

Komputerowa symulacja ułatwiająca poprawny wybór sposobu ogrzewania szyb samochodowych

Józef Borkowski, Monika Szada-Borzyszkowska

Streszczenie

W artykule omówiono sposoby ogrzewania przedniej szyby samochodowej, a także rozmieszczenie otworów zapewniających nawiew powietrza w różnych modelach samochodowych. Do badań symulacyjnych opracowano dwa modele nawiewu powietrza. Pierwszy model dotyczy powszechnie stosowanego rozwiązania w postaci szczelinowego nawiewu usytuowanego bezpośrednio pod szybą. W drugim modelu uwzględniono bardziej złożone rozwiązanie składające się z nawiewu głównego umieszczonego pod szybą oraz dodatkowych nawiewów bocznych usytuowanych w przednich słupkach karoserii pojazdu. Symulację ogrzewania przedniej szyby samochodowej przeprowadzono przy pomocy oprogramowania SolidWorks FloSimulation. W artykule przedstawiono wyniki badań modelowych obydwu stosowanych rozwiązań, uwzględniające rozkłady pól temperatury i prędkości przepływu powietrza na przedniej szybie samochodowej.

Słowa kluczowe: przednia szyba samochodowa, nawiewy samochodowe, modelowanie.

Wstęp

Podstawowym czynnikiem bezpieczeństwa jazdy jest dobra widoczność. Niestety, warunek ten często jest nieosiągalny, zwłaszcza zimą, kiedy rano spieszymy się by jak najszybciej dojechać do pracy. Wówczas to widoczność oszronionych czy pokrytych śniegiem szyb, pozostawia wiele do życzenia. Przysparza to zwykle wiele problemów, gdyż bez dobrej widoczności nie da się na czas zauważyć choćby pieszego przechodzącego przez jezdnię, przez co może dojść do tragedii.

Aby jak najszybciej przygotować samochód do jazdy, a tym samym zapewnić dostateczną widoczność przez przednią szybę, kierowcy stosują różne sposoby i zabiegi. Do usuwania warstwy lodu czy śniegu zalegającego na przedniej szybie samochodu najczęściej stosowane są przez kierowców różnego rodzaju skrobaczki, odmrażacze oraz uruchamianie nawiewu ciepłego powietrza [1]. Rola nawiewu na szybę jest ważna ze względu na zapewnienie ciągłego utrzymania jej czystości. Szczególnie przy tym istotne są nowoczesne rozwiązania zapewniające jak najszybsze rozmrażanie szyby.

W artykule zaprezentowano różne rozwiązania nawiewów powietrza na przednią szybę samochodową oraz wyniki modelowych badań symulujących warunki jej ogrzewania, które decydują o skuteczności przywracania jej przejrzystości warunkującej bezpieczną jazdę samochodu.

1. Sposoby oczyszczania szyb samochodowych

Przygotowanie samochodu do jazdy zimą jest dla kierowców bardzo uciążliwe ze względu na zalegający na szybach śnieg i lód, który ze względów bezpieczeństwa jazdy powinien być usunięty. Do pozbycia się tych uciążliwych pokryć stosowane są różnego rodzaju sposoby, jak usuwanie mechaniczne lub stosowanie środków chemicznych. Z kolei do usuwania uciążli-

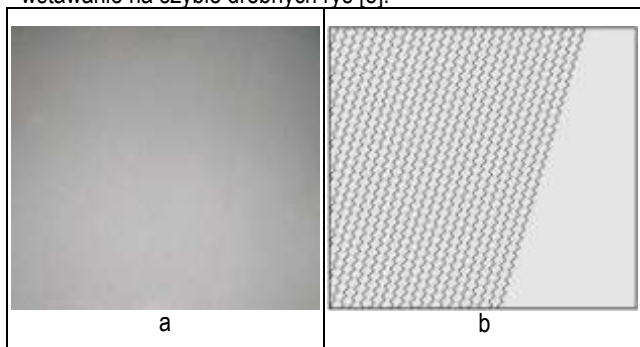
wych zabrudzeń w temperaturach poniżej 0°C stosuje się różnego rodzaju płyny chemiczne. Zadaniem takiego płynu jest utrzymanie czystości szyby szczególnie w warunkach zalegania na drodze tzw. błota pośniegowego [2].

