

Klaudiusz Lenik*, Krzysztof Dzedzic*, Agnieszka Czerkawska*

WYKORZYSTANIE WYBRANYCH FORM GRAFICZNYCH DO PRZEDSTAWIANIA WYNIKÓW BADAŃ DOŚWIADCZALNYCH PROCESU TARCIA I ZUŻYCIA

WSTĘP

Jednym z trudniejszych zadań dydaktycznych w procesie kształcenia studentów jest przekazanie im wiedzy na temat oceny i analizy różnego rodzaju przeprowadzonych badań naukowych. Dotyczy to przede wszystkim przygotowania dyplomantów do pisania prac magisterskich, których tematyka w znacznej części dotyczy prac badawczych. Stąd też proseminaria i seminaaria dyplomowe wzbogacone prezentacją metodyki i sposobów analizy wyników prowadzonych badań naukowych są bardzo przydatne studentom w ich dalszej pracy, szczególnie w pracach dyplomowych. Zaprezentowanie tego rodzaju wiadomości wymaga odpowiedniej formy przekazu. Jednym ze sposobów zaprezentowania analizy wyników badań naukowych jest opracowanie ich w formie graficznej. Pozwala to w łatwy i przystępny sposób przedstawić zależności zachodzące pomiędzy mierzonymi wielkościami. Zobrazowanie wyników badań w formie slajdów multimedialnych umożliwia wykorzystanie ich jako środka dydaktycznego ułatwiający pracę prowadzącemu. Prezentacja może pobudzić ciekawość studentów oraz zwiększyć ich zainteresowanie i aktywność w prowadzonych zajęciach seminaryjnych.

Omawiana problematyka związana jest nie tylko z prowadzeniem analizy i oceny wyników lecz także z przygotowaniem projektu ich wykonania. Dopiero kolejny jej etap odnosi się do metodyki i zasad wyciągania wniosków. Natomiast graficzne przedstawienie badań ułatwia ich zaprezentowanie.

W pracy omówiono problem analizy wyników badań tribologicznych na przykładzie przedstawienia wybranych wyników badań dotyczących problematyki tarcia i zużycia prowadzonych na stanowisku badawczym opartym na zmodernizowanej maszynie Amslera.

WSPOMAGANIE KOMPUTEROWE W PROWADZENIU BADAŃ

Istotnym problemem związanym z komputerowym opracowaniem wyników badań doświadczalnych jest możliwość otrzymywania ich w postaciach umożliwiają-

* Klaudiusz LENIK, Krzysztof DZIEDZIC, Agnieszka CZERKAWSKA – Katedra Podstaw Techniki, Wydział Podstaw Techniki, Politechnika Lubelska

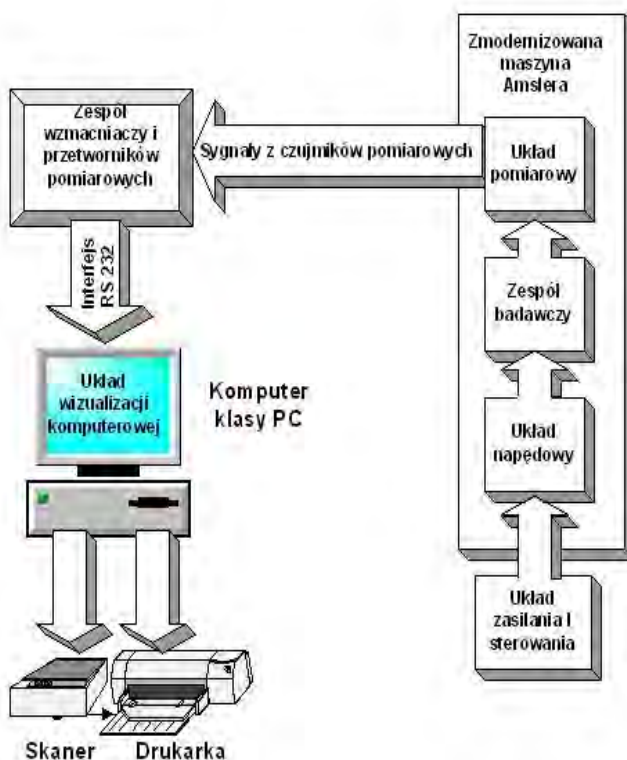
cych dalszą obróbkę komputerową i przedstawienie ich w formie ukierunkowującej wyciągnięcie wniosków [1, 2].

