

Analiza rozkładu temperatury w samochodowej tarczy hamulcowej wykonana w programie Ansys

I. Ploch^a, P. Cwyl^a, B. Sobel^a, A. Śliwa^b

^a Studenci Politechniki Śląskiej, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych
email: inezploch@gmail.com

^b Politechnika Śląska Wydział Mechaniczny Technologiczny Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych,
email: agata.sliwa@polsl.pl

Streszczenie: W pracy przedstawiono analizę MES rozkładu temperatur w tarczy hamulcowej w wyniku impulsowego hamowania oraz określono miejsca o najwyższej wartości temperatury. Geometria tarczy wykonana została w programie SolidWorks. Analiza numeryczna została przeprowadzona przy pomocy oprogramowania ANSYS.

Abstract: The paper presents an analysis of the MES brake disc temperature distribution as a result of the braking pulse and determined the location with the highest temperature. The geometry of the brake disc is made in SolidWorks. Numerical analysis was carried out using ANSYS software.

Słowa kluczowe: MES, rozkład temperatur, tarcza hamulcowa.

1. WPROWADZENIE

Tarcza hamulcowa (rys.1) jest głównym elementem hamulca tarczowego i pracuje bezpośrednio z klockiem hamulcowym. Jest ona narażona na ekstremalne obciążenia mechaniczne i cieplne podczas procesu hamowania, zwłaszcza jeżeli odbywa się on gwałtownie. W samochodach osobowych i ciężarowych, tarcze hamulcowe wykonywane są z żeliwa, co ma wpływ na dobrą niezmienną wymiarową tarcz w dużym zakresie temperatur. Tarczę hamulcową, posiadającą otwory wentylacyjne w osiach równoległych do osi obrotu nazywamy perforowanymi. Głównym zadaniem tych otworów jest chłodzenie tarczy, poprzez odprowadzanie gazów powstających przy hamowaniu i w związku z tym polepszanie docisku okładzin ciernych do tarczy. Przykład tarczy przedstawiony został na rysunku 1 [1,2,3].

Dzięki wykorzystaniu metody elementów skończonych wykonano analizę rozkładu temperatur występujących na powierzchni tarczy podczas hamowania.

