УДК 621.822

Денисюк В.Ю., канд. техн. наук, доцент
Луцький національний технічний університет, v.denysiuk@lntu.edu.ua

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ВРІЗНИМ ШЛІФУВАННЯМ

Метою автоматизації обробки на шліфувальних верстатах, у тому числі за допомогою приладів активного контролю, є підвищення точності та продуктивності. Тобто, необхідно обробити партію деталей із заданим допуском за розміром, формою та шорсткістю. Для того щоб виконати ці умови, необхідно стежити за вказаними параметрами оброблюваної деталі, а також за швидкістю подачі шліфувального круга, швидкістю знімання припуску, часом циклу, зношенням шліфувального круга. На шліфувальних верстатах це завдання вирішується застосуванням довільно складних циклів (алгоритмів) обробки.

Автоматизація системи керування шліфувальним верстатом стикається з кількома проблемами, що виникають випадковим чином від деталі до деталі: непостійність розміру заготовки, непостійність швидкості подачі шліфувального круга, зміна часу швидкого підведення шліфувального круга до деталі (так зване «шліфування повітря»), зупинка (зависання) круга при виходжуванні тощо. Ці проблеми намагалися вирішити різними способами, у тому числі за допомогою приладів активного контролю. Як правило, це не давало потрібних результатів. Тільки останнім часом з покращенням конструкції шліфувальних верстатів та оснащенням їх системами ЧПК виявилося можливим вирішити більшість зазначених проблем та підвищити якість обробки [1, 2].

Вимірювання величини припуску на початок шліфування дозволяє системі ЧПК вибрати оптимальний для цього припуску режим подач шліфувального круга та підвищити продуктивність та якість обробки, змінюючи величини подач за інформацією, отриманої від приладу активного контролю. Знаючи припуск, система ЧПК може також підвести шліфувальний круг близько до заготовки на великій швидкості, уникаючи «шліфування повітря». Однак при такому вимірюванні є одна особливість. Заготовка має бути попередньо прошліфована або начисто проточена. Якщо заготовка «чорна», можуть пошкодитися контактні наконечники вимірювального оснащення приладу активного контролю [3].

У традиційних алгоритмах управління припуском типу $v_з = f(S)$ параметри процесу: швидкості чорнової та чистової подач $v_{з1}$ і $v_{з2}$, припуски S_1, S_2 та S_3 етапів шліфування та рівні спрацьовування вихідних команд приладу залишаються незмінними. Умови процесу шліфування (припуски заготовок, ріжуча здатність круга) змінюються. Тому було багато пропозицій удосконалення алгоритму $v_з = f(S)$ шляхом перебудови параметрів робочого циклу зміною заданих значень швидкостей подач та припусків S_2 та S_3. Відомі різні варіанти перебудови циклу тільки за допомогою приладів активного контролю, який використовують для отримання додаткової інформації про процес шліфування. За допомогою приладів визначають:

– припуск заготовки S;
– дійсну швидкість знімання припуску $v_з$;
– відхилення форми (овал) оброблюваної деталі;
– час циклу шліфування чи його етапів.

Отримувану інформацію використовують для зміни значень припуску різних етапів шліфування шляхом подачі приладом верстата додаткових керуючих команд. Всі ці цикли призначені для верстатів, забезпечених нерегульованими механізмами подач. На кожному етапі шліфування (крім виходжування) подача шліфувального круга здійснювалася з постійною швидкістю.

Під час шліфування на обробку надходять заготовки з різним припуском. На початку циклу обробки шліфувальний круг відводять досить далеко від оброблюваної деталі, щоб уникнути його врізання у заготовку при швидкому підведенні, так як врізання на великій швидкості може призвести до «виривання» деталі з центрів, до руйнування круга і як мінімум до порушення геометричної форми оброблюваної деталі (припіків). Підведення круга до заготовки здійснюють на великій швидкості та, трохи не доходячи до передбачуваної поверхні заготовки, зменшують швидкість, переходячи на чорнову подачу. В результаті частину шляху до контакту із заготовкою круг проходить на порівняно невеликій швидкості (так зване «шліфування повітря»). Це призводить до втрати продуктивності обробки [4, 5].

Щоб підвищити продуктивність на сучасних круглошліфувальних верстатах та уникнути небезпечного врізання круга в деталь, на верстат встановлюють ультразвукові датчики врізання. Датчик складається з мікрофона (або двох) та п’єзоелектричного перетворювача. Датчик закріплюється на кожусі шліфувального круга, на шліфувальній бабці або іншому вузлі верстата, який найбільшою мірою змінює свої коливання при торканні кругом деталі. Датчик має кабельний або безкабельний зв’язок зі верстатом.

Датчик працює в діапазоні частот 60 – 230 кГц. На початку циклу обробки датчик вимірює і запам’ятовує всі фонові частоти, що виникають від вузлів верстата, що обертаються (підшипники, електродвигуни тощо), щоб при врізанні відрізнити зміну частоти вібрацій вузла верстата, на якому встановлено датчик. З наближенням шліфувального круга до заготовки та її дотику, частота вібрацій вузла верстата, на якому встановлений датчик, різко змінюється і датчик врізання видає команду в систему керування верстата на перемикання швидкості з швидкого підведення на чорнову подачу. Це дозволяє виключити «шліфування повітря» та підвищити продуктивність обробки.

Поєднання в приладі розмірного контролю у процесі обробки з контролем силового параметра забезпечує найбільшу ефективність керування процесом різання протягом усього циклу обробки завдяки:

– скороченню часу «шліфування повітря» та управління початковим етапом врізання шліфувального круга в заготовку з урахуванням похибки форми оброблюваної поверхні;

– стабілізації силового параметра на чорновому та чистовому етапах обробки;

– діагностиці ріжучої здатності шліфувального круга та визначення моменту правки;

– більш раціональному розподілу припуску між окремими етапами циклу.

Описаний алгоритм управління показує великі можливості приладів активного контролю в оптимізації процесу шліфування.

Список посилань

1. Марчук, В.І. Автоматизоване управління точністю оброблення деталей: монографія. / В. І. Марчук, В. Т. Михалевич – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2013. – 184 с.

2. Денисюк, В.Ю. Метрологічне забезпечення точності приладів активного контролю в процесі обробки. / В. Ю.Денисюк, В. П.Симонюк, Ю. С. Лапченко, Б. І. Новосад // «Перспективні технології та прилади»: зб. статей. – 2020. – Вип. 16. – С. 38 – 47.

3. Денисюк, В.Ю. Аналіз похибок обробки деталей при автоматичному розмірному контролі. / В. Ю. Денисюк, В. В. Пташенчук // «Перспективні технології та прилади»: зб. статей. – Луцьк, 2023. – Вип. 22. – С. 31 – 37.

4. Денисюк, В.Ю. Аналіз особливостей конструювання та метрологічного забезпечення приладів активного контролю. / В. Ю. Денисюк // «Перспективні технології та прилади»: зб. статей. – Луцьк, 2024. – Вип. 24. – С. 32 – 37.

5. Денисюк, В.Ю. Динамічні похибки в системах активного контролю та їх визначення в умовах експлуатації. / В. Ю. Денисюк // «Інформаційно-вимірювальні технології ІВТ-2022»: зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф., м. Львів, 9–10 листопада 2022 р. – Львів, 2022. – С. 53 – 55.