Innym ze sposobów usuwania lodu z przedniej laminowanej szyby w samochodach jest ogrzewanie jej za pomocą bardzo cienkich (około 20 μm) foliowych PVB przewodów oporowych z wolframu. Moc grzewcza takiego rozwiązania wynosi około 2-5 W/dm². Metoda ta pozwala na odmrażanie szyby i usuwanie zaparowania szyby od wewnątrz [3]. Stosowanie takiego rozwiązania ma jednak pewne wady, bo podczas jazdy w ostrym słońcu lub mijania się samochodów w porze nocnej cieńsze od włosa przewody mieniają się w światło i szyba taka wpływa niekorzystnie na zmęczenie wzroku kierowcy. Widok szyby samochodu pokrytej przewodami oporowymi z wolframu zaprezentowano na rysunku 1.

Bardzo istotnym wynalazkiem jest opracowanie nigdy nie zamarzającej przedniej szyby samochodowej. Naukowcy niemieckiego koncernu Volkswagena, przy współpracy z Instytutem Fraunhofera z Brunszwiku rozpoczęli prace nad szybą, do której po pokryciu mikroskopijnie cieniutką warstwą tlenku cynkowo-indowego przestaje przylegać woda, dzięki czemu taka szyba nigdy nie będzie pokrywać się szronem. W warunkach laboratoryjnych, przy zastosowaniu temperatury poniżej -18°C, taka szyba nie pokrywa się szronem. Jednak wadą takiej szyby jest to, że nie przepuszcza ona fal radiowych i sygnałów telefonii komórkowej [4].

W praktyce jednak metodą stosowaną przez większość kierowców jest mechaniczne oczyszczanie szyb za pomocą skrobaczki, która posiada różne kształty i zakończenia (rys. 2). Na rynku jest wiele skrobaczek z tworzyw sztucznych czy wykonanych z miedzi. Stosowanie skrobaczek jest skuteczne,

jednak taki sposób usuwania lodu czy szronu powoduje powstawanie na szybie drobnych rys [5].



Rys. 1. Szyba pokryta przewodami oporowymi z wolframu [3] a) widok rzeczywisty szyby laminowanej, b) powiększenie rozmieszczenia przewodów

W praktyce jednak metodą stosowaną przez większość kierowców jest mechaniczne oczyszczanie szyb za pomocą skrobaczki, która posiada różne kształty i zakończenia (rys. 2). Na rynku jest wiele skrobaczek z tworzyw sztucznych czy wykonanych z miedzi. Stosowanie skrobaczek jest skuteczne, jednak taki sposób usuwania lodu czy szronu powoduje powstawanie na szybie drobnych rys [5].



Rys. 2. Różnego rodzaju skrobaczki do szyb [6]

Najdroższym sposobem szybkiego odmrażania szyb w samochodzie jest system webasto, czyli system ogrzewania postojowego. Nie wymaga on pracy silnika napędowego do produkcji ciepła, jednak korzysta z paliwa pobieranego z baku samochodu. Nowe systemy webasto można uruchamiać np. pilotem. Wadą takiego systemu jest kosztowna instalacja i zużywanie paliwa podczas postoju samochodu [7].

Stosunkowo szybkie usuwanie szronu czy lodu z przedniej szyby samochodu zapewnia nawiew ciepłego powietrza. Nadmierne zaparowanie tych szyb w warunkach dużej wilgotności powietrza oraz zalegający lód i szron można usuwać poprzez włączenie nawiewu ciepłego powietrza na szybę [8]. W takim jesienno-zimowym okresie pojawia się również problem zaparowanych szyb, co ogranicza widoczność utrudniając bezpieczną jazdę samochodem. Skutecznym sposobem na usuwanie tej dolegliwości jest sprawnie działający układ wentylacji kabiny samochodowej [9].

