

3. Geoffrey Boothroyd, Peter Dewhurst and Winston A. Knight. Product Design for Manufacture and Assembly, 3rd Edition, USA: CRC Press, 2011.

УДК 621.941:534.637

**Осадчий О.А., канд. техн. наук, ст. викладач**

**Рижук Я.О., студент**

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», osadchiyoa@ukr.net

**Девін Л.М., докт. техн. наук, професор**

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М.Бакуля НАН України, ldevin@ism.kiev.ua

### **ЗМЕНШЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ РУЙНУВАННЯ РІЗАЛЬНИХ ПЛАСТИН З КНБ ЗА РАХУНОК ЗБІЛЬШЕННЯ ДЕМПФУЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕРЖАВКИ РІЗЦЯ**

Полікристалічні надтверді матеріали, що використовуються для виготовлення різальних частин інструментів, наряду з високою твердістю і зносостійкістю, відрізняються широким діапазоном характеристик міцності. В той же час 30-50% різців, що використовуються в промисловості виходять з ладу в результаті поломок. До 60% випадків втручання оператора для підтримки працездатності токарних верстатів з ЧПК спричинено руйнуванням різального інструменту. Таким чином, зростають вимоги до надійності різального інструменту.

Для оцінки працездатності різальних інструментів застосовують різноманітні критерії. Найбільш часто оцінюють стійкість, тобто час від початку експлуатації до критичного зносу різального леза [1]. Для цього проводять тривалі випробування і визначають інтенсивність зношування при фіксованих, як правило, оптимальних режимах різання, а також стійкість (час від початку експлуатації різця до повного його зносу).

Крім того, оцінюють стабільність роботи інструменту при цих же режимах, застосовуючи різноманітні методики, що враховують стохастичну природу міцності і самого процесу різання. В якості критерію оцінки стабільності використовують або гамма-відсотковий ресурс, або ймовірність руйнування при конкретних режимах обробки і геометрії інструменту [2, 3].

Обидва цих підходи оцінки працездатності різців доповнюють один одного, оскільки стійкість і ймовірність руйнування характеризують різні аспекти якості інструменту і входять в загальному виді в поняття «надійність» згідно ГОСТ 27.002–89. Випробування на стійкість дуже трудомісткі по затратам часу і розходу оброблюваного матеріалу, що переходить в стружку. В якості альтернативи випробуванням на стійкість вимірюють твердість інструментальних матеріалів і по ній проводять порівняльну оцінку різних матеріалів при їх виборі з існуючих або оптимізують структуру нових інструментальних матеріалів.

Нажаль, для оцінки ймовірності руйнування лезових інструментів твердість не підходить. Це пов'язано з тим, що часто підвищення твердості призводить до зменшення міцності і тріщиностійкості (тобто до підвищення крихкості) інструментальних матеріалів. Крім того, на ймовірність руйнування може суттєво вплинути зміна геометрії різця, властивостей оброблюваного матеріалу, умов обробки, режимів різання, наявності і характер ударних навантажень, биття, коливання припуску на обробку та інше. Таким чином очевидно, що оцінка ймовірності руйнування потребує знання та врахування властивостей інструментального та оброблюваного матеріалів, а також зміни напружень на гранях різця в процесі різання.

Для оцінки ймовірності руйнування інструмента застосовували оригінальний метод, що ґрунтується на аналізі диференціальних функцій статистичного розподілу міцності при розтягу  $S_p$  та стиску  $S_c$  інструментального матеріалу і диференціальних функцій розподілу напружень в небезпечних точках на передній ( $SR_{11}$ ) і задній ( $SR_3$ ) гранях різця [4]. Для

визначення межі міцності інструментальних матеріалів при статичних і динамічних навантаженнях використовували зразки в формі круглих пластин, які по формі і розмірам відповідали реальним різальним пластинам.

