

ROZPRAWA DOKTORSKA

PROJEKTOWANIE MECHATRONICZNE URZĄDZEŃ DO REHABILITACJI NARZĄDU RUCHU CZŁOWIEKA

Politechnika Śląska

Wydział Mechaniczny Technologiczny



ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr inż. Michał Bachorz

PROJEKTOWANIE MECHATRONICZNE URZĄDZEŃ DO REHABILITACJI NARZĄDU RUCHU CZŁOWIEKA

Promotor:

Prof. dr hab. inż. Arkadiusz Mężyk

Gliwice, 2016

MICHAŁ BACHORZ

PROJEKTOWANIE MECHATRONICZNE URZĄDZEŃ DO REHABILITACJI NARZĄDU RUCHU CZŁOWIEKA

Streszczenie

Praca doktorska poświęcona jest tematyce projektowania urządzeń medycznych nowej generacji, wykorzystywanych w terapii narządu ruchu. Badania kliniczne prowadzone z wykorzystaniem prototypowych urządzeń, każdorazowo wykazywały wysoką skuteczność terapii, co potwierdza ich pełną przydatność zarówno w aspekcie urządzenia wzbogacającego warsztat terapeuty, jak i narzędzia umożliwiającego ocenę postępów procesu rehabilitacyjnego.

Głównym celem rozprawy doktorskiej było opracowanie metodologii mechatronicznego projektowania nowoczesnych wyrobów medycznych stosowanych w rehabilitacji narządu ruchu. Podstawą do jej opracowania była przeprowadzona analiza literatury fachowej opisującej zbiór dobrych praktyk związanych z realizacją procesu mechatronicznego projektowania, a także regulacji prawnych i ustaw oraz norm związanych z zarządzaniem jakością cyklu życia wyrobów medycznych. Opracowana metodologia została przedstawiona na przykładzie realizacji procesu projektowego urządzenia przeznaczonego do rehabilitacji kończyn dolnych, bazującego na wzorcach ruchowy metody PNF.

W pierwszej części pracy, przy wykorzystaniu systemu fotogrametrycznego, dokonano analizy zmienności kąta w anatomicznych stawach kończyny dolnej w układzie przestrzenno-czasowym w trakcie realizacji ruchów terapeutycznych.

Uzyskane parametry kinematyczne wzorców ruchu, stanowiły dane wejściowe do optymalizacji morfologicznej, w wyniku której uzyskano trzy odmienne struktury kinematyczne urządzenia. Postulowane struktury zamodelowano i poddano analizie funkcjonalnej w oprogramowaniu CAD 3D. Przeprowadzona ocena kryterialna wirtualnych modeli umożliwiła zdefiniowanie docelowej postaci konstrukcyjnej projektowanego urządzenia.

Następnie przedstawiono bardzo istotny etap weryfikacji bezpieczeństwa urządzeń medycznych, bazujący zgodnie z zaleceniami normatywnymi na analizie ryzyka, której wnioski były fundamentem do zdefiniowania końcowych wymagań funkcjonalnych, założeń konstrukcyjnych i doboru elementów sensorycznych, wykonawczych i sterujących projektowanego urządzenia.

Wykorzystanie oprogramowania wspierającego profesjonalne projektowanie inżynierskie CAD pozwoliło na opracowanie i poddanie wirtualnego prototypu analizie funkcjonalnej, a następnie analizie stanu naprężeń i odkształceń w oprogramowaniu MES. Przeprowadzona weryfikacja wytrzymałościowa MES, umożliwiła dobór materiałów konstrukcyjnych i korektę cech geometrycznych elementów urządzenia.

W celu potwierdzenia zgodności działania prototypu z postulowanymi założeniami funkcjonalnymi, przeprowadzono jego wstępną weryfikację doświadczalną w warunkach laboratoryjnych zbliżonych do rzeczywistych. Pozwoliło to na potwierdzenie tezy naukowej pracy, że zastosowanie mechatronicznego podejścia w procesie projektowania zrobotyzowanych urządzeń rehabilitacyjnych w odniesieniu do metod tradycyjnych, zapewnia szybszą, bardziej ekonomiczną, realizację projektu na wszystkich jego etapach, przy jednoczesnym zapewnieniu, że wytworzony wyrób w poprawny i zgodny z założeniami metody terapeutycznej sposób będzie realizował ćwiczenia terapeutyczne.

W końcowej części pracy, dokonano analizy uzyskanych wyników weryfikacji prototypowego urządzenia, zredagowano wnioski i zdefiniowano kierunki przyszłych badań.