

METHOD AND MACHINE FOR MULTIOPERATIONAL MACHINING OF ROTARY STEPPED WORKPIECES

Part 2 Active monitoring and adaptive control

LACHEZAR STOEV

Abstract. The paper presents additional information about the technological features of a method and a machine with a single carriage machine for multioperational machining of stepped chucked and machined between centers workpieces. The focus is on the opportunities to realize active monitoring and adaptive control after the classic technology using a new method and scanning measuring probes.

Key words: centre, multioperation machining, active control, steady rest.

МЕТОД И МАШИНА ЗА МНОГООПЕРАЦИОННО ОБРАБОТВАНЕ НА СТЪПАЛНИ РОТАЦИОННИ ДЕТАЙЛИ

Част 2 Активен контрол и адаптивно управление

1. Въведение

В настоящата работа е представена разширена информация за технологичните възможности на метода и едносупортната машина за многооперационно обработване на стъпални патронникови и центрови детайли. Акцент е поставен върху възможностите за осъществяване на активен контрол и адаптивно управление по класическата технология и посредством нов метод с помощта на сканиращи измервателни глави.

2. Кратък обзор на приложението на измервателни глави

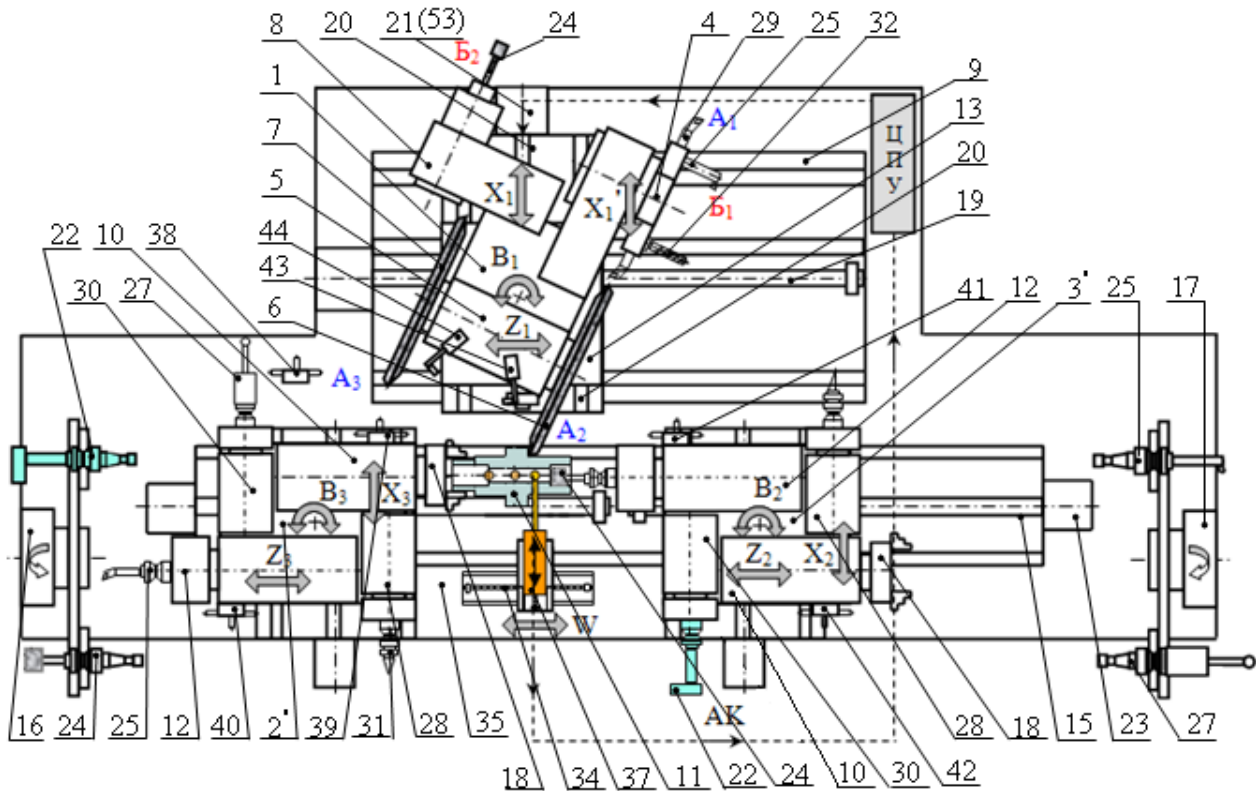
Известно е приложението на измервателни глави при обработващите центри и координатно-измервателните машини. Те се използват основно за контролиране на точността на размерите след обработване. Измерванията се осъществяват в ограничен брой точки, което не осигурява пълна информация за точността на формата на контролираните повърхнини. Например данните от измерванията на един отвор в четири точки не са достатъчни за определяне на точността на формата и отклоненията му от кръглост в напречно сечение. При прилагане на метода за контрол с електроконтактни глави се използва пътната измервателна система на машината с ЦПУ. Измервателното устройство служи само за възприемане на контролируемата величина. За целта системата за ЦПУ трябва да е снабдена с функция за прекъсване на преместването по външен (SKIP) сигнал [1]. Неотдавна германската фирма Carl Zeiss разработи метода ScanMax [2], който се прилага за извънмашинно сканиране на

