

4. Марчук В.И. Управление параметрами качества рабочих поверхностей колец конических роликоподшипников / В.И. Марчук, В.Т. Михалевич // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: труды 5-й международной научно-технической конференции. – Харьков: ХНПК ФЭД, 2002. – С. 127–130.

5. Ящерицын П.И. Технологическая наследственность в машиностроении / П.И. Ящерицын, Э.В. Рыжов, В.И. Аверчиков. – Минск : Наука и техника, 1977. – 255 с.

6. Новиков Ф.В., Яценко С.М. Новый упрощенный подход к расчету температуры поверхностного слоя детали при ее механической обработке. – Физические и компьютерные технологии. – Труды 11-й Международной научно-технической конференции, 2-3 июня 2005 г.– Харьков: ХНПК «ФЭД», 2005. – С.137–146.

7. Джугурян Т.Г. Марчук І.В. Технологічне забезпечення точності та якості поверхонь обертання в підшипниковому виробництві/ «Перспективні технології та прилади». Збірник наукових праць. – Луцьк: ЛНТУ, 2017. – Випуск №12(1). – С. 111-119.

8. Марчук І.В., Марчук В.І., Модель стабілізації високочастотних коливних процесів в динамічній системі круглого врізного шліфування. Збірник наукових праць. – Луцьк: ЛНТУ, 2016. – Перспективні технології та прилади №9. - С.75-83.

9. Марчук І.В. Технологічне керування температурою під час безцентрового шліфування функціональних поверхонь обертання/ Марчук В.І. // «Наукові нотатки». Випуск 61. м. Луцьк, 2018 – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – С. 142-147.

10. Марчук В.І. Класифікація та походження температурних дефектів на операціях безцентрового шліфування поверхонь обертання / В.І. Марчук , І.В. Марчук, М.В. Олексин, А.М. Ештеіві / Матеріали Шістнадцятої міжнародної молодіжної науково-технічної конференції «Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї-наука-виробництво», м. Суми, 26-29 жовтня 2016 р. – Суми: Сумський державний університет, 2016. – С. 102–103.

ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБКИ ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ВИСОКОШВИДКІСНИХ БАГАТОЦІЛЬОВИХ ВЕРСТАТАХ

¹Бойко І.А., *інженер*, ²Глембоцька Л.Є., *к.т.н.*, ³Івченко Л.Й., *д.т.н., професор*, ²Мельничук П.П., *д.т.н., професор*

¹АТ «Мотор Січ», Запоріжжя

²Житомирський державний технологічний університет

³Запорізький національний технічний університет

Однією із найбільш наукоємних і високотехнологічних галузей сучасного машинобудування є авіадвигунобудування. Підвищення вимог до надійності двигунів і особливості умов їх експлуатації призводить до необхідності

використання конструктивних елементів, які мають підвищені характеристики жаростійкості, зносостійкості, міцності. Більше 70% з усіх відповідальних вузлів сучасних турбореактивних двигунів виготовляються з матеріалів, які відносяться до важкооброблюваних за класифікацією ISO 513:2004 (група S), однак не менш поширеними матеріалами в авіаційному виробництві є алюміній, магній, композитні матеріали, конструкційні сталі та багато інших.

Складна вихідна геометрія, високі вимоги до точності обробки і шорсткості оброблених поверхонь, а також прагнення до зниження собівартості виготовлення і зменшення кількості технологічних переходів в процесі виготовлення деталей і складальних одиниць призвело до широкого впровадження в авіадвигунобудування багатоцільових верстатів (БЦВ), до основних відмінних рис яких характерні збільшена швидкість виконання головного руху, робочих і холостих переміщень, застосування поворотних вузлів тощо.

Висока в'язкість жароміцних матеріалів, значне тепловиділення в процесі обробки і високі величини сил різання призводять до збудження в процесі оброблення вимушених коливань, які можуть призводити до виникнення резонансних явищ і, як наслідок, стають причиною погіршення точності обробки і шорсткості оброблених поверхонь, а також прискорюють процеси зношування різального інструменту і можуть призвести до передчасної втрати верстатом працездатності.

Усі вищезгадані характеристики відносяться по показників динамічної якості верстата, яка визначається стійкістю системи в процесі обробки. До основних показників динамічної якості верстата відноситься: найбільший допустимий режим стійкого різання; амплітуда відносних коливань інструменту і заготовки; швидкодія виконання допоміжних рухів елементів системи; надійність безперервної роботи верстата впродовж тривалого часу; шум і коливання.

