

УДК 681.2

Бондар М.Ю., Єськін М.Ю., Заєць С.С., ас. Максимчук І.В., к.т.н., доц.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ДІАГНОСТИКА ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ КІНЦЕВИМИ ФРЕЗАМИ, НА ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ УПРАВЛІННЯМ

Надійність процесу фрезерування кінцевими фрезами залежить від сполучення властивостей безвідмовності й довговічності різального інструмента, а також забезпечення заданої якості обробленої поверхні і її характеристик. Безвідмовність і довговічність інструмента залежать від характеристики міцності різального інструмента, його зносостійкості, і режимів роботи. Розглянуто ефективність застосування методики діагностування процесу обробки кінцевими фрезами корпусних деталей приладів з алюмінієвих сплавів на фрезерних верстатах з числовим програмним управлінням, з урахуванням прогнозування вірогідності перед аварійного або аварійного стану, різального інструмента. Та запропоновано систему прогнозування стану процесу механічної обробки для на основі даних діагностування, що приводить, до збільшення ефективності обробки корпусних деталей з алюмінієвих сплавів на фрезерних верстатах з ЧПУ.

Фрезерний верстат з числовим програмним управлінням, діагностичний комплекс, система прогнозування, перед аварійний або аварійний стани.

На сучасному етапі розвитку приладобудування для виготовлення складних деталей використовується фрезерні верстати з числовим програмним управлінням - ЧПУ. Вони володіють вельми великими можливостями по обробці складних по конструкції деталей з використанням багатой номенклатури ріжучих інструментів в автоматичному режимі без втручання робітників. [1].

Сучасний різальний інструмент є досить коштовним і має значний недолік в тому, що він не реагує на стан протікання самого процесу механічної обробки, не має зворотного зв'язку технічного стану процесом механічної обробки, його безвідмовністю. Це часто призводить до збоїв у виробництві та аварійних ситуацій на верстатах.

Щоб уникнути виникнення відмов та підвищити якість виготовлення деталей пропонується розробка системи прогнозування стану процесу механічної обробки, яка за рахунок діагностування процесу обробки кінцевими фрезами корпусних деталей, в реальному часі, відслідковує технічний стан механічної обробки деталей, на фрезерних верстатах, по результатам якої, і робиться прогнозування вірогідності відмови інструмента.

Системи діагностування можуть бути можуть бути автономними або складовою системою автоматичного управління точністю. Такі системи можуть діагностувати: 1) зношення різального інструменту; 2) стан процесу різання; 3) точні відмови; 4) функціональні відмови.

Відмова інструмента є найбільш часто відмовою в механообробні і визначається можливістю його експлуатації. Більше число способів діагностування відмови інструмента базується на силових параметрах, термо-ЕДС, високо частотній емісії [3].

При експлуатації фрезерних верстатів з числовим програмним управлінням, актуальною стає задача діагностування стану метало різального інструменту, а саме кінцевих фрез з різною кількістю різальних кромок, з цілю його зміни або під наладки, що викликані зміною статистичного налаштування, що пов'язанно зі зношенням різальної кромки інструмента. Існують методи діагностування стану інструмента при обробці на фрезерних верстатах з числовим програмним управлінням базуються, як правило на вимірюванні його різальної поверхні між циклами обробки [4], або примусовій заміні інструмента через розрахований період часу, що знайдений на основі апріорної інформації [5]. Але ці методи не достатньо ефективні оскільки приводять до не до використання різального інструменті, кінцевих фрез, і зниження продуктивності обробки за рахунок збільшення не циклових втрат [2].

Основними видами відмов різального інструменту при фрезеруванні є: зношування різальної кромки, викришування, сколювання і поломки фрез. В наслідок відмови різального інструмента підвищується відповідно відсоток браку й зменшується продуктивність всього

технологічного процесу, що приводить до зростання витрат на відновлення порушень у технологічній системі.

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 допустимі межі й, отже, до браку, що виник до встановленого періоду стійкості різального інструмента.

Для процесу обробки кінцевими фрезами при оцінці їх якості роботи основну роль виконують показники, що пов'язані з точністю обробки, хвилястістю, і шорсткістю оброблюваних поверхонь.

Точність роботи фрезерного верстату ЧПУ безпосередньо пов'язана і з іншими основним його показником – продуктивності. Чим більше є запас по точності, тим більш високі режими обробки можна застосовувати на верстаті, відповідно може бути досягнуто більш високий рівень продуктивності.

