

Streszczenie

Celem pracy było wyznaczenie opisu umożliwiającego oszacowanie wartości przepływu objętościowego krwi w sterowanym pneumatycznie, pulsacyjnym urządzeniu wspomaganie pracy serca. Wartość realizowanego wydatku urządzenia jest kluczowa dla skuteczności prowadzonej terapii. W praktyce klinicznej nie ma jednak możliwości wykonania pomiaru jego wielkości czy wartości ciśnień w urządzeniu. Wartość realizowanego przepływu zależna jest od warunków sterowania, ale również od wydolności krążeniowej pacjenta, która nie jest monitorowana w sposób ciągły. Z tego względu istniała potrzeba opracowania metody estymacji wartości przepływu krwi w oparciu o standardowe pomiary z jednostki sterującej urządzeniem. W tym celu przeprowadzono analizę budowy urządzenia, zidentyfikowano występujące problemy i wyznaczono kierunki niezbędnych prac eksperymentalnych.

Przeprowadzono trzy eksperymenty badawcze dla różnych jednostek sterujących urządzeniem i różnych warunków pracy zespołu wspomaganie. Na podstawie wszystkich sygnałów pomiarowych, dostępnych w warunkach eksperymentu, przeprowadzono badania wstępne, mające na celu wskazanie najskuteczniejszej metody modelowania. Zaproponowano rozwiązanie w postaci modelu analitycznego urządzenia wykorzystującego sygnał niosący w sposób pośredni informację o wielkości realizowanego przepływu. Zaobserwowano, że może to być sygnał przepływu powietrza w drenie zasilającym lub różnica wartości ciśnienia sterującego w warunkach wspomaganie i w przypadku biegu jałowego.

W pierwszym przypadku wyznaczono model cechujący się wysoką dokładnością, lecz wymagający zastosowania dodatkowych elementów pomiarowych znajdujących się po stronie pneumatycznej urządzenia. W drugim podejściu zaproponowano model o strukturze dwustopniowej. Model pierwszego stopnia estymuje wartości ciśnienia zasilania dla biegu jałowego. Jego sygnał wyjściowy wykorzystywany jest w modelu drugiego stopnia, umożliwiającym estymację wartości przepływu krwi w warunkach pracy urządzenia. W ten sposób otrzymano model bazujący wyłącznie na sygnałach pomiarowych dostępnych w jednostce sterującej. Uzyskana dokładność jest porównywalna dla wszystkich przebadanych warunków sterowania i obciążenia oraz niezależna od stopnia napełnienia urządzenia.

Przeprowadzono analizę użyteczności wyznaczonego modelu do celów oszacowania wartości wydatku minutowego i automatycznej detekcji skrajnych stanów napełnienia komory krwistej urządzenia. Otrzymano rezultaty potwierdzające użyteczność wyznaczonego modelu. Opracowano wnioski i przedstawiono planowane kierunki dalszych badań w zakresie klinicznego wykorzystania modelu.

Słowa kluczowe: modelowanie, estymacja przepływu, wspomaganie serca, VAD.