

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ



ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
міжнародної науково-практичної онлайн конференції
«Сучасні проблеми та перспективи розвитку
машинобудування України»,
присвяченої 20-й річниці з дня створення
факультету конструювання та дизайну
Національного університету біоресурсів і
природокористування України

23-24 вересня 2021 року

м. Київ

УДК 621.926.22

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЧНОГО
РЕЖИМУ ВІБРАЦІЙНИХ КОНУСНИХ ДРОБАРОК**

Міщук Є.О., к.т.н., доц.

Назаренко І.І., д.т.н., проф.

Міщук Д.О., к.т.н.

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

E-mail: mischuk.do@knuba.edu.ua

Вступ. При виготовленні та переробці будівельних матеріалів широко використовуються конусні дробарки. Конусні дробарки мають ряд переваг в

порівнянні з іншими дробильними машинами: менші габарити, прості в експлуатації, знижені витрати електроенергії, високий коефіцієнт руху, здатність перероблювати матеріал високої міцності і абразивності.

До недоліків слід віднести низький степінь дроблення, значні відцентрові сили на високих частотах коливання рухомого конуса, та нерівномірність завантаження вихідним матеріалом, що призводить до нерівномірності роботи дробарки, підвищенню напружень в елементах конструкції дробарки та нерівномірному зносу дробильних плит.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Дослідження по вдосконаленню ефективності конусних дробарок наведені в джерелах [1], [2], [4]. Найбільш перспективною є ідея розглянута в джерелі [1], яка полягає в заміні ексцентрика конусної дробарки привідним вібратором дебалансного типу.

В джерелах [1], [2] пропонується підвищення числа коливань рухомого конуса, внаслідок чого підвищується продуктивність та степінь дроблення. Проте виникають ряд небажаних ефектів в основному пов'язаних з незбалансованістю конусної дробарки при роботі на підвищених частотах. Таким чином вдосконалення конструкції конусної дробарки є актуальною задачею.

Мета дослідження. Основною метою даної роботи є дослідження впливу основних параметрів механічного режиму конусної дробарки на робочий процес та встановленні раціональних значень цих параметрів.

Виклад основного матеріалу. Для визначення оптимальних параметрів вібраційної конусної дробарки складемо її рівняння руху.

Прийемо, що рухомий конус є абсолютно жорстким циліндром, який котиться по твердому недеформованому тілу, що має форму еліпса.

В свою чергу приймаємо, що корпус дробарки з вібраторами є тверде тіло з масою $m_{\text{заг}}$ і моментом інерції I , який закріплений на нерухомій основі пружинами жорсткістю c_{i3} . Дебалансні вібратори, відстань між якими складає $2l$, обертаються з однаковою частотою ω . Схема до розрахунку конусної дробарки наведена на рис. 1

