

Tomasz SŁOMKA, Koło Naukowe Biomechaniki przy Katedrze Mechaniki Stosowanej Politechniki Śląskiej

Sławomir KCIUK, Katedra Mechaniki Stosowanej; Politechnika Śląska, Gliwice

KONCEPCJA PROTEZY PALCA DŁONI

Streszczenie. W artykule przedstawiono autorskie rozwiązanie postaci konstrukcyjnej protezy palca dłoni wraz z pneumatycznym układem napędowym oraz układem sterowania.

1. WSTĘP

Dzięki innowacjom technologicznym współczesna protetyka oferuje osobom po amputacji protezy, które w niewielkim stopniu przypominają ich konwencjonalne pierwowzory. Nowoczesna proteza daje jej użytkownikowi komfort, funkcjonalność i estetykę, imituje w szerokim tego słowa znaczeniu zdrową kończynę.

Kończynę górną charakteryzuje wysoko rozwinięta funkcja czucia, duży zakres ruchów przestrzennych oraz ruchów chwytnych, siłowych i precyzyjnych. Szczególna rola przypada tu najbardziej zróżnicowanemu jej odcinkowi, zwanemu ręką. Obok mowy, ręka ludzka jest wyrazicielem wartości intelektualnych człowieka. Zręczność i precyzja ruchów ręki wynika z wysokiego stopnia organizacji ośrodkowego układu nerwowego.

Związana w dużym stopniu ze strefą psychiczną, ręka odgrywa ważną rolę w kontaktach międzyludzkich w sensie dotyku bezpośredniego, gestykulacji wzbogacającej lub zastępującej mowę oraz towarzyszącej wyrażaniu różnorodnych uczuć. Dodatkowym atutem kończyn górnych jest wspomaganie funkcji lokomocyjnych i podporczych kończyn dolnych, np. podczas chodzenia o lasce, wchodzenia po schodach itp.

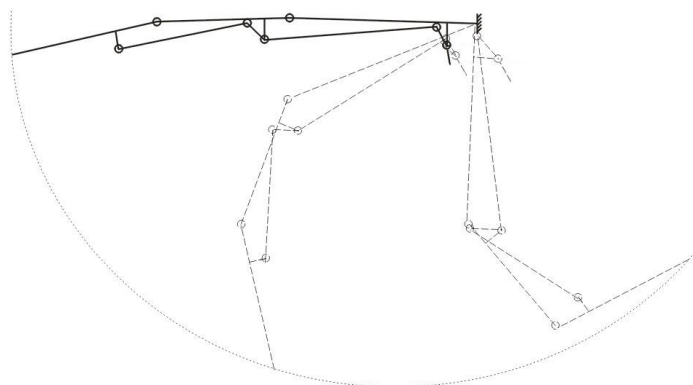
2. KONCEPCJA PROTEZY PALCA DŁONI

Zadaniem protezy czynnej jest zastąpienie w maksymalnym stopniu czynności chwytnych. Założenia do budowy działania protezy wynikły z analizy czynności kończyny naturalnej i przełożenia funkcji fizjologicznych na język mechaniki. Z punktu widzenia mechaniki, kończyna górną stanowi zespół narzędzie typu dźwignia. W naturalnej kończynie górnej ręka jest narzędziem chwytym, pozostała część kończyny spełnia rolę ramienia dźwigu i służy do odpowiedniego przestrzennego usytuowania ręki, aby umożliwić jej chwycenie przedmiotu, a następnie wykonanie manipulacji lub przeniesienie przedmiotu.

We wstępnej fazie procesu projektowego przeprowadzono pomiary antropometryczne ręki, dobrano długości części składowych palca. Jako wzorzec do określenia wymiarów posłużył palec trzeci, środkowy (*digitus medius*), który jest palcem najdłuższym.