2. Nawiewy przedniej szyby samochodowej

Konstrukcja nawiewu powietrza na przednią szybę samochodową zwykle nie ulega radykalnym zmianom a ich rozmieszczenie w tych samych modelach samochodu podlega jedynie modyfikacji estetycznej. Tego rodzaju zmiany rozmieszczenia standardowego nawiewu przedniej szyby w takim samym modelu samochodu, produkowanego na przestrzeni kilkunastu lat, zaprezentowano przykładowo na rysunku 3.

Ford Mondeo 2001



Ford Mondeo 2014



Rys. 3. Przykłady znikomych różnic w ukształtowaniu i rozmieszczeniu nawiewu powietrza w samochodzie Ford Mondeo

Każdy model samochodu posiada inne rozmieszczenie nawiewów przedniej szyby. Przykłady sposobów rozmieszczenia nawiewów samochodowych w różnych markach samochodów zaprezentowano na rysunku 4. Rozmieszczenie tych nawiewów odgrywa istotną rolę, gdyż rozpraszając na przedniej szybie

samochodowej powietrze nagrzane przez silnik samochodu, decyduje o skuteczności jej odmrażania.



Rys. 4. Przykłady sposobów rozmieszczenia nawiewów przedniej szyby w różnych modelach samochodów osobowych

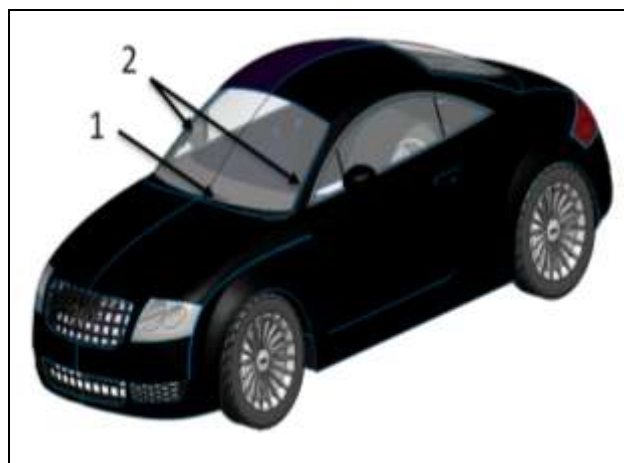
W każdym z tych przypadków nawiew szyby umieszczony jest na konsoli (desce rozdzielczej) samochodu w postaci wydłużonej kratki, przez którą strumień powietrza kierowany jest na szybę. Taki strumień powietrza o regulowanej wydajności przepływu powoduje stopniowe odmrażanie szyby czy też usuwanie zgromadzonej na niej pary wodnej. Jest to proces przebiegający nierównomiernie, gdyż w pierwszej kolejności odmrażane są części szyby znajdujące się najbliżej napływu powietrza. Z tych to miejsc następuje sukcesywne rozprzestrzenianie się przejrzystości szyby na cały jej obszar. Niestety, czas niezbędny do zapewnienia dostatecznie dobrej widoczności na całej powierzchni szyby jest niekiedy zbyt długi dla rozpoczęcia jazdy. Wszystko to występujące w obiektywnie trudnych warunkach jesienno-zimowych powoduje rozpoczęcie jazdy w stanie zniecierpliwienia kierowcy i do tego przy nie w pełni przejrzystej szybie przedniej, co może stanowić spore zagrożenie w intensywnym ruchu miejskim.

Najlepszym sposobem technicznego zapobiegania tego rodzaju utrudnieniom byłoby usprawnienie zabiegu odmrażania szyb samochodowych. Najbardziej efektywne jest jednoczesne skierowanie strumienia ciepłego powietrza na całą powierzchnię szyby, co ze zrozumiałych powodów w pełni nie jest możliwe. Jednak rozwiązaniem zdecydowanie poprawiającym równomierność i szybkość przywracania dobrej widoczności przedniej szyby samochodowej do jazdy jest zastosowanie dodatkowych nawiewów. Dobre rozwiązanie w tym względzie stanowią dodatkowe nawiewy boczne umieszczone np. w słupkach karoserii samochodowej. Dla sprawdzenia poprawności działania takiego rozwiązania została opracowana odpowiednia metodyka mode-

lowych badań, a także przeprowadzone stosowne badania symulacyjne.

