

Rozkład naprężeń i odkształceń wybranych węzłów tarcia w badaniu warstwy typu duplex

Determination of stresses and strains selected of kinematics pair in layer type of duplex

dr GRZEGORZ SŁUŻAŁEK (Uniwersytet Śląski, WliNoM) grzegorz.sluzalek@us.edu.pl

mgr MAREK KUBICA (Uniwersytet Śląski, WliNoM) marekkubica@wp.pl

dr MAREK BARA marek.bara@us.edu.pl

dr inż. HENRYK BAŃKOWSKI (Politechnika Śląska, WT) henryk.bakowski@polsl.pl

Streszczenie:

W artykule przedstawiono zamodelowane trójwymiarowe węzły tarcia wybranych par kinematycznych. Wyznaczono rozkłady naprężeń i odkształceń analizowanych skojarzeń. Wykorzystanie MES pozwala na prognozowanie wartości i głębokości zalegania naprężeń i odkształceń.

Summary:

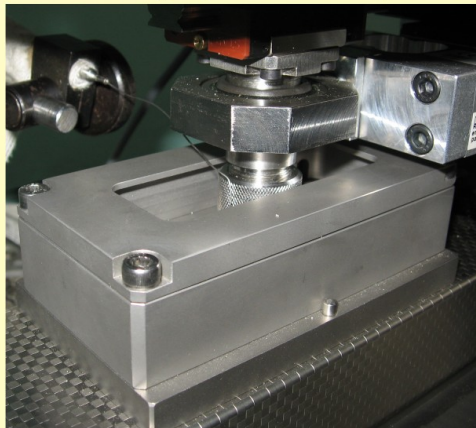
In this paper showed three dimensional models of kinematic pair. Determination distribution of stresses and strains tests pairing. Applications of FEM allow to forecasting values and depth of stresses and strains.

WSTĘP

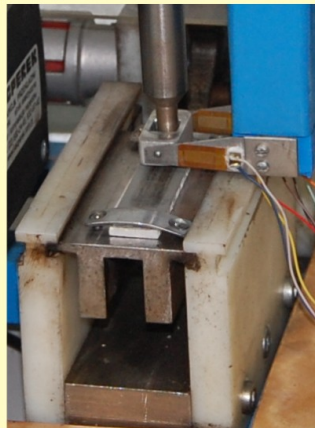
Ważnym zagadnieniem w badaniach węzłów tarcia oprócz określenia współczynnika tarcia i zużycia materiału jest określenie rozkładu naprężeń, odkształceń i przemieszczeń.

Niniejsza praca zawiera analizę naprężeniową i odkształceniową, której poddano zamodelowane w programie Solid Edge, trójwymiarowe węzły tarcia skojarzeń ślizgowych: trzpień-płytką (Rys. 1), klocek-płytką (Rys. 2), trzpień tarcza (Rys. 3).

Węzły tarcia wykorzystywane w badaniach tribologicznych



Rys. 1. Węzeł tribologiczny testera T-17



Rys. 2. Węzeł tarcia testera RS-2007



Rys. 3. Węzeł tarcia testera T-01

Użyte do badań próbki wykonane zostały z kompozytu PEEK/BG, a przeciwpróbki na których wytworzono ceramiczno-grafitowe warstwy kompozytowe typu duplex o grubości 0,05 mm (Rys. 4), na stopie aluminium EN AW-5251.



Rys. 4. Struktura ceramiczno-grafitowej warstwy wytworzonej technologią „duplex”

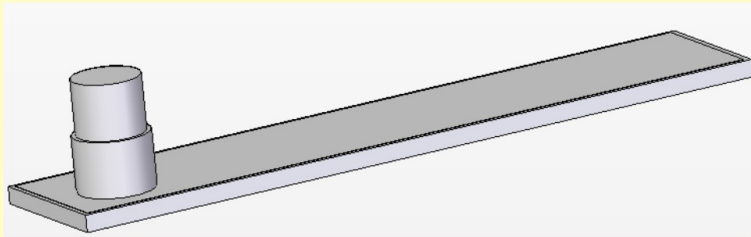
Proces wytwarzania warstw powierzchniowych metodą duplex sprowadza się do zastosowaniu dwóch ustalonych technologii inżynierii powierzchni. Pierwszym etapem jest otrzymywanie warstwy ceramicznej metodą elektrochemiczną poprzez anodowanie twarde stopów aluminium, drugim etapem jest wprowadzenia grafitu w strukturę tlenku.

