

ДОСЛІДЖЕННЯМ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСУ РОЗТОЧУВАННЯ

Yu.V. Ostrovsky

RESEARCH DYNAMICS OF BORROWING PROCESS

Для отримання якісної поверхні в процесі різання необхідно забезпечити сталий рух заготовки та інструменту за теоретично розрахованою траєкторією. Однак, на практиці під час оброблення заготовок виникають різні динамічні явища, що суттєво впливають як на процес геометричного формоутворення, так і на фізичний перебіг процесу оброблення. Виникаючі в процесі різання вібрації технологічної оброблювальної системи (ТОС) суттєво знижують продуктивність оброблення [1], стійкість інструменту, негативно впливають на якість обробленої поверхні, знижують точність та підвищують шорсткість.

Суттєвий вплив на сталість процесу різання спричиняють автоколивання, що характеризуються як незатухаючі коливання внаслідок зміни сили різання в ТОС. Причини виникнення автоколивань розглянуто вище - це зміни сил тертя, демпфування, наростоутворення, поява стружків надлому тощо, але важливим є те, що ці коливання підтримуються за рахунок енергії, яка постачається та розподіляється власне ТОС.

Таким чином, пояснити та математично обґрунтувати це явище можливо лише за розгляду або за уяви ТОС як замкненої динамічної системи зі зворотними зв'язками.

Наявність адекватної математичної моделі процесу різання в замкненій пружній ТОС дозволило провести дослідження впливу параметрів динамічної системи на сталість процесу різання, обрати такі значення параметрів, що забезпечують необхідні динамічні характеристики, тобто цілеспрямовано вплинути на динаміку процесу формоутворення.

Отже, математична модель процесу точіння повинна будуватись з урахуванням замкненості ТОС відтворенням найвпливіших зворотних зв'язків. Якщо у якості вхідних величин прийняти задані параметри процесу різання: глибину H_3 , подачу S_3 і швидкість V_3 а у якості вихідних величин - складові P_x , P_y і P_z сили різання, то процес різання можна представити функціональною схемою (рис.1).

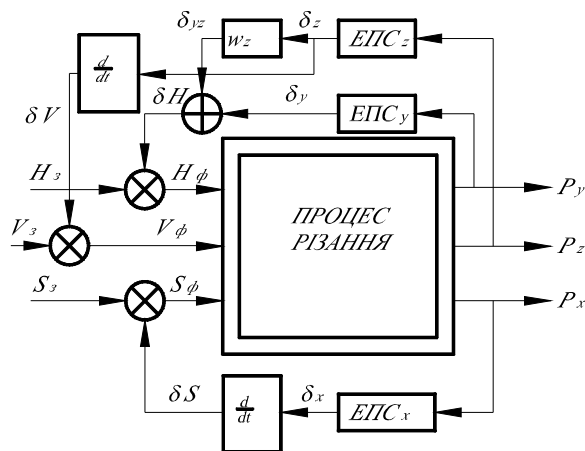


Рисунок 1. Функціональна схема процесу різання

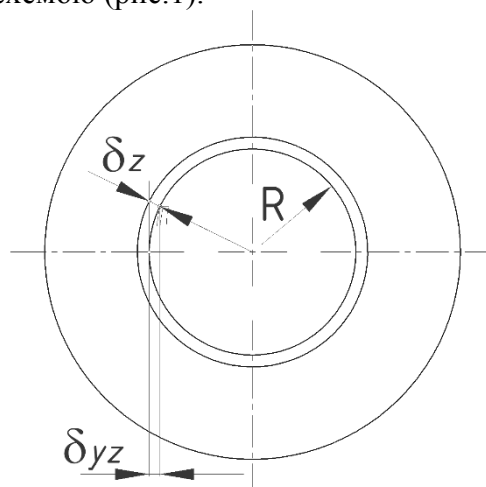


Рисунок 2. Схема впливу деформації P_z на $H_φ$

Еквівалентна пружна система (ЕПС) представлена блоками, що відображають її реакцію на складові сили різання за осями координат. Отже, реакція ЕПС у вигляді пружної деформації також представлена за осями координат складовими P_x, P_y і P_z відповідно. Швидкості зміни стану динамічної моделі позначено δ_x , - швидкість зміни складової P_x , δ_y – швидкість зміни складової P_y , δ_z - швидкість зміни складової P_z .

Швидкість зміни складової P_x деформації ЕПС_x впливає на фактичну подачу

$$S_\phi = S_3 - \frac{d\delta_x}{dt}. \quad (1)$$

Аналогічно, швидкість зміни складової P_z деформації ЕПС_z впливає на фактичну швидкість різання

$$V_\phi = V_3 - \frac{d\delta_z}{dt}. \quad (2)$$

Деформація ЕПС_y безпосередньо впливає на фактичну глибину різання, а вплив деформації ЕПС_z можна визначити за геометричною схемою (рис.2). Так, з геометричних співвідношень (рис.2) отримано:

$$\delta_{yz} = \sqrt{R^2 + \delta_z^2} - R. \quad (3)$$

Таким чином, вплив деформації всієї ЕПС на фактичну глибину різання визначено за залежністю:

$$H_\phi = H_3 - (\delta_y + \sqrt{R^2 + \delta_z^2} - R). \quad (4)$$

де H_ϕ - фактична глибина різання, мм;

H_3 - загальна глибина різання, мм.

ПС в першому наближенні зображаємо одномасовою системою, що має три ступеня рухомості відповідно до координатної системи XYZ (рис.3).

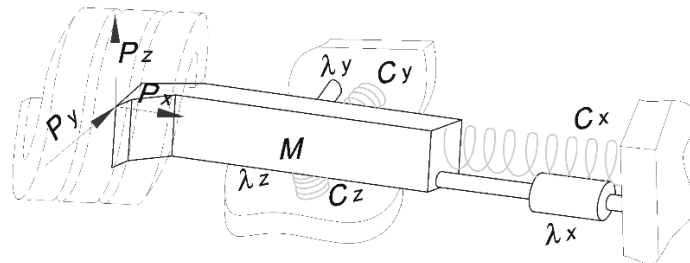


Рисунок 3 - Розрахункова динамічна модель

За кожною координатою зв'язок маси m з основою представлено приведеною жорсткістю c та коефіцієнтом в'язкого тертя, тобто такого, для якого сила тертя пропорційна швидкості відносного руху. У цьому випадку рух системи за кожною координатою описується трьома диференціальними рівняннями другого порядку:

$$\begin{cases} \frac{d^2\delta_x}{dt^2} m + \lambda_x \frac{d\delta_x}{dt} + c_x \delta_x = P_x; \\ \frac{d^2\delta_y}{dt^2} m + \lambda_y \frac{d\delta_y}{dt} + c_y \delta_y = P_y; \\ \frac{d^2\delta_z}{dt^2} m + \lambda_z \frac{d\delta_z}{dt} + c_z \delta_z = P_z. \end{cases} \quad (4)$$

Література

1. Петраков Ю.В., Сімута Р.Р., Субін А.А. Технологія автоматизованого управління. Інтерактивний підручник. – К.: НТУУ „КПІ”, 2004.