Współczesne stanowisko badawcze powinno być przystosowane do komputerowej rejestracji wyników pomiarowych [3, 4]. Wykorzystanie wspomaganie komputerowego zapewnia lepszą możliwość obserwowania dynamiki zachodzących zmian w formie wykresów graficznych, bieżącą ich analizę oraz dalszą obróbkę i archiwizację [5].

Stanowisko badawcze wykorzystane w badaniach

Pierwszym z etapów dotyczących przedstawiania wyników badań naukowych jest omówienie stanowiska badawczego. Opis ten powinien uwzględnić jego przeznaczenie oraz główne układy wchodzące w jego skład. Należy także dostarczyć informacji o możliwościach pomiarowych i sposobie rejestracji danych.

W przedstawionym przykładzie omówiono stanowisko badawcze oparte na zmodernizowanej maszynie Amslera [6]. Składa się ono oprócz tribotestera z zespołu wzmacniaczy i przetworników pomiarowych umożliwiających pomiary wybranych parametrów i przekazanie wyników do układu wizualizacji komputerowej. Schemat blokowy stanowiska pokazano na rys. 1

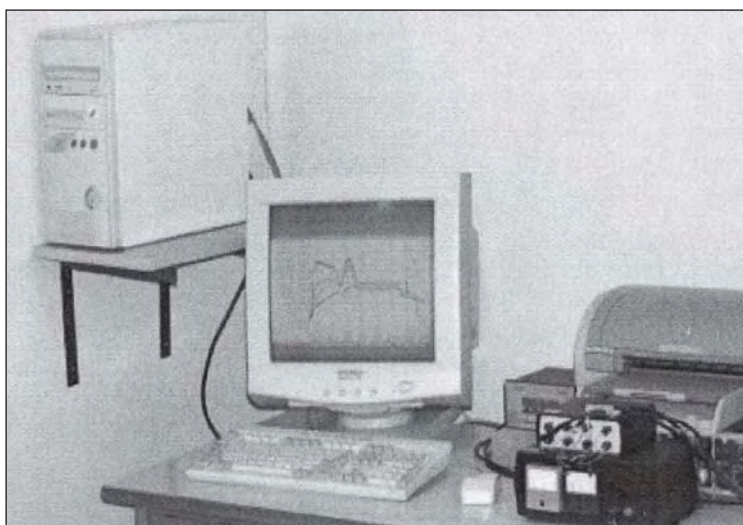


Rys. 1. Schemat blokowy stanowiska badawczego

W procesie badań tribologicznych analizowano podstawową grupę parametrów dotyczącą zachodzących procesów tarcia i zużycia. Należą do niej takie parametry jak:

- temperatura (próbki oraz ośrodka smarnego),
- zużycie próbki i przeciwpróbki,
- współczynnik tarcia,
- moment tarcia,
- prędkość obrotowa oraz droga tarcia.

Wizualizacja danych, ich edycja i archiwizacja dokonywana jest w układzie wizualizacji komputerowej, opartym na zespole pomiarowo-rejestrującym z wykorzystaniem komputera klasy PC. Wykorzystywanym do badań oprogramowaniem jest *Edytor Wykresów*. Widok stanowiska pracy pokazuje fotografia przedstawiona na rys. 2, którą można wykorzystać przy opracowaniu prezentacji komputerowej.



Rys. 2. Układ wizualizacji komputerowej

Założenia do przeprowadzonych badań

Kolejnym etapem prowadzenia badań doświadczalnych jest sporządzanie programu badań według ściśle określonego porządku wykonywanych pomiarów. W celu otrzymania funkcyjnych zależności do dalszej ich obróbki komputerowej i wizualizacji opracowano program badań. Podstawowym jego założeniem była rejestracja pomiarów dotyczących: zmian temperatury w procesie tarcia w kontekście zależności poboru prądu od wzrastającego momentu tarcia. W przeprowadzonych badaniach uwzględniono wymogi polskich norm PN-79/H-04329, PN-82/H-04332, PN-93/H84019. Przyjęto jako materiał próbki stal 45, która podlegała obróbce cieplnej (hartowaniu i odpuszczaniu). Uzyskana twardość po obróbce wyniosła około 56 HRC.

Zgodnie z normą PN-79/H-04329 badaniu podlegał węzeł tarcia skojarzenia jednoimiennego w układzie trzpień – tarcza (pin on disk). Badania przebiegały w środowisku płynnym (środku smarnym stanowiącym patent Politechniki Lubelskiej). Dla umożliwienia otrzymania zadanych nacisków powierzchniowych w granicach 0,82–5,708 MPa przyjęto zmieniające się skokowo obciążenie co 22N w przedziale 0–132N. Zastosowano układ nieruchomej próbki i obracającej przeciwpróbki co pozwoliło na regulację wartości prędkości obrotowej przeciwpróbki w zakresie 0,4–1,5 m/s.

