

УДК 621.923

Нгуєн Ван Тьєн, Клименко В.Г., наук. кер. Пижов І.М. (Україна, м. Харків, НТУ «ХП»)

## ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛОЩІ КОНТАКТУ КРУГА З ДЕТАЛЛЮ ПРИ ПЛОСКОМУ ТОРЦЕВОМУ ШЛІФУВАННІ

*Виконано теоретичні дослідження, що дозволили отримати аналітичні залежності, які пов'язують площу зони контакту різальної поверхні круга з деталлю в умовах плоского торцевого шліфування з попереднім нахилом осі шпинделя. Підтверджено роль у цьому процесі таких факторів як кут попереднього нахилу осі шпинделя, глибина шліфування та діаметр круга. Для конкретних умов шліфування отримані аналітичні залежності для визначення площі контакту. Їх коректність підтверджена даними геометричного комп'ютерного моделювання у середовищі «КОМПАС». Отримані результати сприяють створенню умов для керування тепловою напруженістю процесу обробки, а, отже, розширенню його технологічних можливостей.*

Проблема підвищення ефективності процесу шліфування полягає в тому, що значна кількість деталей у машинобудуванні мають плоскі поверхні [1] і підлягає різним видам обробки (обдирне, попереднє, чистове і прецизійне) на плоскошліфувальних верстатах. Значне місце в цьому процесі займає плоске торцеве шліфування, яке має ряд переваг у порівнянні зі схемою, яка базується на застосуванні периферійних шліфувальних кругів. Відомо, що шліфування торцем круга характеризується відносно великою величиною дуги контакту і поверхні взаємодії круга з деталлю, що обумовлює високі температури в зоні шліфування [2, 3]. Тому площа контакту може бути прийнята у якості параметру для керування тепловою напруженістю процесу шліфування. Одним з найбільш ефективних технологічних прийомів регулювання площі контакту різальної поверхні круга (РПК) з деталлю є попередній нахил осі шпинделя верстата [2, 3]. Таким чином, питання, пов'язані з встановленням впливу параметрів зони контакту торцевих кругів з деталлю на площу в умовах шліфування з попереднім нахилом осі шпинделя є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що дані, стосовно визначення площі контакту торцевого круга з деталлю в умовах попереднього нахилу осі шпинделя відсутні. А це не дозволяє технологам у повній мірі використовувати можливості процесу, що розглядається. Особливості формування плоских поверхонь при застосуванні схем обробки «на прохід» та в умовах багатопрохідного шліфування з попереднім нахилом осі шпинделя детально розглянуто у роботі [4] та інших, які виконані в НТУ «ХП» в останні роки. В них встановлені теоретичні та емпіричні залежності для визначення таких параметрів, як довжина, ширина та довжина дуги зони контакту РПК з деталлю. Як буде показано нижче, ці параметри є вихідними даними для теоретичних розрахунків площі контакту.

Метою даної роботи є встановлення теоретичних залежностей для визначення площі контакту РПК з деталлю стосовно деяких конкретних умов шліфування.

Виконані дослідження підтвердили, що площа контакту РПК з деталлю залежить від ряду факторів. До них (рис. 1) в першу чергу треба віднести кут нахилу  $\alpha$ , діаметр круга  $d_k$  та глибину обробки  $t$ , які визначають такі лінійні параметри зони контакту РПК з деталлю як довжина  $W'$ , ширина  $B'$  та довжина дуги ( $L$ ). При певних умовах, як обмежувальний фактор, можуть виступати, наприклад, ширина РПК ( $W$ ), ширина деталі ( $B$ ) та схема обробки (симетрична, несиметрична).

Для визначення площі зони контакту ( $S_{зк}$ ) РПК з деталлю приймемо допущення, що довжина контакту не перевищує ширину РПК, тобто  $W' < W$ ,  $B' < B$ , а  $d_{min} \leq B \leq d_k$  (рис. 1, а).

