

ПРОЕКТУВАННЯ І ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОСНАЩЕННЯ З ПРУЖНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ПРИ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ

Одним з ефективних напрямків вирішення важливої науково-технічної проблеми підвищення точності та продуктивності токарної обробки є використання спеціального інструментального оснащення з пружними елементами. Серед факторів, що стримують широке використання інструментального оснащення з пружними елементами при токарній обробці, є відсутність спеціальних методик проектування та розрахунку конструктивних параметрів оснащення.

Проведені дослідження [1] дозволили розробити спеціальну методику проектування інструментального оснащення з пружними елементами. Цю методику можна використати для створення нового ефективного інструментального оснащення, що дозволить підвищити точність та продуктивність токарної обробки за рахунок забезпечення додаткових можливостей в мікрорегулюванні положення різального інструменту, дробленні стружки в процесі різання та зменшенні інтенсивності автоколиваний.

Ефективність роботи верстатів токарної групи значною мірою залежить від технічного рівня інструментального оснащення, що може забезпечити підвищення продуктивності обробки за рахунок скорочення всіх складників штучного часу. До загальних вимог, що пред'являються до інструментального оснащення верстатів відносять наступне [2]:

1. Кріплення різального інструменту з достатньою точністю, жорсткістю та вібростійкістю.
2. Регулювання положення різального інструменту для його налагодження та підналагодження.
3. Розширення технологічних можливостей верстатів.
4. Концентрація технологічних переходів.
5. Зручність в експлуатації (швидкозмінність, легкість збирання, налагодження та ін.).
6. Технологічність виготовлення.

Під час вибору інструментального оснащення перевагу повинні мати конструкції з елементами, які регламентовані стандартами, що забезпечує зменшення собівартості виробництва інструменту. Критеріями вибору раціональних конструкцій інструментального оснащення під час їх розробки є універсальність, жорсткість, точність, можливість переналагодження та інші, що визначають виходячи з основного критерію – ефективність експлуатації верстатів. Розроблену на основі цих критеріїв поетапну методику можна рекомендувати для проектування конструкцій різцетримачів з пружними елементами для різного технологічного призначення.

На першому етапі визначаються початкові параметри для розробки розрахункової схеми конструкції. До цих параметрів можна віднести наступні: - компоновка та розміри робочої зони верстата; - технологічне призначення різцетримача; - габаритні розміри штатних різцетримачів верстата; - рівень навантаження різцетримача зовнішніми силами; - вибір способу керування приводом різцетримача (ручне, дистанційне, автоматичне, комбіноване).

На другому етапі встановлюються діапазони основних технічних характеристик оснащення. Для цього спочатку визначають та аналізують показники якості базового верстата [3]. Потім встановлюють бажані статичні та динамічні характеристики оснащення (точність кріплення та позиціонування, жорсткість, частоти власних коливань).

На третьому етапі розробляється математична модель процесу токарної обробки спеціальним інструментальним оснащенням. Основою для розробки моделі слугують показники якості базового верстата та основні технічні характеристики оснащення.

На четвертому етапі виконується математичне моделювання процесу токарної обробки спеціальним інструментальним оснащенням та теоретичні дослідження для визначення впливу статичних та динамічних характеристик оснащення відповідного технологічного призначення на процес формоутворення поверхні точінням [4].

На п'ятому етапі розробляється розрахункова схема різцетримача з орієнтованими відповідно до його технологічного призначення пружними елементами, наприклад, у вигляді тонких жорстких пластин. Задача розрахунку таких пружних елементів є геометрично та фізично лінійною, так як при роботі таких пластин їх геометрія змінюється несуттєво, напруження та переміщення зростають пропорційно навантаженню. Крім того, доцільно використовувати конструкції, у яких пружні елементи, що з'єднують корпус різцетримача з віджимною частиною з різцем, утворюють рамну конструкцію. Паралельне розміщення пружних пластин забезпечує різцю можливість плоскостерельного переміщення від приводу позиціонування, а розміщення пружних пластин під кутом одна до одної забезпечує різцю можливість повороту відносно центра пружного шарніра. Статична жорсткість таких різцетримачів в основному визначається формою, розмірами та розміщенням пластин відносно вершини різця, а також податливістю та місцем прикладання зовнішнього навантаження від приводу переміщення віджимної частини.

