

якому мають місце пружні і пластичні деформації. Він супроводжується великим тертям, тепловиділенням, наростом утворення, усадкою стружки, зміцненням, зношуванням ріжучого інструменту.

Стратегія прогнозування верстатом спільно з процесом обробки на ньому, побудована із застосуванням прогнозуючої моделі, повинна передбачати організацію прогнозування за наступним ієрархічним принципом.

1. На верхньому рівні ієрархії обчислюють критерій прогнозування, йдучи на компромісне рішення при виборі точності, продуктивності і собівартості, і видають завдання на уставки регуляторів. Періодично обчислювальні системи обробляють статистичний матеріал в цілях корекції як математичної моделі, так і рівня стабілізації параметрів.

2. На нижньому рівні ієрархії проводиться зміна керуючих змінних з метою оптимізації технологічного процесу, що визначає вихідні властивості верстата. Ці зміни здійснюються за уставками, що видаються верхнім рівнем з умови екстремуму критерію оптимізації.

Ключові слова: фрезерні верстати з числовим програмним керуванням, відмова ріжучого інструменту, підвищення надійності, об'єкт прогнозування.

Література

- [1] М. М. Тверской, *Автоматическое управление режимами обработки деталей на станках*. Москва: Машиностроение, 1982.
- [2] В.А. Коробов, *Адаптивное управление в станках с ЧПУ: Обзор*. Москва: НИИмаш, 1979.
- [3] В.А. Бесекерский, *Цифровые автоматические системы*. Москва: Наука, 1976.
- [4] С. С. Заєць, «Система діагностування стану обладнання в процесі виготовлення деталей приладів», на *XIX Між нар. наук.-техн. конф. ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи*, Київ, 2020, с. 43-45.
- [5] В. А. Ратмиров, *Основы программного управления станками*. Москва, РФ: Машиностроение, 1978.
- [6] В. В. Шевченко, С. С. Заєць, Є. В. Богачов, Є. І. Коробцов, «Система діагностики працездатності різального інструменту на верстатах із ЧПК», *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*, 29 (68), № 2, с. 198-202.

UDC 621.9.011

TESTING THE TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF STEEL ELEMENTS USING THE TAGUCHI METHOD

¹⁾Andrzej Dzierwa, ²⁾Natalia Stelmakh, ²⁾Pavlo Karasov

¹⁾Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

²⁾National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”,
Kyiv, Ukraine

E-mail: adzierwa@prz.edu.pl, n.stelmakh@kpi.ua, karasovpavlo@gmail.com

Surface topography is one of the most important factors which affects the reliability and life of machine elements [1]. It has a structure composed of microscopic peaks and valleys formed during the manufacturing process and is

widely present in various engineering practices [2]. Characteristics of tribological phenomena, like friction and wear, in dry or/and lubricated conditions, depend on areal surface topographies of sliding surfaces. Although many experimental works have been carried out on the surface roughness and topography of contact surfaces, correlations between surface roughness and friction and wear are not yet clearly defined [3, 4]. Therefore, the aim of the present work was to comprehensive investigation of the influence of ground surfaces on friction and wear using the Taguchi method.

The tribological tests were conducted using ball-on-disc tester. The frictional pairs consist of balls made of 100Cr6 steel with hardness of 62 ± 2 HRC co-acted with a steel discs of 40 ± 2 HRC hardness. The disc roughness height, determined by the Sq parameter (root mean square of the surface) was $0.299 \mu\text{m}$ and other selected parameters are presented on the Fig. 1. Tests were carried out in dry friction conditions at an ambient temperature of $20 - 22^\circ\text{C}$. The sliding speeds were: 0.24; 0.48 and 0.72 m/s, the sliding distance: 160, 282 and 404 m, and the normal load 5, 10 and 15 N. The experimental plan according to the Taguchi method included 27 experiments. During tribological tests, wear products were removed from the test chamber using compressed air. The friction force was recorded during each test, while after its completion the amount of wear was determined using a white light interferometer Talysurf CCI Lite.

