

ВИСОКОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

УДК 621.539.4

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОКРИТТЯ НА РІЗАЛЬНОМУ ІНСТРУМЕНТІ

*Антонюк В.С., Національний технічний університет України “Київський політехнічний
інститут”, м. Київ, Україна*

*Запропоновано метод визначення параметрів покриття дискретної структури на
різальному інструменті, з урахуванням реальних умов експлуатації, а також остаточних
напруг в покритті. Приведені залежності для розрахунку розміру дискретної ділянки
ізносостійкого покриття, що дозволяє обрати параметри покриття на стадії
проектування різального інструмента*

Вступ

На сучасному етапі інтенсивно розвивається новий технологічний напрямок - інженерія поверхні [1]. Він включає розробку науково-обґрунтованих методів управління властивостями поверхні і технології формування поверхневих структур відповідної якості. Ці методи дозволяють без великих матеріальних витрат реалізувати високоміцний стан конструкційних матеріалів, підвищити надійність і довговічність деталей машин, різального та формоутворюючого інструменту. При вирішенні задач ефективного використання зносостійких покриттів на інструментальних матеріалах необхідно забезпечити високу когезійну та адгезійну стійкість захисного покриття, що досягається шляхом обмеження нормальних напружень в покритті і дотичних напружень на поверхні когезійного контакту за рахунок зміни розмірів і форми покритті. Цей принцип покладено в основу заміни традиційного суцільного шару покриття на шар мозаїчно-дискретної структури. Такий підхід дозволяє забезпечити необхідні вимоги до фізико-механічних властивостей зносостійкого поверхневого шару, реалізувати оптимальні умови тертя, а також мінімізувати процес зношування різального інструменту [2].

Для визначення геометричних параметрів ділянки покриття дискретної структури використано підхід, заснований на розрахунку критичного кроку тріщини в умовах когезійного розтріскування суцільного покриття під дією експлуатаційних, залишкових і термічних напружень [3].

Крок тріщини в суцільному покритті визначається співвідношенням:

$$C_n = -\frac{1}{k} \ln \left(0,1 + \frac{\sigma_n^T + \sigma_n^{зал}}{\varepsilon_{кр} E_n} \cdot \left(1 + \frac{E_n h_n}{E_o H_o} \right) \right) \quad (1)$$

де k – коефіцієнт, σ_n^T – напруження в покритті, які виникають від дії температурного градієнта; $\sigma_n^{зал}$ – залишкові напруження в покритті; $\varepsilon_{кр}$ – критична деформація основи, перевищення якої призводить до когезійного розтріскування; E_o , E_n , G_o , G_n , – модулі пружності першого і другого роду матеріалів основи і покриття, відповідно; $2H_o$, h_n – товщини основи і покриття. Коефіцієнт k залежить від пружних модулів основи і покриття і визначається наступним чином [4]:

$$k^2 = 2 \frac{G_o G_n}{G_o h_n + G_n H_o} \left(\frac{1}{E_n h_n} + \frac{1}{E_o H_o} \right),$$

Залишкові напруження в покритті ($\sigma_n^{зал}$) визначаються, виходячи з рівняння пружної лінії для балки. При цьому використовують метод, заснований на тому, що під дією залишкових напружень в покритті, довга, вузька і тонка пластинка, на яку нанесено покриття, деформується у вигляді дуги кола. У деформованій таким чином пластинки вимірюють прогин зразка і визначають залишкові напруження [5]:

$$\sigma_n^{зал} = \frac{32 E_o H_o^3 f}{3 a^2 h_n (1 - \mu_o) (2 H_o + h_n)}, \quad (2)$$

де μ_o – коефіцієнт Пуасона матеріалу основи; f – прогин зразка; a – довжина зразка.

Таким чином, максимальний приведений розмір ділянки покриття дискретної структури повинен задовольняти умову: $D_{max} \leq C_n$.

В інструментальному виробництві широко використовується підвищення зносостійкості і надійності різального інструменту методом електроіскрового легування. Цей метод дозволяє отримувати покриття дискретної структури з заданими геометричними параметрами.

