

ОБРОБКА ДЕТАЛЕЙ ШЛІФУВАННЯМ ЗА ПАРАМЕТРОМ ШОРСТКОСТІ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ

© ШАХБАЗОВ Я.О., Ничкало В.С., 2000

There are analysed grind process laws and technological parameters' influence for surfaces research formation. Research of stages' overlapping opportunities for preliminary and grinding process.

Високі вимоги до шорсткості обробленої поверхні досягаються при швидкості шліфування 5...25 м/с. Однак, як відомо [1], зі збільшенням швидкості абразивного шліфувального круга до 60...80 м/с можливе значне підвищення продуктивності шліфування із збереженням шорсткості обробленої поверхні деталі або зменшення шорсткості обробленої поверхні при збереженні продуктивності обробки.

Збільшення швидкості шліфування понад 60 м/с є ефективніше з точки зору інтенсивності зрізання металу при попередньому шліфуванні, коли основна увага приділяється продуктивності обробки з врахуванням товщини дефектного шару та обмеження шорсткості обробленої поверхні після попереднього шліфування.

Реалізація цих рекомендацій здійснюється поділом шліфування заданої поверхні на декілька операцій, з тим, щоб попередню та кінцеву обробку виконувати на різних операціях, верстатах і з різними шліфувальними кругами. Це пояснюється тим, що існуючі рекомендації не дозволяють визначити умови створення рельєфу на робочій поверхні абразивного шліфувального круга, який має відповідати його ріжучої здатності та призначенню операції шліфування.

Досвід застосування швидкісного шліфування на машинобудівних, автомобільних та інших заводах свідчить про те, що цей процес може дати економічний ефект лише за умови, коли поряд з підвищенням швидкості шліфування вирішується проблема управління ріжучими властивостями абразивного шліфувального круга визначенням оптимальних технологічних умов його правки алмазним інструментом.

Швидкісне шліфування можливо здійснювати трьома способами. Перший спосіб полягає в тому, що із збільшенням швидкості абразивного круга пропорційно зростає, наприклад при круглому шліфуванні, швидкість та хвилинна подача заготовки. При другому способі шліфування із збільшенням швидкості абразивного круга пропорційно зростає швидкість заготовки, але хвилинна подача залишається незмінною. При третьому способі збільшення швидкості абразивного круга не викликає зростання швидкості та хвилинної подачі заготовки.

Як відомо [1], при застосуванні першого та другого способів при швидкісному шліфуванні до 100 м/с на обробленій поверхні деталі не спостерігаються дефекти термічного походження, тоді, коли при третьому способі термічні дефекти виникають при швидкості абразивного круга 50 м/с. Очевидно, це пояснюється тим, що тривалість контакту абразивного круга із заготовкою скорочується при шліфуванні першим і другим способами та зростає при третьому способі шліфування. Враховуючи кінематичний, швидкісний та статистичний

ефекти від зміни швидкості абразивного круга, можна прийти до висновку, що на операціях попереднього шліфування основної частини припуску із заготовки з максимальною продуктивністю доцільним є застосування першого способу шліфування, а для кінцевого шліфування з низькою шорсткістю обробленої поверхні – другого способу шліфування.

Шорсткість при шліфуванні утворюється кінематичним переносом рельєфу робочої поверхні шліфувального круга на оброблену поверхню. Тому зменшення шорсткості обробленої поверхні можна досягти як режимами шліфування, так і зниженням висоти та кроку нерівностей на робочій поверхні шліфувального круга при його правці алмазним виправильним інструментом. Ця закономірність полягає в тому, що на шорсткість шліфованої поверхні буде впливати не зернистість круга, що визначається величиною абразивного зерна, а технологічні параметри правки. Малі крок та висота нерівностей, що створюються при правці на робочій поверхні абразивного круга, роблять крупнозернисті круги ніби дрібнозернистими. Такий підхід дозволяє робити придатними абразивні круги середньої зернистості, які використовуються при попередньому шліфуванні для застосування на операціях кінцевої обробки, тим самим об'єднати попередню і кінцеву обробку в одну технологічну операцію. Експериментальні дослідження для окремих випадків шліфування [2] підтверджують доцільність такого підходу.

