



## МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ВАЖКИХ КАРУСЕЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Мироненко Є.В., *д.т.н., професор*, Міранцов С.Л., *к.т.н., доцент*,  
Ковальов Д.М., *аспірант*

*Донбаська державна машинобудівна академія*

Продуктивність механічної обробки на важких верстатах, зокрема на карусельних верстатах, визначається безліччю факторів, а також процесами, що виникають у технологічній системі. До таких факторів й процесів відносяться систематичні і випадкові погрішності, вимушені та регенеративні коливання, що виникають на операціях чорнового й чистового точіння і розточування.

Так аналіз процесів точіння і розточування, які виконуються на важких карусельних верстатах з діаметрами планшайби  $D = (6300 \dots 12000)$  мм, моделей 1532, 1565, 1570, 1580Л в умовах ПАТ «ЭМСС» і ПАТ «НКМЗ» при обробці великогабаритних корпусних деталей масою до 20 т, свідчить, що основними факторами, які знижують продуктивність процесу різання є коливання елементів технологічної системи.

Однією з причин виникнення коливань в технологічній системі карусельного верстата при точінні і розточуванні крупно габаритних деталей є великий виліт повзуна, а також недостатня жорсткість збірної конструкції інструмента, що приводить до зниження жорсткості технологічної системи.

Для аналітичних досліджень динамічних явищ, що виникають у процесі різання на важких карусельних верстатах, запропонована структурна модель технологічної системи (рисунок 1).

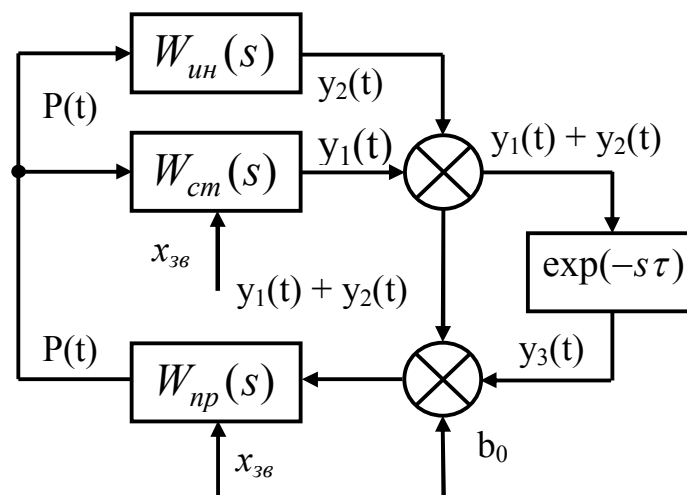


Рисунок 1. – Структурна модель динамічної системи зі збірним інструментом для важких карусельних верстатів

Відмінною рисою запропонованої моделі є наявність підсистеми збірного інструмента  $W_{un}(s)$  як окремої пружної підсистеми, включеної паралельно еквівалентній пружній системі верстата  $W_{cm}(s)$ .



Для побудови передатних функцій, які описують процеси, які протікають у технологічній системі, зокрема процес різання, процеси руху окремих елементів системи, запропонована розрахункова схема еквівалентної пружної системи важкого карусельного верстата «портал - повзун - інструмент – заготовка» (рисунок 2).

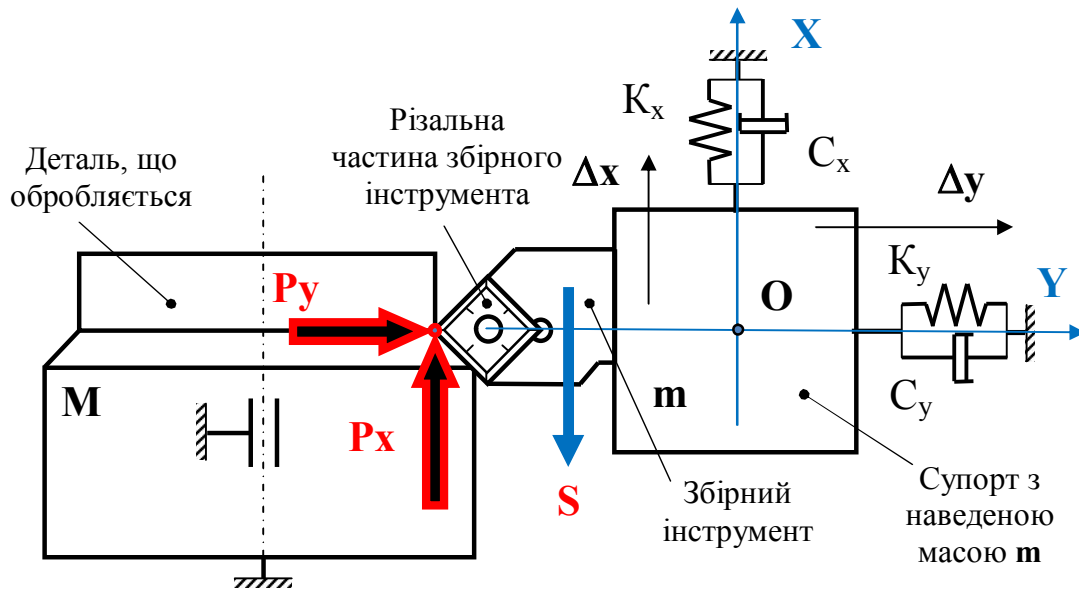


Рисунок 2 – Структурна розрахункова схема технологічної системи важкого карусельного верстата