Для визначення параметрів дискретної ділянки покриття з ВК8, сформованого методом електроіскрового легування на різальному інструменті з сталі Р2М10ФК8, виконано розрахунок по формулі 1. Залишкові напруження в поверхневому вольфрамовому шарі визначались на основі експериментально-розрахункового методу з використанням формули 2. Отримані величини залишкових напружень розтягу змінювались в діапазоні від 320 до 500 МПа (рис.1). Температурні напруження, які є результатом нагрівання робочої поверхні інструмента в процесі різання, змінювались в діапазоні від 180-220 МПа [6].

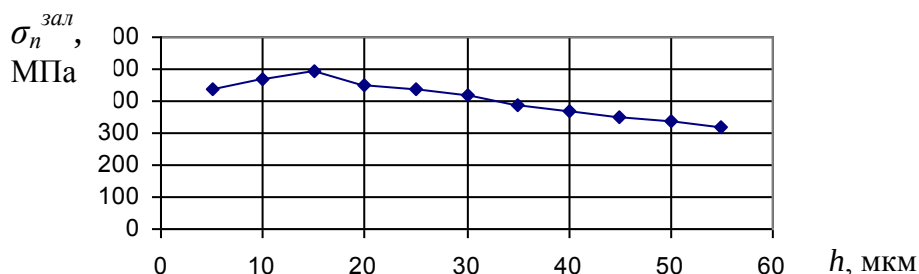


Рисунок 1 – Залежність залишкових напружень $\sigma_n^{зал}$ від товщини h вольфрамового покриття на інструментальній сталі Р2М10ФК8.

З урахуванням значень залишкових і температурних напружень отримано залежності розміру дискретної ділянки покриття від його товщини при різних значеннях критичної деформації основи $\varepsilon_{кр}$ (рис.2.).

Аналіз результатів показав, що підвищення когезійної міцності покриття, дозволяє підвищити товщину дискретних ділянок покриття, що забезпечує підвищення зносостійкості різального інструменту.

Аналізуючи вираз (1), можна отримати залежності критичного розміру дискретної ділянки від співвідношення суми залишкових і температурних напружень і когезійної міцності покриття (рис. 3.) напружень ще до моменту прикладення експлуатаційного навантаження.

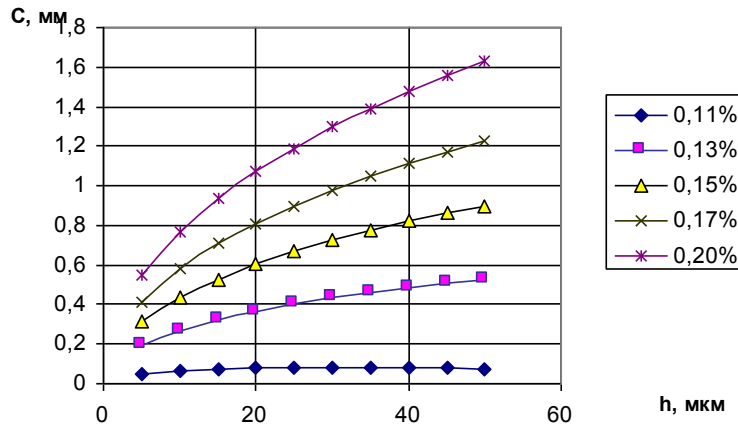


Рисунок 3 – Розрахункова залежність розміру дискретної ділянки покриття D_n від співвідношення суми залишкових і температурних напружень і когезійної міцності покриття при його товщині $h = 5$ мкм (1); 10 мкм (2); 30 мкм (3) і 50 мкм (4).

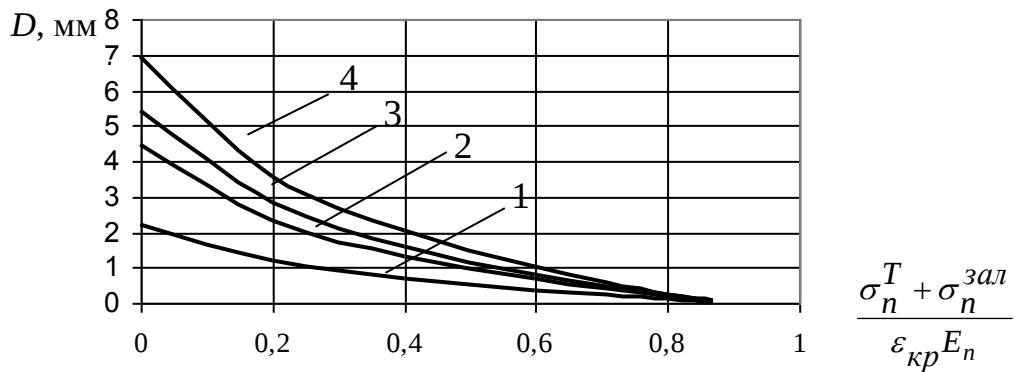


Рисунок 2 – Залежність критичного розміру дискретної ділянки $C_{кр}$ від товщини покриття h для $\epsilon_{кр} = 0,11-0,20$ %