детайли. Използват се различни модели оптични и контактни измервателни глави. Технологията за активно 2D- или 3D-сканиране се реализира в производствени условия на координатно-измервателни машини и приспособления с помощта на специализирания софтуер ScanWare^{PRO}. Характерно за нея е снемането на информация за топографията и точностните показатели на измервания обект при непрекъснатото контактно или оптично опипване на контролираната повърхнина. Движенията се изпълняват с висока скорост, поради липсата на необходимост от повдигане на контактния датчик. Методът се характеризира с висока точност, надеждност и достоверност на резултатите. По информация на фирмата може да се използват и измервателни глави на фирмата Renishaw. В настоящата публикация се предлага нов метод за активен контрол и адаптивно управление с помощта на активно сканиращи измервателни глави. Приложението на технологията се илюстрира при представяната компоновка на център за многооперационно обработване.

3. Компоновка на обработващия център с четирипозиционни седла

3.1 Описание на компоновката и на технологичните възможности на машината. Активен контрол при обработване на патронникови детайли

На фигура 1 обработващият център е представен в поглед отгоре при комплектуването му на модулен принцип с четирипозиционни предно 2' и задно 3' седла. Револверният супорт 1 е изобразен в позиция A₂ за надлъжно шлифование на едно от стъпалата на патронниковия детайл 11, установен в предното седло 2'. Едновременно се извършва и вътрешно шлифование на отвор с инструмент 24, установен към задното седло 3'. Активни са осите X₁, Z₁ и X₂ и Z₂.



Фиг. 1. Обработващ център с четирипозиционни седла. Активен контрол при надлъжно шлифование на патронников детайл с ШУАК.

При шлифване на надлъжно неподвижни детайли е допустимо да се използва оста Z_1 , предвидена обикновено за изпълнение на силови операции, поради факта, че изискванията към точността на надлъжните размери обикновено се предписват с един порядък по-ниски и поради наличието на технологични канали. Съществуват и други кинематични варианти. Например при последователно двустранно външно шлифване на стъпалата на патронниковия детайл **11**, с дисковете **7** и **6** (съответно при позиции на супорта A_2 и A_3) активни са осите X'_1 , B_1 и Z_3 .

