PROBLEMY NIEKONWENCJONALNYCH UKŁADÓW ŁOŻYSKOWYCH

Łódź 15-16 maja 1997 r.

POWRÓT

Jan Burcan*), Marcin Nowacki**),
*)*Politechnika Łódzka*, **)*Jungheinrich Polska Sp. Z O.O.*

ZNACZENIE SPOSOBU ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNEGO WĘZŁÓW TARCIA W STANOWISKU ROBOCZYM DLA NIEPEŁNOSPRAWNEGO, Z PUNKTU WIDZENIA UZYSKIWANIA MAŁYCH OPORÓW RUCHU

SŁOWA KLUCZOWE

ergonomia, opory ruchu, łatwość obsługi, dokładność pozycjonowania, analiza dynamiki

STRESZCZENIE

Praca omawia przykładową konstrukcję przyrządu wiertarskiego przeznaczonego do masowego wykonywania gwintowanych otworów w zaciskach listew ochronnych przez osobę niepełnosprawną. Wykonanie projektu poprzedzono analizą ergonomiczną umożliwiającą optymalny dobór parametrów stanowiska z uwagi na możliwość uzyskiwania minimalnych oporów ruchu. Przedstawiono przykładowe wyniki ustaleń konstrukcyjnych dla uchwytu służącego do mocowania obrabianego przedmiotu.

WPROWADZENIE

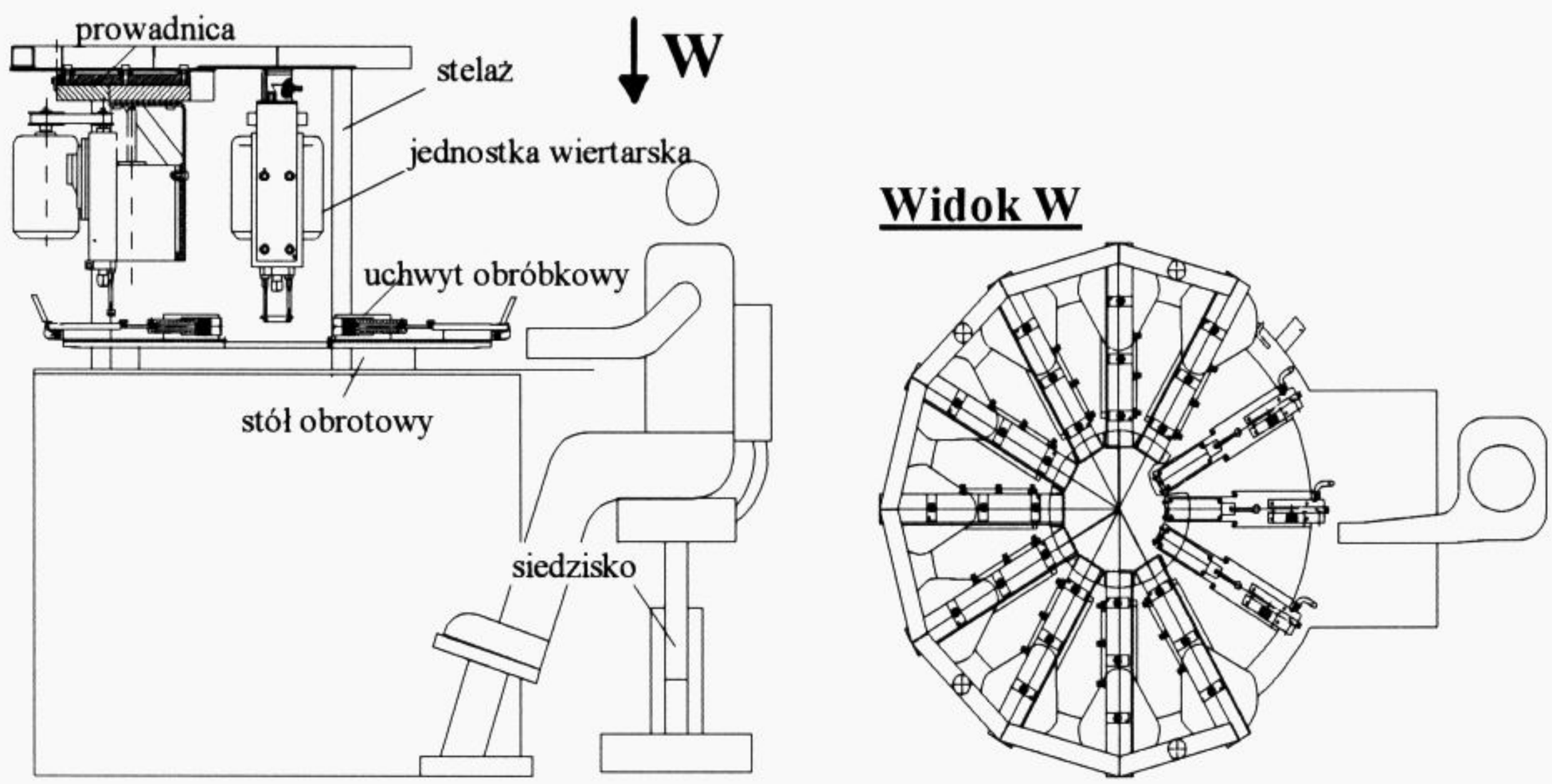
Opory tarcia według szacunkowych obliczeń specjalistów pochłaniają w skali świata 30-50 % produkowanej w ciągu roku energii. Zminimalizowanie tych oporów przyczynia się do zwiększenia żywotności produkowanych maszyn i urządzeń. Zwykle przyzwyczajeni jesteśmy do tradycyjnych węzłów tarcia, tzn. łożysko (węzeł tarcia) traktujemy jako część systemu, którym jest maszyna. W niniejszym opracowaniu przyjmuje to jako system tribologiczno-eksploatacyjny układ składający się z dwóch członów, jest to zespół człowiek-maszyna. Dodatkowym aspektem jest to, że człowiek występujący i obsługujący ten system jest osobą niepełnosprawną, co zmusza do stawiania tej maszynie szczególnych wymagań.
Najważniejsze z nich to: - niewielkie siły bezwładności i tarcia niezbędne do pokonania podczas obsługi stanowiska, proste ruchy wykonywane przez człowieka, łatwość ustawiania i jednoznaczność pozycjonowana jednostek roboczych oraz obrabianych detali,

