

УДК 621.922

О.Г. Маслов, д.т.н., проф. КрНУ ім. Михайла Остроградського

## ВІБРОАБРАЗІВНІ МАШИНИ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

**АНОТАЦІЯ.** В роботі розглядається процес віброабразивної обробки деталей будівельних машин складної конфігурації у віброабразивній машині без застосування традиційного дебалансу.

**Ключові слова:** вібрація, абразив, обробка, деталь, машина.

**SUMMARY.** We consider the process vibrotsionoabrasionof construction machines in the complex configuration vibrotsionoabrasionwithout the traditional imbalance.

**Keywords:** vibration, abrasive treatment, detail, machine.

**Вступ.** В сучасному виробництві зростають технічні вимоги до якості поверхневого шару деталей будівельних машин. За допомогою ручних та переносних машин з абразивним робочим органом виконується до 30% зачисних та очисних операцій. Деталі великих розмірів очищують піскоструминним методом, однак це вимагає застосування потужної вентиляції та засобів індивідуального захисту робітника. Деталі невеликих розмірів при серійному виробництві доцільно обробляти віброабразивним способом [1, 2].

**Ціль статі.** Дослідження віброабразивної машини, що виконує обробку деталей будівельних машин складних конфігурацій.

**Виклад основного матеріалу.** Доповненням до відомих на сьогодні абразивних способів обробки деталей будівельних машин можна віднести віброабразивні машини (рис.1-2) з імпульсним впливом на контейнер з абразивом та деталями.

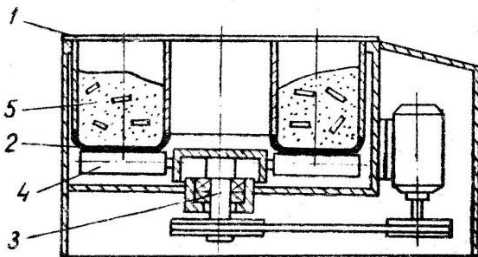


Рисунок 1. Віброабразивна машина з кільцевим контейнером: 1 – контейнер, 2 – еластичне дно контейнера, 3 – вал вертикальний, 4 – ролики горизонтальні, 5 – маса завантаження.

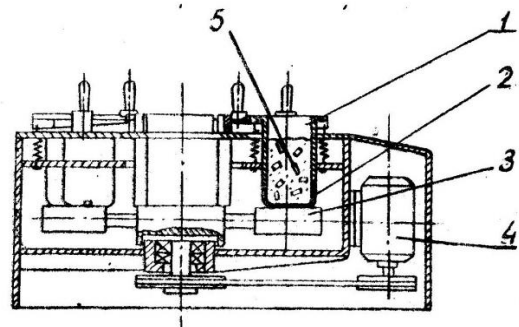


Рисунок 2. Багатоконтейнерна віброабразивна машина: 1 – контейнер, 2 – еластичне дно контейнера, 3 – вал вертикальний, 4 – ролики горизонтальні, 5 – маса завантаження.

Віброабразивна машина з кільцевим контейнером 1 торової форми (рис. 1) має еластичне дно 2 виготовлене з гуми товщиною 10мм. Під контейнером 1 розташований привід коливальний, що складається з вертикального валу 3, на якому встановлені горизонтальні ролики 4, які діють на еластичне дно 2. При обертанні валу 3 еластичне дно 2 виконує хвилеподібні коливальні рухи, що передаються масі завантаження 5 (абразив з деталями). Багатоконтейнерна віброабразивна машина (рис. 2) відрізняється тим, що горизонтальні ролики 4 діють на еластичне дно 2 кожного із контейнерів 1, передаючи масі завантаження 5 імпульсні коливальні рухи. Величина вдавлювання горизонтальних роликів 4 на еластичне дно 2 контейнерів 1 визначає амплітуду коливальних рухів. Частота коливальних рухів  $\nu$  визначається частотою проходження горизонтальних роликів 4 по еластичному дну 2, тобто частоті обертання вертикального валу  $n$  на кількість роликів віброабразивної машини  $N$ . Регулювання амплітуди коливальних рухів на віброабразивних машинах виконується за допомогою механізму вертикального переміщення контейнерів.

