

## KONSTRUKCJA I STEROWANIE STANOWISKA DO BADAŃ TRIBOLOGICZNYCH

Jarosław Mikołajczyk\*, Maciej Matuszewski\*\*

\**Studia Doktoranckie*, \*\**Instytut Technik Wytwarzania*  
*Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy*

### Streszczenie

W artykule przedstawiono konstrukcję, układ sterowania oraz możliwości badawcze oryginalnego stanowiska do badań tribologicznych. Zostało ono zaprojektowane i wykonane w celu przeprowadzenia badań pozwalających zaobserwować wpływ struktury geometrycznej powierzchni na intensywność procesu zużywania współpracujących elementów par kinematycznych. Stanowisko umożliwi również obserwację procesu zużywania współpracujących elementów w różnych środowiskach smarujących oraz przy różnych wymuszeniach eksploatacyjnych.

### 1. WPROWADZENIE I PROBLEMATYKA BADAŃ

Wiele z przeprowadzonych badań [1, 2, 3, 4] wykazało ścisły związek pomiędzy stanem warstwy wierzchniej (WW) elementów maszyn a cechami użytkowymi tych elementów. Można więc stwierdzić, że stan WW elementów w decydujący sposób determinuje cechy funkcjonalne całego obiektu technicznego.

Poza tym stwierdzono także, że od cech WW ukonstytuowanych w wyniku realizacji założonego procesu technologicznego zależy przebieg procesu zużywania – jego mechanizm, intensywność i skutki [5, 6].

Dlatego też WW jest przedmiotem ciągłych i licznych badań doświadczalnych, a jednym z podstawowych ich celów jest nadanie warstwie wierzchniej dużej odporności na zużywanie.

Cechy warstwy wierzchniej kształtuje się tak, aby zapewnić maksymalną odporność na skutki procesu zużywania, a tym samym żeby uzyskać dużą trwałość współpracujących elementów pary kinematycznej.

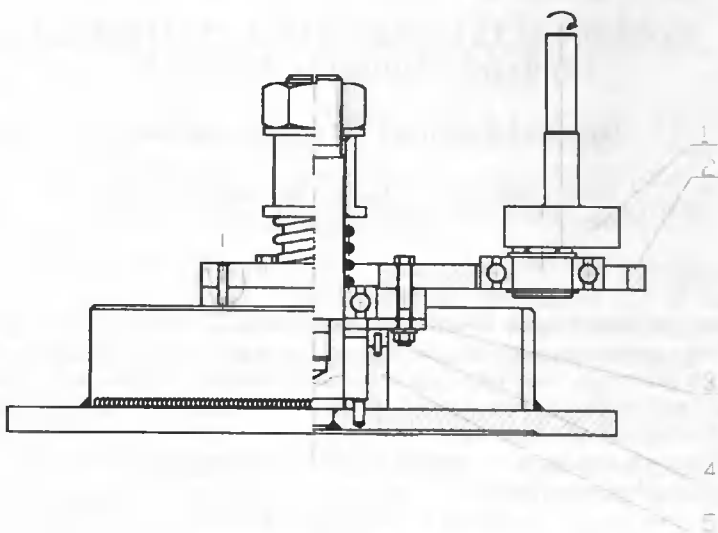
W pracy przedstawiono konstrukcję i sterowanie oryginalnego stanowiska badawczego do badań tribologicznych. Stanowisko to umożliwia m.in. realizację podstawowego celu badań, jakim jest określenie wpływu cech warstwy wierzchniej, a ściślej mówiąc struktury geometrycznej powierzchni (SGP) na proces zużywania. Czynnikiem wyznaczającym w badaniach cechy SGP jest przede wszystkim kierunkowość powierzchni.

### 2. STANOWISKO BADAWCZE

Stanowisko do badań tribologicznych składa się z części mechanicznej oraz układu sterowania napędem przyrządu.

## 2.1. Konstrukcja stanowiska

Konstrukcję przyrządu tribologicznego przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Postać konstrukcyjna przyrządu tribologicznego (opis w tekście) [2]

Badane próbki (4) umieszczone są nieruchomo w trzech rowkach wykonanych, co  $120^\circ$  w górnej części tulei ustalającej (5), a względny ruch oscylacyjny wykonuje przeciwpółka (3). Zamocowana jest ona nieruchomo do dźwigni (2), a jej ruch oscylacyjny, uzyskuje się przez zamianę ruchu obrotowego wrzeciona na ruch liniowy za pomocą mimośrodów (1) i dźwigni (2).

