

Мікроструктура матеріалу зразків, підданих деформуванню, розглядалась на шліфах при збільшенні $\times 200$. Розмір зерен визначали методом візуальної оцінки, суть якого полягає в порівнянні видимих під мікроскопом зерен з еталонною шкалою. При вібраційному навантаженні структура більш дрібнозерниста. Глибина деформованого шару в умовах вібраційного деформування складала 650 мкм, а звичайного – 380 мкм.

Було встановлено, що шорсткість обробленої поверхні залежить в більшій мірі від висоти калібруючої частини обробляючого органу. Найменше значення параметру $R_z = 9 \dots 9,3$ мкм спостерігали при $h = 4 \dots 5$ мм.

Більш дрібнозерниста структура металу при вібраційному деформуванні створює умови, які сприяють підвищенню залишкової деформації, зміцненню оброблюваної поверхні, підвищенню якості оброблюваної поверхні деталі як при виготовленні, так і відновленні.

Список використаних джерел

1. Бабичев А. П., Бабичев И. А. Основы вибратионной технологии. Ростов-на-Дону : Издательский центр ДГТУ, 2008. 694 с.
2. Дудніков А. А., Келемеш А. О., Семчук Г. І. Забезпечення якості поверхні деталей при обробці тиском. *Механізація та електрифікація сільськогосподарства*. Глеваха, 2013. Вип. 98, т. 2. С. 374–378.
3. Войтюк В. Д., Рубльов В. І. Управління якістю технічного сервісу сільськогосподарської техніки при постачанні. Київ : Видавництво НАУ, 2005. 192 с.

ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ НОРМАЛЬНОГО ЗАГЛИБЛЕННЯ АТАКУЮЧОЇ ДРОБИНКИ В МЕТАЛЕВУ ПОВЕРХНЮ

Горик О. В.

д.т.н., професор кафедри загальнотехнічних дисциплін, професор

Ковальчук С. Б.

д.т.н., професор кафедри загальнотехнічних дисциплін

Брикун О. М.

к.т.н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін

Антонець А. В.

к.п.н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Відомо, що швидкість різання має домінуючий вплив на стійкість інструменту [1]. Абразивні частинки (технічний дріб), що використовуються як інструмент при дробоструминному очищенні металевих виробів від різного роду забруднень, піддаються різним видам зношування (абразивному, адгезійному, дифузійному та ін.)

У зоні контакту абразивних частинок (дробинок) із оброблюваною поверхнею розвиваються досить високі температури та зростає сила тертя. Це призводить до зміни адгезійних зв'язків, формується дифузійне розчинення, що різко зменшує стійкість інструменту.

Слід додати, що, крім високої міцності, дробинки повинні мати хорошу здатність, постійно оголювати затуплені ріжучі кромки шляхом відколювання частинок. Знайти оптимальну рівновагу між продуктивністю та економічністю дробоструминного очищення, якістю обробки та високою стійкістю абразивних частинок досить складне технологічне завдання.

У зв'язку з цим вивчення кінематичних параметрів руху, і насамперед швидкостей руху, дробинок при взаємодії з металевою поверхнею є одним із першочергових завдань мало вивченого технологічного процесу дробоструминного очищення.

Відомі роботи, в яких викладені результати досліджень фізичної сутності явищ, що відбуваються при дробоструминному очищенні металів, механізму руйнування поверхневого шару виробу, що обробляється, послідовності визначення оптимальних технологічних режимів дробоструминного очищення металевих поверхонь, швидкостей руху дробинок в атмосфері спокійного повітря та ін. [2-4].

Проте робіт, присвячених вивченню швидкостей пересування дробинок у процесі взаємодії з металевою поверхнею, виявлено мало. Насамперед це можна пояснити швидкоплинністю контактування дробинок з металевою поверхнею при дробоструминному очищенні, тривалість якого становить $10^{-5} \dots 10^{-6} \text{ с}$.

У відомих роботах процес взаємодії атакуючої дробинки з оброблюваною поверхнею описується, в основному, у ньютонівському викладі механіки, з поділом на нормальний та тангенціальний напрями взаємодії. При цьому в залежності від вихідних моделей взаємодії отримані тригонометричні [3, 5, 6] або експонентні [7] закони контактного переміщення дробинки. Незважаючи на це, результати атаки дробинки (розміри сліду) залишалися подібними.

У цій роботі викладено теоретичні дослідження щодо визначення параметрів пересування дробинок при нормальній взаємодії з металевою перешкодою, що володіє пружно-пластичними властивостями, з використанням рівняння Лагранжа другого роду. При цьому пружність поверхні, яка не призводить до залишкових деформацій поверхневого шару виробу, що обробляється, не враховується.

Представимо взаємодію твердої сферичної дробинки діаметром d , що атакує плоску металеву поверхню зі швидкістю v_0 , під кутом $\alpha = 90^\circ$ (рис. 1).

Дробинка формує на металевій поверхні слід (лунку) діаметром $d_n = b$ та глибиною h .

