



Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 81 06 10 (P. 231643)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 82 12 20

Opis patentowy opublikowano: 1986 07 15

**CZYTELNIA**

Urzędu Patentowego  
Patentów i Złotych

Int. Cl.<sup>3</sup> G01L 5/02  
A61B 5/00

**Twórcy wynalazku:** Piotr Paczyński, Hieronim Strzyżewski, Jan Chajda  
**Uprawniony z patentu:** Akademia Medyczna, Poznań (Polska)

### **Sposób i urządzenie do pomiaru siły i czynności ruchowej palca**

**1**

Przedmiotem wynalazku jest sposób i urządzenie do pomiaru siły i czynności ruchowej palca.

Czynności palców ręki określano dotychczas na podstawie dwóch odrębnie przeprowadzonych badań przemieszczeń kątowych stawów oraz oznaczania siły poszczególnych ruchów. Badanie przemieszczeń kątowych stawów palca dokonuje się najczęściej w warunkach klinicznych przy pomocy zwykłych goniometrów, co daje bezpośredni odczyt wartości kątowej.

Bardziej precyzyjnego i ciągłego pomiaru zakresu ruchów stawów dokonywali W. Woźny: Badania nad czynnością mięśni ręki u chorych na gościec reumatoidalny metodą elektromiografii globalnej. Roczniki AM w Poznaniu, II/III, 1969, ss. 143—146 i Long C.: Electromyographic kinesiology of the hand: muscles moving the long finger. J. Bone and Joint Surg., 1964, 46—A, 8, ss. 1683—1705, Long C.: Intrinsic — extrinsic muscle control of the hand in power grip and precision handling: an electromyographic study. J. Bone and Joint Surg., 1970, 52—A, ss. 853—867 oraz później Pagowski S.: Badania i modelowanie własności aparatu ruchu ręki ludzkiej metodami mechaniki maszyn. Warszawa 1974. Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Instytut Mechaniki Stosowanej. Promotor: Prof. dr inż. A. Morecki.

Posługiwali się oni prostowodami, w które wbu-

**2**

dowano potencjometrię. Zmiany zakresu ruchów rejestrowano na papierze światłoczułym. Aparaty te pozwalały na pomiar zakresu ruchów w stawie śródręczno-palcowym i międzypaliczkowym bliższym. W krańcowych fazach pomiaru kąta przy pomocy prostowodu pojawiały się wyraźne odchyłki z powodu odkształceń powstających w urządzeniu. Odkształcenia te wywołane były niezgodnością stałej osi obrotu w prostowodzie i zmiennej osi obrotu w stawie.

Walker P. S., Davidson W. i Erkman M. J. „An Apparatus to Assess Function of the Hand”, The Journal of Hand Surgery, 1978, t. 3, ss. 189—193, zbudowali w 1977 r. aparat do badania zakresu ruchów stawów palców z rejestratorem liczbowym.

Badanie siły mięśni powstającej w czasie ruchów dokonuje się najczęściej przy użyciu dynamometru ręcznego Collins'a. Dynamometr ten zezwala na pomiar wielkości skurczu izometrycznego mięśni zginaczy palców.

Do badania siły ruchów zgięciowych palców opisywali odpowiednie aparaty Swanson A. B., Matlew I. B., dr Groot G. „The Strength of the Hand”, Bull. of Prosthetic Research, FALL 1970, ss. 145—153, Washington, Strzyżewski H., Dopierała K. Aparat do pomiaru siły palców ręki. Chir. Narz. Ruchu i Ortop. Pol. (w druku) oraz wspomniani Walker P. S., Davidson W. i Erkman M. J. Aparaty te są oparte na zasadzie wykorzystania po-

miaru siły nacisku przy zastosowaniu tensometrów. Odczyt wielkości siły jest liczbowy. Morecki A.: Bionika ruchu. Podstawy zewnętrznego sterowania biomechanizmów i kończyn ludzkich. Warszawa 1971, PWN, ss. 466 powołuje się na pomiar elastyczności stawu opisanego w 1960 r. przez Wright'a i Johns'a.