3. Założenia do badań symulacyjnych

W celu wykonania badań symulacyjnych stworzono model samochodu, w którym na przednią szybę doprowadzone zostało powietrze przez nawiew główny oraz przez dodatkowe nawiewy boczne. Na rysunku 5 zaprezentowano przykład typowego rozmieszczenia nawiewu głównego, umieszczonego bezpośrednio pod szybą w desce rozdzielczej, które jest identyczne z oryginalnym rozwiązaniem standardowym, jak również usytuowanie bocznych nawiewów dodatkowych, znajdujących się w słupkach karoserii pojazdu.

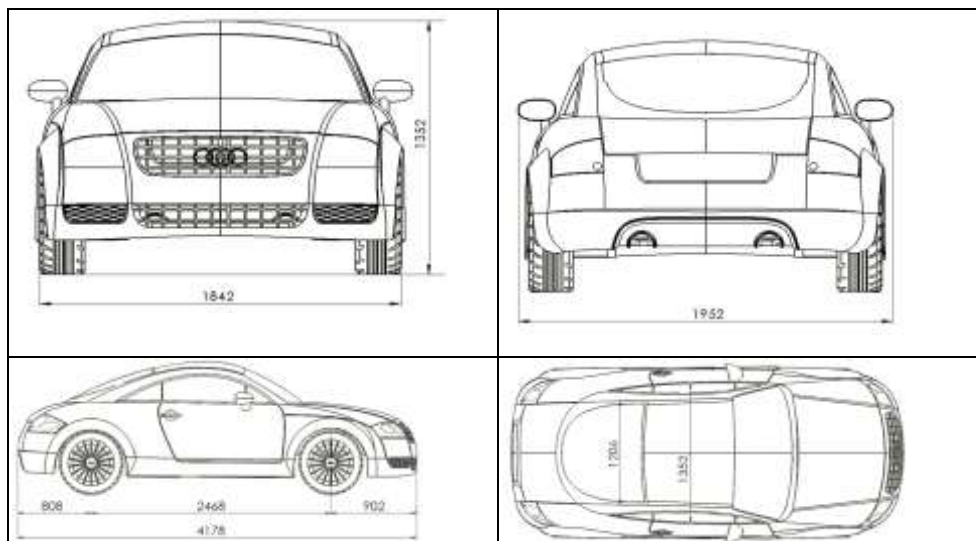


Rys. 5. Schemat modelu samochodu typu Audi TT wykonany w programie SolidWorks z zaznaczonymi nawiewami: 1 - nawiew główny, 2 - nawiewy boczne

W przeprowadzanych badaniach modelowych wykorzystano oprogramowanie SolidWorks FlowSimulation, stosując przy tym heksagonalną siatkę dyskretyzacji. W module tym wykonano analizę przepływu powietrza na powierzchnię przedniej szyby samochodu. Przeanalizowany został przepływ gazu, wymiana ciepła, siły działające na ciało oraz otaczające go elementy. Przez weryfikację projektu można uniknąć zbędnych prototypów, eliminując przy tym dodatkowe koszty. Modelowe badania symulacyjne wykonano przy następujących założeniach:

1. maksymalna prędkość napływu powietrza na szybę - 7 m/s,
2. temperatura początkowa 293,15 K,
3. warunki wewnątrz i na zewnątrz pojazdu:
 - ciśnienie atmosferyczne,
 - zakres temperatur 273,15 ÷ 253,15 K.