PRZEDSTAWIENIE WYBRANYCH WYNIKÓW POMIARÓW W FORMIE GRAFICZNEJ

Analiza otrzymanych pomiarów pozwala określić możliwości ich wykorzystania do opracowania graficznego. Sam fakt rejestracji pomiarów w formie tabelarycznej sugeruje wybór odpowiedniej formy graficznej wykresów. Przedstawienie zestawu danych za pośrednictwem wybranych typów wykresów daje możliwość szczegółowego zobrazowania charakteru przebiegu wykonanych pomiarów oraz istniejących pomiędzy nimi zależności.

Charakter pomiarów uzyskanych z badań doświadczalnych tarcia i zużycia ze względu na przebieg i występujące zależności można zaprezentować za pomocą następujących typów wykresów:

- 1) liniowe:
 - ze znacznikami danych wyświetlanymi przy każdej wartości,
 - z równaniem wielomianowym obliczającym linię trendu,
- 2) punktowe:
 - z punktami danych połączonych liniami,
 - z punktami danych połączonymi wygładzonymi liniami,
- 3) warstwowe:
 - wyświetlające trend wartości w czasie lub dla różnych kategorii,
 - warstwowy z wizualnym efektem 3-W,
- 4) niestandardowe:
 - liniowo-kolumnowy,
 - liniowy czarno-biały w skali czasu.

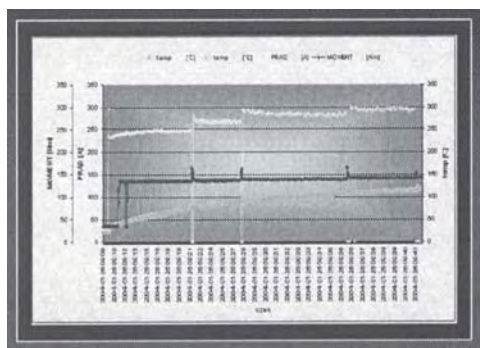
Omówione typy wykresów są dostępne w większości programów komputerowych umożliwiających graficzne prezentowanie danych. Do najbardziej znanych i najczęściej wykorzystywanych należą programy wchodzące w skład pakietu *Microsoft Office* [7] takie jak arkusz kalkulacyjny *Excel* czy program do tworzenia prezentacji multimedialnych *PowerPoint*.

Przy wyborze poszczególnych typów wykresów do oceny i analizy wybranych pomiarów należy kierować się charakterem otrzymanych zależności, ponieważ nie każdy wykres może ilustrować dane określonego rodzaju.

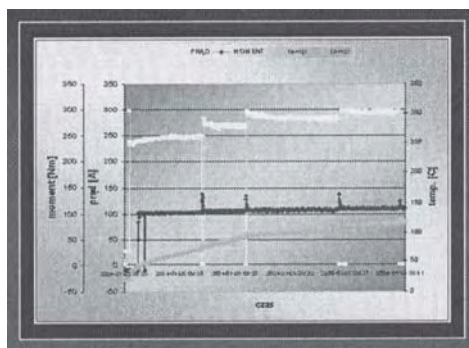
Obiekty graficzne jakimi są wykresy pozwalają we właściwy sposób ukazać zależności występujące pomiędzy mierzonymi parametrami. W omawianym przypadku pomiędzy natężeniem prądu elektrycznego pobieranym przez układ napędowy głowicy roboczej, a zmianą momentu tarcia w zależności od zmieniającego się obciążenia. Możliwość importu zestawu danych do *Arkusza kalkulacyjnego* lub *Arkusza danych* dostępnego w programie *PowerPoint* pozwala na dalszą obróbkę i edycję pomiarów według uznania autora a następnie stworzenie prezentacji multimedialnej przedstawiającej wyniki pomiarów. Na rys. 3, 4, 5, 6, 7, 8, przedstawiono slajdy prezentujące opracowane graficznie wyników poprzez wybrane typy wykresów.

Rys. 3 obrazuje przy pomocy wykresu liniowego ze znacznikami danych zależności występujące pomiędzy badanymi parametrami. Ten typ wykresu pozwolił na zobrazowanie zestawu danych w sposób odzwierciedlający wykres zarejestrowany przy użyciu oprogramowania Edytor Wykresów. Atrakcyjnym urozmaicheniem jest dodanie do obszaru wykresu lub obszaru kreślenia efektów wypełnienia.

