

УДК 621.923.74

Л. С. Серілко, канд. техн. наук, доц., О.С. Стадник, канд. техн. наук, М.В. Пікула
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЧАСТИНОК У ВІДЦЕНТРОВІЙ УСТАНОВЦІ

L.S. Serilko, Ph.D., Assoc. Prof., O.S. Stadnyk Ph.D. M.V. Pikula

RESEARCH MOTION OF PARTICLES IN THE CENTRIFUGAL INSTALLATION

У машинобудуванні зростає питома вага об'ємної оздоблювально-зачищувальної обробки (ОЗО) деталей гранульованими робочими середовищами, яка дозволяє механізувати такі трудомісткі операції, як шліфування, полірування, підготовка поверхонь під покриття, видалення задирок і заокруглення кромek. Для виконання цих операцій широко застосовують, зокрема, високопродуктивну відцентрову обробку, яка дозволяє створити значний тиск частинок гранульованих робочих середовищ на деталі.

Істотним недоліком існуючих методів ОЗО є наявність в робочій камері зон різної інтенсивності впливу гранул на деталі, причому велика частина деталей і гранул з'являється в зоні відносного спокою - застійній зоні, що призводить до порушення стабільності обробки, і відповідно – виникнення браку. Тому для підвищення стабільності відцентрової обробки і якісних характеристик поверхонь деталей пропонується інтенсифікувати відносний рух гранул і поверхонь деталей. В цьому випадку відбувається додатковий рух гранул відносно поверхонь деталей, циклічно руйнується застійна зона, що створює умови для підвищення стабільності формування однорідної шорсткості поверхонь деталі і інтенсифікується видалення металу.

При проектуванні установок важливою задачею є визначення кінематичних характеристик руху частинок абразивної маси у камері.

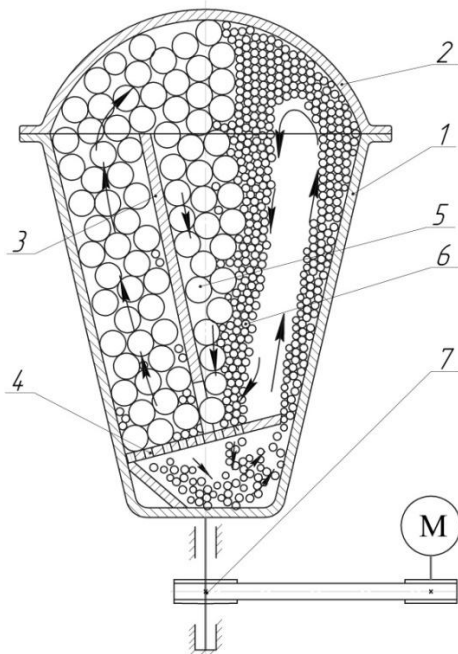


Рис. 1. Схема установки для обробки деталей:
1 – камера, 2 – кришка, 3 – розсікач, 4 – днище перфороване, 5 – деталі, 6 – абразив, 7 - привод

Розглянемо рух частинки абразиву, вважаючи її матеріальною точкою, по конічній поверхні камери відцентрової установки (рис. 1) при наявності перегородок, які обмежують рух частинок в трансверсальному напрямі.

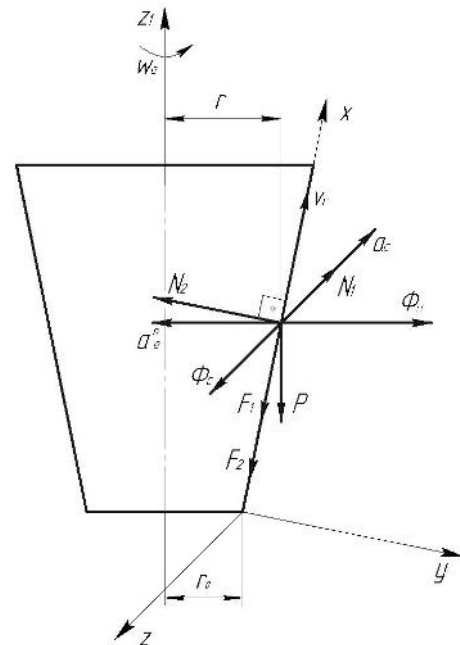


Рис. 2. Розрахункова схема сил, що діють у віброустановці

При включенні приводу маса завантаження починає здійснювати складний рух. Під дією відцентрових сил інерції маса завантаження починає підніматися по внутрішній поверхні контейнера і після контакту з сферичною кришкою частинки маси середовища починають рухатися назустріч один одному. В результаті відбувається інтенсивне перемішування інгредієнтів маси завантаження і відповідна обробка деталей. Під дією гравітаційних сил інгредієнти опускаються вниз і розділяються перфорованим днищем на деталі та абразивні частинки. Цикл обробки повторюється.

Для дослідження відносного руху частинки (точка M) зв'яжемо з поверхнею робочої камери (рис. 2) систему координат $OXYZ$. Положення точки на поверхні буде визначатися координатою X . Оскільки система координат $OXYZ$ обертається разом з камерою навколо нерухомої осі Z_1 , то рух точки M буде описуватися за допомогою диференціальних рівнянь відносного руху точки.

Розв'язавши їх, отримаємо умови забезпечення руху частинки по бічній поверхні камери

$$\omega^2 > \frac{g(\cos \alpha + f_2 \sin \alpha)}{r_0(\sin \alpha - f_2 \cos \alpha)}$$

Якщо прирівняти $f_1 = f_2 = \operatorname{tg} \varphi$, то рівняння (10) матиме вигляд

$$\frac{\sin \alpha \cos \varphi - \sin \varphi \cos \alpha}{\cos \alpha \cos \varphi + \sin \varphi \sin \alpha} \geq \frac{g}{2\omega^2}$$

а після незначних перетворень

$$\omega^2 = \frac{g}{r_0 \operatorname{tg}(\alpha - \varphi)}$$

Оскільки форма камери криволінійна ($\alpha \neq \text{const}$) і $\sin \alpha - f_2 \cos \alpha > 0$, тоді характеристичне рівняння буде мати два корені

$$\lambda_{1,2} = -\frac{A}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{A}{2}\right)^2 - B}$$

а загальним розв'язком неоднорідного рівняння є

$$x = c_1 \alpha_1 e^{\alpha_1 t} + c_2 e^{\alpha t}$$

Приймаємо розміри камери ($r_0 = 0,05$ м, $\alpha = 65^\circ$, $f = 0,4$), отримаємо рівняння руху:

$$\ddot{x} + 10,87\dot{x} - 150,17x = -2,25$$

Розв'язавши його, отримаємо графічні залежності кінематичних параметрів обробки деталей у відцентровій установці, що дозволить встановити обґрунтовані конструктивні та технологічні параметри ефективного функціонування установки для відцентрової обробки деталей.