



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

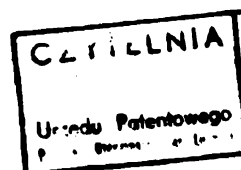
Zgłoszono: 30.06.78 (P. 208069)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 24.03.80

Opis patentowy opublikowano: 10.01.1984

Int. Cl.³ G01N 33/36



Twórcy wynalazku: Lucyna Marks, Edmund Domżański, Witold Żurek,
Leon Malinowski

Uprawniony z patentu: Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Prze-
mysłu Bawełnianego, Łódź (Polska)

Sposób badania trwałości użytkowej wyrobów włókienniczych i urządzenie do badania trwałości użytkowej wyrobów włókienniczych

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób badania trwałości użytkowej wyrobów włókienniczych w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych i urządzenie do badania trwałości użytkowej wyrobów włókienniczych.

Znany jest sposób badania trwałości użytkowej wyrobów włókienniczych metodą doświadczalnego użytkowania, polegający na prowadzeniu obserwacji zachowania się włókienniczych wyrobów w warunkach eksploatacyjnych. Ocenę zachowania się włókienniczych wyrobów podczas użytkowania przeprowadza się na podstawie obserwacji czynionych przez użytkownika (notowanie spostrzeżeń i swoich odczuć w kontrolkach badań użytkowych) lub instytucje nadzorujące doświadczalne użytkowanie.

Ocena spostrzeżeń polega na porównaniu między sobą włókienniczych wyrobów i tak porównuje się badany włókienniczy wyrób z wzorcem (wyrobem nowym) lub porównuje się badane włókiennicze wyroby między sobą i dokonuje się ich uszeregowania według przyjętej skali ocen analizowanej cechy, na przykład trwałości użytkowej.

W czasie doświadczalnego użytkowania badane włókiennicze wyroby podlegają ocenie organoleptycznej, której celem jest obserwacja stopnia zniszczenia powierzchni tych wyrobów i rejestracja występowania starć, przetrąceń i innych wskaźników zużycia.

Ocenę trwałości użytkowej włókienniczych wyrobów w doświadczalnym użytkowaniu podaje się jako czasookres, w którym wyrób spełnia jeszcze swoje funkcje użytkowe lub jako iloraz czasookresu niszczenia badanego włókienniczego wyrobu do wyrobu standardowego (wzorcowego).

2

W pewnych określonych przypadkach, zależnych od celu pracy, po zakończeniu doświadczalnego użytkowania przeprowadza się badania laboratoryjne wskaźników wytrzymałościowych (najczęściej wytrzymałość na rozciąganie jednokierunkowe) włókienniczych wyrobów poddanych doświadczalnemu użytkowaniu i porównuje z wskaźnikami wytrzymałościowymi wyrobów nieużytkowanych lub wzorcowych.

Stosowanie użytkowej metody oceny trwałości włókienniczych wyrobów jest związane z dość znacznymi kosztami i zazwyczaj długim okresem badań. Poza tym metoda ta narażona jest często na trudności w ocenie stopnia oddziaływania poszczególnych czynników niszczących oraz w ocenie przyczyn obniżenia trwałości wyrobu.

Ścieralność wyrobów włókienniczych zalicza się do głównych parametrów wyznaczających okres użytkowania wyrobu, a zatem w istotny sposób decyduje o jego trwałości. Znane są sposoby i urządzenia do laboratoryjnego pomiaru odporności na ścieranie płaskich wyrobów włókienniczych (Metrologia włókiennicza, cz. 4, WNT, Warszawa 1973 r., s. 278—312 oraz Struktura płaskich wyrobów włókienniczych, W. Żurek, K. Kopias, WNT, Warszawa 1977 r., s. 176—182.).

Znane sposoby laboratoryjnego badania odporności na ścieranie płaskich wyrobów włókienniczych polegają na oddziaływaniu na próbkę włókienniczego materiału ścierającym medium w taki sposób, aby uzyskany efekt ścierania był możliwie najbardziej zbliżony do występującego w praktycznym użytkowaniu. Uzyskuje się to przez nadanie

odpowiedniego ruchu próbce włókienniczego materiału lub ścierającemu medium albo przez nadanie jednoczesnego ruchu i próbce włókienniczego materiału i ścierającemu medium. W wyniku tego oddziaływania może być realizowane ścieranie w jednym kierunku lub w wielu kierunkach, ścieranie z jednoczesnym rozciąganiem i zginaniem oraz ścieranie z jednoczesnym mięciem.

Podstawowym kryterium oceny odporności na ścieranie jest ilość cykli trących lub czas konieczny do określonego lub całkowitego zniszczenia badanego wyrobu. Miernikiem odporności na ścieranie są również zmiany wybranych właściwości włókienniczego wyrobu po określonej liczbie cykli trących, przy czym brane są pod uwagę takie wskaźniki jak: ubytek grubości materiału, ubytek masy ścieranej części próbki, ubytek wytrzymałości przy jednokierunkowym rozciąganiu lub wytrzymałości na wypychanie względnie przebicie kulka, ubytek pracy rozciągania, zmiana przewodności materiału, zmiana przepuszczalności światła przez materiał.

Zwyczajowo najczęściej podawana jest liczba cykli ścierających. Jest to miernik, który rejestruje tylko skutek bez możliwości wglądu w przebieg procesu ścierania i daje możliwość porównywania wyrobów niszczonych w tych samych warunkach (na tym samym urządzeniu). Badanie zmian wybranych właściwości włókienniczego wyrobu po określonej liczbie cykli trących jest znacznie mniej rozpowszechnione. Wśród tych wskaźników najczęściej stosuje się spadek wytrzymałości na rozciąganie, jednak miernik ten nie jest miernikiem trwałości użytkowej, gdyż o trwałości użytkowania decyduje nie statyczna wytrzymałość zrywająca a wytrzymałość zmęczeniowa włókienniczych wyrobów. Wytrzymałość zmęczeniową włókienniczego wyrobu wyrazić można stosunkiem pracy rozrywania do wielkości pracy zakumulowanej przez włókienniczy materiał po jego wielokrotnym obciążeniu.

