

1 ДІАГНОСТИКА РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ

1.1 Основні задачі та мета діагностики

Метою діагностики є визначення, у якому з раніш встановлених станів знаходиться процес. Діагностика об'єднує сукупність операцій контролю як усього процесу в цілому, так і його окремих операцій. При цьому необхідно визначити, які з цих операцій потрібно виконувати і в якій послідовності, як обробляти результати цих операцій.

До основних задач діагностики в умовах автоматизованого виробництва належать такі: забезпечення заданих умов виконання технологічного процесу; попередження поломок або своєчасна зупинка обладнання в аварійних ситуаціях; прогнозування дефектів з метою уточнення строків ремонту та попередження аварій; контроль якості регулювання механізмів та видача інформації для забезпечення якісного їх налагодження персоналом; перевірка та пошук локалізації місць дефектів, зміна режимів роботи або повідомлення про місце відмови; визначення критеріїв оцінки якості виконання технологічного процесу; вибір критеріїв оцінки стану процесу обробки; перевірка якості настроювання всіх механізмів та оцінка обладнання; отримання еталонних параметрів та еталонних характеристик для контролю стану і діагностики обладнання.

Відповідно до розширення обсягу вимог до діагностики взагалі і до оперативної діагностики зокрема змінився склад функцій діагностики. До їх переліку входять не тільки функції оцінки стану механізмів і робочого процесу, уточнення місця і причин відмови (збою), але і функції прийняття рішень, спрямованих на автоматичну ліквідацію наслідків відмов або своєчасне проведення автоматичних регулювань і наладок, спрямованих на підтримку механізмів в працездатному стані.

Розглянемо деякі функції оперативної діагностики, а також приклади рішень, які можуть бути результатом реалізації цих функцій:

1) У число функцій діагностики стану різального інструменту входять: розпізнавання і фіксація поломок і граничного зносу, розпізнавання типорозміру (ідентифікації) інструменту, визначення величини розмірного зносу, облік тривалості роботи кожного інструменту, введення в роботу дублерів інструментів.

Рішення, що приймаються при реалізації цих функцій, у великій мірі залежать від можливостей засобів оперативної діагностики та інформації,

наявної в розпорядженні. Наприклад, після розпізнавання і фіксації поломки інструменту може бути прийнято найпростіше рішення про зупинку обертання шпинделя, припинення подачі і виклик оператора. Для прийняття більш кваліфікованого рішення, що включає формування траєкторії відведення поламаного інструменту та оцінку можливості продовження обробки, формування команди на заміну інструменту і продовження обробки новим інструментом або видачу команди на заміну заготовки, початок роботи за керуючою програмою і заміну зношеного інструменту в наступному циклі роботи, що дозволяє продовжити роботу верстата без втручання оператора, необхідна інформація про вид інструменту, траєкторії його відводу і про критерії можливості продовження обробки.

Різні рішення можуть бути прийняті і при розпізнаванні граничного зносу. Найпростішими є рішення про миттєве припинення обробки або про доопрацювання зношеним інструментом до кінця кадру управляючої програми. Більш кваліфіковане рішення – відведення інструменту після припинення обробки, заміна його новим інструментом і продовження різання. Можливі випадки, коли поверхня задана декількома кадрами керуючої програми і припинення обробки в середині поверхні неприпустимо, так як веде до її псування. Щоб уникнути подібних випадків до прийняття рішення про зупинку подачі бажаний аналіз наступних кадрів керуючої програми. Для такого або подібних кваліфікованих рішень потрібна додаткова інформація, якої зазвичай немає в розпорядженні пристрою числового програмного керування і засобів оперативної діагностики.