Spełnienie powyższych wymagań zależy od sposobu rozwiązania konstrukcyjnego urządzenia, a szczególnie od jego węzłów ciernych. Właściwy dobór cech stanowiska robo-

czego powinien być poprzedzony analizą układu. W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki analizy ergonomicznej i prac projektowych stanowiska wiertarskiego wykonanego na zlecenie i potrzeby zakładu pracy chronionej. Stanowisko skonstruowano wykorzystując gotowe podzespoły, takie jak stół obrotowo-podziałowy z napędem elektrycznym krzywkowym SPEK 315A, zgodnie ze schematem:

SCHEMAT STANOWISKA

Gotowe elementy połączono ramą. Stanowisko składa się z 9-ciu jednostek wiertarskich, 12 -stu uchwyt ów obróbkowych, 9-ciu prowadnic służących do pozycjonowania jednostek wiertarskich



Rys.1 Widok stanowiska pracy

Występujące w urządzeniu węzły tarcia gotowych elementów (za wyjątkiem siedziska) nie mają wpływu na wielkość sił niezbędnych do obsługi stanowiska przez osobę niepełnosprawną, ponieważ są napędzane elektrycznie, co zapewnia jednoznaczność pozycjonowania.

Z punktu widzenia potrzeb osoby obsługującej stanowisko istotne są wielkości sił jakie musi ona rozwijać podczas pracy. Podstawą dla oszacowania tych sił jest, analiza ergonomiczna poprzedzająca prace projektowe. Od jej wyników zależą przyjęte rozwiązania.