Znane jest urządzenie do badania odporności na ścieranie tkanin wełnianych. Urządzenie jest zaopatrzone w trzy główce, na które są nałożone gumowe membrany. Główce są osadzone na drążonych wałach, przez które doprowadzane jest pod membrany powietrze o regulowanym ciśnieniu. Na głowicach osadza się kołowe próbki włókienniczego materiału zakleszczone w pierścieniowych zaciskach. Do powierzchni próbek jest przyciśnięta tarcza z zamocowanym do niej ściernym medium. Kierunek obrotu tarczy i głowic i ich prędkości katowe są jednakowe. Ścieranie zachodzi na powierzchni kołowej próbki przy stałej względnej prędkości ścierania i przy zmianie w sposób ciągły kierunku ścierania w dowolnym punkcie na powierzchni próbki. Równomierny docisk próbek do powierzchni ścieracza uzyskuje się przez doprowadzenie pod membrany powietrza o określonym ciśnieniu. Jako ścieracz stosuje się wzorcową tkaninę, tarczę karborundową, papier ścierny i inne środki ściernie. Przyrząd jest zaopatrzony w urządzenie, które automatycznie zatrzymuje główce po przetarciu próbki aż do powstania dziury lub po założonej liczbie obrotów.

Znany jest sposób i urządzenie do laboratoryjnego badania właściwości mechanicznych tkanin przy wielokierunkowym rozciąganiu metodą wypychania (Metrologia włókiennicza, cz. 2, WPLiS, Warszawa 1965 r., s. 352—359).

Urządzenie jest zaopatrzone w główkę z pierścieniowym uchwytem, w której zakleszczona jest elastyczna membrana oraz próbka włókienniczego materiału. Do wnętrza główki, bezpośrednio pod membraną, doprowadzone jest sprężone

powietrze lub ciecz. Pod wpływem zwiększającego się ciśnienia czynnika zarówno gumowa membrana jak i próbka włókienniczego materiału zaczynają się rozciągać i w wyniku tego wyoblać. Po przekroczeniu maksymalnych wydłużeń dopuszczalnych dla danego tworzywa, które dla wyrobów włókienniczych są znacznie mniejsze od gumy, próbka pęka.

Miernikiem odporności włókienniczego materiału na wypychanie jest wielkość ciśnienia czynnika w chwili pęknięcia próbki i strzałka wyoblenia. Ciśnienie mierzone jest manometrem, a wielkość wyoblenia specjalnymi indykatorami z odpowiednimi czujnikami. W niektórych przyrządach do rejestracji tych parametrów stosowane są urządzenia wykresowe.

Znany jest sposób oceny trwałości użytkowej tkanin odzieżowych lnianych i lniano-elanowych, w którym tkaninę poddaje się działaniu roztworu o składzie potu ludzkiego, naświetla się promieniowaniem lampy ksenonowej i mechanicznie ściera się w ściśle określonych warunkach laboratoryjnych, po czym mierzy się spadek jej wytrzymałości metodą przebicia kulka.

Celem wynalazku jest umożliwienie badania trwałości użytkowej wyrobów włókienniczych w warunkach laboratoryjnych, a zadaniem technicznym jest opracowanie sposobu badań i konstrukcji urządzenia do laboratoryjnej oceny trwałości użytkowej, skorelowanej z trwałością eksploatacyjną wyrobów włókienniczych.

Cel ten osiągnięto w ten sposób, że w warunkach laboratoryjnych imitujących użytkowanie włókienniczego wyrobu prowadzi się męczenie włókienniczego wyrobu poddając go cyklicznie jednoczesnemu wielokierunkowemu odkształcaniu drogą kontrolowanego wypychania i powierzchniowemu ścieraniu, przy stosowaniu regulowanego docisku ścierającego medium do włókienniczego wyrobu i złożonego ruchu ścierającego medium względem włókienniczego wyrobu, wynikającego z nakładania się ruchu obrotowego i posuwisto-zwrotnego, oraz relaksacji przez kontrolowane zmniejszanie rozciągających sił działających na włókienniczy wyrób i porównuje się ilość pracy włożonej w niszczenie włókienniczego wyrobu w danym cyklu niszczenia oraz w czasie całego okresu laboratoryjnych badań. Po każdym cyklu niszczenia włókienniczego wyrobu rejestruje się wielkości jego odkształceń całkowitych oraz ich składowych sprężystych natychmiastowych, opóźnionych i trwałych.

Urządzenie do badania trwałości użytkowej wyrobów włókienniczych według wynalazku zawiera wypychającą główkę z ciśnieniową komorą o elastycznej ścianie wypełnioną płynem, połączoną szczelnym rurowym przewodem z ciśnieniowym układem wyposażonym w urządzenie do zmiany ciśnienia płynu, oraz zawiera ścierającą tarczę ze ściernym medium, kontaktującą się w roboczym położeniu z włókienniczym wyrobem zamocowanym w bezpośrednim sąsiedztwie elastycznej ściany. Wypychająca główka i ścierająca tarcza mają niezależnie działające napędowe układy. Napędowy układ ścierającej tarczy zawiera wstępną pośrednią zębatą przekładnię, pośrednią pasową przekładnię i końcową wielostopniową zębatą przekładnię, a napędowy układ wypychającej główki zawiera wstępną pośrednią zębatą przekładnię, pośrednią pasową przekładnię, końcową wielostopniową zębatą przekładnię i krzywkowy mechanizm. Wstępne pośrednie zębate przekładnie napędowych układów ścierającej tarczy i wypychającej główki współpracują z elektrycznym silnikiem.

Urządzenie zawiera hydrauliczny ciśnieniowy układ z ciśnieniowym cylindrem połączonym elastycznym rurowym przewodem z ciśnieniową komorą wypychającą głowicy, przy czym w ciśnieniowym cylindrze znajduje się przeponowa pompa z nuraikiem przeznaczona do zmiany ciśnienia hydraulicznej cieczy w hydraulicznym układzie. Hydrauliczny ciśnieniowy układ jest wyposażony w wyrównawczo-ciśnieniowy cylinder z odpowietrzającym zaworem, tłumiący wahania ciśnienia hydraulicznej cieczy w czasie pracy urządzenia. Wypychająca głowica zamocowana jest na suwaku połączonym przegubem z dwuramienną dźwignią współpracującą z popychaczem krzywkowego mechanizmu.

Urządzenie zawiera ciężarowy mechanizm z przeciwcieżarem ścierającej tarczy oraz układem zmiennych obciążników osadzonych na dwuramiennej dźwigni kontaktującej się z popychaczem współpracującym z mechanizmem pionowego przesuwu ścierającej tarczy.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie do badania trwałości użytkowej wyrobów włókienniczych w widoku z przodu, fig. 2 — urządzenie w widoku z góry, fig. 3 — urządzenie w schemacie ogólnym, fig. 4 — cylinder urządzenia w widoku z góry i w przekroju osiowym, fig. 5 — wypychającą głowicę w widoku z boku i w przekroju osiowym, fig. 6 — nogę korpusu w widoku z boku i w przekroju osiowym.

