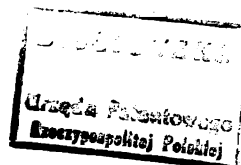


Warszawa, dnia 30 kwietnia 1953 r.

A616 5/02



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ OPIS PATENTOWY

Nr 35339

Kl. 30 a, 4/01

Inż. Andrzej Suski

(Warszawa, Polska)

Sposób określania wielkości siły fizycznej człowieka oraz fotoelektryczne urządzenie rejestrujące do określania jej tym sposobem

Udzielono patentu z mocą od dnia 7 kwietnia 1952 r.

Przedmiot wynalazku stanowi sposób określania wielkości siły fizycznej człowieka oraz odnośne urządzenie, które może znaleźć zastosowanie zarówno w medycynie terapeutycznej, jak i w medycynie przewencyjnej, umożliwiając uzyskanie pełnego obrazu diagnostycznego danego organizmu ludzkiego. Szczególną rolę może spełnić sposób według wynalazku w zakresie medycyny sportowej i eugeniki, otwierając szerokie perspektywy masowego badania ludzi pod względem ich żywotności. Wyklucza się jego stosowanie w przypadku osób obłożnie chorych oraz takich, u których poziom ogólnego uświadomienia życiowego jest niedostateczny (dzieci poniżej 7 lat, osoby chore psychicznie itp).

Zagadnienie określania wielkości siły fizycznej było dotychczas rozwiązywane w oparciu o zasadę wyczynowości energetycznej, której stosowanie dawało pewien, przybliżony zresztą obraz procesów, zachodzących w pewnych partiach

organizmu, nie pozwalało jednak ustalić wielkości tej jego dyspozycji, która odpowiadałaby w całej rozciągłości pojęciu siły fizycznej, definiowanej jako bezwzględna różnica potencjałów biomechanicznych danego organizmu unerwionego. Do znanych metod pomiaru siły fizycznej należy zaliczyć metodę dynamometryczną (lub tensometryczną) oraz metodę grawitometryczną. W przypadku pierwszej z podanych metod stosuje się dynamometr, najczęściej sprężynowy, za pomocą którego bada się u danego osobnika zdolność pokonywania napięcia pewnej określonej sprężyny metalowej, połączonej z układem wskaźnikowym. Stosując drugą metodę, określa się zdolność pokonywania przez badaną jednostkę siły przyciągania ziemi, polecając jej podnosić określone ciężary o wzrastającej stopniowo wartości, przy czym największy uniesiony ciężar ma stanowić miernik siły fizycznej tej jednostki.

Według wszystkich znanych dotychczas metod stanowi okoliczność, że umożliwiają one określanie nie samej siły fizycznej, lecz jej pochodnych takich, jak praca fizyczna lub moc fizyczna, i to w odniesieniu nie do całości muskulatury, lecz do poszczególnych mięśni, zespołów mięśni lub grup zespołów mięśniowych. Odpowiadająca danemu zespołowi siła wykonywa pewną pracę w określonym czasie, odnośny pomiar zaś uwzględnia jedynie efekty tej pracy, abstrahując całkowicie lub niemal całkowicie od wielkości przyłożonej siły (lub przyłożonych sił, jeśli występuje kilka punktów przyłożenia).

Z drugiej strony współczesna medycyna ustaliła, że siła fizyczna, stanowiąca pewne specyficzne napięcie biodynamiczne danego organizmu, winna być proporcjonalna do jego żywotności. Ponieważ nauczono się określać żywotność człowieka metodami pośrednimi, np. metodami biochemicznymi i bioelektrycznymi lub metodami statystycznymi (badania nad śmiertelnością) i ponieważ stwierdzono, że maksimum krzywej średniej żywotności organizmu ludzkiego w funkcji czasokresu życiowego przypada na wiek 10—13 lat, przeto tym samym odkryto konkretne kryteria kontrolne oceny prawidłowości zamierzonych pomiarów.