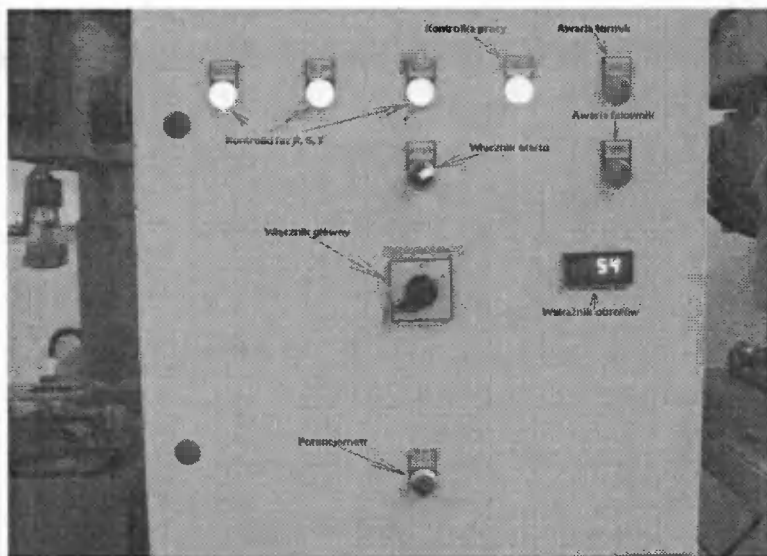
Założoną wartość obciążenia uzyskuje w rezultacie zmiany napięcia sprężyny lub w wyniku stosowania sprężyn o różnych charakterystykach. Dzięki stosowaniu sprężyny wartość obciążenia (docisku) jest stała w czasie.

Na próbkach ślady po obróbce są usytuowane w ściśle określony sposób. Na przeciwpółce ślady te są również ściśle określone, istnieje więc możliwość tworzenia dowolnych skojarzeń kątowych między śladami.

## 2.2. Sterowanie stanowiska

Sterowanie przyrządu umożliwia dowolną regulację prędkości obrotowej wrzeciona wiertarki, stanowiącej napęd przyrządu tribologicznego, w zakresie od 0 do 50 Hz. Tym samym istnieje możliwość uzyskania dowolnej w zakresie możliwości napędu elektrycznego, prędkości ruchu względnego próbki i przeciwpółki.

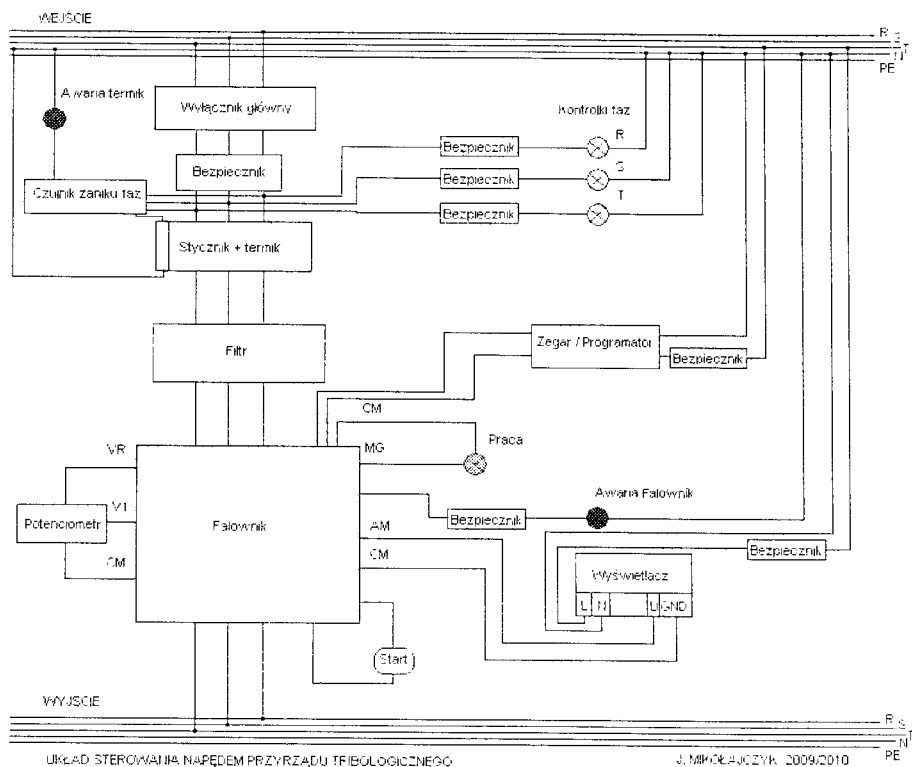
Na rysunku 2 przedstawiono poglądowo zdjęcie szafy sterującej przyrządu tribologicznego.



