



ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВАЖКИХ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ З УРАХУВАННЯМ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТОЧНОСТІ

Ковальов В.Д., д.т.н., професор, Антоненко Я.С., здобувач
Донбаська державна машинобудівна академія

Сучасні тенденції розвитку машинобудування в сукупності з використанням автоматизованих верстатних систем висувають вимоги до підвищення продуктивності, точності розмірів і якості оброблюваних поверхонь деталей машин.

Різноманітні сучасні верстати для переоснащення машинобудівних підприємств України закупаються в провідних верстатобудівних країнах. Але важкі токарні верстати, які не тільки не поступаються кращим світовим аналогам, але й перевершують їх, зараз серійно виготовляються на Україні на публічному акціонерному товаристві "Краматорський завод важкого верстатобудування" (ПАТ КЗВВ) як для машинобудівних підприємств України, так і для експорту за кордон.

Перспективними напрямками розвитку важкого металообробного обладнання можна назвати:

1 Модульний принцип побудови, стандартизація та уніфікація різних верстатних систем і вузлів.

2. Поєднання операцій для різних видів обробки (наприклад, токарної, фрезерної, свердлильної, шліфувальної). Компонування верстата і склад його компонентів вибирається залежно від конкретних вимог виробництва. Це дає можливість поліпшити технічні характеристики верстата без заміни обладнання та розширити номенклатуру деталей. Поєднання традиційних компоновок з новими, характерними для автоматизованого обладнання, в тому числі з'явившимися останнім часом верстатами з паралельною кінематикою, що сильно розширює технологічні можливості верстата.

3. Мехатронні модулі з розташуванням двигуна безпосередньо на виконавчому органі і виключенням з кінематичного ланцюга проміжних передач.

Нові покоління верстатів мають поліпшені ергономічні характеристики, виконуються із застосуванням енергозберігаючих технологій, удосконалюється їх дизайн.

Пріоритетним напрямом розвитку конструкцій верстатів є широка автоматизація та зв'язок з інформаційними мережами підприємств.

Металорізальне обладнання стає більш точним, продуктивним, володіє здатністю самодіагностики, оснащується елементами штучного інтелекту. Все більшого поширення знаходить вбудовування систем контролю деталей в ході їх виготовлення і систем діагностики якості обробки на верстатах. Передбачається передача в ЧПУ верстата даних про термічні, пружні і вібраційні деформації основних підсистем, даних про процес різання і стан вузлів верстата. Передбачаються зворотні зв'язки для корекції виникаючих відхилень.



У верстатобудуванні з'являються нові матеріали, що дозволяють підвищити продуктивність, скоротити матеріаломісткість і енергоємність, поліпшити екологічні та експлуатаційні характеристики. Одним з головних критеріїв для оцінки якості та конкурентоспроможності верстатів стає надійність. Для підвищення надійності верстата використовуються різні датчики і системи спостереження за станом вузлів верстата в реальному часі. Також починає розвиватися система автоматичної діагностики та усунення неполадок.

Додатковим критерієм працездатності верстата в даний час стає збереження точності в часі. Новим у забезпеченні точності є: моніторинг процесу обробки, нові стратегії автоматичної настройки, підвищення точності переміщень, застосування вимірювальних систем в режимі реального часу, широке використання лазерних вимірювальних систем, що дозволяють проводити корекцію траєкторії руху інструменту, систем вимірювання та компенсації положення інструменту.

Для оптимізації процесу обробки на верстатах широке застосування знаходять мехатронні системи.

Наукова школа кафедри КМСІТ «Підвищення якості верстатострументальних систем» займається підвищенням якості, точності і працездатності технологічних систем, створенням нових видів верстатного обладнання, розробкою систем адаптивного управління технологічними системами, створенням основ розрахунку і проектування опор і передач рідинного тертя для верстатів і машин, створенням технологій та обладнання для складнопрофільної обробки, розробкою технології та обладнання для зміцнення інструмента, деталей і матеріалів, створенням систем раціональної експлуатації різального інструменту та менеджменту якості технологічної системи при обробці деталей на важких верстатах, створенням загальномашинобудівних нормативів режимів різання, нових конструкцій інструменту для важких верстатів, основ кваліметрії і методів підвищення надійності технологічних систем.

