

РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ВЕРСТАТА ПО ПАРАМЕТРАМ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ ОБРОБЛЕНИХ ТОРЦЕВИМ ФРЕЗЕРУВАННЯМ

В умовах виробництва значна частина плоских поверхонь корпусів механізмів, приладів, апаратів, а також рам, станів оброблюються торцевим фрезеруванням. При цьому широко використовуються сучасні процеси високошвидкісного різання, нові комбіновані схеми обробки, агрегатно-модульні конструкції різального інструменту тощо.

В роботах вітчизняних та закордонних авторів встановлено, що існує можливість діагностики верстатів по параметрах нерівностей оброблених поверхонь. Доведено, що інформаційні параметри профілограм і круглограм розкривають вплив елементів технологічної системи на якість обробленої поверхні.

При спробі ряду авторів апроксимувати профілограми і круглограми кореляційними функціями встановлено, що діагностику елементів технологічної системи доцільно вирішувати не лише на основі статистичних підходів, а із врахуванням стохастичних явищ. Окрім того, недостатньо дослідженими є такі підходи із врахуванням процесів високошвидкісної обробки, різання зі зняттям великих припусків, нових комбінованих схем обробки і т. ін. Тому тема даної роботи є актуальною.

З огляду на вище наведене, метою роботи було встановлення раціональних математичних залежностей, за якими існує можливість відокремлення діагностичних ознак похибок фрезерного верстата та торцевої фрези, подальше вивчення схем діагностування верстатів по параметрах нерівностей оброблених поверхонь.

В процесі обробки різальні ножі торцевої фрези перетинають площину, утворену віссю обертання і вектором швидкості подачі з періодом T_z , де n – кількість ножів торцевої фрези, T_z – період обертання торцевої фрези. В процесі різання похибки торцевої фрези, які представлені авторами ґратчастою функцією $q[n]$, в сумі із відносними коливаннями $z(t)$ торцевої фрези і деталі (шпиндельної головки та стола), формують гребінчасту оброблену плоску поверхню.

ґратчата функція $q[n]$ описує дефекти ножів торцевої фрези або похибки їх встановлення відносно площини, перпендикулярної осі обертання при різанні. Авторами визначено, що зношування i -го різального ножа визначається формулою:

$$q[n] = q_0 d[n-i] \quad (1)$$

де q_0 – величина похибки встановлення різального ножа, а $d[n-i]$ – зміщена на i дискретна одинична ґратка.

ґратчасту функцію $q[n]$ (1) представлено у вигляді амплітудно-імпульсної модуляції:

$$y(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \phi(t) \otimes \{ [z(nT_z) + q(nT_z)] \delta(t - nT_z) \} \quad (2)$$

де $\delta(t)$ – дельта-функція Дірака; \otimes – символ операції згортки; $\phi(t)$ – функція, яка визначає зміну положення леза різального ножа в процесі обробки.

Застосування перетворення Фур'є до обох частин рівняння (2) у формі оператора дає можливість одержати:

$$Y(f) = \Phi(f) \mathfrak{F} \left\{ [z(t) + q(t)] \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(t - nT_0) \right\} \quad (3)$$

де $\Phi(f) = \mathfrak{F} \{ \phi(t) / T_z \}$ – функціонал, що встановлює зв'язок між положенням краю леза, частотами обертання ножів торцевої фрези та величинами, що визначають нерівність сформованої поверхні; $q(t)$ – безперервний аналог ґратчастої функції $q[n]$.

Введемо в розгляд спектр коливань $z(f) = \mathfrak{F} \{ z(t) \}$ і спектр похибок інструмента $Q(f) = \mathfrak{F} \{ q(t) \}$.

При використанні введених характеристик авторами була отримана залежність:

$$Y(f) = \Phi(f) \left[\sum_{k=-\infty}^{+\infty} (f - k f_z) + \sum_{k=-\infty}^{+\infty} Q(f - k f_z) \right] \quad (4)$$

де $f_z = 1/T_z$ – частота обертання ножів торцевої фрези.

Аналіз отриманої формули (4) спектра профілограми, показує, що вона складається із двох компонентів: перший відображає похибки роботи верстата, другий – похибки функціонування інструмента. Спектр похибок верстата в профілограмі нерівностей обробленої поверхні при торцевому фрезеруванні утворюється циклічним накладенням спектра відносних коливань $z(f)$ із кроком по частоті, який дорівнює частоті обертання ножів фрези.

Профілограми обробленої поверхні деталей авторами запропоновано піддати спектральному аналізу. Це дає можливість за допомогою гребінчастого фільтра $\Gamma(f)$ виділити складову спектра $Y_q(f)$, що містить

спектральні ознаки похибок інструмента. Після цього з повного спектра $Y(f)$ профілограми необхідно виключити спектр $Y_q(f)$ і отримати складову спектра $Y_z(f)$, що містить спектральні ознаки похибок верстата.

Таким чином, авторами запропонована раціональна схема діагностування верстата по інформаційним параметрам оброблених поверхонь при торцевому фрезеруванні, що дозволяє розділити діагностичні ознаки похибок верстата та інструмента і розширяє можливості діагностування верстатів по параметрах нерівностей оброблених плоских поверхонь деталей.

В подальших дослідженнях планується розглянути питання, пов'язані із врахуванням в запропонованій схемі особливостей високошвидкісної обробки, умов різання зі зняттям великих припусків, тощо.