



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00904**

(22) Data de depozit: **14/09/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/08/2017** BOPI nr. **8/2017**

(41) Data publicării cererii:
30/05/2012 BOPI nr. **5/2012**

(73) Titular:
• **SAVIN NICOLAE, BD. MAREA UNIRE,
BL. P6, ET. 7, AP. 26, GALAȚI, GL, RO**

(72) Inventatori:
• **SAVIN NICOLAE, BD. MAREA UNIRE,
BL. P6, ET. 7, AP. 26, GALAȚI, GL, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**JPH 0924119 A; DE 102004026053 A1;
US 4681319 A; US 4441712 A**

(54) **RACHETĂ DE TENIS CU ELASTICITATE OMOGENĂ**



RO 127380 B1

1 Racheta de tenis este un obiect de joc în tenisul de câmp, în badminton și în alte
sporturi similare, alcătuit dintr-o rețea de coarde fixate pe un cadru oval, prevăzut cu un
3 mâner cu ajutorul căruia se lovește mingea.

Suprafața de lovire este definită ca aria principală a rețelei sau structura de coarde,
5 și este mărginită de punctele de intrare a coardelor în cadrul rachetei, sau de punctele de
contact cu rama (care dintre cele două suprafețe este mai mică). Structura de coarde trebuie
7 să fie plană, iar coardele să fie întreșesute alternativ sau lipite acolo unde ele se întretaie.
Structura de coarde trebuie să fie în general uniformă și, în particular, nu mai puțin densă
9 în centru decât în oricare altă zonă. Racheta trebuie să fie proiectată și tensionată astfel
încât caracteristicile sale de joc să fie identice pe ambele fețe ale sale.

11 Este cunoscută o astfel de rachetă cu amortizoare de șoc (**WO 2010094894 A1**).
Această rachetă are cadrul oval format din două părți: cadrul exterior și cadrul interior,
13 ambele cu secțiuni tubulară. Cadrul interior are o secțiune de formă elipsoidală și este rigid,
iar cadrul exterior, ce se înfășoară practic pe cadrul interior, are o secțiune ce permite defor-
15 marea sa elastică. Practic, coardele sunt prinse pe cadrul exterior, iar în timpul lovirii mingii,
din cauza creșterii tensiunii din coarde, acestea măresc presiunea pe cadrul exterior, care
17 se deformează, creând astfel o amortizare.

Este, de asemenea, cunoscută o rachetă descrisă în **US 5458331 (A)**, în care cadrul
19 oval al rachetei este format din cadrul interior fix și cadrul exterior ajustabil, pneumatic.
Punctele de prindere ale coardelor se află pe cadrul exterior al rachetei.

21 Există pe plan mondial o multitudine de dispozitive de amortizare a vibrațiilor produse
în momentul lovirii mingii cu altă zonă decât cea centrală, ca, de exemplu, dispozitivul
23 descris în **US 7530910 (B1)**, dispozitiv ce se montează pe cadrul rachetei.

Documentul **JPH 0924119 (A)** dezvăluie o rachetă de tenis ce are prevăzute în cadru
25 niște fante paralele între ele și perpendiculare pe planul racordajului, ce permit coardelor să
culiseze de-a lungul acestor fante, atunci când mingea lovește racheta. Cadrul are în sec-
27 țione, la partea interioară, o formă curbată, astfel încât lățimea în centru cadrului este mai
mică decât la părțile exterioare ale acestuia, zona curbată reprezentând totodată și căile de
29 rulare a unor mecanisme de culisare. Aceste mecanisme pot fi cu role și prevăzute cu niște
amortizatoare la capetele cursei de culisare.

31 Sunt, de asemenea, cunoscute rachete de tenis (**DE 102004026053 A1**,
US 4681319 A, **US 4441712 A**) ce prezintă diverse elemente elastice de amortizare a
33 coardelor, care sunt montate în cadrul rachetei, și prin care trec respectivele coarde, per-
mițând astfel să preia deplasările transversale în urma ciocnirii cu mingea.

35 Problema tehnică obiectivă pe care o rezolvă invenția propusă constă în deplasarea
capetelor de coardă într-un plan perpendicular pe planul orizontal al rachetei.

37 Suprafața de lovire a rachetei prezintă o zonă centrală numită și "zona liniștită", zona
cu care este recomandabil să fie lovită mingea de tenis. Dacă, dintr-un motiv sau altul,
39 mingea nu este lovită cu această zonă, apar următoarele manifestări nedorite:

41 - în rachetă apar vibrații și șocuri puternice, care se transmit, prin intermediul
mânerului, către brațul cu care jucătorul ține racheta;

43 - mingea este respinsă din rachetă pe o traiectorie oblică față de direcția de ciocnire,
chiar dacă direcția de ciocnire este perpendiculară pe suprafața de lovire sau planul orizontal
al rachetei, mai precis, direcția de recul nu mai este determinată doar de direcția de ciocnire,
45 așa cum ar fi normal într-o ciocnire elastică;

47 - înainte de a părăsi racheta, mingea se rostogolește pe suprafața de lovire și își
pierde evident din impuls;

49 - apare un moment de răsucire a rachetei în jurul axei sale longitudinale, mai puternic
decât ar trebui să fie.

RO 127380 B1

În fig. 1 am vizualizat elementele principale ale unei rachete de tenis, făcând notațiile:	1
1 - cadrul oval sau capul rachetei;	
2 - mânerul;	3
c_t - corzi transversale;	
c_l - corzi longitudinale;	5
PH - planul orizontal al rachetei;	
Ptc - plan transversal central;	7
Plc - plan longitudinal central;	
Oz - axa longitudinală a rachetei;	9
n_r - noduri ale rețelei;	
n_p - noduri de prindere.	11
Am definit ca noduri ale rețelei intersecția dintre o coardă longitudinală și o coardă transversală, iar ca nod de prindere, punctul în care o coardă este prinsă sau fixată de cadrul rachetei.	13
În fig. 2a mingea de tenis este lovită cu centrul suprafeței de lovire, iar direcția de ciocnire este perpendiculară pe planul orizontal PH. Punctul A este egal depărtat de ambele capete ale coardei, în cazul de față nodurile de prindere fixe N_{r1} și N_{r2} , adică $x_1 = x_2$. Coarda se va deforma uniform, și vom avea două ramuri sau segmente de coardă simetrice s_1 și s_2 , ce vor face același unghi α cu planul orizontal PH. În timpul ciocnirii apare o forță impulsivă variabilă ca mărime, compusă din forța impulsivă a mingii \vec{F}_{im} și forța impulsivă a rachetei \vec{F}_{ir} . Datorită acestor forțe care acționează pe aceleași directive, dar sunt opuse ca sens, apare o presiune pe suprafața de contact dintre minge și coardă. Datorită presiunii de contact, avem forțe de reacțiune atât în coardă, cât și în mingea de tenis. Forțele de reacțiune sau repulsive, ce acționează asupra mingii pe cele două suprafețe corespunzătoare lungimii arcelor de înfășurare a coardei pe minge \widehat{AB} , respectiv, \widehat{AC} , vor fi \vec{R}_1 , respectiv, \vec{R}_2 . Presiunea de contact nu este uniformă pe toată suprafața de contact (fig. 2b), dar vom lua în calcul o presiune medie dp . În acest caz putem scrie:	15 17 19 21 23 25 27
$R_1 = \widehat{AB} \cdot D_c \cdot dp$ $R_2 = \widehat{AC} \cdot D_c \cdot dp$, în care D_c este diametrul corzii.	29
Dar $\widehat{AB} = \widehat{AC}$, deoarece au aceeași rază și subîntind același unghi la centru α . În consecință, $R_1 = R_2$ și ele vor fi simetric dispuse față de direcția de ciocnire, respectiv, axa Oy, formând același unghi $\alpha/2$ cu această axă. Vom avea o rezultantă pe direcția Oy cu sensul din fig. 2b.	31 33
$\vec{R} = \vec{R}_1 + \vec{R}_2$	35
\vec{R} este variabilă ca mărime, crescând de la valoarea 0, în momentul impactului, până la o valoare maximă, egalând și depășind la un moment dat ca mărime valoarea lui \vec{F}_{im} , moment în care mingea începe să părăsească suprafața rachetei pe aceeași direcție pe care a venit. Acesta este cazul fericit când mingea lovește racheta în zona sa centrală sau "zona liniștită". În celelalte cazuri, mai frecvente, când ciocnirea se produce dezaxat față de axa longitudinală sau transversală a rachetei, atunci ne vom afla într-o situație similară celei din fig. 2c. Considerăm că traiectoria de ciocnire este, de asemenea, perpendiculară pe planul orizontal PH al rachetei, adică axa Oy. În acest caz segmentul s_1 va face cu planul PH un unghi α , iar segmentul s_2 , un unghi β cu același plan. Observăm că	37 39 41 43

RO 127380 B1

1 $\angle \alpha < \angle \beta \Rightarrow \widehat{AB} < \widehat{AC} \Rightarrow R_1 < R_2$, iar unghiul $\alpha/2$ pe care \vec{R}_1 îl face cu Oy este
mai mic decât unghiul $\beta/2$ pe care \vec{R}_2 îl face cu aceeași axă. În consecință, rezultanta \vec{R} nu
3 va mai avea suportul pe axa Oy , ci va face cu aceasta un unghi $\gamma > 0$. Fie \vec{R}_x și \vec{R}_y
proiecțiile lui \vec{R} pe Ox , respectiv, Oy .

5 În primul rând se observă că traiectoria pe care mingea va părăsi racheta sau direcția
de recul va fi înclinată cu unghiul γ față de direcția de ciocnire. Cu cât dezaxarea Δx va fi mai
7 mare, cu atât unghiul γ va crește fără ca direcția de ciocnire să se modifice. Constatăm că
mingea capătă traiectorii diferite când părăsește racheta, deși jucătorul a lovit-o cu aceeași
9 înclinație a rachetei. Altfel spus, jucătorul nu mai poate controla traiectoria mingii.