Sposób określania wielkości siły fizycznej człowieka według wynalazku umożliwia osiągnięcie dokładności, wystarczającej dla potrzeb bieżącej praktyki. Opiera się on na drugim prawie Newtona, w myśl którego przyspieszenie, nadane dowolnemu ciału, poruszającemu się w ośrodku bezoporowym, jest wprost proporcjonalne do przyłożonej siły i odwrotnie proporcjonalne do masy tego ciała, czyli:

$$a_t = \frac{dv}{dt} = k_1 \cdot \frac{f_t}{m} \dots \dots \dots (1)$$

gdzie a_t — przyspieszenie w chwili t

v — prędkość ruchu

t — czas

f_t — siła, przyłożona w chwili t

m — masa ciała

k_1 — współczynnik proporcjonalności

Przekształcając powyższe równanie, otrzymuje się:

$$f_t = k_2 \cdot a_t \cdot m \dots \dots \dots (2)$$

przy czym:

$$k_2 = \frac{1}{k_1}$$

Przekładając powyższy wzór na język bioenergetyki, można stwierdzić: chwilowa wartość siły fizycznej człowieka jest wprost proporcjonalna do iloczynu masy ciała danego osobnika przez

chwilową wartość przyspieszenia maksymalnego, jakie tenże osobnik jest w stanie nadać swemu własnemu ciału w czasie rozbiegu.

Ponieważ zakłada się z pewnym dopuszczalnym przybliżeniem, że podczas pomiaru wartość siły fizycznej nie ulega zmianie ze względu na stosunkowo krótki okres czasu i stałe warunki środowiskowe, przeto można przyjąć, iż:

$$\frac{dv}{dt} = \text{const}$$

$$\text{czyli } a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

Przyjmując w charakterze warunków granicznych:

$$v_2 = v_{\max}$$

$$\text{oraz } v_1 = 0$$

uzyskuje się:

$$a = \frac{v_{\max}}{t} \dots \dots \dots (3)$$

Zaznacza się przy tym, że $v_{\max}$ jest prędkością maksymalną w granicach stałości przyspieszenia ruchu rozbiegowego, utrzymującej się do pewnego momentu krytycznego, zwanego punktem granicznym dynamicznego przeciążenia organizmu.

Podstawiając równanie (3) do równania (2) otrzymuje się:

$$f = k_2 \cdot \frac{v_{\max}}{t} \cdot m$$

$$\text{lub } f = k_2 \cdot \frac{P}{g} \cdot \frac{v_{\max}}{t} \dots \dots \dots (4)$$

gdzie f — siła w warunkach pomiaru

P — ciężar ciała badanego osobnika

g — przyspieszenie grawitacyjne ziemskie

$v_{\max}$ — prędkość maksymalna osobnika badanego w granicach stałości przyspieszenia

t — czas, w ciągu którego prędkość $v_{\max}$ zostaje osiągnięta

k_2 — współczynnik proporcjonalności.

Określenie wielkości siły fizycznej człowieka sprowadza się więc do określenia następujących parametrów: P , g , $v_{\max}$, t . Ciężar P ustala się przy użyciu wagi lekarskiej. Przyspieszenie grawitacyjne g jest znane i wynosi w szerokościach geograficznych Polski około 981 cm/sek². Parametry $v_{\max}$ i t określa się za pomocą opisanego poniżej urządzenia fotoelektrycznego, rejestrującego warunki ruchu osobnika badanego w postaci krzywej, odwzorowującej przebytą drogę s w funkcji czasu t , czyli zależność $s = f(t)$.