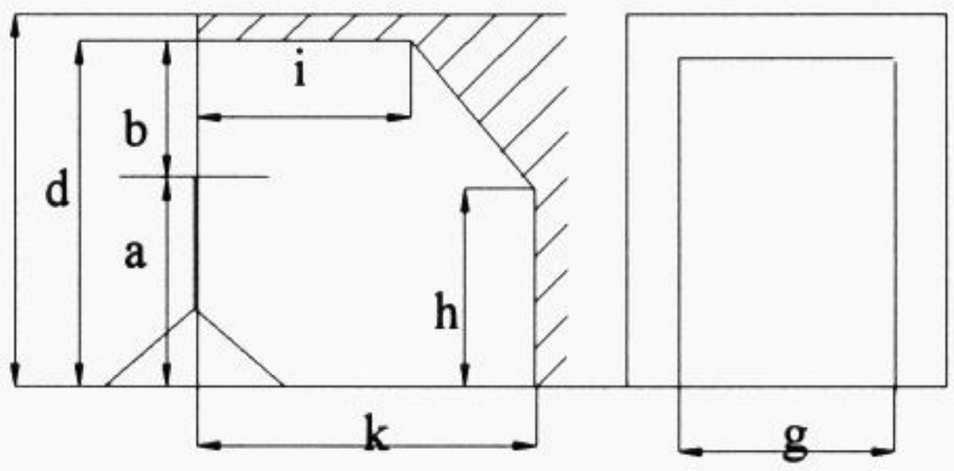
PRZEBIEG ANALIZY ERGONOMICZNEJ

Ważnym dla prowadzonej analizy jest problem zajmowania przez niepełnosprawnego odpowiedniej pozycji podczas pracy. Odpowiednia pozycja przyczynia się do pełnego wykorzystania możliwości ruchowych protezowanych kończyn.

Za najbardziej pożądaną należy uznać pozycję siedzącą. W zależności od stopnia sprawności może być bardzo korzystna pozycja naprzemienna : siedząco-stojąca. Przemawiają za tym następujące względy :

- mniejszy wysiłek energetyczny organizmu związany z utrzymaniem tej pozycji,
- odciążenie kończyn dolnych i układu krążenia,
- większa stabilność tułowia,
- lepsza koordynacja ruchowa,
- ograniczenie ruchów mimowolnych związanych z utrzymaniem pozycji.[3].

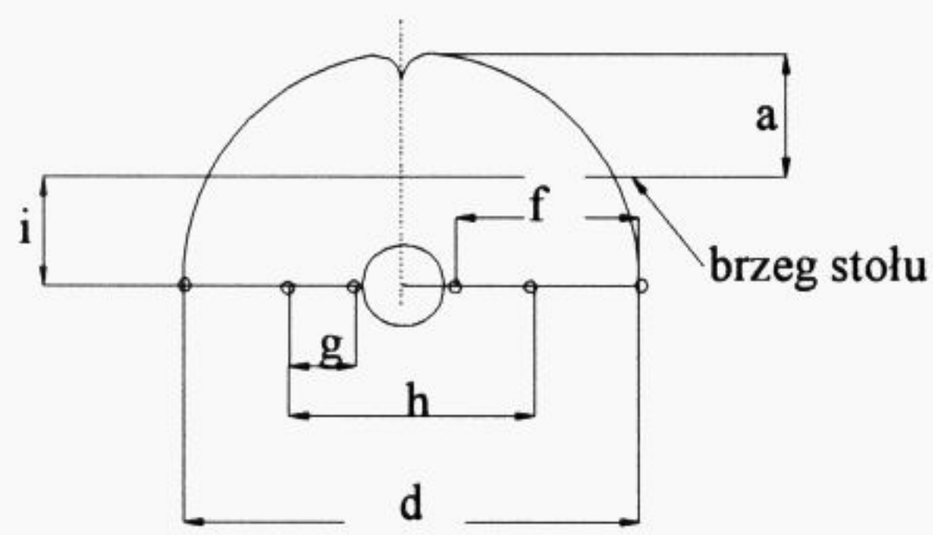
Podczas siedzenia trzeba zapewnić utrzymanie kończyn dolnych tak, aby nie powstawał nacisk na naczynia krwionośne. Można to uzyskać przez odpowiednie konstruowanie płaszczyzny siedziska. Złe zaplanowanie przestrzeni pracy dla osoby „sprawnej inaczej" może spowodować, że wykonywana przez nią praca będzie uciążliwa lub wręcz, niemożliwa. Prawidłowo zaplanowana przestrzeń ruchowa może przyspieszyć rehabilitację lub poprawienie zdolności ruchowej protezowanej kończyny. Dotyczy to zarówno kończyn dolnych i górnych.



