

Badanie topografii powierzchni wybranych elementów silnika spalinowego za pomocą mechanicznego rejestratora obiektów

The studies of surface roughness for selected engine combustion elements by means of mechanical record objects

HENRYK BĄKOWSKI
ANDRZEJ KUBIK *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.12.537

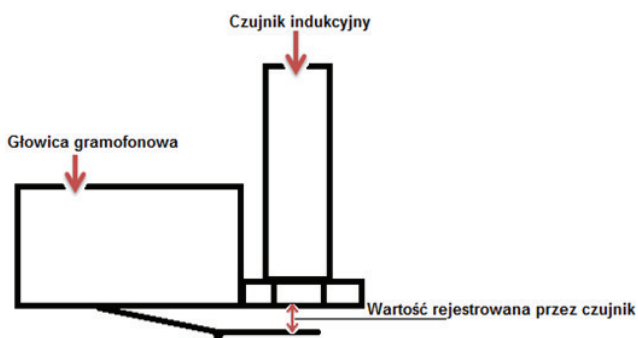
W pracy przedstawiono wyniki badań topografii powierzchni próbek i wybranych części silnika spalinowego za pomocą eksperymentalnego rejestratora obiektów. Urządzenie pozwoliło na wyznaczenie podstawowych wartości profilu chropowatości powierzchni. Stanowisko po przeprowadzeniu wstępnych pomiarów spełniło oczekiwania i dało zadowalające rezultaty. **SŁOWA KLUCZOWE:** mechaniczny rejestrator chropowatości powierzchni

The paper presents the results of the surface topography samples and selected parts of the internal combustion engine using experimental recorder objects. The device made it possible to determine the basic values of surface profile. The position after preliminary measurements fulfilled expectations and brought satisfactory results.

KEYWORDS: mechanical recorder of surface roughness

Projekt stanowiska

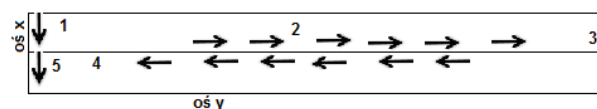
Każde ciało stałe posiada powierzchnię, która stanowi graniczną warstwę zewnętrzną oraz obiekt naszego zainteresowania. Powierzchnie ciał współpracujących ze sobą są źródłem wielu problemów, szczególnie tribologicznych (zużycie) [1]. Podczas procesu tarcia materiały zużywają się. Warstwa wierzchnia stanowi cenne źródło informacji i pozwala na możliwość wyjaśnienia zachodzących zjawisk i procesów na powierzchni tarcia. Topografia powierzchni pozwala także na odczytanie zmian, jakie dokonały się podczas zmiennych warunków eksploatacji [2, 3].



Rys. 1. Schemat eksperymentalnej głowicy pomiarowej

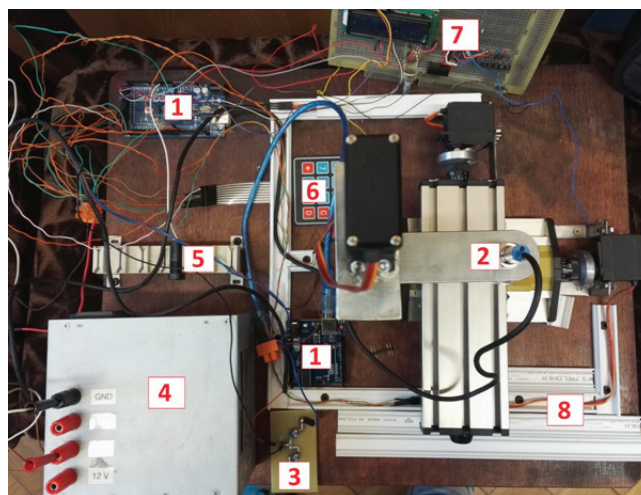
Do badań wykorzystano zmodyfikowaną mechaniczną głowicę gramofonową, wzbogaconą o precyzyjny czujnik indukcyjny do pomiaru odległości, który pozwalał na pomiar niewielkich przemieszczeń igły diamentowej w głowicy gramofonowej (rys. 1).