Na rysunku fig. 1 przedstawia schemat fotoelektrycznego urządzenia rejestrującego według

wynalazku, fig. 2 zaś — wykres krzywej, wyrażającej przebytą drogę w funkcji czasu z podaniem konstrukcji graficznej, umożliwiającej bezpośrednie odczytanie z wykresu wielkości szukanego przyspieszenia $a = \frac{v_{\max}}{t}$

Wzdłuż toru ruchu przyspieszonego badanego osobnika, którego długość winna wynosić np. około 20 m, instaluje się w odstępach 20 cm szereg komórek fotoelektrycznych $F_1, F_2, F_3 \dots F_{100}$, obsługiwanych przez źródła światła $R_1, R_2, R_3 \dots R_{100}$, których promienie są skupiane przez soczewki $S_1, S_2, S_3 \dots S_{100}$ o ogniskowej, równej w przybliżeniu połowie odległości między nimi i komórkami fotoelektrycznymi. Odległość ta powinna być nie mniejsza niż 3 m. Prądy fotoelektryczne zostają wzmocnione odpowiednio we wzmacniaczach $W_1, W_2, W_3 \dots W_{100}$, których zaciski wyjściowe są połączone z elektromagnesami $E_1, E_2, E_3 \dots E_{100}$. Kotwiczki $A_1, A_2, A_3 \dots A_{100}$ tych elektromagnesów są osadzone z jednej strony dźwigni dwuramiennych o osiach obrotu $O_1, O_2, O_3 \dots O_{100}$. Drugie ramię każdej z tych dźwigni jest poddane działaniu sprężyny P i zakończone stykiem łącznika K , włączającego i wyłączającego obwód prądowy, składający się z baterii B i lampy reflektorowej L . Lampa L wysyła, świecąc się, wiązkę równoległych promieni świetlnych, skupianą przez soczewkę S' w ognisku, przypadającym na powierzchnię taśmy światłoczułej T , przesuwanej ruchem jednostajnym w kierunku pionowym za pomocą oddzielnego mechanizmu zegarowego. Część urządzenia, obejmująca elektromagnesy E , obwody B, L i taśmę światłoczułą T , stanowi właściwy przyrząd rejestrujący M i jest zawarta wewnątrz ciemni fotograficznej.

Działanie urządzenia jest opisane poniżej. Osobnik badany ustawia się tuż przed pierwszą wiązką świetlną na strzałce, występującej na posadzce bieżni i wyznaczającej kierunek ruchu. Celem jego jest osiągnięcie w jak najkrótszym czasie maksymalnej prędkości w granicach stałości przyspieszenia. W czasie rozbiegu przecina on swym ciałem w nierównych, malejących odstępach czasu kolejne wiązki świetlne. W chwili przecięcia dowolnej wiązki świetlnej, wartość prądu fotoelektrycznego danej komórki F spada do zera, na skutek czego również po stronie wyjściowej odnośnego wzmacniacza W uzyskuje się stah bezprądowy. Elektromagnes E przestaje przyciągać kotwiczkę A , w związku z czym sprężyna P wywołą obrót dźwigni dwuramiennej dokoła punktu O i połączenie styków łącznika K . W obwodzie, obsługiwanym tym

łącznikiem, popłynie prąd. Lampa L zapala się wówczas, wysyłając wiązkę świetlną, skupianą soczewką S' w punkcie, położonym na powierzchni błony światłoczułej, nawiniętej na dwóch bębnach i przesuwanej z jednostajną prędkością w kierunku pionowym. Wiązka ta wyznacza na błonie punkt (lub krótką kreseczkę), odpowiadający chwili przecięcia promieni źródła światła R . Jeżeli odstęp między źródłami światła R oraz odstęp między lampami L są odpowiednio równe, punkty uzyskane na błonie T utworzą krzywą l , stanowiącą odwzorowanie graficzne funkcji $s = t/t$. Punkt C krzywej l (fig. 2) odpowiada maksymalnej prędkości ruchu osobnika badanego, leżącej w granicach stałości przyspieszenia i nie pokrywa się z punktem przecięcia tej krzywej.