Таким чином, на основі отриманих залежностей для вибраного матеріалу покриття можна отримати таке співвідношення товщини і розміру дискретної ділянки покриття, яке дозволить виключити когезійне розтріскування покриття для заданих умов експлуатації різального інструменту. При цьому, збільшення товщини дискретної ділянки покриття може бути досягнуто за рахунок зменшення залишкових напружень або підвищення когезійної міцності покриття. Таким чином, вид і геометричні параметри дискретної ділянки покриття можна закласти на етапі проектування різального інструменту.

Висновки

Використання сучасних методів інженерії поверхні дозволяє замінити традиційне суцільне покриття на різальному інструменті на покриття дискретної структури. розміри ділянок такого покриття визначаються з розрахунку критичного кроку тріщини за реальних умов експлуатації. при такому підході, вид і параметри дискретних ділянок покриття можна закласти на стадії проектування різального інструменту.

Перспективними напрямками дослідження є визначення напружено-деформованого стану покриттів різального інструменту, що працює в умовах жорсткого термосилового навантаження.

Література

1. Суслов А.Г. Инженерия поверхности деталей – резерв в повышении конкурентоспособности машин //Справочник. Инженерный журнал. №4, 2001. С.3-9.
2. Ляшенко Б.А., Мовшович А.Я., Долматов А.И. Упрочняющие покрытия дискретной структуры // Технологические системы. – 2001. - № 4. – С. 17 – 25.
3. Антонюк В.С. Формування покриття підвищеної зносостійкості на робочих поверхнях різального інструменту. // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»: Машинобудування – К.: НТУУ «КПІ», 2003. – Вип. 44. - С. 110-112.
4. Уманский Э.С., Ляшенко Б.А. Условия адгезионной и когезионной равнопрочности жаростойкий покрытий // Косм. исслед. на Украине. – 1975. – Вип. 6. – С. 58-64.
5. Писаренко Г.С., Самсонов Г.В., Верхотуров А.Д., Безыкорнов А.И., Ляшенко Б.А., Ришин В.В., Шедеган Ю.В. Прочностные характеристики слоев полученных электроискровым легированием сталей тугоплавкими металлами // Пробл. прочности. - 1973. - №2. - С. 106-111.
6. Костюк Г.И. Эффективный режущий инструмент с покрытием и упрочненным слоем. Справочник. Х.: Антиква, 2003 г., - 412 с.

Антонюк В.С. Особенности определения параметров покрытия на режущем инструменте. Предложен метод определения параметров покрытия дискретной структуры на режущем инструменте, с учетом реальных условий эксплуатации, а также остаточных напряжений в покрытии. приведены зависимости для расчета размера дискретного участка износостойкого покрытия, что позволяет выбрать параметры покрытия на стадии проектирования режущего инструмента.	The method to determine parameters of coatings deposited on the cutting tool. Method to calculate the parameters of discontinues coatings, which are under real exploitation conditions and residual stresses is suggested. The equitation to calculate the size of discontinues areas is given. It allows to determine the parameters of coating at the stage of cutting tools design.
--	---

*Надійшло до редакції
2 листопада 2004 року*

УДК 620.179.14(088.8)

ГРАДІЄНТОМЕТРІЯ ЗОННОЇ ТОЧНОСТІ ВЕРСТАТІВ

*Скицюк В.І., Плотников О.О., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», Київ, Україна*

Стаття, що пропонується є другою частиною з циклу статей, присвячених обґрунтуванню поняття зонної точності верстатів з CNC. У другій частині показано векторний характер похибки вимірювання, а також обґрунтовано вибір математичного апарату градієнта скалярного поля для їхнього опису

Вступ

Отримання надвисокої точності обробки завжди було актуальною задачею. В