Діагностика процесу різання включає в себе виявлення зливної стружки і зміни параметрів процесу для припинення її утворення, виявлення перевантажень і неприпустимих вібрацій та вжиття заходів щодо утримання їх в допустимих межах, регулювання параметрів режиму різання (подачі, швидкості різання, глибини різання) з метою оптимізації процесу обробки за відповідним критерієм. У деяких випадках зміна режимів різання ведеться за найпростішою стратегією, наприклад, або збільшують, або зменшують подачу; в інших випадках, наприклад при одночасній зміні двох параметрів (подачі і швидкості різання), потрібна спеціальна стратегія для якнайшвидшого отримання екстремуму критерію оптимізації.

Це вимагає більш коштовних систем оперативної діагностики, іноді і додаткової інформації. Для ліквідації зливний стружки необхідно включати спеціальний режим різання, характеристики якого залежать від виду інструменту та інших подібних відомостей.

2) Контроль функціонування і діагностика стану механізмів верстата, тобто контроль роботи двопозиційних механізмів (які працюють за кінцевими вимикачами) і діагностика стану основних вузлів верстата, регулювання або знос яких можуть привести до зниження якості оброблюваної деталі або аварії з тяжкими наслідками. Контроль функціонування слід вести безперервно, а діагностику стану – періодично, в залежності від конструкції і інших даних контрольованого вузла.

3) Для підтримки працездатності обладнання необхідний відповідний матеріальний або програмний резерв. Так, при неможливості правильної фіксації однієї з палет (або деталі) потрібні додаткові програми повернення палети, введення в її ідентифікатор причини повернення, замовлення на нову палету з заготовкою і на її установку на верстаті. Після виконання всіх цих процедур повинно автоматично включитися відпрацювання циклу виготовлення.

В інших випадках можуть знадобитися програми багаторазового повторення тієї дії механізму, яка не була виконана за першою командою, програми примусового переходу з основного інструменту на дублер, якщо основний інструмент не встановлюється в робоче положення.

4) Розмірний контроль здійснюється за допомогою вбудованих засобів; він необхідний для забезпечення заданої точності виготовлення деталей і контролю готових деталей. Точність виготовлення перевіряється при вхідному контролі, тобто контролі розмірів заготовки і уточнення її базування, а також при міжопераційному контролі для уточнення змінних баз, обліку віджимання і зносу інструменту в процесі різання, розрахунку і введення відповідних корекцій. Вихідний контроль проводиться в разі високої вартості вимірювальних засобів, розташованих поза верстатом.

Рішення, які приймаються за результатами розмірного контролю, вартуються в залежності від виду контролю і обсягу необхідної додаткової інформації. Так, при вхідному контролі можливі, наприклад, такі рішення: замовлення на заміну бракованої заготовки; вимога на повторення установки (переустановлення) палети; зміщення початку відліку координат деталі для компенсації похибок базування заготовки; розрахунок числа чорнових проходів в залежності від реального припуску.

За результатами між операційного контролю можуть бути прийняті наступні рішення: розрахунок і введення значень корекції на розмір зношеного інструменту (для доопрацювання або для наступної деталі); зміщення початку відліку координат для обліку реального положення нової

бази; розрахунок і введення значень корекції для компенсації різних деформацій.

При вихідному контролі можуть вводитися значення корекції для обробки наступних деталей, виставлятися вимоги заміни інструменту, здійснюватися сортування придатних деталей, проводиться відбраковування непридатних деталей.

До спеціальних завдань оперативної діагностики можна віднести ідентифікацію заготовок, щоденну перевірку готовності верстата до експлуатації.

При розгляді апаратного складу і функцій кожної конкретної системи оперативної діагностики слід попередньо уточнити умови експлуатації верстата, що оснащується цією системою: в складі автоматизованого виробництва або автономного, поза мережею збору та обліку даних і управління, здійснюваного за допомогою електронно-обчислювальної машини «верхнього рівня».

При автономній експлуатації верстата за його роботою завжди ведеться безперервне або періодичне спостереження. У такій ситуації функції системи оперативної діагностики можуть бути обмежені рішенням двох груп завдань: завдань, які верстатник не може виконувати сам через швидке протікання процесу, і завдань, що вимагають спеціальних розрахунків.