Głowica pomiarowa może być tylko ciągnięta wzdłuż materiału [4], dlatego przejazdy głowicy zostały zaprojektowane w odpowiedni sposób, tak aby nie uszkodzić igły diamentowej (rys. 2) [5].



Rys. 2. Schemat przejazdu głowicy pomiarowej 1 – opuszczenie głowicy pomiarowej 2 – przejazd wzdłuż osi y, pomiar co 0,01 mm, 3 – dźwignięcie głowicy pomiarowej, 4 – powrót do początku osi y, 5 – przesunięcie wzdłuż osi x o 0,01 mm

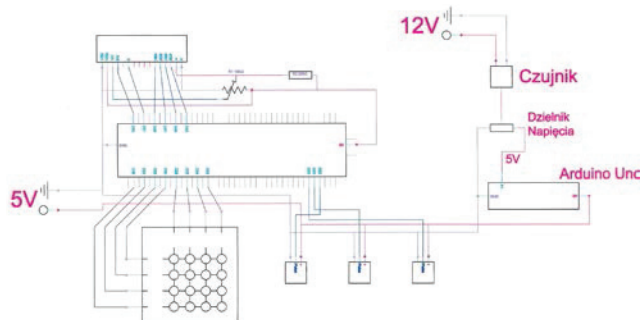
Poszczególne elementy eksperymentalnego stanowiska do badania topografii powierzchni przedstawiono na rys. 3. Wszystkie osie są napędzane serwami 360°, gdyż platforma Arduino nie wymaga zastosowania dodatkowych sterowników, służących do kontroli serw. Obniża to znacznie koszty i pozwala na precyzyjny posuw z zadaną prędkością [6, 7].



Rys. 3. Projekt eksperymentalnego układu sterującego i rejestrującego chropowatość powierzchni: 1 – układ sterujący i rejestrujący Arduino, 2 – czujnik pomiarowy IBEST LPS-12PO2B-V, 3 – dzielnik napięcia, 4 – zasilacz ATX KY-400W, 5 – szyna na bezpieczniki, 6 – klawiatura membranowa, 7 – wyświetlacz LCD wraz z opornikiem i regulatorem jasności, 8 – korytka kablowe

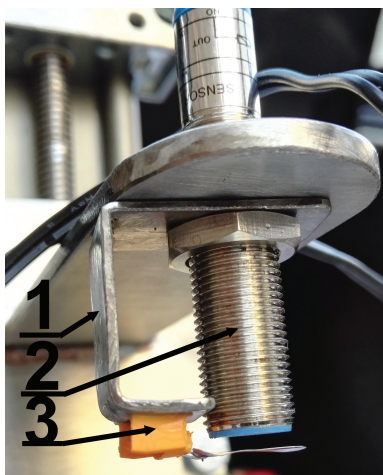
* Dr inż. Henryk Bąkowski (henryk.bakowski@polsl.pl) – Politechnika Śląska, Wydział Transportu, Katedra Eksploatacji Pojazdów Samochodowych; mgr inż. Andrzej Kubik – Politechnika Śląska, Wydział Transportu

Na rys. 4 przedstawiono kompletny schemat układu sterującego-rejestrującego.



Rys. 4. Schemat stanowiska do badania topografii powierzchni

Czujnik indukcyjny IBEST LPS-12PO2B-V odczytuje wartość przemieszczenia igły gramofonowej. Sygnał, jaki otrzymamy z czujnika, będzie wartością napięcia w zakresie 0-10VDC. Czujnik ma ograniczone pole działania z zakresu wartości 0–2 mm. Dzięki małej wartości pola detekcji i dużej wartości sygnału wyjściowego możemy otrzymać bardzo wysoką rozdzielczość sygnału (rys. 5).