Найбільш важливим показником надійності фрези і фрезерного верстата, є відсутність відмов під час його функціонування (безвідмовність), тому, що відмова може привести до важких наслідків. Система діагностування, завдяки ранньому виявленню дефектів і збоїв шляхом моніторингу, дозволяє усунути подібні відмови в процесі технічного обслуговування й ремонту, що підвищує надійність і ефективність експлуатації багатоцільових верстатів.

Для вибору найбільш інформативних методів діагностування процесів обробки кольорових металів обґрунтовано використання інформаційних технологій, що вирішують питання ідентифікації дефектів і прогнозу їхнього розвитку на базі не руйнуючих методів контролю та функціонального діагностування. Серед інформаційних технологій функціональної діагностики процесів різання переважними є ті, які будуються на вимірі величини сигналів в контрольних точках і порівнянні їх із граничними значеннями; на частотних технологіях виділення з вимірюваного сигналу складових у певних частотних діапазонах і подальший енергетичний аналіз виділених складових; на спектральних технологіях, які засновані на вузько полосному спектральному аналізі сигналів.

Серед методів діагностування стану процесу механічної обробки, найбільш відповідними є методи діагностування та прогнозування за вимірами акустичного сигналу з зони обробки. Більшість дефектів починають впливати на акустичний сигнал заздалегідь до настання перед аварійної ситуації. Вони можуть виявитися на будь-якому етапі життєвого циклу процесу механічної обробки деталі, і за короткий строк розвинути до аварійно небезпечних значень.

Для вирішення питання діагностики процесу фрезерування кінцевими фрезами алюмінієвих сплавів на верстатах з ЧПУ, авторами було розроблено метод діагностики, на основі даних сигналів акустичної емісії. Акустична емісія (АЕ), тобто утворення пружних хвиль напруги у процесі навантаження пружних тіл [5], містить у собі інформацію про фізичні процеси, які відбуваються при терті, деформуванні й руйнуванні матеріалу.

Сигнал АЕ несе в собі дві складові: стаціонарну і не стаціонарну. У стаціонарній складовій сигналу укладена інформація про зношення інструменту і про одержанні в процесі різання шорсткості обробленої поверхні Ra. Головні труднощі для аналізу представляє нестационарна складова, у якій зосереджені не періодичні сигнали, що виникають у результаті можливих мікро відколів ріжучої кромки й випадкових процесів утворення стружки – ударів стружки об оброблювану деталь й інструмент, а також зривів наростів на фрезі.

Джерелами сигналів АЕ при фрезеруванні є три зони. Сигнал з області зрушення містить інформацію про пластичну й (у зменшеному ступені) пружною деформацію зрушення й руйнування в поверхні зрушення, а саме сигнал від двох поверхонь, що діляться на: фреза – стружка і фреза – оброблювана деталь несуть інформацію про контактну взаємодію, у тому числі про тертя на цих поверхнях.

Для вирішення питань попередження перед аварійних і аварійних станів, пропонується застосовувати систему прогнозування, на основі діагностичних даних, отриманих в реальному часі моніторингу процесу механічної обробки кінцевими фрезами на фрезерних верстатах з ЧПУ.

Ефективність застосування даних для прогнозування, залежить від достовірності отриманих результатів, захищеності від перешкод, і стійкості застосованих алгоритмів до змінення окремих ситуацій в просторі можливих станів механічного процесу обробки.

В зв'язку з цим задачу обробки даних доцільно сформулювати як задачу розпізнавання образів. При цьому, з точки зору простоти технічної реалізації, перевага віддається де термінованому рішенню. Апаратурна реалізація даних алгоритмів, як і алгоритмів статистичних рішень, в значній мірі визначається формою представлених параметрів (ознак), по яким ведеться розпізнавання.

Процес механічної обробки, як об'єкт контролю, розділяється на ряд функціонально не пов'язаних між собою блоків або блоків, функціональними зв'язками яких з достатньою для практики точністю можна знехтувати, тоді є ефективним застосування матричного принципу представлення просторового стану [6].

Матричний метод розпізнавання в більшості випадків застосовується для діагностування таких процесів, і об'єктів контролю, працездатність яких з необхідною точністю може бути визначена функцією змінення одного з найбільш інформативних параметрів в часі, або об'єктів, для оцінки працездатності яких необхідно паралельне знімання інформації по декільком параметрам в строго фіксований момент часу. В даному випадку стан процесу механічної обробки описується системою матриць з числом строк n_1 , рівним відповідно числу рівнів квантування значень амплітуди аналогового сигналу, що знімається з одного датчика системи діагностування, або числу одночасно фіксованих параметрів. Відповідно число стовпців n_2 таких матриць приймається рівним числу точок квантування аналогового сигналу по часу або числу фіксованих моментів часу паралельного знімання інформації з декількох датчиків діагностування процесу механічної обробки.

