

КОМПЈУТЕРСКИ ПОТПОМОГНАТО МЕРЕЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА ВО ПРОЦЕСОТ НА РЕЖЕЊЕ ПРИ ОБРАБОТКА СО СТРУЖЕЊЕ

Невен Трајчевски, Армија на Република Македонија, ВП 4420 Скопје, Република Македонија,
neven_mc@mol.net.mk

Миколај Кузиновски, Машински Факултет, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", 1000 Скопје, Р.
Македонија, mikolaj@mf.ukim.edu.mk

Велимир Филиповски, Електротехнички Факултет, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", 1000 Скопје,
Р.Македонија, velimirf@etf.ukim.edu.mk

Пиотр Чихош, Институт за Технологија на Машини и Автоматизација при Вроцлавска политехника, 50-370
Вроцлав, Полска, piotr.cichosz@pwr.wroc.pl

Опишан е новосоздаден компјутерски поддржан истражувачки систем за мерење на температурата во процесот на режење при обработка со стружење. За мерење на температурата применет е метод на природен термопар. Прикажани се две илустрации за одведување на сигналот од обработуваниот предмет. Една, со помош на Hottinger-ова глава и друга со помош на помагало конструирано од проф. Миколај Кузиновски. Преносот на генерираните термонапон до персоналниот компјутер е изведен со оригинален интерфејс, составен од засилувач и А/Д конвертор. Прием на податоциите во персоналниот компјутер го врши апликација креирана во Microsoft Visual C++ 6.0, која графички ги прикажува кривите на термонапоните генерирани во процесот на режење. Компјутеризираниот мерен систем за мерење на температурата е изработен на Машински и Електротехнички факултети во Скопје во соработка со Институтот за Технологија на Машини и Автоматизација при Вроцлавска Политехника, Полска.

Клучни зборови: стружење, температура, термонапон, помагало на проф. Миколај Кузиновски, Hottinger-ова глава.

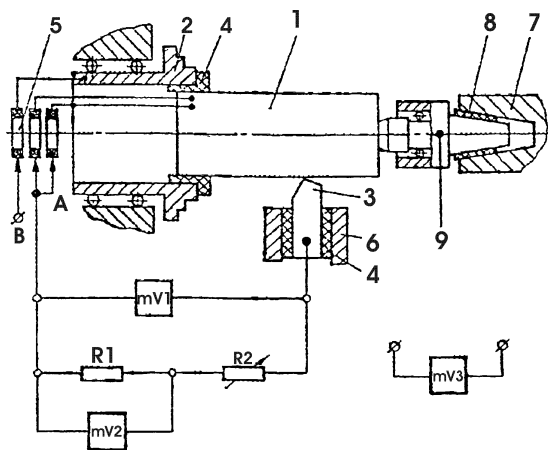
1. ВОВЕД

Познато е дека за време на трансформацијата на симнуваниот слој во струшка во обработките со симнување материјал, како резултат на енергетските трансформации, во зоната на режење се ослободува значително количество топлина. Создадената топлина во процесот на режење претставува од една страна резултат непосредно зависен од применетите параметри на обработка (v , f , a ,), состојбата на обработуваниот материјал, стереометриските карактеристики на резачкиот алат (κ , λ , γ , r_ϵ ,.....) и од друга страна оваа топлина преку максималната температура претставува значаен фактор кој има доминантно влијание врз механизмот на создавање на струшка, дејствијата кои се појавуваат во процесот на абразивното на резачкиот алат (абразивни, адхезивни, дифузивни, топлотни, оксидациони), големината на отпорите во процесот на режење, кои се во непосредна корелација со силовиот и топлинскиот модел на создавање заостанати напони, а со тоа и на создавањето на резултатните карактеристики на ново конституираниот технолошки површински слој /ТПС/ [1,2,3,]. Затоа е важно во обработките со симнување материјал точно да се познава големината на температурата која се развива во зоната на режење, а особено на работните површини од резачкото сечило. Температурата во процесот на режење може да се определи по аналитички и експериментален пат, за што се развиени голем број методи [5,8]. Од експерименталните методи најзастапен е методот на природен термопар, каде резачкиот алат и обработуваниот предмет го сочинуваат природниот термопар. Методите со природен

