

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ЧАСТИНКИ АБРАЗИВНОГО РОБОЧОГО
СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВІБРАЦІЙНІЙ ОБРОБЦІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ****Y. Galan Ph.D ; M. Kolosinsky; A. Galunka; K. Gertsun****INTERACTION OF PARTICLES ABRASIVE WORKING ENVIRONMENTS AT
VIBRATING PROCESSING WITH THE TREATED AUTOMOBILE DETAILS**

Підвищення продуктивності і якості вібраційної обробки деталей створює передумови розвитку і поліпшенню технологічного процесу, інтенсивність якого визначається величиною сили взаємодії абразивної гранули з оброблюваною поверхнею [1, 2]. Одним із найбільш інтенсивних методів цього технологічного процесу є вібраційно-відцентрова обробка автомобільних деталей в установках з жорсткою кінематичною схемою, які створюють складний рух робочого середовища в середині камери. Рух робочої камери може бути не тільки просторовим чи планетарним, але і по складній просторовій кривій. Створені по цьому принципу установки технологічного процесу обробки деталей в сипучому абразивному середовищі, забезпечують підвищення його продуктивності і інтенсивності [2]. В зв'язку з різноманітністю форм і розмірів гранул, варіантів їх орієнтації в момент співудару з робочою поверхнею та зміною фізико-механічних властивостей поверхневого шару в процесі обробки експериментально визначити значення λ дуже важко. Визначимо його аналітично. Припустимо, що імпульс сил, діючих на гранулу при ударі по дотичній, обумовлений тільки силою тертя, і гранула починає зміщуватись по робочій поверхні при найбільшому граничному значенні імпульсу цієї сили.

$$|P_\tau| = \lambda |P_n|, \quad (1)$$

де P_n – імпульс нормального тиску при ударі.

Зміщення грані при ударі відсутнє, коли

$$|P_\tau| \leq \lambda |P_n|, \quad (2)$$

Для аналітичного рішення поставленої задачі, визначення коефіцієнту λ миттєвого тертя гранули по відповідній робочій поверхні, розглянемо розрахункову схему удару гранули по робочій площині показаної на рис. 1.

В момент переходу одного виду удару гранули в другий справедлива залежність, яка описує удар без ковзання:

$$\left. \begin{aligned} m(V_{1\xi} - V_\xi) &= P_\tau \\ m(V_{1\eta} - V_\eta) &= P_n \\ I_c \omega_1 &= P_\tau \cdot p_\eta - P_n \cdot p_\xi, \\ V_{1\eta} &= e |V_\eta| \\ V_{1\xi} - \omega_1 \cdot p_\eta &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

де m – маса гранули; $V_{1\xi}$, $V_{1\eta}$ і V_ξ , V_η – проекції швидкості центра С маси гранули в кінці і початку удару; ω_1 – кутова швидкість гранули після удару; e – коефіцієнт відновлення нормальної складової швидкості гранули при ударі.

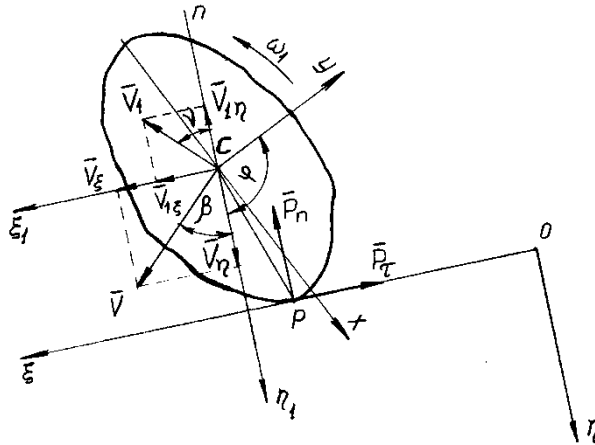


Рисунок 1. Розрахункова схема удару гранули на площину

$\xi O\eta$ - нерухома система координат; $\xi_1 C\eta_1$; Sxy - рухомі системи координат, зв'язаних з гранулою; n – нормаль до площини; β , ν , φ - кути падіння, відбиття і орієнтації гранули

Момент інерції гранули відносно головної осі, перпендикулярної площині удару $\xi O\eta$,

$$I_c = \frac{1}{5} m(a^2 + b^2), \quad (4)$$

де a , b – розміри половини головних осей середнього перерізу, який лежить в площині удару ($b < a$).

Проекції радіуса – вектора CP , визначаючого орієнтацію гранули відносно площини

$$p_\eta = \sqrt{b^2 + (a^2 - b^2) \cdot \sin^2 \varphi}, \quad (5)$$

$$p_\xi = (a^2 - b^2) \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi / \sqrt{b^2 + (a^2 - b^2) \cdot \sin^2 \varphi}, \quad (6)$$

Із системи (3) з врахуванням підстановки в неї вирази (4)-(6) отримаємо

$$P_\tau = \frac{mV \left[5(1+e)(1-k^2) \sin \varphi \cdot \cos \varphi + (1-k^2) \sin \beta \right]}{6+k^2-5(1-k^2) \cdot \cos^2 \varphi}, \quad (7)$$

$$P_n = mV(1-e) \cos \beta, \quad (8)$$

де $k = b/a$.