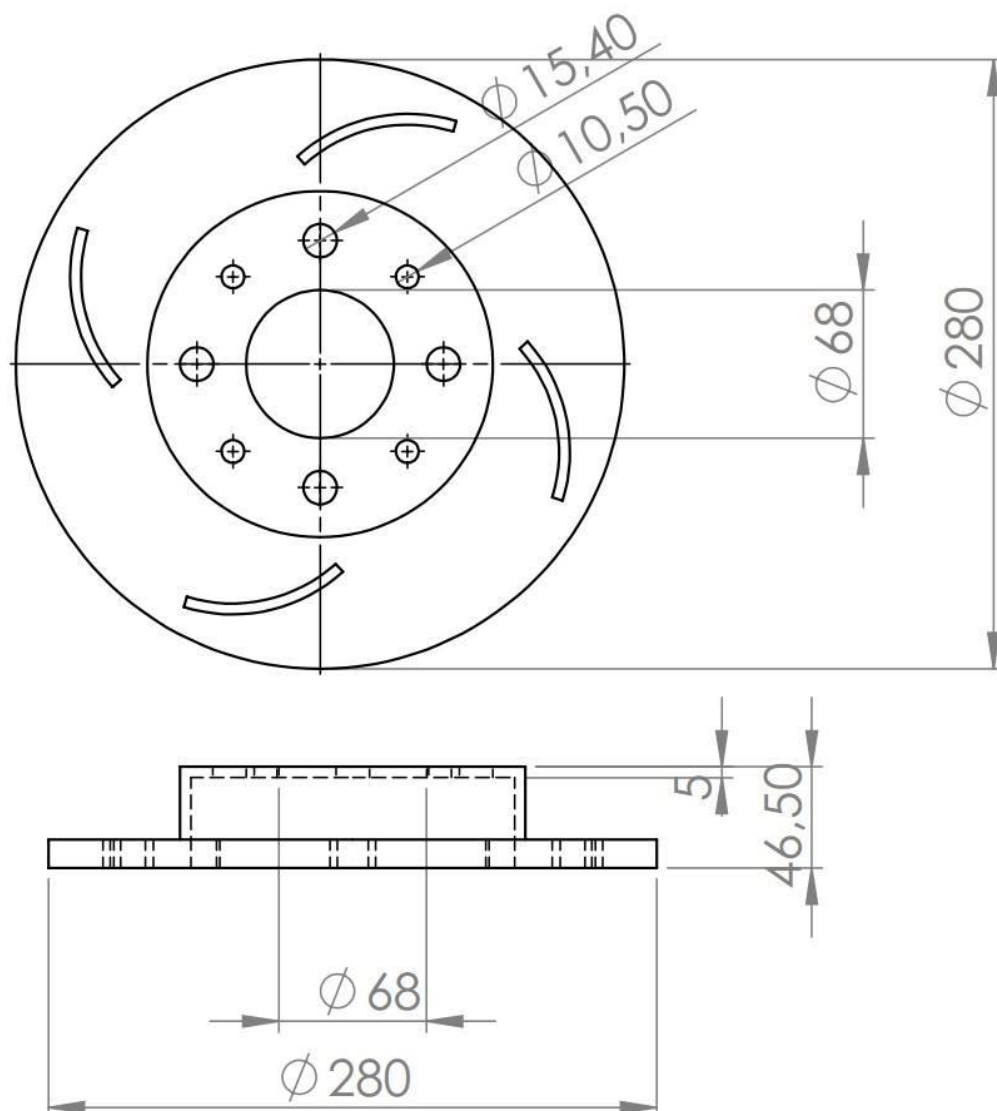


Rysunek 1. Zdjęcie przykładowej tarczy hamulcowej[1]
Figure 1. Photo of an exemplary brake disc [1]