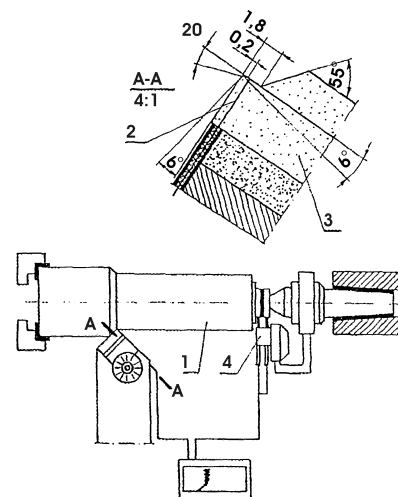
термопар се едноставни за примена, меѓутоа бараат познавање на термоелектричната карактеристика на природниот термопар, а нејзиното одредување се изведува исклучиво по експериментален пат [3,6]. Појавата на современите резачки материјали, особено резачката керамика, создава предуслови за примена на значително поголеми брзини на режење, а високите температури и динамиката на одвојување на материјалот во такви услови поинтензивно дејствуваат на механизмите на создавање на струшка и процесите на абетието на резачките алати, како и на технолошките ефекти во /ТПС/. Од системот Машина - Помагало - Обработуван предмет - резачки Алат (МПОА) се бара зголемена крутост, од системот за мерење на температурата се бара намалување на грешките кои се појавуваат при одведување на сигналот од обработуваниот предмет и резачкото сечило, можност за снимање доволен број информации за релативно краток временски интервал, примена на компјутерска техника за поверодостојно определување на температурата во процесот на режење, а преку тоа, пред се, намалување на интервалот на мерната неодреденост на добиените резултати од изведените мерења. Решението на така сложениот процес, како што е определување на температурата во процесот на режење, кое е претставено во овој реферат, е резултат на заедничка истражувачка активност реализирана на Машински и Електротехнички факултет во Скопје во соработка со Институтот за Технологија на Машини и Автоматизација /ИТМиА/ при Вроцлавска Политехника, Полска.

2. АНАЛИЗА НА ПОСТОЕЧКИ СИСТЕМИ ЗА МЕРЕЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРА ВО ПРОЦЕСОТ НА РЕЖЕЊЕ ПРИ ОБРАБОТКА СО СТРУЖЕЊЕ

Ако ги разгледаме постоечките системи за мерење на температурата, применуваната автоматизација т.е. пренос на сигналите од обработуваниот предмет и резачкото сечило, со примена на одреден интерфејс до персоналниот компјутер /PC/, ќе видиме дека постојат различни видови на решенија, кај кои присутни се и соодветни предности и недостатоци, а се поврзани со нивото на интервалот на мерната неодреденост на добиените резултати од изведените мерења во функција од цената на чинење на мерната опрема [3,9].



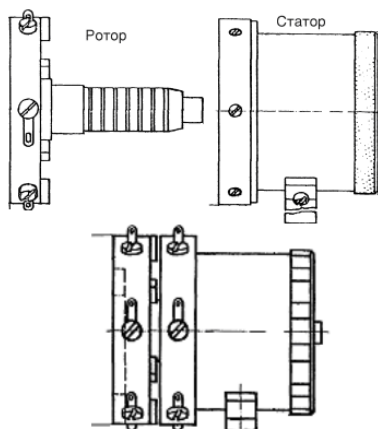
Сл.1. Шема на поврзување на елементите од металорезачка машина со мерен аналоген прибор со примена на Hottinger- ова глава; Бобровски, В.А, Афанасев Ф.Е. [2].



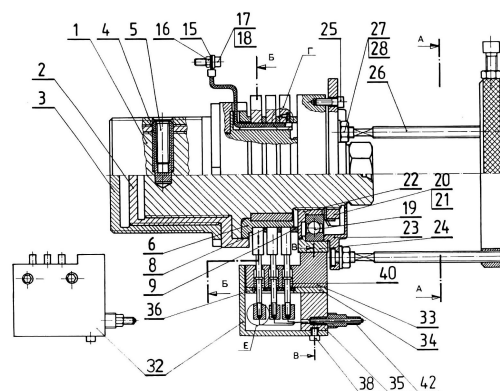
Сл.2. Шема на поврзување на елементите од металорезачка машина со мерен аналоген прибор со примена на лизгачки прстени на обработуваниот предмет. Деталниот опис на означувањата е даден во [5].

