

Streszczenie Rozprawy Doktorskiej

„Metoda wyznaczania wysokości szczeliny obwodowej w pompach zębatych o zazębieniu zewnętrznym”

mgr inż. Rafał Cieśliński

Dzięki swoim zaletom, hydrostatyczne układy napędowe są szeroko stosowane w maszynach budowlanych, rolniczych, w lotnictwie oraz w automatyce przemysłowej. W związku z rosnącymi kosztami energii konstruktorzy skupiają się na poprawie efektywności energetycznej napędów hydrostatycznych poprzez np. zwiększenie ciśnień roboczych i sprawności.

Układy hydrauliczne, powszechnie stosowane w maszynach roboczych i przemyśle, opierają się na pracy pomp wyporowych, których zadaniem jest przekształcanie energii mechanicznej w hydrauliczną. Wśród nich dużą popularność zyskały pompy zębate o zazębieniu zewnętrznym, cenione za prostą budowę, trwałość i niskie koszty. Kluczowym aspektem ich efektywności jest szczelność wewnętrzna – szczególnie znaczenie mają szczeliny osiowa i obwodowa, które wpływają na wydajność i sprawność pomp. Wiedza o wielkości tych szczelin jest dla konstruktorów niezbędna do przewidywania wydajności projektowanych jednostek. Choć szczeliny osiowe są dobrze poznane i skutecznie kompensowane, to wciąż istnieje luka badawcza dotycząca szczelin obwodowych. Pomiar wielkości tej szczeliny jest technicznie trudny z uwagi na ekstremalne warunki pracy w miejscu jej występowania. Obecne metody określania wielkości tej szczeliny pomijają wpływ deformacji korpusu pompy, co wpływa na ich dokładność. W szczególności dotyczy to pomp, dla których ciśnienie robocze przekracza 25 MPa.

W odpowiedzi na ten problem, w niniejszej pracy przedstawiono nową metodę określania wysokości szczeliny obwodowej w pompach zębatych o zazębieniu zewnętrznym, w warunkach pracy, z uwzględnieniem deformacji elementów pompy. Przeprowadzone badania pozwoliły na wyznaczenie wysokości szczeliny obwodowej z wykorzystaniem zaproponowanej metody dla pompy konwencjonalnej oraz innowacyjnej konstrukcji pompy zębatej o zazębieniu zewnętrznym z kompensacją szczeliny obwodowej. Wysokość szczeliny obwodowej wyznaczona w oparciu o przedstawioną metodę, może przyczynić się do poprawy dokładności modeli chwilowej wydajności pomp. Badania obejmowały zaawansowane obliczenia numeryczne z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Wyniki obliczeń numerycznych odniesiono do eksperymentu. Przeprowadzono porównawcze badania odkształceń korpusów badanych jednostek z wykorzystaniem tensometrów oporowych.

Badania własności hydraulicznych wykazały skuteczność zaproponowanej metody kompensacji szczeliny obwodowej, zastosowanej w innowacyjnej konstrukcji o zazębieniu

zewnętrznym. Odnotowano wzrost sprawności objętościowej w stosunku do jednostki konwencjonalnej. Opracowana konstrukcja dzięki zastosowanej kompensacji jest w stanie utrzymać zadowalającą wydajność przy ciśnieniach roboczych sięgających 40 MPa. Jest to zakres ciśnień roboczych, który do tej pory był zarezerwowany dla dużo droższych pomp wielotłoczkowych.

Ze względu na rozwój pomp z kompensacją obwodową dostrzeżono potrzebę opracowania narzędzi umożliwiających projektowanie takich rozwiązań. W odpowiedzi na tę potrzebę w pracy przedstawiono nowy analityczny model kompensacji obwodowej o budowie zespolonej oraz nowe kryteria doboru grubości przekroju kompensacji. Dzięki przedstawionym rozwiązaniom możliwe jest projektowanie przemieszczenia kompensacji, co ostatecznie przekłada się na możliwość kształtowania wysokości szczeliny obwodowej. Jest to istotna przewaga w stosunku do istniejących modeli, które skupiają się na aspektach wytrzymałościowych.

Niniejsza praca stanowi więc kompletne opracowanie zawierające metodę pozwalającą na wyznaczenie wysokości szczeliny obwodowej w pompach zębatych o zazębieniu zewnętrznym oferując jednocześnie narzędzia pozwalające konstruktorom na kształtowanie geometrii szczeliny obwodowej w celu zwiększenia efektywności energetycznej omawianych konstrukcji.