До першої групи належать завдання аварійного захисту (від перевантажень, неприпустимих вібрацій, зіткнень вузлів, наслідків поломок інструментів); до другої групи входять деякі завдання розмірного контролю.

При великій кількості інструментів (наприклад, на обробних центрах) бажано, щоб система оперативної діагностики розпізнавала граничний знос і забезпечувала автоматичне включення в роботу дублерів зношених інструментів.

Інформація про рішення, що приймаються системою оперативної діагностики на автономних верстатах, може бути обмежена діагностичними повідомленнями, виведеними на засоби відображення, наявні в складі системи.

Відповідно, вартість оперативної діагностики для автономних верстатів повинна бути невеликою, встановлюватися на верстаті без переробок його конструкції і стикуватися з системою числового програмного керування без зміни програмного забезпечення.

Засоби аварійного захисту доцільно використовувати не тільки на верстатах з числовим програмним керуванням, а й на інших верстатах, що працюють в автоматичному циклі.

До системи оперативної діагностики верстата, що входить до складу автоматизованого виробництва, слід пред'являти ширші вимоги. Крім повного переліку функцій, наведеного вище, система оперативної діагностики повинна реалізовувати функції адаптивного управління, забезпечувати ідентифікацію заготовок та інструменту, вести таблицю інструментальної наладки, здійснювати тестовий контроль обладнання. Система оперативної діагностики повинна мати зв'язок з системою управління верхнього рівня для передачі повідомлень про порушення роботи верстата та прийому вказівок і додаткової інформації для прийняття кваліфікованих рішень.

Така система може досить дорого коштувати, однак з урахуванням високої ціни обладнання та засобів автоматизації, що входять до складу автоматизованого виробництва, а також підвищення ефективності виробництва завдяки реалізації широкого спектру функцій діагностики, окупність системи може бути досить швидкою.

При проектуванні оснащення системами оперативної діагностики конкретних верстатів після уточнення умов експлуатації та переліку функцій, що реалізуються, слід визначити номенклатуру вимірювальних пристроїв (з датчиками), які повинні встановлюватися на верстаті. Слід зазначити, що кількість параметрів, що підлягають вимірюванню в ході реалізації відповідних функцій оперативної діагностики, не така велика. Найбільш поширено вимір сили різання (або її складових) і рівня вібрацій в широкому діапазоні частот (включаючи діапазон так званої акустичної емісії). Для вирішення завдань ідентифікації та розмірного контролю використовуються вимірювання геометрії заготовок, деталей і інструменту.

Вибір типу датчиків визначається в основному двома чинниками – їх інформативністю, тобто наявністю кореляції між їх показаннями і ситуацією яка розпізнається, і умовами монтування в верстат, тобто необхідним обсягом переробок в конструкції верстата і його вузлів.

Аналіз численних досліджень, проведених в різних країнах, показує, що інформативність датчиків для вимірювання складових сили різання (завичай вимірюються осьова сила P_z , і перпендикулярні до неї складові P_x і P_y , а також крутний момент на шпинделі або потужність двигуна головного приводу) приблизно однакова; відрізняються датчики чутливістю і зручністю вбудовування.

В останні роки найбільшого поширення набули п'єзоелектричні датчики, що мають високу жорсткість і чутливість. Для вбудовування в токарні верстати розроблена спеціальна конструкція плити, яка встановлюється під револьверної головкою. На основі п'єзоелектричних датчиків розроблена низка «прибудованих» датчиків, розміщених, наприклад, на стінках шпindelної коробки або в інших місцях. Також застосовуються підшипники з наклеєними на них тензорезисторами. Такі підшипники встановлюються зазвичай в опорі шпінделя і дозволяють вимірювати всі три складові сили, що діє в опорі. Для вимірювання осьових складових розроблені спеціальні тензометричні втулки, що розміщуються в опорах ходових гвинтів. Найбільш просто виміряти крутний момент в двигунах постійного струму, що застосовуються в головному приводі (вимір засновано на пропорційності струму в ланцюзі якоря крутному моменту або потужності двигуна).