Процес різання розглядається як система рівнянь, які визначають залежність складових сили різання від часу  $\tau$  і технологічних факторів:

$$P_x(\tau) = \frac{K_{px}}{\sin\varphi} K_p(\tau) [S_0 + \Delta D_x \cdot \sin(\omega\tau + q_0) - x(\tau) - x(\tau - T)] [t_0 - y(\tau) - y(\tau - T)];$$

$$P_y(\tau) = \frac{K_{py}}{\sin\varphi} K_p(\tau) [t_0 + \Delta D_y \cdot \sin(\omega\tau + q_0) - y(\tau) - y(\tau - T)] [S_0 - x(\tau) - x(\tau - T)];$$

де  $\Delta D_x$ ,  $\Delta D_y$  – відповідно, неточність встановлення деталі по осях координат, мм;

$y(\tau)$ ,  $x(\tau)$  – відповідно пружні переміщення елементів системи по осях координат, мм;

$K_p(\tau)$ ,  $K_{px}$ ,  $K_{py}$  – коефіцієнт, що визначає зміну складових сили різання через випадкові погрішності, що виникають при обробці, питомі значення складових сили  $P_x$ , і  $P_y$ ;

$t_0$ ,  $S_0$ ,  $\varphi$  – початкова глибина різання, подача інструменту і головний кут в лані інструмента;

$\omega$ ,  $q_0$ ,  $T$  – частота обертання, початкова фаза обертання деталі, час одного оберту деталі;

Для виконання аналітичних досліджень і моделювання динамічних явищ,



що виникають при різанні, запропонована модель технологічної системи важкого карусельного верстата, яка реалізована в пакеті Simulink Matlab у вигляді візуальної структурної моделі процесу механічної обробки (рисунок 3).

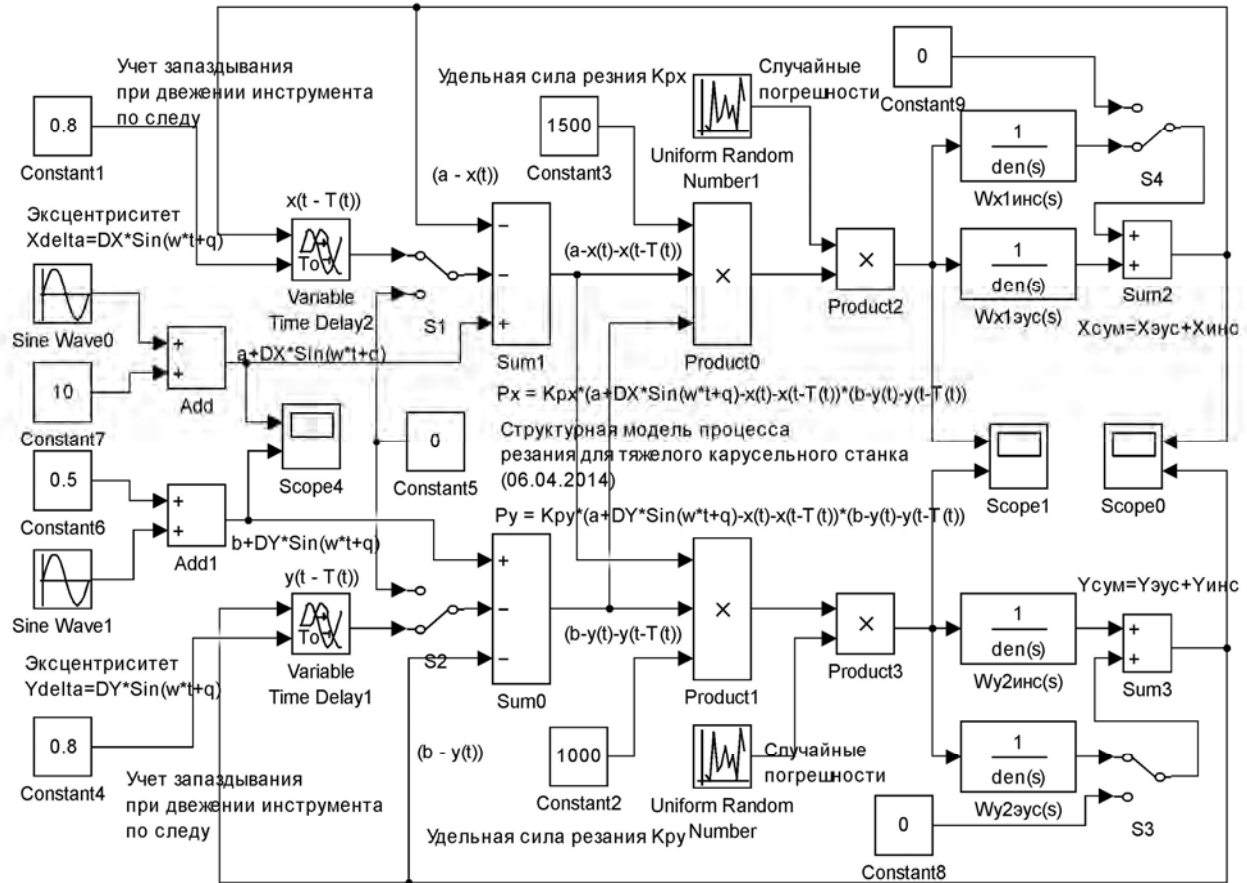


Рисунок 3 – Візуальна структурна модель процесу точіння і розточування на важкому карусельному верстаті, реалізована в пакеті Simulink MatLAB

Проведене моделювання процесу обробки великогабаритних корпусних деталей при різних режимах різання дозволило визначити основні закономірності виникнення динамічних явищ при точінні і розточуванні з великими перетинами зрізу, а також вплив конструктивних особливостей вузлу закріплення різальних елементів на стійкість і продуктивність обробки на важких карусельних верстатах.

Наприклад, отримані результати показують виникнення явища резонансу у вузлах закріплення різальних елементів у ряді конструкцій збірних різців для карусельних верстатів, що негативно впливає на вібростійкість технологічної системи.