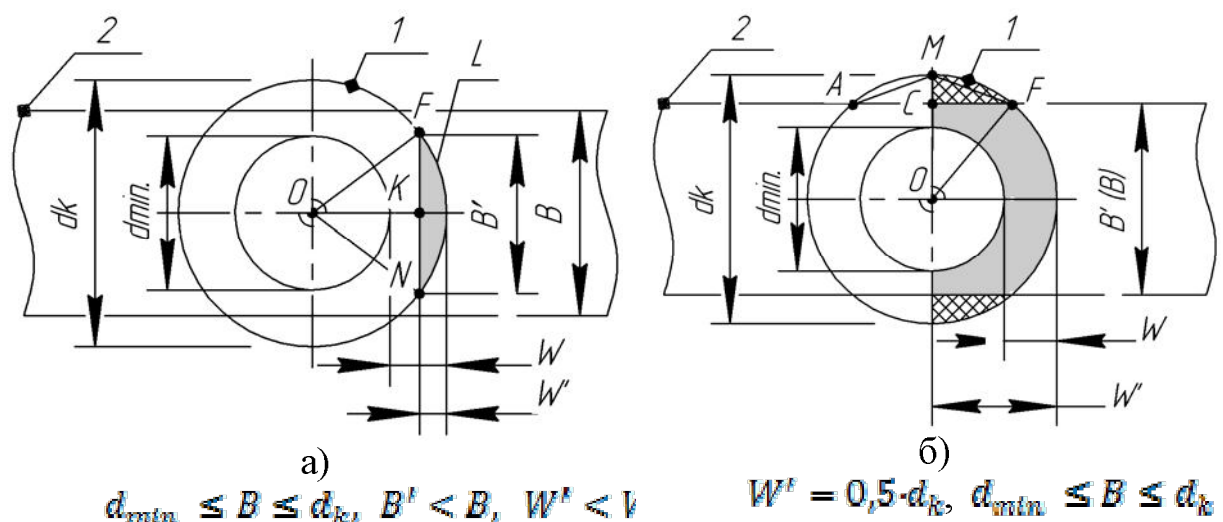


Рис. 1 Розрахункові схеми для визначення площі контакту РПК (1) з деталлю (2)

В цьому випадку зона контакту уявляє собою частину круга, обмежену дугою  $FN$  і хордою  $FN$ , тобто сегмент. Як видно з рисунка, хорда  $FN=B'$ , а дуга  $FN = L$ . Формула для розрахунку площі має вигляд:

$$S_{зк} = S_{сегм.} = \frac{1}{2} \cdot [L \cdot \frac{d_k}{2} - B' \cdot (\frac{d_k}{2} - W')]. \quad (1)$$

Параметри  $W'$ ,  $B'$  та  $L$ , які входять до рівняння (1), розраховуються за виразами, які наведені в [4].

Для іншого випадку (рис. 1, б) формула для розрахунку площі має дещо інший вид:

$$S_{зк} = \frac{\pi}{8} \cdot (d_k^2 - d_{min}^2) - \frac{1}{2} [L_{сегм.} \cdot \frac{d_k}{2} - \sqrt{(d_k^2 - B^2)} \cdot \frac{B}{2}]. \quad (2)$$

Довжину дуги сегменту можна розрахувати за формулою Гюйгенса:

$$L_{\text{сстм.}} = \frac{4}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot d_k \cdot (d_k - B)} - \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(d_k^2 - B^2)}. \quad (3)$$

Комп'ютерне геометричне 3D моделювання зони контакту РПК з деталлю у середовищі «КОМПАС» дозволило не тільки підтвердити правильність теоретичних розрахунків, але і наглядно проілюструвати можливість керування площею обробки. Так, наприклад, картина зміни площі контакту РПК з деталлю по мірі зменшення кута нахилу  $\alpha$  має вигляд, який представлено на рис. 2. Зазначимо, що на рисю 2 г умова  $W' < W$  не витримується, а тому формула (1) в даному випадку не працює. Для цього випадку справедливою є залежність (2).

