

Podstawową funkcją układu hamulcowego jest redukcja prędkości pojazdu lub maszyny roboczej na skutek oddziaływań sił tarcia. Gwałtowność procesu oraz znaczna ilość energii dyssypowanej prowadzić może do nadmiernego wzrostu temperatury i w następstwie zużycia powierzchni roboczych, degradacji materiału ciernego, odparowywania płynu hamulcowego, deformacji cieplnych tarczy, a także pęknięć uniemożliwiających prawidłową i bezpieczną pracę układu.

W celu obniżenia kosztów i skrócenia czasu dotarcia, testowania i wdrażania prototypu hamulca należy już na etapie projektowania z wystarczającym stopniem wiarygodności oszacować jego charakterystyki przy różnych materiałach pary cierniej, konstrukcji elementów trących i hamulca w całości. Podstawę analitycznych, analityczno-numerycznych i numerycznych obliczeń temperatury stanowią rozwiązania odpowiednich początkowo-brzegowych zagadnień przewodnictwa cieplnego. Należy zaznaczyć, że rozwiązania analityczne takich zagadnień można otrzymać wyłącznie dla ciał ograniczonych płaskimi równoległymi powierzchniami – są to przykładowo, układy wzajemnie ślizgających się półprzestrzeni lub warstw. Takie modelowanie procesów generacji ciepła na skutek tarcia pozwala na uzyskanie dokładnych rozwiązań, ale nie uwzględnia szeregu cech rzeczywistego procesu, w tym wymiarów elementów trących.

W niestacjonarnych procesach tarcia, do których należy hamowanie, zmiany wszystkich parametrów z czasem są współzależne. Zmiana prędkości, obciążenia, momentu hamowania i temperatury podczas hamowania są powiązane wzajemnie i zależą od tarciovych, mechanicznych, termofizycznych właściwości materiałów pary cierniej, konstrukcji hamulca oraz warunków jego eksploatacji. Kompleksowej oceny roboczych charakterystyk hamulca umożliwia rozwiązanie układu równań cieplnej dynamiki tarcia i zużycia (CDTZ).

Typowy układ CDTZ zawiera:

- 1) prawo zmiany z czasem ciśnienia kontaktowego;
- 2) równanie dynamiki ruchu pojazdu (tarczy hamulcowej);
- 3) doświadczalne zależności współczynników tarcia i intensywności zużycia masowego rozpatrywanej pary cierniej od temperatury maksymalnej;
- 4) doświadczalne zależności właściwości termofizycznych i twardości materiałów pary cierniej od temperatury;
- 5) zagadnienie cieplne tarcia dla układu nakładka-tarcza w celu wyznaczenia temperatury średniej nominalnego obszaru kontaktu;
- 6) zagadnienie ustalenia temperatury błysku z uwzględnieniem rozkładu przestrzennego i migracji plam kontaktu rzeczywistego oraz mikrogeometrii powierzchni ciernych.

Celem projektu jest opracowanie metodyki wyznaczania rozkładów przestrzenno-czasowych temperatury elementów układu hamulcowego przy wzajemnej zależności prędkości hamowania oraz temperatury w obszarze kontaktu ślizgowego w oparciu o układ równań CDTZ. Sformułowane zostaną odpowiednie zagadnienia cieplne tarcia przy zależnych od temperatury współczynnikach tarcia, zużycia masowego, twardości oraz z uwzględnieniem czułości termicznej materiałów pary cierniej. Do obliczeń wykorzystane będą programy bazujące na metodzie elementów skończonych (MES). W ramach realizacji projektu w pierwszym etapie planowane jest opracowanie metodyki oszacowania temperatury błysku w obszarze kontaktu nakładki z tarczą. W celu tym zostanie przeprowadzona analiza porównawcza wartości temperatury błysku, uzyskanych na podstawie różnych rozwiązań analitycznych oraz weryfikacja otrzymanych wyników ze znanymi danymi doświadczalnymi. Następnie, z uwzględnieniem ustalonej metody wyznaczenia błysku temperaturowego, zostaną otrzymane rozwiązania numeryczne z wykorzystaniem MES dwu- i trójwymiarowych zagadnień cieplnych tarcia, zawartych w układzie równań CDTZ. Na etapie końcowym autor zamierza zaproponować metodykę doboru materiałów nakładki i tarczy układu hamulcowego. Będzie ona zawierać oszacowanie temperatury objętościowej układu w ekstremalnych warunkach eksploatacji w celu wstępnego określenia klasy materiałów do wykonania elementów tarciovych. Następnie, po wyznaczeniu temperatury średniej za pomocą opracowanych modeli obliczeniowych, zostaną wybrane konkretne materiały tarciove. W ostatnim etapie zostanie wyznaczona temperatura maksymalna i przeprowadzona ocena wartości współczynnika tarcia jak również wielkości zużycia masowego powierzchni roboczych materiałów wybranej pary cierniej.