

Метод за активен контрол и адаптивно управление на процеса кръгло надлъжно шлифование

Част 2: Система за активен контрол и адаптивно управление

Лъчезар Стоев

Method for active control and adaptive control of the process round longitudinal grinding: It is suggested a new method for active control and adaptive control of the process round longitudinal grinding, which could be applied by other technological operations too. The device for active control follows continuously the diameter of the surface by longitudinal machining and sends signals for adaptive control of selected parameters of the of the cutting conditions with a view to support constantly the programmed dimension (for rough, fine or finish machining) by every longitudinal pass of a multi-pass or in-depth scheme of cutting.

Key words: active control, adaptive control, longitudinal grinding.

ВЪВЕДЕНИЕ

За реализиране на метода за непрекъснат активен контрол [8] и адаптивно управление на процеса кръгло надлъжно шлифование на външни цилиндрични повърхнини и стъпални отвори на ротационни центрови или патронникови детайли с инструменти с геометрично неопределена режеща геометрия се извършва непрекъснат сигналнообмен по време на рязането между: устройство за активен контрол УАК и съвременна система за ЦПУ на машината или между УАК и специализирана САУ за надлъжно обработване, или между УАК, INC и ЦПУ на машината. При подаден сигнал от УАК за регистрирано изменение на диаметъра на надлъжно обработвания детайл ЦПУ на машината или специализираната САУ, или компютърът, свързан в DNC режим с ЦПУ на машината, подава управляващи сигнали за адаптивно променяне на избран/и параметър/ри от режима на рязане в рамките на всеки ход на надлъжното обработване с оглед поддържане на постоянство на контролирания диаметър. Устройството за измерване се установява към тялото на кръглошлифовъчната машина в постоянна позиция в рамките на широчината на абразивния инструмент и е относително подвижно спрямо надлъжно преместващата се маса и детайл. То може да се установи и към надлъжната шейна на придвижващ се по ос „Z” кръстат супорт спрямо надлъжно неподвижната обработвана повърхнина. През цялото време на относителното преместване на абразивния инструмент спрямо обработвания детайл в надлъжно направление контактните крайници на УАК са разположени винаги в постоянна измервателна позиция срещу инструмента в диапазона на неговата широчина. При обработване контролиращото устройство подава сигнали към системата за ЦПУ или към САУ, или към системата за INC за адаптивно управление на процеса за надлъжно обработване. При осъществяване на сигналнообмен със съвременна система за ЦПУ на машината УАК подава обичайните сигнали при врезните подавания на инструмента по ос „X” при достигане на предварително програмираните диаметри за превключване на подавателните скорости на масата, евентуално за изменение на честотата на въртене на детайла, за промяна на дълбочината на рязане при преминаване от грубо към чисто или фино надлъжно шлифование, за отработване на програмираните времезадържания (междинно и/или крайно отискряне) и за достигане на окончателен размер. В рамките на надлъжните премествания получаваната непрекъсната информация от УАК се използва от съвременна система за ЦПУ или от САУ, или от INC за адаптивно управление на избран/и

параметър/ри от режима на рязане при съответния надлъжен ход, с оглед поддържане на постоянство на текущия диаметър. Отделно или едновременно, при различно комбиниране, адаптивно могат да се изменят надлъжното подаване $f_{\text{надл.}}$ (на масата или кръстатия супорт според използваната компоновка на машината), дълбочината на рязане – a_e , т. е. напречното подаване $f_{\text{напр.}}$ (в случаите на необходимост от компенсирание на регистрирано износване на диска в рамките на съответния надлъжен ход или при обработване на детайл с криволинеен контур в надлъжно направление) и честотата на въртене на детайла $n_{\text{дет.}}$