Sposób badania trwałości użytkowej wyrobów włókienniczych zostanie bliżej objaśniony na przykładzie badania w warunkach laboratoryjnych tkanin przeznaczonych na odzież ochronną i roboczą. Na podstawie analizy topografii zniszczeń ćwiczebnym mundurów wojskowych poddanych badaniom użytkowym stwierdzono, że najbardziej narażonym miejscem na niszczenie w mundurach jest powierzchnia kolana. Występuje tutaj męczenie tkaniny w wyniku równoczesnego wypychania i ścierania. W czasie użytkowania włókiennicze wyroby poddawane są wielokrotnym cyklicznym odkształceniom, znacznie niższym od maksymalnych, które w wyniku wielokrotnego powtarzania powodują rozluźnienie struktury włókienniczych materiałów i w konsekwencji znaczne zmiany właściwości fizycznych i chemicznych.

Opracowany sposób pozwala na laboratoryjne odtworzenie podstawowej kinetyki zjawisk fizycznych jakie występują na powierzchni kolan odzieży ochronnej i roboczej w warunkach eksploatacyjnych. Jako kryterium trwałości użytkowej przyjęto odporność zmęczeniową tkanin.

Sposób badania trwałości użytkowej tkanin przeznaczonych na odzież ochronną i roboczą w warunkach laboratoryjnych polega na stymulowanym męczeniu tkaniny poprzez jej wielokierunkowe rozciąganie na elastycznej membranie w kształcie czaszy kulistej z jednoczesnym powierzchniowym ścieraniem, realizowanym w ruchu posuwisto-zwrotnym i obrotowym, przy stosowaniu regulowanego docisku ścierającego medium, a następnie kontrolowanemu relaksowaniu. Relaksację tkaniny po cyklicznym wypychaniu i powierzchniowym ścieraniu prowadzi się przez kontrolowane zmniejszanie odkształceń tkaniny.

W okresie relaksacji tkaniny rejestruje się odkształcenia całkowite oraz ich składowe sprężyste, natychmiastowe, opóźnione i trwałe. Wynikiem zmęczenia tkaniny są jej zmiany postaciowe dotyczące zmian strukturalnych, przejawiające się w zmianach wyglądu powierzchni, masy

i grubości. Parametry te są w każdym cyklu badania rejestrowane.

Analizę stopnia zniszczenia tkaniny w wyniku cyklicznego wypychania i powierzchniowego ścierania oparto o ustalenie współzależności między przyczyną wywołującą zniszczenie tej tkaniny, to jest wielkością pracy zaabsorbowanej przez tkaninę, oraz jej skutkiem, wyrażonym zmianami postaciowymi tkaniny. Praca całkowita zużyta na odkształcenie tkaniny po całkowitym okresie badań obliczana jest jako suma prac cząstkowych w poszczególnych cyklach badania tkaniny. Wartość pracy w pojedynczym cyklu badania tkaniny wyraża się iloczynem siły ścierającej przez wartość odkształcenia tkaniny.

Do opisu zmian właściwości mechanicznych tkaniny niszczonej w warunkach laboratoryjnych stosuje się reologię odkształceń ciał sprężysto-plastycznych. Reologia odkształceń umożliwia ustalenie współzależności pomiędzy: naprężeniami (σ), odkształceniami (ϵ) i czasem (t). Badanie reologii odkształceń w sposobie polega na rejestrowaniu wysokości wzniesień czaszy kulistej (h) w cyklach: obciążenie — odciążenie — odpoczynek. W cyklu obciążenia tkanina jest wypychana stałym ciśnieniem $p = 58,8 \text{ kPa}$, w cyklu odciążenia zmniejsza się gwałtownie ciśnienie z $p = 58,8 \text{ kPa}$ do $p = 9,8 \text{ kPa}$, natomiast w cyklu odpoczynku utrzymuje się pod tkaniną szczątkowe ciśnienie $p = 9,8 \text{ kPa}$ umożliwiające pomiar odkształceń trwałych.

Opierając się na założeniu, że wypychana tkanina przybiera kształt czaszy kulistej wydłużenie liniowe oblicza się z następującej zależności:

$$\epsilon = \left(\frac{r^2 + h^2}{2hr} \arcsin \frac{2hr}{r^2 + h^2} - 1 \right) \cdot 100 [\%]$$

gdzie:

r — promień próbki przed wypychaniem
 h — wysokość wyoblenia czaszy kulistej.

W cyklu obciążenia w wyniku oddziaływania naprężeń rozciągających σ (stanowiących 10% naprężeń rozrywających) w czasie t następuje narastanie deformacji ϵ aż do osiągnięcia wartości granicznej spełniającej warunek:

$$\Delta t = 5 \text{ min.}, \Delta \epsilon = 0$$

W cyklu odciążenie — odpoczynek następuje kompensacja odkształceń ϵ_c osiągniętych w cyklu oddziaływania naprężeń rozciągających (w czasie $t = 60 \text{ min.}$).

W procesie kompensacji odkształceń trwającym w przedziale czasowym $t = 0-60 \text{ min.}$ wyróżniono trzy następujące rodzaje odkształceń:

1. Odkształcenia sprężyste natychmiastowe występujące w przedziale czasu $t = 0-0,1 \text{ min.}$ podlegające prawu Hooke'a:

$$\epsilon_{\text{spr.n.}} = \frac{\sigma}{E}$$

gdzie:

E — oznacza moduł Younga.

2. Odkształcenia sprężyste opóźnione występujące w przedziale czasu $t = 0,1-60 \text{ min.}$ przebiegające zgodnie z równaniem opisującym model reologiczny Kelvina-Voita

$$\epsilon_{\text{spr. op.}} = \epsilon_{1e}^{-a_1 t} + \epsilon_{2e}^{-a_2 t} + \epsilon_{3e}^{-a_3 t}$$

gdzie:

ϵ_1 — odkształcenie szybkozanikające w czasie $t = 0,1-0,8 \text{ min.}$

ϵ_2 — odkształcenie zwolnione zanikające w czasie $t = 1-5 \text{ min.}$

ε_3 — odkształcenie zahamowane zanikające w czasie $t = 7-55$ min.

a_1, a_2, a_3 — średni czas relaksacji odpowiadający odpowiednio procesom szybkozanikającym, zwolnionym i zahamowanym

e — wartość logarytmu naturalnego.

W czasie powyżej 60 minut trwania relaksacji w przedziale $\Delta t = 5$ min. nie stwierdzono przyrostów odkształceń $\Delta \varepsilon_c = 0$. Pozostałe w tkaninie odkształcenia powyżej $t > 60$ minut traktuje się jako odkształcenia trwałe ε_{tr} 10 związane ze zmianą struktury tkaniny.

