

2. Mechnik V. A., Bondarenko N. A., Dub S. N., Kolodnitskyi V. M., Nesterenko Yu. V., Kuzin N. O., Zakiev I. M., Gevorkyan E. S. A study of microstructure of Fe–Cu–Ni–Sn and Fe–Cu–Ni–Sn–VN metal matrix for diamond containing composites. *Materials Characterization*. 2018, Vol. 146. P. 209–216.
3. Lin C.G., Kny E., Yuan G.S., Djuricic B. Microstructure and properties of ultrafine WC–0.6VC–10Co hard metals densified by pressure-assisted critical liquid phase sintering. *J. Alloys Compd.* 2004. Vol. 383, no. 1–2. P. 98–102.

## ACCURACY ANALYSIS OF THE APPOINTMENT OF PART COORDINATE SYSTEM IN CMM

Mazur, T.<sup>1</sup>, Gevorkyan, E.<sup>2</sup>, Cepova, L.<sup>3</sup>, Rucki, M.<sup>1</sup>, Morozow, D.<sup>1</sup>, Siemiatkowski, Z.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities in Radom, Radom, Poland

<sup>2</sup>Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

<sup>3</sup>VSB-Technical University of Ostrava, Ostrava, Czech Republic

Measurement with Coordinate Measuring Machines (CMMs) consists of determining the spatial coordinates of measurement points on the surface of a measured object, and then calculations are performed to determine the best-fitting geometrical elements [1]. From these elements, dimensions of the measured object are derived. Usually, a contact measurement is completed with a stylus equipped with a ball tip maintaining the same distance between its center and the measured surface in all directions [2]. Among many sources of uncertainty, determination of Part Coordinate System (PCS) may affect all the subsequent measurement results. This study is devoted to the analysis of PCS appointment accuracy. Figure 1a presents the machine used in experiments, and 1b shows the measured gage block with PCS based on 4 probing points placed on each side. Their positions are shown with red circles on the visible surfaces, but similar positions are in the plane YZ.

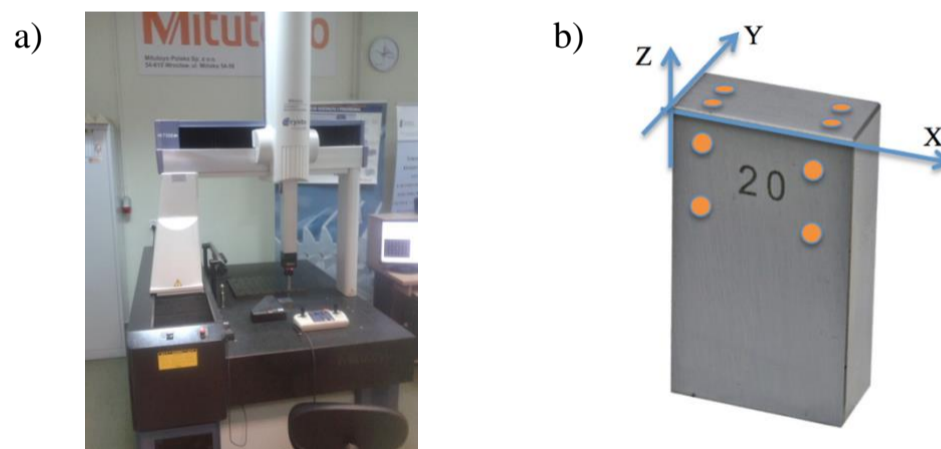


Figure 1. Experimental setup: a) CMM Mitutoyo Crysta-Apex C7106, b) measured gage block with appointed Part Coordinate System

Theoretically, accurate identification of the probing points should provide accurate determination of the PCS XYZ. However, when measuring such an accurate object as a gage block, the results appeared to be dependent on the measurement method. Four methods were tested, defined as follows:

- method 1 involved coordinate  $X$  of the probing point placed on the gage block's right surface (Fig. 1);
- method 2 involved measurement of the distance between two points between two face surfaces, right and left ones, along the axis  $X$ ;
- method 3 involved coordinate  $X$  of the probe ball tip center when touching right face surface minus ball radius;

- method 4 involved measurement of the distance between ball tip center positions in two probing points placed on right and left surfaces, along the axis X.

Dependent on the method and measurement settings, appointment of the as-defined Part Coordinate System generated differences as high as even 10  $\mu\text{m}$ . The results indicated importance of the accurate determination of PCS and related uncertainty estimation.

#### References

1. Savio, E. Coordinate Measuring Machine. In *CIRP Encyclopedia of Production Engineering*; Chatti, S., Laperrière, L., Reinhart, G., Tolio, T., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2019.
2. Śladek, J.A. *Coordinate Metrology*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2016.
3. Lin C.G., Kny E., Yuan G.S., Djuricic B. Microstructure and properties of ultrafine WC–0.6VC–10Co hard metals densified by pressure-assisted critical liquid phase sintering. *J. Alloys Compd.* 2004. Vol. 383, no. 1–2. P. 98–102.

## ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДВОМАСОВОЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЧІТКОЇ АПРОКСИМУЮЧОЇ СИСТЕМИ

Канюк Г.І.<sup>1</sup>, Василець Т.Ю.<sup>1</sup>, Варфоломієв О.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Українська інженерно-педагогічна академія

<sup>2</sup>Byteflow Dynamics, New York, USA

Можливість використання апарату нечіткої логіки в завданнях ідентифікації нелінійних динамічних об'єктів і систем базується на результатах досліджень таких учених, як Ванг, Каско, які довели, що будь-яка математична система може бути апроксимована системою, заснованою на нечіткій логіці.

Особливості створення нечітких моделей розглянемо на прикладі вирішення завдання ідентифікації двомасової електромеханічної системи управління електроприводом механізмом підйому мостового крана з урахуванням кінцевої жорсткості підйомного канату. Для побудови нечіткої моделі застосовано пакет прикладних програм пакету Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB [1].

При побудові моделі системи сформується вхідна послідовність на основі поточного значення вхідного сигналу системи  $U_{зЕ}(k)$  і вхідного сигналу, затриманого на один шаг дискретності  $U_{зЕ}(k-1)$ , а також два затриманих на один і два кроки вихідних сигналів, тобто  $\omega_m(k-1)$  і  $\omega_m(k-2)$  відповідно. Вихідним сигналом є швидкість механізму  $\omega_m(k)$ . Точки повинні охоплювати весь діапазон зміни вхідного і вихідного сигналів системи.

Шляхом зміни типа і параметрів функцій приналежності, діапазону їх зміни, кількості правил нечіткого висновку розроблена нечітка апроксимуюча система для вирішення завдання ідентифікації двомасової системи управління механізмом підйому мостового крана.