Rys. 5. Eksperymentalna głowica pomiarowa do badania chropowatości powierzchni: 1 – uchwyt, 2 – czujnik indukcyjny, 3 – mechaniczna igła z płytką pomiarową

Przedstawione na rys. 6 wyniki pomiarów są losowo wybranymi profilami. Do każdego z wykresów profili powierzchni 2D zostały obliczone wartości parametrów średniego arytmetycznego odchylenia profilu od linii średniej (R_a) oraz parametru wysokości chropowatości według dziesięciu punktów profilu (R_z).

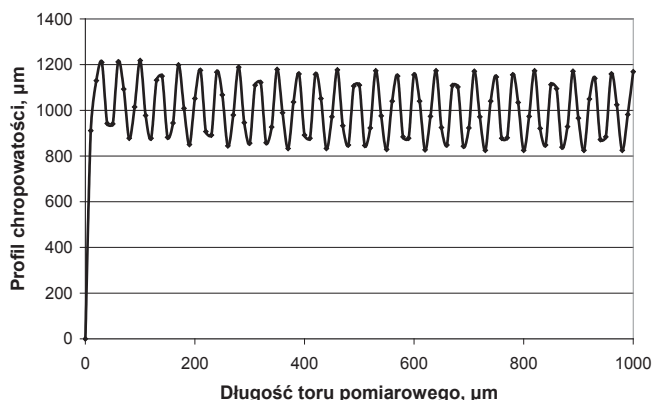
Podsumowanie

Koncepcja wykorzystania głowicy gramofonowej przyjęta podczas projektowania i wykonywania tego urządzenia potwierdziła założenie, iż nadaje się ona do uzyskania dość precyzyjnych wyników pomiarów. Niewielka modyfikacja mechaniczna głowicy gramofonowej, wzbogaconej o precyzyjny czujnik indukcyjny do pomiaru odległości, pozwalała na pomiar niewielkich przemieszczeń igły w głowicy gramofonowej. Dzięki głowicy pomiarowej możliwe było odczytanie wybranych parametrów chropowatości powierzchni oraz uzyskanie wizualizacji topografii powierzchni badanych odcinków pomiarowych. Istotną rolę odegrał także układ napędowy i zasilania o stabilnych i powtarzalnych parametrach elektrycznych.

a)



b)



$$R_a = \sum \frac{y_n}{n};$$

$$R_a = \frac{16138,641}{100} = 161,3864 \mu\text{m}$$

Rys. 6. Widok eksperymentalnego stanowiska pomiarowego podczas pomiaru powierzchni tłoka silnika spalinowego (a) i przykładowy wykres profilu 2D powierzchni tarcia (b)

Praca została wykonana w ramach BK-244/RT1/2016.

LITERATURA

- Adamczak S. „Pomiary geometryczne powierzchni”. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2008.
- Hola J. i in. “Usefulness of 3D surface roughness parameters for nondestructive evaluation of pull-off adhesion of concrete layers”. *Construction and Building Materials*. Vol. 84 (2015): pp. 111–120.
- Oczko K.E., Lubimov V. „Struktura geometryczna powierzchni”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2003.
- Zhanga S.J., Tob S., Wang S.J., Zhang G.Q. “A new representation with probability distribution for nanometric surface roughness in ultra-precision machining”. *Precision Engineering*. Vol. 45 (2016): pp. 445–449.
- Hashmi S., Halawani S., Barukab O., Ahmad A. “Model trees and sequential minimal optimization based support vector machine models for estimating minimum surface roughness value”. *Applied Mathematical Modelling*. Vol. 39 (2015): pp. 1119–1136.
- Wang Y.Z., Chena Y.Y., Zhou G.M., Zhang Z., Tang W., Liu Y. “Roughness model for tooth surfaces of spiral bevel gears undergrinding”. *Mechanism and Machine Theory*. Vol. 104 (2016): pp. 17–30.
- Weisz-Patruil D., Ehrlicher A., Legrand N. “Non-linear simulation of coiling accounting for roughness of contacts and multiplicative elastic-plastic behavior”. *International Journal of Solids and Structures*. Vol. 94–95 (2016): pp. 1–20.