Ostatecznie kinetykę zanikania odkształceń analizuje się według następującego równania:

$$\varepsilon_c = \frac{\delta}{\text{Espr.n.}} + \varepsilon_{1e}^{-a_1 t} + \varepsilon_{2e}^{-a_2 t} + \varepsilon_{3e}^{-a_3 t} + \varepsilon_{tr} \quad 15$$

Składniki równania obejmujące odkształcenia sprężyste opóźnione rozwiązuje się metodą analityczno-graficzną. Równanie hiperboli sprowadza się poprzez logarytmowanie do postaci prostej $y = ax + b$. Następnie metodą najmniejszych kwadratów oblicza się parametry równania:

$$a = \lg e, \quad b = \lg e - a, \quad \text{natomiast } x = t. \quad 20$$

W tabeli 1 zestawiono równania opisujące kompensację odkształceń sprężystych opóźnionych tkanin niszczonych w warunkach eksploatacyjnych (tradycyjnym sposobem badania trwałości użytkowej metodą doświadczalnego użytkowania) i laboratoryjnych sposobem zgodnie z wynalazkiem.

Tabela 1

Zestawienie równań kompensacji tkaniny niszczonej w warunkach eksploatacyjnych i laboratoryjnych

Równania tkanin niszczonych w warunkach eksploatacyjnych	Równania tkanin niszczonych w warunkach laboratoryjnych
Tkanina nowa $y_1 = 0,5888 - 0,0004331 t$ $y_2 = -0,7092 - 0,1079 t$ $y_3 = -0,7838 - 0,9079 t$	
1800 godzin użytkowania $y_1 = 0,6972 - 0,0003095 t$ $y_2 = -0,7327 - 0,1203 t$ $y_3 = -0,7964 - 1,1084 t$	2500 obrotów + 2500 suwów ścierania $y_1 = 0,7146 - 0,0002962 t$ $y_2 = -0,7421 - 0,1367 t$ $y_3 = -0,8327 - 1,096 t$
3600 godzin użytkowania $y_1 = 0,7159 - 0,0002773 t$ $y_2 = -0,7347 - 0,1512 t$ $y_3 = -0,8670 - 1,1089 t$	5000 obrotów + 5000 suwów ścierania $y_1 = 0,7329 - 0,0002714 t$ $y_2 = -0,7491 - 0,1712 t$ $y_3 = -0,9099 - 1,1465 t$
5400 godzin użytkowania $y_1 = 0,7488 - 0,000217 t$ $y_2 = -0,7556 - 0,1659 t$ $y_3 = -0,9662 - 1,1839 t$	7500 obrotów + 7500 suwów ścierania $y_1 = 0,7604 - 0,000219 t$ $y_2 = -0,7669 - 0,1869 t$ $y_3 = -0,9785 - 1,2105 t$

gdzie:

y_1 — odkształcenia sprężyste opóźnione szybkozanikające

y_2 — odkształcenia sprężyste opóźnione zwolnione

y_3 — odkształcenia sprężyste opóźnione zahamowane

Wartości liczbowe równań wskazują na zbliżone charakterystyki odkształceń tkanin niszczonych w warunkach laboratoryjnych i tkanin niszczonych w warunkach eksploatacyjnych. Dla potwierdzenia wymienionego stwierdzenia przeprowadzono weryfikację statystyczną między wynikami badań tkanin niszczonych laboratoryjnie i eksploatacyjnie. Na podstawie testu t — Studenta, zakładając ryzyko błędu na poziomie istotności $\alpha = 0,01$, nie stwierdzono istotnych rozbieżności, przy prawdopodobieństwie $P = 0,99$, między reologią niszczenia laboratoryjnego i eksploatacyjnego. Wynika stąd, że zastosowane warunki niszczenia laboratoryjnego, zgodne z wynalazkiem, odtwarzają podstawowe czynniki fizyczne występujące w użytkowaniu.

Laboratoryjne niszczenie wywołuje następujące zmiany w reologii odkształceń w stosunku do tkaniny nowej:

1. Wzrost odkształceń całkowitych o 30%,

2. Spadek odkształceń sprężystych, w tym:

— natychmiastowych (zanikających w przedziale czasu $t = 0,0-0,1$ min.) o 5,5%,

— opóźnionych szybkozanikających (zanikających w czasie $t = 0,1-0,8$ min.) o 1%,

— opóźnionych zwolnionych (zanikających w czasie $t = 10,0-5,0$ min.) o 1%,

— opóźnionych zahamowanych (zanikających w czasie $t = 7,0-60,0$ min.) o 1%.

Ogólnie następuje spadek odkształceń sprężystych o 8,5%.

3. Wzrost odkształceń trwałych (utrzymujących się w czasie odpoczynku $t = 60$ min.) o 40%.

Wyniki badań zestawiono w tabeli 2.

Analizując niszczenie tkanin na podstawie reologii odkształceń stwierdza się, że w procesie niszczenia wyróżnić należy skokowe przyrosty odkształceń całkowitych ε_c i trwałych ε_{tr} w trzech fazach kolejno następujących po sobie.

W pierwszej fazie (2500 obrotów + 2500 suwów ściernego medium lub 0—1800 godzin użytkowania) występuje intensywny przyrost odkształceń $\Delta \varepsilon_c = 16\%$ i trwałych $\Delta \varepsilon_{tr} = 30,5\%$ oraz spadek odkształceń sprężystych — $\Delta \varepsilon_{spr} = 5\%$. Zjawisko to związane jest ze wzrostem procesów orientacji włókien w przędzy oraz wyrównaniem naprężeń pomiędzy nitkami w tkaninie.

W drugiej fazie niszczenia (5000 obrotów + 5000 suwów ściernego medium lub 1800—3600 godzin użytkowania) obserwuje się zmniejszenie przyrostów odkształceń całkowitych $\Delta \varepsilon_c = 1,8\%$ i trwałych $\Delta \varepsilon_{tr} = 1,8\%$ oraz spadek odkształceń sprężystych — $\Delta \varepsilon_{spr} = 1,4\%$. W fazie tej obserwuje się stabilizację odkształceń, kończy się proces orientacji. W wyniku niejednorodności budowy wyrobu naprężenia wywoływane rozciąganiem nie rozkładają się równomiernie we wszystkich elementach strukturalnych. W miejscach defektów następuje koncentracja naprężeń, powodując miejscowe uszkodzenia pojedynczych elementów strukturalnych. Wzrasta włochatość przędzy oraz następuje rozluźnienie struktury.