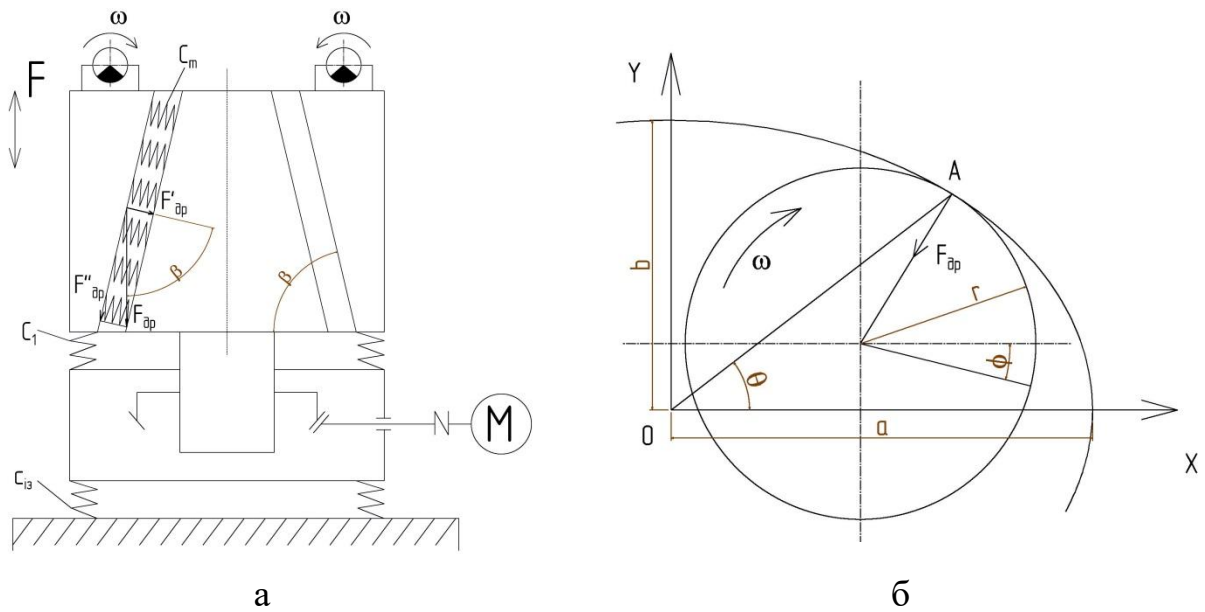


Рис. 1. Схема до розрахунку вібраційної конусної дробарки
 а – спрощена розрахункова схема при дії вібрації; б – розрахункова схема
 обкочування внутрішнього конуса по зовнішньому

На основі рівнянь Лагранжа другого роду рівняння руху для конусної дробарки запишуться наступним чином:

$$\begin{cases} m_{pk} \ddot{x}_1 = F_{dp} \cdot \text{Cos}(\alpha); \\ m_{pk} \ddot{y}_1 = F_{dp} \cdot \text{Sin}(\alpha); \\ I_{pk} \ddot{\varphi} = M_{kp} - \xi \omega_d - \mu r_k F_{dp}; \\ m_{nk} \ddot{y}_2 + c_1 y_2 + c_m y_2 \cdot \text{Cos}(\beta) = F_0 \text{Sin}(\omega_3 t); \end{cases} \quad (1)$$

де ξ - крутизна характеристика двигуна; ω_d - кутова швидкість ротора двигуна; F_0 - збурювальне зусилля; $c_m y_2 \cdot \text{Cos}(\beta) = F'_{dp} \cdot \text{Cos}(\beta)$ - проекція дробильного зусилля на нормаль до поверхні дробильного конуса; c_m - пружна характеристика дробильного матеріалу; ω_3 - кутова швидкість обертання вала вібратора; r_k - радіус конуса в площині обкочування; M_{kp} - крутний момент на валу двигуна; μ - коефіцієнт тертя при русі конуса; F_{dp} - сила дроблення (нормальна реакція нерухомого конуса); c_1 - коефіцієнт жорсткості пружної системи, яка з'єднує нерухомий конус і корпус дробарки; m_{pk} - маса рухомого конуса; I_{pk} - центральний момент інерції конуса; x_1, y_1 - декартові координати центра конуса O_k ; φ - кут повороту рухомого конуса навколо власної осі; m_{nk} - загальна маса нерухомого конуса; \dot{y}_{nk} - швидкість вертикальних переміщень нерухомого конуса.

Для рішення перших двох рівнянь системи (1) були прийняті наступні

залежності [3]:

$$x_1 = A_1 \times \sin(\omega_1 t); y_1 = A_2 \times \sin(\omega_1 t), \quad (2)$$

де ω_1 - частота обкочування рухомого конуса навколо осі дробарки (частота прецесії конуса).

Рішення третього рівняння було отримано шляхом його інтегрування:

$$\omega_2 = \frac{1}{\xi} \left(M_{кр} - \mu r_k F_{dp} \right) \left(1 - e^{-\frac{\xi}{I_{рк}} t} \right), \quad (3)$$

де ω_2 - кутова частота обертання рухомого конуса навколо власної осі (частота нутації конуса).

