

УДК 621.9.23

**Мироненко Є.В., докт. техн. наук, професор,
Полупан І.І., канд. техн. наук, ст. викладач,
Міранцов С.Л., канд. техн. наук, доцент,**

Донбаська державна машинобудівна академія, evgeny.mironenko@dgma.donetsk.ua

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІСНИХ ПАР НА КОЛІСОТОКАРНИХ ВЕРСТАТАХ

Продуктивність, якість та собівартість механічної обробки в багатому залежить від якості металорізального інструмента, а також ефективності його використання. Основна частка затрат на механічну обробку пов'язана із вартістю інструмента та витратами на його експлуатацію.

Методи колесотокарної обробки, які найбільш широко розповсюджені серед методів формоутворення профілю поверхні катання колісних пар, мають низьку продуктивність обробки з наступних причин:

– високий ступінь нестационарності процесу різання, яка виражається в значних коливаннях перерізу зрізаного шару при формоутворенні профілю нового колеса та динамічних ударних навантаженнях від поверхневих термомеханічних дефектів при відновленні профілю колісної пари, що була в експлуатації;

– загальна динамічна незбалансованість більшості вітчизняних колісних пар не дозволяє при існуючій конструкції верстатного обладнання та міцності твердосплавного різального інструменту збільшити швидкості різання більш ніж 80 м/хв [1].

Метою роботи є підвищення ефективності процесу відновлення колісних пар на колесо токарних верстатах за рахунок поліпшення динамічних властивостей збірних різців для колесотокарних верстатів.

Для аналітичних досліджень динамічних явищ, що виникають в процесі різання на важких колесотокарних верстатах, були запропоновані структурна та математична моделі технологічної системи.

Для побудовання розрахункової схеми та моделі використовувались методики [2, 3] та допущення, запропоновані авторами робіт [4, 5, 6].

Сучасний збірний інструмент для токарних верстатів представляє собою багатомасову, з точки зору динаміки систему, до складу якої входять різальна пластина різця, опорна пластина та елементи механічного кріплення, що характеризуються власною масою, жорсткістю кріплення. Тому при моделюванні динамічних явищ при різанні в структурних і математичних моделях повинна враховуватись також і динамічна система інструмента.

В даній роботі для моделювання, розрахунку та аналізу динамічних явищ пропонується структурна модель, що включає в себе збірний інструмент як окрему еквівалентну пружну систему інструмента, включену паралельно еквівалентній пружній системі (ЕПС) верстата.

З використанням отриманих виразів, які описують процес різання, рух елементів еквівалентної пружної системи (ЕПС) та підсистеми збірного інструменту в процесі коливань, була розроблена система диференціальних рівнянь, яка описує рух елементів технологічної системи важкого колесотокарного верстата.

Програмна реалізація моделі технологічної системи важкого колесотокарного верстата виконана в пакеті Simulink MATLAB.

Діапазон амплітуд коливань пружної системи збірного різця в базовій конструкції знаходиться в межах від $0,15 \cdot 10^{-7}$ до $1,3 \cdot 10^{-7}$, в той час як для удосконаленої конструкції –

від $0,1 \cdot 10^{-7}$ до $0,72 \cdot 10^{-7}$ (зменшення від 1,5 до 1,8 рази), що свідчить про більш стабільний режим роботи удосконаленими конструкціями різців.

Аналіз результатів експериментальних досліджень збірних чашкових різців показав залежність динамічних характеристик збірних чашкових різців від елементів режиму різання в діапазонах низьких ($0 \dots 1000$ Гц) і високих ($1 \dots 10$ кГц) частот.

При експериментальних дослідженнях динамічних характеристик збірних чашкових різців також досліджувався вплив елементів режиму різання на частоту коливань збірних чашкових різців в процесі різання. Аналіз отриманих результатів свідчить про незначний вплив подачі інструмента та швидкості різання на частоту коливань для збірних чашкових різців.

Для перевірки адекватності математичної моделі, яка описує коливання збірних чашкових різців в процесі різання, виконувалось порівняння залежностей, отриманих розрахунковим шляхом за допомогою прикладного пакета MATLAB, і залежностей, отриманих в результаті експериментальних досліджень.

Таким чином, динамічний аналіз удосконалених конструкцій збірного чашкового різця для відновлення профілю колісних пар показав, що амплітуда коливань різальної пластини зменшилась в 1,5-1,8 рази, що говорить про більш стабільний режим роботи запропонованих конструкцій, що дозволить збільшити подачу та підвищити ефективність процесу відновлення колісних пар.

Експериментально встановлена залежність амплітуди коливань збірних чашкових різців від елементів режиму різання. Із збільшенням швидкості різання амплітуда коливань збільшується. При збільшенні подачі амплітуда коливань інструменту монотонно знижується.

Встановлено, що елементи режиму різання чинять незначний вплив на частоту коливань збірних чашкових різців в процесі різання. Частота коливань визначається масами та жорсткістю збірних чашкових різців, жорсткістю деталі, а також жорсткістю вузлів металорізального верстата.

Запропонована аналітична модель збірного різального інструмента для обробки колісних пар адекватно відображає процес коливань вказаних різців в процесі відновлення профілю колісних пар. Розходження між теоретичними та експериментальними даними не перевищує 10%.

Список посилань

1. Богданов А. Ф. Восстановление профиля поверхности катания колёсных пар : учебное пособие / А. Ф. Богданов., И. А. Иванов. Под ред. д-ра техн. наук И. А. Иванова. – СПб. : ПГУПС, 2000. – 128 с.
2. Жарков И. Г. Вибрации при обработке лезвийным инструментом / И. Г. Жарков – Л.: Машиностроение, 1986. – 184 с.
3. Кудинов В. А. Динамика станков / В. А. Кудинов. – М.: Машиностроение, 1967. – 360 с.
4. Гузенко В. С. Исследование динамических явлений при резании сборным резцом для копировальной обработки / В. С. Гузенко, С. Л. Миранцов, И. И. Полупан // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. –Краматорськ: ДДМА, 2007. – Вип. 21 – С. 92-97.
5. Гузенко В. С. Исследование динамических характеристик колесотокарного станка КЖ1836 при резании / В. С. Гузенко, О. Ф. Бабин, И. И. Полупан // Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XV Международной научно-технической конференции. – Донецк, 2008. – том 1. – С. 269-273.
6. Гузенко В. С. Исследование динамической устойчивости процесса механообработки колесных пар / В. С. Гузенко, С. Л. Миранцов, И. И. Полупан, А. А. Шульга // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА, 2009. – Вип. 25. – С. 22-27.