



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

21 Numer zgłoszenia: 277718

51 IntCl⁵:
F16F 3/00

22 Data zgłoszenia: 14.02.1989

CZYTELNIA
S. O. L. I. A

54

Sprężyna z dwoma stanami równowagi trwałej

43

Zgłoszenie ogłoszono:
20.08.1990 BUP 17/90

45

O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.07.1992 WUP 07/92

73

Uprawniony z patentu:
Polska Akademia Nauk Instytut Podstawowych
Problemów Techniki, Warszawa, PL

72

Twórca wynalazku:
Henryk Frąckiewicz, Warszawa, PL

57

1. Sprężyna z dwoma stanami równowagi trwałej, znamienna tym, że składa się przynajmniej z jednej pary listew sprężystych (1, 1', 1'') i dwóch elementów kształtowych (3, 5) i (7 i 8) określonych kątami (γ , $+\gamma'$) i ($-\gamma'$ i γ''), przy czym listwy sprężyste (1), (1'), (1'') każdej pary połączone są ze sobą, korzystnie na końcach, ramionami elementów kształtowych (3), (5), (7) i (8) w taki sposób, że pomiędzy sąsiednimi bokami listew (1), (1'), (1'') utworzona jest szczelina (2), (4), (6) o długości (a , a_1 , a_2) i zmiennej szerokości (b , b_1) i (b_2), natomiast listwy (1), (1'), (1'') są usytuowane względem siebie tak, że w kolejnych przekrojach są nachylone pod kątem określonym kątem nachylenia ramion elementów kształtowanych (3, 5, 7 i 8).

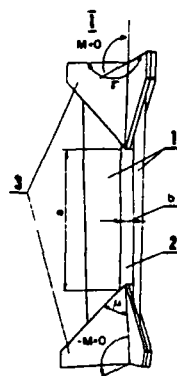


Fig. 1

Sprężyna z dwoma stanami równowagi trwałej

Zastrzeżenia patentowe

1. Sprężyna z dwoma stanami równowagi trwałej, **znamienna tym**, że składa się przynajmniej z jednej pary listew sprężystych (1, 1', 1'') i dwóch elementów kształtowych (3, 5) i (7 i 8) określonych kątami (γ , $+\gamma'$) i ($-\gamma'$ i γ''), przy czym listwy sprężyste (1), (1'), (1'') każdej pary połączone są ze sobą, korzystnie na końcach, ramionami elementów kształtowych (3), (5), (7) i (8) w taki sposób, że pomiędzy sąsiednimi bokami listew (1), (1'), (1'') utworzona jest szczelina (2), (4), (6) o długości (a , a_1 , a_2) i zmiennej szerokości (b , b_1) i (b_2), natomiast listwy (1), (1'), (1'') są usytuowane względem siebie tak, że w kolejnych przekrojach są nachylone pod kątem określonym kątem nachylenia ramion elementów kształtowanych (3, 5, 7 i 8).

2. Sprężyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że listwy (1', 1'') w stanie nie naprężonym mają kształt tworzący krzywiznę Gausa o powierzchni średniej równej zero.

3. Sprężyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że listwy (1) mają zmienny przekrój.

4. Sprężyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że listwy (1, 1', 1''), są połączone sprężysto.

5. Sprężyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że elementy kształtowe (7, 8) są sprężyste.

6. Sprężyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że elementy kształtowe (3, 5, 7 i 8) mają skośne boki w płaszczyźnie dociskowej.

7. Sprężyna według zastrz. 1, **znamienna tym**, że szczelina (4, 6) ma zmienną szerokość (b_1 , b_2) wzdłuż długości (a_1 , a_2).

* * *

Przedmiotem wynalazku jest sprężyna z dwoma stanami równowagi trwałej służąca do regulowania wzajemnego położenia ruchomych części współpracujących oraz magazynowania energii sprężystej.

Znane są powszechnie sprężyny w postaci prętów, płytek, drutów zwiniętych w spiralę, drutów zwiniętych w linię śrubową i listew o różnych kształtach. Charakteryzują się one wielką różnorodnością charakterystyk w zależności od zużytego materiału i jego formy początkowej.