Rys. 2. Widok płyty czołowej szafy sterującej przyrządu tribologicznego

Wyświetlacz obrotów, umieszczony na płycie czołowej szafy sterującej, pokazuje przybliżoną wartość obrotów wrzeciona. Błąd wskazania nie przekracza  $\pm 2\%$ .

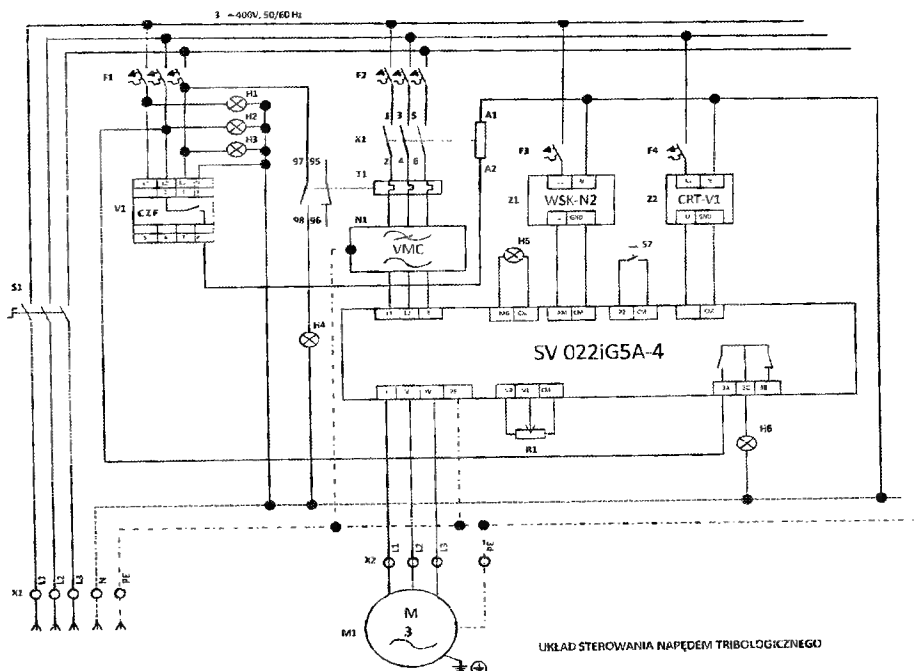
Do budowy sterowania użyto falownika SV 022iG5A-4 firmy LS, serii iG5A, stanowiącego główny element układu. Budowa i zasada działania układu (rys. 3) jest następująca: prąd dopływa z sieci do wyłącznika głównego. Za nim znajduje się zabezpieczenie główne. Następnie prąd jest kierowany na kontrolki faz R, S, T oraz stycznik główny. Czujnik zaniku faz znajdujący się za zabezpieczeniem głównym ma na celu całkowite odłączenie zasilania w przypadku braku jakiejkolwiek fazy. Uniemożliwia się dzięki temu wyeliminowanie spalania silnika, gdy np. w czasie pracy napędu zanika jedna lub kilka faz. Zabezpieczenia kontrolki umożliwiają ewentualną wymianę przepalonych kontrolki bez odłączania zasilania głównego (urządzenie może pracować bez przerwy). Zastosowany filtr tłumi wyższe harmoniczne prądu i napięcia dostające się z sieci zewnętrznej, a mogące wpływać negatywnie na pracę układu. Potencjometr, umieszczony na przedniej płycie sterującej, umożliwia bezpośrednią regulację prędkości obrotowej wrzeciona bez konieczności ciągłej i czasochłonnej ingerencji w ustawienia falownika.



Rys. 3. Schemat ideowy sterowania przyrządu tribologicznego

Umieszczony na schemacie zegar – programator ma na celu zmianę zadanych obrotów w ustawieniach falownika po zadany czasie.

Na rysunku 4 przedstawiono poglądowo schemat elektryczny układu sterowania przyrządu tribologicznego.