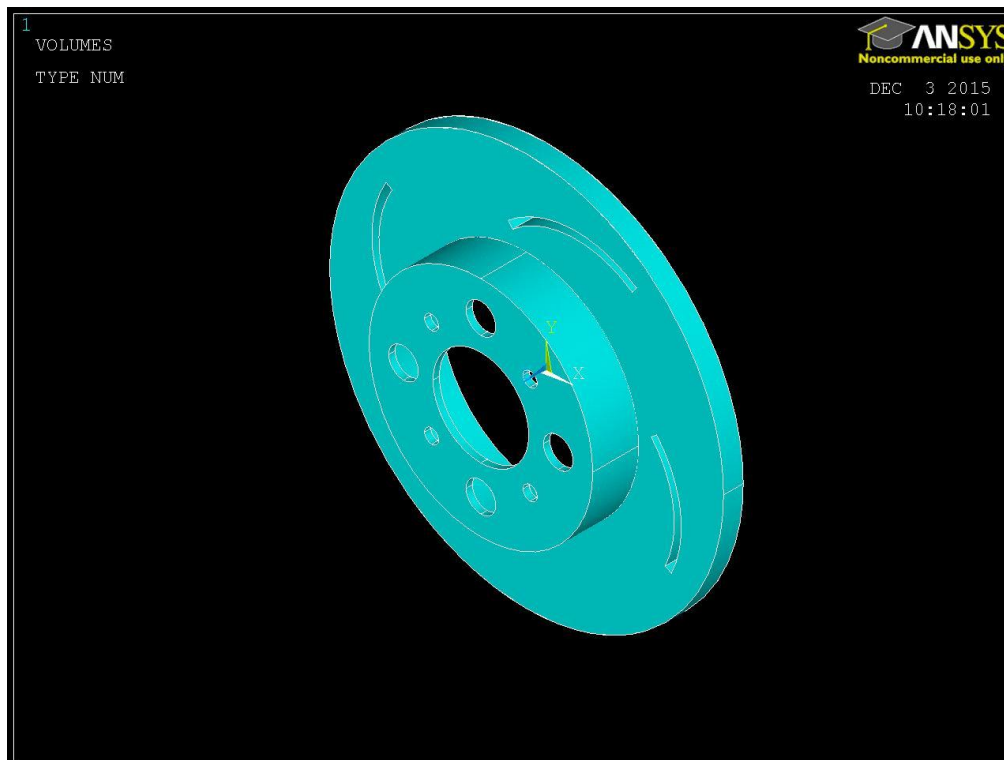
2. ZAŁOŻENIA MODELOWE

W pracy przedstawiona została analiza zmodernizowanej, przedniej tarczy hamulcowej ATE, stosowanej w samochodach Audi A4 B5. Rysunek 2 przedstawia geometrię oraz wymiary analizowanej tarczy, której model został wykonany przy wykorzystaniu oprogramowania Solidworks. Model tarczy oraz analizę rozkładu temperatury symulującej nacisk klocka na tarczę podczas pracy układu, została wykonana w oprogramowaniu ANSYS.

W pierwszym etapie wykonano geometrię analizowanej samochodowej tarczy hamulcowej, z uwzględnieniem danych materiałowych dla żeliwa modyfikowanego (Rys. 3-4), następnie na model geometryczny została naniesiona siatka elementów skończonych (Rys. 5-6). Kolejnym etapem było przyłożenie 12 punktów o różnych temperaturach na tarczy, po 3 punkty dla każdej z temperatur: 300°C, 250°C, 200°C, 150°C (Rys.7), celem symulacji nagrzewania się jej podczas hamowania, kiedy klocek hamulcowy jest dociśnięty do jej powierzchni.



Rysunek 2. Geometria oraz wymiary analizowanej tarczy hamulcowej
Figure 2. The geometry and dimensions of analyzed brake disc



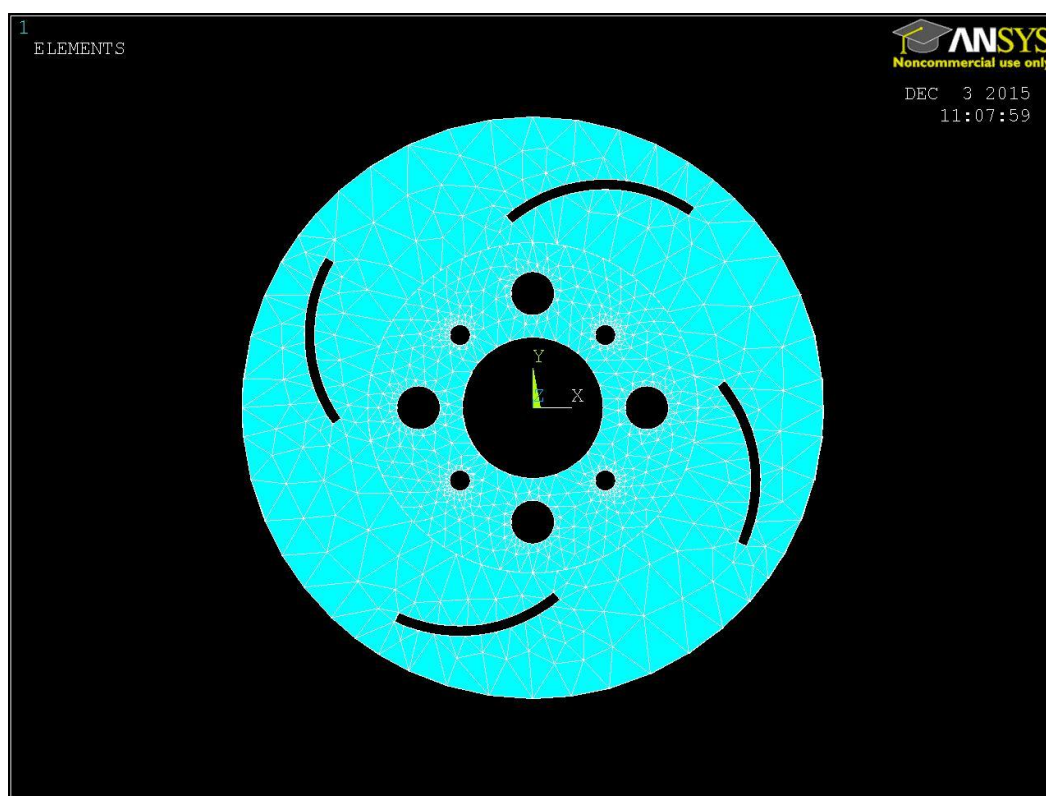
Rysunek 3. Geometria analizowanej tarczy hamulcowej, widok izometryczny
Figure 3. The geometry of analyzed brake disc, isometric view