2.1. Schemat kinematyczny

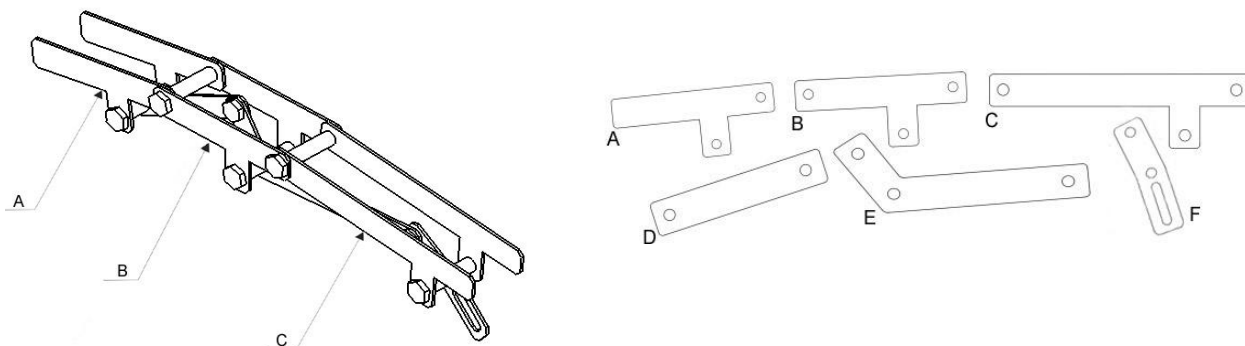
Na podstawie przyjętych założeń opracowano schemat kinematyczny palca oraz wyznaczono przestrzeń roboczą.



Rys.1. Schemat kinematyczny oraz trajektoria ruchu palca

2.2. Postać konstrukcyjna

Dokonując pomiarów kości paliczków wyznaczono długości elementów A, B i C które stanowią konstrukcję palca.

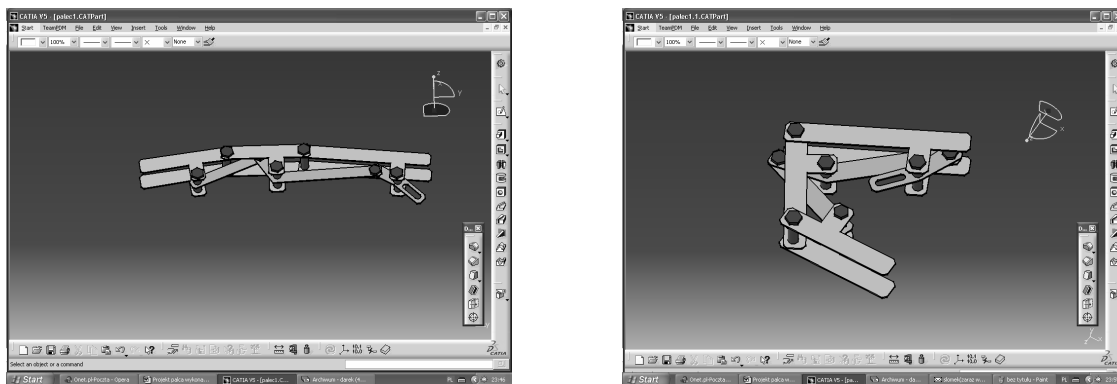


Rys.2. Konstrukcja palca protezy ręki

Elementy A, B i C odwzorowują kości paliczków palca, natomiast elementy D, E i F są to elementy pomocnicze, które umożliwiają wykonywanie ruchów całego palca. Opracowana postać konstrukcyjna jest obowiązującą dla czterech palców ręki, w przypadku palca piątego – kciuka, schemat kinematyczny został zredukowany, tak że postać konstrukcyjna tego palca nie zawiera elementów B i E.

Elementy łańcucha kinematycznego palca w postaci podzespołów A, B i C występują parami ułożonymi równolegle w odstępnie 10 mm. Pomiedzy tymi parami zamontowane są odpowiednio elementy D, E i F.