Основний вплив на точність обробки на важких токарних верстатах крупногабаритних нежорстких деталей надають похибки і деформації станин.



Рисунок 1 - Важкий токарний верстат 1K675Φ3



Станини важких верстатів складаються з декількох секцій, з'єднаних між собою в «цільну» несучу конструкцію. Були проведені порівняльні розрахунково-експериментальні дослідження пружних деформацій складових і суцільнолитих станин. Розглянуто питання впливу на точність затягнутого стику складових станин. Для зручності аналітичного дослідження жорсткість стику від згинального моменту і зсувної сили представлено у вигляді еквівалентної жорсткості і демпфування:

$$k_{\text{екв.виг.}} = k_{\text{н.ст.}} + k_{\text{н.б.з.}} \quad (1)$$

де наведені коефіцієнти жорсткості і демпфування контактного сполучення частин стику; $C_{\text{н.б.з.}}$, $k_{\text{н.б.з.}}$ – наведені коефіцієнти жорсткості і демпфування болтових з'єднань, розташованих в частині стику.

Розроблено математичні моделі крупногабаритних несучих систем з урахуванням типових та граничних силових, температурних навантажень. Вироблені натурні випробування поведінки крупногабаритних станин. Запропоновано систему управління, в якій корекція початкової інформації проводиться за допомогою PLC-блоків і програмного забезпечення, наприклад, система компенсації деформацій з урахуванням коригування формотворчих рухів верстата, заснована на відгуку контактного датчика, що переміщається по обробленій поверхні. Розроблено методи проектування несучих систем важких токарних верстатів з урахуванням типових характеристик навантаження.

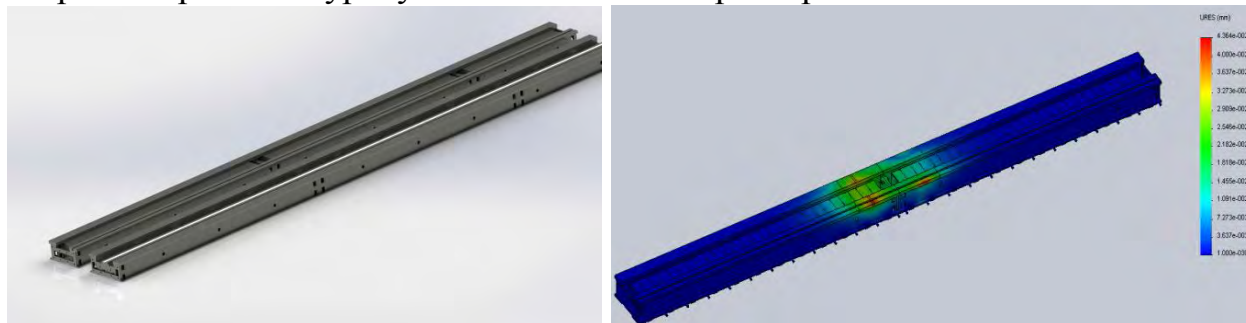


Рисунок 2 - Станини важкого токарного верстата та еюра навантажень на межі двох секцій

Розроблено конструкцію станини важкого токарного верстата підвищеної точності вантажопідйомністю 100 т з можливістю обробки деталей довжиною до 12,5 м і діаметром обробки 2,5 м при максимальних силах різання рівних 200 кН. Дано рекомендації з проектування несучих систем важкого верстатного обладнання з ЧПУ підвищеної точності. Деформації станини супортів і виробу при граничних робочих навантаженнях представлені в діапазоні від 29 мкм до 83 мкм. Результати роботи впроваджені на ПАТ «Краматорський завод важкого верстатобудування» і ТОВ «Тяжстанкосервіс» з економічним ефектом.