În al doilea rând, observăm că, în cazul în care componenta \vec{R}_y este compensată de
11 \vec{F}_{im} , componenta \vec{R}_x este necompensată de vreo altă forță, și are drept consecință princi-
pală o mișcare de rostogolire a mingii pe suprafața de lovire, spre centrul rachetei (fig. 2d).
13 Atât timp cât $F_{im} > R_y$, mingea nu se poate desprinde de rachetă, ci va avea o deplasare pe
direcția Oy în sensul lui F_{im} concomitent cu această mișcare de rostogolire pe suprafața
15 rețelei de coarde. Conform legilor frecării de rostogolire, se va produce o denivelare Δh în
fața mingii în punctul B . Momentul activ va fi:

17 $M_a = R_x (r - \Delta h) \approx R_x \cdot r$ ($\Delta h \ll r$) și un moment rezistent M_r de forma:
 $M_r = (F_{im} - R_y) \cdot k$, unde k este brațul forței rezistente, iar r este raza mingii. Relația
19 pentru determinarea lui k se poate deduce din ecuația:

$$21 \quad M_a = M_r \Leftrightarrow R_x \cdot r = (F_{im} - R_y) \cdot k \Rightarrow$$
$$23 \quad \Rightarrow k = \frac{R_x \cdot r}{F_{im} - R_y}$$

Explicitarea lui k , reprezentând coeficientul de frecare de rostogolire, este mai com-
25 plexă, și nu este scopul nostru să o facem aici, dar putem deduce că, datorită deformațiilor
puternice suferite atât de către minge, cât și de către coardă, în timpul ciocnirii, el va crește.
27 Trebuie să mai menționăm aici că, datorită rostogolirii mingii pe suprafața corzii și a apariției
forțelor de frecare, tensiunea din segmentul de coardă s_1 va fi diferită de tensiunea din
29 segmentul s_2 . Plaja de variație a raportului dintre cele două tensiuni este dată de formula lui
Euler pentru frecarea firelor (în cazul nostru, considerăm că firul este fix și mingea se
31 rostogolește).

O consecință imediată a mișcării de rostogolire va fi diminuarea impulsului inițial de
33 ciocnire cu cantitatea necesară învingerii forțelor de frecare, mingea fiind propulsată din
rachetă cu o forță mai mică decât în cazul în care impulsul inițial de ciocnire s-ar fi păstrat.
35 În mod eronat se consideră aici că mingea rămâne mai puțin timp în coarde, și nu mai capătă
suficientă forță de recul, adică durata ciocnirii ar fi mai mică. Impulsul inițial al mingii fiind
37 același, el va menține mingea în coarde până când F_{im} va scădea până la valoarea lui R_y ,
și mingea va începe să părăsească racheta. Este adevărat că valoarea maximă a lui R_y va
39 fi mai mică în acest caz, deci este posibil ca timpul cât mingea rămâne în coarde să fie chiar
mai mare. Adevăratul fenomen care se petrece este că impulsul inițial de ciocnire nu mai
41 este folosit în totalitate pentru întinderea coardei, și comprimarea mingii sau energia cinetică
inițială nu se mai transformă în totalitate în energie potențială (de natură elastică), spre a fi
43 eliberată ulterior, în a doua fază a ciocnirii. O parte din energia inițială sau din impulsul inițial
este consumată pentru rostogolirea mingii pe suprafața de lovire sau pe rețeaua de coarde,
45 și, practic, ea se pierde.

RO 127380 B1

Un alt fenomen ce însoțește rostogolirea mingii pe rachetă este apariția unor vibrații în cadrul rachetei, care se explică prin mișcarea transversală a unor porțiuni de coardă. Astfel, punctele dispuse în arc de cerc pe porțiunea AC de pe coardă tind să devină coliniare datorită rostogolirii mingii. De exemplu, punctul C tinde să fie coliniar cu punctele de pe segmentul AN_{r2} ($C-C'$). Punctele de pe coardă dispuse pe arcul de cerc AE tind să devină coliniare pe o dreaptă paralelă cu Ox și care conține punctul A ($E-E'$). Aceste deplasări pe direcție transversală ale unor porțiuni de coardă dau naștere la vibrații transversale ce se propagă longitudinal și se reflectă pe capetele fixe ale coardei, formând unde staționare.

Întrucât segmentele drepte nou formate EN_{r1} și AN_{r2} își modifică lungimea datorită rostogolirii mingii, și frecvențele de oscilație se vor modifica interferând. Vibrațiile se transmit cadrului rachetei prin reazemele fixe N_{r1} și N_{r2} , și apoi către corpul jucătorului, prin mâner și brațul jucătorului.

În sfârșit, datorită modului de prindere a coardelor de cadrul rachetei, apare un moment de răsucire a rachetei în jurul axei sale longitudinale Oz. Observăm că, datorită înclinațiilor diferite pe care cele două segmente de coardă s_1 și s_2 le au față de planul orizontal PH, deși tensiunea este aproximativ aceeași în punctele de prindere fixe N_{r1} și N_{r2} , componentele sale pe direcțiile Ox și Oy sunt diferite. Avem:

$$T_{t1} = T \cdot \sin \alpha \text{ iar } T_{t2} = T \cdot \sin \beta, \text{ dar } \sin \alpha < \sin \beta \text{ pentru ca } \alpha < \beta, \text{ prin urmare}$$

$T_{t2} > T_{t1}$, iar momentul de răsucire rezultat față de axa longitudinală a rachetei Oz este:

$$M = (T_{t2} - T_{t1}) \cdot \frac{l}{2} \text{ înlocuind, } M = T(\sin \beta - \sin \alpha) \cdot \frac{l}{2}, \text{ în care } l \text{ este lungimea}$$

coardei, cuprinsă între cele două reazeme. Am neglijat aici faptul că, totuși, conform formulei lui Euler, tensiunile din cele două segmente ale coardei s_1 și s_2 sunt puțin diferite, și le-am considerat egale cu T, întrucât diferențele sunt mici.

În mod concret, acest moment care apare face ca, de multe ori, în special la loviturile de rever, să fie nevoie de două mâini pentru a putea menține racheta fermă, sau să se facă testarea rachetei în prealabil.

S-a văzut așadar că toate cele patru manifestări nedorite ale rachetei în timpul jocului au o singură cauză: modul de prindere a coardelor de cadrul rachetei. Obiectivul propus este evident eliminarea acestor manifestări prin eliminarea cauzei care stă la baza producerii lor.

Racheta cu elasticitate omogenă rezolvă problema tehnică enunțată anterior prin aceea că prinderea coardelor de cadrul oval al rachetei se face prin intermediul unor mecanisme de suspensie individuale, articulate, ce permit deplasarea controlată a capetelor de coardă într-un plan perpendicular pe planul orizontal al rachetei, și transversal pe direcția coardei, în scopul egalizării celor două unghiuri făcute de cele două segmente ale coardei lovite de minge cu planul orizontal al rachetei.

Principial, dacă nodurile fixe de prindere N_{r1} și N_{r2} vor deveni noduri mobile N_{m1} și N_{m2} , putându-se deplasa într-un plan transversal ce conține coarda respectivă, atunci ne vom afla în situația prezentată în fig. 3. Nodul mobil N_{m2} , împreună cu segmentul de coardă s_2 , a suferit o deplasare transversală Δy , pe direcția și în sensul în care mingea a lovit racheta, astfel încât unghiul pe care segmentul de coardă s_2 îl face cu planul orizontal PH a devenit egal cu unghiul pe care segmentul de coardă s_1 îl face cu același plan PH, și anume, cu α . Se observă că, deși mingea lovește racheta dezaxat cu Δx față de centrul acesteia, arcele \widehat{AB} și \widehat{AC} au același unghi la centru α . Înfașurările fiind egale, și reacțiunile \vec{R}_1 și \vec{R}_2 vor fi egale în modul, și simetrice față de axa Oy, iar rezultanta \vec{R} va avea suportul

RO 127380 B1

1 chiar pe Oy . La sfârșitul ciocnirii mingea va părăsi racheta pe direcția de ciocnire Oy , și nu
mai apar componente laterale \vec{R}_x necompensate, care să ducă la rostogolirea mingii pe
3 suprafața de lovire. Caracteristicile ciocnirii vor fi aceleași ca și când mingea ar fi lovit
racheta în centrul său geometric. Cu \vec{F}_e am notat forța necesară readucerii nodurilor mobile
5 N_{m1} și N_{m2} în poziția de echilibru avută anterior ciocnirii.

În mod concret, acest mecanism de suspensie este compus dintr-o parte fixă, numită
7 cale de rulare, și o parte mobilă, numită cărucior cu role, de care este prins în mod articular
capătul coardei, și care se poate deplasa pe calea de rulare acționat de un vector \vec{T} ce
9 reprezintă tensiunea din coardă. Profilul căii de rulare în secțiune este de dublu plan înclinat,
datorită condițiilor tehnice concrete impuse mecanismului de suspensie, și anume:

11 - revenirea căruciorului la o poziție de echilibru stabilă, după dispariția forței care l-a
scos din această poziție;

13 - deplasarea căruciorului în planul direcției de ciocnire, transversal pe direcția
coardei, atunci când unghiul făcut de segmentul de coardă subîntins cu planul orizontal al
15 rachetei PH atinge o anumită valoare;

- realizarea primelor două condiții la comanda și sub acțiunea unei singure forțe de
17 legătură \vec{T} ;

- îndeplinirea primelor trei condiții în mod similar pentru ambele fețe ale rachetei,
19 adică realizarea simetriei de mișcare față de planul orizontal al rachetei PH .