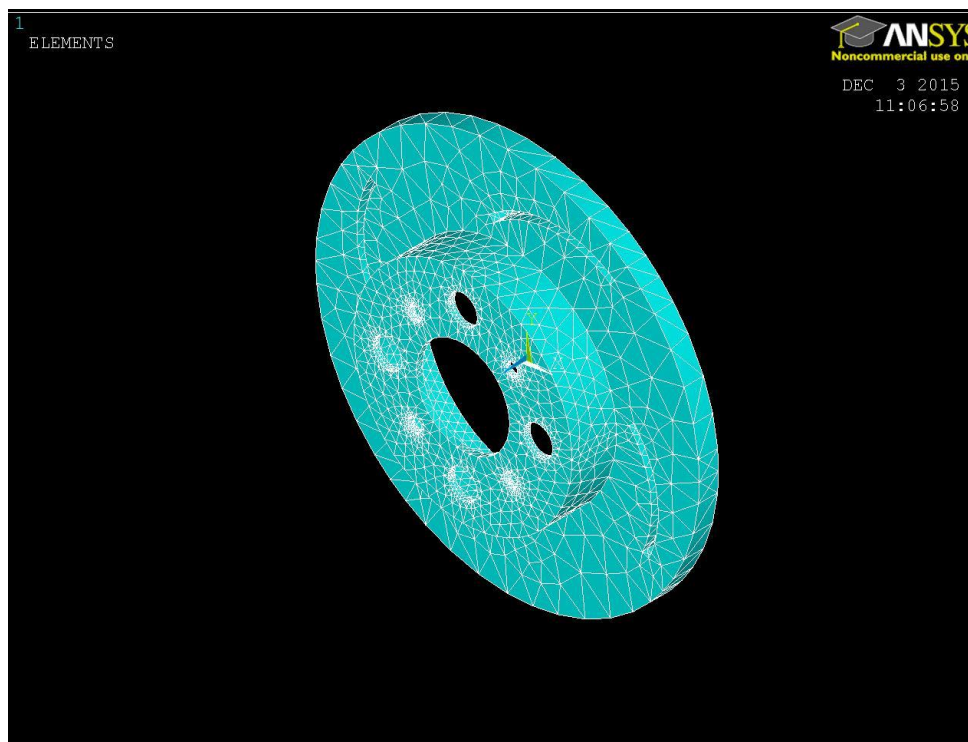
Rysunek 4. Geometria oraz wymiary analizowanej tarczy hamulcowej, widok z przodu
Figure 4. The geometry and dimensions of analyzed brake disc, front view

Do powstałego modelu został dodany odpowiedni materiał – żeliwo modyfikowane o odpowiednich parametrach. Następnie model został zmeshowany (Rys. 5-6) w celu umożliwienia nałożenia odpowiednich temperatur oraz przeprowadzenia analizy.

