



Рис. 1. Блок-схема операцій технологічного процесу виготовлення дискового ПРІ

НАПРУЖЕННЯ В ШЛІФУВАЛЬНОМУ КРУЗІ

Танцура Г.І., к.т.н., доцент

Дніпровський державний технічний університет

Шліфування посідає особливе місце в металообробці. Воно відбувається в процесі періодичної взаємодії абразивних зерен, що розташовані на поверхні інструменту, з деталлю. В процесі такої взаємодії в матеріалі, що утримує зерна, періодично виникають напруження. Напруження впливають на кількість циклів навантажень матеріалу до моменту його руйнування. Руйнування поверхневого шару забезпечує появу на ньому нових різальних кромок замість зношених. Оптимізація навантажень шліфувального інструменту та зносу різальних кромок абразивних зерен – актуальна науково-технічна задача.

Шліфувальний інструмент має композитну побудову. Його механічні характеристики усереднено за Фогтом і розглянемо шліфувальний круг як пружний, ізотропний циліндр нерухомо приєднаний до оправки по внутрішньому циліндру. На зовнішню циліндричну поверхню круга діють розподілені по ширині на дузі малої довжини нормальна та дотична сили. За

таких умов деформований стан круга – плоский. Зовнішній та внутрішній радіуси круга позначимо літерами r_0 та R . Віднесемо круг до полярної системи координат. Сформулюємо граничні умови:

а) по поверхні $r = r_0$

$$u_r = u_\beta = 0, \quad (1)$$

б) по поверхні $r = R$

$$R_r = \begin{cases} 1 & \text{коли} & -\frac{\delta}{2} \leq \beta \leq \frac{\delta}{2} \\ 0 & \text{коли} & -\frac{\delta}{2} > \beta > \frac{\delta}{2} \end{cases} \text{ для випадку нормального навантаження,} \quad (2)$$

$$R_\beta = \begin{cases} 1 & \text{коли} & -\frac{\delta}{2} \leq \beta \leq \frac{\delta}{2} \\ 0 & \text{коли} & -\frac{\delta}{2} > \beta > \frac{\delta}{2} \end{cases} \text{ для випадку дотичного навантаження,} \quad (3)$$

де δ – кут дуги контакту шліфувального круга з матеріалом.

Напруження визначимо з використанням функції Ері [1].

$$\phi(r, \beta) = B_0\beta + A \ln(r) + Br^2 \ln(r) + Cr^2 + (B_1r^3 + C_1r^{-1} + D_1r \ln(r)) \cos(\beta) - \frac{2D_1}{1-\mu} r \beta \sin(\beta) + (A_m r^m + B_m r^{m+2} + C_m r^{-m} + D_m r^{-m+2}) \cos(m\beta). \quad (4)$$

де $B_0, A, B, B_1, C_1, D_1, A_m, B_m, C_m, D_m$ – невідомі сталі; μ – коефіцієнт Пуассона; $m = 2, 3, \dots$ – ціле число.

Напруження для прийнятої функції.

$$Br(r, \beta) = B_0r^{-2} + (2B_1r + 2C_1r^{-3} + D_1r^{-1}) \sin(\beta) - (A_m r^{m-2}(1-m) - B_m r^m(1+m) + C_m r^{-m-2}(1+m) - D_m r^{-m}(1+m)) m \sin(m\beta), \quad (5)$$

$$Rr(r, \beta) = Ar^{-2} + B(2 \ln(r) + 1) + 2Cr + (2B_1r + 2C_1r^{-3} + D_1r^{-1}) \cos(\beta) + \left(A_m r^m(1-m) + B_m r^m(m+2-m^2) - C_m r^{-m-2}(m(1+m)) + D_m r^{-m}(-m+2-m^2) \right) \cos(m\beta), \quad (6)$$

$$B\beta(r, \beta) = Ar^{-2} + B(2 \ln(r) + 3) + 2Cr + (6B_1r + 2C_1r^{-3} + D_1r^{-1}) \cos(\beta) + \left(A_m r^{m-2}(m(m-1)) + B_m r^m(m+2)(m+1) + C_m r^{-m-2}m(m+1) + D_m r^{-m}(m-2)(m-1) \right) \cos(m\beta). \quad (7)$$

Граничні умови (2) – (3) задані рядами Фур'є, визначені переміщення та умова їх обмеження по внутрішньому радіусу шліфувального круга, дозволяють визначити невідомі сталі функції Ері (4) та напруження в матеріалі. Відповідно виразів (5) – (7) напружено-деформований стан, зумовлений дією нормального навантаження, симетричний, а дотичним навантаженням – антисиметричний. Для аналізу напружень в обох випадках достатньо визначити напруження для симетричної або антисиметричної частини.

Аналіз розподілу напружень показує, що в об'ємах матеріалу, розташованих ближче по внутрішнього отвору в крузі, різниця напружень зменшується, але вони залишаються нерівномірно розподіленими. При цьому максимальні нормальні колові напруження близькі за значеннями до відповідних нормальних радіальних напружень, дотичні значно менші. Інший характер розподілу напружень викликає дотичне навантаження. Воно призводить до появи антисиметричних колових нормальних напружень. Відповідно і до напружень відриву кристалів абразиву від матеріалу, в якому кристали розташовані. Максимальні значення таких напружень значно перевищують значення максимальних дотичних напружень, обумовлених дією прикладених розподілених сил. Такі напруження, на нашу думку, більше за інші впливають на вирив кристалів з абразивного матеріалу. Кількість циклів взаємодії зерен з матеріалом до їхнього граничного зносу значно менша за 10^6 циклів. Відповідно матеріал шліфувального інструменту працює в умовах малих кількостей циклів навантажень. Малоциклова витривалість матеріалу, що утримує шліфувальні зерна в шліфувальному крузі при дії симетрично змінних колових нормальних напружень, має збігатися з кількістю циклів до досягнення граничного зносу різальних кромок абразивних зерен.

Література:

1. Рєсач В.Г. Руководство к решению задач по теории упругости. Учебное пособие для вузов. Узд 2. М.: Высшая школа. 1977.216 с.

ГЕОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНІЧНОЇ ЗАМКОВОЇ НАРІЗИ

Онисько О.Р., к.т.н., доцент, Шкіца Л.Є., д.т.н., професор, Тарас І.П., к.т.н., доцент

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Конічна замкова нарізь використовується для з'єднання бурильних труб і елементів бурильних колон. Згідно зі стандартом (ГОСТ 28487-90) профіль такої нарізі має вигляд трикутника із заокругленою впадиною та зрізаним виступом (рис.1). На рисунку 1 позначено параметри нарізі за вищевказаним стандартом, жирними лініями відображено профіль конічної замкової нарізі, а тонкими лініями показано профіль вихідного трикутника з висотою H , шириною P , яка є кроком цієї нарізі.

Кут при вершині A профілю нарізі рівний 60° , бісектриса AG перпендикулярна до осі обертання. За рахунок конічності довжина однієї сторони AB профілю завжди більша, ніж інша AD .

Такі нарізі виготовляють на токарних верстатах із ЧПК, а технологія їх виготовлення опирається на те, що геометричною основою нарізі є архімедів гвинт. На рисунку 2а показано схему, яка ілюструє різальну крайку різця як