Во однос на одведувањето на сигналот од обработуваниот предмет се применуваат два начина. Едниот начин, е со примена на лизгачка глава, наречена Hottinger- ова глава, производ од фирмата Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, која е поставена, спротивно од

стезната глава, на главното вретено (сл.1.) [2] и (сл.3) [4]. На сл.1. се гледа поврзувањето на елементите од металорезачката машина со мерниот аналоген прибор за мерење на температурата во процесот на режење, како и ограничената примена на Hottinger- овата глава, која е обусловена со проодност низ главното вретено и достапност до неговиот спротивен крај. Недостапноста до спротивниот крај од главното вретено, гледано спротивно од стезната глава, е најчесто изразено кај нумерички управуваните стругови, со што ја ограничува примената на Hottinger- ова глава. На сл.1. обработуваниот предмет (1), е стегнат во стегачка глава (2), изолиран со помош на специјални подлошки (4). Hottinger- овата глава е означена со (5). Резачкиот алат (3), поставен е во држачот (6) изолиран со подлошка (4), за да не се наруши термопарот обработуван предмет - резачки алат, во случај на допир со другите делови од машината. Центарот (9) е изолиран со помош на фолија (8) од пинолата (7), што претставува негативна карактеристика на овој мерен систем, бидејќи ја намалува контактната крутост помеѓу обработуваниот предмет и машината, што доведува до појави на вибрации во процесот на режење, внесувајќи дополнителни влијателни фактори, кои може да го нарушат текот на изведувањето на процесот на испитување. Другиот начин за одведување на сигналот од обработуваниот предмет е со лизгачки прстени поставени на обработуваниот предмет и четкици поставени на неподвижниот дел од машината (сл.2.) [5], применлив и во случаи кога имаме достапност до главното вретено, како што е најчест случај кај нумерички управуваните машини. Со цел да се намали интервалот на мерната неодреденост на добиените резултати од изведените мерења на температурата е конструирано специјално помагало за одведување на сигналот од обработуваниот предмет (сл.4) [3,9].



Сл.3. Hottinger- ова глава од фирмата Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH [4].

