

УДК 621.923

Шахбазов Я.О.

Українська академія друкарства, кафедра “Технологія матеріалів  
і поліграфічного машинобудування”

### ШЛІФУВАННЯ З ПРАВКОЮ АБРАЗИВНОГО КРУГА ЗА ПАРАМЕТРОМ ШОРСТКОСТІ ШЛІФОВАНОЇ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛІ

© Шахбазов Я.О., 2000

**Досліджена можливість забезпечення заданої шорсткості обробленої поверхні під час шліфування абразивними кругами. В основу досліджень покладено принцип переносу на оброблену поверхню рельєфу робочої поверхні круга, що утворюється під час його правки алмазним інструментом.**

**There has been explored a possibility to provide given processed surfaces roughness when grinding by abrasive wheels. As tests base there was accepted a principle of transmission for the wheel's working surface relief processed surface, which had been formed while it's setting by the diamond tool.**

Шліфування у сучасному машинобудівному виробництві широко застосовують, воно досягає на деяких підприємствах до 40 % від загального обсягу механічної обробки. При цьому найбільше розповсюдження мають абразивні круги на керамічній зв'язці. Однак питання, які пов'язані з можливістю досягнення заданої продуктивності і шорсткості шліфованої поверхні меншими трудовитратами ще недостатньо вивчені. Це ускладнює визначення ефективності шліфування при попередній та остаточній обробці деталей.

Як відомо [1,2,3] під час шліфування до технологічних чинників утворення шорсткості обробленої поверхні належать технічна характеристика абразивного круга та технологічні параметри шліфування. Разом з тим, за ступенем впливу на шорсткість шліфованої поверхні технологічні чинники розподіляються в такій послідовності: шліфування без поперечної подачі – алмазна правка абразивного круга – режими шліфування – та інші чинники. Застосування шліфування без поперечної подачі дає змогу зменшити шорсткість шліфованої поверхні, однак, при цьому значно зростає собівартість обробки. Але найбільш ефективним параметром, який дозволяє забезпечувати задану продуктивність та шорсткість обробленої поверхні під час шліфування, є рельєф робочої поверхні абразивного шліфувального круга, який утворюється у процесі його правки алмазним інструментом. Це пояснюється тим, що рельєф робочої поверхні абразивного круга визначає його ріжучу здатність та кінематично переноситься на шліфовану поверхню оброблюваної деталі. У такому разі з'являється можливість отримання заданої шорсткості шліфованої поверхні на звичайних шліфувальних верстатах з використанням абразивних кругів на керамічній зв'язці з широкою гамою їх зернистості. Такий підхід дозволяє практично поєднувати попереднє і остаточне шліфування в одну операцію. Незважаючи на очевидні переваги такого підходу, метод поєднання попереднього і остаточного шліфування не отримав широкого розповсюдження під час шліфування. Одною з основних причин цього є недостатній рівень досліджень і, відповідно, інформації про практичну цінність

такого методу та можливість забезпечення стабільності результатів обробки і ефективного його використання.

При достатньо міцному утриманні абразивного зерна в зв'язці правка поверхневого шару шліфувального круга може відбуватися зрізанням, крихким мікро- або макроруйнуванням абразивних зерен. Найбільш розвинений рельєф робочої поверхні досягається під час правки абразивного круга в режимі крихкого руйнування його поверхневого шару. У цьому разі абразивний круг має високу ріжучу здатність та дозволяє здійснювати шліфування під час попередньої обробки з максимальною продуктивністю, але при цьому шорсткість шліфованої поверхні також буде великою.

