

УДК 621.91.01

Ю.А. Лук'янчук, С.О. Приступа

Луцький національний технічний університет

ЗАЛЕЖНІСТЬ ШОРСТКОСТІ ШЛІФОВАНОЇ ПОВЕРХНІ РОЛИКОПІДШИПНИКІВ ВІД УМОВ ОБРОБЛЕННЯ

В даній роботі показано залежність шорсткості шліфованої поверхні від умов оброблення під час шліфування з поздовжньою подачею конічних роликів зі сталі ШХ15.

Вступ. Підвищення точність механічного оброблення деталей машин є важливим завданням в сучасному машинобудівному виробництві. Довговічність машин при нормальних умовах експлуатації в значній мірі залежить від точності розмірів і форми деталей, а також від якості робочих поверхонь.

Варто зазначити, що підвищення геометричної форми деталей машин при їхньому спряженні призводить до підвищення фактичної опорної поверхні. Ця обставина позитивно впливає на зносостійкість і строк служби деталей.

В свою чергу підвищення точності оброблення роликів, їх надійності та довговічності є однією із найважливіших завдань сучасного машинобудування. Вирішення цього завдання може бути досягнуто за рахунок керування технологічними процесами виготовлення конічних роликів. Особливу увагу варто приділити забезпеченню точності їх розмірів і форми, а також наданню поверхневому шару необхідних фізико-механічних властивостей.

Завдання. Метою даної роботи є проведення дослідження шорсткості поверхні від умов оброблення під час шліфування з поздовжньою подачею конічних роликів зі сталі ШХ15.

Виклад основного матеріалу. Шорсткість шліфованої поверхні залежить від усіх умов оброблення: характеристики круга, елементів режимів різання, умов правки круга. В даній статті приводяться результати дослідження шорсткості поверхні від умов оброблення під час шліфування з поздовжньою подачею конічних роликів зі сталі ШХ15.

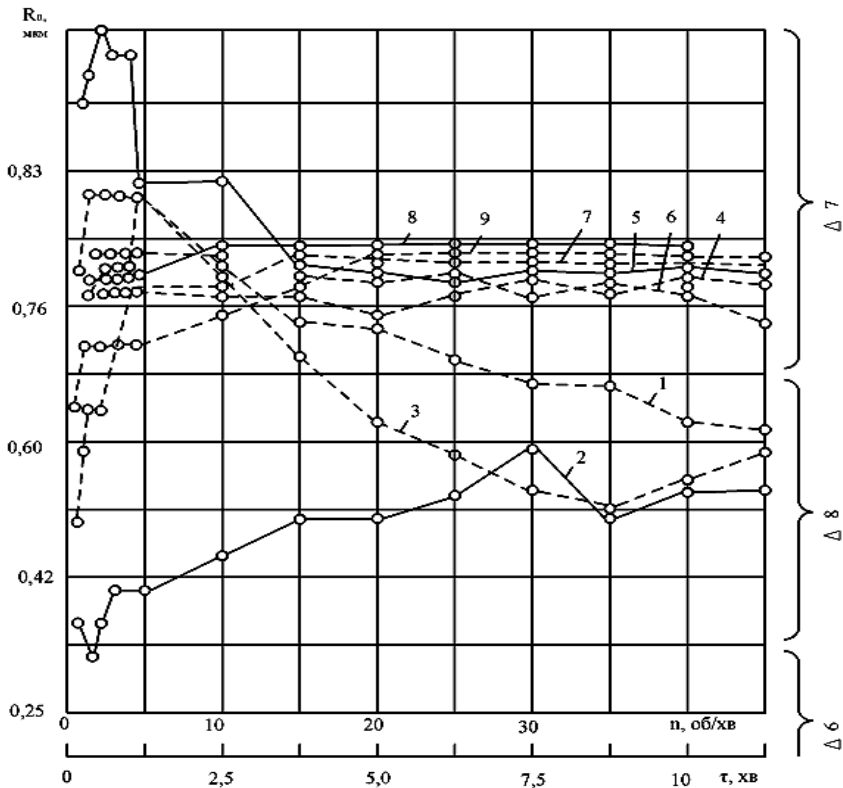


Рис. 1. Оптимальні режими правки, що забезпечують найменшу шорсткість.

Дослідження проводилось кругами E40CM1K і E40CM2K, які проходили правку алмазним олівцем за чотири подвійні ходи. Застосовувалась ЗОР - 2% розчин кальцінованої соди у воді. Для дослідження були встановлені оптимальні режими правки круга, що забезпечують найменшу шорсткість (рис.108): поперечна подача $t = 0,05$ мм, поздовжня подача $s = 0,2$ мм/хв, число проходів - чотири, подача алмазного олівця з одного боку круга (крива 1 на рис.1).

