

ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ ВИХОДУ РОБОЧОГО ОРГАНУ ВЕРСТАТА З МЕХАНІЗМАМИ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ В ПОЗИЦІЮ

Струтинський В.Б., Дем'яненко А.С.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Однією з важливих вимог, що ставляться перед верстатами з механізмами паралельної структури (МПС) є забезпечення необхідних параметрів точності обробки. На сьогоднішній день для вирішення даної задачі проводиться періодичне калібрування шляхом вимірів еталонної деталі, що не враховує особливостей просторового переміщення рухомої платформи верстата. В зв'язку з цим, для ідентифікації геометричних параметрів верстата з МПС та визначення похибки виходу робочого органу в задану позицію актуальним є розробка спеціального оснащення.

Спеціальне оснащення складається з системи сфер 1 діаметром 35 мм, які жорстко зафіксовані на опорах 2 (рис 1, а). Опори встановлюються на основі 3. Допуск сферичності кожної зі сфер регламентується в межах до 0,1 мкм. Відстань між центрами сфер x_i , y_i не виходить за межі допуску 0,5 мкм на 100 мм вимірювальної довжини. Основною вимогою до матеріалу, з якого виготовляються сфери є стійкість до температурних деформацій. В зв'язку з цим, доцільним є виготовлення сфер з композитів, надтвердих матеріалів або кераміки. Основа 3 має забезпечувати постійність геометричних характеристик та мати якомога меншу вагу, тому раціональним є її виготовлення з вуглепластику.

Приведені конструкції дають можливість визначити параметри точності позиціонування робочого органу верстата при відпрацюванні лінійних переміщень (рис. 1, а) та при переміщеннях в площині (рис. 1, б). Для проведення вимірів в площині, що розташована під кутом θ до установчої поверхні 1 (рис. 2), на якій встановлюється спеціальне оснащення 2, пропонується використовувати спеціальні додаткові приспособи типу стійки-трипода 3. Основними недоліками зазначених вище конструкцій є неможливість проведення вимірів в просторі за один установ; недостатня точність при встановленні під кутом до установчої площини; неможливість регулювання відстані між центрами вимірювальних сфер.

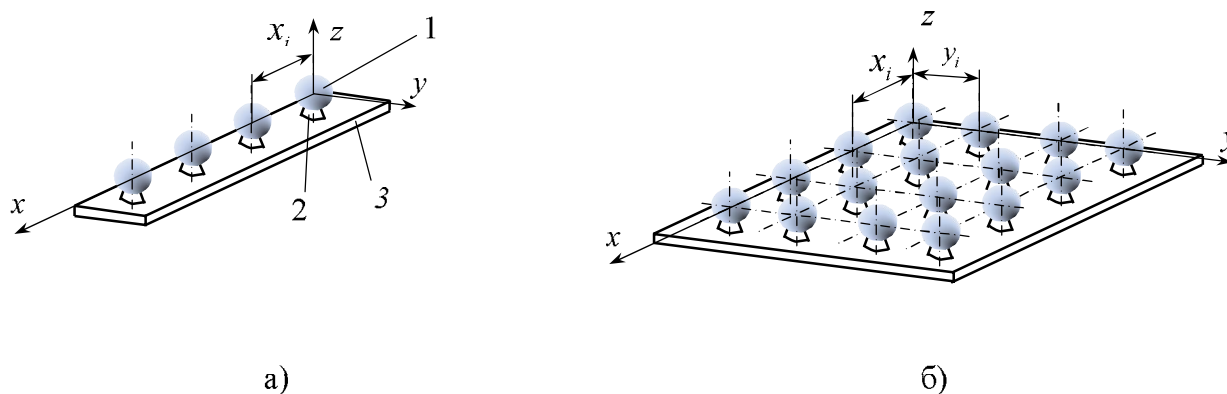


Рис. 1. Конструктивна схема оснащення для визначення похибки позиціонування вздовж однієї з координат (а) та по площині (б)

Визначення положення робочого органу верстата у просторі можливе при використанні конструкції, що складається з системи сфер 1, які зафіксовані по гранях куба (рис. 3). Просторове розташування сфер забезпечується за рахунок круглих профілів 2, торці яких мають сферичну форму з установчими поверхнями 3, що забезпечують точне встановлення кожної сфери по трьом точкам. Недоліками даної конструкції є неможливість зміни просторової конфігурації системи сфер, а також неможливість регулювання відстані між ними.

