



ДОСЛІДЖЕННЯ МІКОРІЗАННЯ В ПРОЦЕСІ ФІНІШНОЇ АНТИФРИКЦІЙНОЇ БЕЗАБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ

¹Шепеленко І.В., *к.т.н., доцент*, ²Цеханов Ю.О., *д.т.н., професор*,
¹Немировський Я.Б., *д.т.н., професор*, ³Посвятенко Е.К., *д.т.н., професор*,
¹Єрємін П.М., *к.т.н.*

¹Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна;

²Вороніжський державний технічний університет, Росія;

³Національний транспортний університет, Україна

Нанесення металевих покриттів фрикційно-механічним методом фінішною антифрикційною безабразивною обробкою (ФАБО) супроводжується мікрорізанням антифрикційного матеріалу (наприклад, латуні, міді та бронзи) вершинами мікронерівностей матеріалу, що обробляється [1, 2]. При цьому антифрикційний матеріал буде заповнювати мікронерівності у вигляді мікростружки та значною мірою визначати формування і якість нанесення антифрикційного покриття. У зв'язку з цим, доцільним уявляються проведення спеціальних досліджень впливу форм і розмірів мікронерівностей на здійснення мікрорізання в процесі ФАБО. Проведення подібних досліджень можливо шляхом моделювання контактної взаємодії антифрикційного матеріалу з вершинами мікронерівностей при ФАБО на етапі мікрорізання.

Моделювання контактної взаємодії поверхонь проводилися на спеціальних зразках із сірого чавуну СЧ 20 і латуні Л63. При дослідженні процесу мікрорізання застосовували метод теорії подібності та розмірностей, відповідно до якого були виготовлені чавунні різці, геометрія ріжучої частини яких моделювала окрему мікронерівність поверхні оброблюваної заготовки. Причому, передній кут цієї мікронерівності варіювався в межах $\gamma = +5^\circ \div -15^\circ$. В якості досліджуваного зразка, що взаємодіє з одиничною мікронерівністю, застосовувалася пластина з латуні Л63. Нанесення та дослідження покриття виконувалися з використанням розроблених авторами [3] методики і пристроїв на фрезерному верстаті.

У роботі розглянуто процес мікрорізання як низькотемпературний процес глибоких пластичних деформацій з переважанням простого зсуву оброблюваного матеріалу в зоні стружкоутворення, що дозволило побудувати схему взаємодії мікронерівності з оброблюваною поверхнею при фрикційно-механічному методі ФАБО.

Моделювання процесу ФАБО показало, що ріжуче лезо чавунного мікрорізця інтенсивно зношується в процесі взаємодії з латунною поверхнею, причому це відбувається вже на самому початку його роботи. Процес зміни геометрії вершини різця відбувається відповідно до принципу пристосованості всієї системи різець - деталь. Кількісне значення затуплення свідчить про вплив переднього кута γ на радіус затуплення r ріжучої кромки мікрорізця з чавуну



СЧ20. Розрахунок відношення радіуса затуплення r до фактичної глибини різання t_f для різних кутів показав, що зі зменшенням переднього кута радіус затуплення r збільшується (рис.1).

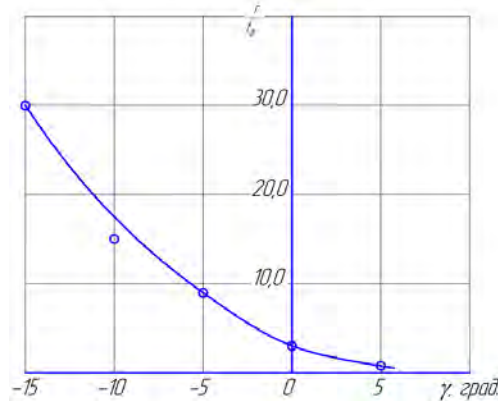


Рис.1. Залежність відношення радіуса затуплення різучої кромки різця r до фактичної глибини різання t_f від переднього кута різання при моделюванні різцем з чавуну СЧ 20 при обробці латуні Л63

Ефективність процесу мікрорізання на позитивних передніх кутах різання підтверджують дані моделювання стружкоутворення з використанням програмного комплексу DEFORM-3D (рис.2).