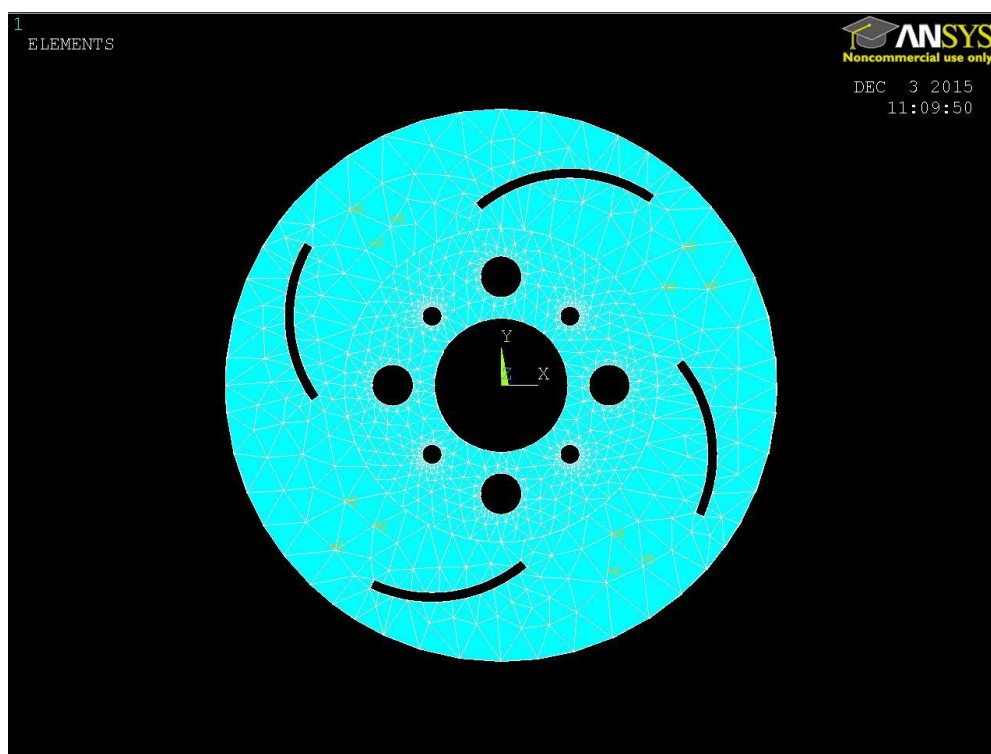
Kolejnym krokiem było nałożenie odpowiedniej temperatury na węzły zmeshowanego modelu (Rys.7). Temperatury zostały nadane tak aby zwizualizować impulsowe naciśnięcie hamulca.



Rysunek 5. Widok siatki geometrycznej modelu, widok z przodu
Figure 5. Grid view of geometric model of brake disc, front view



Rysunek 6. Widok siatki geometrycznej modelu, widok izometryczny
Figure 6. Grid view of geometric model of brake disc, isometric view