Rys 3. Wymiary przestrzeni kończyn dolnych

Pracownik przebywający przy stanowisku powinien mieć dostateczną ilość miejsca na swobodne ułożenie kończyn dolnych, co umożliwia rozwijanie maksymalnych sił. Powinien mieć także możliwość podjechania do stanowiska wózkiem inwalidzkim. Wymiary jakie należy brać pod uwagę podczas projektowania przestrzeni dla kończyn dolnych zestawiono na rys.3.

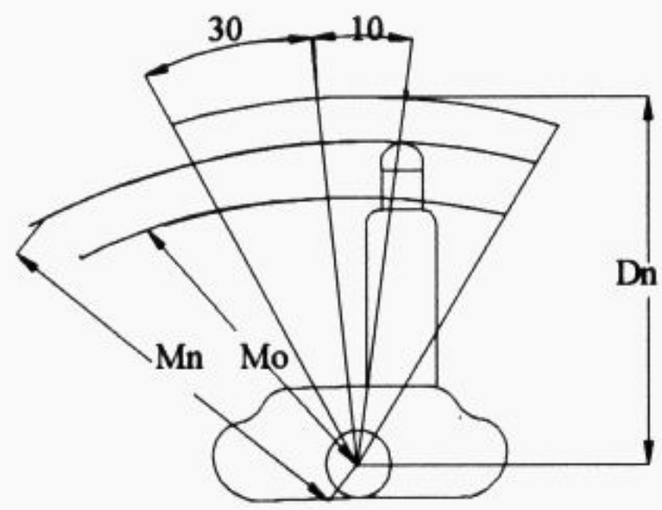
Istotne dla projektowanego stanowiska było ustalenie zasięgu kończyn górnych i dolnych. Dobór zakresu ruchów kończyny górnej w płaszczyźnie poziomej można określić analizując ruchy rąk w zależności od wzrostu. Model i przykładowe wyniki analizy przedstawia rysunek 4. Zasięg rąk w pozycji siedzącej - w zależności od wzrostu: wielkości zalecane w cm: a=8, b=17, c=102, d=135, e=35, f=55, g=33, h=100 [1],[2].



Rys.4 Zakres rąk w pozycji siedzącej

Zasięg ruchów kończyny górnej określa się za pomocą schematu przedstawionego na rys.5

zasięgi: Dn - dosięgowy normalny
Mo - manipulacyjny optymalny
Mn - manipulacyjny normalny