Wyniki otrzymanych pomiarów można również przedstawić za pomocą wykresów punktowych, rys. 4. Najbardziej efektywne są dwie spośród pięciu dostępnych opcji, mianowicie: wykres punktowy z punktami danych połączonych liniami lub z punktami danych połączonymi wygładzonymi liniami. W omawianym przypadku wykres ten w wyniku dużej ilości danych punktowych zbliżony jest do liniowego.

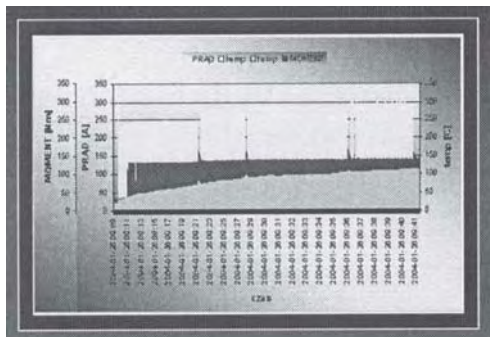


Rys. 3. Slajd prezentujący typ wykresu liniowy

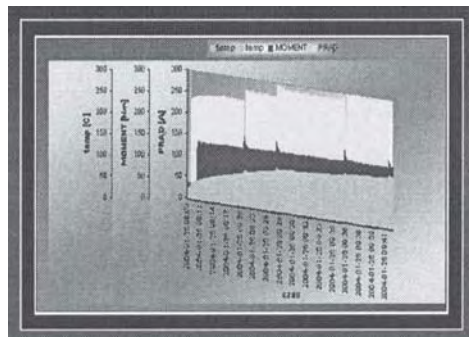


Rys. 4. Slajd prezentujący wykres punktowy

Rysunek 5 obrazuje wykres warstwowy. Wyświetla on trend wartości w czasie. Na wykresie tym dokładnie widać przebieg momentu tarcia, z wyraźnie zaznaczonymi skokami w chwili zwiększania obciążenia. Warstwy temperatur także odzwierciedlają na tym wykresie wpływ obciążenia na charakter uzyskanych wyników. Przebieg zależności występującej pomiędzy mierzonymi wielkościami pozwala na zaprezentowanie ich również za pomocą innego podtypu wykresu warstwowego jakim jest wykres warstwowy 3-W. Zastosowanie widoku 3-W a w nim opcji Perspektywa, Obrót i Wyniesienie daje możliwość zobrazowania wykresów z dowolnie obranej pozycji. Propozycja za-



Rys. 5. Slajd zawierający wykres warstwowy

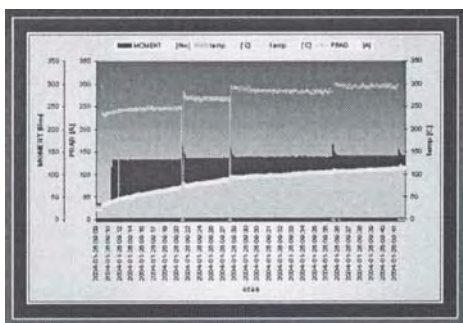


Rys. 6. Slajd prezentujący typ wykresu warstwowego 3-W

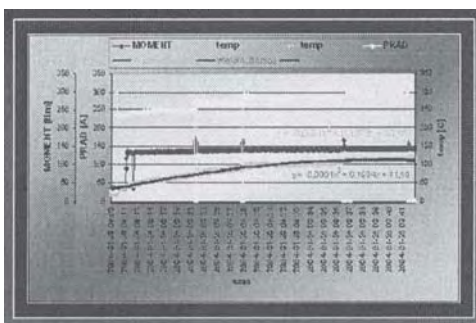
stosowania widoku wykresu z dowolnego punktów widzenia umożliwiającą realizację i prezentację danych dla tego typu wykresu przedstawiona została na rys. 6.

Rys. 7 przedstawia opcję niestandardowego typu wykresu jakim jest wykres liniowo-kolumnowy. Jest to klasyczny wykres złożony, w którym serie liniowe i kolumnowe kreślone są na tej samej osi.

Na niektórych typach wykresów między innymi na wykresie liniowym ze znacznikami danych istnieje możliwość wstawienia linii trendu oraz wyświetlenia odpowiadającego jej równania co pokazuje rys. 8.



Rys. 7. Slajd przedstawiający wykres liniowo-kolumnowy



Rys. 8. Slajd z wykresem liniowym zawierającym równanie wielomianowe obliczające linię trendu

Powstałe obiekty graficzne przedstawione w programie *PowerPoint* w postaci slajdów mogą posłużyć jako pomoc dydaktyczna w procesie kształcenia studentów dyplomantów. Zastosowane opracowanie graficzne może w znacznym stopniu wpłynąć na efektywność i atrakcyjność przedstawionych problemów. Taka konstrukcja prezentacji przyczynia się niewątpliwie do zwiększenia percepcji prezentowanych wiadomości oraz rozbudzenia zainteresowania nimi.