Z polskiego opisu patentowego nr 129 927 znana jest na przykład sprężyna o nieliniowej charakterystyce. Istotą tej sprężyny stanowią dwa poziome elementy usytuowane prostopadłe do kierunku działania siły obciążającej, połączone ze sobą za pomocą dwóch pionowych elementów rozchylonych wstępnie względem siebie w przeciwnych kierunkach oraz prostopadłe do krawędzi poziomych elementów, przy czym pionowe elementy mają zmienny przekrój wzdłuż długości.

Wszystkie dotychczas stosowane sprężyny charakteryzują się tym, że dla danego obciążenia zewnętrznego istnieje tylko jedno odkształcenie sprężyny odpowiadające jej stanowi równowagi. Oznacza to, że charakterystyka sprężyny wyrażająca związek pomiędzy obciążeniem zewnętrznym a parametrem odkształcenia sprężyny jest funkcją jednoznaczną. Przy stosowaniu istniejących sprężyn realizacja dwóch położów równowagi dla tego samego obciążenia zewnętrznego wymaga stosowania układów zawierających oprócz sprężyny przynajmniej jednego dodatkowego elementu.

Dotychczasowe sprężyny mogą magazynować energię sprężystą tylko wtedy, gdy działa na nie obciążenie zewnętrzne, a gdy ono zanika to energia sprężysta przekształca się w inny rodzaj energii.

Celem wynalazku jest opracowanie konstrukcji sprężyny o regulowanych położeniach równowagi przedmiotów wprawianych w ruch, w określonym przedziale położów.

Zgodnie z wynalazkiem sprężyna składa się przynajmniej z jednej pary listew sprężystych i dwóch elementów kształtowych określonych odpowiednimi kątami, przy czym listwy sprężyste każdej pary połączone są ze sobą na końcach sprężystymi ramionami elementów kształtowych, w taki sposób, ażeby pomiędzy sąsiednimi bokami listew powstała szczelina (szczeliny) o określonej długości i zmiennej szerokości.

Listwy sprężyste są usytuowane względem siebie tak, że w kolejnych przekrojach są nachylone pod kątem określonym kątem nachylenia ramion elementów kształtowych. Listwy w stanie nie naprężonym mają kształt tworzący krzywiznę Gausa o powierzchni średniej równej zera, mają zmienny przekrój, są połączone sprężystością i mają skośne boki w płaszczyźnie dociskowej a szczelina utworzona między nimi ma zmienną szerokość wzdłuż długości.

Dobierając odpowiednie własności materiałowe listew oraz ich kształt początkowy, a także kształt i własności materiałowe elementów kątowych i wreszcie dokonując właściwego zamocowania listew w elementach kątowych, otrzymamy różne rozwiązania konstrukcyjne sprężyny będącej przedmiotem wynalazku. Wielkiej różnorodności uzyskanych w ten sposób rozwiązań sprężyn towarzyszy jeszcze większa różnorodność charakterystyk wyrażających związek pomiędzy obciążeniem zewnętrznym sprężyny a parametrem określającym jej odkształcenie. Właściwy dobór parametrów geometryczno-sprężystych sprężyny umożliwia jednak zawsze uzyskanie charakterystyki nie jednoznacznej odpowiadających sprężnie o co najmniej dwóch stanach równowagi. Można także uzyskać rozwiązanie konstrukcyjne sprężyny charakteryzującej się zdolnością do trwałego magazynowania energii sprężystej.

Sprężyny według wynalazku przeznaczone być mogą do: realizacji zacisku pomiędzy różnymi przedmiotami, zamykania łańcuchów kinematycznych, trwałego magazynowania energii sprężystej w zderzakach oraz realizacji dwóch położeń równowagi w różnego rodzaju mechanizmach.

Wynalazek został zilustrowany na trzech przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 i fig. 2 przedstawiają sprężynę dwupołożeniową w widoku i fig. 3 pokazuje wykres charakterystyki sprężyny według fig. 1, a fig. 4 i fig. 5 przedstawiają inny przykład sprężyny dwupołożeniowej w widoku i fig. 6 pokazuje wykres charakterystyki sprężyny według fig. 4, natomiast fig. 7 i fig. 8 przedstawiają następny przykład sprężyny dwupołożeniowej w widoku i fig. 9 pokazuje wykres charakterystyki sprężyny według fig. 7.