На шостому етапі виконується попередній розрахунок жорсткості різцетримачів як статично невизначених рам з використанням методу сил, або методу переміщень. За результатами розрахунків знаходяться залежності

жорсткості віджимної частини різцетримача від конструктивних параметрів пластин та приводу. Аналіз цих залежностей дозволяє попередньо вибрати форму, розміщення та розміри пружних пластин різцетримача.

На сьомому етапі виконується попередній розрахунок частотних характеристик різцетримача, із врахуванням того, що конструкція розглядається як система з кінцевим числом степенів вільності та із зосередженою точковою масою. Визначення на цьому етапі розрахунку частотних характеристик дозволить при необхідності внести корективи в конструкцію різцетримача з точки зору відстроювання від резонансних режимів роботи верстата.

Використання аналітичних методів розрахунку різцетримачів дає можливість наглядно показати вплив того чи іншого конструктивного параметру на статичні та динамічні характеристики різцетримача та можливість швидкого порівняння різних варіантів конструкцій різцетримачів. Але, враховуючи невисоку точність розрахунку, ці методи можна рекомендувати для попереднього розрахунку рамних конструкцій різцетримачів, або для простих за конфігурацією конструкцій. Виконання перших семи етапів розрахунку дозволяє розробити креслення базової конструкції різцетримача з пружними елементами.

На восьмому етапі за кресленнями базової конструкції створюється об'ємна геометрична модель різцетримача. Створення об'ємної моделі дозволяє перейти до коректування базової конструкції різцетримача на основі точних розрахунків.

На дев'ятому етапі досліджується об'ємна геометрична модель різцетримача з використанням методу скінченних елементів (МСЕ) [5]. Аналіз пружно-напруженого стану об'ємної моделі дозволяє врахувати вплив всіх особливостей реальної геометричної форми різцетримача та з достатньою точністю визначити його статичні та динамічні характеристики.

Порівняння результатів розрахунків різцетримача традиційними аналітичними методами та МСЕ дозволяє визначити коефіцієнти їх взаємного приведення та отримати достатньо точні результати розрахунків типових варіантів інструментального оснащення з пружними елементами без використання МСЕ. Такий підхід дає можливість скористатися перевагою аналітичних методів, враховуючи їх відносну простоту, у швидкому порівнянні різних варіантів конструкцій різцетримачів при задовільній точності результатів розрахунку.

На останньому десятому етапі за необхідністю може бути розроблена гама різцетримачів з пружними елементами для верстатів токарної групи різного типорозміру.

Виконання всіх етапів проектування дозволяє практично без дослідження дослідних зразків отримати працездатні конструкції інструментального оснащення з пружними елементами для різного технологічного призначення.

Література:

1. Шевченко О.В. Методи підвищення стійкості процесу різання при токарній обробці нежорстким інструментальним оснащенням. *Машинознавство* № 8 (146). . Київ, 2009. с. 16–23.
2. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.
3. Шевченко О.В. Дослідження токарно-револьверних верстатів за параметрами якості // *Прогресивні технології і системи машинобудування / Міжнародний збірник наукових праць*, – Донецьк: ДонНТУ, 2011. вип. 42. с. 286–293.
4. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: Монографія / Упоряд. Кузнецов Ю.М., – К. – Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.
5. Шевченко О.В., Використання методу скінченних елементів для визначення статичних характеристик різцетримачів з пружними пластинами / *Вестник НТУУ “Киевский политехнический институт”*, *Машиностроение*, вып.49, Киев, 2006. с.107–111.