

## БАЛАНСУВАННЯ ВАЛІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН

Під час виготовлення довгих робочих органів, що обертаються (валів), існує необхідність проведення їх балансування внаслідок виникнення технологічних похибок обробки, з'єднання та установки. Балансування готового зібраного робочого органу є вкрай необхідним у технологічному процесі виготовлення та збирання і забезпечує значне зменшення динамічних навантажень на вал, привід та всю установку вцілому. Балансування досить трудомістка операція, а тому її автоматизація із застосуванням комп'ютерних технологій є актуальною, зменшуючи технологічний час та підвищуючи надійність отриманих результатів і точність балансування.

Для балансування робочих органів застосовується верстат, що складається із станини, приводу, лівої та правої пружних опор, обладнаних давачами прискорення, і встановленого на нього робочого органу (валу), який балансується. Вся інформація від давачів потрапляє на спеціалізований комп'ютер, що проводить обчислення і видає дані для балансування конкретного вала.

Метою даної роботи є розробка і дослідження математичної моделі динамічної системи верстата для балансування і на цій основі отримання розрахункових формул для обчислення величини та місця зняття (чи установки) розрахункової маси металу для забезпечення балансування шнекового робочого органу.

Із теорії балансування відомо, що для правильного балансування довгого вала необхідно провести статичне та динамічне балансування. Існують різні практичні методики, але вони розраховані на верстати, що не обладнані комп'ютером та давачами прискорення, потребують багаторазового підбору параметрів балансування та перестановки робочого органу. Проте, у всіх цих випадках балансування зводиться до встановлення додаткових вантажів або зняття шару металу у двох площинах, які, як правило, значно віддалені одна від одної.

Розроблена математична модель, що наведена у цій роботі, дозволяє за одне випробування розрахувати маси та розташування місця зняття металу для повного балансування вала. Повинні бути відомими всі масові, геометричні і пружні параметри верстата та балансованого вала, що достатньо легко визначається із конструкції та певних вимірювань системи.

Рух системи може бути описаний системою із чотирьох диференціальних рівнянь другого порядку

$$\begin{aligned} M_1 \ddot{x}_1 &= -C_1 x_1 - P_1; \\ M_2 \ddot{x}_2 &= -C_2 x_2 - P_2; \\ M_3 \ddot{x}_3 &= P_1 + P_2 + q_1 R_1 \omega^2 \cos(\omega t - \varphi_1) + q_2 R_2 \omega^2 \cos(\omega t - \varphi_2); \\ J_3 \ddot{\varphi} &= P_1(a + b) - P_2(c + d) + q_1 R_1 b \omega^2 \cos(\omega t - \varphi_1) - q_2 R_2 c \omega^2 \cos(\omega t - \varphi_2). \end{aligned} \quad (1)$$

Давачі на верстаті встановлені таким чином, що вимірюють дійсні прискорення, які фіксуються у комп'ютері і, після цифрової обробки і фільтрації, визначаються амплітуди і фази прискорення кожної з опор. На основі цих вимірних величин, визначаємо із системи (1) необхідні розрахункові значення дисбалансів  $q_1$  і  $q_2$  та кутів  $\varphi_1$  і  $\varphi_2$ , що прямо вказує на масу та місце зняття зайвого шару металу.