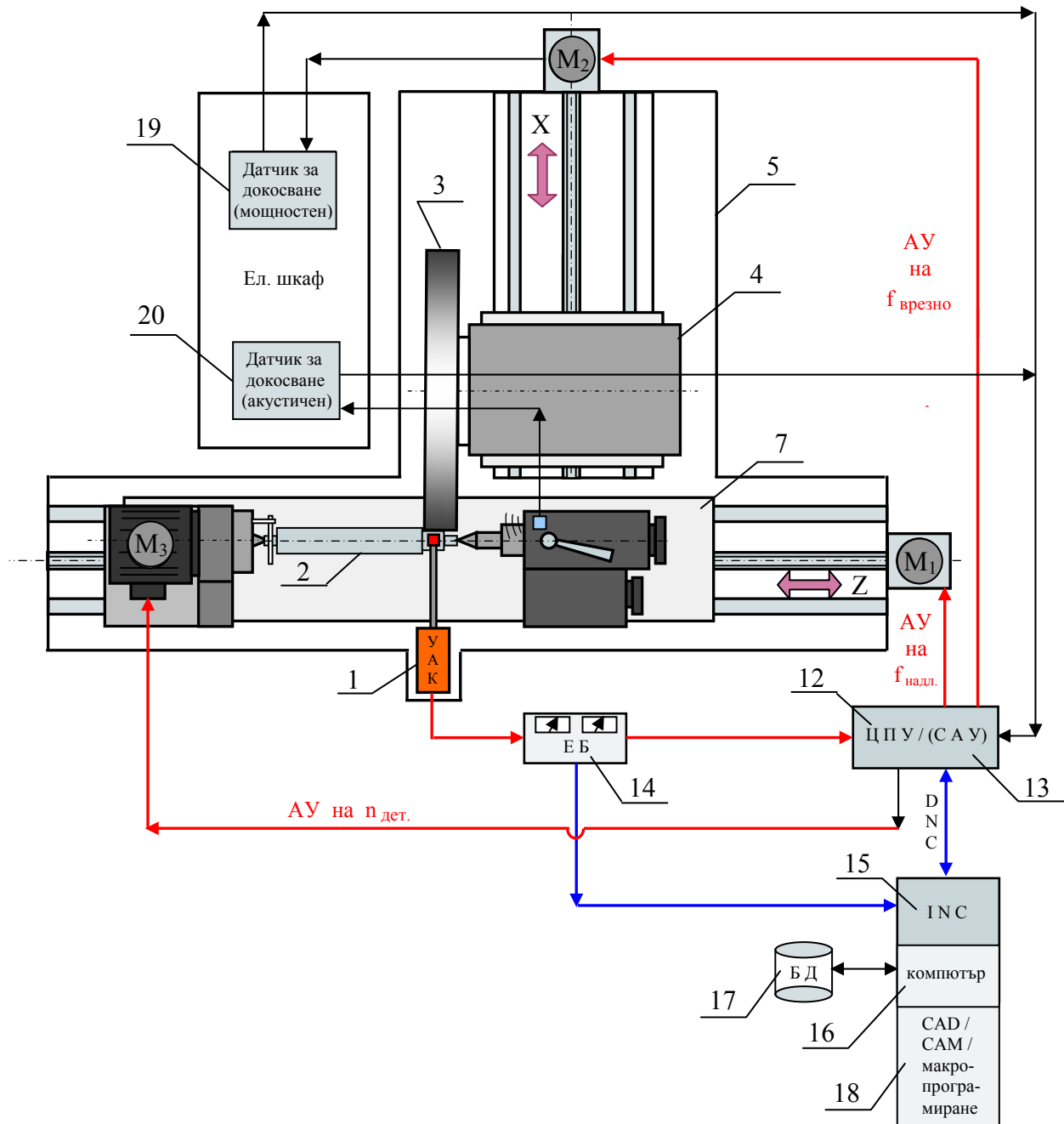
ИЗЛОЖЕНИЕ

Целта на втория доклад в рамките на научната конференция за 2008 г. на Русенския университет е представяне на блок-схемата на предлаганата комплексна система за активен контрол и адаптивно управление на процеса кръгло надлъжно шлифоване.

На фиг. 4 са представени връзките и възможните варианти за сигнала обмен между УАК 1 (или ШУАК), ЦПУ 12 на машината или специализирана САУ 13, или система за интелигентно компютърно (програмно) управление (INC) 15 с изпълнителните органи на машината (двигателите M_1 , M_2 , M_3) за адаптивно управление на избран/и параметър/и от режима на рязане при надлъжно външно кръгло шлифоване, с оглед поддържане на точността на текущия диаметър при всеки надлъжен ход. По данни на [6] и тематично свързаните [3, 4, 5 и 7] при използване на INC се включва компютър 16 с модул 18 за CAD-, CAM- и макро-програмиране, разполагащ с база данни 17.