Metoda pomiaru polega tutaj na wymuszaniu ruchu obrotowego stawu śródręcznego-palcowego w zakresie od  $5^\circ$  do  $65^\circ$  przy maksymalnym momencie około 10 N-cm i prędkości maksymalnej około 3,3 rad/s. Moment potrzebny do przeniesienia ruchu na badany staw dokonywany jest przy użyciu przetworników tensometrycznych umieszczonych na dźwigni łączącej drążek wodzący z palcem. Wspomniane obie grupy aparatów dokonują niezależnie pomiaru wielkości przemieszczenia kąтового w stawie oraz oddzielnie siły.

W książce Z. Nadolski: „Tensometryczne badania nad przydatnością do pracy ręki uszkodzonej przez uraz”, PZWL, Warszawa 1977 r. opisuje sposób pomiarowy i urządzenia, w których stosowane są tensometry, umożliwiające pomiar maksymalnej siły mięśniowej ręki w pewnej liczbie znormalizowanych i dokładnie sprecyzowanych chwytów występujących w pracy produkcyjnej.

Dla obserwacji funkcji ruchowej oraz ustalania prognozy restytucji ruchu celowa jest możliwość równoczesnej obserwacji i rejestracji przemieszczeń kątowych stawów oraz zmian wielkości siły mięśniowej z uwzględnieniem ich zmian w czasie.

Sposób według wynalazku pozwala na pomiar siły i czynności ruchowej palca. Badany palec mocuje się z wózkiem pomiarowym poprzez przetwornik tensometryczny. Następnie zasila się napięciem sterującym elektromagnes, którym za pośrednictwem zwory elektromagnetycznej blokuje się wózek pomiarowy i dokonuje się pomiaru siły dowolnego paliczka palca przy pomocy przetwornika tensometrycznego, jednocześnie za pomocą przetworników liniowych dokonuje się pomiaru położenia kątowego paliczka palca. Wyniki pomiaru wartości siły w funkcji kąta otrzymuje się na dowolnym rejestratorze. Po samoczynnym zwolnieniu się zwory elektromagnetycznej przez elektromagnes odblokowuje się wózek pomiarowy umożliwiając jego dowolny ruch w płaszczyźnie X i Y oraz ruch obrotowy czujnika tensometrycznego.

Elektromagnes steruje się blokiem sterującym, którym reguluje się czas blokady, kiedy wykonywany jest pomiar i czas odblokowania się wózka pomiarowego, potrzebny do wymuszonego przez badany palec przesunięcia wózka pomiarowego do następnego punktu pomiaru lub za pośrednictwem komparatora reguluje się posuw wózka pomiarowego przez nastawienie wartości podziałowej kąta wypadkowego  $\alpha_z$ . Sterowanie drogowe palca uzyskuje się poprzez ciągły pomiar przemieszczania wózka pomiarowego wymuszonego dowolnie badanym palcem w płaszczyźnie XY. Ponownie samoczynnie blokuje się wózek pomiarowy i dokonuje się pomiaru siły i położenia kątowego pa-

liczka palca w następnym punkcie pomiarowym.

Urządzenie według wynalazku posiada przetwornik tensometryczny osadzony na wózku pomiarowym, który umieszczony jest na prowadnicach pionowych tak, że może wykonywać dowolne ruchy w kierunku  $\pm Y$ , natomiast wózek pomiarowy z prowadnicami pionowymi osadzony jest na prowadnicach poziomych i może przybierać dowolne położenie w kierunku  $\pm X$ . Elektromagnes umieszczony jest w podstawie urządzenia i przez zworę elektromagnetyczną połączoną z wózkiem pomiarowym pozwala na unieruchomienie wózka w dowolnym położeniu zakresu pomiarowego urządzenia. Do prowadnic pionowych zamocowany jest przetwornik liniowy połączony z wózkiem pomiarowym w kierunku  $\pm Y$ , a do prowadnic poziomych zamocowany jest przetwornik liniowy połączony z wózkiem przesuwalnym w kierunku  $\pm X$ .