Найсприятливіший вплив на шорсткість поверхні має окружна швидкість шліфувального круга. Зі збільшенням окружної швидкості круга шорсткість шліфованої поверхні суттєво знижується (рис.2). Наприклад, при $t = 0,005$ мм і $v_{кр} = 8$ м/с шорсткість $R_a = 1,12$ мкм, а при підвищенні окружної швидкості круга до $v_{кр} = 30,5$ м/с - $R_a = 0,32$ мкм. Оскільки, зменшується товщина шару, що знімається одним зерном круга, і зростає кількості теплоти в зоні дії кожного зерна.

Швидкість круга має більший вплив під час шліфування деталей із гартованих сталей порівняно з не гартованими, оскільки в перших в зоні дії абразивного зерна виділяється більша кількість теплоти, підвищується пластичність деформованого металу. Збільшенню окружної швидкості ролика, поперечної та поздовжньої подач відповідає значне зростання шорсткості шліфованої поверхні (рис. 3-5).

Це пояснюється зростанням товщини шару, що знімається кожним зерном при збільшенні всіх видів подач, і великим проникненням зерен в поверхневий шар металу.

Вплив швидкості деталі на шорсткість поверхні не відрізняється під час шліфування гартованої і не гартованої сталі ШХ15. Поздовжня подача суттєво впливає на

шорсткість поверхні при збільшенні подачі до $s = 0,3$ Н мм на один оберт ролика. Для не гартованої сталі вплив є більшим, ніж для гартованої сталі.

При збільшенні подачі від $s = 0,3$ до $s = 0,6$ Н мм на один оберт деталі шорсткість зростає повільніше (у порівнянні з $s \leq 0,3$ Н), і тому закономірність зміни шорсткості є майже рівною для гартованої та не гартованої сталей.

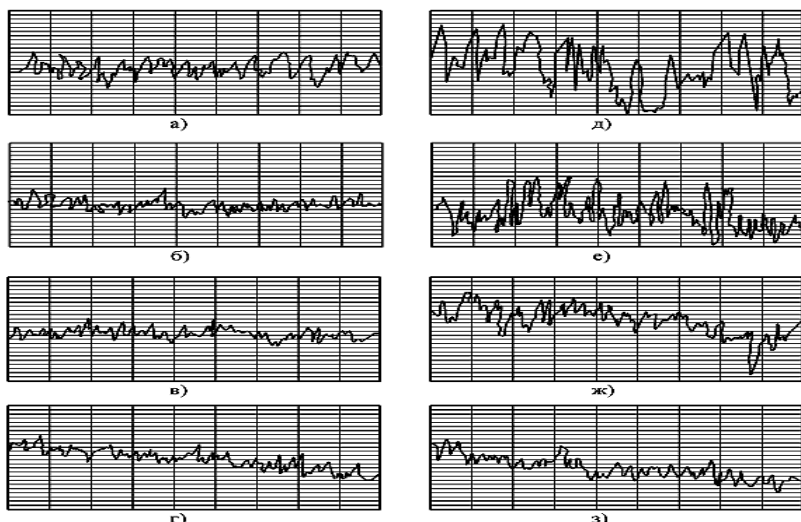


Рис. 2. Профілограми, що показують залежність мікрогеометрії шліфованої поверхні від окружної швидкості круга (матеріал – сталь ШХ15 гартована, круг Е40СМ1К, $v_d=30$ м/хв, $s=0,3$, $H=12$ мм/об; горизонтальне збільшення $\times 50$, вертикальне $\times 2840$)

| Рисунок, $t=0,005$ мм | $V_{кр}$, м/с | R_a , мкм | Рисунок, $t=0,01$ мм | $V_{кр}$, м/с | R_a , мкм |
|--------------------------|-------------------|----------------|-------------------------|-------------------|----------------|
| 2, а | 8 | 1,12 | 2, д | 8 | 2,08 |
| 2, б | 16,5 | 0,66 | 2, е | 16,5 | 1,04 |
| 2, в | 25 | 0,5 | 2, ж | 25 | 0,6 |
| 2, г | 30,5 | 0,34 | 2, з | 30,5 | 0,5 |

При зменшенні поздовжньої подачі кількість контактів круга з певною ділянкою ролика зростає, що забезпечує більше видалення нерівностей зі шліфованої поверхні. Для отримання низької шорсткості варто проводити шліфування з малими поздовжніми подачами $s \leq 0,3$ Н мм на один оберт ролика.

