

УМОВИ ЗМЕНШЕННЯ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ ПІД ЧАС АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ

Застосування абразивної обробки дозволяє забезпечити зменшення шорсткості обробленої поверхні, особливо, під час абразивного полірування та інших фінішних методів абразивної обробки. Однак і нині відсутні теоретично обґрунтовані можливі діапазони зменшення параметрів шорсткості поверхні для різних методів абразивної обробки. Тому в роботі наведено результати розрахунків параметрів шорсткості поверхні R_{max} і R_a під час абразивної обробки, які теоретично визначено в роботі [1] на основі розрахункової схеми (рис. 1). На цій схемі показано взаємне перекриття проєкцій двох ріжучих зерен (із центрами O_1 і O_2) у поперечному перерізі оброблюваної деталі. Параметр шорсткості поверхні R_a визначено із графіка функції розподілу невидаленого оброблюваного матеріалу $\Phi(y)$ за умови рівності сумарних площ виступів S_1 і западин S_2 , які розташовані, відповідно, вище і нижче середньої лінії мікропрофілю обробленої поверхні $y = a$, де R – радіус ріжучого зерна, м; H – величина взаємного перекриття проєкцій зерен у поперечному перерізі оброблюваної деталі, м; y – координата, м.

У табл. 1 та рис. 2 наведено розрахункові значення відношень R_a / R , R_{max} / R_a і R_{max} / R .

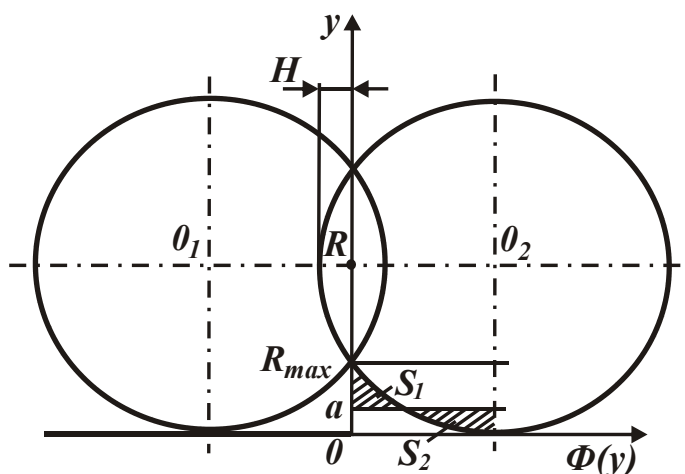


Рис. 1 Розрахункова схема параметрів шорсткості поверхні під час абразивної обробки

Як видно, зі збільшенням відношення H / R відношення R_a / R і R_{max} / R зменшуються, а відношення R_{max} / R_a , навпаки, збільшується, приймаючи безмежні значення за умови $H / R \rightarrow 1$. Це пов'язано зі збільшенням кількості абразивних зерен, які приймають участь у процесі формування шорсткості

оброблюваної поверхні. При цьому відношення R_a / R (відповідно, параметр шорсткості поверхні R_a) зменшується більш інтенсивно у порівнянні зі зменшенням відношення R_{max} / R (відповідно, параметра шорсткості поверхні R_{max}).

Таблиця 1 – *Розрахункові значення відношень R_a / R , R_{max} / R_a і R_{max} / R*

H / R	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8	0,9
R_a / R	0,1813	0,1177	0,0774	0,0495	0,03	0,01692	0,0010347	0,0001285
R_{max} / R_a	5,51	4,79	5,17	5,78	6,65	7,91	19,53	39
R_{max} / R	0,99	0,5638	0,4	0,2861	0,1995	0,1338	0,02	0,005

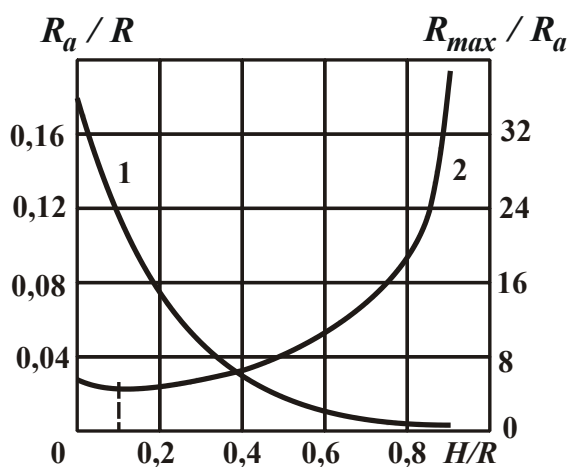


Рис. 2 *Залежності відношень R_a / R (1) і R_{max} / R_a (2) від відношення H / R*

За умови $0 < H/R < 0,5$ відношення R_{max} / R_a приймає значення, які відповідають експериментально встановленим значенням під час шліфування [1]. За умови $0,5 < H/R < 0,9$ відношення R_{max} / R_a приймає значення, які відповідають експериментально встановленим значенням під час абразивного полірування [2]. Із цього випливає, що під час абразивного полірування у порівнянні із шліфуванням можна досягти значно менших значень параметрів шорсткості поверхні R_{max} і R_a та більших значень відношення R_{max} / R_a завдяки збільшенню кількості абразивних зерен, які приймають участь у процесі формування шорсткості оброблюваної поверхні. Це повністю відповідає умовам здійснення процесів абразивного полірування і шліфування та пов'язано із тим, що під час шліфування ріжучі зерна, які розташовані на робочій поверхні шліфувального круга, підкоряються різновисотному закону виступання їх вершин над рівнем зв'язки круга. Під час абразивного полірування, навпаки, має місце приблизно одновисотне виступання абразивних зерен на робочій поверхні інструмента, що приводить до збільшення кількості абразивних зерен, які приймають участь у процесі

формування шорсткості оброблюваної поверхні, та зменшення параметрів шорсткості поверхні R_{max} і R_a .