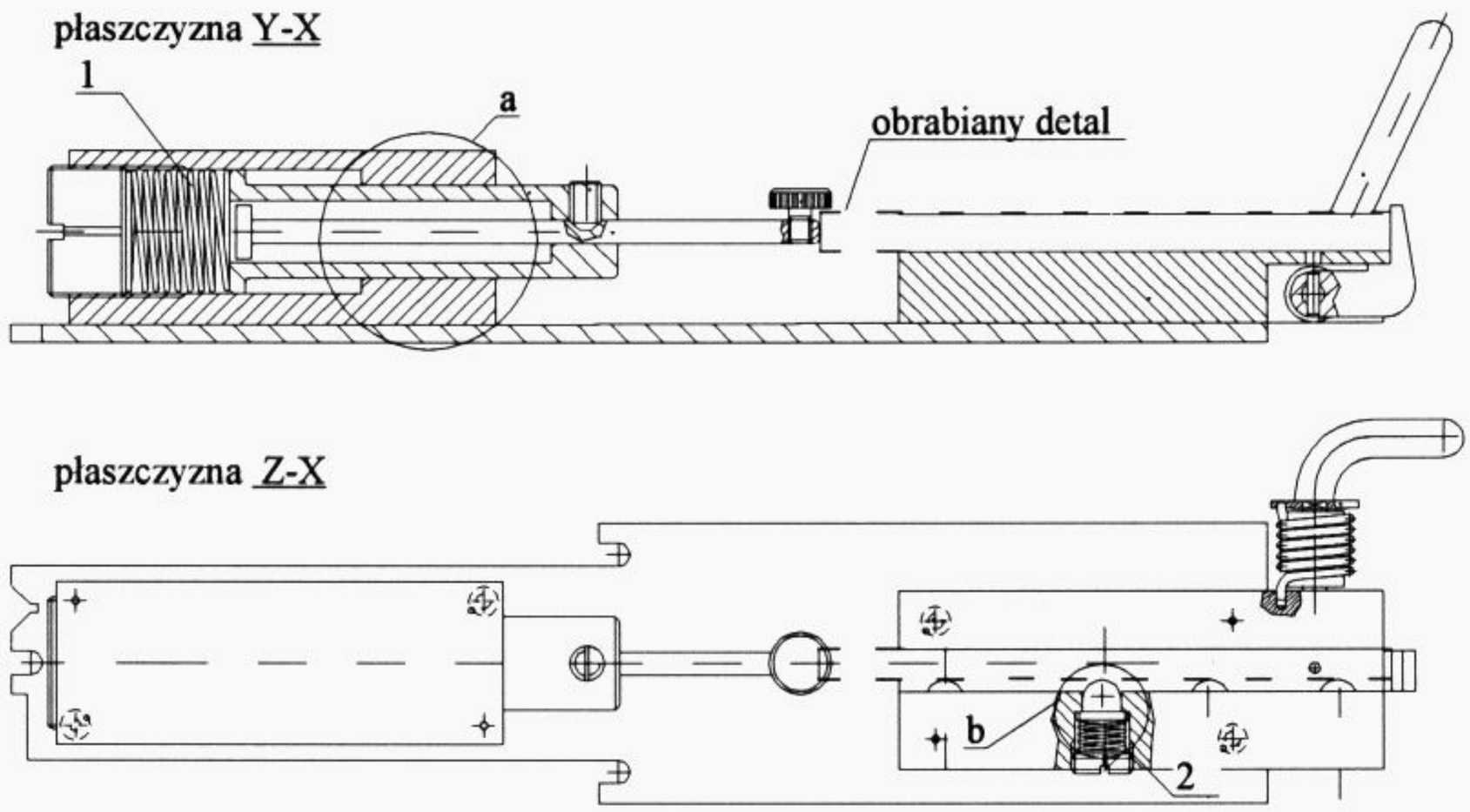


Rys.5. Zasięg ręki [1]

Ustalone wymiary mają znaczenie nie tylko dla wygody, lecz także od nich zależą rzeczywiste wartości obciążeń, które musi pokonać osoba obsługująca stanowisko podczas pracy.

PRZYKŁADOWA ANALIZA OPORÓW RUCHU

Ilustrację analizy oporów ruchu przeprowadzono dla wszystkich węzłów tarcia.[1]. Niżej został przytoczony przykład analizy dotyczącej niezbędnych czynności wykonywanych przez niepełnosprawnego podczas umieszczania obrabianego detalu w uchwycie. Schemat uchwytu w raz z obrabianym detalem przedstawiono poniżej.