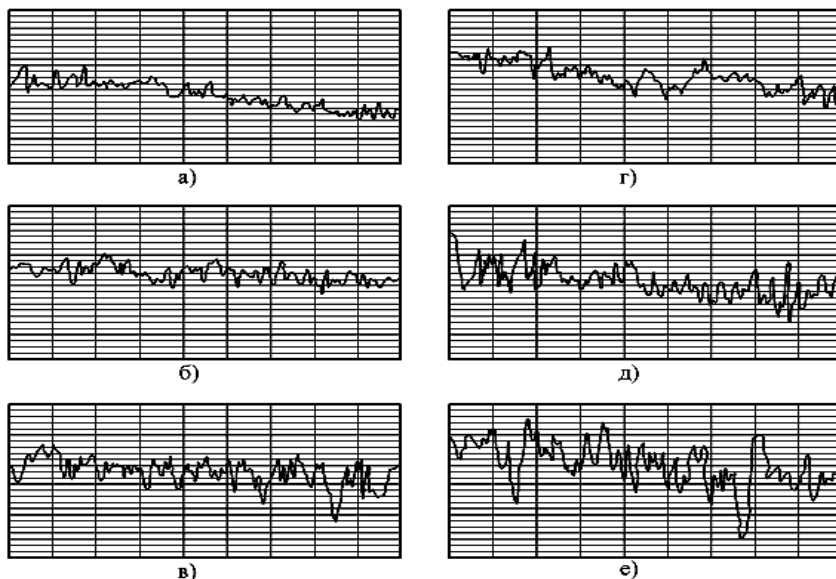


Рис. 3. Профілограми, що показують залежність мікрогеометрії шліфованої поверхні від окружної швидкості круга (матеріал – сталь ШХ15 гартована, круг Е40СМ1К, $v_{кр}=25$ м/хв., $s=12$ мм/об; горизонтальне збільшення $\times 50$, вертикальне $\times 2840$)

| Рисунок, $t=0,005$ мм | $v_{дб}$ м/с | R_a , мкм | Рисунок, $t=0,01$ мм | $v_{дб}$ м/с | R_a , мкм |
|--------------------------|--------------|----------------|-------------------------|--------------|----------------|
| 3, а | 15 | 0,3 | 3, г | 15 | 0,42 |
| 3, б | 30 | 0,5 | 3, д | 30 | 0,7 |
| 3, в | 60 | 0,76 | 3, е | 60 | 1,11 |

При постійній окружній швидкості круга значне збільшення його діаметра сприятливо позначається на зниженні шорсткості обробленої поверхні у зв'язку зі зростанням дуги контакту круга з деталлю і зменшенням товщини шару, що знімається одним зерном.

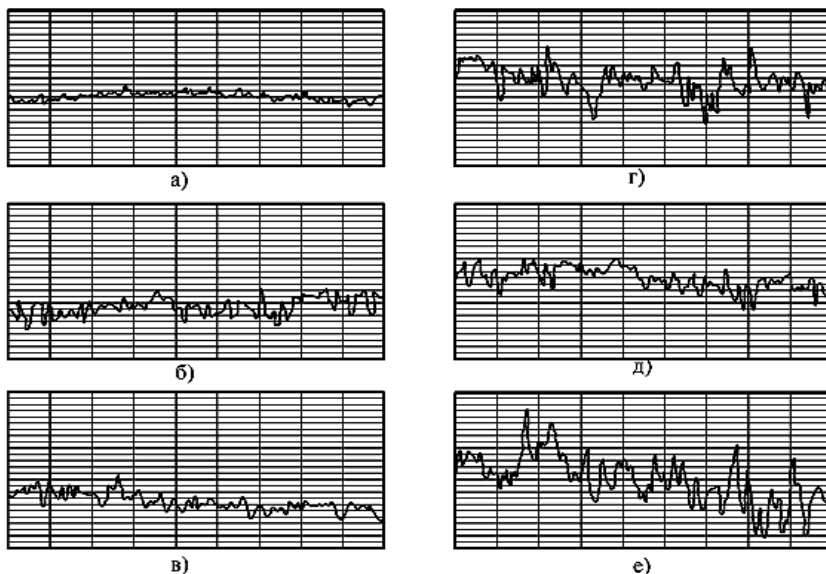


Рис. 4. Профілограми, що показують залежність мікрогеометрії шліфованої поверхні від окружної швидкості круга (матеріал – сталь ШХ15 гартована, круг Е40СМ1К, $v_{кр}=25$ м/хв., $v_{д}=30$ м/хв.; горизонтальне збільшення $\times 50$, вертикальне $\times 2840$)