Postać konstrukcyjna protezy palca została zapisana w programie CATIA V5

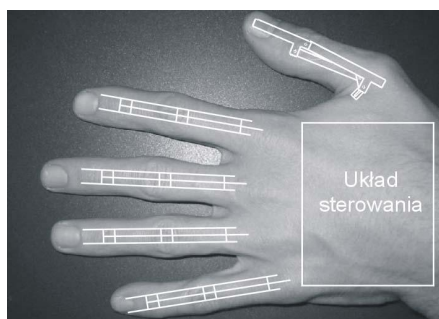


Rys.3. Postać konstrukcyjna

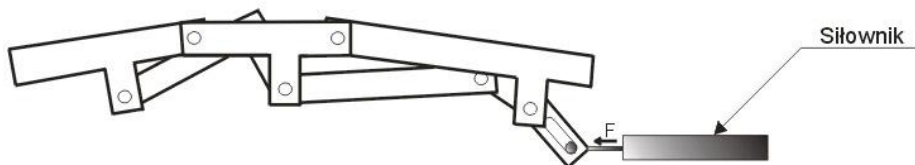
2.3. Układ sterowania

Sterowanie ruchami wymaga współdziałania mechanizmów fizjologicznych, zapewniających wykonanie realnego i konkretnego zadania ruchowego zgodnie z programem ruchu.

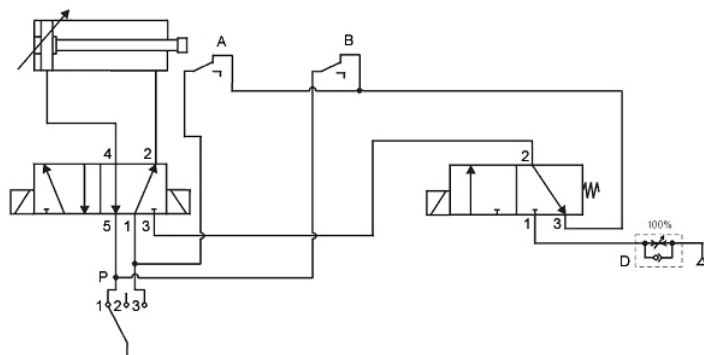
W ramach projektu protezy dłoni zaproponowano układ sterowania (Rys. 6.).



Rys.4. Układ rozmieszczenia konstrukcji protezy na tle zdrowej ręki



Rys.5. Uproszczony schemat sterowania protezą – pozycja palca przed zadziałaniem siłownika



Rys.6. Schemat układu sterowania palcem protezy dłoni

Układ sterowania wykorzystuje siłownik dwustronnego działania. Zasilanie układu stanowi sprężone powietrze z kompresora, oraz napięcie stałe 5V – sygnał sterujący. Przełącznik P odpowiada za kierunek ruchu siłownika i jest sterowany sygnałem elektrycznym. Ma trzy możliwości ustawienia:

- 1 – pozycja w której siłownik się wysuwa.
- 2 – pozycja odpowiadająca za stan spoczynku siłownika.
- 3 – pozycja odpowiadająca za powrót siłownika.

Dławik D odpowiada za prędkość poruszania się siłownika. Zawór elektropneumatyczny 5/2 ma dwa wejścia sterujące 5 i 1 na których pojawia się sygnał elektryczny z przełącznika P i odpowiednio powoduje pojawienie się sygnału pneumatycznego na wyjściach 4 i 2. Zawór zasilany jest ciśnieniem podanym na wejściu 3 przez dławik. Styczniki A i B stanowią czujniki skrajnych położeń siłownika. W momencie gdy czujnik wykryje położenie tłoka obwód zostaje przerwany, a ciśnienie odcięte. Zawór elektropneumatyczny 3/2 odpowiada za podawanie ciśnienia i ruch siłownika. Gdy na wejściu 3 pojawi się sygnał elektryczny na wyjściu 2 pojawia się sygnał pneumatyczny.

3. PODSUMOWANIE

Badania modelowe i doświadczalne – na podstawie postaci konstrukcyjnej wykonano prototyp, wykazały poprawność i przydatność zaproponowanego rozwiązania w budowie protezy dłoni.

Dalsze kierunki badań będą się skupiały na doborze układów regulacji ruchu palców protezy dłoni z uwzględnieniem sensorów dotyku.

LITERATURA

- [1] W. Dega, A. Sengera: Ortopedia i rehabilitacja, Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 1996.
- [2] K. Milanowska, W. Dega: Rehabilitacja, praca zbiorowa, Wyd. 4., Warszawa, PZWL, 2001.
- [3] A. Morecki, J. Knapczyk: Podstawy robotyki: teoria i elementy manipulatorów i robotów, praca zbiorowa, Wyd. 3., Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1999.

THE CONCEPTION OF FINGER PROSTHESIS

Abstract. Paper presents model of finger prosthesis with pneumatic driving system and control system.