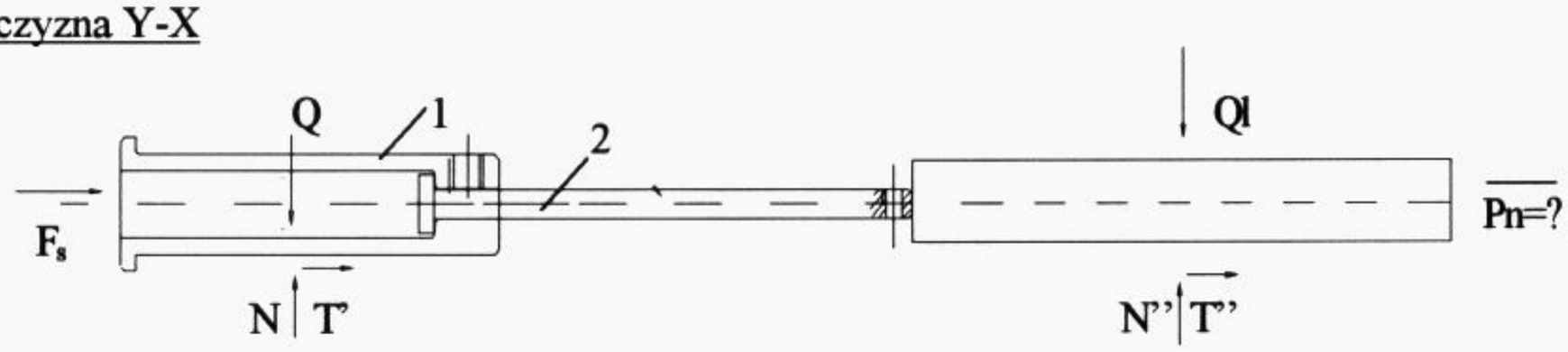


Rys.6. Schemat uchwytu

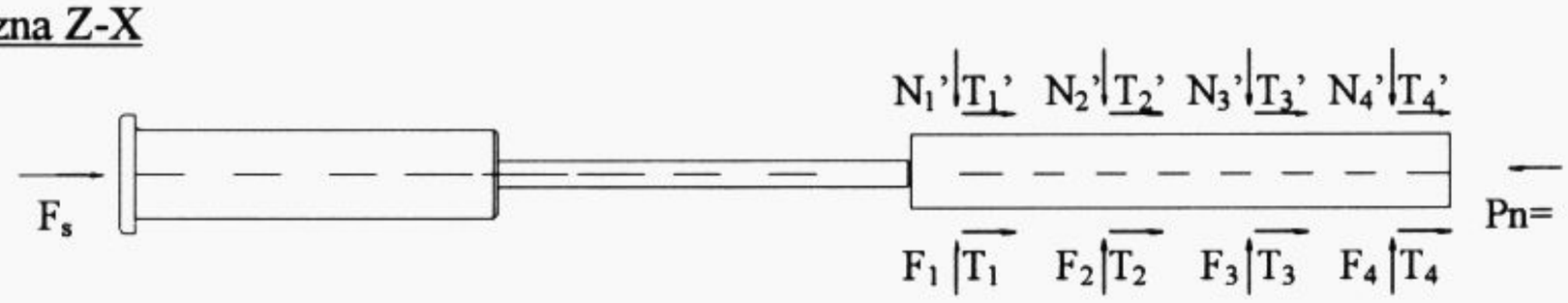
Podczas wiercenia pracownik musi pokonać siły:
a) tarcia w węzłach 1; 2
b) w sprężynach 1; 2
c) tarcia obrabianego detalu o elementy uchwytu

Schemat obciążenia obrabianego przedmiotu oraz wypychacza siłami zewnętrznymi przedstawiono na poniższych rysunku 7.

płaszczyzna Y-X



płaszczyzna Z-X



Rys.7. Obciążenie przedmiotu

Duże wartości sił rozwijanych w sprężynie 1 gwarantują dobry docisk. Zbyt duże będą powodować nie potrzebne przekoszenia i naciski krawędziowe, zwiększające opory ruchu. Podobnie przedstawia się sytuacja z pozostałymi sprężynami. Szczególne znaczenie ma tutaj dobór sprężyny 2. Zbyt mały nacisk to niedostateczna stabilność pozycjonowania, zbyt duży to - zwiększone opory ruchu, które musi pokonać niepełnosprawny. Jednocześnie wartość tej siły bezpośrednio wpływa na wartość siły w sprężynie 1.

Istotne znaczenie dla oporów ruchu na dobór materiałów oraz smarowanie.

Z przeprowadzonej analizy wynikają ustalenia, które zgodnie z oznaczeniami rys. 7 i 8 są następujące:

F_s= 9.7 [N] [1]. - nominalna siła sprężyny 1

F_1= F_2= F_3= F_4=3.4 [N] [1]. - nominalna siła sprężyny 2

Q=2.9 [N] [1]. - całkowity ciężar elementów 1 i 2

Ql=1.26 [N] [1]. - ciężar elementu obrabianego

P_n - minimalna siła potrzebna do umieszczenia przedmiotu w uchwycie

T' - siła oporów tarcia wypychacza o gniazdo

T'' - siła oporów tarcia listwy o uchwyt

T_1' - siła oporów tarcia pochodząca od siły wywieranej przez docisk boczny

T_1 - siła oporów tarcia docisku o listwę

Rozpatrując sumy rzutów sił na poszczególne osie otrzymujemy:

$\Sigma P_{ix}=F_s+ T'+T''+4T1+4T_1'-P_n=0$

$\Sigma P_{iy}=N'+N''-Q-Q1=0$ przy czym N'=Q N''=Q1

$\Sigma P_{iz}=4F_1-4N_1=0$

powszechnie znany wzór na tarcie ma postać

$T=N\mu$ zatem $T'=N'\mu_1$, $T''=N''\mu_1$,

$T1=N1\mu_1$, $T1'=F1\mu_2$.