Особливості утворення рельєфу робочої поверхні шліфувального круга під час правки алмазним інструментом методом точіння в режимі зрізання показують, що існують можливості впливу на результат шліфування за допомогою зміни технологічних режимів правки і вибору розміру алмазу. Ця закономірність полягає в тому, що на шорсткість шліфованої поверхні впливають уже не зернистість круга, що визначається значенням абразивного зерна, а технологічні режими процесу правки. Один і той же інструмент при різних режимах правки дає різноманітні параметри рельєфу робочої поверхні, що позначається на шорсткості оброблюваної поверхні та продуктивності шліфування. Збільшення поздовжньої подачі правильного інструмента скорочує тривалість правки та підвищує ріжучі властивості круга, але одночасно через розвинений макрорельєф погіршує шорсткість шліфованої поверхні. Збільшення поперечної подачі правильного інструмента, при постійному значенні його поздовжньої подачі ( $S_p$ ), призводить до більш розвиненого мікрорельєфу правленої поверхні, разом з тим зростає товщина шару, який знімається з поверхні круга абразивно-керамічного матеріалу, тобто збільшується видаток шліфувального круга. Правка алмазом, що вривається в робочу поверхню шліфувального круга, як відомо, аналогічна нарізанню різьби на токарному верстаті. Якщо за час проходження алмазу круг робить  $n$  обертів, то відношення  $S_p/n$  буде відповідати кроковій різьби. За малих значень радіуса при шпилі алмазу та поздовжньої подачі правильного інструмента, якщо діаметр абразивного зерна дорівнює  $d$ , відношення  $d/S_p/n = \Phi$ , де  $\Phi$  – кількість ниток різьби на абразивному зерні або проходів алмазу по абразивному зерні в процесі правки. Тому при малих значеннях розміру алмазного зерна параметр  $\Phi$  більший і шліфована такими зернами круга поверхня виробу буде з дрібнішими нерівностями та низькою шорсткістю. Із збільшенням розміру алмазного зерна параметр  $\Phi$  зменшується і буде одержано зворотний ефект. Крім того, при більшому значенні параметра  $\Phi$ , оскільки кількість виступів на абразивних зернах, що є ріжучими кромками, велике, опір шліфуванню зростає. І навпаки, при малому значенні  $\Phi$  опір шліфуванню зменшується. Така закономірність впливу технологічних параметрів правки на вихідні показники шліфування можлива в умовах зрізання зерен абразивного круга.

Отримані в роботі [4] закономірності дозволяють встановити межу перехідного стану від зрізання до крихкого руйнування зерен абразивного круга під час його правки алмазним інструментом. Значення деформації зерна абразивного круга, що передує його крихкому руйнуванню, визначається за формулою

$$\alpha = \left( \frac{4\pi\sigma_e r}{3K_Y} \right)^{1/n-1}, \quad (1)$$

де  $\sigma_e$  – еквівалентна напруга початку крихкого руйнування абразивного зерна;  $r$  – приведений радіус контактуючих під час правки зерна абразивного круга та кристала алмазаправлячого інструмента;  $K_y$  – коефіцієнт жорсткості, залежний від форми абразивного зерна та кристала алмазу, і властивостей матеріалів;  $n$  – показник, залежний від форми кристала алмазуправлячого інструмента.

У межах пружного стану абразивного зерна, зв'язок між деформацією та глибиною ( $h$ ) правки  $-\alpha = 2/3 h$ , дозволяє встановити межу перехідного стану від зрізання до крихкого руйнування абразивного зерна у вигляді

$$h = 1,5 \left( \frac{4\pi\sigma_e r}{3K_y} \right)^{1/n-1}. \quad (2)$$

Зрізання зерен абразивного круга може відбутися лише за умови, що встановлена глибина правки буде меншою від розрахункового значення ( $h$ ) за формулою (2).

З метою усунення направлених дільниць на робочій поверхні абразивного круга значення поздовжньої подачіправлячого інструмента повинно дорівнювати ширині контакту кристала алмазу з абразивним зерном на рівні глибини правки та визначається з виразу [4]

$$S_{\Pi} = 2(2r_1 h - h^2)^{1/2}, \quad (3)$$

де  $r_1$  – радіус при вершині кристала алмазу. У цьому разі значення середнього арифметичного профілю  $R_a$  деталі, утвореного під час шліфування абразивними кругами правленими однокристальними інструментами, визначаємо з врахуванням рекомендацій роботи [4] за формулою

$$R_a = 0,257 S_{\Pi}^2 / (8r_1^2) k, \quad (4)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує вплив часу шліфування без поперечної подачі на зміну шорсткості обробленої поверхні [2].

Порівняння розрахункових значень, отриманих з залежностей (2) та (4) з експериментальними даними, які наведені в роботах [1,2], показали добру схожість, у межах 10 – 15 %, що свідчить про можливість використання цих закономірностей під час прогнозування шорсткості обробленої поверхні та вибору оптимальних параметрів правки залежно від вимог до шліфування

1. Коломиец В.В., Полупан Б.И., Химач О.В. Алмазный инструмент фасонного профиля. К., 1992. 2. Филимонов Л.Н. Высокоскоростное шлифование. М., 1979. 3. Маталин А.Ф. Точность механической обработки и проектирование технологических процессов. Л., 1970. 4. Шахбазов Я.О. Керування робочою поверхнею шліфувальних кругів. Львів, 1998.