Stąd $v_{\max} = t g \alpha$

natomiast $t = OA$

$$a \text{ więc } a = \frac{v_{\max}}{t} = \frac{t g \alpha}{OA}$$

$$\text{ale } OA = OD \cdot t g \alpha$$

$$\text{ostatecznie więc: } a = \frac{1}{OD}$$

Jeśli zatem na wykresie (fig. 2) poniżej przedłużenia osi t naniesie się na podstawie odpowiedniego nomogramu drabinkowego podziałkę odwrotności wartości długości odcinków OD , wyrażonych np. w sek^2/cm , wówczas wartości szukanego przyspieszenia można będzie odczytać bezpośrednio w cm/sek^2 .

Konstrukcja trójkątów podobnych ABC i OAD wynika z rysunku i jej opisywanie jest zbędne.

Przez podzielenie przyspieszenia ruchu badanego osobnika przez przyspieszenie grawitacyjne ziemskie i przemnożenie wyniku przez ciężar tegoż osobnika, wyrażony np. w kg , osiąga się żadaną wielkość siły fizycznej również w kg (przy założeniu, że obydwa wymienione wyżej przyspieszenia są wyrażone w tych samych jednostkach). Współczynnik k_2 wynosi wówczas 1.

Przeprowadzone próby wykazały całkowitą zgodność metody z wspomnianymi na wstępie kryteriami kontrolnymi.

Należy zaznaczyć, że zamiast określać maksymalne przyspieszenie ruchu danego osobnika można określać maksymalne opóźnienie tegoż ruchu, w uzyskanym zaś ujemnym wyniku uwzględniać jedynie wartość bezwzględna. Osiągnięte w obu przypadkach wyniki mogą różnić się wartością tolerancji dokładności urządzenia. Dokładność ta zależy przede wszystkim od wielkości bezwładności dynamicznej zespołów wy-

zwalających przyrządu rejestrującego. Podlega ona regulacji przez zmianę stopnia wzmocnienia wzmacniaczy W i naciągu sprężyn P . Należy jednak dbać przy tym o jednakowe warunki pracy wszystkich zespołów wyzwających.

Zwraca się jednocześnie uwagę, że na wielkość uzyskiwanego przyspieszenia wpływa wartość współczynnika tarcia między nogami i podłożem. Wyniki rzeczywiste przy określaniu wielkości siły fizycznej sposobem według wynalazku można osiągnąć jedynie wówczas, gdy wyeliminuje się te wpływy. W tym celu próbę rozbiegu przeprowadza się boso na podłożu, wykonanym z plastyku o właściwościach powierzchniowych, zbliżonych jak najbardziej do właściwości powierzchniowych naskórka stopy ludzkiej. W celu dalszego usunięcia wpływów ubocznych, próbę tę przeprowadza się bez ubrania, które kępuje w pewnym stopniu swobodę ruchów.

Opór powietrza uwzględnia się przez nachylenie toru ruchu pod odpowiednim kątem.

Zamiast źródeł R promieniowania widzialnego można również stosować źródła promieniowania niewidzialnego, np. promieniowania podczerwonego lub promieniowania X .

Porównywalność wyników, uzyskiwanych przez człowieka dorosłego i dziecko, jest zapewniona dzięki okoliczności, że stosunek wartości wewnętrznych oporów szkodliwych ruchu do wartości oporów pożytecznych nie ulega normalnie w ciągu życia człowieka istotnym zmianom.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób określania wielkości siły fizycznej człowieka, znamienne tym, że ustala się masę osobnika badanego przez podzielenie jego ciężaru przez przyspieszenie grawitacyjne ziemskie, następnie ustala się przyspieszenie ekstremalne ruchu własnego tego osobnika przez podzielenie prędkości maksymalnej tego ruchu, leżącej w granicach stałości przyspieszenia, przez czas minimalny, w ciągu którego prędkość ta została osiągnięta, po czym uży-

skane w odpowiednich jednostkach wyniki przemnaża się przez siebie.