Опишемо рух дробинки по нормалі до поверхні в напрямку координати y , використовуючи, як уже говорилося, рівняння Лагранжа другого роду:

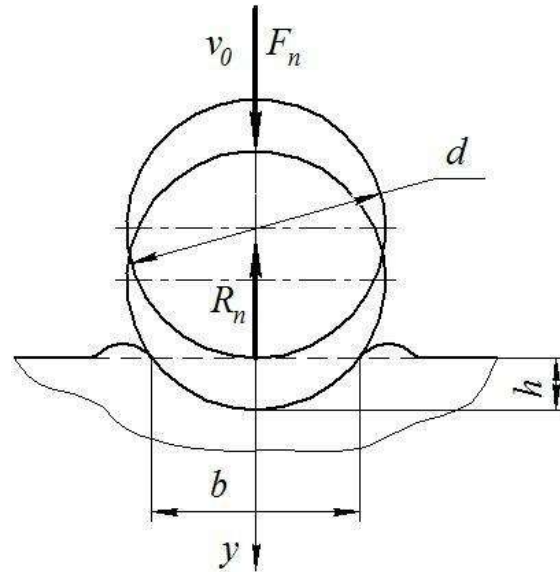


Рис. 1 Схема взаємодії дробинки з оброблюваною поверхнею

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{y}} \right) - \frac{\partial T}{\partial y} = Q_y, \quad (1)$$

де T – кінетична енергія дробинки, яка витрачається на пластичне деформування поверхні, що обробляється; y – узагальнена координата; \dot{y} – узагальнена швидкість; t – час; Q_y – узагальнена сила, що дорівнює алгебраїчній сумі активної F_n та реактивної R_n сил у зоні контакту.

З використанням відповідних похідних $\frac{\partial T}{\partial \dot{y}} = m\dot{y}$, $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{y}} \right) = m\ddot{y}$ та $\frac{\partial T}{\partial y} = 0$, вираз (1) зводиться до диференціального рівняння типу $d^2y/dt^2 = k(h - y)$, рішенням якого, визначимо вирази для параметрів заглиблення дробинки:

$$y = h + 0,5 \left[\left(v_0/\sqrt{k} - h \right) e^{\sqrt{k}t} - \left(v_0/\sqrt{k} + h \right) e^{-\sqrt{k}t} \right], \quad (2)$$

$$v = dy/dt = 0,5k \left[\left(v_0/\sqrt{k} - h \right) e^{\sqrt{k}t} + \left(v_0/\sqrt{k} + h \right) e^{-\sqrt{k}t} \right], \quad (3)$$

де v_0 – початкова швидкість атаки; $h = \sqrt{2T/(\pi d H_\delta)}$ – повна глибина заглиблення дробинки; y – поточна глибина заглиблення дробинки; $k = \sqrt{\pi d H_\delta/m}$ – коефіцієнт зміни швидкості заглиблення дробинки; d – діаметр дробинки; m – маса дробинки; H_δ – динамічна твердість оброблюваного матеріалу.

Прирівнявши (3) до нуля, знайдемо час заглиблення дробинки в металеву перешкоду

$$t = \frac{1}{2\sqrt{k}} \ln \left[\frac{\left(h + v_0/\sqrt{k} \right)}{\left(h - v_0/\sqrt{k} \right)} \right] \quad (4)$$

Аналогічно можна обґрунтувати параметри тангенціального переміщення сферичної частинки при атаці поверхні під певним кутом, що властиво дробоструминній обробці.

Наведені теоретичні результати підтверджують думку, що нормальна складова швидкості атаки при заглибленні дробинки в поверхневий шар оброблюваної поверхні стрімко падає від деякого початкового значення до нуля, моментально згасаючи в кінці етапу заглиблення, що характерно для експоненційного закону переміщення. Вони добре узгоджуються з даними відомих досліджень та зі значеннями параметрів атаки технічного дробу, які спостерігаються при експериментальному вивченні процесу дробоструминного очищення металевих виробів із маловуглецевих сталей.

Список використаних джерел

1. Вульф А.М. Резание металлов. Москва : Машиностроение, 1973. 496 с.
2. Проволоцкий А. Е. Струйно-абразивная обработка деталей машин. Киев : Техника, 1989. 177 с.
3. Новіков Ф. В., Андилахай О. О. Основи струминно-абразивної обробки дрібних деталей: монографія. Харків : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. 348 с.
4. Горик О.В., Черняк Р.Є., Чернявський А.М., Брикун О.М. Дробоструминне очищення. Теорія і практика. Полтава : Видавництво ПП «Астрая», 2021. 326 с.
5. Gorik A. V., Zinkovskii A. P., Chernyak R. E., Brikun A. N. Elastoplastic deformation of the surface layer of machinery constructions on shot blasting. *Strength Mater.* 2016. Vol. 48, № 5. P. 650–657.
6. Шин И. Г. Расчет температуры в зоне контакта при дробеударном упрочнении детали. *Вестник машиностроения*. 2010. №1. С. 67–69.
7. Goryk A., Koval'chuk S., Brykun O., Chernyak R. Viscoelastic resistance of the surface layer of steel products to shock attack of a spherical pellet. *Key Engineering Materials*. 2020. Vol. 864. P. 217–227.

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЗМІЦНЕННЯ СТРІЛЧАСТИХ ЛАП ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ

Грицай А. В., Дінець А. А.

здобувачі вищої освіти СВО Магістр спеціальності 208 Агроінженерія

Келемеш А. О.

к.т.н., доцент кафедри технологій та засобів механізації

аграрного виробництва, доцент

Полтавський державний аграрний університет

м. Полтава, Україна

Надійність стрілчастих лап ґрунтообробних знарядь доцільно підвищувати, використовуючи зміцнення їх ріжучих поверхонь. На сьогодні відомо людству