Wynalazek jest przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie do pomiaru siły nacisku i przemieszczeń kątowych palca, fig. 2 — schemat układu pomiarowego, fig. 3 — obrazuje uproszczony model palca usytuowany w płaszczyźnie XY.

Sposobem według wynalazku wykonujemy pomiar siły i czynności ruchowej dowolnego paliczka palca po unieruchomieniu ręki na płycie 11 i przymocowaniu badanego paliczka palca do przetwornika tensometrycznego 2. Pomiar siły nacisku badanego paliczka palca dokonuje się na zasadzie pomiaru ugięcia przetwornika tensometrycznego 2 przesuwającego się swobodnie wraz z wózkiem po torze wymuszonym przez badany palec. Elektromagnes 5 zasila się napięciem sterującym w pozycji początkowej położenia palca, który unieruchamia zworę elektromagnetyczną 6 i blokuje posuw wózka pomiarowego 1 powodując pomiar siły badanego paliczka palca poprzez przetwornik tensometryczny 2 oraz położenia kątowego paliczka palca przy pomocy przetworników liniowych 7 i 8. Po dokonaniu pomiaru elektromagnes 5 zwalnia zworę elektromagnetyczną 6 pozwalając na dowolny ruch wózka pomiarowego 1 i wózka przesuwalnego 12 w płaszczyźnie XY oraz ruch obrotowy przetwornika tensometrycznego 2.

Dalszy pomiar czyli sterowanie elektromagnesem 5 polegające na blokowaniu i odblokowaniu wózka pomiarowego 1 może odbywać się jednym z dwóch sposobów sterowania elektromagnesem 5.

Przy pierwszym sposobie elektromagnes 5 steruje się blokiem sterującym 20, gdzie nastawia się czas pomiaru odpowiadający czasowi blokady wózka pomiarowego 1 i czas jego odblokowania. Podczas odblokowania przez elektromagnes 5 wózek pomiarowy 1 ruch wózka pomiarowego 1 zostaje wymuszony przez badany palec do czasu ponownego zablokowania wózka pomiarowego 1 powodując pomiar siły badanego paliczka palca przez przetwornik tensometryczny 2 i położenia kątowego za pośrednictwem przetworników liniowych 7 i 8. Wytworzone w trakcie pomiaru sygnały elektryczne w przetworniku tensometrycznym 2 podawane są na wejście wzmacniacza wejściowego 13 skąd przez układ pomia-

rowy 21 dochodzą do rejestratora 22, w którym rejestrowana jest wielkość zmian siły paliczek palca w funkcji czasu  $P = f(t)$  lub w funkcji kąta położenia paliczka palca  $P = f(\alpha_z)$ .

Przy drugim sposobie elektromagnes 5 steruje się blokiem sterującym 20 za pośrednictwem komperatora 19, gdzie nastawia się dowolną wartość podziałową kąta wypadkowego  $\alpha_z$ . Podczas odblokowania przez elektromagnes 5 wózka pomiarowego 1 ruch wózka pomiarowego 1 zostaje wymuszony dowolnie badanym palcem w płaszczyźnie XY. Wytwarzane w trakcie pomiaru sygnały elektryczne w przetworniku tensometrycznym 2 podawane są na wejście wzmacniacza wejściowego 13 skąd poprzez układ pomiarowy 21 dochodzą do rejestratora 22.