Pentru prima condiție facem analogie cu cazul în care un bloc se află pe un plan
21 înclinat mobil (adică un plan a cărui înclinație față de planul său de bază orizontal poate fi
modificată), acționat doar de propria greutate \vec{G} (fig. 4), în care avem:

23 \vec{G} - greutatea blocului;

\vec{f}_s - forța tangențială de frecare statică dintre bloc și planul înclinat;

25 \vec{N} - forța normală exercitată asupra blocului de către planul înclinat;

\vec{R}_p - rezultanta forțelor exercitate de către planul înclinat asupra blocului;

27 \vec{G}_n - componenta lui \vec{G} normală la planul înclinat;

\vec{G}_t - componenta lui \vec{G} paralelă cu planul înclinat.

29 Presupunem că blocul se află inițial în repaus față de planul înclinat P . Mărim încet
unghiul dintre planul înclinat P și planul său de bază PB (care este orizontal în această
31 situație), până când blocul începe să coboare, alunecând de-a lungul planului înclinat. Notăm
cu φ_s unghiul la care începe alunecarea. În această situație putem scrie:

33 $N = G \cdot \cos \varphi_s$ și $f_s = G \cdot \sin \varphi_s$, dar prin definiție

$f_s = \mu_s \cdot N$, în care μ_s este coeficientul de frecare statică. Înlocuind:

35
$$\mu_s \cdot N = G \cdot \sin \varphi_s \Leftrightarrow \mu_s \cdot G \cdot \cos \varphi_s \Rightarrow$$

37
$$\Rightarrow \mu_s = \frac{\sin \varphi_s}{\cos \varphi_s} = \tan \varphi_s$$

39 Dacă știm coeficientul de frecare statică pentru cele două materiale aflate în contact, putem
determina φ_s ca fiind:

41
$$\varphi_s = \tan^{-1} \mu_s$$

RO 127380 B1

Prima condiție este deci satisfăcută de un plan înclinat ce are o înclinație față de planul de bază $\geq \varphi_s$.	1
Pentru cea de-a doua condiție, facem analogie cu tractarea unui bloc pe un plan înclinat în susul pantei. Pornim de la condiția ca înclinația planului să fie φ_s . În fig. 5, greutatea blocului o considerăm neglijabilă, blocul fiind acționat cu o forță \vec{T} de un cablu ce face un unghi β variabil cu direcția normală la planul de bază PB . Dorim să determinăm care va fi în acest caz valoarea unghiului β la care blocul începe să urce pe planul înclinat acționat doar de forța \vec{T} . Avem notațiile:	3 5 7
\vec{T}_n - componenta lui \vec{T} normală la planul înclinat;	9
\vec{T}_t - componenta lui \vec{T} paralelă cu planul înclinat;	
φ - unghiul pe care cablul și forța \vec{T} îl fac cu direcția normală la planul înclinat P . În condițiile date putem scrie:	11
$\sphericalangle \beta = \sphericalangle \varphi \sphericalangle \varphi_s$,	13
$N = T_n \Leftrightarrow N = T \cdot \cos \varphi$	
$f_s = T_t \Leftrightarrow f_s = T \cdot \sin \varphi$, dar	15
$f_s = \mu_s \cdot N \Leftrightarrow f_s \cdot T \cdot \cos \varphi$, înlocuind obținem	
$T \cdot \sin \varphi = \mu_s \cdot T \cdot \cos \varphi \Rightarrow \mu_s = \tan \varphi$, dar știm că $\mu_s = \tan \varphi_s \Rightarrow \tan \varphi = \tan \varphi_s \Rightarrow \sphericalangle \varphi = \sphericalangle \varphi_s$, ambele fiind situate în primul cadran. În final rezultă că	17
$\beta = 2 \varphi_s$	19
Concluzionând, blocul va începe să urce pe planul înclinat acționat doar de forța \vec{T} atunci când unghiul făcut de aceasta cu normala la planul de bază al planului înclinat va fi $\beta = 2 \varphi_s$. Este îndeplinită și condiția a treia, de a avea o singură forță de legătură \vec{T} în acest caz.	21 23
Îndeplinirea și a celorlalte condiții rămase se realizează prin construcția căii de rulare în modul ilustrat în fig. 6. Astfel, pentru îndeplinirea condiției de simetrie față de un plan median PM , unim două plane înclinate identice P_1 și P_2 pe muchia pe care fiecare o face cu planul de bază PB . Muchia comună va fi conținută în planul median PM , fiind perpendiculară pe planul desenului pe care îl înțeapă în punctul E . Este necesar ca unghiul φ_s să fie cât mai mic, pentru ca mecanismul de suspensie să reacționeze cât mai prompt, la cea mai mică diferență de înclinație față de planul orizontal al rachetei a segmentelor s_1 și s_2 . De aceea am înlocuit frecarea de alunecare cu frecarea de rostogolire, prin înlocuirea blocului cu o rolă S ce se rotește în jurul articulației A . Rola S are o poziție de echilibru sau de minim pe direcția muchiei comune de unire a celor două planuri înclinate P_1 și P_2 , și se poate deplasa de o parte și de alta a ei, de-a lungul celor două planuri înclinate prin rostogolire. Prin rabatarea cu 90° a construcției realizate astfel, de o parte și de alta a planului median PM , obținem două mecanisme de suspensie aflate la cele două capete ale unei coarde. Coarda c este prinsă de rolele S_1 și S_2 prin articulațiile A_1 și A_2 , fiind întinsă cu o tensiune \vec{T} . Poziționarea celor două căi de rulare față de coarda la capetele căreia sunt amplasate se face astfel încât:	25 27 29 31 33 35 37 39
- planurile de bază $PB_1 \parallel PB_2$;	39
- coarda subîntinsă c este perpendiculară pe cele două planuri de bază PB_1 și PB_2 , și intersectează muchiile comune de unire în punctele E_1 și E_2 ;	41
- muchiile comune de unire a fiecărui sistem de două planuri înclinate se află situate în planul orizontal al rachetei PH .	43

RO 127380 B1

1 Au fost îndeplinite în totalitate și ultimele două condiții, cea de simetrie (planul PM a
devenit PH) și cea a unității de acțiune a forței \vec{T} . În construcția practică, planurile de bază
3 nu mai apar, dar se ține cont de ele la poziționarea mecanismelor de suspensie pe cadrul
rachetei.

5 În funcție de scopul dorit, profilul căii de rulare poate fi și mai complex, planul înclinat
putând fi o combinație de planuri ce au înclinații diferite față de planul de bază, păstrându-se
7 condiția ca primul plan sau cel de lângă planul de bază al căii de rulare să aibă înclinația $\geq \varphi_s$
față de acesta din urmă (fig. 6a), iar cele două profiluri să rămână simetrice față de planul
9 orizontal al rachetei PH .

11 Partea mobilă a mecanismului de suspensie este constituită dintr-un cărucior cu role,
ce are un corp central și două brațe cilindrice laterale, ale căror axe se află în prelungire și
13 sunt perpendiculare pe axa longitudinală a corpului central. Brațele cilindrice sunt prelucrate
sub formă de fus, pe care se montează niște role (câte una pe fiecare fus) care se pot
15 deplasa prin rostogolire pe calea de rulare. Prinderea capetelor de coardă de corpul fiecărui
cărucior se face cu ajutorul unor elemente de fixare unisens, ce nu permit coardei, odată
17 fixată la capete, să se detensioneze, și al unor plăcuțe rotative. Buclele ce fac legătura între
două cărucioare consecutive, aflate pe aceeași parte de cadru, datorită elementelor unisens
de fixare, sunt lăsate detensionate la racordarea rachetei, și au o lungime suficient de mare
19 pentru ca, împreună cu plăcuțele rotative, să permită oscilația liberă a celor două cărucioare
între care fac legătura. Capetele de coardă, odată fixate, determină mișcările căruciorului și,
21 datorită articulației, vor determina și poziționarea permanentă a acestuia din urmă, astfel
încât axa longitudinală a sa să fie pe direcția coardei.

23 În fig. 7 este redat modul de acțiune a suspensiilor după ce sistemul a fost scos din
poziția sa de echilibru, iar forța perturbatoare a încetat să mai acționeze. Forța motrice care
25 readuce fiecare cărucior în poziție de echilibru este componenta \vec{T}_i a tensiunii din fir \vec{T} ,
condiția ca înclinația planului să fie φ_s fiind îndeplinită.

27 În fig. 8 mingea lovește dezaxat suprafața rachetei ($x_2 < x_1$), iar $\angle \beta > \angle \alpha$. În
momentul când unghiul β atinge valoarea 2φ , căruciorul cu articulația A_2 începe să se
29 deplaseze sub acțiunea componentei \vec{T}_{i2} a forței \vec{T} din articulație. Din acest moment unghiul
 β nu va mai putea crește, deformarea în continuare a coardei sub acțiunea impulsului de
31 ciocnire având ca efect deplasarea căruciorului A_2 și creșterea unghiului α până la limita $2\varphi_s$,
după care și căruciorul A_1 începe să se deplaseze. Observăm că diferența maximă de
33 înclinație față de planul orizontal al rachetei dintre segmentele s_2 și s_1 poate fi $\Delta\varphi = 2\varphi_s - \alpha$.
Acest decalaj se poate reduce reducând la maximum unghiul φ_s prin înlocuirea frecării de
35 alunecare cu frecarea de rostogolire, și prin alegerea corespunzătoare a materialelor pieselor
ce vin în contact, astfel încât coeficientul de frecare dintre ele să fie cât mai mic.