WARUNKI BADAŃ

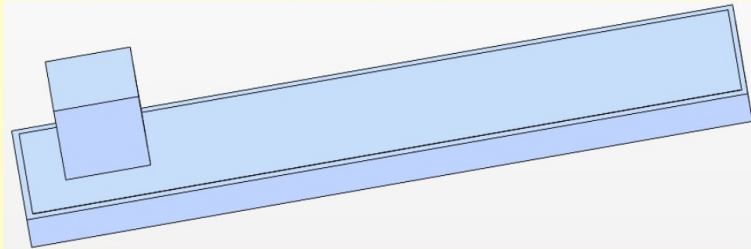
Zaimportowano modele bryłowe (wykonane w programie Solid Edge) do aplikacji MSC, gdzie określono warunki brzegowe i początkowe.

Do symulacji naprężenia i odkształcenia wykorzystano metodę elementów skończonych (MES), dzięki której możliwe jest wykonanie badań przed rozpoczęciem wytwarzania danego produktu.

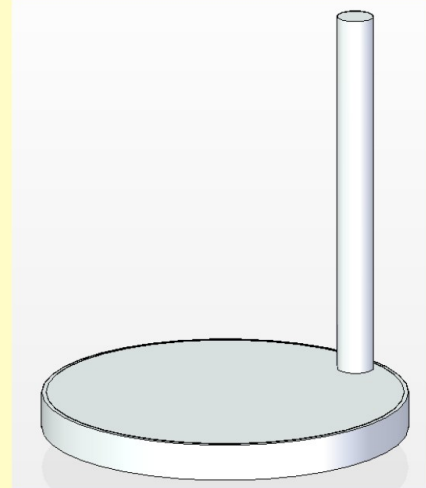
Modele bryłowe wykonane w programie Solid Edge



Rys. 5. Model bryłowy węzła tarcia testera T-17

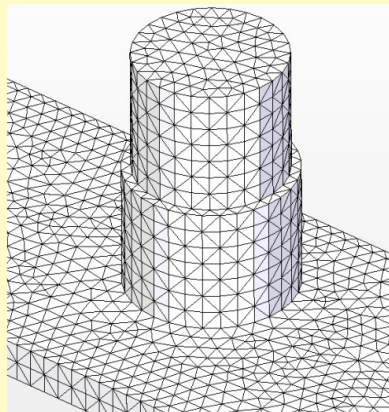


Rys. 6. Model węzła tarcia testera RS-2007

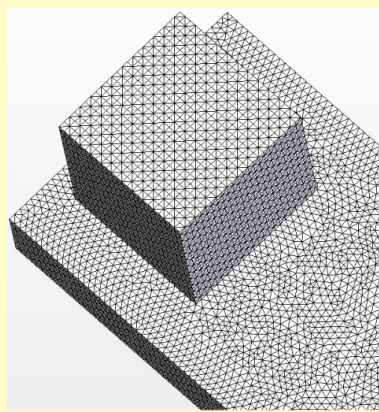


Rys. 7. Model bryłowy węzła tarcia testera T-01

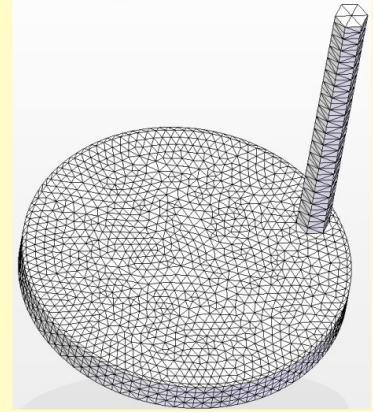
Modele z nałożoną siatką elementów skończonych (mesh)



