

## POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Projekt badawczy o charakterze podstawowym i stosowanym dotyczy badań nad możliwością zmniejszenia współczynnika tarcia, zmniejszenia momentu hamującego i zużycia materiałów w węzłach tarcia, czyli układach dwóch trących o siebie powierzchni albo inaczej parach ciernych. W zależności od rodzaju tarcia, obie powierzchnie szybciej i intensywniej się zużywają albo wolniej i słabiej. W przypadku wnioskowanego projektu będą występować głównie tarcie graniczne i tarcie mieszane. Oba rodzaje tarcia powodują mniejsze zużycie materiału, z którego wykonane są obie powierzchnie trące o siebie, a tym samym współczynniki tarcia są w większości przypadków relatywnie mniejsze od, np., przypadku tarcia suchego dwóch powierzchni. W węźle tarcia złożonym z obracającego się wału, oleju silnikowego i uszczelnienia wargowego (tzw. simmeringa) występuje tam tarcie mieszane między powierzchniami metalowego wału i polimerowej wargi uszczelnienia, co skutkuje powstaniem momentu hamującego wału. Jak pokazuje wieloletnie doświadczenie, skutek wzajemnego tarcia w obecności oleju silnikowego (jego cienkiej warstewki między obu trącymi powierzchniami) w przestrzeni (szczelinie) między wałem a uszczelnieniem powstaje względnie silne pole elektryczne. Jest to skutek tzw. triboelektryzacji i rozdziału ładunków elektrycznych dodatnich i ujemnych w szczelinie przy obu powierzchniach trących – warstwach granicznych (przyściennych). Istnieje możliwość zmniejszenia tarcia, a tym samym i momentu hamującego wału, przez wytworzenie w szczelinie zewnętrznego pola elektrycznego kompensującego wcześniej powstałe tam pole elektryczne. Wskutek tego procesu, jak się przewiduje, zmniejszą się: moment hamujący obracającego się wału, zużycie materiału uszczelnienia, straty energii i koszty eksploatacyjne.

Ważnym elementem projektu będą opracowanie modelu matematycznego i analiza numeryczna procesów mechanicznych (tribologicznych), fizykochemicznych na poziomie molekularnym i elektrycznych — pole elektryczne generowane w przedmiotowym węźle tarcia, warstwy podwójne przy obu granicach faz (wał–olej i olej–warga uszczelnienia wargowego) oraz zewnętrzne pole elektryczne przykładane do układu trójfazowego – węzła tarcia. W tym celu będą przeprowadzone: analiza procesów, ich opis w postaci równań różniczkowych cząstkowych oraz zaproponowanie modelu numerycznego.

Ponadto, planuje się implementację i wykonanie obliczeń numerycznych bazujących na metodzie elementów skończonych oraz objętości skończonej, a także wstępna walidacja modelu z danymi doświadczalnymi przeprowadzanymi przez autorów. Zaproponowany zestaw równań różniczkowych cząstkowych zostanie rozwiązany w pakietach programu firmy Ansys bazujących na platformie Workbench. W zależności od modelu wejściowego w czasie obliczeń planowana jest integracja trzech modułów: Modułu CFD, Mechanical oraz Electrostatics.

Zostanie przeprowadzone także modelowanie zjawisk fizykochemicznych występujących w syntetycznych olejach smarowych w warunkach dynamicznych. Będzie przeprowadzona symulacja dynamiki molekularnej w warunkach oddziaływania pola elektrycznego oraz w warunkach braku pola elektrycznego. W tej części badań wyznaczony zostanie (na drodze obliczeniowej) moment dipolowy każdej z cząsteczek – celowe jest w tym przypadku użycie nie tylko metody pól siłowych, ale również zastosowanie metody funkcjonału gęstości (DFT, Density Functional Theory). Pozwoli to na potwierdzenie hipotezy stawianej przez wnioskodawców, że istnieje bezpośredni związek między momentem dipolowym cząsteczki oleju a jego zachowaniem się w warunkach występowania pola elektrycznego. Również zostaną przeprowadzone symulacje molekularne, których celem jest zbadanie oddziaływania cząsteczek olejów smarnych z powierzchnią reprezentującą powierzchnię materiału, z którym olej ma kontakt w warunkach jego pracy w węźle tarcia.