37 Se va avea în vedere și faptul ca, la sfârșit de cursă, mecanismul de suspensie să
poată funcționa, mai bine spus, mecanismul să nu se blocheze înainte ca deformația coardei
39 să atingă valoarea maximă posibilă. Deformația maximă posibilă se va determina experi-
mental pentru o coardă dată, de o anumită grosime și un anumit material, pentru o tensiune
41 de racordare dată, atunci când impulsul de ciocnire cu mingea este considerat a fi cel
maximum posibil de realizat de către un jucător. Se va ține cont și de faptul că acest impuls
43 se repartizează pe un anumit număr de coarde alăturate. În acest sens, dacă în fig. 9 și
fig. 10 coarda A_1ABA_2 are deformația maximă posibilă, atunci condiția ca mecanismul de
45 suspensie să nu se blocheze este:

47 $\Delta y \leq h$, în care h este cursa maximă pe direcția Oy pe care o poate efectua
căruciorul.

RO 127380 B1

Într-o primă variantă de realizare (fig.12 a...e), mecanismele de suspensie sunt realizate sub forma unor casete separate, ce se montează la capetele fiecărei coarde, în interiorul cadrului oval al rachetei, cadru ce are o formă tubulară în secțiune transversală. Cadrul tubular al rachetei este format, la partea interioară a sa, din două semicarcase prevăzute cu fante ce permit cărucioarelor să oscileze, iar cavitatea interioară rezultată are suprafețele superioară și inferioară paralele cu planul orizontal al rachetei, distanța dintre ele fiind egală cu înălțimea unei casete. Cele două semicarcase se îmbină la partea exterioară a cadrului rachetei cu două profiluri cu secțiune continuă, distanțate și rigidizate cu niște nervuri, iar la partea interioară a cadrului se îmbină între ele pe o secțiune ce se află situată în planul orizontal al rachetei. Pentru mărirea suprafeței de îmbinare dintre ele, cele două semicarcase sunt prevăzute cu niște tălpi. Casetele sunt formate din câte două came închise, ce au profilul căii de rulare descris anterior, așezate simetric una față de alta, la o distanță egală cu grosimea corpului căruciorului, și unite la părțile superioară și inferioară cu ajutorul unor plăcuțe. În interiorul fiecărei casete se montează câte un cărucior ale cărui role se deplasează pe căile de rulare constituite de către cele două came închise. Pentru evitarea apariției șocurilor la capete de cursă, au fost montate plăcuțe cilindrice, din cauciuc, la partea superioară și inferioară a casetei, cu rol de amortizare. Casetele se montează în interiorul cadrului tubular, una lângă alta, astfel încât căile de rulare să aibă, față de planul orizontal al rachetei și față de coardă, poziția redată anterior în descriere. La montaj, după poziționare, casetele se lipesc pe cele două suprafețe interioare, paralele ale semicarcaselor. Deschiderea dintre profilurile continue de la partea exterioară a cadrului, precum și distanțele dintre nervuri permit efectuarea operațiunilor de racordare a rachetei.

În cea de-a doua variantă de realizare (fig. 14 a...c), profilul căii de rulare este executat direct pe cadrul oval al rachetei, pentru fiecare coardă în parte. Cadrul rachetei constă dintr-o carcasă interioară, pe care sunt executate profilurile căilor de rulare, acoperită cu o manta subțire, pentru mascarea discontinuităților, îmbinată, la partea exterioară a cadrului, cu două profiluri cu secțiune continuă, ce au rol de rezistență. Profilurile, la rândul lor, sunt distanțate și rigidizate între ele cu ajutorul unor nervuri. Atât carcasa, cât și profilurile păstrează forma ovală a cadrului rachetei. Fiecare cale de rulare este separată de căile de rulare apropiate cu ajutorul unor nervuri verticale, ce au și rolul de rigidizare a carcasei. Această variantă păstrează forma căilor de rulare, precum și poziționarea lor față de planul orizontal și de coarda subîntinsă, identice cu cele redată anterior în descriere. Pentru a permite deplasarea căruciorului pe calea de rulare, sunt executate niște fante în plan transversal, fante ce corespund cu unele identice ca mărime și poziție, executate în manta. Plăcuțe cilindrice de cauciuc, cu rol de amortizare, sunt montate în interiorul carcasei, și sunt axate pe centrul fantelor din căile de rulare, la capetele de cursă ale cărucioarelor. Pe fiecare cale de rulare se va deplasa câte un cărucior pe care este prins capătul unei coarde.

Racheta de tenis cu elasticitate omogenă, conform invenției, prezintă următoarele avantaje principale:

- elimină dezavantajele majore ale unei rachete de tenis, în speță, vibrații nedorite, traiectorie de recul incontrollabilă a mingii, rostogolirea mingii pe suprafața de lovire și diminuarea impulsului de ciocnire, și, în sfârșit, tendința de răsucire a rachetei în jurul axei sale longitudinale, chiar dacă ciocnirea dintre minge și rachetă nu se produce în zona centrală a suprafeței de lovire;

- eliminarea acestor dezavantaje se face eliminând o singură cauză comună, și nu prin tratarea separată a fiecărui efect nedorit în parte;

- se realizează astfel o rachetă cu elasticitate omogenă sau o rachetă cu aceeași "atingere" pe întreaga suprafață de lovire;

RO 127380 B1

- 1 - realizarea unui mecanism de o mare simplitate, ce este comandat în mod direct
chiar de variațiile parametrului caracteristic ce urmează a fi controlat.
- 3 Se dau în continuare două exemple de realizare a invenției, în legătură și cu
fig. 1...16, ce reprezintă:
- 5 - fig. 1, componentele principale ale unei rachete de tenis;
- fig. 2a...d, caracteristicile ciocnirii dintre rachetă și mingea de tenis, în cazul rachetei
7 cu prindere fixă a coardelor pe cadru;
- fig. 3, funcționarea de principiu a unei rachete de tenis cu prindere mobilă a
9 coardelor pe cadru;
- fig. 4, caracteristicile deplasării unui bloc pe un plan înclinat mobil, la coborâre;
11 - fig. 5, deplasarea unui bloc pe un plan înclinat, în susul pantei;
- fig. 6, generarea mecanismului de suspensie și poziția sa în raport cu coarda și
13 cadrul rachetei;
- fig. 6a, profilul unei căi de rulare complexe;
15 - fig. 7, modul de acțiune a suspensiilor pentru readucerea coardei în poziția de
echilibru;
17 - fig. 8, modul de acțiune a suspensiilor când mingea lovește suprafața rachetei;
- fig. 9 și 10, condițiile funcționării mecanismului de suspensie la limita cursei
19 cărucioarelor;
- fig. 11, racheta de tenis cu elasticitate omogenă, vedere frontală;
21 - fig. 12a...e, racheta de tenis cu elasticitate omogenă, în varianta cu casete cu came;
- fig. 13a...c, atașarea elementelor de fixare unisens pe capetele de coardă și corpul
23 căruciorului;
- fig. 14a...c, rachetă de tenis cu elasticitate omogenă, variantă cu căile de rulare
25 executate direct pe cadrul rachetei;
- fig. 15, modul de dispunere pe cadrul tubular a mecanismelor de suspensie, în
27 varianta de execuție a căilor de rulare direct pe cadru;
- fig. 16, modul de amplasare a casetelor la interiorul cadrului tubular.
- 29 Racheta cu elasticitate omogenă, conform invenției, într-o primă variantă de realizare,
are cadrul oval **1** alcătuit, în secțiune transversală, din semicarcasa superioară **3** și
31 semicarcasa inferioară **4**, care se cuplează, prin lipire, cu două profiluri cu secțiune continuă
7 și **8**, ce au rolul de a conferi rezistență structurii. Cele două profiluri **7** și **8** sunt distanțate
33 și rigidizate cu niște nervuri **11** (fig. 12a). Rezultă o formă tubulară a cadrului rachetei. La
partea interioară a cadrului, cele două semicarcase se cuplează între ele prin lipire pe niște
35 tălpi **6** create în acest scop. Între cele două semicarcase **3** și **4** și cele două profiluri cu
secțiune continuă **7** și **8** se formează o cavitate în care se montează casetele individuale cu
37 came **12**. Orice coardă, fie ea transversală sau longitudinală, are la fiecare capăt câte o
casetă **12**. Fiecare casetă este formată din două came închise **19** și **20**, unite la părțile supe-
39 rioară și inferioară cu niște plăcuțe de rigidizare **13** și **14**, astfel încât între came să rămână
un spațiu pentru a permite oscilația cărucioarelor **17** (fig. 12b). Pe plăcuțele de rigidizare **13**
41 și **14** se montează niște plăcuțe cilindrice de cauciuc **15** și **16**, cu rol de amortizare la
capetele de cursă ale cărucioarelor **17**. Cărucioarele **17** sunt formate dintr-un corp tubular
43 **21** și două brațe laterale cilindrice **22** și **23**, care au axele în prelungire, și sunt perpendi-
culare pe axa longitudinală a corpului căruciorului. Cele două brațe cilindrice **22** și **23** sunt
45 prelucrate sub formă de fus, iar pe ele se montează rolele **25** și **26**. O coardă se montează
pe căruciorul **17**, de-a lungul axei sale longitudinale, cu ajutorul unor elemente de fixare
47 unisens **24**, și al unor plăcuțe rotative **27**. Elementele de fixare unisens **24** au la exterior o