Przykład I. Sprężyna dwupołożeniowa przedstawiona na rysunku na fig. 1 i fig. 2 składa się z dwóch wstępnie płaskich listew sprężystych 1 i dwóch elementów kształtowych 3 o ramionach nachylonych do siebie pod kątem γ . W elementach kształtowych 3 zamocowane są końce listew sprężystych 1 umieszczone w ramionach tych elementów 3. Listwy 1 nachylone są do siebie pod kątem γ nachylenia ramion elementów kształtowych 3.

Krawędzie dociskowe elementów kształtowych 3 tworzą kąt μ z krawędziami bloków listew 1. Pomiedzy sąsiednimi bokami listew 1 utworzona jest szczelina 2 o długości a i szerokości b , ustalona w zależności od parametrów i charakterystyki sprężyny. Listwy 1 przed ich zamocowaniem w ramionach elementów kształtowych 3 są nieodkształcone (fig. 1).

Działanie sprężyny jest następujące. Jak pokazano na wykresie fig. 3 sprężyna charakteryzuje się dwoma położeniami, przy których zachodzi zjawisko równowagi trwałej odpowiadającej momentowi $M=0$ w pozycji I i w pozycji II. Z pozycji I sprężynę można wychylić działając momentami i „+M” i „-M”. Listwy 1 zostają odkształcone. Przy wzroście momentów „+M” i „-M” wzrasta odkształcenie określone kątem α , którego przebieg pokazuje charakterystyka (fig. 3).

Z wykresu przebiegu wynika, że dla $\alpha = \alpha_1$, $\alpha = \alpha_2'$ i $\alpha = \alpha_2$ momenty są równe zero z tym, że α_2' odpowiada równowadze chwiejnej sprężyny a α_2 równowadze trwałej. Tak więc sprężyna posiada dwa położenia równowagi trwałej $\alpha_2 = 0$ i $\alpha = \alpha_2$, którym odpowiadają momenty $M = 0$ i $-M = 0$.

Charakterystyka sprężyny przedstawiona na wykresie (fig. 3) jest funkcją wymiarów geometrycznych sprężyny, długości i przekrojów listew 1 oraz kształtu i stałych sprężystych materiału. Doświadczalny lub teoretyczny dobór tych parametrów zapewnia taką relację pomiędzy energiami ściskania i rozciągania, zginania i skręcania sprężyny, przy których zachodzi zjawisko stanów równowagi trwałej w dwóch położeniach $\alpha = \alpha_1 = 0$ i $\alpha = \alpha_2$.

Sprężyna przedstawiona w tym przykładzie charakteryzuje się tym, że w pozycji II położenia równowagi odpowiadającej $\alpha_2 = 0$ magazynuje w sposób trwały energię sprężystą równą różnicy pracy $L_1 - L_2$ (fig. 3). Ten rodzaj sprężyny może być stosowany w konstrukcjach zderzaków itp.

Przykład II. Sprężyna dwupołożeniowa przedstawiona na fig. 4 i fig. 5 składa się z dwóch wstępnie płaskich listew sprężystych 1' i dwóch elementów kształtowych pierwszym 7 i drugim 8 określanych odpowiednio kątem $+\gamma'$ i $-\gamma'$. Jedne końce listew sprężystych 1' mocuje się najpierw w

pierwszym elemencie kształtowym 7 określonym kątem $+\gamma'$ a następnie po odkształceniu mocuje się w drugim elemencie kształtowym 8 określonym kątem $-\gamma'$. Sprężyna przyjmuje położenie pokazane na fig. 4, które odpowiada obciążeniu zewnętrznemu $\mathbf{M} = \mathbf{0}$ i $-\mathbf{M} = \mathbf{0}$. Pomiedzy sąsiednimi bokami listew 1' utworzona jest szczelina 2 o długości a_1 i zmiennej szerokości b_1 .

Działanie sprężyny jest następujące. Jak przedstawiono na wykresie (fig. 6) sprężyna charakteryzuje się dwoma położeniami równowagi trwałej w pozycjach III (fig. 4) i IV (fig. 5).