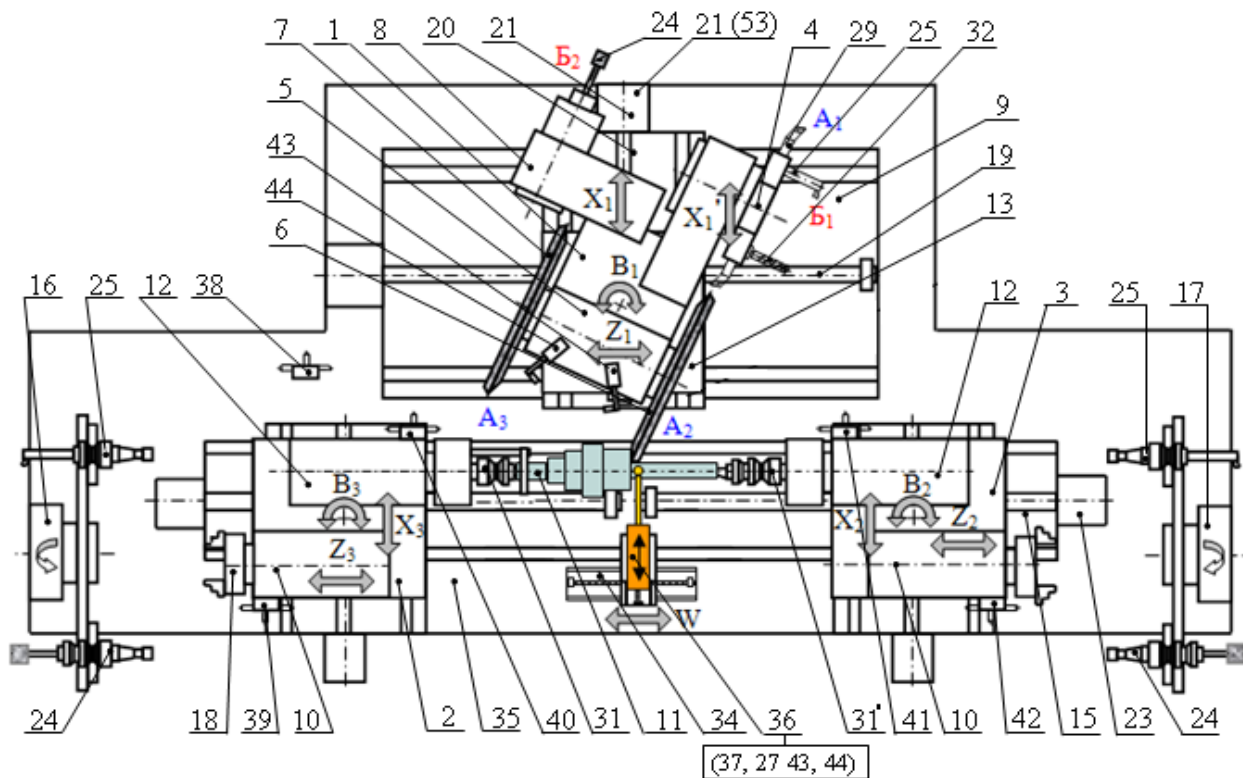
Седлата **2'** и **3'** разполагат с четири позиции. Мотор-вретената **10** са предвидени за ръчно или автоматично установяване на патронникови детайли **11**. Шлифовъчните вретена **12** с ориентирано спиране са предназначени единствено за изпълнение на операции за окончателно обработване. Поради тази причина в тях се установяват само инструменти **24** за вътрешно шлифване, инструменти за прецизно разстъргване или фино струговане **25**, диамантни ролки **26** за профилиране на абразивни инструменти и измервателни глави **27**. Вретената (или приспособленията) **28** са предназначени за установяване на предни **31** и задни центри **31'**, поддържащи люнетни опори **22** и обработващи инструменти **29**, **32** и **33** за изпълнение на силови операции като: грубо и получисто струговане, свредловане и разстъргване. Вретената (или приспособленията) **30** са предвидени за автоматизирано установяване на измервателни глави **27**. На тяхно място могат да се разполагат устройства за активен контрол (УАК) **36** или широкообхватни такива (ШУАК) **37**. Отделните четири позиции на седлата **2'** и **3'** имат различно технологично предназначение. Потребителят може да компонова на модулен принцип седлата **2'** и **3'** с тези четири позиции в различен ред и разположение.

На фигурата е илюстрирана и възможността за контролиране на диаметрите на едно или повече стъпала на детайла **11** при прилагане на активен контрол и адаптивно управление с устройство, установено към направляващата **34**. Контролът може да се осъществява по класическата технология при врезно шлифване или при надлъжно подвижен детайл при прилагане на метода [3]. Измерванията се упражняват по време, преди или след обработване. Може да се контролират заготовки и струговани детайли в определени напречни сечения и да се стартира адаптивно съответна операция в зависимост от измерената геометрия [3].