Do badań wykorzystano model samochodu osobowego Audi TT wraz z autentycznymi wymiarami zaprezentowanymi na rysunku 6. Badania symulacyjne prowadzone były w aspekcie osiągnięcia optymalnego rozprzestrzeniania się strumienia powietrza na szybie samochodu. Głównymi kryteriami analiz w tego rodzaju badaniach były rozkłady prędkości rozprzestrzeniania się powietrza po powierzchni przedniej szyby samochodowej, a także wartość i gradient rozmieszczenia temperatury w poszczególnych częściach takiej szyby oraz kształt obszarów ich występowania.

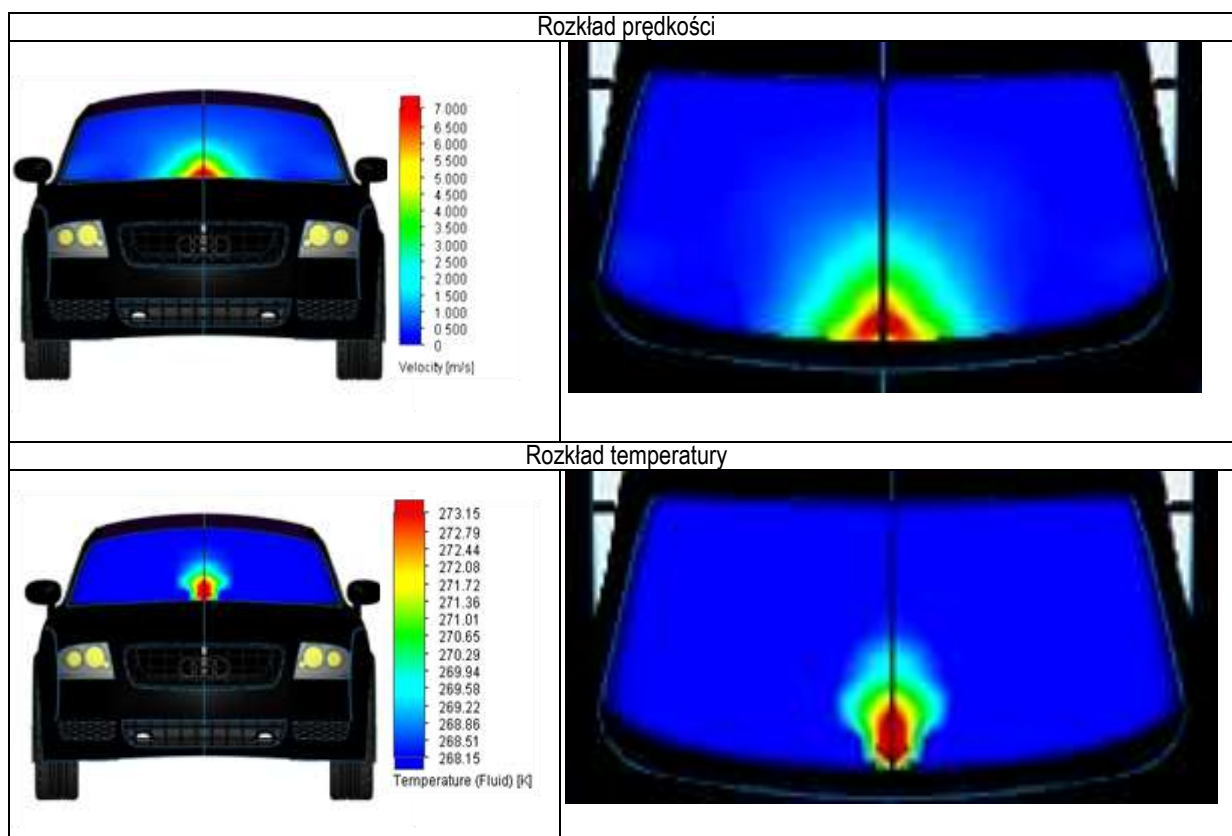


Rys. 6. Geometria samochodu jaka została przyjęta do badań symulacyjnych

4. Wyniki modelowych badań symulacyjnych

W pierwszym etapie przeprowadzono badania modelowe dla standardowych rozwiązań pojedynczego nawiewu w zakre-

sie różnych wartości temperatur otoczenia, wewnątrz i na zewnątrz samochodu, która wyniosła dla tego przypadku -5°C.