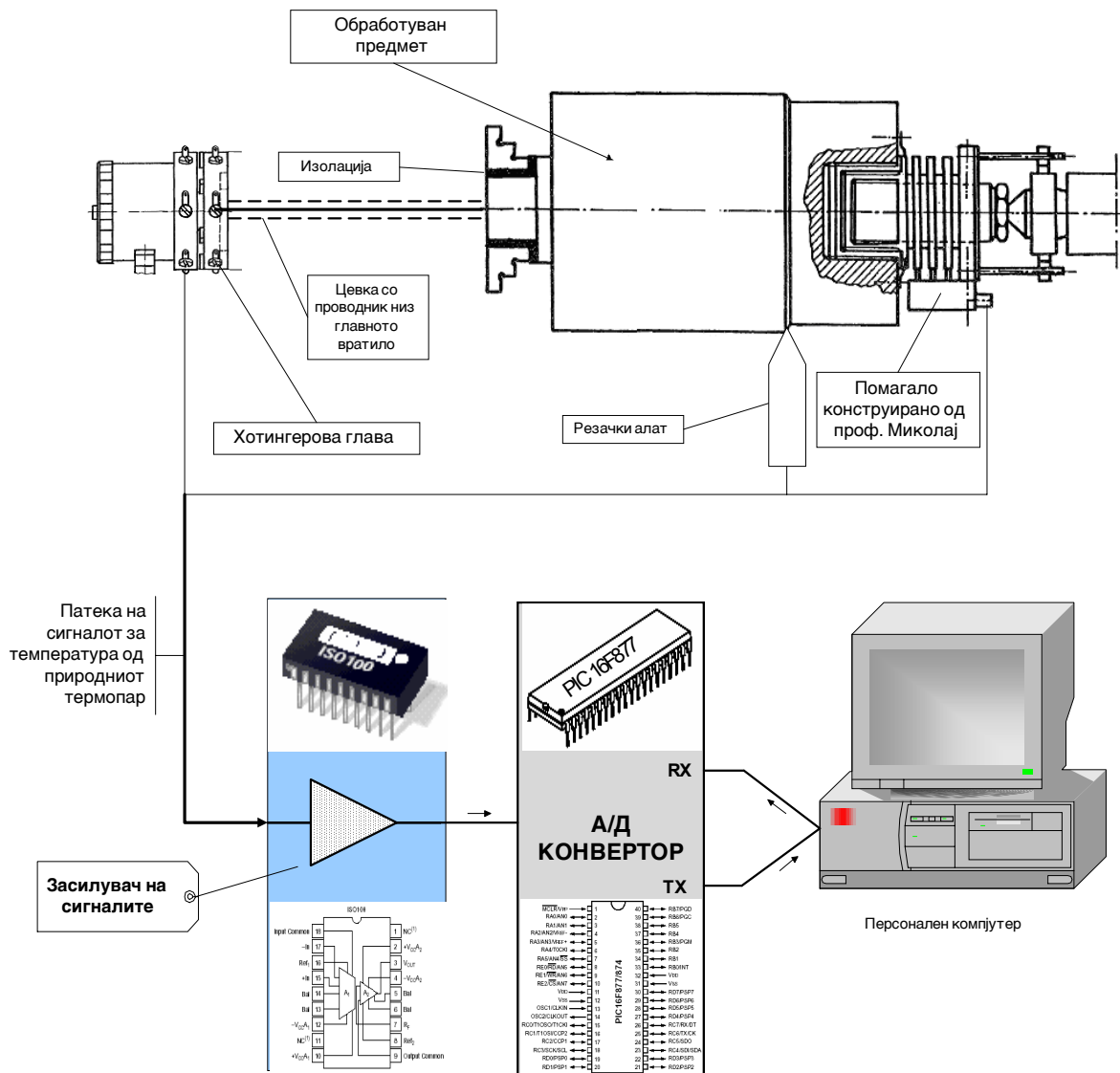


Сл.4. Пресек на помагало за одведување на сигналот од обработуваниот предмет. Деталниот опис на означувањата е даден во [3,9].

3. ОПИС НА НОВОСОЗДАДЕНО ИСТРАЖУВАЧКО МЕСТО ЗА МЕРЕЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРА

На сл.5. е дадена принципиелна шема на новосоздаденото компјутерски потпомогнато истражувачко место за мерење на температура во процесот на режење при обработка со стружење. Применет е метод на природен термопар [8]. Мерењето на температурата во процесот на режење, заради верификација на веродостојноста на одведувањето на сигналот од обработуваниот предмет, се изведе со примена на помагалото [9] и Hottinger- овата глава [4]. Сигналот добиен по двете патеки се доведува до двоканален засилувач на сигналите кој термонапоните ги доведува во опсегот на A/D конверторот за понатамошно успешно претварање во дигитален облик, кој се доставува до /PC/. Двоканалниот засилувач има и улога галвански да го одвои електричното коло на

термопаровите од A/D конверторот и /PC/, со цел за заштита од евентуални струјни удари кои би можеле да го оштетат овој дел од мерниот систем. Галванското одвојување е изведено со користење на оптокаплерски засилувач т.е. интегралното коло со ознака ISO100. Оваа компонента се состои од два оптокаплерски поврзани засилувачи од кои едниот е приклучен во патеките по кои доаѓаат термонапоните и претставува примарно електрично коло, а вториот е приклучен кон A/D конверторот и претставува секундарно електрично коло или секундарен дел од мерниот систем. Ова раздвојување има улога и да ги отстрани влијанијата на секундарното струјно коло врз примарното.

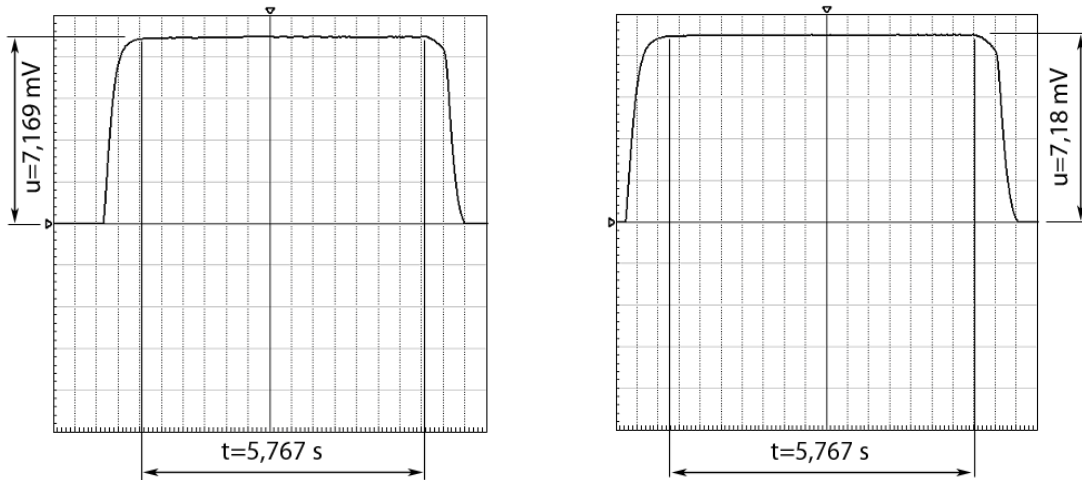


Сл.5. Принципиелна шема на истражувачко место за мерење на температура во процесот на режење при обработка со стружење