Для вимірювання вібрацій або акустичної емісії використовуються звичайні акселерометри; діапазон частот, інформативний для програм розпізнавання зносу і поломок інструментів, за даними різних авторів, від 2 до 300 кГц. При виборі діапазону вимірюваних частот слід враховувати, поперше, можливість монтування датчиків (ослаблення сигналу при збільшенні числа пружних стиків між інструментом і місцем установки акселерометра особливо сильно позначається зі зростанням вимірюваної частоти) і, по-друге, діапазони частот і чутливість серійних акселерометрів. Найбільш часто у вітчизняних пристроях контролю поломок інструменту використовується діапазон до 30 ... 40 кГц. Оптимальне положення акселерометрів на верстаті зазвичай знаходять дослідним шляхом.

Для контролю геометрії деталей і заготовок, а також для розмірної прив'язки інструменту набули поширення індикатори контакту (датчики дотику) і оптоелектронні засоби (в основному пристрої технічного зору на лінійних і матричних приладах зарядового зв'язку).

До складу систем оперативної діагностики крім вимірювальних пристроїв входять також пристрої, що розпізнають порушення нормальної роботи і приймають відповідні рішення. У переважній більшості ці пристрої являють собою автономні прилади, що обмінюються інформацією з системами числового програмного управління по каналах електроавтоматики.

Деякі завдання оперативної діагностики (в першу чергу розмірний контроль) вирішуються за допомогою програмного забезпечення і апаратних

засобів, що входять до складу пристроїв числового програмного керування і програмованих контролерів.

Важлива проблема при створенні систем оперативної діагностики – розробка надійних алгоритмів розпізнавання критичних ситуацій, що вимагають відповідних рішень. Більшість алгоритмів, використовуваних в відомих пристроях діагностики стану інструментів, потребують попереднього навчання пристроїв з метою отримання вихідних даних про роботу нового інструменту. Недоліками цієї процедури є необхідність участі в ній інженера-технолога, а також потреба у великих обсягах незалежної пам'яті для зберігання отриманої інформації, що ускладнює структуру пристроїв і підвищує їх вартість.

До недоліків алгоритмів відноситься і необхідність попереднього задання цілого ряду коефіцієнтів, що визначають межі робочої зони, а також попередні дослідження для підвищення надійності розпізнавання поломок і граничного зносу. Крім того, програма контролю, а особливо при декількох контрольованих параметрах і окремо контролі поломок і зносу досить об'ємна і вимагає як значної роботи програміста-технолога, так і великих обсягів незалежної пам'яті для її зберігання (пам'ять дуже розростається в разі зберігання програм діагностики для декількох деталей).

Цілком очевидно, що подальший розвиток оперативної діагностики в частині діагностики стану інструменту піде по шляху вдосконалення алгоритмів розпізнавання, а також створення системи автоматичної підготовки керуючих програм. Одночасно повинна бути підвищена надійність алгоритмів розпізнавання, яка сьогодні (особливо при діагностуванні граничного зносу) не перевищує 60 ... 70 %.

У технічній діагностиці можна окреслити три групи задач, пов'язаних з побудовою моделей процесу, з розробкою методів діагнозу, які базуються на використанні побудованої моделі, та розробці принципів і засобів побудови діагностичних пристроїв і систем.

Перша група задач передбачає детальне вивчення властивостей процесів і поєднує в собі наступні задачі: вивчення нормального функціонування технологічного процесу; виділення можливих станів процесу, тобто можливих комбінацій відмов; аналіз технічних можливостей контролю ознак, які характеризують стан процесу; збір та відпрацювання статистичних даних про розподіл ймовірностей можливих станів процесу, а також закономірностей прояву відмов окремих його операцій; вибір форм моделі процесу та розробку методів її побудови.