Rys. 8. T-17



Rys. 9. RS-2007

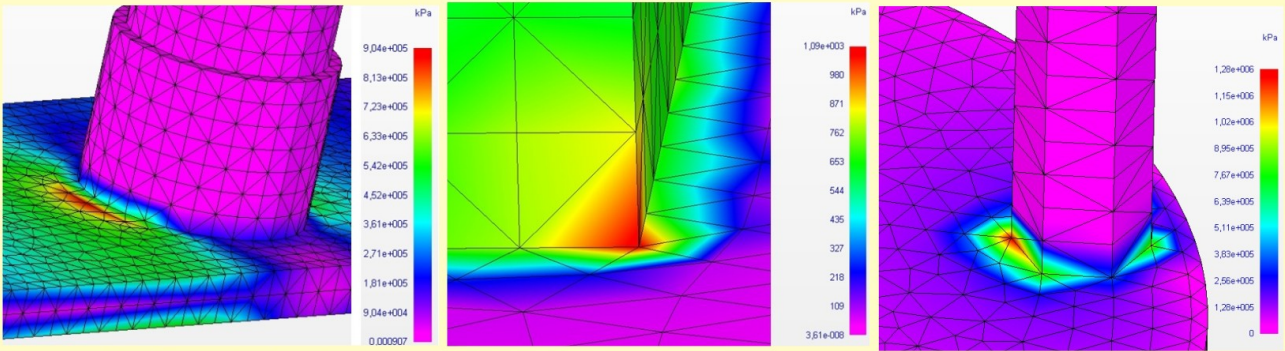


Rys. 10. T-01

WYNIKI BADAŃ

W wyniku zastosowania metody elementów skończonych otrzymano rozkład naprężeń i odkształceń występujących w węzłach tarcia. Otrzymane wyniki z modułu Femap Express programu Solid Edge przedstawiono na rysunkach 11-13.

Analiza naprężenia przeprowadzona w module Femap Express

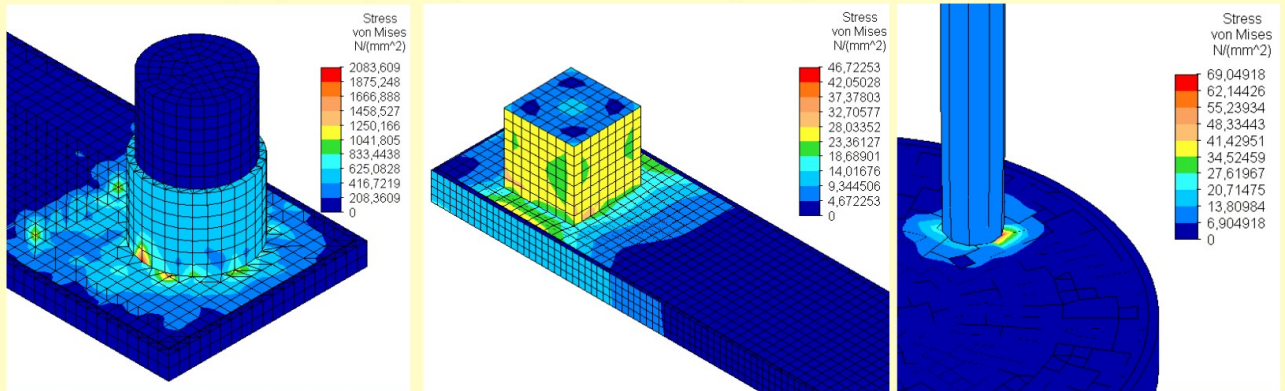


Rys. 11. Trzpień-plytka Rys. 12. Klocek-plytka Rys. 13. Trzpień-tarcza

Wyniki otrzymane w module Femap Express są tylko poglądowe, gdyż umożliwia on badanie modelu któremu można zadać właściwości tylko jednego materiału.

Rezultaty analizy naprężeń, odkształceń i przemieszczeń przeprowadzonych w środowisku MSC Software przedstawiono na rysunkach 14-22.

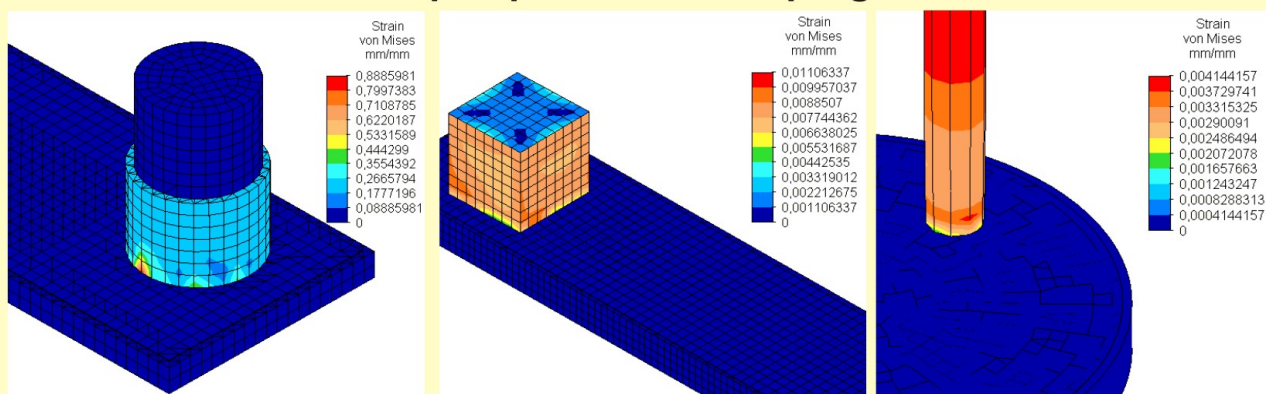
Analiza naprężeń przeprowadzona w programie MSC Software