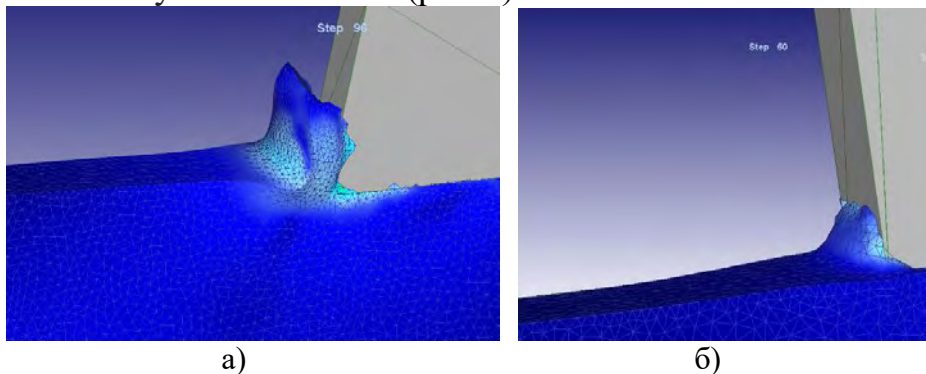


Рис.2. Моделювання стружкоутворення з використанням програмного комплексу DEFORM-3D при різних значеннях переднього кута різання : а - $+5^\circ$; б - -5°

Результати моделювання з використанням програмного комплексу DEFORM-3D свідчать про те, що при куті $= +5^\circ$ спостерігається найбільша товщина шару, що зрізається і вектор сходу стружки зберігає напрямок передньої поверхні з кутом $= +5^\circ$ (рис.2, а). При $= 0^\circ$ товщина зрізаного шару помітно зменшується, а вектор сходу стружки зберігає напрямок передньої поверхні з кутом $= 0^\circ$. Найменша товщина зрізаного шару спостерігається при куті $= -5^\circ$ (рис.2, б) і вектор сходу стружки зберігає напрямок передній поверхні з кутом $= -5^\circ$.

Слід зазначити, що моделювання стружкоутворення з використанням програмного комплексу DEFORM-3D дозволяє отримати тільки кількісну оцінку, яка не враховує механіку процесу. Отримання якісної картини з



урахуванням фізики процесу мікрорізання можливо тільки шляхом проведення експериментальних досліджень.

Встановлено (рис.3), що зі зменшенням кута об'єм мікростружки, що знімається, зменшується незалежно від номінальних товщин різання t_n , наближаючись до 0 при значенні $\gamma = -10^\circ \div -15^\circ$. Отже, для ефективного заповнення мікростружкою мікровпадін при ФАБО необхідно створити регулярний мікрорельєф з $\gamma = 5^\circ$.

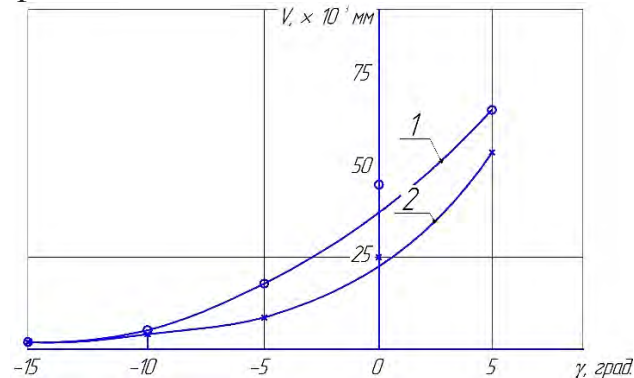


Рис.3. Залежність об'єму стружки, що знімається, з одиниці площі V від кута при моделюванні різання різцем з чавуну СЧ20 при обробці латуні ЛБ3: 1 - $t_n=0,6$ мм; 2 - $t_n=0,4$ мм

Таким чином, кут істотно впливає на глибину різання, радіус затуплення різальної крайки, а отже буде впливати на схему взаємодії контактуючих поверхонь при мікрорізання.

Отримані експериментальні дані та результати моделювання дозволили представити схеми контактної взаємодії інструменту з оброблюваною поверхнею для різних кутів при ФАБО на етапі мікрорізання, а також встановити основні закономірності їх параметрів. Аналіз характерних схем мікрорізання при ФАБО фрикційно-механічним методом дозволив рекомендувати параметри вихідного мікрорельєфу поверхні, тим самим створити сприятливі умови для мікрорізання антифрикційного матеріалу та підвищити якість утворення антифрикційного покриття.

Література:

1. Погоньшев В.А. Теоретические и экспериментальные основы повышения износостойкости деталей машин / В.А. Погоньшев, М.В. Панов // *Механика и физика процессов на поверхности и в контакте твердых тел, деталей технологического и энергетического оборудования*. - 2011. - №4. - С. 78-84.
2. Shepelenko I.V. The mechanism of formation of anti-friction coatings by employing friction-mechanical method / I.V. Shepelenko, E.K. Posviatenko, V.V. Cherkun // *Журнал "Проблеми трибології (Problems of Tribology)"*, Хмельницький. - 2019. – №1. - С.35-39.
3. Shepelenko I., Nemyrovskiy Y., Tsekhanov Y., Posviatenko E. Modeling of contact interaction of micro roughness at FANP. In: *1-th International scientific and technical conference «Prospects for the development of mechanical engineering and transport-2019»*, 2019, pp. 218–219.