Rys. 7. Rozkłady prędkości powietrza i temperatury przedniej szyby samochodowej przy zastosowaniu nawiewu standardowego

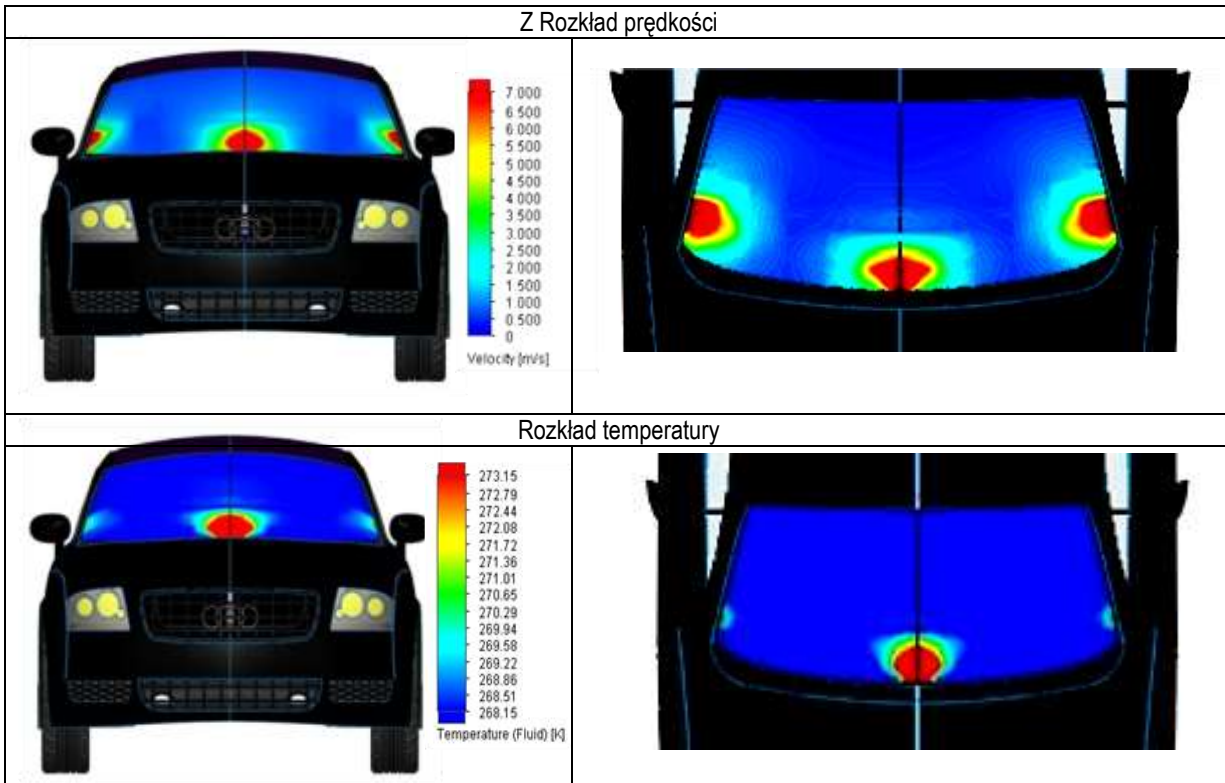
Kończącym efektem tych badań były wyniki rozkładów prędkości oraz pól temperatury występujących na przedniej szybie samo-

chodu, jak to zilustrowano przykładowo na rysunku 7. Tego rodzaju badania modelowe, przeprowadzone za pomocą opro-

gramowania SolidWorks FlowSimulation, miały na celu sprawdzenie wpływu zamontowania nawiewów bocznych w słupkach karoserii pojazdu oraz określenie rozkładów prędkości powietrza i pól temperatury występujących na przedniej szybie samochodu osobowego. Przykładowe wyniki symulacji przedstawiono na rysunku 8, jako rozkłady prędkości powietrza i temperatury, występujące w przedniej szybie samochodu osobowego Audi TT. W tym przypadku na wejście nawiewu głównego i nawiewów bocznych podawano powietrze o ciśnieniu

0,25 MPa i temperaturze 20°C zaś parametrem zmienionym są różne wartości temperatur otoczenia, wewnątrz i na zewnątrz samochodu, wynoszące tu -5°C.

