

КОНТАКТНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТЯХ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

М. Ци, аспирант гр. А1-21;

А. Даурембеков, магистрант гр. 4АМ01;

А. Ян, магистрант гр. 4АМ01;

В.Н. Козлов, к.т.н., доц.,

Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30
тел.(3822)-606-389

E-mail: kozlov-viktor@bk.ru

Большинство титановых сплавов являются труднообрабатываемыми материалами, поэтому для расчёта режущего инструмента на прочность исследование распределения (эпюр) контактных напряжений на передней поверхности и фаске износа на задней поверхности режущего инструмента является важной, но сложной задачей. Метод разрезного резца может быть использован для получения эпюр на передней поверхности, но только на некотором удалении от режущей кромки из-за поломки пластин при попытке к ней приблизиться [1, 2].

При обработке титановых сплавов образуется сегментная стружка, близкая по слабой связанности элементов к элементной, поэтому длина контакта стружки с передней поверхностью c небольшая, $c \approx 3 \cdot a$ (мм), где a – толщина среза (мм), что затрудняет исследование распределения. Из-за сложности применения разрезного резца и малой длины контакта стружки c большинством исследователей принимается, что эпюры σ при образовании элементной стружки имеет треугольный характер (рис. 1) [2].

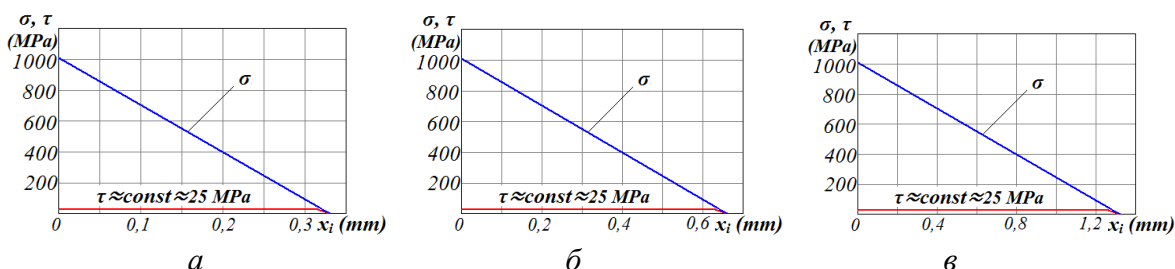


Рис. 1. Эпюры нормальных σ и касательных τ контактных напряжений на передней поверхности резца при прямоугольном свободном течении диска из титанового сплава (Ti-6Al-2Mo-2Cr). ВТЗ-1 - ВК8, $\gamma = 0^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, $v = 1$ м/с. а) $f = 0,11$ мм/об; б) $f = 0,21$ мм/об; в) $f = 0,41$ мм/об. Абсцисса – расстояние от режущей кромки на передней поверхности x_i (мм).

Пределом величины наибольшего нормального контактного напряжения σ_{\max} у режущей кромки принято принимать удвоенную величину предела прочности на растяжение ($\sigma_{\max} \leq \sigma_B$) [1, 2, 3]. Для оценки правильности построения эпюр σ рассчитывается нормальная сила N_σ на передней поверхности по эпюре нормальных контактных напряжений σ , которая должна быть равна нормальной силе по эксперименту $N_{\text{экс}}$, т.е. $N_\sigma = N_{\text{экс}}$.

При треугольном характере эпюры σ нормальная сила, рассчитанная по эпюре σ , будет равна $N_\sigma = b \cdot (\sigma_{\max} \cdot c) / 2$, где b – ширина среза, мм. При малом уширении стружки, что справедливо для неизношенного инструмента, ширина среза будет приблизительно равна длине участка главной режущей кромки резца b_p , удаляющего стружку. Наши расчёты показали, что в случае принятия гипотезы $\sigma_{\max} \approx \sigma_B$, в какой-то мере подтверждается справедливость треугольного распределения σ (рис. 1).

Выделение сил на передней поверхности можно выполнять методом экстраполяции на

нулевую толщину среза a [1, 2]. При прямоугольном свободном точении диска с радиальной подачей толщина среза a (мм) равна радиальной подаче f (мм/об).