Розглянемо процедуру розпізнавання стану процесу механічної обробки, відповідно кожен з станів процесу характеризується деякою функціональною кривою, що представляє собою графічне зображення, що безперервно змінюється по часу рівня напруження, що знімається з датчика діагностування стану механічної системи обробки на короткому інтервалі часу T .

Відповідно за n приймається сумарне число класів станів, що підлягають розпізнаванню, один з яких характерне для працездатного стану процесу, а усі інші для процесу, що втратив працездатність із-за виникнення в ньому певного виду несправностей, то в загальному випадку процес розпізнавання відповідного стану процесу механічної обробки буде представлено у вигляді порівняння фактичних результатів функції з кожною із її еталонних реалізацій і процесу знаходження значення функції.

$$\varphi_n = \int_0^T \left| \frac{f_1(t_1)}{f_n(t_1)} - \frac{\int_0^T f_1(t) dt}{\int_0^T f_n(t) dt} \right| dt_1 \quad (1)$$

де t – незалежна змінна;

$f_1(t)$ – функція, що характеризує розпізнавання стану процесу механічної обробки;

$f_n(t)$ – функція, яка описує n класів стану процесу механічної обробки прийнятих за еталоні;

t_1 – константа, яка записана у вигляді змінної і вказує на те, що відношення $\frac{f_1(t_1)}{f_n(t_1)}$ вираховано в певний момент часу як для $f_1(t)$ так і для $f_n(t)$;

T – інтервал часу, за який відбувається вирахування функціоналу

φ_n для кожного з n класів стану. Величина функції φ_n є мірою споріднення функції, що розпізнається з однією з n її реалізацій. Стан, що розпізнається приписується до того з n класів стану, для якого абсолютне значення даного функціоналу є мінімальним.

Для процесу механічної обробки, що має дискретний вихідний сигнал, попередній функціонал буде представлений у вигляді

$$\varphi_n^* = \sum_{i=1}^{n_2} \left| \frac{(U_{ij})_p}{(U_{il})} - \frac{\sum_{i=1}^{n_2} (U_{ij})_p}{mn_2} \right| \quad (2)$$

де n_2 – число вибірок функції, що розпізнається в інтервалі від 0 до T з дискретністю по часу T/n_2 ;

m – середня величина сигналу по всім n_2 вибіркам;

$(U_{ij})_p$ – значення i -й вибірки j -й функції, що характеризує розпізнаний стан процесу механічної обробки

$(U_{il})_s$ – значення i -й вибірки l -й еталонної функції, що характеризує l -й з n класів стану процесу механічної обробки, прийнятих за еталон.[7]

З виразу 2 видно, що всі члени вказаної різності повинні додаватися по абсолютній величині. Тому всі амплітуди, що мають від'ємний знак інвертуються. Таким чином, при всіх інших рівних умовах добуток абсолютних значень амплітуд дозволяє значно збільшити величину функціоналу φ_n^* , відповідно, підвищити достовірність результатів розпізнавання.

Проводячи діагностування механічного процесу обробки кінцевими фрезами на фрезерних верстатах з ЧПУ, в реальному часі, і проводячи процес розпізнавання сигналу з еталонним значенням, отримуємо чітку картину стану протікання процесу, при зміні показників, якого можемо говорити про приближення до перед аварійного або аварійного станів.

1. Эпштейн В.М., Мановицкий А.С. Алмазное точение труднообрабатываемых силуминовых сплавов. – Київ: Знання. 1989. – 26 с.
2. Аршанский М.М., Щербаков В.П. Вибродиагностика и управление точностью обработки на металлорежущих станках. – М. Машиностроение, 1988. – 136 с.
3. Хейзель У. Методы контроля инструмента и обрабатываемой детали в гибком автоматизированном производстве Пер. с нем.//Станки и инструмент. 1985. – №2. – С. 27
4. Тимирязев В.Г. Управление точностью гибких систем М. НИИМаш 1983. – 64 с.
5. ГОСТ27655-88. Акустическая эмиссия. Термины, определения и обозначения.
6. Трахтман В. Ю. Матричный метод опознания образов и некоторые вопросы построения эталонов – В кн.: «Самообучающиеся автоматические системы». М., «Наука», 1966. – С. 53-59.
7. Шибанов Г.П. Распознавание в системах автоконтроля. Москва «Машиностроение», 1973. – С. 289-304.