

УДК 621.914.1

В.С.Деревляний, Р.Я. Лещук, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ НА ОСНОВІ МЕХАНІЗМІВ З ПАРАЛЕЛЬНОЮ КІНЕМАТИКОЮ

V.Derevlianyi, R. Leshchuk, Ph.D, Assoc. Prof.

ANALYSIS OF PROCESSING ACCURACY ON METAL CUTTING MACHINES BASED ON MECHANISMS WITH PARALLEL KINEMATICS

Одним із основних завдань машинобудування є підвищення якості металорізальних верстатів і процесів обробки деталей на верстатах, а основним показником якості є точність. Точність обробки визначається відносними зсувами інструмента і заготовки по нормалі до обробленої поверхні, що створюють похибку заданих розмірів, форми й відносного положення поверхонь оброблюваної деталі.

При аналізі системи верстата на основі механізмів з паралельною кінематикою (МПК) по точності обробки й відхиленні параметрів системи при зовнішніх впливах приймають наступні показники точності:

- статична похибка обробки, обумовлена при обробці заготовки з постійним припуском і незмінності всіх зовнішніх впливів на систему;
- стаціонарна динамічна похибка обробки, зокрема похибка поверхні, що виникає через вимушені коливання;
- перехідна динамічна похибка обробки, що виникає в результаті деформацій й інших відхилень у системі при перехідних процесах, наприклад, при врізанні й виході інструмента;
- випадкова динамічна похибка обробки, що є наслідком впливу на систему різних зовнішніх факторів, що носять випадковий характер.

Верстати на основі МПК є прецизійним устаткуванням і використовуються на найбільш відповідальних операціях, що забезпечують високу точність обробки. Тим самим виключається вплив більшості динамічних параметрів, оскільки для таких операцій сили різання відрізняються відносною постійністю й відрізняються лише результуючим напрямом.

Для верстатів традиційного компонування статична похибка компенсується настроюванням верстата на розмір. При цьому похибка компенсується переміщенням одного вузла верстата. У випадку верстатів на основі МПК ця операція неможлива, оскільки положення інструмента залежить одночасно від довжин всіх розсувних штанг.



Статична похибка обробки поділяється на складові:

- похибка встановлення, що складається з похибок установок деталі, інструмента в оправку тощо;
- похибка обумовлена геометричною точністю інструмента, точністю шпинделя тощо;
- похибка позиціонування, обумовлена власною похибкою приводів розсувних штанг;
- похибка позиціонування, обумовлена зсувом інструмента під дією сили різання.

Підвищення точності обробки може бути досягнуто підвищенням точності кожної зі складових похибок, скороченням числа складових, зменшенням чутливості системи до вхідних впливів й умов обробки, застосуванням системи автоматичної компенсації всіх або домінуючих складових похибок.

Проаналізувавши складові статичної похибки, можна встановити найбільший вплив окремих факторів.

1. Похибка встановлення – основними факторами є конструктивні особливості верстата. Ці похибки можуть бути компенсовані калібруванням верстата перед початком процесу обробки деталі.

2. Похибка точності – обумовлена точністю шпиндельного вузла, точністю шарнірів і точністю геометричної форми металорізального інструмента. Ці складові статичної похибки з подальшого розгляду можна виключити.

3. Похибка приводів – виникає внаслідок похибок приводів розсувних штанг, залежить від таких факторів як:

- точності приводів розсувних штанг;
- конструктивної особливості верстата;
- орієнтації рухливої платформи верстата.

Слід зазначити, що при особливостях устаткування на основі МПК підсумкова похибка цій складовій залежить відразу від всіх факторів одночасно. Похибку позиціонування центра рухливої платформи, внаслідок похибок приводів розсувних штанг можна визначити:

$$\Delta \vec{P} = [J^{-1}] \cdot \Delta \vec{q}_i$$

де $\Delta \vec{P}$ – вектор похибок позиціонування центра платформи; $[J^{-1}]$ – матриця Якобі; $\Delta \vec{q}_i$ – матриця похибок приводів штанг.

4. Похибка інструмента – залежить від величина сили різання і її напрямку, жорсткості верстата. У свою чергу значення сили різання залежить від обраного режиму різання, а її напрямок від вибору траєкторії обробки й виду оброблюваної поверхні. Жорсткість верстата залежить від декількох факторів одночасно:

- жорсткості розсувних штанг (залежить від характеристик і довжин штанг, а також від жорсткості приводів).
- конструктивної особливості верстата.
- орієнтації рухливої платформи верстата.

Переміщення центра платформи під дією прикладеної сили можна визначити із наступної залежності:

$$\delta \vec{P} = [K_c^{-1}] \cdot \vec{F}_p$$

де K_c^{-1} – матриця жорсткості верстата на базі МПК; F_p – сила різання.

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що перспективними виглядають дослідження спрямовані на підвищення точності верстатів на базі МПК шляхом:

- зменшення похибок, що виникають внаслідок похибок приводів розсувних штанг;
- зменшення похибок й компенсації залишкової похибки, що викликана зсувом інструмента під дією сили різання.