| Рисунок, $t=0,005$ мм | $s=0,1$ Н, мм | R_a , мкм | Рисунок, $t=0,01$ мм | $s=0,1$ Н, мм | R_a , мкм |
|-----------------------------|------------------|----------------|-------------------------|------------------|----------------|
| 4, а | 4 | 0,2 | 4, г | 4 | 0,31 |
| 4, б | 12 | 0,5 | 4, д | 12 | 0,7 |
| 4, в | 24 | 0,62 | 4, е | 24 | 0,92 |

Але при невеликому збільшенні діаметра круга такого покращення не відбувається. При збільшенні діаметра круга від 275 до 350 мм при тих же умовах шорсткість поверхні практично не змінюється. Збільшення діаметра ролика в 2 рази і більше знижує шорсткість обробленої поверхні. При постійній поздовжній подачі збільшення висоти круга знижує шорсткість шліфованої поверхні.

На шорсткість поверхні значний вплив має зернистість круга і число зачисних ходів. Дрібнозернистий круг при тих же умовах завжди забезпечує нижчу шорсткість обробленої поверхні. При $v_{кр} = 8$ м/с і $t = 0,005$ мм круг Е40СМ1К забезпечує шліфовану поверхню з $R_a = 1,12$ мкм, але дрібнозернистий круг Е25СМ2К утворює меншу шорсткість $R_a = 0,64$ мкм.

Під час шліфування при високих швидкостях різниця в зернистості круга позначається на шорсткості шліфованої поверхні в меншій мірі тому, що кількість контактів круга з певною ділянкою ролика зростає. Застосування зачисних ходів дозволяє знизити шорсткість шліфованої поверхні, стабілізація якої настає після п'яти-восьми подвійних зачисних ходів.

Шорсткість обробленої поверхні в залежності від режиму і умов шліфування:

$$R_a = \frac{C_{Ra} \cdot v_a^p \cdot t^z \cdot s^q \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{v_{\text{ед}}^w \cdot d^\mu \cdot H^d} \quad (1)$$

де C_{Ra} - коефіцієнт, що враховує фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу; k_1 - коефіцієнт, що враховує зернистість шліфувального круга; k_2 - коефіцієнт, що враховує склад охолоджувальної рідини; k_3 - коефіцієнт, що враховує вплив зачисних ходів.

Оптимальними умовами шліфування гартованої сталі ШХ15 кругом Е40СМ1К є: $v_{кр} = 25$ м/с, $t = 0,01$ мм, $s \leq 0,3$

Н мм/об, шість подвійних зачисних ходів і охолодження 2% розчином кальцінованої соди.

