

ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

УДК 621.9.06-52

DOI 10.31319/2519-2884.37.2020.3

КОРОТКОВ В.С. к.т.н., доцент

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ З ЧПК

Вступ. Обробка деталей різанням на верстатах з ЧПК виконується за попередньо підготовленою керуючою програмою (КП), в якій записані величини робочих і допоміжних переміщень різального інструменту в системі координат верстата. Умовою високоточної обробки виробів є відповідність фактичних переміщень на заданих режимах формоутворювального інструменту геометричній інформації, яка міститься в КП. Проте на практиці можуть виникати похибки обробки, величина та напрямок яких залежать від багатьох факторів, передбачити дії яких у кожному конкретному випадку складно. Наприклад, на формування похибок розмірів при обробці впливає технічний стан і якість налаштування технологічної системи ВПД (верстат, пристосування, інструмент, деталь), пружні та теплові деформації елементів системи від дії сил різання [1-4].

Виникнення пружних деформацій, їх величина та напрямок дії залежать від зусиль, що виникають у процесі обробки, а самі зусилля – від заданих режимів обробки (величини припуску, робочої подачі, частоти обертання шпинделя) для кожної оброблюваної деталі з урахуванням її форми, розмірів та матеріалу. Значну частину таких даних можна отримати розрахунковим шляхом, проте передбачити реакцію кожного верстата на їх дію з необхідною точністю не представляється можливим.

Постановка задачі. Задача прогнозування впливу пружних деформацій на виникнення похибки при формуванні розміру поверхні деталі на конкретному верстаті є актуальною, а точність її розв'язання впливає на можливість ефективної компенсації очікуваних похибок під час обробки.

Необхідні дані про можливі деформації можуть бути отримані в результаті імітації робочих зусиль на конкретному верстаті. Для цього необхідна наявність пристрою для випробування, який не потребує внесення конструктивних змін у серійно виготовлені верстати та дозволяє отримувати необхідні дані. Інформація про піддатливість технологічної системи дає можливість при підготовці КП урахувати в розрахунковій траєкторії руху інструменту очікувані відхилення розмірів. Чим точніше така інформація про конкретний верстат, тим вище ймовірність якісного введення компенсаційних поправок в КП та досягнення необхідної точності формоутворення поверхонь на деталі.

Результати роботи. Для проведення випробувань з визначення пружних деформацій технологічної системи в умовах виробництва розроблено пристрій для імітації робочого навантаження на токарних верстатах з ЧПК у центрах [5]. Конструкція пристрою надає можливість створювати імітаційні навантаження в потрібних напрямках, широкому діапазоні та необхідних координатах робочої зони верстатів.

На рис.1 показаний варіант пристрою з навантажувальним валом 1, встановленим у центрах 2 верстата, зі змінними втулками 3 різних відомих заздалегідь розмірів, призначених для сприйняття імітаційних зусиль.

На зазначених втулках розташовані три кільцеві канавки (одна на циліндричній поверхні і дві – на бічних) для контакту з навантажувальним пристроєм 4 і вимірником

