

УДК 681.2

СИСТЕМА ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБРОБКИ НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПК

Заєць С. С.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: zss_vp@bigmir.net

На сучасному етапі розвитку приладобудування для виготовлення складних деталей використовуються фрезерні верстати з числовим програмним керуванням – ЧПК, обробляючі центри. Вони володіють вельми великими можливостями по обробці складних по конструкції деталей, за допомогою багатьох ріжучих інструментів в автоматичному режимі без втручання робітників. Завдяки звільненню людини від безпосередньої участі у виробничих процесах, а також високій концентрації основних операцій значно поліпшуються умови праці та економічні показники виробництва [1].

Сучасне обладнання є досить коштовним і має значний недолік в тому, що воно не реагує на стан протікання самого процесу механічної обробки, не має зворотного зв'язку технічного стану процесом механічної обробки, його точності та надійності. Це часто призводить до збоїв у виробництві та аварійних ситуацій на верстатах. Щоб уникнути таких проблем та підвищити якість виготовлення деталей пропонується система підвищення надійності обробки на основі технічної діагностики і прогнозування виникнення відмов, яка за рахунок моніторингу, в реальному часі, відслідковує технічний стан механічної обробки деталей, на багатоцільових верстатах, по результатам роботи якої, і робиться прогнозування вірогідності відмови обладнання чи інструмента. Надійність процесу фрезерування залежить від сполучення властивостей безвідмовності й довговічності різального інструмента, а також забезпечення заданої якості обробленої поверхні. Безвідмовність і довговічність інструмента залежать від характеристики міцності ріжучого інструмента, його зносостійкості, і режимів роботи. Основними видами відмов ріжучого інструменту при фрезеруванні є: зношування ріжучої кромки, викришування, сколювання і поломки фрез. Внаслідок відмови різального інструмента підвищується відповідно відсоток браку й зменшується продуктивність всього технологічного процесу, що приводить до зростання витрат на відновлення порушень у технологічній системі [2]. Крім руйнування інструмента, на надійність процесу фрезерування може вплинути зниження якості обробленої поверхні. Найбільш важливим параметром якості обробленої поверхні є шорсткість. Для досягнення при обробці необхідних показників шорсткості, підбирають режими різання з урахуванням періоду стійкості різального інструмента. Однак дія випадкових факторів може привести до збільшення шорсткості понад припустиму межу й, отже, до браку, що виник до встановленого періоду стійкості різального інструмента. Для формулювання

завдань, пов'язаних з проектуванням і вибором методів розрахунку систем підвищення надійності механічної обробки на фрезерних верстатах з ЧПК, необхідно зупинитися на фізичній суті технологічного процесу і встановити причини і закономірності явищ, якими він супроводжується. Об'єктом підвищення надійності для системи є верстат спільно з процесом різання. У вихідних характеристиках об'єкту відбуваються зміни параметрів як управляючого пристрою, так і підвищення надійності.

Незмінною частиною пристрою, що підвищує надійність, є пристрій числового програмного прогнозування (ПЧПП), в який вводять програму, яка закодована в певній системі числення і нанесена на програмний носій. Після зчитування з програмоносія закодована програма зазнає в ПЧПП зворотний процес декодування, тобто систему прогнозування відрізняє дискретний характер завдання і проходження сигналів. У програмі містяться всі відомості про такий процес обробки, який гарантує дотримання в допустимих нормах всіх заданих вихідних параметрів: точності, продуктивності, собівартості, стійкості інструменту і т. д. Проте максимальна ефективність використання верстата не завжди збігається з виконанням цих норм. Часто потрібен достатньо високий рівень одного або декількох показників процесу за умови, що рівні інших не вийдуть за допустимі межі. Наприклад, потрібно одержати високу продуктивність при певній точності або собівартості, або знайти деякі компромісні значення продуктивності та економічної складової стійкості інструменту. Іншими словами, слід оптимізувати процес обробки відповідно до поставленої мети [3, 4].