Була проведена оцінка надійності різця, яку здійснювали за допомогою розрахунково-експериментального методу визначення ймовірності його руйнування. Для оцінки надійності різця нами використовувався приведений вище розрахунково-експериментальний метод визначення ймовірності руйнування. Це особливо важливо для чистового точіння загартованих сталей інструментом з ПНТМ, коли при малій товщині зрізуваного шару матеріалу на задній поверхні площини зносу різця виникають великі контактні напруження. По мірі зносу різця і зміни твердості оброблюваного матеріалу це призводило до зміни рівня напружень, а іноді і до перерозподілу знаку напружень між поверхнями. Для інструменту з ПНТМ найбільш небезпечно виникнення розтягуючих напружень на задній поверхні або значних по величині стискаючих напружень – на передній.

Дослідження по впливу демпфування різця на ймовірність руйнування різальних пластин з КНБ провели при чистовому точінні загартованої сталі ХВГ твердістю 58...62 HRC. В якості різального інструменту використовували різець оригінальної конструкції, що має елементи з високодемпфуючих матеріалів [5]. В якості демпфуючих вставок використовували ряд матеріалів з різними демпфуючими властивостями: сталь 40X, твердий сплав ВК8, сірий чавун СЧ15, нікеліди титану TiNi (литий та «авібрит»), трьохфазну кераміку Ti-Al-C, Ti-Si-C [6]. Демпфуючі характеристики демпфуючих елементів визначали за оригінальною методикою [7]. Розрахунок напружень на передній та задній гранях різального інструменту, а також ймовірності руйнування різця з КНБ здійснювали у відповідності з методикою [4].

Встановлено, що для обробки загартованих сталей з твердістю 58...62 HRC та при швидкостях різання більше 2 м/с, доцільно використовувати демпфуючі вставки з трьохфазних керамік Ti-Al-C та Ti-Si-C, які не втрачають демпфуючі властивості при високих швидкостях різання, на відміну від вставок з TiNi.

Встановлені оптимальні режими чистового точіння загартованих сталей для зменшення ймовірності руйнування різального інструменту з КНБ для різців із демпфуючими елементами з TiNi. Такі режими для чистового точіння становлять  $v = 1 - 2$  м/с,  $S = 0,08 - 0,2$  мм/об.

#### Список посилань

1. Лоладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента / Т.Н. Лоладзе. – М.: Машиностроение. 1980. – 320 с.
2. Девин Л.Н. Прогнозирование вероятности разрушения резцов на основе КНБ / Девин Л.Н., Вильгельм М. // Сверхтвердые материалы. – 1992, № 6 – С.41-46.
3. Бетанели А.И. Прочность и надежность режущего инструмента / А.И. Бетанели. – Тб.: Сабчота Сакартвело, 1973. – 304 с.
4. Девин Л.М. Вплив демпфуючих властивостей різця на ймовірність руйнування пластин з КНБ / Л.М. Девин, О.А. Осадчий, В.М. Козін-Піддубний // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сборник научных трудов. – Вып.19. – Киев: ИСМ им.В.Н.Бакуля, НАН Украины, 2015. – С.409-415.
5. Девин Л.Н. Повышение эксплуатационных характеристик резцов из КНБ путем увеличения их демпфирующих свойств / Л.Н. Девин, А.А. Осадчий // Сверхтвердые материалы. – 2012. – № 5. – С. 62–71.
6. Старостина А.В. Исследование демпфирующих свойств материалов на основе МАХ фазы  $Ti_3AlC_2$  / Старостина А.В., Прихна Т.А., Осадчий А.В., Карпец М.В., Ковыляев В.В., Девин Л.Н., Свердун В.Б., Мощиль В.Е., Козырев А.В., Кузнецов Р.А. // Проблемы современного физического материаловедения. - 2011. - №20. - С. 73-79.
7. Devin L.M. Application of acoustic methods for the monitoring of products made of hard alloys / L.M. Devin, V.P. Bondarenko, O.A. Osadchyi, T.V. Nimchenko // Mater. Sci. – 2009. – 45 (3). – P. 392–398.