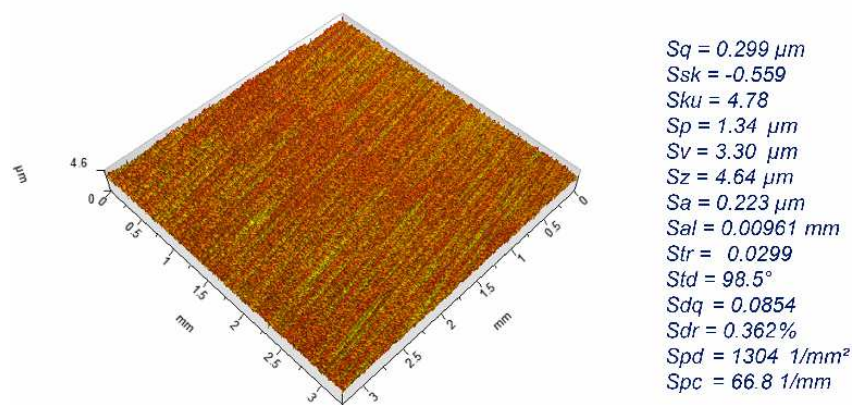


Fig. 1. Isometric view and selected surface topography parameters of tested disc

The measuring area was $3.29 \text{ mm} \times 3.29 \text{ mm}$, the sampling interval in perpendicular directions was $3.3 \mu\text{m}$. The measurements of the wear tracks were taken at four positions 90° apart. Then, the profiles were extracted perpendicularly to the wear tracks and the wear cross-sectional areas were calculated using TalyMap Gold 6.0 software. The calculation of volumetric wear of the disc according to Equation (1) was the next step [5].

$$VD = \pi ds \quad (1)$$

where: d – diameter of the wear track [mm], s – cross-sectional area of the wear track [mm²].

Fig. 2 shows mean effect plot for S/N ratio for observation of the tested tribological parameters. From Fig. 2, it is evident that the load was the basic parameter influencing

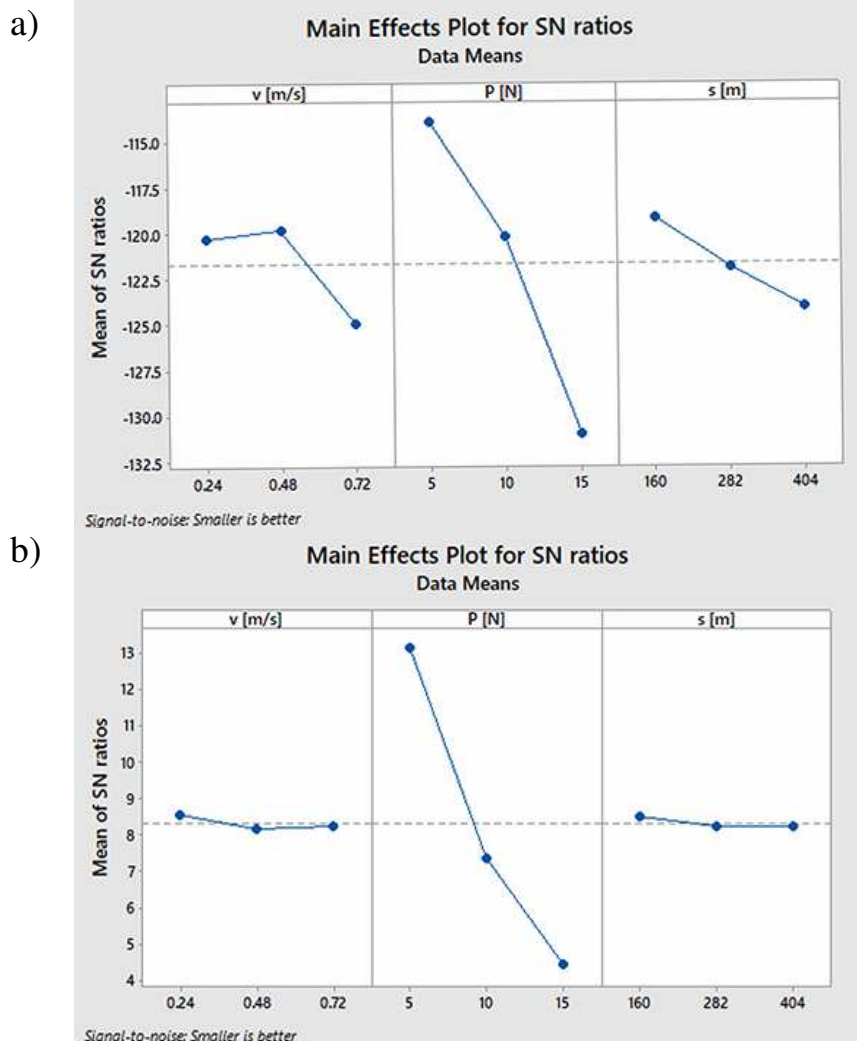


Fig. 2. Mean effect plot for S/N ratio for wear volume (a) and coefficient of friction (b)