Rys. 14. Trzpień-plytka Rys. 15. Klocek-plytka Rys. 16. Trzpień-tarcza

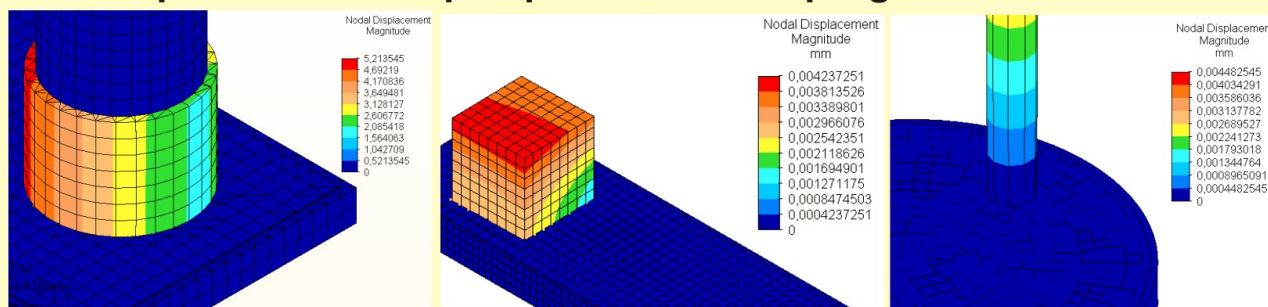
Otrzymane wyniki analiz zarówno w module Femap Express (mimo uproszczeń) i środowisku MSC Software wskazują, że największe naprężenia dla badanych obiektów występują w miejscu styku przeciwpróbki z próbką (na jej brzegach).

Analiza odkształceń przeprowadzona w programie MSC Software



Rys. 17. Trzpień-plytka Rys. 18. Klocek-plytka Rys. 19. Trzpień-tarcza

Analiza przemieszczeń przeprowadzona w programie MSC Software



Rys. 20. Trzpień-płytk Rys. 21. Klocek-płytk Rys. 22. Trzpień-tarcza

Przeprowadzona analiza numeryczna pozwoliła na określenie wielkości i rozkładu naprężeń, odkształceń i przemieszczeń wybranych węzłów tribologicznych. Dla takich samych warunków, tj. ten sam materiał i obciążenie (0,5 MPa). Największą wartością naprężeń zredukowanych, odkształceń i przemieszczeń charakteryzuje się skojarzenie trzpień-płytk (tester T-17), a najmniejszą klocek-płytk (tester RS-2007).

PODSUMOWANIE

Otrzymane wyniki obliczeń skłaniają do wniosków końcowych:

1. Poprzez analizę w programie MSC możliwe było określenie zachowania się próbek w warunkach zbliżonych do rzeczywistych, bez konieczności ich wytwarzania poprzez wyznaczenie rozkładu naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w analizowanych węzłach tarcia.
2. Otrzymano poglądowe wyniki rozkładu naprężeń w module Femap Express dla jednego rodzaju materiału (ograniczenie programu SE V19).

LITERATURA

1. Bara M., Służalek G., Bąkowski H.: Model testera do badań tribologicznych w ruchu posuwisto-zwrotnym. Mechanik nr 1/2009, s.64-65.
2. Służalek G., Bara M., Golba P., Bąkowski H.: Trójwymiarowy węzeł tarcia warstwy duplex w skojarzeniach ślizgowych. Mechanik nr 1/2009, s.66-67.
3. Kazimierzak G.; Solid Edge 17, Podstawy. Helion, Gliwice 2005.
4. Kubica M.: Metoda elementów skończonych przy zastosowaniu modułu Femap Express w programie Solid Edge V19. ISBN 83-89776-34-0. Materiały i technologie XXI wieku. Politechnika Śląska, Katowice 2009, s. 23-25.