

Wstęp. Emisja cząstek zużycia ze styku ślizgowego hamulca jest drugim po spalaniu paliw głównym źródłem zanieczyszczenia środowiska i stanowi około 25% całkowitej ilości emitowanych cząstek stałych związanych z pojazdami transportowymi. Cząstki te zawierają substancje toksyczne (metale ciężkie i ich tlenki, polimery, tworzywa sztuczne oraz produkty ich reakcji chemicznych i degradacji termicznej itp.), które mogą przenikać przez powietrze, wodę lub żywność do organizmu człowieka (np. do skóry, płuc, układu krwionośnego, układu pokarmowego itp.), a w przypadku stałego kontaktu mogą prowadzić do różnych chorób, nawet śmiertelnych. Obecnie, ten problem jest badany tylko dla pojazdów transportu naziemnego, w tym samochodów osobowych, ciężarowych, transportu publicznego i pociągów. Niestety, taki ważny rodzaj transportu, jak samoloty, nie znajduje się na tej liście. Według ostatnich badań było stwierdzono, że jest wpływ emisji cząstek ze środków lotnictwa cywilnego na zdrowie ludności w promieniu 20 km od lotniska i doszli do wniosku, że około trzeciej części przedwczesnych zgonów w tym miejscu jest spowodowana zanieczyszczeniem powietrza cząstkami stałymi. Oprócz tego biorąc pod uwagę pojawienie się i szybki rozwój nowych typów samolotów elektro-hybrydowych i elektrycznych, głównym źródłem zanieczyszczenia środowiska wytwarzanego przez samoloty w przyszłości może być emisja cząstek zużycia z hamulców podczas lądowania samolotów. W związku z tym, emisja cząstek zużycia z hamulców samolotu może mieć większy wpływ na całkowite zanieczyszczenie środowiska na lotniskach i pobliskich terenach i dlatego powinna być badana.

Cel naukowy projektu i koncepcja. Głównym celem projektu jest opracowanie nowej metodyki oceny emisji cząstek zużycia ze styku ślizgowego hamulca samolotu z uwzględnieniem typów hamulców samolotu. Idea projektu opiera się na zastosowaniu nowego układu doświadczalnego do pomiarów cząstek zużycia z wysokowydajnym próbkowaniem, zapewniającym prędkość poślizgu i nacisk styku odpowiadający rzeczywistym wartościom w hamulcach samolotów różnych typów. Optymalizacja geometryczna pary ciernej tarcza-tarcza zostanie przeprowadzona w celu odtworzenia zakresów prędkości poślizgu i nacisków kontaktowych w hamulcach samolotu. Wiarygodny pomiar emisji cząstek zużycia z hamulców samolotu zostanie przeprowadzony za pomocą opracowanego eksperymentalnego układu pomiarowego, który zapewnia wysokowydajne próbkowanie cząstek zużycia emitowanych z kontaktu trzpień-tarcza lub tarcza-tarcza. Opracowana zostanie nowa procedura testowa i metodologia oceny poziomu emisji cząstek zużycia z hamulców samolotu.

Metodologia badań projektu. Do pomyslniej realizacji projektu wymagane jest rozwiązanie następujących zadań badawczych. (1) Projektowanie pary ciernej w celu odtworzenia warunków tarcia w hamulcu samolotu przy użyciu wydajnej maszyny ciernej tarcza-tarcza oraz optymalizacja geometrii pary ciernej w celu odtworzenia warunków tarcia w hamulcu samolotu. (2) Projektowanie układu pomiarowego do pobierania cząstek zużycia emitowanych z hamulca samolotu oraz optymalizacja geometrii izolowanej komory czystej, w której tarcie się odbywa. (3) Opracowanie i walidacja cyklu badań pod-skalowych do oceny poziomu emisji cząstek zużycia z hamulców samolotu na podstawie norm lotniczych i protokołów badań hamulców samolotowych; przygotowanie do badania eksperymentalnego. (4) Pod-skalowe badanie eksperymentalne materiałów hamulcowych samolotów w różnych warunkach: w stanach nieustalonych (przyspieszenie, hamowanie, skok prędkości, opracowany cykl testowy pod-skalowy, zmiana ciśnienia w styku itp.), dla różnych typów materiałów hamulcowych samolotu (nisko-metalowe, stalowe i węglowe). (5) Pełno-skalowe badania eksperymentalne materiałów hamulcowych samolotów na stanowisku badawczym w warunkach zbliżonych do rzeczywistych zgodnie z normami lotniczymi dotyczącymi testów hamulców samolotów. (6) Zaproponowana zostanie analiza wyników danych eksperymentalnych dla nowej metodologii oceny emisji cząstek zużycia z hamulców samolotu wraz z zaleceniami dotyczącymi potencjalnej adaptacji opracowanej metodyki do pełnowymiarowego układu hamulcowego samolotu.

Oczekiwane skutki. Wyniki projektu doprowadzą do opracowania metodologii systematycznej oceny emisji cząstek zużycia z hamulców samolotów. Wyniki projektu mogą mieć wpływ naukowy: opracowanie i walidacja nowej metodologii oceny poziomu emisji cząstek zużycia z hamulców samolotu; opracowanie i optymalizacja konstrukcji pary ciernej w celu odtworzenia warunków tarcia w hamulcu samolotu; opracowanie wysokowydajnej eksperymentalnej instalacji pomiarowej do pomiaru cząstek zużycia emitowanych z hamulców samolotu; opracowanie procedury badawczej w pod-skali do oceny poziomu emisji cząstek zużycia z hamulców samolotu. Ponadto, można spodziewać się skutków ekologicznych: zastosowanie proponowanej metodyki przewidywania szkód ekologicznych spowodowanych procesem hamowania samolotu; zastosowanie zaproponowanej metodyki projektowania nowych ekologicznych materiałów hamulcowych dla lotnictwa. Oprócz tego można uzyskać potencjalne skutki ekonomiczne i społeczne: zalecenia dotyczące wdrożenia nowej normy ograniczającej zanieczyszczenie środowiska spowodowane hamowaniem samolotu; opracowanie nowej metodyki szacowania przyjazności ekologicznej dla środowiska materiałów stosowanych w hamulcach lotniczych, która mogłaby być stosowana jako standardowa dla producentów; wzrost świadomości społeczeństwa na temat zanieczyszczeń środowiska, wytwarzanych przez hamulce lotnicze.