PODSUMOWANIE

Wykorzystanie form graficznych może być w różnym zakresie i stopniu trudności ich wykonania. Zdaniem autorów proste elementy grafiki takiej jak omawiane w przedstawionej pracy należy wykorzystywać przy kształceniu umiejętności analizy i wyciąganiu wniosków. Stąd opracowany przykład badań tribologicznych podano jako element kształcenia umiejętności oceny wyników z wykorzystaniem prezentacji komputerowej.

Dane przedstawione w pracy dotyczą już wykonanych prac magisterskich i omawiają sposób rozwiązania trudności autorów w opisie i analizie prowadzonych badań naukowych. Problem polegający na właściwej interpretacji wyników związany jest z umiejętnością zebrania ich i posegregowania w sposób mogący wykazać istniejące zależności, charakter zmian, wzajemny wpływ parametrów itp. Wizualizacja otrzymanych danych szczególnie w sposób wzbogacony kolorystyką jest jednym ze środków osiągnięcia wymienionych celów.

Wprowadzenie do procesu dydaktycznego seminariów dyplomowych przykładów w postaci prezentacji multimedialnych omawiających kolejność prac i przygotowanie danych do analizy wyników i opracowania wniosków może w znacznym stopniu ułatwić dyplomantom dobór sposobu opracowania danych do interpretacji prowadzonych badań.

W przedstawionym przykładzie z wykonanych wykresów można zauważyć, że wraz ze wzrostem momentu tarcia wzrasta pobór prądu przy zastosowaniu różnych obciążeń zmieniających się stopniowo. Odpowiedź prądowa w punktach skokowego zwiększania obciążenia nie jest tak wyraźna jak zmiany momentu tarcia, aczkolwiek podkreśla ową zależność. W podobny sposób można analizować zmiany temperatury. W podanym przykładzie wzrasta ona liniowo.

LITERATURA

1. Lenik K., Paszczko M., Dziedzic K.: *Możliwości pomiaru temperatury w badaniach procesu zużycia na zmodernizowanej maszynie Amslera.*, XI Krajowa Konferencja N-T II Międzynarodowa Metrologia w technikach wytwarzania, Lublin 2005: 136–137.
2. Czerkawska A., Dziubiński F., Dziedzic K.: *Analiza i wizualizacja komputerowa wybranych badań tribologicznych*, Lublin 2005, Zawarte w monografii Postęp w technikach wytwarzania i konstrukcji maszyn: 247–254.
3. Szczerek M., Wiśniewski M.: *Tribologia i Tribotechnika*. Wydawnictwo i Zakład Poligrafii Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 2000.
4. Lenik K., Paszczko M.: *Opracowanie nowej rodziny stopów eutektycznych odpornych na zużycie*. Tribologia na progu trzeciego tysiąclecia. Politechnika Wroclawska 2002: 196–201.
5. Piec P., Zając G.: *Wspomaganie komputerowe analizy procesu tarcia*. Tribologia 5/2003: 191–198.

6. Paszeczko M., Skalski P., Lenik K.: *Analiza zmian momentu i współczynnika tarcia poprzez wykorzystanie pomiaru wielkości elektrycznych*. Tribologia 5/2004: 205–212.
7. Laurie Ann Ulrich: Microsoft Office 3003 PL, Wydawnictwo Edition, Kraków 2005.

Streszczenie

W pracy omówiono problem wykorzystania form graficznych do kształcenia studentów w zakresie analizy i opracowania wniosków z przeprowadzonych badań doświadczalnych. Zaprezentowany przykład dotyczy wyników badań procesu tarcia i zużycia przedstawionych w wybranej formie graficznej.

Umiejętny dobór form wykresów umożliwił przedstawienie relacji między zmiennymi w czytelny i przejrzysty sposób na ograniczonej powierzchniowo płaszczyźnie.

UTILIZATION OF THE CHOSEN GRAPHIC FORMS TO PRESENT THE RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF FRICTION AND WASTE PROCESS

Summary

In this work there was talked over the problem of utilization graphic forms to education students in range of analysis and study conclusions from conducted experimental research. The presented example concerns the results of examination of friction and waste process that were presented in chosen graphic form.

The skilful selection of graphs forms made it possible to present reaction between variables in readable and transparent way on limited surface.