Z zaprezentowanego rozwiązania wynika, że zastosowanie dodatkowych bocznych nawiewów zwiększa prędkość rozprzestrzeniania się ciepłego powietrza na szybie samochodu. Dzięki temu następuje szybsze ogrzewanie całej szyby, zapewniającej dobrą widoczność, bezpieczeństwo i komfort podróżowania.



Rys. 8. Rozkłady prędkości powietrza i temperatury przedniej szyby samochodowej przy równoczesnym zastosowaniu nawiewu standardowego, umieszczonego w desce rozdzielczej (pod szybą) oraz nawiewów bocznych, usytuowanych w słupkach karoserii

Wnioski

W celu usprawnienia zabiegu odmrażania lub osuszania szyb samochodowych należy zapewnić wielopunktowe jednoczesne skierowanie strumieni ciepłego powietrza na powierzchnię szyby. W aspekcie praktycznym najbardziej efektywne jest zastosowanie dodatkowych nawiewów bocznych umieszczonych w słupkach karoserii samochodowej. Takie rozwiązanie zdecydowanie poprawia równomierność i szybkość ogrzewania całej szyby. Dla sprawdzenia poprawności działania takiego rozwiązania została opracowana odpowiednia metodyka modelowych badań, a także przeprowadzone stosowne badania symulacyjne.

Wyniki tych badań potwierdziły intuicyjny wniosek, że zastosowanie dodatkowych bocznych nawiewów ciepłego powietrza przyspiesza ogrzewanie całej szyby, przyczyniając się do szybszego zapewnienia dobrej widoczności, dzięki czemu wzrasta bezpieczeństwo i komfort jazdy.

Bibliografia

1. <http://regiomoto.pl/portaleksplatacja/odmrazacz-czy-skroba-czka-sposoby-na-czyszczenie-szyb-ze-sniegu>
2. Auto Ekspert Technika – Warsztaty – Handel , 1/2014.
3. <http://www.swiat-szklapl/kontakt/5326-szyby-w-nowoczesnych-samochodach.html>
4. <http://moto.wp.pl/kat,23681,title,Koszmar-mroznych-porankow,wid,13991145wiadomosc.html?icaid=112627>,
5. <http://www.autocentrum.pl/poradniki-dla-kierowcy/jak-usunac-lod-z-szyb-samochodu/>
6. <http://www.auto-swiat.pl/1-test-skrobaczek-samochodowych-sprawdzamy-ktora-najlepiej-czysci-szybe>
7. http://www.mowimylak.pl/technologie-i-auto/auto/sposoby-na-zamarzanie-szyby-jak-odmrozic-szyby-jak-usunac-lod-z-szyb-samochodu_9_51502.html
8. http://moto.pl/MotoPL/1,88571,10978993,O_czym_trzeba_pamietac_zima_Poradnik.html
9. <http://www.motofakty.pl/arttykul/wentylacja-w-samochodzie.html>

Computer simulation facilitating the correct choice of windshields heating

Abstract

The article discusses ways of heating the windshield as well as air vents location in different vehicles' models. Two different models of air vents have been elaborated for simulation tests. The first one concerns common use typical gap type vent situated right under the windshield. The second one is more complicated system that includes main vent panel under the windshield as well as additional side vents located symmetrically in the front pillars. SolidWorks FloSimulation have been used for preparing simulation of windshield heating and the paper presents model results of both analyzed systems including temperature area distribution as well as air flow velocity.

Key words: windscreen, air automotive, modelling.

Autorzy:

Prof dr hab. inż. **Józef Borkowski** – Politechnika Koszalińska

Mgr inż. **Monika Szada-Borzyszkowska** – Politechnika Koszalińska