Отже, визначення технологічних параметрів правки, які формують рельєф робочої поверхні абразивного круга стосовно використання його на операціях попереднього та кінцевого шліфування є передумовою технологічного забезпечення ефективнішого методу шліфування – коли попередня та кінцева обробки виконуються одним і тим же абразивним кругом за одну установку заготовки на верстаті.

Звичайно, правка шліфувальних кругів точінням здійснюється при тій же швидкості, що і шліфування. Із збільшенням швидкості шліфувального круга при правці алмазним олівцем спостерігається інтенсивніше розщеплення абразивних зерен. Велика швидкість при співударі абразивного зерна з алмазом правильного інструмента спричиняє значне руйнування зерна. При певній швидкості може наступити такий момент, коли правка стане некерованою, навіть при правильному виборі глибини правки. Швидкість правки, при якій відбувається взаємодія шліфувального круга та алмазного інструмента, що призводить до повного руйнування абразивного зерна, визначаємо з рівняння [3]

$$V < \frac{1,17}{r_1} \left(\frac{E}{\rho} \right)^{1/2} \left(\frac{P_K}{K} \right)^{2/3}, \quad (1)$$

де P_K – критична сила, що відповідає повному руйнуванню зерна абразивного шліфувального круга; E – модуль пружності матеріалу зерна круга, ρ – густина матеріалу абразивного зерна шліфувального круга; r_1 – середньостатистичний радіус абразивного зерна шліфувального круга; K – коефіцієнт жорсткості, залежний від форми алмазного та абразивного зерен і властивостей матеріалів. При сферичній формі зерен коефіцієнт жорсткості визначається за формулою [4]

$$K_y = \frac{4}{3 \left(\frac{1-\mu_1^2}{E_1} + \frac{1-\mu_2^2}{E_2} \right)} \left(\frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \right)^{1/2}, \quad (2)$$

де E_1, E_2 і μ_1, μ_2 – відповідно, модулі пружності і коефіцієнти Пуассона матеріалів абразивного зерна та кристала алмаза, що співударяються; r_2 – середньостатистичний радіус кристала алмаза.

Під час правки зерна абразивних шліфувальних кругів мають добрий опір до виривання із зв'язки і, в основному, підлягають крихкому руйнуванню. Критичну глибину правки, при якій відбувається повне руйнування зерна шліфувального круга, визначаємо з виразу

$$h > \frac{9(r_1 + r_2)P_K}{8\pi r_1 r_2 \sigma_K}, \quad (3)$$

де σ_K – контактна міцність матеріалу зерна шліфувального круга [3]. Чим грубший режим правки, тим менше зерен знаходиться на поверхні шліфувального круга і тим більше на них діє навантаження. Проте шліфувальний круг при цьому має вищу ріжучу здатність, що дозволяє використовувати його на операціях попереднього шліфування.

При розрахунку швидкості необхідно враховувати обмеження швидкості розповсюдження напруг і деформацій у тілах, які співударяються. У зв'язку з тим при співударі абразивного зерна з алмазом під час правки за розмір абразивного зерна приймається величина, на яку встигає розповсюдитися ударна хвиля за час руйнування. Тому за радіус абразивного зерна при розрахунку коефіцієнта жорсткості може бути прийнята половина ширини контакту кристала алмаза на відстані $h/2$, що визначається за формулою

$$r_1 = (r_2 h - h^2 / 4)^{1/2}. \quad (4)$$

Правка алмазом точінням, що вривається у робочу поверхню шліфувального круга, аналогічна процесові нарізання різі на токарному верстаті. Тому із зменшенням поздовжньої подачі алмазного інструмента під час правки висота профілю на робочій поверхні шліфувального круга зменшується. Це в остаточному результаті призводить до зниження шорсткості обробленої поверхні при шліфуванні. Із збільшенням же поздовжньої подачі правильного інструмента перепади висот абразивних зерен на робочій поверхні абразивного шліфувального круга будуть значними, що підвищує його ріжучі властивості та продуктивність шліфування, але одночасно через розвинений макрорельєф погіршує шорсткість шліфованої поверхні. Тому правильно говорити не про величину поздовжньої подачі правильного інструмента під час правки, а про відношення величини цієї подачі до ширини контакту кристала алмаза з шліфувальним кругом. Очевидно, найбільш доцільним є співвідношення цих параметрів, близьке до одиниці. В такому випадку значення поздовжньої подачі визначаємо за формулою