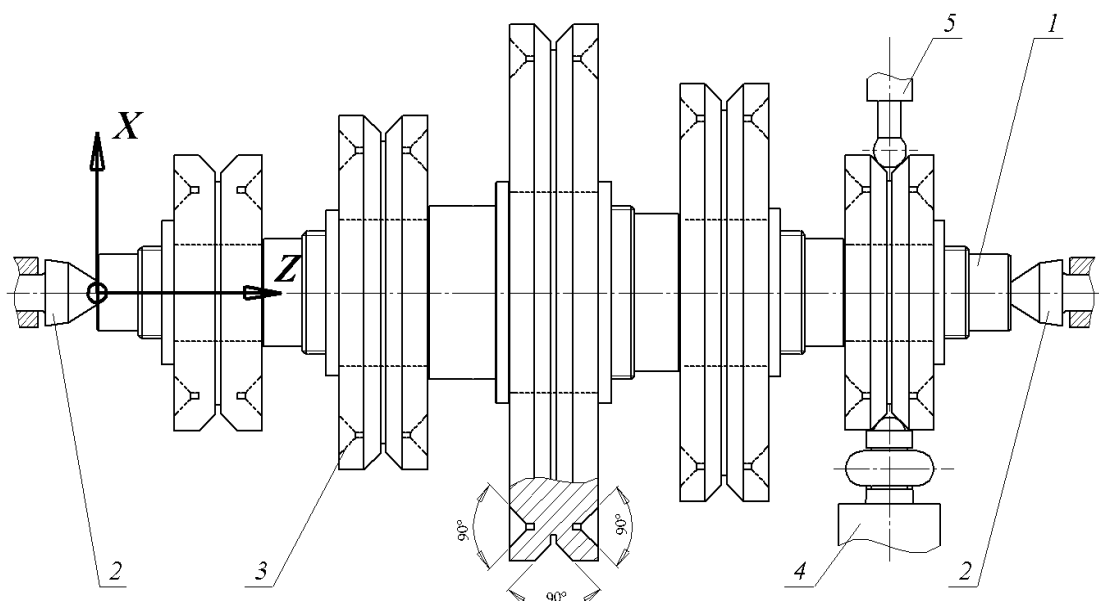


Рисунок 1 – Варіант пристрою для імітації навантаження на токарних верстатах

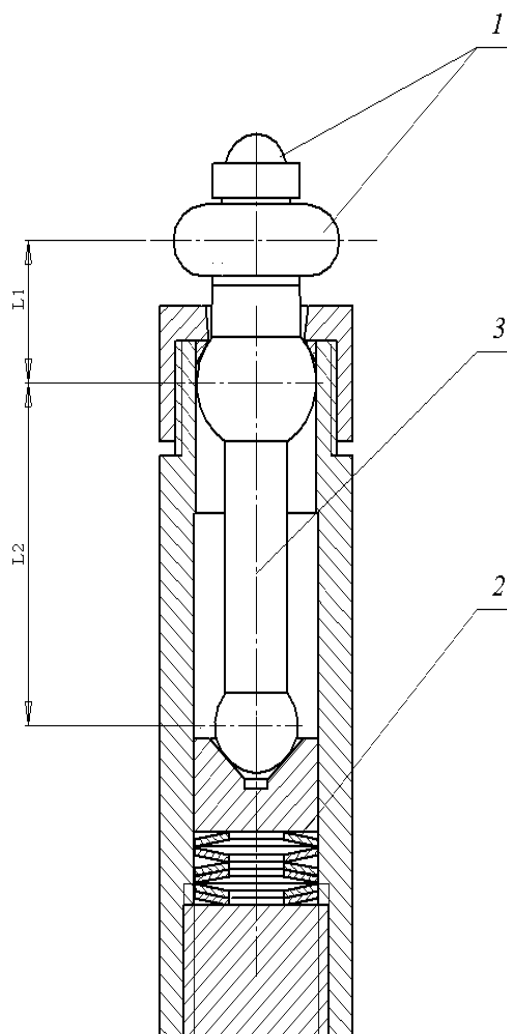


Рисунок 2 – Пристрій для створення імітаційних зусиль різання

5 лінійних переміщень. Бічні поверхні канавок виконано під кутом 45° до осі навантажувального валу 1 і кутом 90° між собою.

На рис.2 показано пристрій для створення імітаційних зусиль різання. Конструкція пристрою дозволяє установлювати його в різцетримачеві верстату на місці, призначеному для установки та закріплення різального інструменту. Наконечник 1 пристрою з торцевим та кільцевим контактними елементами розміщений на зовнішній стороні штока 3, а на внутрішній – наконечник сферичної форми, призначений для точного позиціонування рухомої частини і сприйняття зусиль тарілчастих пружин 2, розміщених у корпусі пристрою. Від співвідношення розмірів $L1$ і $L2$ залежить величина осьового імітаційного зусилля, що передається на вал 1.

Конфігурація валу 1 з втулками 3 для сприйняття навантажень, а також послідовність створення імітаційних зусиль підбирається в залежності від задач досліджень. У ручному режимі або за керуючою програмою наконечники пристрою для створення імітаційних зусиль підводяться до контакту з канавками втулок 3. При подальшому переміщенні пристрою на обмежену величину створюється імітаційне зусилля, яке діє на вал 1. Вимірювач 5 лінійних переміщень, підведений також до контакту з канавкою на втулці 3, визначає фактичну величину зміщення у просторі при певному навантаженні.

При необхідності під час випробувань верстатів можуть бути задіяні декілька пристроїв для створення імітаційних зусиль у розширеному діапазоні.

При обертанні валу 1 під час випробувань створюються умови імітації дії сил різання в процесі обробки деталей при різних режимах різання.

Можливі схеми створення імітаційних зусиль наведено на рис.3.