Rys. 4. Schemat elektryczny sterowania przyrządu tribologicznego: S<sub>1</sub> - wyłącznik główny; S<sub>2</sub> - start; F<sub>1</sub> - zabezpieczenie czujnika zaniku faz i kontrolek faz; F<sub>2</sub> - zabezpieczenie falownika; H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub> - kontrole fazy R, S, T; H<sub>4</sub> - kontrolka awarii termika; H<sub>5</sub> - kontrolka pracy; H<sub>6</sub> - kontrolka awarii falownika; M<sub>1</sub> - silnik; T<sub>1</sub> - stycznik; V<sub>1</sub> - czujnik zaniku faz; N<sub>1</sub> - filtr sieciowy; Z<sub>1</sub> - wskaźnik obrotów; Z<sub>2</sub> - zegar sterujący; umożliwiający zmianę obrotów po zadanym czasie; R<sub>1</sub> - potencjometr obrotowy; L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> - fazy zasilające; N - przewód neutralny; PE - przewód ochronny

Układ, dzięki swej prostocie budowy oraz wysokiej jakości zastosowanych elementów, m.in. firm „APATOR” i „MOELLER”, umożliwia szeroką kontrolę nad pracą napędu przyrządu tribologicznego. Oprócz tego, stanowi punkt wyjścia do dalszej rozbudowy stanowiska w celu np. wizualizacji i archiwizacji danych.

### 2.3. Możliwości badawcze stanowiska

Podstawowym celem badań, założonym do przeprowadzenia na zaprojektowanym i wykonanym stanowisku badawczym, jest określenie wpływu kierunkowości powierzchni jako istotnej cechy SGP na proces zużywania – jego intensywność. W badaniach jako miary zużywania przyjmuje się wielkości określające w sposób bezpośredni ten proces, tj. ubytek masy, zmianę wymiarów liniowych oraz zmiany mikrogeometryczne w strukturze.

Postać konstrukcyjna przyrządu tribologicznego umożliwia ponadto obserwację procesu zużywania przy następujących dodatkowych wielkościach wejściowych:

- prędkości ruchu względnego,
- obciążeniu,
- rodzaju tworzywa konstrukcyjnego skojarzenia próbka – przeciwpróbka,
- rodzaju środka smarującego.

### 3. PODSUMOWANIE

Rozwiązanie sterowania i konstrukcji przyrządu tribologicznego, pozwala na przeprowadzenie badań, w wyniku których można określić wpływ szeregu czynników technologicznych i eksploatacyjnych, tworzących zbiory zmiennych niezależnych, na proces zużywania tribologicznego.

Wyniki z prowadzonych na przyrządzie tribologicznym badań, przyczynią się do poszerzenia wiedzy o intensywności i przebiegu zużywania.

### LITERATURA

- [1] Kolman R., 1965. Mechaniczne wzmacnianie powierzchni części maszyn. WNT Warszawa.
- [2] Matuszewski M., Styp-Rekowski M., 2004. Significance Meaning of Texture Direction of Surfaces' Geometric Structure for Course of Wear Process. *International Journal of Applied Mechanics and Engineering* 9, 111-116.
- [3] Pietruszewicz W., 2002. Parametry chropowatości powierzchni i ich przydatność do określania cech użytkowych przedmiotu. *Mat. konf. Wpływ technologii na stan warstwy wierzchniej*. Poznań – Gorzów Wlkp., 631-646.
- [4] Styp-Rekowski M., 1990. Geometrical Constructional Features of Special Rolling Bearings against their Exploitation Properties. *Proc. of IV<sup>th</sup> Symposium INTERTRIBO'90*, vol. C, 93-96.
- [5] Styp-Rekowski M., 2001. Znaczenie cech konstrukcyjnych dla trwałości skośnych łożysk kulkowych. *Rozprawy 103*. Wyd. Uczeln. ATR w Bydgoszczy.
- [6] Żurowski W., Sadowski J., 2001. Badania maksymalnej odporności układów ciał metalicznych na zużywanie. *Inżynieria Powierzchni* 1, 41-55.

## CONSTRUCTION AND CONTROL SYSTEM OF TEST STAND TO TRIBOLOGICAL INVESTIGATIONS

### Summary

In this paper construction, arrangement control as well as investigative possibilities of original test stand to tribological investigations was introduced. This test stand was designed and made in aim realization investigations describing the influence of structure of geometrical surface on intensity of wear process of kinematic pairs cooperating elements. The test stand makes possible the observation of wear process of cooperating elements in different lubricating environments as well as near different extortions exploitation also.