На фигурата е изобразена основната връзка АУ на $f_{\text{надл.}}$ между устройството за активен контрол УАК 1 (или ШУАК), неговият електронен блок ЕБ 14, ЦПУ 12 на машината или системата за адаптивно управление САУ 13, или система за управление тип INC 15 и двигателят M_1 (хидравличната помпа или друг изпълнителен механизъм), който променя скоростта на надлъжното подаване на масата 7¹ (при машина, при която супортът 4 се премества само в напречно направление) или на надлъжната шейна 8¹ на супорта 4¹ (при машина, при която той се премества по оси „Z” и „X”) за поддържане на постоянство на текущия диаметър на надлъжно обработваната повърхнина 2. Възможно е поддържането на постоянен диаметър на обработваното стъпало на детайла 2 да се извършва при едновременно адаптивно управление по ос „Z” (АУ на $f_{\text{надл.}}$) и по ос „X” (АУ на $f_{\text{врезно}}$) на напречните премествания на инструменталния супорт 4 чрез допълнително синхронизирано управление на двигателя M_2 . Така практически се осъществява адаптивно управление и на дълбочината на рязане (a_e) като се компенсира износването на диска 3 в рамките на един надлъжен работен ход. (Забележка: известно е самостоятелното използване на активен контрол и адаптивното управление на напречните ходове на шлифовъчни инструменти). Едновременното адаптивно управление по оси „Z” и „X” по сигнал от УАК 1 (от примерния вид на устройството за активен контрол на полигонни профили на фирма Hommel-Etamic GmbH) може да се използва в случаите на шлифоване на програмиран криволинеен (в надлъжно сечение) контур на детайл 2. По сигнали от УАК 1 (или ШУАК 1¹) може адаптивно да се променя едновременно или самостоятелно и честотата на въртене $n_{\text{дет.}}$ при надлъжната обработка (АУ на $n_{\text{дет.}}$) чрез управление на двигателя M_3 .

¹ Позиция от съответна фигура в първата част на доклада



Фиг. 4 Блок-схема на модулна комплексна система за адаптивно управление при надлъжно шлифване

Техническа същност на метода за АК и АУ

Предимството при съчетаване на метода за активен контрол с адаптивно управление на процеса кръгло надлъжно шлифване на външни цилиндрични повърхнини и стъпални отвори на ротационни центрови или патронникови детайли с инструменти с геометрично неопределена режеща геометрия се състои във възможността за непрекъснато адаптивно изменение на избран/и параметър/и на режима на рязане според колебанията на диаметъра на активно измерваната цилиндрична повърхнина с оглед подържане на постоянство на програмирания размер (за грубо, чисто или фино шлифване) при всеки надлъжен ход на многопроходна или дълбочинна схема на рязане.

Използването на активен контрол и адаптивно управление на процеса кръгло надлъжно шлифване на външни цилиндрични повърхнини и стъпални

отвори на ротационни центрови или патронникови детайли с инструменти с геометрично неопределена режеща геометрия осигурява постигането едновременно на висока точност на формата и размерите на цилиндричните повърхнини на стъпални детайли при оптимална производителност.

Влиянието на грапавостта на заготовките може да се елиминира при използване на подходяща форма и размери на контактните накрайници. Освен кръстосани контактни ролки те биха могли да бъдат заменени с точно изработени леки успоредни пластини (по подобие на плазовете на шейна) от износоустойчиви материали със заоблени краища, които да контактуват само с върховете на грапавините на измерваната цилиндрична повърхнина. Там се извършва всъщност и традиционният Post-контрол на диаметралните размери с микрометър, пасаметър или шублер.

За прилагане на метода подходящ за използване е и моделът на УАК TNU91 на фирма Hommel-Etamic GmbH [2] за контрол на полигонни профили. Това устройство е с разширен диапазон за измерване на непрекъснато променящи се размери на криволинейна повърхнина в напречно сечение и може да се използва за активен контрол в надлъжно направление.

За прилагане на активен контрол и/или адаптивно управление при обработване на външни цилиндрични или профилни повърхнини и отвори, при операции предшестващи окончателните методи за обработване като: струговане, ротационно фрезование или други процеси, реализирани с инструменти с дефинирана режеща геометрия, могат да се използват измервателни глави, които намират приложение при обработващите центри и координатно-измервателните машини, новите модели на сканиращи измервателни глави на фирма Zeiss, както и стандартни или модифицирани безконтактни, едно- или многоконтактни УАК, ШУАК, които се прилагат при шлифовъчните операции. С тези прецизни инструменти се извършват точни измервания в предварително програмирани напречни сечения по контура на детайла преди (Pre-Process) неговото обработване или след него (Post-Process) и се стартира следващият обработващ цикъл адаптиран с измерената геометрия. По усмотрение на програмиста може да се извърши активно сканиране на повърхнините в надлъжно и напречно направление. За активен (In-Process) или „пасивен” Pre-/Post-Process контрол с успех могат да се използват измервателни глави и стандартни или модифицирани устройства за осево позициониране [1 и 2].