Анализ графиков влияния толщины среза a (мм) на тангенциальную P_z и радиальную P_y составляющие силы резания при прямоугольном свободном точении диска острым резцом с радиальной подачей f (мм/об) (рис. 2) показал, что сила трения на режущей кромке F_p , противоположная вектору скорости резания v (м/с) и равная составляющей силы резания на передней поверхности $P_{zп}$ при $a = f = 0$ мм равна нулю, т.е. коэффициент трения мал.

Нормальная сила на режущей кромке N_p , совпадающая по направлению с силой резания на передней поверхности $P_{yп}$ при толщине среза $a = 0$ мм имеет существенную величину ($N_p = 420$ Н) из-за давления со стороны поверхности резания.

Эпюры нормальных σ_h и касательных τ_h контактных напряжений на искусственной фаске износа по задней поверхности резца изучалось методами разрезного резца и переменной длины фаски на задней поверхности h_z [1], а **вблизи режущей кромки** – только переменной длиной фаски на задней поверхности [2] (рис. 3).

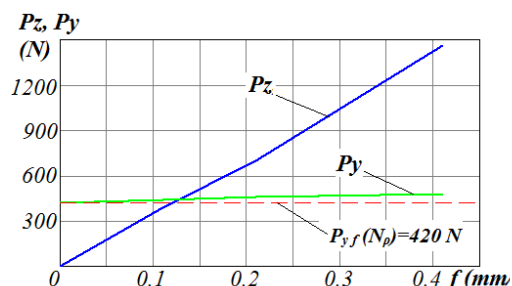


Рис. 2. Влияние подачи f (мм/об) на составляющие силы резания при прямоугольном свободном точении диска из титанового сплава ВТ3-1 остро заточенным резцом. ВТ3-1 – ВК8, $\gamma = 0^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, $v = 1$ м/с, $b = 2,3$ мм

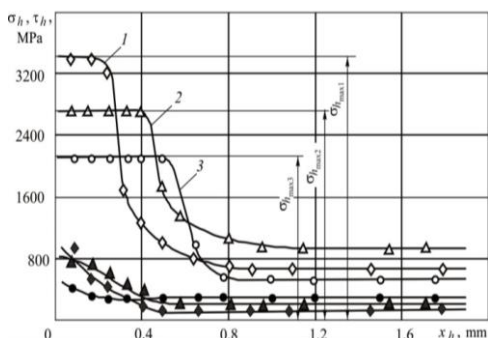


Рис. 3. Эпюры нормальных σ_h (\diamond , Δ , \circ) и касательных τ_h (\blacklozenge , \blacktriangle , \bullet) контактных напряжений на фаске задней поверхности при обработке титанового сплава ВТ3-1. Абсцисса – расстояние от режущей кромки на фаске задней поверхности x_{hi} (мм). $\gamma=0^\circ$, $\alpha_h=0^\circ$, $\alpha=10^\circ$, $v = 1$ м/с. Подача: \diamond , \blacklozenge - $f=0,41$ мм/об; Δ , \blacktriangle - $f=0,21$ мм/об; \circ , \bullet - $f=0,11$ мм/об.

Анализ полученных эпюр нормальных σ_h и касательных τ_h контактных напряжений показал, что у режущей кромки величина наибольшего нормального контактного напряжения превышает предел прочности на растяжение обрабатываемого титанового сплава ВТ3-1, что связано с жёсткостью контакта резца с заготовкой по задней поверхности (рис. 3).

Список литературы:

1. Split Cutter Method for Contact Stresses Research over Flank Surface of a Cutter/V.N. Kozlov, Jia Yu Zhang, Jian Cui, M. N. Bogolyubova // Key Engineering Materials Scientific Journal: – 2017. – Vol. 743: High Technology: Research and Applications (HTRA 2016), p. 258-263;
2. Calculation of Contact Stresses during Titanium Alloy Cutting / V. N. Kozlov [et al.] // Key Engineering Materials Scientific Journal: – 2018. – Vol. 769: High Technology: Research and Applications (HTRA 2017), p. 364-370.