Jednocześnie uzyskane sygnały z przetworników liniowych 7 i 8 poprzez układ formujący 17 i układ dzielący 18 doprowadzone są do komperatora 19, w którym następuje porównanie uzyskanego kąta z przetworników 7 i 8 z wielkością kąta wstępnie zadanego. Komperator 19 przy zgodności kątów mierzonego i zadanego poprzez blok sterujący 20 blokuje lub odblokowuje elektromagnes 5 podając równocześnie sygnały sterujące do rejestratora 22. Dodatkowo sygnały elektryczne siły palca ze wzmacniacza wejściowego 13 i położenia kąтового z bloku sterującego 20 podawane są do przetwornika analogowo-cyfrowego 14 dalej do układu wyjściowego 15 poprzez układ dopasowujący 16 do komputera 23.

Urządzenie do pomiaru siły i czynności ruchowej palca posiada przetwornik tensometryczny 2, składający się ze sprężystej belki na której naklejone są tensometry foliowe 9. Przetwornik tensometryczny 2 osadzony jest obrotowo na wózku pomiarowym 1.

Wózek pomiarowy 1 zawieszony jest na prowadnicach pionowych 3, tak, że może wykonywać dowolne ruchy w kierunku  $\pm Y$ . Ponadto wózek pomiarowy 1 wraz z prowadnicami pionowymi 3 umieszczony jest na prowadnicach poziomych 4 tworząc wózek przesuwany 12, który może przybierać dowolne położenie w kierunku  $\pm X$ .

Urządzenie 10 posiada elektromagnes 5 umieszczony w jego podstawie oraz zworę elektromagnetyczną 6 połączoną z wózkiem pomiarowym 1, który pozwala na unieruchomienie przetwornika tensometrycznego 2 w dowolnym położeniu zakresu pomiarowego urządzenia 10 w celu dokonania pomiaru siły nacisku paliczka palca i jego kąta położenia. Do prowadnicy pionowej 3 przymocowany jest przetwornik liniowy 7 sprzężony z wózkiem pomiarowym 1, a do prowadnicy poziomej 4 przetwornik liniowy 8 sprzężony z wózkiem przesuwany 12, które służą do ciągłego pomiaru przemieszczenia kąтового  $\alpha_z$  paliczka palca.

1. Sposób pomiaru siły i czynności ruchowej palca po przymocowaniu do przetwornika tensometrycznego, **znamienny tym**, że badany palec mocuje się z wózkiem pomiarowym (1) przez przetwornik tensometryczny (2), następnie zasila się napięciem sterującym elektromagnes (5), którym poprzez zworę elektromagnetyczną (6) blokuje się wózek pomiarowy (1) dokonuje się pomiaru siły dowolnego paliczka palca poprzez przetwornik tensometryczny (2) i jednocześnie za pośrednictwem przetworników liniowych (7) i (8) dokonuje się pomiaru położenia kąтового paliczka palca, po czym zwora elektromagnetyczna (6) samoczynnie zwalnia się i odblokowuje wózek pomiarowy (1) umożliwiając jego dowolny ruch w płaszczyźnie X i Y oraz ruch obrotowy czujnika tensometrycznego (2), a następnie samoczynnie ponownie blokuje się wózek pomiarowy (1) i dokonuje się pomiaru siły i położenia kąтового paliczka palca w następnym punkcie pomiarowym.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elektromagnes (5) steruje się blokiem sterującym (20), którym reguluje się czas blokady i czas odblokowania się wózka pomiarowego (1).

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elektromagnes (5) steruje się blokiem sterującym (20) za pośrednictwem komperatora (19), którym reguluje się posuw wózka pomiarowego (1) o dowolnie założony kąt.

4. Sposób według zastrz. 2 albo 3, **znamienny tym**, że wartości siły w funkcji kąta otrzymuje się na dowolnym rejestratorze (22).