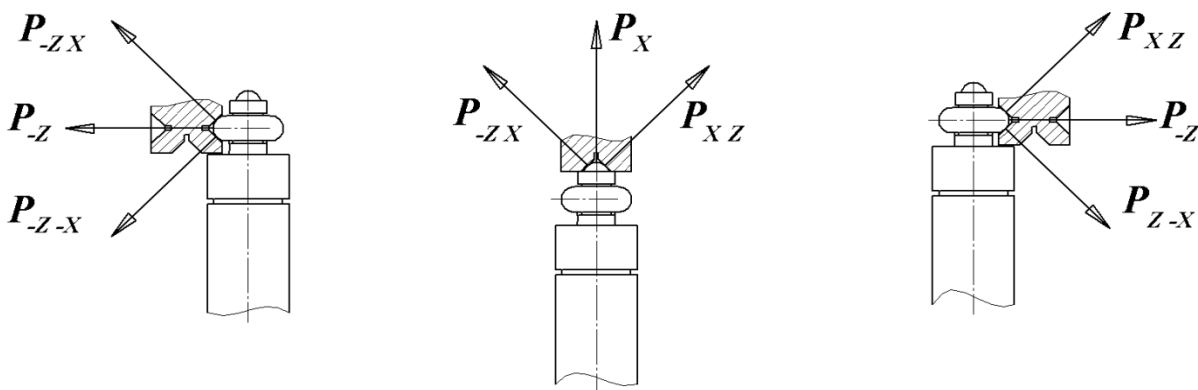


Рисунок 3 – Схеми створення імітаційних зусиль

За результатами випробувань можна визначати жорсткість $J_{\text{техн.сист.верст.}}$ технологічної системи верстата у певному напрямку відношенням імітаційної сили $P_{\text{ім.}}$, що діє у заданому напрямку і є аналогом сили різання, до сумарного зміщення $\sum \Delta_{\text{зм.}}$, координати дотику наконечника навантажувального пристрою відносно попереднього положення (без імітаційного навантаження)

$$J_{\text{техн.сист.верст}} = \frac{P_{\text{ім.}}}{\sum \Delta_{\text{зм.}}}$$

Величина сумарного зміщення включає окремі зміщення у верстаті, пристосованні, навантажувальному валу та навантажувальному пристрої:

$$\sum \Delta_{зм.} = \Delta_{верст.} + \Delta_{пр.} + \Delta_{н.вал.} + \Delta_{н.пр.} .$$

Найбільш повна та достовірна картина жорсткості технологічної системи випробуваного верстата може бути отримана при створенні імітаційних зусиль у діапазоні, близькому до експлуатаційних режимів обробки. Для цього доцільно задіяти кілька навантажувальних пристроїв з різними імітаційними зусиллями, від P_{min} до P_{max} .

Висновки. За даними проведених випробувань може бути побудована математична модель жорсткості технологічної системи конкретного металорізального верстата. На практиці дані піддатливості технологічної системи можуть бути враховані для визначення очікуваних похибок обробки від дії пружних деформацій та розрахунку можливих корекцій траєкторії руху формоутворювального різального інструменту.

Використання пристрою для імітації навантажень в умовах виробництва створює умови для спрощення можливого періодичного контролю технічного стану верстатів з ЧПК та підвищення ефективності металообробки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дмитриев Б.М., Шумейко И.А. Оценка возможностей станка по обеспечению точности геометрических размеров. *Станки и инструмент*, 1978. №5. С. 6-7.
2. Фельдштейн Е.Э., Корниевич М.А. Обработка деталей на станках с ЧПУ: учебное пособие. 3-е издание доп. Минск: Новое знание, 2008. 299 с.
3. Проников А.С. Программный метод испытания металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1985. 288 с.
4. Устройство для определения жесткости станков: а.с. 1426700 СССР, МКИ В23 В25/06. №4254994; заявл. 30.03.87; опубл. 30.09.88, Бюл. №36.
5. Пристрій для імітації навантажень в металорізальних верстатах: пат. 126657 Україна, МПК В23В 25/06. №201801566; заявл. 16.02.2018; опубл. 25.06.2018, Бюл. №12.
6. Коротков В.С. Моделирование рабочей нагрузки на технологическую систему станка с ЧПУ. *Мат. Мод.* 2017. №2. С. 53-55.
7. Таугэс А.Н., Павлов А.Г. Испытательно-диагностический комплекс для станков. *Вестник машиностроения*, 1983. №8, С. 35-36.
8. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». Л.: Машиностроение, Ленингр. Отд-ние, 1985. 496 с.

Надійшла до редколегії 28.09.2020.