2. Sposób określania wielkości siły fizycznej według zastrz. 1, znamienne tym, że przyspieszenie ekstremalne ruchu osobnika badanego ustala się przez sporządzenie wykresu drogi, przebytej podczas ruchu, w funkcji czasu przy użyciu fotoelektrycznego urządzenia rejestrującego, przy czym styczna do krzywej wykresu w punkcie, odpowiadającym granicznemu punktowi dynamicznego przeciążenia organizmu, wyznacza z osią odciętych kąt, którego tangens stanowi miarę prędkości maksymalnej ruchu, leżącej w granicach stałości przyspieszenia.
3. Odmiana sposobu określania wielkości siły fizycznej według zastrz. 1 i 2, znamienne tym, że zamiast ustalać ekstremalne przyspieszenie ruchu osobnika badanego ustala się ekstremalne opóźnienie tego ruchu, a w otrzymanym wyniku ujemnym uwzględnia się jedynie wartość bezwzględna.
4. Fotoelektryczne urządzenie rejestrujące do określania wielkości siły fizycznej sposobem według zastrz. 1 — 3, znamienne tym, że składa się z szeregu komórek fotoelektrycznych (F), umieszczonych w równych odstępach wzdłuż toru ruchu osobnika badanego i obsługiwanych przez źródła światła (R), znajdujące się po drugiej stronie wspomnianego toru, przy czym prąd fotoelektryczny każdej komórki zasila odpowiadający jej wzmacniacz (W), którego zaciski wyjściowe są połączone z elektromagnesem (E), sterującym pracą łącznika (K), obsługującego obwód, złożony z baterii (B) i lampy reflektorowej (L), rzucającej w chwili zadziałania wiązkę promieni zbieżnych na taśmę światłoczułą (T).
5. Fotoelektryczne urządzenie rejestrujące według zastrz. 4, znamienne tym, że zawiera mechanizm zegarowy, napędzający taśmę światłoczułą (T).

Inż. Andrzej Suski

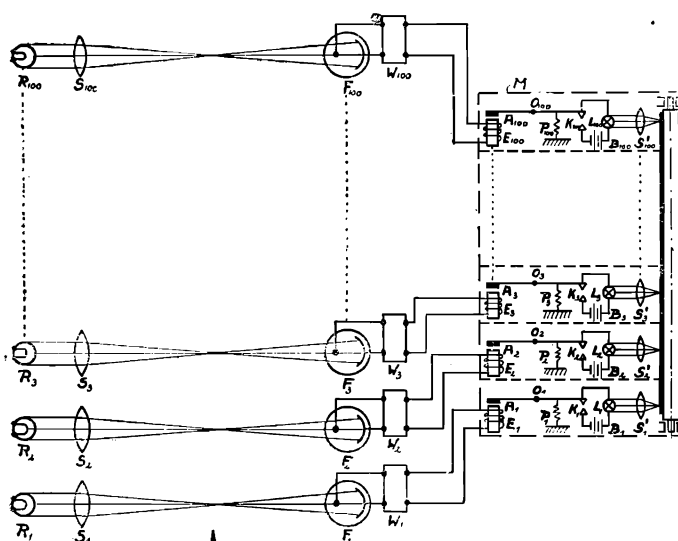


Fig. 1

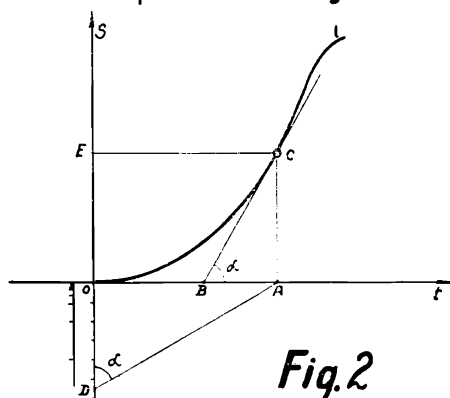


Fig. 2