За рішення четвертого рівняння системи (1) було прийняте наступне:

$$y_2 = A_3 \times \sin(\omega_3 t). \quad (4)$$

Невідомі коефіцієнти A_1, A_2, A_3 знаходимо на основі диференціювання системи рівнянь (1) з врахуванням рівнянь (3) та (4):

$$A_1 = -\frac{\cos(\alpha) \cdot F_{dp}}{m_{рк} \cdot \omega_1^2 \cdot \sin(\omega_1 t)}; A_2 = -\frac{\sin(\alpha) \cdot F_{dp}}{m_{рк} \cdot \omega_1^2 \cdot \sin(\omega_1 t)}; A_3 = -\frac{F_0 - F_{dp} \cdot \cos(\beta)}{m_{нк} \cdot \omega_3^2}; \quad (5)$$

На основі залежностей (5) були побудовані рівняння руху рухомого та нерухомого конусів рис. 2.

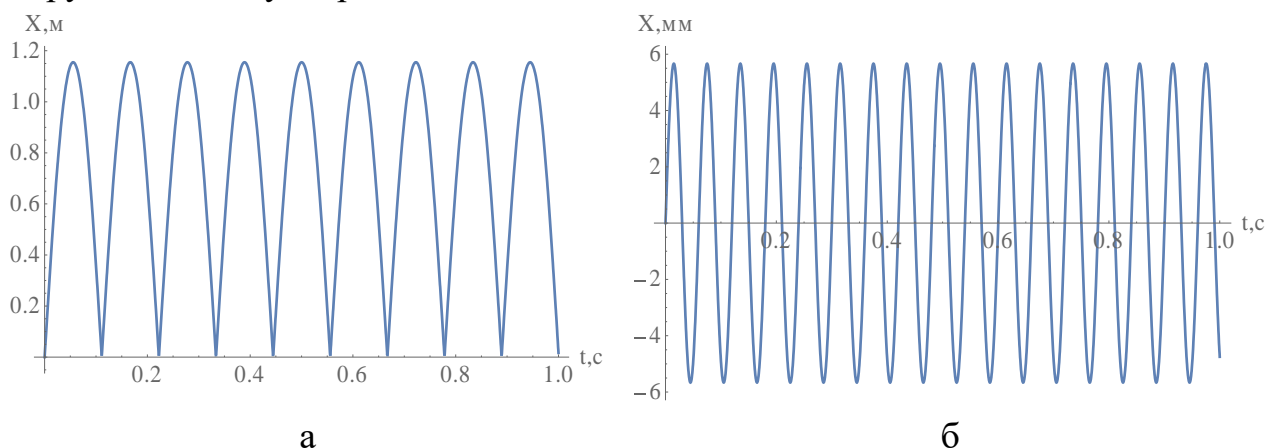


Рис. 2. Амплітуди коливань елементів конструкції конусної дробарки

Список використаних джерел:

1. Блохин В.С. Основные параметры технологических машин. Машины для дезинтеграции твердых материалов: пособие. ч.1 / В.С. Блохин, В.И. Большаков, Н.Г. Малич. – Днепропетровск: ИМА-пресс, 2006. – 404 с.
2. Вайсберг Л.А. Вибрационные дробилки. Основы расчета, проектирования и технологического применения / Л.А. Вайсберг, Л.П. Зарогатский, В.Я. Туркин. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. – 306 с.

3. Назаренко, І. І. Міщук, Є. О. (2019). Дослідження динаміки вібраційної шокової дробарки двосторонньої дії. Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини, 94, 5-15.
<https://doi.org/10.32347/gbdmm2019.94.0101>
4. Nazarenko, I., Mishchuk, D., Ruchynskiy, M., Rogovskii, I., Mikhailova, L., Titova, L., Berezovyi, M., & Shatrov, R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(7(112)), 41–49.
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>