3.2 Активен контрол при обработване на центрови детайли

Фигура 2 представя машината в поглед отгоре при осъществяване на надлъжно (или врезно) шлифване на детайл **11**, установен между центрите на револверните предно **2** и задно **3** седло. Машината е показана в поглед отгоре при позиция A_2 на супорта **1**. Компоновката на обработващия център с револверни супорт, предно и задно седла, окомплектовани с инструменти за реализиране на различни операции, дава възможност за реализиране на новия метод за многооперационно обработване. При една и съща установка последователно се изпълняват операциите за двустранно струговане и шлифване на центровия детайл **11**. Новата технология осигурява съосност на двустранно разположените цилиндрични повърхнини и висока точност на размерите. При придаване на въртящ момент през крайното ляво чело на детайла **11** е възможно цялостното му обработване. Заготовката **11** предварително първо се стругова двустранно с леви и десни ножове **29**, разположени в револверната глава **4**. За тази силова операция се използват осите Z_1 и X_1 . При двустранното надлъжно шлифване на детайла **11** предното **2** и задно седло **3** се движат синхронизирано по осите Z_3 и Z_2 . Супортът **1** извършва напречни подавания по ос X'_1 . Илюстрирана е възможността за прилагане на метода за активен контрол и адаптивно управление при врезно и надлъжно шлифване [3] на центрови детайли с двуконтактни **36** или широкообхватни устройства **37** за

активен контрол, с измервателни глави **27**, с устройства за осево позициониране **43** и **44**. Те се разполагат върху направляващата **34**.

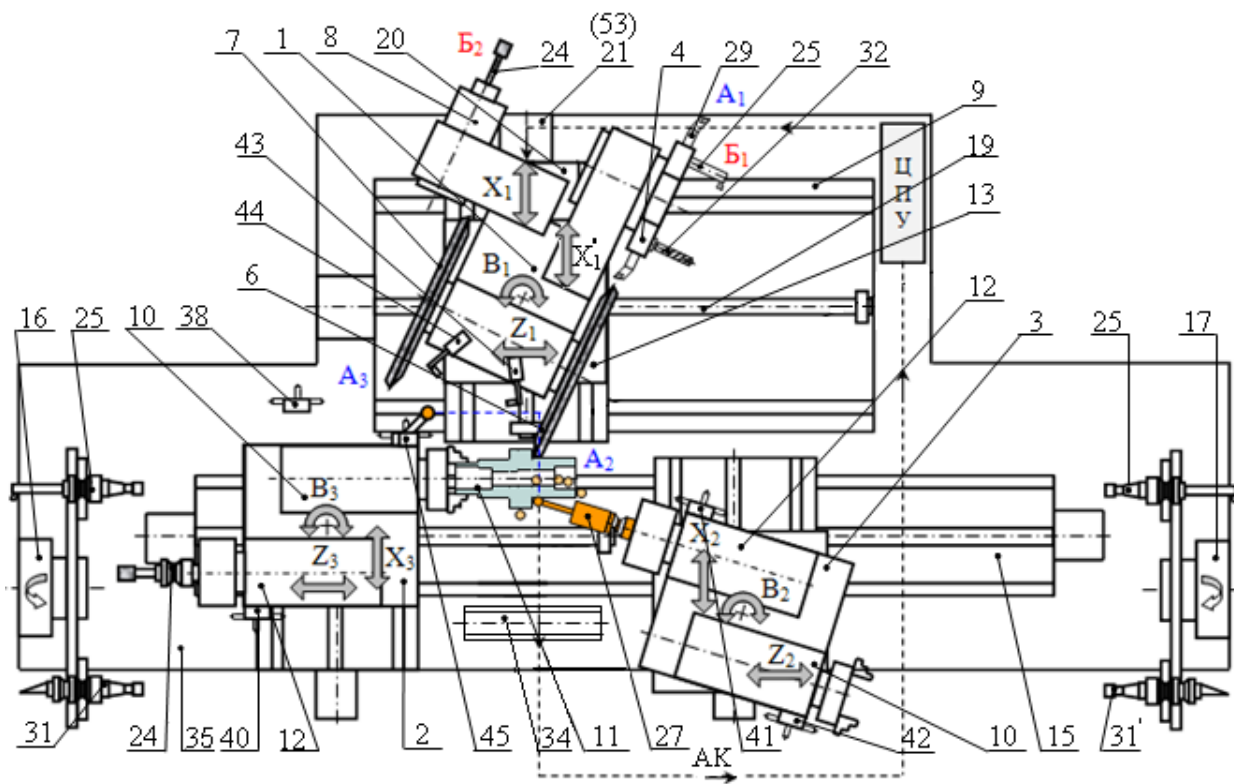


Фиг. 2. Активен контрол при надлъжно шлифване на центрови детайл с ШУАК.

