні різання в порівнянні з кругами на керамічній зв'язці. Небезпека появи припиків і тріщин найбільш імовірна при шліфуванні кругами на вулканітовій зв'язці.

Вплив пористості кола. З підвищенням пористості кола зменшується поява припиків на поверхні, що шліфується.

Вплив твердості кола. Твердість шліфувального круга робить складний вплив на шорсткість. Для конкретних умов і режимів шліфування існує оптимальна твердість, при якій досягається мінімальний рівень шорсткості. Зменшення або збільшення твердості круга щодо оптимальної призводить до збільшення шорсткості. Також з підвищенням твердості кола зростає температура шліфування за рахунок меншої кількості зерен, які тупляться і випадають і більшого засалювання робочої поверхні круга. В даний час застосовують круги з переривчастою поверхнею або круги, що складаються з окремих сегментів з різними фізико-механічними властивостями (наприклад, різної твердістю), при цьому істотно знижується температура шліфування.

Інтенсивна пластична деформація поверхневого шару призводить до його зміцнення (наклепу) і, як наслідок, до збільшення мікротвердості. Це спостерігається, якщо силовий вплив абразивних зерен є переважаючим в порівнянні з тепловим. З ростом сил різання збільшується наклеп і, відповідно, мікротвердість поверхневого шару.

Зниження мікротвердості поверхневого шару спостерігається зі збільшенням температури в зоні різання, що пов'язано зі зміною структури матеріалу.

При шліфуванні загартованої сталі нагрів поверхневого шару до високих температур (понад 400°C) викликає відпуск металу, в результаті мікротвердість поверхневого шару знижується.

Можливе підвищення мікротвердості поверхневого шару при шліфуванні сталей, що сприймають гартування. В цьому випадку в поверхневому шарі також відбуваються структурні зміни металу (вторинне гартування).

Зазвичай зниження мікротвердості поверхневого шару негативно впливає на експлуатаційні властивості обробленої поверхні. Збільшення мікротвердості сприяє підвищенню зносостійкості деталей машин.

Висновки. Для отримання в процесі обробки деталей на операціях шліфування якісних поверхонь з бажаними параметрами потрібен серйозний підхід у виборі абразивного інструменту та режимів обробки деталей. Підбір шліфувальних кругів залежить від виду і

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

властивостей оброблюваних матеріалів, потужності шліфувальних машин, частоти обертання шпинделя, режиму шліфування, вимог до точності та чистоти поверхні й інших факторів, які висуваються до оброблюваних деталей. Кожен з параметрів характеристики шліфувального круга має в конкретному випадку своє оптимальне значення. Вибір шліфувального круга з недоцільними характеристиками призводить до виникнення дефектів, які ослаблюють поверхневий шар матеріалу оброблюваної деталі, та знижують якість обробленої поверхні. Це в свою чергу призводить до зниження експлуатаційних якостей деталей та зменшення терміну їх служби.

Інформаційні джерела

1. Точность производства в машиностроении и приборостроении. / Под ред. А.Н.Гаврилова. – М.: Машиностроение, 1973. – 567 с.
2. Марчук В.І., Михалевич В.Т. Відхилення форми поверхонь та їх вплив на розмірну точність тіл обертання// Наукові нотатки: міжвузівський збірник (за напрямом "Інженерна механіка") – Луцьк: Луцький державний технічний університет, - 2008. Випуск 23. – с.197-202.
3. Мишнаевский Л.Л. Износ шлифовальных кругов. — К.: Наук, думка, 1982. — 188 с.
4. Новиков Ф.В. Теоретические основы высокопроизводительного шлифования кругами из синтетических сверхтвердых материалов: дис. доктора техн. наук : 05.02.08 / Федор Васильевич Новиков. – Одесса, 1993. – 330 с.
5. Островский В.И. Теоретические основы процесса шлифования / В.И. Островский. –Л.: Изд-во Ленинград. Ун-та, 1981. – 144 с.
6. Наерман М. С. Справочник молодого шлифовщика.— М.: Высш. шк., 1985. — 207 с
7. Попов С. А. Шлифовальные работы. Учебник для СПТУ. — М.: Высш. шк. 1987.—383 с

¹Джугурян Т.Г., д.т.н., ²Марчук И.В., к.т.н., ²Харчик М.М., ²Буць Б.П.

¹Щецинська морська академія (Польща)

²Луцький національний технічний університет

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ШЛИФОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Качество поверхностей в наше время является одним из главных требований к деталям любой машины или механизма. Благодаря качественно обработанной поверхности обеспечиваются высокие эксплуатационные характеристики данных деталей. Без использования операций точного шлифования невозможно изготовить детали размеры которых должны соответствовать высоким качествам точности, например калибры, или конечные меры длины. Качество обработки поверхностей деталей также серьезно влияет на надежность и долговечность деталей. Достичь желаемых показателей качества поверхности на операциях шлифования возможно только при учете многих факторов, влияющих на данный процесс, и недопущения возникновения различного рода дефектов поверхностного слоя материала. Одним из таких факторов является характеристика шлифовального круга. В данной работе рассмотрена классификация шлифовальных кругов относительно их характеристик и проанализировано их влияние на полученную качество поверхностей в процессе обработки шлифовкой.

Ключевые слова: шлифовка, шлифовальный круг, абразив, качество поверхности, термические дефекты, микротвердость.

¹T. Dzhuguryan, ²I. Marchuk, ²M. Kharchyk, ²B. Buts

¹Stock maritime academy (Poland)

²Lutsk National Technical University

INFLUENCE OF CHARACTERISTICS OF SLEEVING CIRCUITS ON QUALITY INDICATORS OF SURFACED SURFACES

The quality of surfaces in our time is one of the main requirements for the details of any machine or mechanism. Thanks to a well-processed surface, high performance characteristics of these parts are provided. Without the use of precision grinding operations, it is not possible to make parts whose dimensions should correspond to high precision qualities, such as calibers, or finite measurements of length. The quality of workpiece surfaces also seriously affects the reliability and durability of parts. It is possible to achieve the desirable indicators of surface quality on grinding operations only if we take into account many factors that influence this process and prevent the occurrence of various defects in the surface layer of the material. One of these factors is the characteristics of the grinding wheel. In this paper, the classification of grinding wheels is considered in relation to their characteristics, and their influence on the quality of surfaces in the process of grinding is analyzed.

Keywords: grinding, grinding wheel, abrasive, surface quality, thermal defects, microhardness.