Z pozycji III (fig. 4) sprężynę można wychylić działając momentami „M” i „-M”, listwy 1' zostają odkształcone przy wzroście momentów „M” i „-M” wzrasta wychylenie określone kątem α' , którego przebieg pokazuje charakterystyka (fig. 6). Z wykresu (fig. 6) wynika, że dla $\alpha = \alpha_1$, $\alpha = \alpha_2'$, $\alpha = \alpha_2$ momenty są równe zero z tym, że punkt α_2' odpowiada równowadze chwiejnej a punkty α_1 i α_2 odpowiadają równowadze trwałej. Tak więc sprężyna posiada dwa położenia równowagi trwałej dla $\alpha = -\alpha_1$ i $\alpha = \alpha_2 = \alpha_1$, którym odpowiadają momenty $\mathbf{M}' = \mathbf{0}$ i $-\mathbf{M}' = \mathbf{0}$.

Charakterystyka sprężyny przedstawiona na wykresie fig. 6 jest funkcją wymiarów geometrycznych sprężyny (długość przekrojów oraz kąta μ i stałych sprężystych materiałów). Doświadczalny lub teoretyczny dobór tych parametrów zapewnia taką relację pomiędzy energiami ściskania i rozciągania, zginania i skręcania, przy których zachodzi zjawisko równowagi trwałej w dwóch położeniach $\alpha = -\alpha_1$ i $\alpha = \alpha_2 = \alpha_1$.

Sprężyna przedstawiona w tym przykładzie charakteryzuje się tym, że w obydwóch położeniach równowagi trwałej magazynuje w sposób trwały jednakową minimalną energię sprężystą.

Przykład III. Na fig. 7 i fig. 8 przedstawiono sprężynę o dwóch stanach równowagi trwałej. Sprężyna składa się z dwóch wstępnie płaskich listew sprężystych 1'' i dwóch elementów kształtowych 5 o kątach $\gamma'' = 180^\circ$. Listwy 1'' zamocowane są najpierw w pierwszym elemencie kształtowym 7 jednymi końcami a następnie odpowiednio odkształcone listwy 1'' zamocowane są w drugim elemencie kształtowym 5.

Sprężyna przyjmuje położenie przedstawione na fig. 8, które odpowiada obciążeniu zewnętrznemu o momentach $\mathbf{M}'' = \mathbf{0}$ i $-\mathbf{M}'' = \mathbf{0}$. Pomiedzy sąsiednimi bokami listew 1'' utworzona jest szczelina 4 o długości a_2 i zmiennej szerokości b_2 . Kształt szczeliny 4 ustalony jest w zależności od parametrów i charakterystyki sprężyny.

Działanie sprężyny jest następujące. Na wykresie (fig. 9) pokazano, że sprężyna charakteryzuje się dwoma położeniami równowagi trwałej w pozycji V (fig. 7) i w pozycji VI (fig. 8). Z pozycji V (fig. 7) sprężynę można wychylić działając momentami „M” i „-M”. Listwy 1'' zostają odkształcone przy wzroście momentów „M” i „-M” wzrasta wychylenie określone kątem α , którego przebieg pokazuje charakterystyka (fig. 9). Z wykresu wynika, że dla $\alpha = -\alpha$, $\alpha = \alpha_2'$ i $\alpha = \alpha_2$ momenty są równe zero z tym, że punkt α_2' odpowiada równowadze chwiejnej a punkty α_1 i α_2 odpowiadają równowadze trwałej. Tak więc sprężyna posiada dwa położenia równowagi trwałej dla $\alpha' = \alpha_1$ i $\alpha = \alpha_2 = \alpha_1$, którym to punktom odpowiadają momenty $\mathbf{M}'' = \mathbf{0}$ i $-\mathbf{M}'' = \mathbf{0}$.

Charakterystyka sprężyny przedstawiona na wykresie fig. 9 jest funkcją wymiarów geometrycznych sprężyny i stałych sprężystych materiałów. Sprężyna przedstawiona w tym przykładzie również charakteryzuje się, jak w przykładach poprzednich dwoma położeniami równowagi trwałej. Dobór parametrów, doświadczalny lub teoretyczny zapewnia odpowiednią relację pomiędzy energiami, przy których zachodzi zjawisko równowagi trwałej.