5. Urządzenie do pomiaru siły i czynności ruchowej palca zawierające przetwornik tensometryczny i przetworniki liniowe, **znamienny tym**, że przetwornik tensometryczny (2) osadzony jest na wózku pomiarowym (1), który umieszczony jest na prowadnicach pionowych (3) tak, że może wykonywać dowolne ruchy w kierunku ( $\pm Y$ ), następnie wózek pomiarowy (1) z prowadnicami pionowymi (3) osadzony jest na prowadnicach poziomych (4) może przybierać dowolne położenie w kierunku ( $\pm X$ ), elektromagnes (5) umieszczony jest w podstawie urządzenia (10), poprzez zworę elektromagnetyczną (6), połączoną z wózkiem pomiarowym (1), pozwala na unieruchomienie wózka w dowolnym położeniu zakresu pomiarowego urządzenia (10), natomiast do prowadnic pionowych (3) zamocowany jest przetwornik liniowy (7) połączony z wózkiem pomiarowym (1), a do prowadnic poziomych (4) zamocowany jest przetwornik liniowy (8) połączony z wózkiem przesuwany (12).

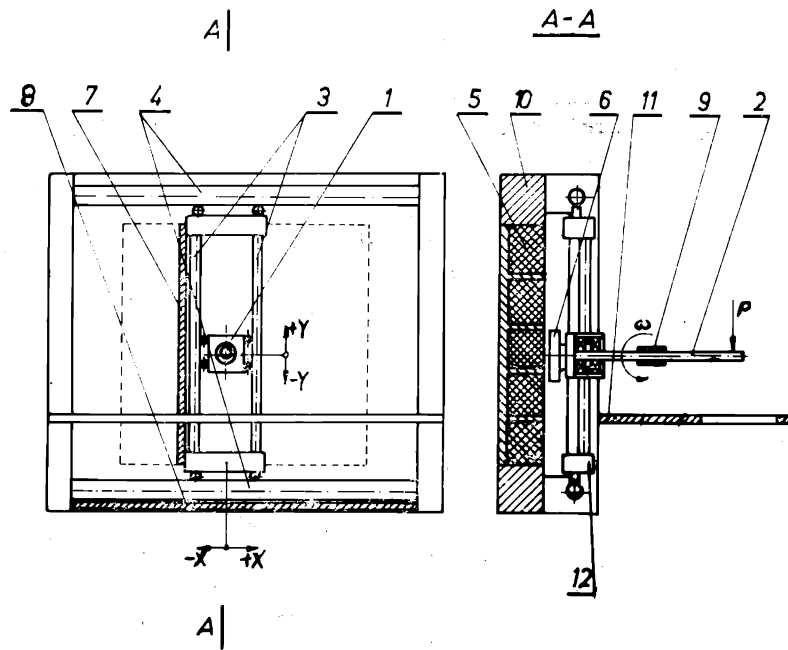


FIG. 1

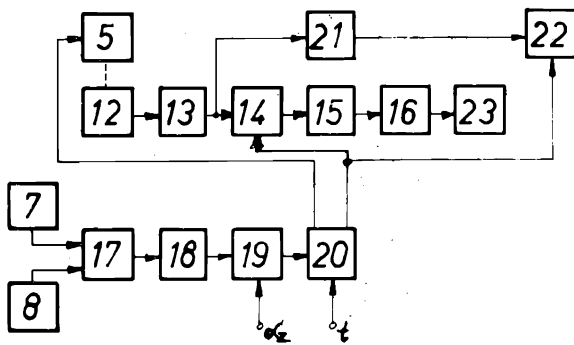


FIG. 2

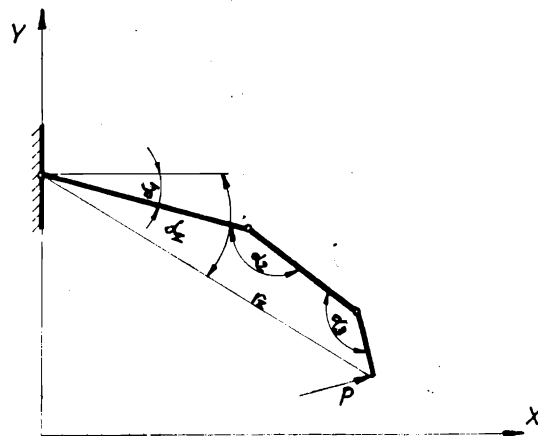


FIG. 3