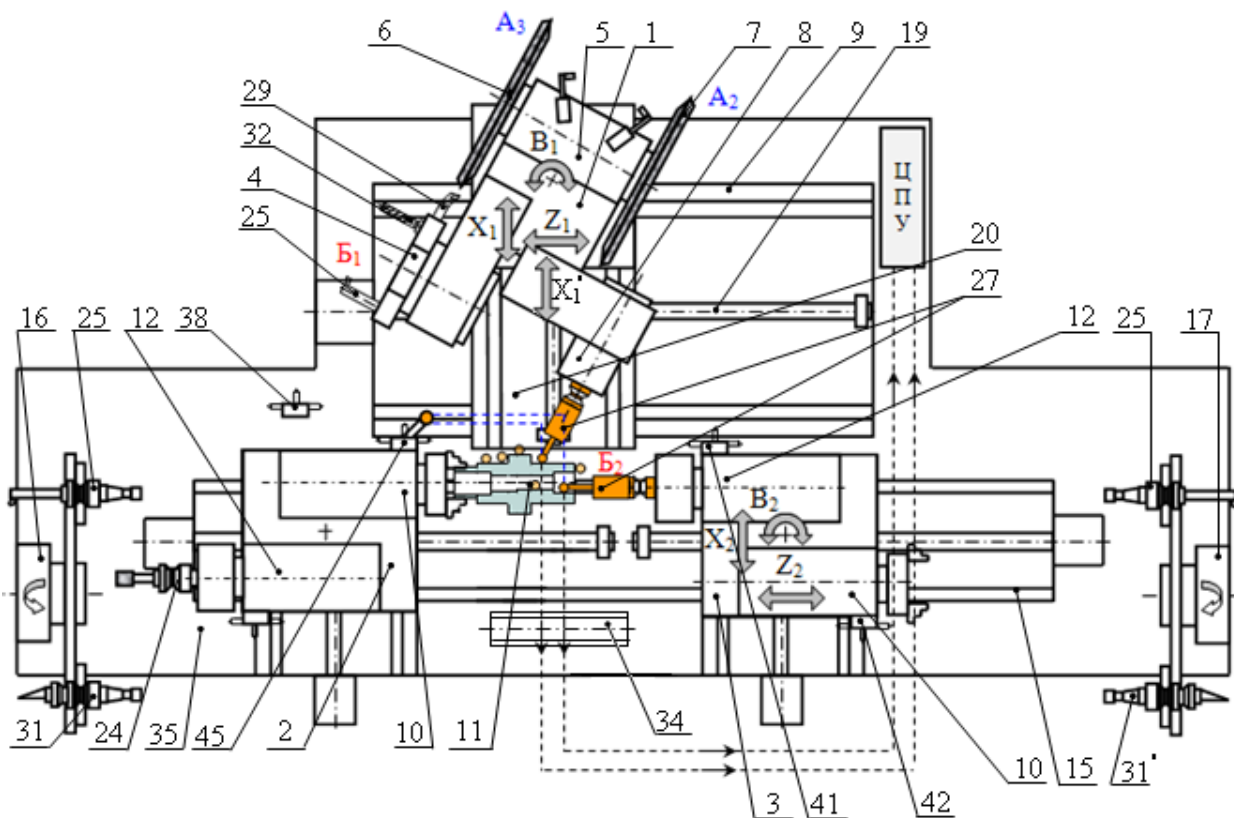
3.3 Активен контрол със сканиращи измервателни глави