$$S = 2(2r_2 h - h^2)^{1/2}. \quad (5)$$

Отже, отримані залежності дозволяють запропонувати технологічні параметри правки абразивних шліфувальних кругів з метою досягнення високої продуктивності при попередньому шліфуванні та низької шорсткості обробленої поверхні при кінцевому шліфуванні, та об'єднання їх в одну технологічну операцію. Для практичного здійснення такого підходу необхідно з формул (1), (3) та (5) визначити умови правки абразивного шліфувального круга. На операціях попереднього шліфування глибину правки круга необхідно вибирати більшу, ніж ту, яка визначається за формулою (3). В такому випадку переважна більшість абразивних зерен на робочій поверхні круга будуть руйнуватися повністю, його рельєф буде максимально розвинений. Шліфування за такими умовами забезпечує максимальну продуктив-

вність зрізання припуску з оброблюваної поверхні деталі. На операціях кінцевого шліфування, де основною метою є забезпечення шорсткості обробленої поверхні деталі, для утворення рельєфу на робочій поверхні абразивного шліфувального круга, з малими висотою і кроком необхідно глибину правки призначати значно меншу, ніж та, яка визначається за формулою (3). В цьому випадку абразивні зерна круга будуть мікроруйнуватися, що дозволяє регулювати конструктивними параметрами робочого шару та створювати умови розширення області застосування абразивних кругів як на операціях попереднього, так і кінцевого шліфування та об'єднання їх в одну технологічну операцію.

1. Филимонов Л.Н. *Высокоскоростное шлифование*. М., 1979. 248 с. 2. Маталин А.А. *Новые направления развития технологии чистой обработки*. К., 1972. 136 с. 3. Шабазов Я.О. *Керування робочою поверхнею шліфувальних кругів*. Львів, 1998. 136 с. 4. Соколинский В.Б. *Машины ударного разрушения*. М., 1982. 184 с.

УДК 669.15..669.6(088.8)

ЯРЕМКЕВИЧ С.К., ТАЛАН С.Е.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ДОРОЗПАДУ ЛИТИХ МАГНІТОТВЕРДИХ СПЛАВІВ ЮНДК15СО І ЮНДК18СОБ МЕТОДОМ ТЕРМО-ЕРС

© ЯРЕМКЕВИЧ С.К., ТАЛАН С.Е., 2000

The obtained relationship of the thermoelectromotive force absolute value and the coercive force shows a good coincidence of these physical parameters characters that allows to suppose the similarity in their change mechanisms. The four-stage theory of Fe-Ni-Al-Co alloys highcoercive disintegration is confirmed by the curves patterns.

Абсолютна термо-ЕРС $\alpha_{\text{абс}}$ досліджувалась на циліндричних зразках таких розмірів: $D=6$ мм, $L=50$ мм, виготовлених із сплавів ЮНДК15СО; ЮНДК18СОБ такого хімічного складу: 15...15,8 % Со; 6,8...7,2 % Al; 17,5...18,0 % Ni; 2,8...3,1 % Cu; 0,8...1,2 % Si; 0,8...1,0 % Sn; 0,8 % Nb – для 1-го сплаву і 18,3...18,5 % Со; 7,5...7,8 % Al; 15,5...16,0 % Ni; 4 % Cu; 0,8...1,0 % Si; 1,2 % Sn; 0,5...0,6 % Nb – для 2-го сплаву [1].

Метою проведених досліджень було виявити вплив температурно-часових режимів термічної обробки на процеси дорозпаду (4-та стадія морфологічного розпаду β_1 -фази [2]) за допомогою методу термо-ЕРС.

Як відомо, вищевказані сплави для досягнення високих значень коерцитивної сили H_c , залишкової індукції B_r , магнітної енергії W_{Hmax} піддаються спеціальній термічній обробці, яка полягає у нагріванні до 1510...1540 К для досягнення гомогенного стану структури з витримкою не менше ніж 15–20 хв і наступному охолодженні до 1 170 К з швидкістю: $V_{\text{ох}} = 150\text{--}200$ К/хв і до 300 К з швидкістю: $V_{\text{ох}} = 10\text{--}15$ К/хв.