

STRESZCZENIE

W pracy doktorskiej przedstawiono zagadnienia projektowania innowacyjnego kompaktowego wymiennika ciepła do chłodzenia układów elektronicznych, takich jak procesory komputera. Podczas wieloletnich badań przeprowadzonych w Laboratorium Wymiany Ciepła w Politechniki Świętokrzyskiej, zebrano obszerny materiał eksperymentalny, który posłużył jako podstawa do analizy rozwiązań konstrukcyjnych i warunków pracy urządzenia. Dotychczasowe badania obejmowały prace eksperymentalne nad zjawiskami wymiany ciepła oraz matematycznym modelowaniem i metodami rozwiązań sformułowanych problemów teoretycznych, które pozwalały oszacować intensywność przebiegu procesu wymiany ciepła.

W niniejszej pracy zastosowano dwie metody zarządzania jakością, tj. QFD i FMEA w celu określenia które cechy wyrobu są najistotniejsze dla zwiększenia efektywności urządzenia, oraz które z wymagań klientów należy przyjąć jako kluczowe. Wybór metod zarządzania jakością zastosowanych w celu skrócenia czasu dochodzenia do optymalnych rozwiązań przy tworzeniu nowych innowacyjnych urządzeń stanowi niezwykle ważny obszar niniejszej pracy. Pozwala on na wykorzystanie procesów zarządzania, w tym między innymi wytwarzania elementów maszyn, przez zmianę parametrów dotyczących budowy urządzenia (wymiarów, użytych materiałów) czy jego warunków pracy (rodzaj przepływu, pożądany zakres temperatur). Przeanalizowano podstawowe cechy modelowego wymiennika ciepła, dokonano ich oceny pod względem ich wpływu na poziom wzrostu intensywności wymiany ciepła podczas przepływu płynu chłodniczego przez kanały w module badawczym.

Zestawienie potencjalnych wad produktu pozwoliło na wskazanie które cechy docelowego wymiennika ciepła, należy zaprojektować w taki sposób, aby uniknąć rozwiązań potencjalnie awaryjnych, mogących podczas pracy urządzenia powodować zagrożenia bezpieczeństwa użytkownika. Wykorzystanie wybranych metod zarządzania jakością pozwoliło na efektywne określenie korzystnych rozwiązań produktu (kompaktowego wymiennika ciepła), dzięki czemu zmniejsza się ilość mało efektywnych, kosztownych i długotrwałych potencjalnych działań, związanych z eksperymentalnym testowaniem pracy wyrobu – ważnych do osiągnięcia celu, którym jest konstrukcja, zakres i warunki pracy nowego innowacyjnego urządzenia.

Na podstawie wybranych danych eksperymentalnych oraz przy zastosowaniu określonej procedury obliczeniowej, wyznaczono lokalne wartości współczynnika przejmowania ciepła, świadczące o intensywności przebiegu wymiany ciepła i tym samym o efektywności pracy wymiennika ciepła. Wykorzystano dwuwymiarowe i jednowymiarowe podejścia matematyczne opisujące przepływ ciepła w kluczowych elementach modelowego wymiennika – w płycie grzewczej oraz kanałach, przez które przepływa płyn chłodniczy.

W pracy zastosowano również metodę numeryczną – wykorzystano komercyjny program CFD, dzięki któremu można było dokonać obszernych analiz porównaw-

czych wybranych cech wymiennika, co pozwoliło z kolei wyeliminować konieczność przeprowadzenia w laboratorium licznych i skomplikowanych prac badawczych. Symulacje numeryczne dały odpowiedź które parametry urządzenia w największym stopniu determinują ogólną wydajność procesu wymiany ciepła w module, a zatem dzięki poprawie ich parametrów można uzyskać lepszą efektywność pracy urządzenia. Przeprowadzono również walidację metody numerycznej w oparciu o pomiary dokonane podczas badań eksperymentalnych. Finalna symulacja pozwoliła na bezpośrednie porównanie wydajności wzorcowego modułu odniesienia w stosunku do docelowego modułu, w którym wykorzystano wszystkie wcześniej określone korzystne cechy wyrobu.

Uzyskany wzrost efektywności udzielił odpowiedzi na pytanie, czy przeprowadzona analiza, wykorzystująca metody QFD oraz FMEA, metody obliczeniowe a także bazę danych eksperymentalnych, została dokonana w sposób poprawny i pozwoliła osiągnąć zamierzone cele. Zastosowanie wybranych metod zarządzania jakością pozwoliło na znaczne skrócenie czasu dojścia do właściwych rozwiązań konstrukcyjnych, materiałowych oraz określiło pożądane parametry pracy innowacyjnego wymiennika ciepła do chłodzenia miniaturowych urządzeń i układów elektronicznych.