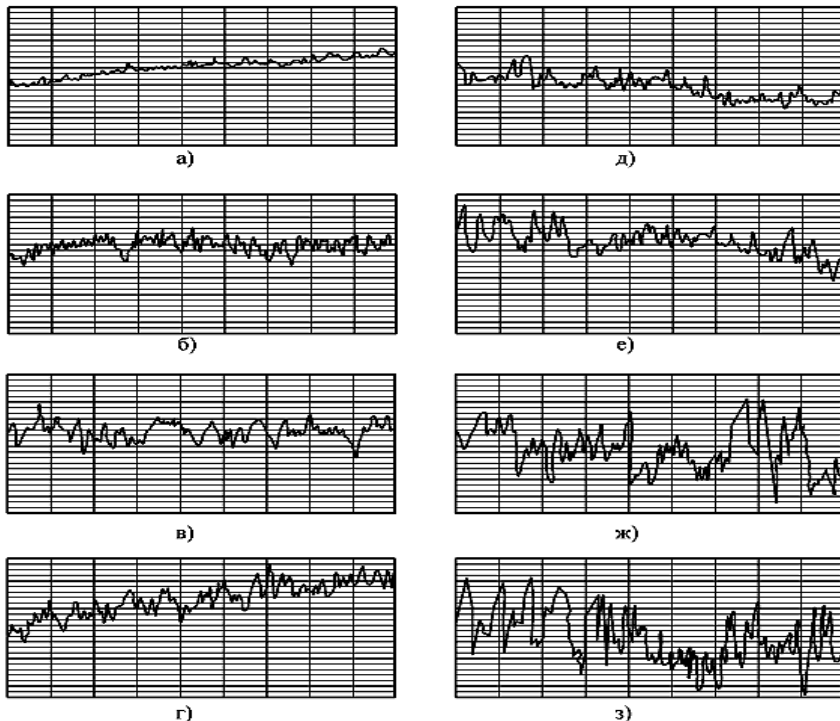


Рис. 5. Профілограми, що показують залежність мікрогеометрії шліфованої поверхні від окружної швидкості круга (матеріал – сталь ШХ15 гартована, круг Е40СМ1К, $v_{кр}=25$ м/хв., $v_{д}=30$ м/хв.; горизонтальне збільшення $\times 50$, вертикальне $\times 2840$)

| Рисунок, $t = 0,005$ мм | t , мкм | R_a , мкм | Рисунок, $t = 0,01$ мм | t , мкм | R_a , мкм |
|-------------------------------|-----------|----------------|------------------------------|-----------|----------------|
| 5, а | 0,005 | 0,21 | 5, д | 0,005 | 0,5 |
| 5, б | 0,01 | 0,31 | 5, е | 0,01 | 0,7 |
| 5, в | 0,02 | 0,46 | 5, ж | 0,02 | 1,04 |
| 5, г | 0,03 | 0,58 | 5, з | 0,03 | 1,24 |

Для зазначених умов формула (1) набуває вигляд:

$$R_a = \frac{490 \cdot v_a^{0.68} \cdot t^{0.56} \cdot s^{0.75}}{v_{\text{ед}}^{0.97} \cdot d^{0.15} \cdot H^{0.15}} \quad (2)$$

Під час чистового шліфування не варто застосовувати надмірно малі поперечні подачі ($t \leq 0,005$ мм), які створюють дуже низькі навантаження на абразивні зерна та їх ковзання шліфоданою поверхню, що призводить до значного зносу круга.

Рівняння (1), що встановлює залежність шорсткості шліфованої поверхні від окружної швидкості ролика, поздовжньої і поперечної подач, знаходиться у відповідності з положенням про товщину шару, що знімається одним абразивним зерном. Зазначене рівняння може бути використано для вибору режиму різання під час шліфування.

Під час шліфування відбувається дряпання поверхневого шару деталі зі зняттям особливо тонких стружок. У зв'язку з цим шорсткість шліфованої поверхні залежить переважно від режиму шліфування, що визначає навантаження на абразивні зерна і від властивостей матеріалу шліфованої деталі. При тих же умовах шорсткість шліфованої поверхні деталі з гартованої сталі вища, ніж шорсткість деталі з не гартованої сталі. Під час шліфування гартованої сталі утворюються вищі миттєві температури, ніж під час шліфування не гартованої сталі, що забезпечують більшу пластичність деформованого металу і сприятливе стружковиділення.

З порівняльного аналізу поверхонь, шліфованих на різних швидкостях круга, можна зробити висновки: 1) поверхні, шліфовані при більш високих окружних швидкостях круга, мають коротші риси в порівнянні з поверхнями, шліфованими на низьких швидкостях, 2) число рисок-подряпин на одиницю поверхні, шліфованої

з більшою швидкістю, більше порівняно з поверхнею, шліфованої з меншою швидкістю.

Висновки. Підвищенню окружної швидкості круга відповідає зменшення товщини шару, що знімається одним абразивним зерном. Глибина рисок на поверхні, шліфованої з більшою окружною швидкістю менша, ніж на поверхні, шліфованої з меншою швидкістю круга.

З рівняння для товщини шару, що знімається одним абразивним зерном круга, можна зробити висновки: 1) збільшення частоти обертання ролика, поздовжньої і поперечної подач і діаметра ролика при постійній частоті його обертання і достатньою жорсткістю відповідає зростання шорсткості шліфованої поверхні, 2) збільшення діаметра шліфувального круга при постійній частоті його обертання відповідає значне зниження шорсткості. Зміні товщини шару, що знімаються відповідають зміні навантаження на абразивне зерно, а отже, і напруженості роботи зерна, а також розмірів залишкових шорсткостей внаслідок більш глибокого проникнення абразивних зерен в метал.

Література:

1. Елизаветин М.А., Статель Э.А. Технологические способы повышения долговечности машин. - М.: Машиностроение, 1969. - 398 с.
2. Ипполитов Г.М. Абразивно-алмазная обработка. - М., 1969. - 335 с.
3. Основы теории оптимизации / Под ред. И.О. Протоद्याконова. - М.:Высшая школа, 1986. - 384 с.