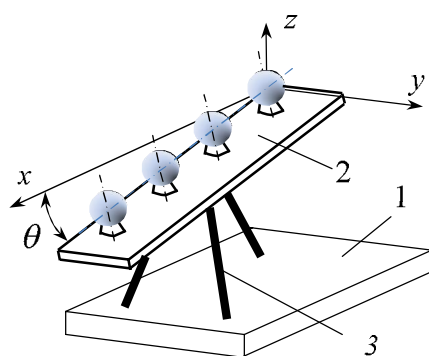


Рис. 2. Розташування системи сфер під кутом до установочної площини

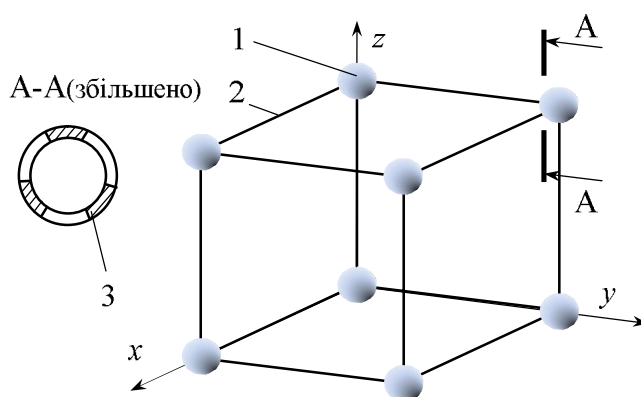


Рис. 3. Просторове розташування сфер по гранях куба

З урахуванням основних переваг та недоліків розглянутих конструктивних рішень, було розроблено конструкцію спеціальних пристроїв (калібрів) для ідентифікації геометричних параметрів точності верстата з МПС та визначення параметрів його точності. В якості калібрів використовується система точних сфер, які розміщені в точно визначених положеннях в межах робочого простору верстата. Сфери виготовлені із кераміки, яка має мінімальні термічні деформації. Сфери розміщуються в отворах однотипних модулів у вершинах квадратів сторони $100 \pm 0,002$ мм (рис. 4, а).

Кожний модуль складається з основи 1, в якій встановлено високоточні сфери 2 діаметром $35 \pm 0,001$ мм (рис. 4, б). Сфери фіксуються в основі за допомогою фіксаторів 3. Для визначення параметрів точності верстата з МПС при прямолінійному русі інструмента, в основі передбачено пази 4. Із модулів формуються плоскі або просторові структури різної конфігурації.

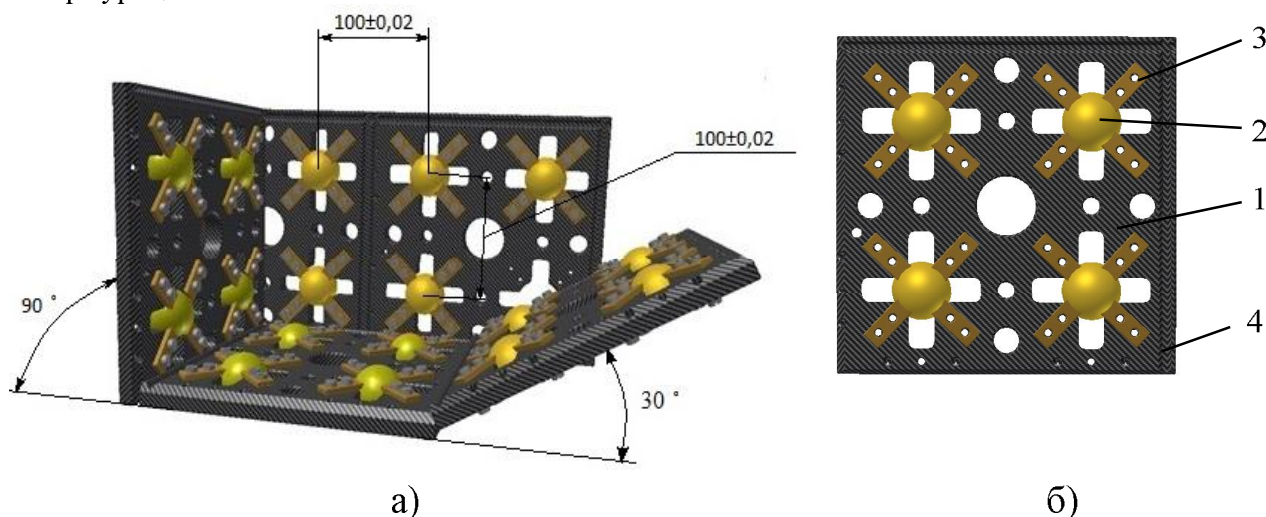


Рис. 4. Спеціальне оснащення з однотипних модулів для визначення точності виходу виконавчого органу верстата в позиції: а – розташування модулів під кутами 90° , 30° ; б – конструкція окремого модуля.