W trzeciej fazie niszczenia (7500 obrotów + 7500 suwów ściernego medium lub 3600—5400 godzin użytkowania) obserwuje się ponownie wzrost odkształceń całkowitych i trwałych oraz spadek odkształceń sprężystych. Przyrosty odkształceń wynoszą: $\Delta \varepsilon_c = 7,6\%$, $\Delta \varepsilon_{tr} = 10\%$, — $\Delta \varepsilon_{spr} = 2\%$. Wzrost odkształceń spowodowany jest intensywnymi zmianami struktury budowy tkaniny, ubytkami masy, pokonywaniem zmniejszonych sił tarcia pomiędzy elementami strukturalnymi (włókno-przędza i przędza-

Tabela 2

Zestawienie składowych odkształceń tkaniny zniszczonej w warunkach laboratoryjnych i eksploatacyjnych w stosunku do tkaniny nowej

ε	Czas t	Tkanina nowa $\Delta \varepsilon$	Tkanina zniszczona w warunkach eksploatacyjnych 5400 godzin użytkowania $\Delta \varepsilon$	Tkanina zniszczona w warunkach laboratoryjnych 7500 obrotów + 7500 suwów ścierania $\Delta \varepsilon$
$\varepsilon_{roz.}$	55 minut	0	1,8232	1,9100
$\varepsilon_{spr.n.}$	0,0—0,1	3,1302	3,2951	3,2408
ε_3	0,1—1,0	0,1763	0,1397	0,1404
ε_2	1,0—7,0	0,1732	0,1223	0,1220
ε_1	7,0—55,0	0,1811	0,1429	0,1397
ε_c	0,0—55,0	3,6608	3,7000	3,6428
$\varepsilon_{tri-etro}$		0	1,784	1,928

-wyrób). Wzrost odkształceń trwałych traktować należy jako graniczną wartość niszczenia laboratoryjnego tkaniny.

Na podstawie powyższego jako kryterium niszczenia laboratoryjnego odzieży ochronnej z tkanin dreliehowych przyjmuje się pracę ścierania wykonaną przez urządzenie, która spowodowała następujące zmiany graniczne odkształceń w wyrobie po k cyklach niszczenia laboratoryjnego w stosunku do odkształceń występujących w nowej tkaninie:

$$\Delta \varepsilon_c \rightarrow 30,0\%$$

$$\Delta \varepsilon_{tr} \rightarrow 40,0\%$$

$$\Delta \varepsilon_{spr} \rightarrow 8,5\%.$$

Całkowita praca niszczenia laboratoryjnego w ruchu posuwisto-zwrotnym i obrotowym po k cyklach wynosi:

$$L_c = \mu F_k l_{max} (0,8 + 1,96\pi) k \quad [J]$$

gdzie:

μ — współczynnik tarcia

p — ciśnienie

F_k — powierzchnia kontaktu tkaniny z medium ściernym

l_{max} — odległość środka próbki tkaniny od osi obrotu

k — liczba cykli

π — wartość stałej matematycznej,

L_c — wartość całkowitej pracy niszczenia laboratoryjnego.

Urządzenie do badania trwałości użytkowej tkanin, w przykładowym wykonaniu według wynalazku, składa się z układu wypychającego, układu ścierającego, układu pomiarowego i układu napędowego. Urządzenie zawiera korpus 1 z uchwytami 2, do których są zamocowane nogi o regulowanej wysokości. Każda noga korpusu składa się z trzonu 54 z kulistym łbem i kołnierzem, usytuowanym w gnieździe utworzonym w dzielonej stopce 56, 57, której elementy są połączone wkretami 55. W dolnej części stopki 57 zamocowana jest gumowa wkładka 3 amortyzująca drgania urządzenia. Górna część trzonu 54 jest nagwintowana. Noga jest zamocowana do uchwytu 2 dwoma regulacyjnymi nakrętkami 50 z podkładkami 53.

Podstawowe zespoły robocze urządzenia zamocowane są do montażowej płyty 4 usytuowanej w korpusie 1. Wypychająca głowica 5 z ciśnieniową komorą 6 połączona jest elastycznym rurowym przewodem 7 z cylindrem 8. Ciśnieniowa komora 6 zamknięta jest gumową membraną 12 i ma pierścień 13 do zamocowania próbki włókienniczego wyrobu 14 w bezpośrednim sąsiedztwie gumowej membrany 12. Ciśnieniowy zespół stanowiący zamknięty układ, wypełniony jest hydrauliczną cieczą.

Cylinder 8 składa się z płaszcza zamkniętego pokrywami 59 i 60. W przedniej części cylindra znajduje się ciśnieniowa komora ograniczona przeponową pompą 9 i nurnikiem 10, którego wewnętrzna powierzchnia jest nagwintowana w postaci nakrętki. Nurnik jest zaopatrzony w prowadnicę w postaci pryzmatycznego wpustu ze wskaźnikiem 49 przyrostu objętości, który porusza się w wycięciu płaszcza cylindra 8. Nurnik 10 napędzany jest śrubowym popychaczem 61, który jest łożyskowany w pokrywie 59 cylindra. Na popychaczu 61 zamocowana jest tarcza 63 z pokrętle 11. W przedniej pokrywie zamocowane są króćce hydraulicznych przewodów 7, 64, 65, którymi doprowadzana jest ciecz do ciśnieniowej komory 6 wypychającej głowicy 5, wyrównawczo-ciśnieniowego cylindra 15 oraz do manometru 17. Zastosowanie w cylindrze 8 przeponowej uszczelki 9 z nurnikiem 10 zabezpiecza przed występowaniem przecieków hydraulicznej cieczy. Z ciśnieniowym cylindrem 8 połączony jest hydraulicznie przewodem 64 wyrównawczo-ciśnieniowy cylinder 15 z odpowietrzającym zaworem 16, którym można odpowietrzać cały hydrauliczny układ. Wyrównawczo-ciśnieniowy cylinder 15 przeznaczony jest do tłumienia wahań ciśnienia hydraulicznej cieczy w całym hydraulicznym układzie podczas pracy urządzenia z wyobloną membraną 12 wypychającej głowicy 5. Zmianę ciśnienia cieczy w hydraulicznym układzie uzyskuje się przez zmianę położenia nurnika 10 za pomocą pokrętła 11, przy czym na skutek wzrostu ciśnienia wewnątrz tego układu następuje wyoblenie gumowej membrany 12 wypychającej głowicy 5. Ciśnienie hydraulicznej cieczy kontrolowane jest manometrem 17 włączonym do tego hydraulicznego układu.