RO 127380 B1

formă tronconică, și intră în corpul căruciorului **21**, ce are la interior o gaură cu aceeași conicitate (fig. 12d). La interior, elementele de fixare **24** au niște elemente elastice **34**, de forma unor discuri tronconice, cu o gaură centrală prin care trece axial coarda ce trebuie fixată. Discurile elastice **34** au toate aceeași orientare, și permit deplasarea axială a coardei doar într-un sens, iar în celălalt sens ele se strâng în jurul coardei, micșorând diametrul găurii și blocând deplasarea. Practic, elementele de fixare blochează deplasarea coardei față de căruciorul **17**, în sensul acțiunii forței de tensiune din coarda \vec{T} , adică de la exterior către interiorul cadrului oval **1**. Fiecare element de fixare **24** este secționat axial în două părți, pe planul de separație dintre ele formându-se niște pinteni **31**, ce nu permit ca, odată cuplate cele două părți, să poată să se deplaseze axial una față de cealaltă. În fig. 13a...c se vede modul cum se montează elementele de fixare unisens **24**. Practic, la racordare, coarda **c** este întinsă cu forța \vec{T} după ce este trecută prin gaura centrală conică a corpului căruciorului **21**. Are loc cuplarea celor două părți ale elementului **24** prin strângere cu forța \vec{F}_c , după care elementul cuplat este împins axial spre corpul **21** cu forța \vec{F}_a , realizându-se și o strângere radială, datorită conicității ajustajului. Deplasarea elementului **24** are loc până când capătul său cu diametrul mai mare ajunge la capătului corpului **21**. Atât timp cât elementul **24** se deplasează, coarda rămâne pe loc, fiind întinsă cu tensiunea de racordare. Se vede că deplasarea elementului **24** se face de la exteriorul cadrului **1** spre interior. Se vede că alunecarea reciprocă a coardei față de elementul **24** nu este posibilă și în celălalt sens și, de asemenea, coarda nu poate deplasa elementul **24** către interiorul cadrului, datorită conicității alezajului. Capătul coardei care iese din cărucior spre exteriorul cadrului, spre a face legătura cu un alt cărucior alăturat, face o buclă **b_c** lipsită de tensiune, și se sprijină pe plăcuța rotativă **27**. Bucla **b_c** lipsită de tensiune și suficient de lungă, și plăcuțele rotative **27** au rolul de a permite ca două cărucioare **17**, aparținând unei perechi de casete alăturate, să poată oscila liber unul față de celălalt, deși sunt legate între ele prin bucla **b_c**. Pe plăcuțele rotative **27** sunt prevăzute niște canale toroidale pe care se sprijină capetele buclelor **b_c** permițând ca plăcuța să se rotească odată cu schimbarea poziției buclei față de corpul **21**. Profilul căii de rulare este dat de profilul camelor închise **19** și **20**. Acest profil este ilustrat în fig. 12e. În fig. 12b, rolele **25** și **26** se deplasează odată cu cărucioarele **17** în interiorul acestor came închise. În semicarcasele **3** și **4** sunt practicate fantele **18** ce permit oscilațiile coardelor și ale cărucioarelor **17** (fig. 12a). În fig. 16 se vede dispunerea casetelor **12** în interiorul cadrului tubular al rachetei.

În cea de-a doua variantă, căile de rulare sunt realizate direct pe cadrul rachetei **1**, în interiorul său. Cadrul rachetei **1** este constituit din carcasa interioară **5** și profilurile cu secțiune continuă **9** și **10** (fig. 14a), rigidizate prin nervurile **11**. Rezultă o formă tubulară a cadrului **1** al rachetei. În carcasa **5**, la interiorul său, sunt executate căile de rulare **30** și nervurile de separație și de rigidizare **29**. Căile de rulare **30** sunt executate pentru fiecare coardă în parte, și păstrează regulile de poziționare față de cadrul rachetei **1** și față de coarde, așa cum au fost prezentate anterior în descriere. În fig. 14b este prezentată o cale de rulare în secțiune transversală, prin cadrul tubular al rachetei **1**. Întrucât dispunerea în trepte a căilor de rulare dă o formă neregulată carcasei **5**, aceasta a fost îmbrăcată cu o manta **28** care să mascheze acest lucru. Atât în carcasa **5**, cât și în mantaua **28** sunt practicate, pe direcția coardelor, niște fante **18** care permit oscilația cărucioarelor **17** pe căile de rulare **30**. Întrucât cărucioarele **17** se montează separat, rolele au fost asigurate contra

RO 127380 B1

1 deplasării axiale și a desprinderii cu ajutorul plăcuțelor **32** și al șuruburilor **33** (fig. 14c). În
rest, cărucioarele **17** sunt executate în același mod ca și cele descrise anterior la varianta
3 cu came. Modul de dispunere a căilor de rulare **30** în interiorul cadrului rachetei se vede în
fig. 15. La interiorul carcasi **5**, pe direcția fantelor **18**, se montează niște plăcuțe cilindrice
5 din cauciuc **15** și **16**, ce au rol de a amortiza contactul dintre cărucioarele **17** și carcasa **5** la
limita curselor cărucioarelor.

7 Racheta poate fi produsă industrial, executându-se în prealabil matrițele, și folosind
tehnologia materialelor compozite. Întrucât racheta de tenis trebuie să fie în același timp
9 ușoară și rezistentă, se pot folosi, pentru executarea cadrului oval, compozite carbonice
ultraușoare. Se va ține cont la alegerea materialelor de faptul că între role și axele
11 cărucioarelor, pe de o parte, și între role și căile de rulare, pe de altă parte, trebuie să avem
coeficienți de frecare cât mai mici. În schimb, între discurile tronconice ale elementelor de
13 fixare unisens și coardele rachetei trebuie să avem un coeficient de frecare cât mai mare.

15 BIBLIOGRAFIE

17 David Halliday, Robert Resnick - *Fizica*, Vol. I;
Dubbel - *Manualul inginerului mecanic*;

19 Mihai Mușat, Gina Stoica - *Transmisii mecanice cu reductoare într-o treaptă*
(îndrumar de proiectare);

21 Constanța Ibănescu - *Ingineria materialelor compozite polimerice și procesele de*
prelucrare a acestora (curs).

1. Rachetă de tenis cu elasticitate omogenă, constituită dintr-un cadru (1) oval, de formă tubulară, ce susține o coardă (c), cadrul (1) fiind prevăzut, la partea interioară, cu o cavitate în care sunt montate niște casete (12) individuale, fiecare casetă (12) fiind formată din două came (19, 20) închise, între care este format un spațiu ce permite deplasarea unor cărucioare (17) cu role (25, 26), de care sunt fixate, prin intermediul unor căi de rulare (30), capetele de coardă (c); de asemenea, la partea interioară, cadrul mai este prevăzut și cu niște fante (18) ce permit oscilația coardelor (c), **caracterizată prin aceea că** fiecare cale de rulare (30) are profilul a două planuri înclinate identice (P₁, P₂) așezate față în față pe un plan de bază comun (PB), și unite de-a lungul muchiei pe care fiecare dintre ele o formează cu aceasta din urmă; unghiul (φ_s) pe care fiecare dintre cele două planuri înclinate (P₁, P₂) ale căilor de rulare (30) îl fac cu planul de bază comun (PB) este de forma:
- $$\varphi_s \geq \tan^{-1} \mu_s,$$
- unde μ_s este coeficientul de frecare statică dintre suprafețele celor două corpuri aflate în contact, respectiv, calea de rulare (30) și role (25, 26).
2. Rachetă de tenis cu elasticitate omogenă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** fiecare cărucior (17) cu role este constituit dintr-un corp central (21) și două brațe laterale cilindrice (22, 23) ale căror axe se află în prelungire și sunt perpendiculare pe axa longitudinală a corpului central (21).
3. Rachetă de tenis cu elasticitate omogenă, conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că** forma corpului central (21) este tubulară, cu o gaură conică de-a lungul axei sale longitudinale, prin care este introdus un element de fixare (24) unisens.
4. Rachetă de tenis cu elasticitate omogenă, conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că** brațele laterale cilindrice (22, 23) sunt prelucrate sub formă de fus, pe care sunt montate rolele (25, 26) care se deplasează pe căile de rulare (30).
5. Rachetă de tenis cu elasticitate omogenă, conform revendicării 3, **caracterizată prin aceea că** elementele de fixare (24) unisens au la interior niște discuri elastice tronconice (34), care permit deplasarea relativă a coardei (c) subîntinse doar într-un singur sens față de ele.
6. Rachetă de tenis cu elasticitate omogenă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** trecerea coardei (c) de la un cărucior (17) la altul alăturat este realizată printr-o buclă (b_c) lipsită de tensiune și suficient de lungă, sprijinită la capete pe niște plăcuțe rotative (27), ceea ce permite ca, deși sunt legate între ele, cele două cărucioare să poată oscila independent unul față de celălalt.
7. Rachetă de tenis cu elasticitate omogenă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** forma tubulară a cadrului (1) oval este dată de două semicarcase, superioară (3) și inferioară (4), ce sunt cuplate prin lipire cu două profiluri cu secțiuni continuă (7, 8), distanțate și rigidizate între ele cu niște nervuri (11).
8. Rachetă de tenis cu elasticitate omogenă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** respectivele came (19, 20) închise au profilul căilor de rulare (30), și sunt unite la părțile superioară și inferioară prin niște plăcuțe de rigidizare (13, 14).
9. Rachetă de tenis cu elasticitate omogenă, conform revendicării 8, **caracterizată prin aceea că** pe plăcuțele de rigidizare (13, 14) sunt montate niște plăcuțe cilindrice (15, 16) din cauciuc, ce au rol de amortizare, la capetele de cursă ale cărucioarelor (17).
10. Rachetă de tenis cu elasticitate omogenă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, pentru mascarea discontinuităților, cadrul (1) este acoperit de o manta subțire (28).