Крім того, в умовах абразивного полірування можна значно збільшити поверхневу концентрацію абразивних зерен, що приводить до зменшення параметрів шорсткості поверхні R_{max} і R_a , тоді як під час виготовлення абразивного круга надмірне збільшення об'ємної концентрації абразивних зерен приводить до зменшення міцності абразивного круга і, відповідно, зниження зносостійкості круга. Особливо це має місце під час виготовлення алмазних кругів, для яких об'ємна концентрація алмазних зерен не повинна перевищувати значення 200 %.

Також слід зазначити, що під час абразивного полірування застосовують значно меншу зернистість абразивних або алмазних зерен у порівнянні із шліфуванням. Це пов'язано із складністю виготовлення дрібнозернистих абразивних або алмазних кругів. Тому на робочій поверхні шліфувального круга завжди досягається значна різновисотність розташування вершин зерен, що не дозволяє зменшити параметри шорсткості поверхні R_{max} і R_a у порівнянні із абразивним поліруванням.

Як відомо [2], зі зменшенням відношення товщини зрізу одиничним зерном до радіусу зерна R в межах менше 0,1 (або $R_{max}/R < 0,1$), має місце перехід від процесу різання (із утворенням мікростружок) до процесів тертя і пластичного деформування оброблюваного матеріалу (без утворення мікростружок). Тому процес абразивного полірування і відбувається у цих умовах, тоді як процес шліфування здійснюється зі значно більшими значеннями $R_{max}/R > 0,1$. Як відомо [2], у цих умовах має місце сталий процес різання із утворенням мікростружок.

Отже, значно зменшити параметри R_a і R_{max} можна в умовах обробки матеріалів методами пластичного деформування, тобто коли відношення R_{max}/R приймає граничні значення [2]. Наприклад, експериментально встановлено [2], що під час вигладжування алюмінієвого сплаву АМг4 ріжучими зернами у формі сфери відношення $R_{max}/R_a = 14,2$, а параметр $R_a = 0,1$ мкм. Приблизно такі значення досягнуто в процесі тонкого точіння алмазним інструментом ($R_{max}/R_a = 21,2$; $R_a = 0,1$ мкм) і, як уже зазначено, під час абразивного полірування ($R_{max}/R_a = 30$; $R_a = 0,1$ мкм). Тому обробка в цих умовах в більшій мірі підкоряється закономірностям тертя і пластичного деформування матеріалу, у результаті чого зменшуються параметри шорсткості поверхні R_a і R_{max} . При цьому, параметр R_a зменшується в більшій мірі, що призводить до збільшення відношення R_{max}/R_a . У процесі струминно-абразивної обробки, як встановлено експериментально, відношення R_{max}/R_a приймає значення 6,25, що відповідає умовам протікання сталого процесу різання, як і під час шліфування.

Отже, забезпечити значне зменшення параметрів шорсткості поверхні під час абразивної обробки можна завдяки значному збільшенню кількості

працюючих абразивних зерен і зменшенню товщин зрізів. Це досягається, як експериментально встановлено, в умовах абразивного полірування. Під час шліфування кількість працюючих абразивних зерен значно менше, що обмежує можливості значного зменшення параметрів шорсткості поверхні. Крім того, зі зменшенням товщин зрізів зменшується продуктивність обробки, що також нівелює переваги процесу шліфування в умовах фінішної обробки [3].

Позитивні результати було досягнуто під час обробки природних алмазів в діаманти. Для цього застосували металеві диски, на які наносили електрогальванічним методом дрібнозернисті алмазні зерна в металеву зв'язку. Поверхнева концентрація алмазних зерен на цьому диску в декілька разів перевищувала поверхневу концентрацію зерен на звичайному шліфувальному крузі. Потім виконували «вдавлювання» алмазних зерен в металеву зв'язку на поверхні диску із застосуванням синтетичних надтвердих полікристалічних матеріалів. У результаті було отримано фактично одношарове розташування ріжучих зерен на робочій поверхні диска. Це дозволило значно зменшити висоти мікронерівностей на оброблюваній поверхні природнього алмазу і одночасно збільшити продуктивність обробки.

Отже, на основі проведених досліджень отримано нові теоретичні рішення, які дозволяють науково обґрунтовано підходити до визначення умов суттєвого зменшення висотних параметрів шорсткості оброблених поверхонь під час абразивної обробки.

Список використаної літератури

1. Новіков Ф. В. Теоретичний аналіз закономірностей формування шорсткості оброблюваної поверхні під час шліфування та абразивного полірування. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Технології в машинобудуванні* : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». Харків: НТУ «ХПІ». 2024. № 2(10) 2024. С. 92–101. DOI: 10.20998/2079-004X.2024.2(10).10.

2. Новіков Ф. В., Шкурупій В. Г. Основи обробки металевих виробів з оптичними властивостями : монографія. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. 388 с.

3. Новіков Ф. В., Новіков Г. В. Теоретико-імовірнісний підхід у теорії шліфування [Електронний ресурс] : монографія. Дніпро: ЛПРА. 2023. 484 с. <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/30087>