Обробка ВОМ відбувається в нижньому діапазоні частот обертання сучасних шпиндельних вузлів, верхня межа якого не перевищує 2500 об/хв. В даний діапазон найчастіше входять частоти власних коливань (ЧВК) несучої системи верстата.

Основною особливістю багатоцільових верстатів є постійна одночасна зміна взаємного положення складових елементів системи верстата, в тому числі поворотних столів і голів, а також деяких елементів, таких як інструментальна оправка і різальний інструмент, зміна яких відбувається між технологічними переходами під час обробки.

Так, незважаючи на низький ступінь впливу переміщення шпиндельного вузла (ШВ) і поворотного стола на частоту власних коливань несучої системи верстата Ricomax 820 VERSA, зміна якої не перевищує 3%, спостерігається значне зростання амплітуди коливань переднього кінця шпинделя на першій ($f_1=37,36$ Гц), третій ($f_3=77,6$ Гц), п'ятій ($f_5=125,8$ Гц) і шостій ($f_6=139,9$ Гц) ЧВК до 300%.

Ще одним малодослідженим, але досить дієвим засобом впливу на амплітуду коливань переднього кінця ШВ є підбір оптимальної схеми встановлення верстата на опори і їх кількість. Наприклад математичне

моделювання методом скінчених елементів показало, що встановлення двох додаткових опорних башмаків (базова схема встановлення – на три опори) у верстаті Ricomax 820 VERSA симетрично відносно осі коливань траверси призводить до підвищення ЧБК БЦВ на першій, другій і п'ятій ЧБК в межах від 14 до 24%, в той же час жорстке закладання станини призводить до значного підвищення усіх шести розглядуваних частот на величину від 15,8 до 50%, що говорить про значне підвищення жорсткості верстата.

Виходячи із форм власних коливань ШВ на п'ятій ($f_5=1113\text{Гц}$) і шостій ($f_6=1115\text{Гц}$) ЧБК збудження коливань відбувається безпосередньо у парі різальний інструмент (PI) – інструментальна оправка (IO). Враховуючи широкий спектр застосовуваних IO і PI, що суттєво відрізняються як геометричними параметрами, так і фізико-механічними властивостями матеріалів, з яких вони виготовлені, зміна ЧБК на f_5 і f_6 внаслідок зміни PI між технологічними переходами може бути значною. З метою визначення меж зміни п'ятої і шостої ЧБК ШВ змодельовано варіанти встановлення в ШВ PI і IO з найбільшим та найменшим відношенням жорсткості цих елементів до їх маси, яке називатимемо питомою жорсткістю. За результатами модального аналізу визначено, що ЧБК PI і оправки в моделі найбільшим показником питомої жорсткості складає 1123 Гц, а в моделі з найнижчою – 482,33Гц, що свідчить про можливу зміну ЧБК цих елементів більш ніж в 2,3 рази в середньому і високому діапазонах частот обертання шпинделя.

Серед технологічних засобів підвищення динамічної якості БЦВ виділяються наступні: оминання резонансних явищ за рахунок підбору оптимальний режимів різання, зон обробки і пристосувань. Зокрема, запропоновано пристосування і спосіб закріплення заготовок для обробки складнофасонних деталей, який полягає у тому, що до одного з торців заготовки призматичної або циліндричної форми, чи частково обробленої заготовки, приварюється тримач, який забезпечує надійну фіксацію, центрування і орієнтацію деталі в пристосуванні на верстаті.

Розроблене пристосування і спосіб закріплення заготовок впроваджено у виробництво на АТ «Мотор Січ», що дозволило отримати економічний ефект 326345 грн при виготовленні більше 60 магазинних номерів деталей і вузлів.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ РІЗЦІВ З ТВЕРДОСПЛАВНИМИ РІЗАЛЬНИМИ ПЛАСТИНАМИ ЗІ ЗНОСОСТІЙКИМИ ПОКРИТТЯМИ ПРИ ЧОРНОВІЙ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ ВАЛКІВ ПРОКАТНИХ СТАНІВ З ВЕЛИКИМИ ДІАМЕТРАМИ БОЧКИ ВАЛКА

Мироненко Є. В., д.т.н., професор, Калініченко В. В., к.т.н., доцент, Гузенко Д. Є., аспірант

Донбаська державна машинобудівна академія

Однією з найгостріших проблем важкого машинобудування України є підвищення енергоефективності процесів механічної обробки деталей