Відмінною особливістю вищевказаних машин є відсутність традиційного дебалансного вібратора та коливальних рухів контейнерів 1 під час обробки. Під час роботи машини відбувається лише періодична зміна форми деформуємого робочого органу (еластичного дна). Віброабразивні машини є практично повністю зрівноваженими, що знижує вібрації та рівень шуму під час роботи, зменшує динамічні навантаження на елементи машини та дає можливість створити більш інтенсивні режими роботи [3].

У віброабразивній машині, на відміну від звичайних віброустановок, передача силових імпульсів від робочого органу в масу завантаження відбувається одночасно на великій площі, процес відбувається швидше та має локальний характер. Це дозволяє інтенсифікувати процес взаємодії між собою абразиву та деталей в контейнері за рахунок концентрації енергії коливань. Відсутність в машині віброуючих складових спрощує монтування та наступну експлуатацію допоміжного технологічного обладнання. Суттєвою перевагою багатоконтейнерної віброабразивної машини є можливість індивідуального регулювання амплітуди коливання абразиву та деталей в кожному контейнері.

Існування у віброабразивній машині локальної зони інтенсивного впливу еластичного дна контейнера на масу абразиву з деталями створює циркуляцію абразиву та деталей і забезпечує багаторазове та рівномірне проходження всіх компонентів через зону інтенсивної дії. В свою чергу розміри зони та інтенсивність коливальних процесів впливають на швидкість циркуляції. Ефективність керування циркуляцією та процесом обробки залежить від кінематичних і геометричних характеристик робочого контейнера та приводу коливань. Отже для ефективного керування циркуляцією та процесом обробки в цілому потрібно визначити ці залежності від геометричних та кінематичних параметрів віброабразивної машини [4].

Для визначення геометричних характеристик робочого контейнера в статиці необхідно визначити систему залежностей, яка в циліндричних координатах  $\rho, \varphi, z$  (рис. 3) геометричне місце точок, що належать його внутрішній поверхні [5, 6].

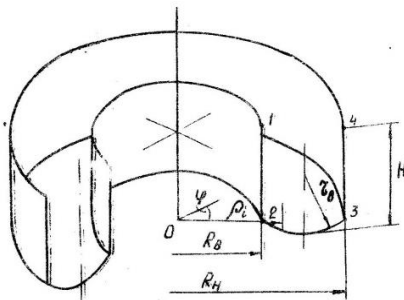


Рисунок 3. Торувий контейнер віброабразивної машини в циліндричних координатах.

Конфігурація деформованого еластичного дна контейнера торової форми описується синусоїдальною хвилею, в яке вдавнено  $N$  – роликів, які встановлені через однакову відстань на валу, щоб деформовані ділянки дна не накладалися один на одного. Максимальна величина вдавлювання ролика в еластичне дно  $A_i^{\max}$  для усіх роликів є однаковою. Отже рівняння лінії перетину сечення циліндра контейнера з середнім радіусом  $R_{\text{сеп}}$  із поверхнею еластичного дна має вигляд:

$$z = \begin{cases} \frac{1}{2} A_i^{\max} \sin \varphi, & \varphi \in \left[ -\frac{\Theta}{2}; \frac{\Theta}{2} \right]; \\ r_q - \sqrt{r_q^2 - (p_i - R_{\text{пад}})^2}, & \end{cases} \quad (1)$$

де  $R_{\text{сеп}} = (R_H - R_B)/2$  - середній радіус контейнера;

$R_H$  - зовнішній радіус контейнера;

$R_B$  - внутрішній радіус контейнера;

$\Theta$  - довжина деформованої ділянки еластичного дна;

$r_q$  - радіус кривизни еластичного дна в поперечному перерізі.