Оптимізація процесу обробки вимагає чіткого визначення критерію та вибору стратегії прогнозування, що забезпечує досягнення оптимуму цього критерію.

Відхилення розмірів деталей від вказаних на кресленні при обробці на верстатах відбуваються через похибки, обумовлені недосконалістю механічної частини верстата, інструменту і робочих механізмів, а також через похибки, пов'язані з системою прогнозування. Розглянемо докладніше складові похибок, розділивши їх в першу чергу на похибку пристрою, що прогнозує, і похибку об'єкту прогнозування.

Похибки пристрою, що прогнозує, складаються з трьох складових:

- 1) похибка відтворення (статичні і динамічні похибки приводів подачі);
- 2) похибка програми;
- 3) похибки, що вносяться шумами каналів зв'язку.

Похибку програми можна, у свою чергу, розділити на похибку апроксимації і похибку, пов'язану з дискретизацією. Ці похибки для різних випадків детально розглянуті в роботах [5, 6].

Зупинимось докладніше на похибках об'єкту прогнозування, який є специфічним як з погляду технологічного процесу, так і з погляду виду навантаження на приводи. Одна з основних частин об'єкту прогнозування – процес різання (стружкоутворення) – є складним фізичним процесом, при

якому мають місце пружні і пластичні деформації. Він супроводжується великим тертям, тепловиділенням, наростом утворення, усадкою стружки, зміцненням, зношуванням ріжучого інструменту.

Стратегія прогнозування верстатом спільно з процесом обробки на ньому, побудована із застосуванням прогнозуючої моделі, повинна передбачати організацію прогнозування за наступним ієрархічним принципом.

1. На верхньому рівні ієрархії обчислюють критерій прогнозування, йдучи на компромісне рішення при виборі точності, продуктивності і собівартості, і видають завдання на уставки регуляторів. Періодично обчислювальні системи обробляють статистичний матеріал в цілях корекції як математичної моделі, так і рівня стабілізації параметрів.

2. На нижньому рівні ієрархії проводиться зміна керуючих змінних з метою оптимізації технологічного процесу, що визначає вихідні властивості верстата. Ці зміни здійснюються за уставками, що видаються верхнім рівнем з умови екстремуму критерію оптимізації.

Ключові слова: фрезерні верстати з числовим програмним керуванням, відмова ріжучого інструменту, підвищення надійності, об'єкт прогнозування.

Література

- [1] М. М. Тверской, *Автоматическое управление режимами обработки деталей на станках*. Москва: Машиностроение, 1982.
- [2] В.А. Коробов, *Адаптивное управление в станках с ЧПУ: Обзор*. Москва: НИИмаш, 1979.
- [3] В.А. Бесекерский, *Цифровые автоматические системы*. Москва: Наука, 1976.
- [4] С. С. Заєць, «Система діагностування стану обладнання в процесі виготовлення деталей приладів», на *XIX Між нар. наук.-техн. конф. ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи*, Київ, 2020, с. 43-45.
- [5] В. А. Ратмиров, *Основы программного управления станками*. Москва, РФ: Машиностроение, 1978.
- [6] В. В. Шевченко, С. С. Заєць, Є. В. Богачов, Є. І. Коробцов, «Система діагностики працездатності різального інструменту на верстатах із ЧПК», *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*, 29 (68), № 2, с. 198-202.

UDC 621.9.011

TESTING THE TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF STEEL ELEMENTS USING THE TAGUCHI METHOD

¹⁾Andrzej Dzierwa, ²⁾Natalia Stelmakh, ²⁾Pavlo Karasov

¹⁾Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

²⁾National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”,
Kyiv, Ukraine

E-mail: adzierwa@prz.edu.pl, n.stelmakh@kpi.ua, karasovpavlo@gmail.com

Surface topography is one of the most important factors which affects the reliability and life of machine elements [1]. It has a structure composed of microscopic peaks and valleys formed during the manufacturing process and is