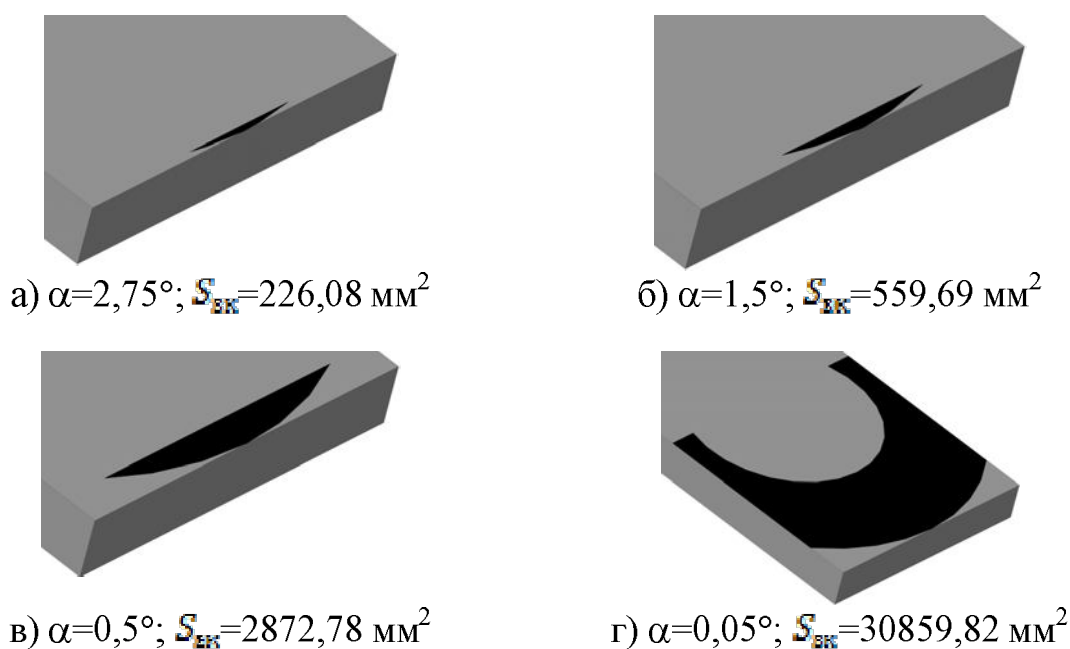


Рис. 2 3D моделі, які відображують вплив кута нахилу осі шпинделя на площу контакту РПК з деталлю ( $d_k=400 \text{ мм}$ ;  $d_{\text{min}}=200 \text{ мм}$ ;  $B=250 \text{ мм}$ ;  $t=0,2 \text{ мм}$ )

Таким чином, отримані теоретичні залежності можуть бути використані для розрахунків площі контакту РПК з деталлю для наведених конкретних умов обробки. Їх коректність підтверджена даними геометричного комп'ютерного моделювання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Маталин А.А. *Технология машиностроения* / А.А. Маталин. – Л.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
2. Лурье Г.Б. *Шлифовальные станки и их наладка* / Г.Б. Лурье., В.Н. Комиссаржевская. – М.: Высшая школа, 1972. – 416 с.
3. Наерман М.С. *Справочник молодого шлифовщика*. / М.С. Наерман. – М.: Высш. шк., 1985. – 207 с.
4. Kunderák J., Fedorovich V., Pyzhov I, Markopoulos A., Klimenko V. *Some Features of the Surface Micro- and Macroprofile Formation at Flat Face Grinding with Spindle Axis Inclination* // *Applied Mechanics and Materials*, Vols. 809-810 (2015), pp. 45-50, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.809-810.45, Trans Tech Publications, Switzerland.