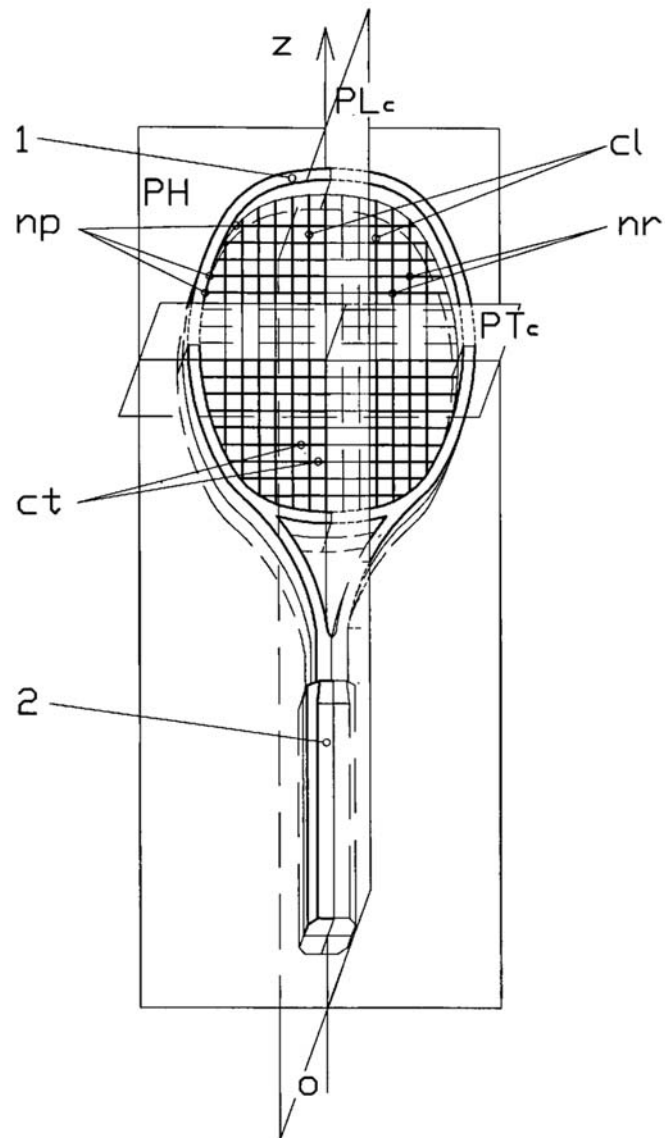


Fig. 1

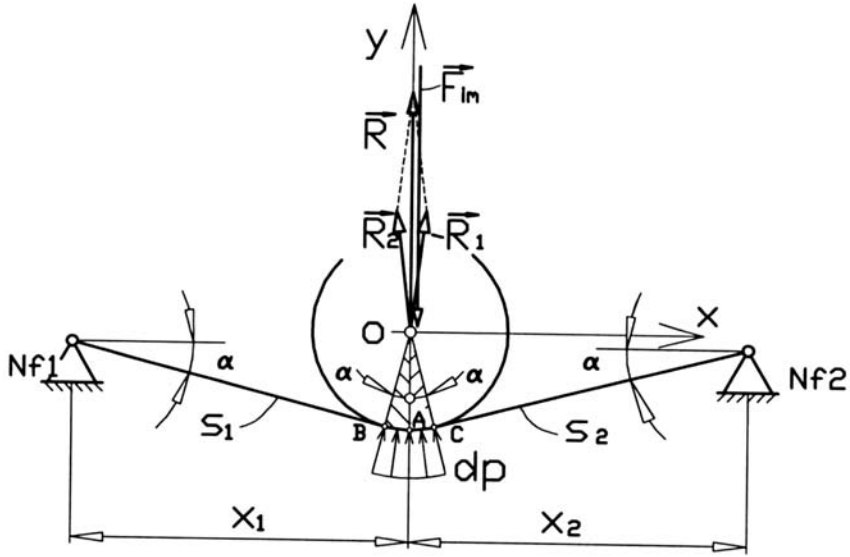


Fig. 2a

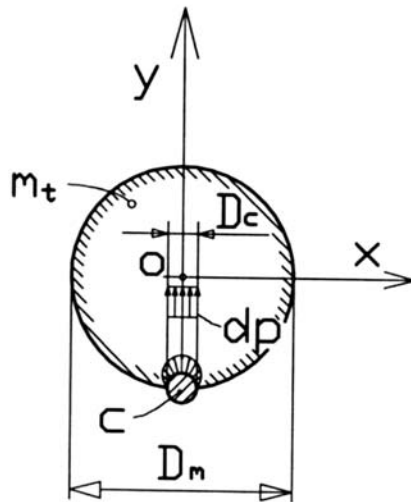


Fig. 2b

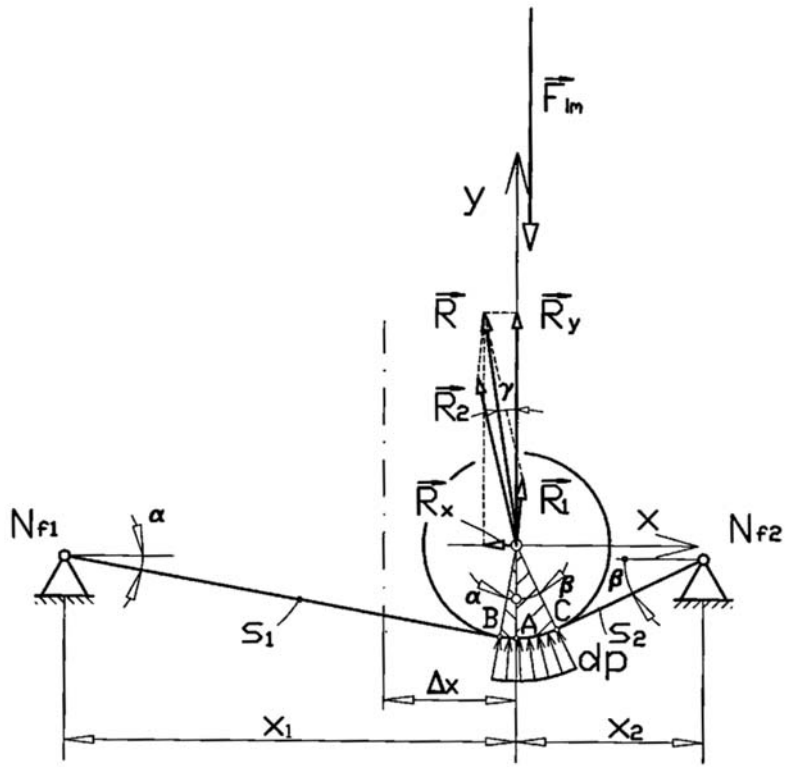


Fig. 2c

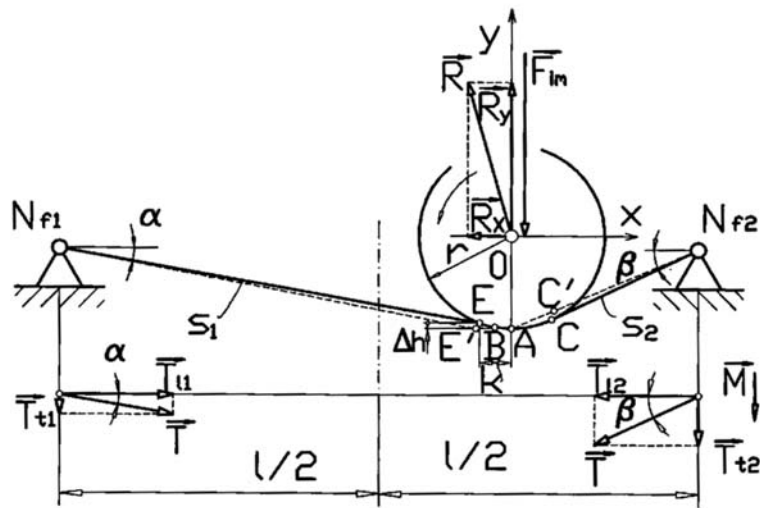


Fig. 2d

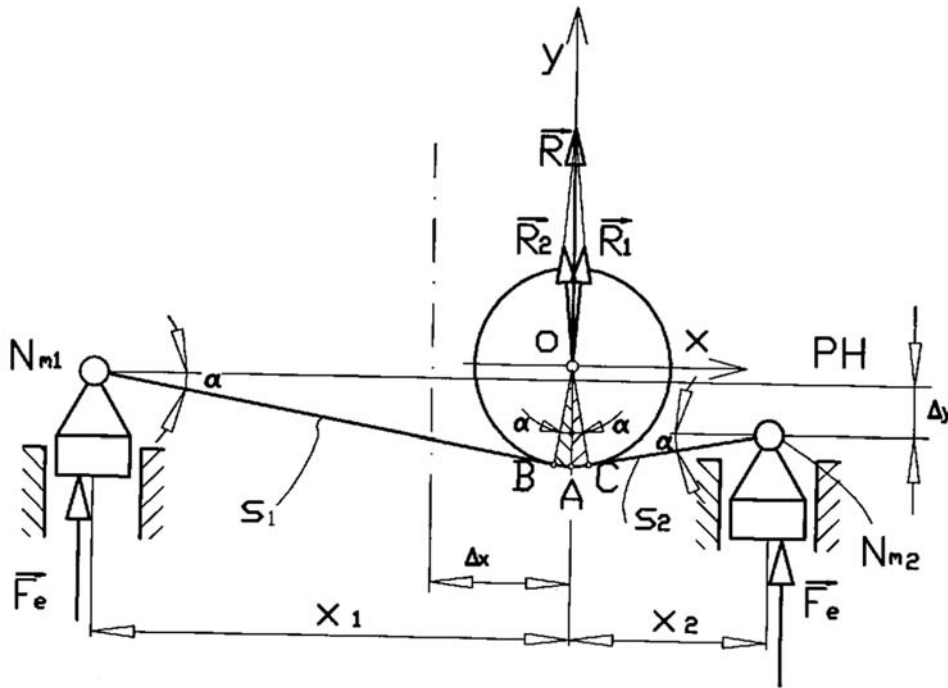
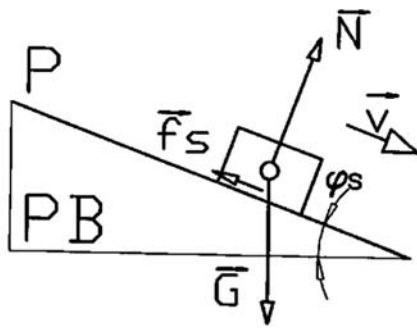
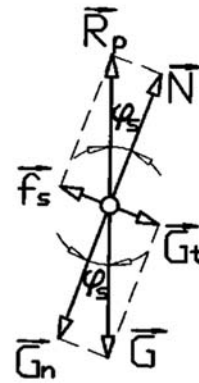


