

Wstęp. Emisja cząstek stałych do atmosfery jest jednym z podstawowych tematów badawczych ze względu na kwestie środowiskowe i zdrowotne. Cząstki przenikają do ludzkiego ciała poprzez oddychanie, picie, jedzenie i kontakt ze skórą i docierają do jego organów wewnętrznych. Stwierdzono korelacje pomiędzy wysoką koncentracją cząstek pyłu a zwiększoną zachorowalnością na różne choroby. Ludzie żyjący w środowiskach miejskich są narażeni na większe ryzyko zdrowotne z powodu cząstek pyłu emitowanych z różnych źródeł, w tym pojazdów transportowych. Samochody osobowe, autobusy, ciężarówki, pociągi i inne pojazdy wyposażone są w hamulce, w których moment hamowania powstaje na skutek tarcia pomiędzy klockami i tarczami. Podczas hamowania na stykach ślizgowych powstają cząstki zużycia, a część z nich następnie trafia do atmosfery. Tak więc problem emisji cząstek stałych ze styków ślizgowych jest jednym z podstawowych problemów na granicy Tribologii, Nauki o Aerozolach i Ekologii.

Cel i koncepcja badań. Ogólnym celem projektu jest *opracowanie nowej metody oceny emisji cząstek zużycia ze styków ślizgowych z uwzględnieniem temperatury kontaktowej*. Koncepcja projektu opiera się na wykorzystaniu oryginalnej komory aerodynamicznej do pomiarów zawartości cząstek zużycia w powietrzu, oryginalnej metody pomiaru temperatury kontaktowej za pomocą termopar igłowych oraz hipotezy energetycznej emisji cząstek zużycia do powietrza. *Komora aerodynamiczna* zostanie zaprojektowana w celu zapewnienia maksymalnie liniowego, laminarnego i równomiernego przepływu powietrza od styku ślizgowego do wylotu, co umożliwi wysokosprawne pobieranie cząstek zużycia o wielkości od 6 nm do 10 μm i dokładne określenie intensywności emisji cząstek. Dokładny i wiarygodny pomiar temperatury w styku ślizgowym będzie wykonywany za pomocą *termopar igłowych* opartych na oryginalnej konstrukcji „druć w wydrążonym walcu”. Znane hipotezy dotyczące emisji cząstek zużycia do powietrza zostaną zweryfikowane eksperymentalnie, ze szczególnym rozważeniem *hipotezy energetycznej*, która uwzględni siłę tarcia.

Metodologia badań. Pomyślna realizacja projektu wymaga rozwiązania poniższych zadań badawczych z wykorzystaniem naukowo uzasadnionych podejść i metod. (1) Projektowanie komory aerodynamicznej do pomiarów cząstek zużycia w powietrzu poprzez optymalizację linii przepływu powietrza za pomocą symulacji numerycznych. (2) Walidacja komory aerodynamicznej do pomiarów cząstek zużycia w powietrzu poprzez jej instalację wewnątrz tribometru i włączenie do układu pomiarowego cząstek aerozolu zawierającego impaktor kaskadowy i analizator cząstek według ich mobilności elektrycznej. (3) Prowadzenie badań eksperymentalnych materiałów ciernych pod kątem charakterystyk tribologicznych (współczynnik tarcia, mechanizm zużycia, intensywność zużycia masowego, temperatura kontaktowa, chropowatość powierzchni), mechanicznych (twardość, moduł sprężystości, granica wytrzymałości), cieplnych (pojemność cieplna, przewodność cieplna), chemicznych (skład pierwiastkowy), charakterystyk cząstek zużycia (intensywność emisji, rozkład wielkości, kształt, morfologia, porowatość, gęstość, skład pierwiastkowy) dla szerokiej gamy materiałów ciernych, takich jak: stal, żeliwo, materiały metalowe, materiały polimerowe, materiały ceramiczne, materiały wieloskładnikowe i materiały ze zmodyfikowaną powierzchnią, i różnych stacjonarnych i niestacjonarnych warunkach tarcia. (4) Wyznaczanie zależności eksperymentalnych pomiędzy wymienionymi charakterystykami a warunkami tarcia z wykorzystaniem metod statystycznych oraz walidację znanych hipotez emisji cząstek zużycia do powietrza. (5) Przeniesienie wyników projektu z laboratorium do pełnowymiarowych układów tarcia na podstawie analizy literatury naukowej, raportów technicznych i danych eksperymentalnych dostarczonych przez instytucje partnerskie.

Oczekiwane skutki badań. Rezultaty projektu doprowadzą do powstania nowej metody, która umożliwi dokładną ocenę zawartości w powietrzu cząstek zużycia o wielkości od 6 nm do 10 μm dla szerokiej gamy materiałów ciernych i różnych warunków tarcia. Oczekuje się, że wyniki projektu będą miały wiele *skutków naukowych*: opracowanie wysokosprawnej komory aerodynamicznej do pomiarów cząstek zużycia w powietrzu, zbliżenie się do rozwiązania problemu identyfikacji mechanizmów zużycia w stykach ślizgowych na podstawie analizy cząstek zużycia w powietrzu, zbliżenie się do rozwiązania problemu znalezienia proporcji pomiędzy ilością wyemitowanych do powietrza cząstek zużycia a całkowitym zużyciem, identyfikacja zależności pomiędzy intensywnością emisji cząstek a temperaturą w styku ślizgowym, oszacowanie zakresów stosowania znanych hipotez emisji cząstek zużycia do powietrza, sformułowanie nowej hipotezy emisji cząstek zużycia itp. Ponadto można spodziewać się *skutków ekologicznych*, np. zbliżenie się do rozwiązania problemu przewidywania szkód ekologicznych powodowanych przez pojazdy transportowe, zbliżenie się do rozwiązania problemu projektowania ekologicznych układów tarciovych, dokładniejsza ocena toksyczności cząstek zużycia w powietrze, wkład w prawodawstwo związane z ograniczeniami emisji cząstek stałych z pojazdów transportowych; *skutki ekonomiczne*, np. opracowanie i wprowadzenie na rynek ekologicznych układów tarciovych, takich jak hamulce, sprzęgła, łożyska ślizgowe, prowadnice ślizgowe, elektryczne styki ślizgowe; *skutki społeczne*, np. wzrost świadomości ludzi na temat ekologiczności maszyn z układami tarciovymi.