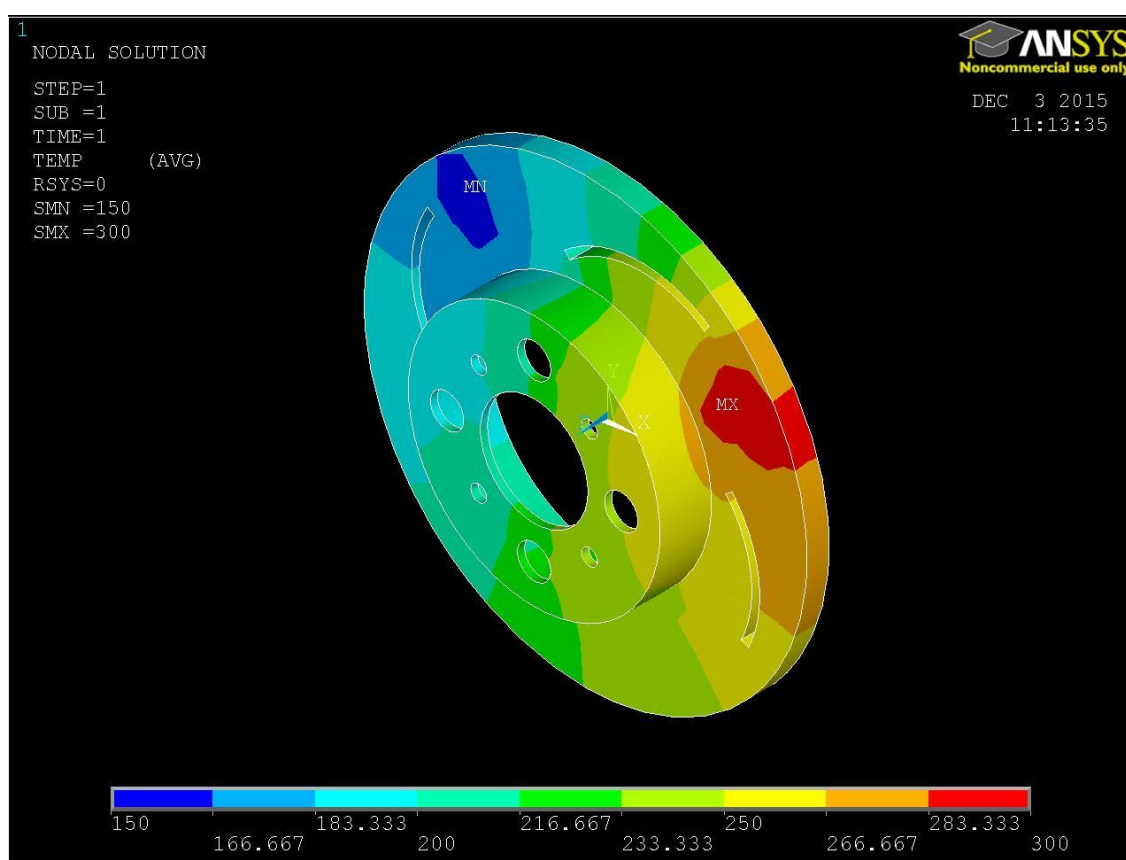
Rysunek 7. Widok siatki geometrycznej modelu wraz z przyłożonymi punktami poszczególnych temperatur, widok z przodu
Figure 7. Grid view of geometric model points with, on the particular temperatures, front view

3. ANALIZA ROZKŁADU TEMPERATUR

W wyniku symulacji przeprowadzonej w programie ANSYS otrzymano barwny rozkład temperatur przedstawiający proces hamowania pulsacyjnego. W miejscach gdzie przyłożony został klocek hamulcowy nastąpiło podwyższenie temperatury w zależności od prędkości obrotowej tarczy hamulcowej.