Фигура 3 представя машината в поглед отгоре при осъществяване на едностранно външно надлъжно шлифване на патронников детайл **11**, установен към предното седло. Обработването се извършва от наклонения диск **6** в позиция на супорта **A₂**. Илюстрирано е прилагането на нов метод за активен контрол и адаптивно управление при външно надлъжно шлифване с помощта на сканираща измервателна глава **27**, установена във вътрешно шлифовъчното вретено **12** на задното седло **3**. Технологиите за активно сканиране "Active Scanning Technologie" [2] на фирмата Carl Zeiss и разработените за целта измервателни глави и специализиран софтуер ScanWare^{PRO} [2] са използвани досега само за извънмашинни измервания. За осъществяване на активен контрол, примерно при надлъжно шлифване, подходящи за използване са модели измервателни глави от вида на MP 250 [4] на фирмата Renishaw, модел RDS+RST-p [2] на Carl Zeiss или на специално разработени за целта. Необходимо е и адаптиране на специализирания софтуер към цифровото управление на машините използващи активно сканиране.

В случая на разглеждания технологичен процес се изпълняват последователно, при едно и също установяване, операциите за едностранно струговане на детайла и надлъжно шлифване на стъпалата, които намаляват по диаметър в посока надясно. При операцията за окончателно обработване се осъществява активен контрол и адаптивно управление със сканираща измервателна глава **27**. В случая активни са осите **Z₃**, **X₁** и **X₂**. При необходимост от контрол на всички достъпни външни и вътрешни цилиндрични повърхнини и прилежащи чела на детайла **11** задното седло **3** се препозиционира и завърта на различни ъгли около ос **B₂**. Приспособлението **45** за калиброване на главата **27** е установено към предното седло **2** (или към тялото **35** на машината).



Фиг. 3. Едностранно надлъжно шлифоване на патронников детайл при активен контрол и адаптивно управление със сканираща измервателна глава.



Фиг. 4. Едновременно сканиране на формата и размерите на въртящ се патронников детайл с две измервателни глави.

Двустранното струговане и шлифоване на стъпалата на патронниковия детайл **11** се извършват последователно след преустановяването му в срещуположното вретено **10** на задното седло **3**. В този случай вретеното **12** на предното седло **2** се зарежда автоматично от магазина **16** с измервателна глава **27** за активно сканиране.

Обработващият център може изцяло да поеме функциите на координатно-измервателна машина. Контролирането на точността на формата и размерите в надлъжно и напречно направление може да се изпълнява едновременно от две сканиращи измервателни глави, едната от които се установява към супорта, а другата към седлото, в което не е установен патронниковия детайл. Измервателните глави могат да се установяват към револверната глава **4**, към вътрешношлифовъчните вретена или в отделни позиции на супорта и седлата.

На фиг. 4 е показана възможността за едновременно сканиране на формата и размерите на въртящ се патронников детайл с две измервателни глави. В този случай машината приема функциите на измервателен център.

4. Заключение

Методът за многооперационно двустранно обработване на стъпални ротационни детайли, се характеризира с това, че мултифункционалният обработващ център реализира цялостно автоматично двустранно обработване и контрол на патронникови или центрови детайли при изпълнение на операции за грубо и окончателно обработване като: струговане, разстъргване, пробиване, фрезование, вътрешно и външно шлифоване, заточване на абразивни дискове и други.

Предложен е нов метод за активен контрол и адаптивно управление на технологични процеси със сканиращи измервателни глави, установявани в револверната глава на супорта, във вътрешно шлифовъчните вретена на седлата или супорта, подвижно или неподвижно върху направляващите или към тялото на машината. Те измерват непрекъснато или в определени сечения точността на формата, размерите и взаимното разположение на стъпалата на ротационни детайли и заготовки в напречно и надлъжно направление по време, преди или след обработване.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. П. Хаджийски** Технологични основи за управление на качеството на машиностроителните изделия, Издателство на ТУ-София, 1994 г.
- 2. <http://www.zeiss.be>**, 11.03.2009 г.
- 3. Стоев Л., Ст. Христов** Метод за активен контрол и адаптивно управление на процеса кръгло надлъжно шлифоване, заявка за издаване на патент за изобретение N^o 110106 от 09.06.2008 г.
- 4. <http://www.renishaw.com>** 11.03.2009 г.

Faculty of Machine Technology
Department of Technology of Machine Building and Metal Cutting Machines
Technical University–Sofia
8 Kliment Ohridski St.
1000 Sofia
BULGARIA
E-mail: lstoev@tu-sofia.bg