Wypychająca głowica 5 napędzana jest krzywkowym mechanizmem 18 i wykonuje ruchy posuwisto-zwrotne. Jest ona zamocowana do suwaka 19, prowadzonego w prowadnicy 58, połączonego przegubową kostką 20 łącznikiem 21 z dwuramienną dźwignią 22 obciążoną zamykającą sprężyną 23. Przegubowa kostka 20 unieruchomiona jest na łączniku 21 dwoma regulacyjnymi nakrętkami 24 umożliwiającymi regulację wielkości skoku wypychającej głowicy 5. Dwuramienna dźwignia 22 ułożyskowana jest na osi 25, na której obraca się podczas pracy ruchem wahadłowym, współpracując z popychaczem 26 krzywkowego mechanizmu 18 zamocowanym na dźwigni 62.

Ścierająca tarcza 27 ze ściernym medium 28 jest usytuowana poniżej współpracującej z nią wypychającej głowicy 5. Ścierająca tarcza 27 porusza się ruchem obrotowym w czasie

badania trwałości użytkowej tkanin oraz jest przemieszczana pionowo ręcznym pokrętle 29 z kontrującą przeciwnakrętką 30, aż do uzyskania roboczego położenia 31, w celu uzyskania kontaktu ściernego medium 28 z próbką badanej tkaniny 14, w czasie poprzedzającym przeprowadzanie badań. Oś ścierającej tarczy ma postać rury, wewnątrz której usytuowany jest popychający pręt 66 współpracujący z dwuramienną dźwignią 67 osadzoną na osi 68, która poprzez ciągnio 72 połączona jest z przeciwcieżarem 32 ścierającej tarczy w jej ruchu pionowym oraz z układem dodatkowych obciążników 33 przeznaczonych do zmiany siły docisku ściernego medium 28 do próbki badanej tkaniny 14. Ciągnio 72 połączone jest z dźwignią 37, którą jest włączane dodatkowe obciążenie 33 ścierającej tarczy 27. Regulacja siły docisku następuje przez zwiększenie lub zmniejszenie ilości obciążników 33. Układ kinematyczny zespołu ciężarowego zapewnia powtarzalność warunków badania trwałości użytkowej kolejnych próbek tkaniny 14 w zakresie ustalonej siły docisku i powierzchni kontaktu badanej tkaniny 14 ze ściernym medium 28. Ściernie medium 28 zamocowane jest na górnej powierzchni ścierającej tarczy 27 pierścieniem 34 ze śrubami 35. Ścierająca tarcza 27 ma na górnej powierzchni promieniowe i koncentryczne nacięcia 75 przeznaczone do gromadzenia pyłu powstającego w czasie badania trwałości użytkowej tkanin, szczególnie z zastosowaniem metalowej siatki jako ściernego medium.

Ścierający układ jest wyposażony w listewkowy wskaźnik 36 położenia ścierającej tarczy 27, który jest przeznaczony do pomiarów liniowych wielkości wyoblenia próbki badanej tkaniny 14. Dla ułatwienia odczytu i zapewnienia wysokiej dokładności pomiaru wartości wyoblenia tkaniny podziałkę na wskaźniku 36 wykonano w skali dwukrotnie większej od rzeczywistych wartości wyoblenia tkaniny. W czasie pomiaru wartości wyoblenia próbki badanej tkaniny należy dźwignią 37 wyłączyć działanie układu dociskowego ścierającej tarczy 27 do wypychającej głowicy 5.

Zespół napędowy urządzenia znajduje się w korpusie 1 i składa się z elektrycznego silnika, na wale którego zamocowane jest zębate koło 38 współpracujące z dwoma zębatymi kołami 39 i 76 układów redukcyjnych przekładni napędu ścierającej tarczy 27 i napędu krzywkowego mechanizmu 18 poruszającego wypychającą głowicę 5. Każdy z tych układów przekładni zawiera zębatą przekładnię 39 i 76, pasową przekładnię 74 i 77 i dwustopniową zębatą przekładnię 40 i 41, przy czym na wspólnej osi z biernymi pasowymi kołami przekładni 74 i 77 są osadzone czynne zębate koła przekładni 40 i 41. Pozostałe zębate koła dwustopniowych przekładni 40 i 41 są osadzone na trójramiennych dźwigniach 44 i 51. Układ kinematyczny tych pośrednich przekładni, w zależności od położenia dźwigni 51 i 44, umożliwia równoczesny napęd ścierającej tarczy 27 ruchem obrotowym i wypychającej głowicy 5 ruchem posuwisto-zwrotnym, oraz napęd samej tylko ścierającej tarczy 27 lub samej wypychającej głowicy 5. W tym celu zastosowano automatycznie działający dźwigniowy układ 42 uniemożliwiający przenoszenie napędu na ścierającą tarczę 27 podczas ruchu posuwisto-zwrotnego samej wypychanej głowicy 5. Blokujący układ 43 ścierającej tarczy 27 zawiera blokującą zapadkę 71 oraz włącznik 69 i wyłącznik 70 mechanizmu blokady i jest automatycznie sprzężony z mechanizmem 42 blokady położenia dźwigni 44 pośredniej przekładni, w celu uniemożliwienia przypadkowego włączenia napędu ścierającej tarczy 27 przed wyłączeniem blokady.

Urządzenie jest wyposażone w licznik 45 obrotów ścierającej tarczy 27, licznik 46 suwów ścierającej głowicy 5, miernik 47 prędkości, który jest przełączany suwakiem 48 w celu pomiaru prędkości ścierającej tarczy 27 lub prędkości wypychającej głowicy 5, oraz wskaźnik 49 z podziałką 73 do pomiaru przyrostu objętości czaszy kulistej wyoblenia próbki badanej tkaniny 14. Liczniki 45 i 46 są napędzane od wewnętrznych krzywek osadzonych na wspólnych osiach z ostatnimi biernymi zębatymi kołami przekładni napędów ścierającej tarczy 27 i wypychającej głowicy 5. Krzywki te współpracują z toczkami osadzonymi na dwuramiennych dźwigniach napędzających liczniki 45 i 46. Miernik 47 prędkości jest napędzany poprzez zębatą przekładnię 52, która jest włączana suwakiem 48, w zależności od potrzeb, do napędowego układu ścierającej tarczy 27 lub do napędowego układu wypychającej głowicy 5.