Do analizy przyjęto najbardziej niekorzystny przypadek tj.:

- współczynnik tarcia spoczynkowego
- nie uwzględniono znacznego zmniejszenia oporów tarcia na wskutek stosowania środków smarnych, zatem:

T'=2.9 [N]·0.22=0.64 [N], T''=1.26 [N]·0.22=0.28 [N]

T1'=3.4 [N]·0.22=0.75 [N], T1=3.4 [N]·0.18=0.61 [N]

Ostatecznie siła jaką musi przykładać do listwy niepełnosprawny aby zamocować detal w uchwycie wynosi:

$$P_n \geq 9.7+0.64+0.28+4\cdot 0.75+4\cdot 0.61=\underline{16.06\ [N]}$$

W analizie pominięto wpływ tarcia grzybka o gniazdo „b", bowiem podczas występowania siły F_1 w sprężynie 2 pozostaje on w spoczynku.

Wartość wyliczonej siły mieści się w zakresie wartości sił wysiłku fizycznego możliwego do osiągnięcia przez kobiety lewą ręką, przy monotypowości wykonywanych ruchów od 800 do 1600 na zmianę roboczą.

WNIOSKI

Dla zapewnienia osobie niepełnosprawnej występowania niewielkich obciążeń protezowanej kończyny stanowisko przez nią obsługiwane (w zależności od stopnia kalectwa) należy dodatkowo wspomagać. Każda dodatkowo przejmowana przez urządzenie obróbcze funkcja, niezbędna dla zapewnienia odpowiedniej technologii prowadzi do rozbudowy i komplikacji stanowiska roboczego. Aby ograniczyć stopień skomplikowania do niezbędnego minimum przeprowadzono analizę oporów ruchu wszystkich węzłów tarcia w oparciu o ergonomię. Analiza pozwoliła na przyjęcie optymalnych wymiarów, dobór właściwych materiałów na pary trące, przy zapewnieniu odpowiedniej wydajności pracy. Tarcie podczas wykonywanej pracy odgrywa podwójną rolę. Z jednej strony sprzyja skutecznemu blokowaniu obrabianego przedmiotu podczas jego pozycjonowania, z drugiej zaś strony - im skuteczniejsze blokowanie tarciem tym większe prawdopodobieństwo uszkodzenia protezy, lub podrażnienia kikuta. Przeprowadzona analiza zabezpiecza przed takim niebezpieczeństwem.

LITERATURA

1. Burcan J, Nowacki M, Analiza i założenia projektowe stanowiska, przystosowanego do obsługi przez osoby niepełnosprawne, do wiercenia listew zacisków ochronnych.
2. Burcan J, Nowacki M.: Uwarunkowania ergonomiczno - techniczne i założenia projektowe urządzenia przeznaczonego dla zakładu pracy chronionej. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Ergonomia Niepełnosprawnym, Politechnika Łódzka 1996r.
3. Praca zbiorowa pod redakcją J. Lewandowskiego: Ergonomia. Materiały do ćwiczeń i projektowania, Wydawnictwo „Marcus" S.C. Łódź 1995r.

THE SIGNIFICANCE OF THE CONSTRUCTIONAL SOLUTION OF KINEMATIC PAIRS IN A WORK STAND FOR A DISABLED PERSON WITH OBTAINING LITTE MOTIOM RESISTANCE

Summary

The paper presents an exemplary construction of drilling mechanism for tapping the clips of protective strips made by a disabled person. The design was preceded by the ergonomic analysis that made it possible to select the best parameters of the work stand in view of the possibility of obtaining minimal motion resistance. The exemplary results of constructional solutions for a shaft used for fixing a workpiece.

Recenzent: dr n. med. Janusz Cwanek