

*Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.  
Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 16-17 листопада 2017.*

**УДК 621.867**

**Л.М. Данильченко канд. техн. наук, доц., В.М. Сарафін**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ РІЗАННЯ**

**L.M. Danylchenko Ph.D., Assoc. Prof., V.M. Sarafin**

### **RESEARCH OF ADAPTIVE SYSTEMS OF AUTOMATIC CONTROL OF THE CUTTING PROCESS**

Існує велике число варіантів систем автоматичного керування процесом різання різних ступенів складності, незалежно від яких ці системи частіше називають адаптивними.

Розрізняють два класи адаптивних систем, які об'єднують системи:

- граничного регулювання;
- системи оптимізації.

Системи першого підкласу, як правило, переслідують мету підвищення ефективності оброблення. Системи оптимізації вирішують задачу підвищення ефективності шляхом активного використання критерію ефективності, що має цілком визначене математичне вираження.

Додання системам числового керування додаткових функцій (адаптації і інших) призвело до появи різноманітних і складних структур, при аналізі і класифікації яких найбільш важливим є інформаційний підхід. Подібний підхід дозволяє підрозділяти системи за числом і характером інформаційних потоків.

Окремі компоненти системи керування відповідно до свого інформаційного призначення належать різним ієрархічним рівням. На рівні першого рангу розміщуються давачі зворотного зв'язку за положенням виконавчих органів верстата, технологічними і розмірними параметрами, що характеризують стан технічної системи (ТС), параметрам внесених в ТС збурень, істинною точністю деталі, що обробляється на верстаті. На цьому ж структурному рівні знаходяться пристрої, які забезпечують контроль за наявністю, подачею, зняттям заготовок, пристосувань інструментів, пристрої, що входять в систему діагностики, які призначені для спостереження за правильним ходом процесу різання, для реєстрації можливих неполадок і вироблення способів їх ліквідації.

Ієрархічний рівень другого рангу – це сукупність виконавчих регульованих приводів і виконавчих механізмів верстата: основних, що здійснюють програмне переміщення виконавчих органів, допоміжних, що виконують різного роду технологічні команди, додаткових, призначених для підналагоджувальних і коригувальних переміщень.

На третьому ієрархічному рівні знаходяться пристрої ЧПК будь-якого типу. Цей рівень є найбільш високим для індивідуального програмного керування, оскільки рівні четвертого і більш вищих рангів належать ЕОМ.

Ієрархічні рівні різних рангів пов'язані між собою інформаційними потоками, використане число яких у відомій степені характеризує досконалість системи керування. У позначеннях потоків використана подвійна індексація: верхній індекс означає номер інформаційного потоку; перша цифра нижнього індексу визначає ранг, на якому потік формується; друга цифра нижнього індексу характеризує ранг, на якому потік замикається.

Інформаційний створюється керуючою програмою, яка, будучи введеною в пристрій ЧПК на рівні третього рангу, приводить в рух виконавчі механізми і приводи другого рангу та всю систему контролю і вимірів першого рангу. Ступінь досконалості першого інформаційного потоку залежить від достовірності апріорних відомостей, якими володіє технолог-програміст про майбутні властивості процесу оброблення.

Джерелом інформації є давачі зворотного зв'язку, які слідкують за положенням виконавчих органів верстата. Таким чином, цей потік властивий замкнутим системам ЧПК, виконавчою частиною яких виступає слідкуючий привод, а в розімкнутих системах ЧПК він відсутній. Блок порівняння слідкуючих систем конструктивно входить в пристрій (пульт) ЧПК, а тому інформаційний потік замикається на ієрархічному рівні третього рангу.

Електричні сигнали від давачів, які вимірюють силові параметри різання, температурні і силові деформації, відносні коливання інструменту і заготовки, поточне зношення інструменту, утворюють інформацію, яка характеризує стан ТС безпосередньо в процесі оброблення. Подібна інформація тим більш цінна, оскільки поточні значення окремих складових потоку або взагалі не враховувались при розрахунку керуючої програми (як правило, це відноситься до деформацій ТС), або значно різняться з тими, які були використані на стадії розрахунку (що, зокрема, відноситься до параметрів режимів різання, для розрахунку оптимальних значень котрих не має достатньо достовірних методик). Потік може бути використаний для підвищення точності оброблення і оптимізації процесу різання. Залежно від конкретної структури системи керування потік замикається на блоці адаптації пристрою ЧПК(тобто на третьому рівні) або в ЕОМ (тобто на четвертому рівні), а саме там, де вносяться необхідні коригування або доповнення в керуючу програму.

Інформаційний потік збурень впливає на верстат і систему керування на другому рівні, здійснює вплив на процес оброблення. Інтенсивність збурень не залежить від роботи системи керування і не може бути в ході керування змінена.

Такими збуреннями є змінні припуск і твердість матеріалу, зміни в температурі оточуючого середовища тощо. Компенсуючи збурення, що вносяться в процес оброблення, можна підвищити точність деталі, а для цього збурення потрібно вимірювати. Вимірювання проводяться на першому ієрархічному рівні, а використовується ця інформація на третьому або четвертому рівнях, тобто там, де розміщені блоки, які коригують програму за результатами вимірювань.

Колівання припуску і твердості часто оцінюється за коливаннями складових сили різання або за коливаннями крутного моменту на шпинделі. Таким чином, давачі сили різання або давачі моменту в різних структурних варіантах керування можуть входити або в контур інформаційного потоку стану системи ТС (якщо сила різання або момент керовані), або в контур інформаційного потоку вимірних збурень (якщо сила різання або крутний момент керуванню зі сторони даного контуру не піддаються).

Для процесу оброблення на верстаті характерний неповний детермінізм, який проявляється в тому, що наперед відомо, за яких параметрів процесу різання, параметрів статичного і динамічного настроювання ТС процес оброблення стане оптимальним. Між тим, задача оптимізації може бути поставлена. В цьому випадку виникає необхідність в інформаційному потоці оптимізації, який призначений для оптимального коригування керуючої програми за одним з трьох критеріїв ефективності: за критерієм максимальної продуктивності, за критерієм максимальної точності, за критерієм найвищої досконалості всієї сукупності операцій, який виконуються механізмами верстата для отримання придатних деталей, виключаючи власне процес різання.