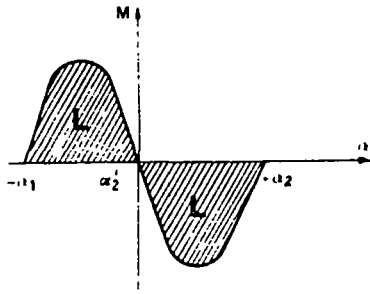


Fig. 9

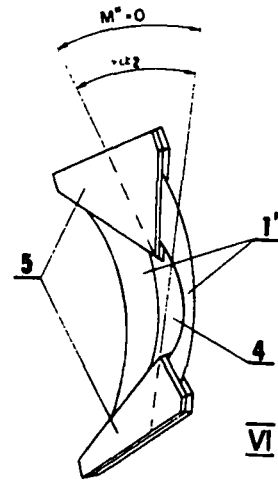


Fig. 8

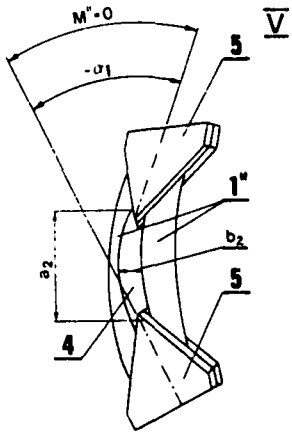


Fig. 7

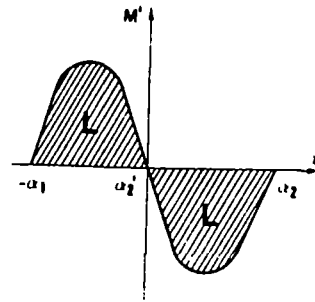


Fig. 6

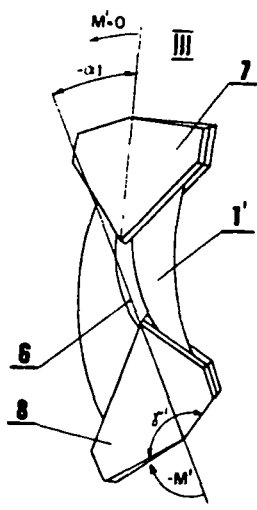


Fig. 4

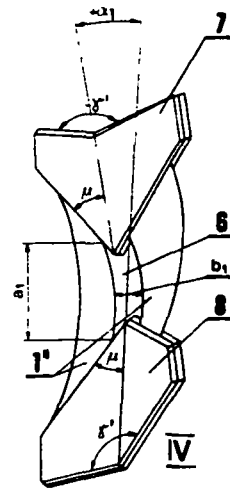


Fig. 5

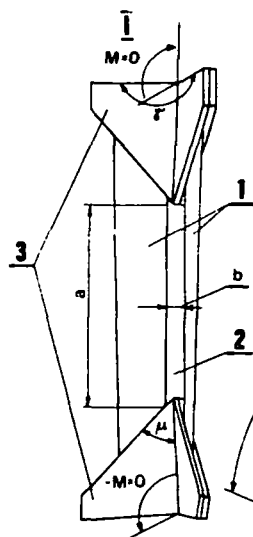


Fig. 1

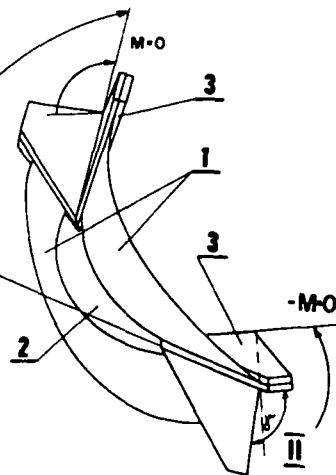


Fig. 2

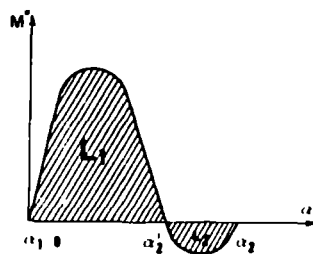


Fig. 3