Во основа на A/D конверторот прикажан на сл.5. користен е микроконтролер PIC16F877, кој во себе содржи 10-битен A/D конвертор. Овој микроконтролер содржи и уред за сервиска комуникација кој се користи за праќање на податоците на /PC/.

/PC/ користи изработена апликација во Microsoft Visual C++ 6.0, која врши прифат на податоците од A/D конверторот преку RS232 интерфејсот и приказ на екранот во графичка форма. Врз основа на добиените сигнали за термонапоните (сл.6 а и б) може да се констатира дека со примена на помагалото [9] (сл.6 а) и од Hottinger (сл.6 б) се забележуваат занемарливи разлики. Експериментот е изведен при стружење со резна

брзина $v = 150 \text{ m/min}$, помест $f = 0,16 \text{ mm/vr.}$ и длабочина на режење $a = 0,2 \text{ mm}$. Стружен е обработуван материјал јаглероден челик (C 1630) со резачки плочки SNGN 120712 изработени од мешана керамика MC 2 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}$) од фирмата HERTEL.



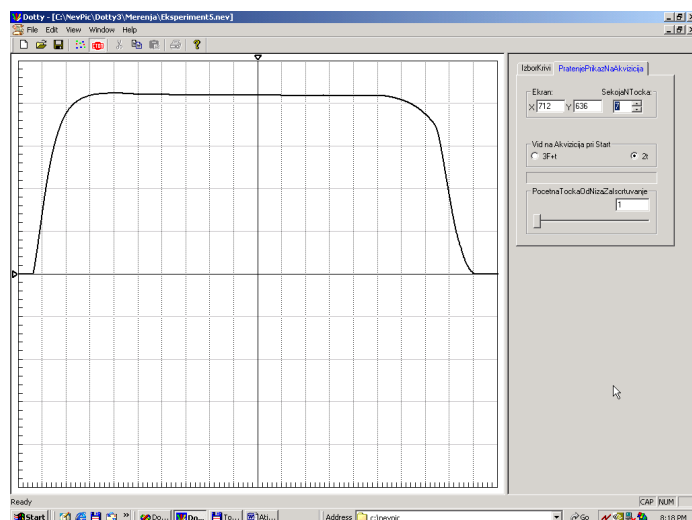
а). Помагало на проф. Миколај Кузиновски.

б). Hottinger-ова глава.

Сл.6. Изглед на измерениот сигнал за температурата добиен по две различни патеки со прикажана средна вредност на термонапонот

4. ВЕРИФИКАЦИЈА НА ИЗМЕРЕНИТЕ ВРЕДНОСТИ ЗА ТЕМПЕРАТУРИТЕ

На сл.7. е прикажан изгледот на временските облици добиени при мерење на термонапонот при стружење со резна брзина $v = 300 \text{ m/min}$, помест $f = 0,16 \text{ mm/vr.}$ и длабочина на режење $a = 1,0 \text{ mm}$. Обработуван е материјал од јаглероден челик (C 1630) со резачки плочки SNGN 120712 изработени од мешана керамика MC 2 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiC}$) од фирмата HERTEL. Измерен е среден термонапон од $9,54 \text{ mV}$. Користејќи ја претходно дефинираната релација за опишување на зависноста на термоелектричната карактеристика за природниот термопар



Сл.7. Изглед на крива на термонапонот и изглед на прозорецот на апликацијата

$C 1630 - MC2$ ($T = 104,426 - 42,646u + 44,734u^2 - 4,937u^3 + 0,17u^4$) [3,6,7], се добива средна температура од $890,95 \text{ }^\circ\text{C}$. Верификацијата на новосозданиот компјутерски потпомогнат мерен систем за мерење на температурата во процесот на режење при

стружење е изведена и потврдена со изведување на исти таков експеримент во ИТМиА при Вроцлавска Политехника, Полска[3]. Измерената средната температура од 881,59 °C, се разликува за приближно 1% во однос на нашите мерења.

5. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на изведените експерименти, добиените резултати и направените пресметки за определување на температурата во процесот на режење при обработка со стружење произлегува дека реализираните компјутерски интерфејси и програми наменети за водење на процесот на мерење на температурата, како и целата истражувачка опрема овозможуваат добивање веродостојни резултати. Потврда за тоа претставуваат добрите совпаѓања за измерената температура, при исти услови на обработка со стружење, на Машински факултет во Скопје и ИТМиА при Вроцлавска Политехника, Полска [3]. Компјутерски потпомогнатиот процес на мерење на температурата го олеснува создавањето бази на знаења со информации за промената на температурата во процесот на режење при обработка со стружење за различни обработувани материјали и со различни резачки материјали. На тој начин се создаваат предуслови за оптимален избор на параметрите на обработка со режење и управување со топлинскиот модел на создавање заостанати напони, кои имаат штетно влијание на особините на /ПС/.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кузиновски М., Павловски В., Жебровски Х.: Автоматизација на експерименталните истражувања во науката и техниката. Зборник на трудови бр.11. Машински факултет - Скопје, 1992., с.5-12
- [2] М. Кузиновски, П. Чихош, Х. Жебровски: Трансмисија на сигналот од обработуваниот предмет при мерење на температурата во процесот на режење при стружење. Зборник на трудови. Машински факултет - Скопје, год.16, бр.2, стр.107 - 112 (1997)
- [3] Кузиновски М., Истражување на физичките појави и технолошките ефекти при стружење со зголемени брзини на режење. Докторска дисертација. Машински факултет - Скопје, 1991
- [4] Slipring Assemblies. Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, P.O.Box 4235, D-6100 Darmstadt.
- [5] Cichosz P., Zebrowski H.: Messung der Schnitttemperatur beim Drehen mit keramischen Schneiden. VII Internationale Konferenz für Werkzeuge und Ausstellung. Miskolc (H), 1989, 08.29-31.
- [6] Кузиновски М., Жебровски Х., Чихош П., Рошенкиевич П.: Определување на термоелектричната карактеристика на термопарот јаглероден челик- мешана керамика за мерење на температурата во процесот на режење. Зборник на трудови бр.13. Машински факултет - Скопје, 1993, год.(vol)12, с. 45-48
- [7] Кузиновски М., Павловски В., Жебровски Х., Чихош П., : Развој на методика и лабораториска опрема за изведување на аналитичко експериментални истражувања во областа на обработката со режење. Министерство за наука. 1995-1997 год.
- [8] Cichosz P., METHODS OF TEMPERATURE MEASUREMENT IN HIGH- SPEED TURNING. VI Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna pt.: 'Tendencje Rozwojowe w Technologii Maszyn' Zielona Gora, 20-22.09.1990., s.117- 122
- [9] Кузиновски М.: Патентно решение бр.62/96, деловоден број 09 6287/1, од 27.12.1996. ПАТЕНТ МКП В23Q 11/14, G01K 13/08, 900602 од 30.09.2000. ПОМАГАЛО ЗА ПРЕНОС НА СИГНАЛ ПРИ МЕРЕЊЕ НА ТЕМПЕРАТУРА. Гласник ИРРО, 7/3, стр.2-58, септември 2000 Скопје, стр.13

COMPUTER AIDED MEASUREMENT OF THE TEMPERATURE IN THE CUTTING PROCESS BY MACHINING WITH TURNING

This article describes newly built computer aided research system for measuring of the temperature in the cutting process by machining with turning. Method of the nature thermocouple has been used for measuring of the temperature. Two traces that lead the signal from the workpiece are shown. One trace uses Hotinger head and the second uses device constructed by prof. Mikolaj Kuzinovski. Transfer of the generated thermocouple voltage to the personal computer is done by original interface, which consist amplifier and A/D converter. Application that was created in Microsoft Visual C++ 6.0 is in charge of receiving the data and displaying the curves of the thermocouple voltage, which is generated in the cutting process. The computer measuring system for measuring of the temperature has been made on the Faculty of Mechanical Engineering and Electrotechnical in Skopje in cooperation with Institute of Mechanical Engineering and Automation of the Technical University of Wroclaw, Poland.

Key words: turning, temperature, thermocouple voltage, device constructed by prof. Mikolaj Kuzinovski, Hotinger head.