Положення сфер контролюється призмами (рис. 5). Допуск перпендикулярності поверхні призми А відносно поверхні Б регламентується в межах до $0,001$ мм. Відстань Н між боковими поверхнями призм – в межах до $0,01$ мм та забезпечується за рахунок використання кінцевих плоскопаралельних мір. При контролі паралельності розташування центрів сфер необхідно умовою $\epsilon: L > x_i$.

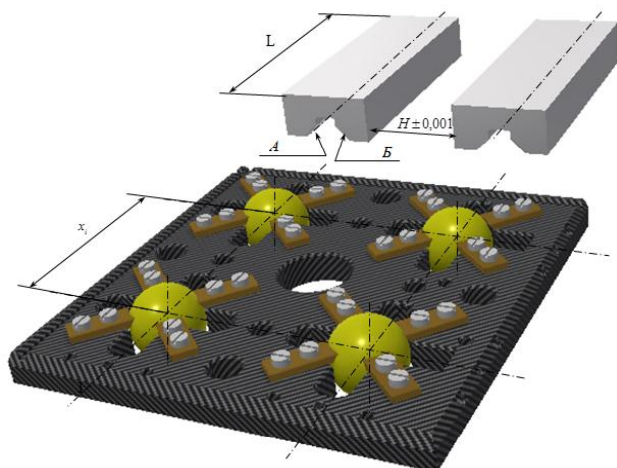


Рис. 5. Контроль взаємного розташування сфер спеціального оснащення за допомогою призм



Рис. 6. Встановлення спеціального оснащення для калібрування на столі верстата з МПС

Для здійснення операції калібрування, розроблене оснащення встановлюється на столі верстата (рис. 6). В шпинделі верстата встановлюється вимірювач з контактним щупом. Виміри фактичного положення робочого органу верстата проводяться при дотику щупа вимірювача до сфери. При проведенні вимірів контактним щупом, аналітично визначається координата центру першої (базової) сфери розробленого оснащення. Всі подальші виміри проводяться відносно центру прийнятої базової сфери.

Для визначення похибки виходу робочого органу верстата в позицію з використанням розробленого оснащення в середовищі LabView розроблено окрему підпрограму.

Координати центрів сфер, що визначаються за допомогою вимірювального щупа, можуть вводитись на основі експериментальних даних в поля блоку 1 або подаватись напряму від контактного щупа через блок АЦП. В результаті розрахунку, похибка позиціонування робочого органу верстата виводиться в блоці полів 3 у вигляді результату обчислень різниці відповідних координат x, y, z базової та вимірювальної сфери.