the changes in the value of volumetric wear as well as the coefficient of friction. The influence of the other parameters (sliding speed and sliding distance) was visible only in the case of volumetric wear tests, while it was marginal in the case of the friction coefficient tests. The lowest values of volumetric wear were obtained for the following parameters: $v = 0.24$ m / s; $P = 5$ N; $s = 160$ m and the lowest values of the friction coefficient were recorded with the following parameters: $v = 0.24$ m / s; $P = 5$ N; $s = 282$ m.

Key words: surface topography, characteristics of tribological phenomena, tribological tests.

References

- [1] X. Zhang, et al., “Influence factors of surface topography in micro-side milling”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 12 (2019), pp. 5239-5245.
- [2] R. Shi, et al., “Effect of surface topography parameters on friction and wear of random rough surface”, *Materials*, 12 (2019), 2762.

- [3] F. Svahn, A. Kassaman-Rudolphi, E. Wallen, “The influence of surface roughness on friction and wear of machine element coatings”, *Wear*, 254 (2003), pp. 1092-1098.
- [4] R. Reizer, L. Galda, A. Dzierwa, P. Pawlus, “Simulation of textured surface topography during a low wear process”, *Tribology International*, 44 (2011), pp. 1309-1319.
- [5] A. Dzierwa and N. Stelmach, “Analysis of strength criteria in the design of products from composite materials”, *Bull. Kyiv Polytech. Inst. Ser. Instrum. Mak.*, no. 61(1), pp. 46–51, Jun. 2021. DOI:10.20535/1970.61(1).2021.237094.

УДК 681.52; 004.71

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ ПОБУДОВИ КАРТИ МІСЦЕВОСТІ ДЛЯ МОБІЛЬНОЇ РОБОТИЗОВАНОЇ ПЛАТФОРМИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІНФРАЧЕРВОНИХ І УЛЬТРАЗВУКОВИХ ДАТЧИКІВ

Глухов О. В., Кравчук О. О., Палій М. В.

*Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна
E-mail: mykhailo.palii@nure.ua, oleg.glukhov@nure.ua, olha.kravchuk@nure.ua*

На даний час індустрія автономних платформ набула широкого розвитку. Розглядається дослідження алгоритму побудови карти місцевості для мобільної роботизованої платформи при використанні інфрачервоних датчиків. Робот повинен аналізувати та запам'ятовувати карту місцевості та маршрут для приміщень, де буде здійснювати своє робоче завдання.

Для реалізації цього питання використовується алгоритм SLAM на основі фільтру частинок для наземного мобільного робота, що використовує ультразвукові датчики дистанції та моделює його роботу [1].

Роботу необхідно в кожен момент часу знати своє місцезнаходження, а також поступово сканувати простір за допомогою сенсорів, складаючи карту місцевості. Якщо робот проїжджає по тій області приміщення, яку він вже відсканував, відбувається звірка. В результаті, якщо апарат розуміє, що поточні показання одометрії не відповідають показанням карти, відбувається коригування. У якості далекомірів ми запропонуємо використовувати інфрачервоні та ультразвукові датчики [2].

Використаємо ультразвуковий датчик hc-sr04 (1.7\$), та інфрачервоний датчик LM393 (1\$). Прикріпимо їх на сервопривід, так щоб вони могли обертатися на 90 градусів у площині XY, і розташуємо їх, як показано на рисунку 1. Цей підхід дозволяє нам повністю сканувати всю територію, за рахунок двох датчиків, які можуть обертатися за допомогою сервоприводів.

Для моделювання роботи алгоритму використаємо середовище моделювання V-REP. На рисунку 2 зображена карта перешкод.

На рисунку 3 представлений очікуваний результат роботи програми карти та визначення положення робота з використанням даних, одержуваних з ультразвукових датчиків.