



Politechnika
Śląska

Politechnika Śląska w Gliwicach
Wydział Mechaniczny Technologiczny

mgr inż. Rafał Popiel

**Sterowanie jakością procesów montażu połączeń gwintowych
w przemyśle motoryzacyjnym
metodami modelowania empirycznego**

Rozprawa doktorska

Promotor: dr hab. inż. Grzegorz Działkiewicz, prof. Pol. Śl.

Gliwice, 2022

Streszczenie

Sterowanie jakością procesów montażu połączeń gwintowych w przemyśle motoryzacyjnym metodami modelowania empirycznego

W rozprawie rozpatrywano zagadnienia sterowania jakością procesów montażu połączeń gwintowych w przemyśle motoryzacyjnym metodami modelowania empirycznego. Pokazano modele matematyczne zjawisk zachodzących podczas montażu połączeń gwintowych, istotnych z punktu widzenia jakości procesu. W szczególności rozpatrywano operację dokręcania, którą cechuje złożona nieliniowa dynamika, a także operację kontroli jakości. Pokazano, że wprowadzone modele są bardzo złożone i wymagają identyfikacji wielu trudno mierzalnych parametrów i praktycznie nie mogą być stosowane w warunkach panujących na liniach montażowych w trybie produkcji seryjnej. Sformułowano hipotezę, że metody modelowania empirycznego mogą być skuteczne i efektywne ekonomicznie w sterowaniu jakością rozpatrywanej klasy procesów. Wprowadzono szereg miar ilościowej oceny jakości procesu, łatwo identyfikowalnych za pomocą wspólnie stosowanych narzędzi, stosowanych do automatyzacji procesów montażu. Narzędzia te umożliwiają prowadzenie operacji dokręcania według trybu programowalnego oraz wyznaczenie tzw. charakterystyki dokręcania w postaci relacji: dynamiczny moment dokręcania – kąt obrotu łba śruby, dzięki której można wyznaczyć ilościowe miary jakości procesu. Złożoność procesu i zjawisk mu towarzyszących wymaga również analizy i kontroli systemów pomiarowych. Wymaga to zastosowania specjalnych metod statystycznych, w szczególności zagnieżdżonej analizy wariancji, koniecznej ze względu na niepowtarzalność pomiarów prowadzonych podczas operacji dokręcania. Pokazano również zastosowanie metod statystycznego sterowania procesem w zakresie operacji kontroli jakości połączeń, za pomocą pomiarów statycznego momentu kontrolnego w przypadku występowania efektu bruzdowania. Opracowano również procedurę detekcji zmiany jakości dostaw, w zakresie własności trybologicznych systemu, metodą regresji liniowej ze zmienną fikcyjną dla modelu sztywności operacyjnej połączenia. W dalszym ciągu, opracowano procedury wyznaczania tzw. granicznych momentów dokręcania, których przekroczenie powoduje powstanie odkształceń plastycznych w połączeniu. Sformułowano problemy optymalizacji procesów montażu, stosując metody Taguchiego i powierzchni odpowiedzi. Opracowane sformułowania, metody i procedury mogą mieć zastosowanie w inżynierii przemysłowej, w szczególności mogą być użyteczne dla inżynierów stosujących metody sterowania jakością w przemyśle motoryzacyjnym.