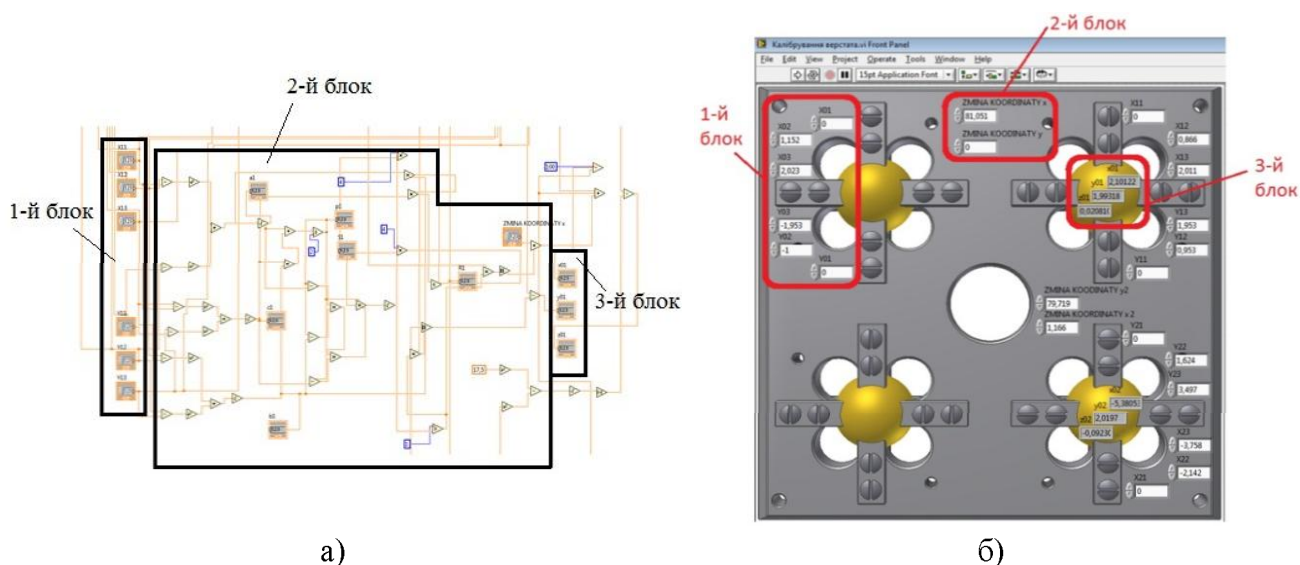


Рис. 7. Блок-діаграма (а) та зовнішній інтерфейс користувача (б) підпрограми для визначення похибки позиціонування верстата з МПС

При проведенні калібрування, дані про положення робочого органу, що відображаються в програмному забезпеченні системи ЧПК порівнюються з даними фактичного просторового положення сфер розробленого оснащення та визначається похибка виходу робочого органу в задану позицію.

Використання розробленого оснащення дає можливість ідентифікувати геометричні параметри верстата з МПС шляхом визначення похибки позиціонування робочого органу при відпрацюванні лінійних, плоско-паралельних та просторових переміщень та вводити необхідну корекцію систему ЧПК для підвищення точності обробки.

ХОЛОДНОЕ ВЫДАВЛИВАНИЕ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Алиева Л.И., Шкира А.В., Гончарук К.В.

Донбасская государственная машиностроительная академия

Развитие ресурсосберегающих процессов холодной объемной штамповки выдавливанием во многом связано с поиском новых способов выдавливания, способствующих расширению технологических возможностей процессов пластического формообразования за счет повышения сложности конфигурации штампуемых деталей [1].

Новые способы поперечного и комбинированного поперечно-продольного выдавливания имеют ряд особенностей, обусловленных более сложной кинематикой течения металла и формой деталей. Основными отклонениями формы деталей с боковыми отростками и фланцами являются незаполнение угловых элементов, утяжины, грибовидность, овальность и клиновидность фланцев, несоосность полостей наружному контуру. Предложены приемы, направленные на упреждение возможных отклонений и дефектов формы, а также на снижение полных и удельных нагрузок на деформирующий инструмент, и, соответственно, на уменьшение упругих деформаций инструмента [2].

Дифференцированное распределение степени деформации по переходам с обеспечением финишной обработки с пониженной степенью позволило повысить размерную точность деталей до 7-8 квалитетов.

Предложено обеспечить дозирование объема исходных заготовок на операциях калибровки исходной заготовки, а возможные отклонения, связанные с колебаниями объема, сосредотачивать на отдельных размерах и поверхностях, которые целесообразно доработать путем последующей механообработки.

При поперечном (радиальном) выдавливании применение разъемных матриц делает необходимым нейтрализацию недостаточной жесткости дополнительных узлов для зажима полуматриц и возможных колебаний высотных размеров путем введения операций калибровки (чеканки) фланцев. Тонкие фланцы лишь дополнительные точки воздействия для выталкивания из матриц.

При выдавливании прецизионных тонкостенных деталей из легких сплавов используется преимущество подвижных матриц, заключающееся в достижении более высокой точности при деформации детали в одном и том же формообразующем инструменте. С этой точки зрения эффективно применение оправок-спутников при формировании деталей с рифлеными наружными и внутренними поверхностями [3-4].

Предложен новый способ, по которому съем полый тонкостенной детали с пуансона осуществляется только после выталкивания из матрицы.

Холодным выдавливанием получены детали (типа стаканов и фланцев) арматурных соединений, радиоаппаратуры и двигателей.