

**KATEDRA AUTOMATYZACJI PROCESÓW
TECHNOLOGICZNYCH I ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW
WYTWARZANIA
WYDZIAŁ MECHANICZNY TECHNOLOGICZNY
POLITECHNIKA ŚLĄSKA**

ROZPRAWA DOKTORSKA

Modelowanie przekładni pasowej synchronicznej w kontekście
automatycznej diagnostyki i optymalizacji działania cięgna z użyciem
symulacji komputerowej

(Modelling of synchronous belt transmission in the context of automatic
diagnostics and belt performance optimisation using computer simulation)

mgr inż. Julian Malaka

DYSCYPLINA

Inżynieria mechaniczna (budowa i eksploatacja maszyn)

PROMOTOR

dr hab. inż. Mariusz Hetmańczyk, prof. PŚ

PROMOTOR POMOCNICZY

dr inż. Piotr Ociepka

GLIWICE 2022 r.

Streszczenie

Za cel pracy naukowej, opisanej w niniejszej rozprawie, obrano poszukiwanie i badanie koncepcji identyfikacji oraz redukcji anomalii w działaniu przekładni pasowych synchronicznych, przy jak najmniejszym stopniu złożoności oprzyrządowania oraz aktywności manualnej w procesach eksploatacji i diagnostyki. Bazując na wiedzy i doświadczeniach opisanych w publikacjach naukowych, patentach, specyfikacjach technicznych oraz tekstach praktyków-ekspertów dziedzinowych wzięto pod uwagę określoną grupę metod i układów technicznych, mogących wspomóc rozwiązanie problemów zidentyfikowanych w rozważanym obszarze.

Biorąc pod uwagę przemysłowe warunki produkcyjne, w których systemy usprawniające eksploatację oraz diagnostykę napędów mają szczególną wartość, w rozważaniach kierowano się kryterium minimum oprzyrządowania i manualnej ingerencji w procesach identyfikacji oraz eliminacji anomalii eksploatacyjnych. Bazując na przeglądzie literaturowym rozpoczęto rozważania nad możliwością zredukowania do minimum liczby pomiarów niezbędnych do tego, aby wyznaczyć kluczowe w poprawnej eksploatacji parametry układu napędowego. Sformułowanie, że na podstawie błędu synchronizacji kół pasowych można byłoby określić czy w działaniu przekładni występują anomalie związane z nieprawidłowym poziomem parametrów eksploatacyjnych jest tezą, którą weryfikowano podczas badań opisanych w niniejszej rozprawie.

W ramach prowadzonych podstawowych eksperymentów badawczych poszukiwano odpowiedzi m.in. na pytanie o to, jak poziom naciągu pasa zębatego wpływa na błąd synchronizacji i czy niewyważenie ciał wirujących, wpływa na badane zależności. Zażęzono obszar rozważań do problemu naciągu pasa, by możliwie przekrojowo rozpoznać ten aspekt, który wydaje się wpływać na wszystkie pozostałe, i by skonkretyzować wnioski zorientowane na poprawę procesu eksploatacji przekładni. Aby takie eksperymenty mogły zostać przeprowadzone, niezbędne jest stanowisko badawcze z napinaczem cięgna z ramieniem o regulowanym wychyleniu (wprost związanym z regulacją wartości siły naciągu) oraz z szeregiem czujników i układów akwizycji sygnałów pomiarowych. Opisane stanowisko badawcze utworzono ramach przygotowania badań, a

zrealizowano to w koncepcji automatyzacji zarówno gromadzenia i przetwarzania informacji o działaniu przekładni, jak i sterowania rozważanym parametrem warunkującym poprawną eksploatację. Jest to rozwiązanie, które ma wartość nie tylko badawczą, ale stanowi również prototyp urządzenia do automatycznej regulacji stopnia naciągu pasa zębatego.

W ramach badań przeanalizowano przekrojowo możliwości identyfikacji oraz redukcji czy nawet eliminacji wybranych anomalii w działaniu przekładni cięgowych synchronicznych. Skupiono się na parametrach, które dotąd nie były zestawione, by spróbować odnaleźć powiązania między nimi. Opracowano szereg charakterystyk ukazujących relacje kinematyczne kół pasowych występujące w różnych okolicznościach sterowania i konfiguracji instalacyjnej napędu. Rozważania doprowadziły do opracowania koncepcji układu automatycznej regulacji poziomu naciągu pasa zębatego. Badania pozwalają stwierdzić, że zaproponowane rozwiązanie jest skuteczną odpowiedzią na problem zmian w oddziaływaniach siłowych na cięgno, a przez nie na łożyska oraz inne elementy mechanizmu napędowego. Uwzględniono w nim integrację ze środowiskami komputerowej symulacji. W czasie rzeczywistym można symulować niemierzalne (nie dostępne przy zastosowaniu popularnych technik metrologicznych) parametry przekładni. System, który zrealizowano jako prototyp badawczy, stanowi wirtualną replikę rozpatrywanego urządzenia – jego cyfrowy bliźniak, który dostarcza istotne informacje bez zwłoki czasowej.

Wszystkie opracowane i przebadane rozwiązania budowano na bazie standardów konstrukcyjnych, technologicznych, programistycznych, obliczeniowych oraz komunikacyjnych. Oznacza to, że możliwe jest powiązanie wszystkich elementów wynikających opisanej pracy w zintegrowanym systemie zautomatyzowanego monitorowania i sterowania napędu. Przedstawiono przykłady skryptów oraz programów automatyzujących czynności analityczne oraz sterownicze, składających się z popularnych, dostępnych w znormalizowanych urządzeniach klasy PLC, funkcji. Opracowano i przebadano eksperymentalnie pewne koncepcje, które stanowią innowację, a możliwe są do zaimplementowania we współczesnych systemach produkcyjnych z orientacją na wydłużenie okresów eksploatacji podzespołów maszynowych, jak również na optymalizację warunków działania komponentów mechanicznych.