W czasie badania trwałości użytkowej próbki badanej tkaniny 14 umieszcza się na dolnej powierzchni wypychającej głowicy 5 zakleszczając nakrętką 13 w bezpośrednim sąsiedztwie gumowej membrany 12. Następnie pokrętle 11 powoduje się przemieszczenie nurnika 10 w ciśnieniowym cylindrze 8, w wyniku czego następuje zwiększenie ciśnienia hydraulicznej cieczy w wypychającym układzie i wyoblenie membrany 12 wypychającej głowicy 5 wraz z próbką badanej tkaniny 14. Po uzyskaniużądanego ciśnienia cieczy, którego wartość wskazuje manometr 17, pokrętle 29 podnosi się ścierającą tarczę 27 do położenia roboczego 31, aż do uzyskania kontaktu próbki badanej tkaniny 14 ze ściernym medium 28, ustalając obciążnikami 33 odpowiednią siłę docisku. Po uruchomieniu napędowego układu dźwigami 44 i 51 powierzchnia próbki badanej tkaniny 14, naprężonej na skutek wyoblenia membrany 12 wypychającej głowicy 5, ścierana jest ściernym medium 28 ruchem złożonym wynikającym z nakładania się ruchu posuwisto-zwrotnego wypychającej głowicy 5 oraz ruchu obrotowego ścierającej tarczy 27. Po założonej liczbie obrotów i suwów oraz wyłączeniu napędowego układu prowadzi się relaksację próbki badanej tkaniny 14 drogą kontrolowanego zmniejszania ciśnienia hydraulicznej cieczy w wypychającym układzie.

Rejestracji podlegają odkształcenia trwałe i całkowite oraz stan powierzchni próbki badanej tkaniny 14. Po wykonaniu tych czynności prowadzi się następne cykle badań tej samej próbki tkaniny 14, za do wyczerpania ustalonego programu badań. Wyniki tak prowadzonych badań użytkowych metodą instrumentalną są skorelowane z wynikami badań użytkowych prowadzonych metodą użytkowania wyrobów.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób badania trwałości użytkowej wyrobów włókienniczych z zastosowaniem wypychania i powierzchniowego ścierania, **znamienny** tym, że włókienniczy wyrób poddaje się cyklicznie jednoczesnemu wielokierunkowemu odkształcaniu drogą kontrolowanego wypychania i powierzchniowemu ścieraniu, przy stosowaniu regulowanego docisku ścierającego medium do włókienniczego wyrobu i złożonego ruchu ścierającego medium względem włókienniczego wyrobu, wynikającego z nakładania się ruchu obrotowego i posuwisto-zwrotnego, oraz relaksacji przez kontrolowane zmniejszanie rozciągających sił działających na włókienniczy wyrób i porównuje się ilość pracy włożonej w niszczenie włókienniczego wyrobu w danym cyklu niszczenia oraz w czasie całego okresu laboratoryjnych badań.

13

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że po każdym cyklu niszczenia włókienniczego wyrobu rejestruje się wielkości jego odkształceń całkowitych oraz ich składowych sprężystych natychmiastowych, opóźnionych i trwałych.

3. Urządzenie do badania trwałości użytkowej włókienniczych wyrobów, zawierające elastyczną membranę, ścierające medium, uchwyty do włókienniczego wyrobu i napędowy układ, **znamiennie tym**, że zawiera wypychającą głowicę (5) z ciśnieniową komorą (6) o elastycznej ścianie (12), wypełnioną płynem, połączoną szczelnym rurowym przewodem (7) z ciśnieniowym układem (8) wyposażonym w urządzenie (9), (10) do zmiany ciśnienia płynu, oraz zawiera ścierającą tarczę (27) ze ściernym medium (28) kontaktującą się w roboczym położeniu (31) z włókienniczym wyrobem (14) zamocowanym w bezpośrednim sąsiedztwie elastycznej ściany (12), przy czym wypychająca głowica (5) i ścierająca tarcza (27) mają niezależnie działające napędowe układy (44) i (51).

4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że zawiera hydrauliczny ciśnieniowy układ z ciśnieniowym cylindrem (8), połączonym elastycznym rurowym przewodem (7) z ciśnieniową komorą (6) wypychającej głowicy, przy czym w ciśnieniowym cylindrze (8) znajduje się przeponowa pompa (9) z nurnikiem (10).

14

5. Urządzenie według zastrz. 3 albo 4, **znamiennie tym**, że ma wyrównawczo-ciśnieniowy cylinder (15) z odpowietrzającym zaworem (16) połączony hydraulicznie z hydraulicznym ciśnieniowym układem.

6. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że wypychająca głowica (5) zamocowana jest na suwaku (19) i (21) połączonym przegubem (20) z dwuramienną dźwignią (22) współpracującą z popychaczem (26) krzywkowego mechanizmu (18).

7. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że zawiera ciężarowy mechanizm z przeciwcieżarem (32) ścierającej tarczy (27) oraz układem zmiennych obciążników (33) osadzonych na dwuramiennej dźwigni (67) kontaktującej się z popychaczem (66) współpracującym z mechanizmem pionowego przesuwu ścierającej tarczy (27).

8. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że napędowy układ ścierającej tarczy (27) zawiera wstępną pośrednią zębatą przekładnię (39), pośrednią pasową przekładnię (74) i końcową dwustopniową zębatą przekładnię (40), a napędowy układ wypychającej głowicy (5) zawiera wstępną pośrednią zębatą przekładnię (76), pośrednią pasową przekładnię (77), końcową dwustopniową zębatą przekładnię (41) i krzywkowy mechanizm (18), przy czym wstępne pośrednie zębate przekładnie (39) i (76) współpracują z elektrycznym silnikiem (38).

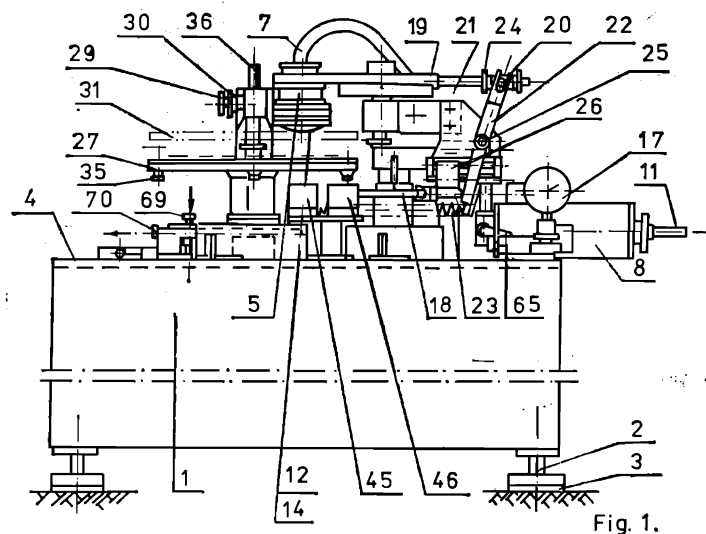


Fig. 1.