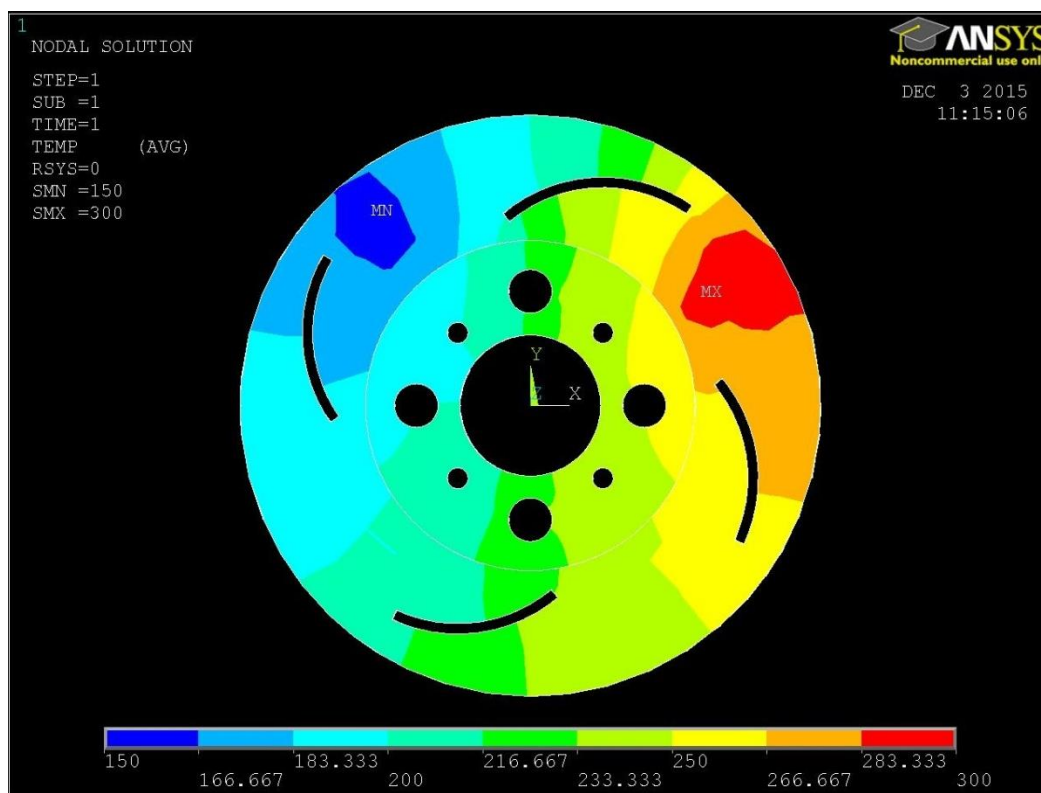
Rysunki 8 i 9 prezentują najwyższą temperaturę która wyniosła 283 °C i reprezentuje pierwszy puls hamujący. Temperatura następujących etapów hamowania zmniejsza się wraz z kolejnym „puls” aż do osiągnięcia najniższej temperatury, która wynosi 150 °C.

Poprzez zastosowanie perforacji na zewnętrznym pierścieniu tarczy otrzymamy niewielki spadek temperatury pomiędzy odseparowanymi stronami.



Rysunek 8. Rozkład temperatury na tarczy hamulcowej, widok izometryczny

Figure 8. The temperature distribution on the brake disc, isometric view



Rysunek 9. Rozkład temperatury na tarczy hamulcowej, widok z przodu

Figure 9. The temperature distribution on the brake disc, front view

4. PODSUMOWANIE

Poprzez zastosowanie komputerowej analizy MES w programie ANSYS możliwa jest analiza rozkładu temperatur w dowolnym elemencie wykonanym z różnych materiałów inżynierskich. Dzięki temu możliwe jest określenie zachowania się danego materiału bez konieczności wykonywania czasochłonnych i kosztownych badań laboratoryjnych.

W pracy przedstawiona została analiza rozkładu temperatur metodą elementów skończonych w samochodowej tarczy hamulcowej, przy zastosowaniu impulsowego hamowania. Na skutek otrzymanych wyników stwierdzono, iż zaprojektowana tarcza nie ulegnie deformacji pod wpływem zmian temperaturowych. Dzięki zastosowaniu perforacji, na powierzchni tarczy hamulcowej, uzyskano pasywną wentylację, co prowadzi do dobrego odprowadzania ciepła do atmosfery.

LITERATURA

1. <http://warsztatowiec.info/wp-content/uploads/2013/11/tarcze-7.jpg> (05.12.2015)
2. http://e-autoparts.pl/tarcza-hamulcowa-c-100006_100626_100032.html
3. https://pl.wikipedia.org/wiki/Tarcza_hamulcowa (05.12.2015)