Fig. 3

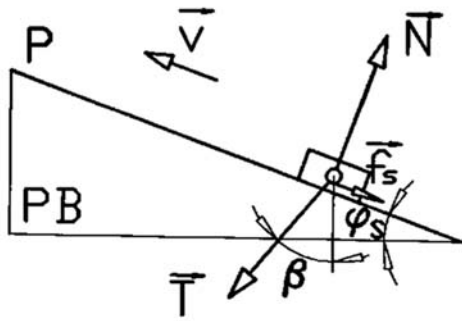


a

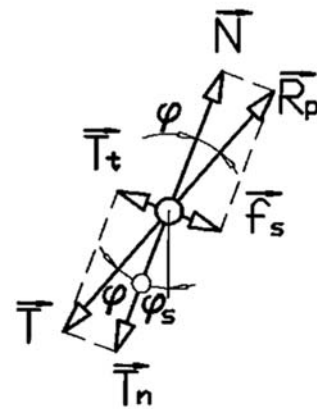


b

Fig. 4



a



b

Fig. 5

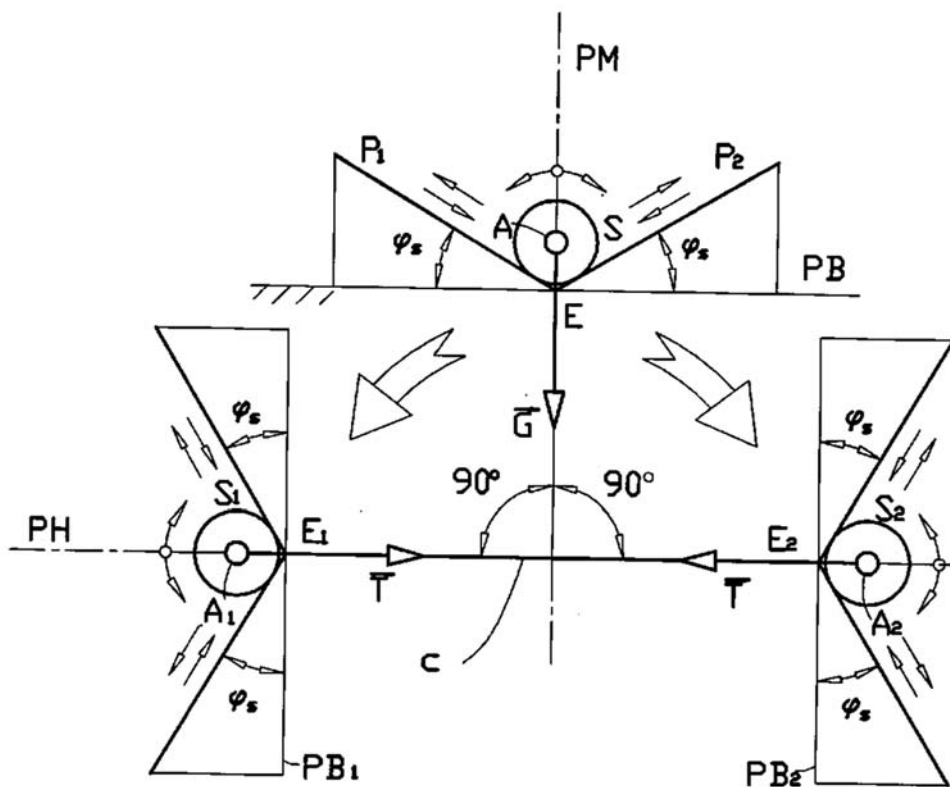


Fig. 6

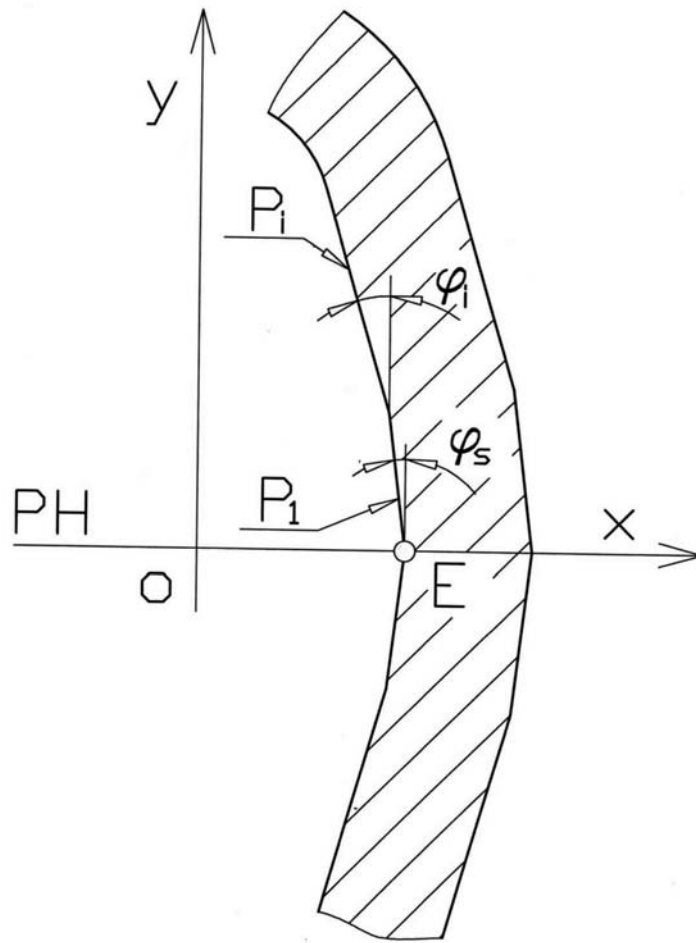


Fig. 6a

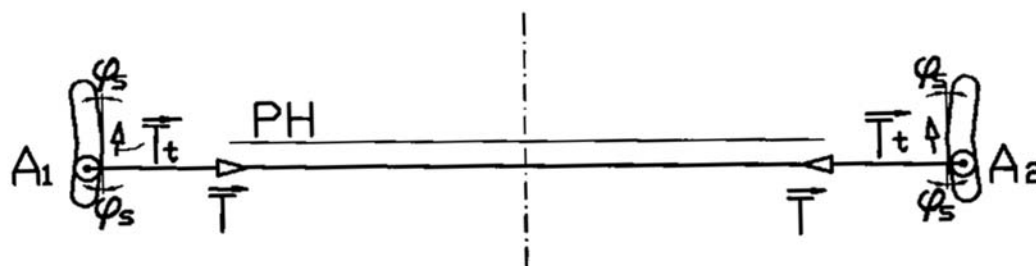


Fig. 7