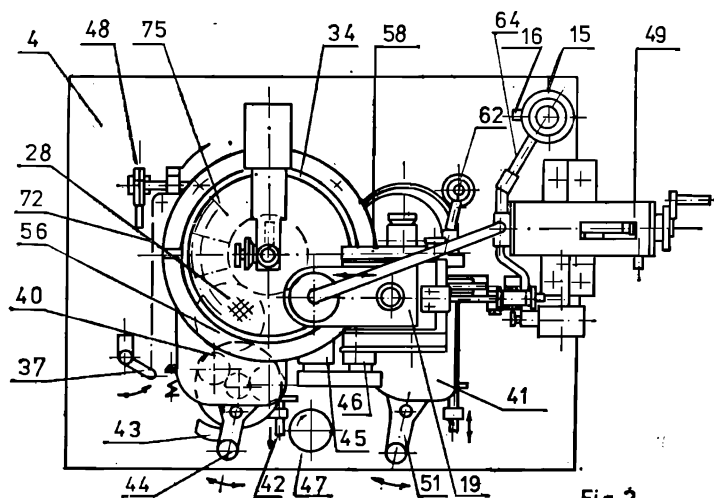


Fig. 2.

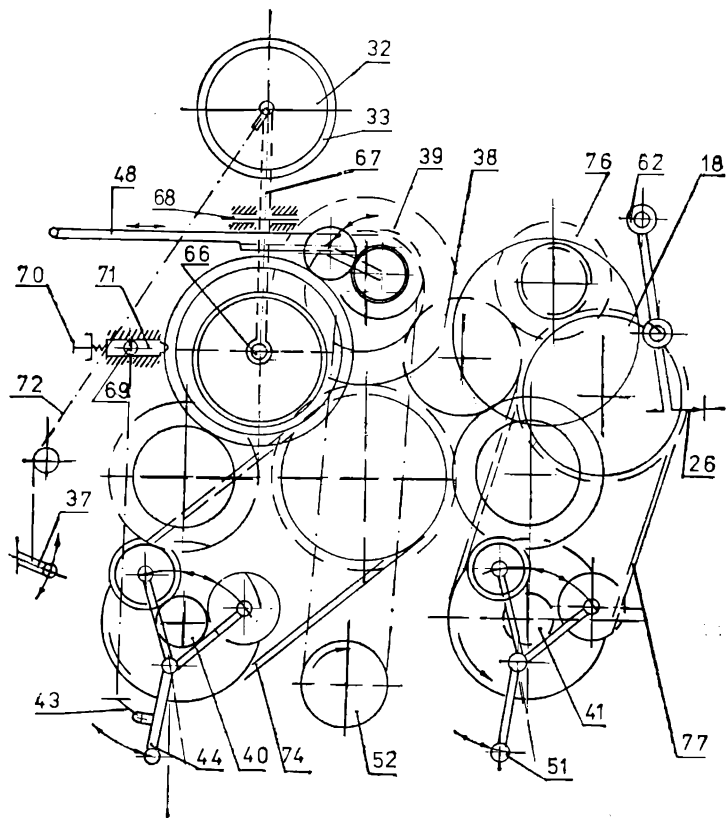
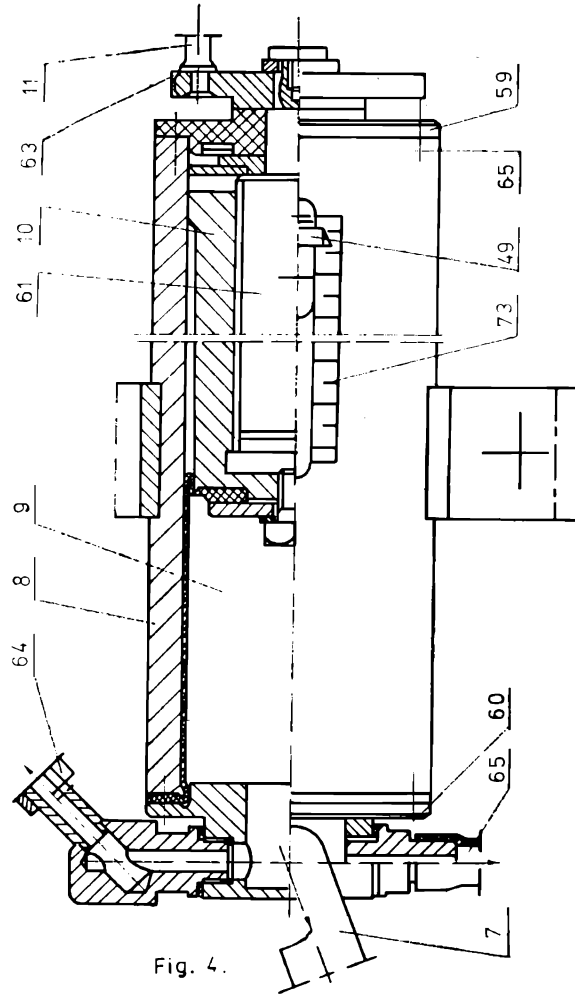


Fig. 3.



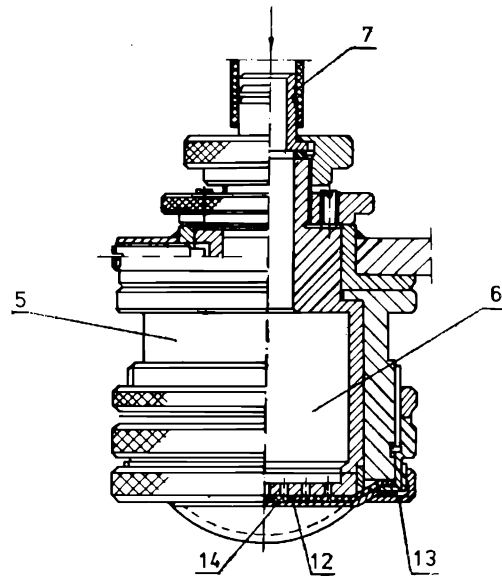


Fig. 5

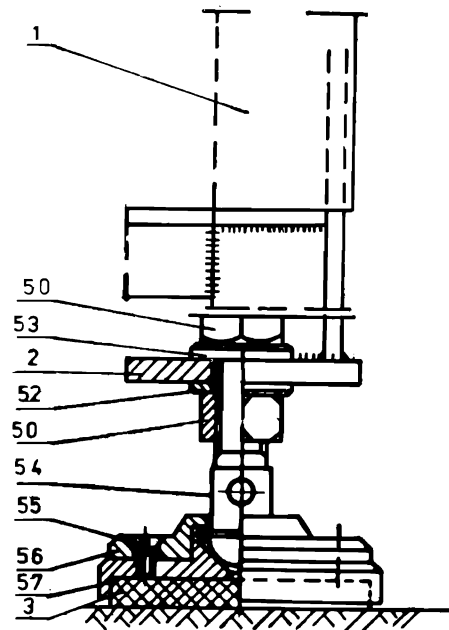


Fig. 6.