Для визначення залежностей кінематичних характеристик еластичного дна контейнера від конструктивних параметрів віброабразивної машини необхідно в циліндричну систему координат замість  $\varphi$  ввести узагальнену координату  $\tau = \omega t$ , яка



визначає кут повороту привідного валу, що дозволяє отримати закон руху еластичного дна контейнера:

$$z = \begin{cases} \frac{1}{2} A_i^{max} \sin \omega_{\Pi} t, & t \in \left[ \frac{2\pi(K_{\Pi} - 1) - \Theta_i \cdot k_{\Pi}}{2K(\omega_{\Pi} \cdot \rho_i)}; \frac{2\pi(K_{\Pi} - 1) + \Theta_i \cdot k_{\Pi}}{2K(\omega_{\Pi} \cdot \rho_i)} \right]; \\ r_q - \sqrt{r_q^2 - (p_i - R_{сер})^2}, \end{cases} \quad (2)$$

де  $\omega_{\Pi} = \frac{4\pi^2 n \rho_i}{cA^{max}}$  - приведена частота коливань;

$K_{\Pi}$  - порядковий номер ролика;

$n$  - частота обертання привідного валу;

$c$  - безрозмірний коефіцієнт, що враховує пружність дна;  $t$  - час.

Стійка циркуляція можлива за умови інтенсивного підкидування часток. З врахуванням цієї умови залежність для визначення максимального вертикального переміщення часток за цикл коливань визначається із залежності:

$$z^{max} = -\frac{(A_i^{max} \omega_{\Pi} + A_i^{max} z_0)^2}{2q_k} + A_i^{max} \omega_{\Pi} \cos \omega_{\Pi} t \frac{A_i^{max} \omega_{\Pi} + A_i^{max} z_0}{q_k} - A_i^{max} \sin \omega_{\Pi} t, \quad (3)$$

де  $q_k = Q/m$ ;

$Q$  - сила гідростатичного тиску над масою завантаження;

$m$  - маса часточки.

Об'єм завантаження, який поступає в зону інтенсивної взаємодії за одне коливання еластичного дна, для торового контейнера:

$$V = \frac{4\pi\sqrt{8Hg}}{3q_k} (\sqrt{(z^{max} - a)^3} - \sqrt{a^3}) (R_B + R_H), \quad (4)$$

де  $a = A_i^{max} \omega_{\Pi} / 2q_k$ .

Для циліндричного контейнера:

$$V = \frac{4\pi R \sqrt{8Hg}}{3q_k} (\sqrt{(z^{max} - a)^3} - \sqrt{a^3}) - \frac{8\pi g H}{q_k} (2(z^{max})^2 - a z^{max}) \quad (5)$$

Отримані залежності дозволяють прогнозувати вплив основних конструктивних параметрів віброобразивної машини на процес обробки.

### Висновки

1. Величина вдавлювання ролика в еластичне дно та кількість роликів значного впливу на прискорення еластичного дна на викликають;
2. Прискорення еластичного дна визначається частотою обертання привідного валу та середнім радіусом контейнера;
3. Для керування процесом обробки найбільш перспективно варіювати частотою обертання привідного валу та величиною вдавлювання ролика в еластичне дно.

### Література

1. Політов І.С., Ковалів Н.А., Вібраційна обробка деталей машин і приладів, Л., 1965.
2. Бабичев А. П., Вібраційна обробка деталей в абразивному середовищі, М., 1968.
3. Бабичев А.П., Устинов В.П., Ходош Б.Б. Вибрационная отделочноупрочняющая обработка деталей машин // Размерночистовая и упрочняющая обработка поверхностно-пластическим деформированием. – М., 1968. – С. 82–90.
4. Хайкин С.Э. Физические основы механики. – М.: Наука, 1971. – 751 с.
5. Маслов А.Г. Вибрационные машины и процессы в дорожно-строительном производстве: монография / А.Г. Маслов, Ю.С. Саленко // Кременчуг: изд. ЧП Щербатых А.В., 2014. – 264 с.
6. Маслов А.Г. Разработка установки для вибромеханической обработки строительных смесей / А.Г. Маслов, Ю.С. Саленко, Е.В. Стукота // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – Харьков: ХНАДУ, 2012. – Вып. 57 – С. 59–62.