

УДК. 621.91.01

Приходько В.П. канд. техн. наук, доцент,  
Біланенко В.Г., канд. техн. наук, доцент,

Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», [privas@bigmir.net](mailto:privas@bigmir.net)

### **ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ВІРТУАЛЬНОГО БАЗУВАННЯ ЗАГОТОВОК**

На сучасному етапі розвитку машинобудування, у зв'язку широким застосуванням систем автоматизованого проектування для створення нових конструкцій машин, з одного боку, а також вимогами ринку машин з іншого, має місце зростання темпів оновлення їх конструкцій. Швидкі темпи оновлення конструкцій об'єктів виробництва вимагають підвищення темпів технологічної підготовки виробництва. Одним із шляхів розв'язання такої проблеми є підвищення гнучкості процесів виготовлення деталей машин, тобто здатності швидко і з мінімальними витратами часу та ресурсів забезпечувати перехід до виготовлення нових деталей і машин.

Проблема гнучкості технологічних процесів оброблення включає забезпечення гнучкості верстатного обладнання та технологічного оснащення – інструментів і верстатних пристроїв.

На даний час проблеми гнучкості верстатів та інструментального забезпечення, за рахунок використання верстатів з числовим програмним управлінням, є практично вирішеними на високому рівні. У той же час, підвищення гнучкості верстатних пристроїв є актуальною проблемою, яка потребує подальшого вирішення.

Використання традиційних шляхів скорочення витрат часу та ресурсів на проектування і виготовлення пристроїв, зокрема: стандартизація і нормалізація елементів пристроїв; створення і використання переналагоджуваних пристроїв; автоматизація проектування і виготовлення пристроїв, хоч і дають певний ефект, але не приводять до суттєвого зменшення витрат часу на технологічне оснащення нових технологічних процесів, що є перешкодою для підвищення гнучкості виробництва, скорочення термінів його технологічної підготовки.

Одним із нових шляхів вирішення проблеми скорочення витрат часу і ресурсів на оснащення ТП верстатними пристроями є використання віртуального базування на основі нових технологічних можливостей 4-5-координатних верстатів з ЧПУ, у сукупності з використанням, для базування заготовок, контрольних вимірювальних систем (КВС) на основі вимірювальних головок (ВГ). Особливо це актуально для оброблення корпусних деталей, у першу чергу складної геометричної форми, наприклад, корпусів коробок швидкостей, диференціалів, блоків циліндрів, штампів, прес-форм. Оброблення таких деталей з використанням технологічних процесів на базі 3-координатних верстатів та традиційних контактних схем базування [1] потребує використання деякої кількості операцій, зміни технологічних баз та конструкцій верстатних пристроїв для їх реалізації.

Застосування віртуального базування, яке є важливою складовою адаптивного оброблення різанням, дає можливість визначити дійсне положення заготовки і, при наявності його відхилення від проектного, усунути похибку установки за рахунок внесення відповідних змін в управляючу програму оброблення заданої деталі. У такому випадку усунення похибки установки заготовки здійснюється без зміни її положення в пристрої і незалежно від точності встановлення заготовки. Таке оброблення може бути реалізовано на 3-4 -координатних верстатах з ЧПУ, але найбільш повно і успішно на верстатах, які мають 5 керованих координат.

Для реалізації віртуального базування верстат повинен бути оснащений [1] ОМВ-вимірювальною системою (On-Machine Verification-контроль на верстаті), яка включає контактний вимірювальний датчик, наприклад, тензодатчик моделі OMP400 або OMP700

компанії Renishaw, приймачем сигналу та інтерфейсу для зв'язку з системою ЧПУ верстату. Для програмування таких вимірювань система управління верстату повинна бути оснащена спеціалізованою CAI-системою (CAI, Computer Aided Inspection), наприклад PowerINSPECT OMV фірми Delcam, яка забезпечує програмування необхідних вимірювань та визначення траєкторій переміщення вимірювального щупу. Такі вимірювання забезпечують контроль дійсного просторового положення заданих поверхонь заготовки, передачу результатів цих вимірювань у систему управління верстату, яка за їх результатами вносить зміни в управляючу програму оброблення заданої деталі та реалізацію проміжного контролю розмірів заготовки після реалізації певного етапу оброблення поверхні та дають можливість вносити необхідні корективи в наступні етапи оброблення для досягнення заданих характеристик якості.

Використання віртуального базування дозволяє суттєво спростити конструкції верстатних пристроїв внаслідок звуження їх функцій до виконання тільки закріплення заготовок та часткового базування. Наприклад, при встановленні заготовки в універсальних тисках може бути реалізована тільки установча ТБ і затиск заготовки, а направляюча і опорна ТБ – за рахунок віртуального базування, тобто з урахуванням дійсного положення заготовки, при встановленні заготовок в універсальному патроні може бути реалізована тільки подвійна направляюча ТБ і затиск заготовки, а опорна ТБ – за рахунок віртуального базування.

Таким чином, віртуальне базування дозволяє перейти у більшості випадків до використання універсальних пристроїв, за рахунок чого усунути з технологічної підготовки виробництва етапи проектування та виготовлення пристроїв, а отже суттєво скоротити витрати часу, матеріальних та фінансових ресурсів на технологічне оснащення виробництва та підвищити його гнучкість. Крім того, воно дозволяє полегшити розв'язання задачі забезпечення заданої точності оброблення, за рахунок усунення похибок установки заготовок.

#### Список посилань

1. Біланенко В.Г. Базування в технологічних процесах оброблення різанням. / В.Г. Біланенко, В.П. Приходько // Матеріали 8-ї міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів і систем» ЧНТУ, Чернігів, 8-10 травня, 2018, – с.88-89.

УДК 621.91.01

**Біланенко В.Г., канд. техн. наук, доцент**

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», victor\_bilanenko@ukr.net

### ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБЛЕННЯ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

Вироби з титанових сплавів забезпечують довготривалу та надійну роботу в складних умовах експлуатації сучасних літальних та космічних апаратів [1, 2], а також є стійкою тенденція до зростання їх застосування в суднобудуванні, вагонобудуванні та використання таких сплавів для відновлення життєздатності людей в медицині.

В порівнянні з традиційними вуглецевими та легованими сталями, титанові сплави мають сприятливі фізико-механічні характеристики, які забезпечують працездатність виробів в складних умовах експлуатації, а саме: достатньо високу міцність (наприклад, сплав ВТ6Л (Ti-6Al-4V) має границю міцності  $\sigma_g = 882 \text{ МПа}$  [3], високу корозійну стійкість, малий коефіцієнт теплового розширення, який складає  $\alpha = 8,35 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  [3] та значно меншу густину в порівнянні з конструкційними сталями, яка складає  $\gamma = 4540 \text{ кг/м}^3$  [3], питому міцність, яку визначають відношенням характеристик міцності до густини для найкращих титанових сплавів складає (30-35), що майже вдвічі перевищує