Підставити (7) і (8) в (2), після перетворень будемо мати рівняння, зручне для аналізу

$$\lambda = \frac{5 \left[\frac{(1-k^2)}{(1+k^2)} \right] \cdot \sin 2\varphi + 2tg\beta / (1+e)}{7 - 5 \left[\frac{(1-k^2)}{(1+k^2)} \right] \cdot \cos 2\varphi}, \quad (9)$$

Максимальне значення коефіцієнта λ відповідає моменту переходу від удару без ковзання гранули до удару з ковзанням по оброблюваній поверхні (рис.2). Це значення коефіцієнта λ може бути границею між двома технологічними процесами вібраційної обробки, що відповідає максимальному зняттю матеріалу з оброблюваної поверхні (металу, корозії, ливарного штаму та ін.) при максимальному значенні P_n , до шліфування оброблюваної поверхні (зминання виступів мікронерівностей, згладжування нерівностей і т. д.) при збільшенні значення P_τ з переходом до режиму полірування.

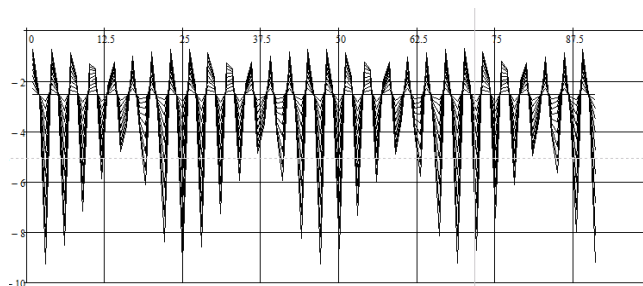
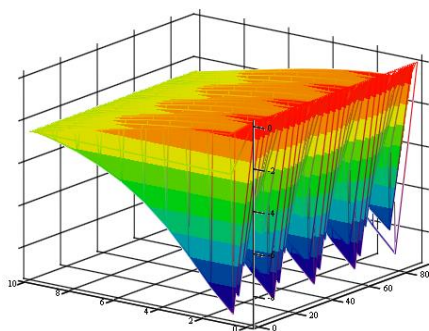


Рисунок 2. Залежність коефіцієнта миттєвого тертя λ гранули від коефіцієнта форми гранули $k=b/a$ та кута орієнтації гранули φ

Отримані графіки залежності коефіцієнта миттєвого тертя λ гранули від коефіцієнта форми гранули $k=b/a$ та кута орієнтації гранули φ , дають можливість визначити потрібні параметри гранули сипучого робочого середовища і кута її взаємодії з оброблюваною поверхнею, що визначається кінематикою вібраційної установки, яка встановлює вид циркуляції робочого середовища для певного технологічного процесу обробки деталей.

Аналізуючи отримані графіки можна констатувати факт, що при меншому значенні коефіцієнта k (витягнута, еліптична форма гранули) перепад (зміна) значень λ від величини φ є значною, з синусоїдальною періодичністю, приблизно рівною 22° (3° , 25° , 47° ...), що відповідає переходу від режиму різання до режиму шліфування абразивної гранули і оброблюваної поверхні. При збільшенні коефіцієнта k (округлюється форма гранули) зміна значень коефіцієнта λ від величини φ незначна і відповідає в більшості режиму різання або проникнення абразивної гранули в оброблювану поверхню.

Наведені висновки аналізу графіків дають можливість стверджувати, що для певної форми (коефіцієнта k) гранули сипучого абразивного робочого середовища, змінюючи значення кута її орієнтації φ , можна визначити чи задати потрібну величину сили різання P_n і сили зминання P_t , або їх певне співвідношення, яке б відповідало потрібному технологічному процесу вібраційного оброблення деталей.

Література

1. Кондратюк О.М. Аналіз циркуляції робочого середовища при вібраційно-відцентровій обробці деталей / О.М. Кондратюк, І.В.Ромейко // Вісник НУВГП. Випуск 2(3) – Рівне: 2006. – С. 253-271.
2. Кондратюк О.М. Теоретична модель процесу вібраційно-відцентрової обробки./ О.М. Кондратюк// Вісник НУВГП. Зб. наук. пр. - Випуск 2(38) – Рівне: 2007. – С. 286-293.

УДК 656.025

Б. Г. Грещук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПІДВИЩЕННЯ ПРИВАБЛИВОСТІ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

B. G. Greshchuk

INCREASING THE ATTRACTIVENESS OF URBAN PASSENGER TRANSPORT

У сучасних умовах розвитку міських агломерацій питання підвищення привабливості міського пасажирського транспорту набуває стратегічного значення,