Информацията от измерванията допринася за компенсирание на износването на инструментите и на деформациите на технологичната система в рамките на различните видове многопроходни цикли за обработване. Прилагането на новата технология ще повиши точността на формата, размерите и взаимното разположение на обработваните повърхнини. Улеснено е постигането на точни размери на партида от детайли в рамките на тесни допускови полета. Методът може да се използва и при повърхностно пластично деформиране по време на обработването.

Според компоновката на металообработващата машина използваното УАК за надлъжен или напречен контрол трябва да е относително подвижно спрямо установения детайл. Измервателните устройства могат да се установяват към револверните глави, към надлъжните или напречни шейни на супортите, във вретената на предните седла, към масите или телата на стругови машини, обработващи центри, машини за окончателно обработване и други. Те трябва да бъдат подходящо защитени от отделяните стружки и топлинното натоварване.

За представения метод е подадена заявка за издаване на патент за изобретение. Неговото използване разширява значително областта на приложение на измервателните устройства, на активния контрол и на адаптивното управление при различни технологични процеси реализирани на металообработващи машини.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлаганият метод за активен контрол и адаптивно управление на процеса кръгло надлъжно шлифование на външни цилиндрични повърхнини и стъпални отвори на ротационни центрови или патронникови детайли с инструменти с геометрично неопределена режеща геометрия може да се прилага и при други технологични процеси за окончателно надлъжно обработване като: външно (късо или дълго ходово) хонинговане, притриване и полиране на външни цилиндрични повърхнини и стъпални отвори на ротационни центрови или патронникови детайли само като се замени абразивният диск със сектор от кръгов венец- брус, лента, шкурка или друг инструмент при запазване на кинематиката на подавателните движения на съответната използвана машина.

Съществува възможност калибровани, струговани или по друг начин оформени заготовки предварително да се измерват, сканират и атестират на самата машина (струг, фреза, обработващ или многооперационен център, или машина за окончателно обработване) с помощта на измервателни глави, (безконтактни, едно- или многоконтактни) УАК или ШУАК в надлъжно и напречно направление или да се извършва измерване в определени напречни сечения по ос "Z" и да се стартира съответен обработващ (стругов, ротационно-фрезеви, шлифовъчен, хонинговащ, притриващ, полиращ или друг) цикъл, адаптиран с тяхната геометрия. Машините и устройствата за активен контрол могат да се използват и за измерване, сканиране и атестиране след обработването на повърхността на обработените детайли, т. е. те се превръщат в измервателни станции с адаптивно управление.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://www.de.marposs.com>, 05.03.2008
- [2] <http://www.etamic.com>, 05.03.2008
- [3] Георгиев В., С. Лилов. Адаптивно управление при свредловане на металорежещи машини с ЦПУ. Известия на ТУ в Пловдив, том 13(6), 2006.
- [4] Георгиев В., С. Салапатева. Изследване за активен контрол при струговане с ЦПУ като елемент на система за интелигентно компютърно управление. Известия на ТУ в Пловдив, том 11, 2004.
- [5] Георгиев В., И. Четроков. Влияние на грешките на формата на заготовката върху алгоритъма за адаптивно управление на точността при струговане. Юбилейна международна научна конференция АМТЕСН 2005, том 44, серия 2.
- [6] Георгиев В., И. Четроков. Изследване за адаптивно управление при струговане с ЦПУ като елемент на система за интелигентно компютърно управление. Известия на ТУ в Пловдив, том 11, 2004.
- [7] Георгиев В., И. Четроков, С. Лилов, С. Салапатева. Информационните технологии в управлението на технологичния процес. Известия на ТУ в Пловдив, том 13(6), 2006.
- [8] Стоев Л., Ст. Христов. Метод за активен контрол при надлъжно шлифование. Международна научна конференция „Авангардни машиностроителни обработки“, АМО 2008, стр. 313÷318, 18-20 юни 2008 г., Кранево.

За контакти:

доц. д-р Лъчезар Стоев, катедра "Технология на машиностроенето и металорежещи машини", ТУ-София, тел.: 029653919, E-mail: lstoev@abv.bg, lstoev@tu-sofia.bg