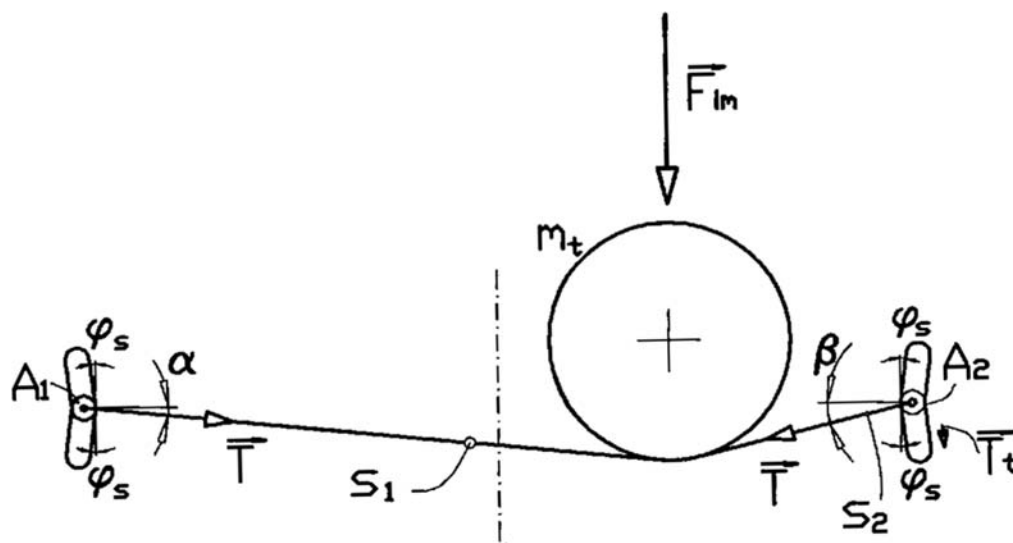


Fig. 8

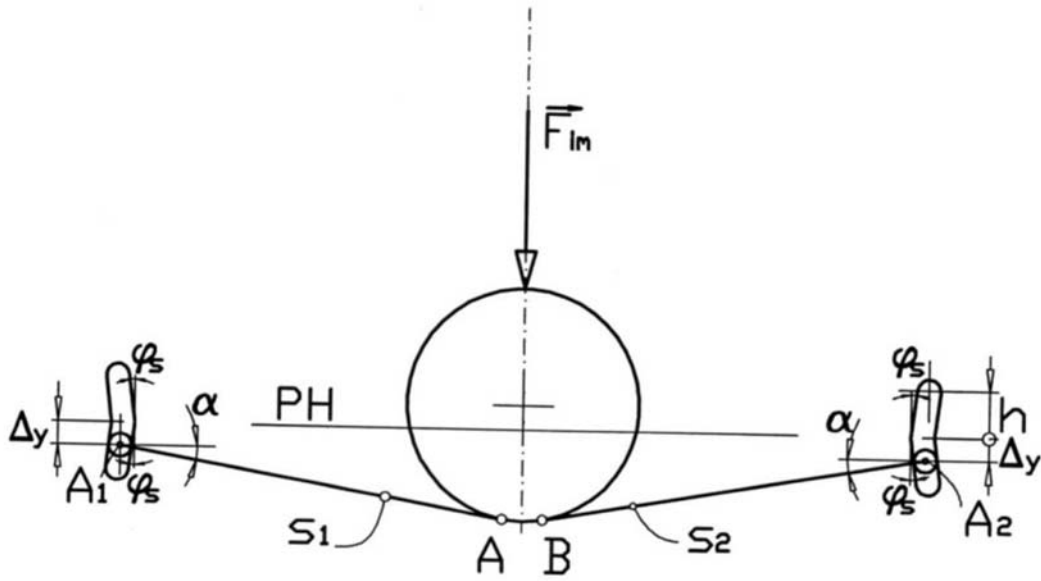


Fig. 9

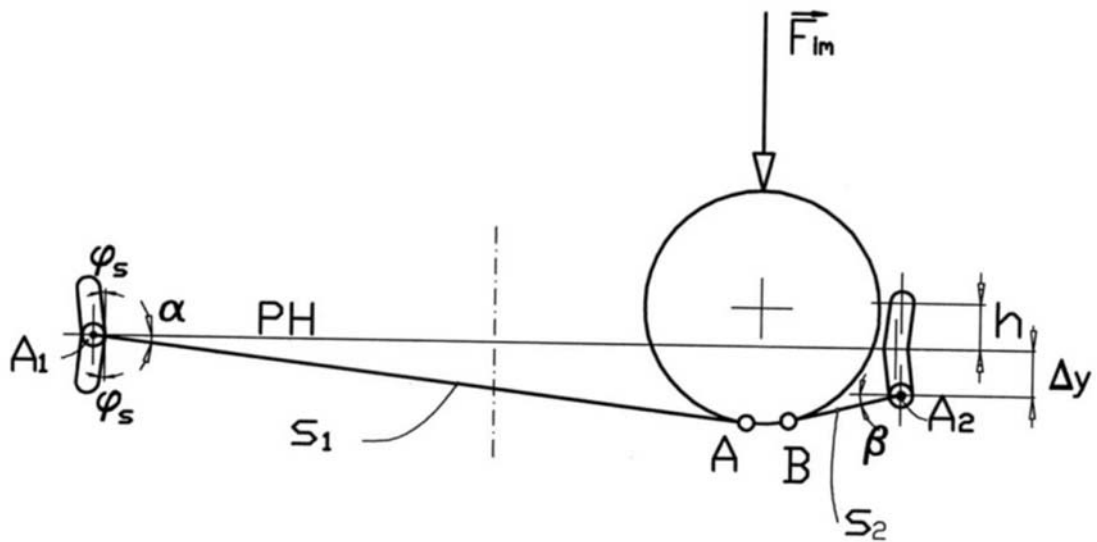


Fig. 10

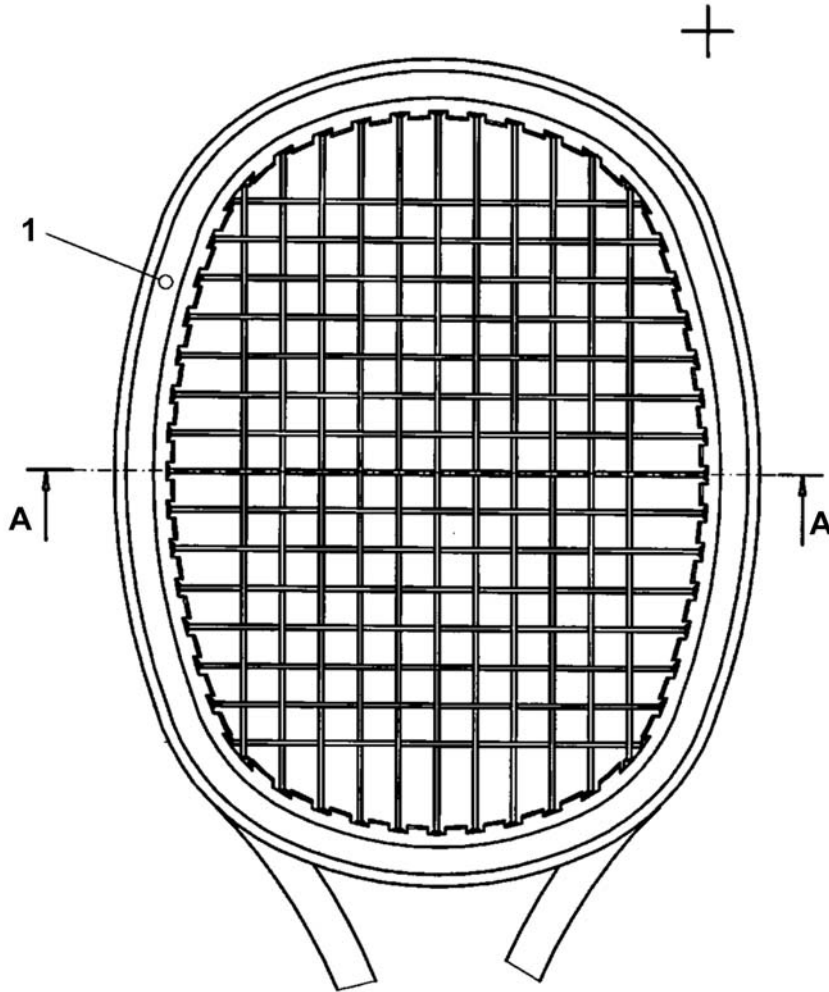


Fig. 11

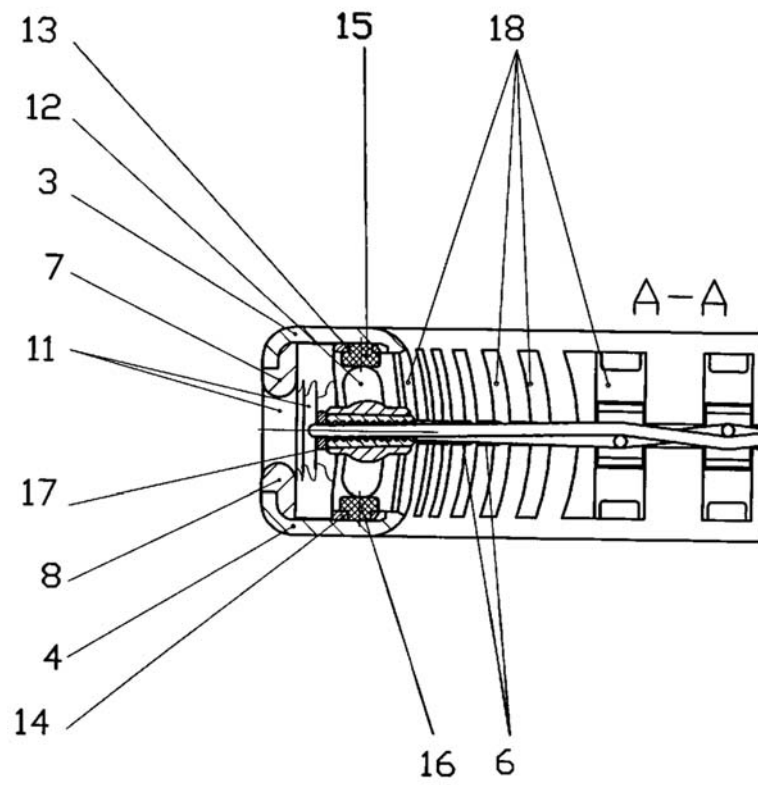


Fig. 12a

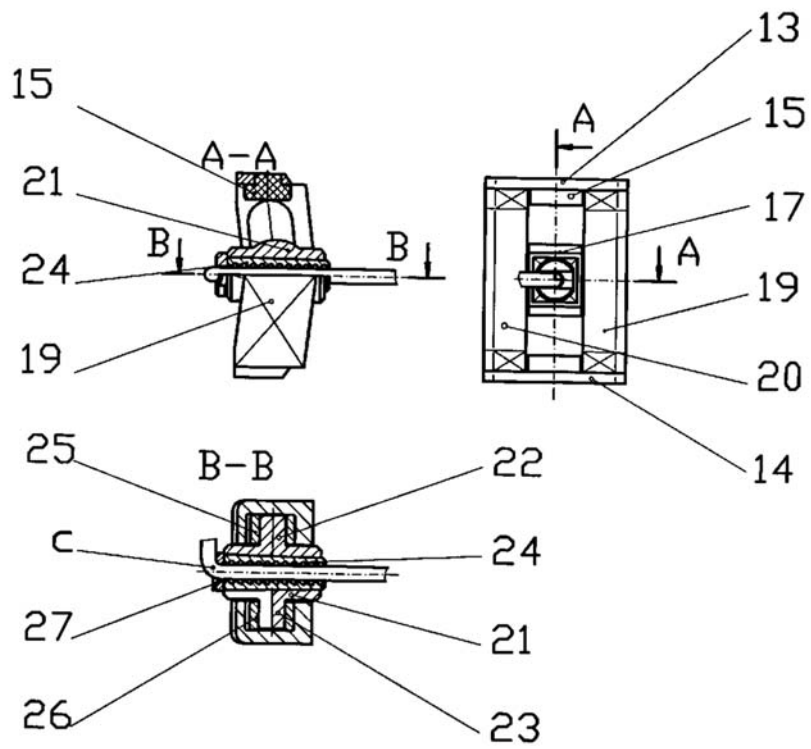


Fig. 12b

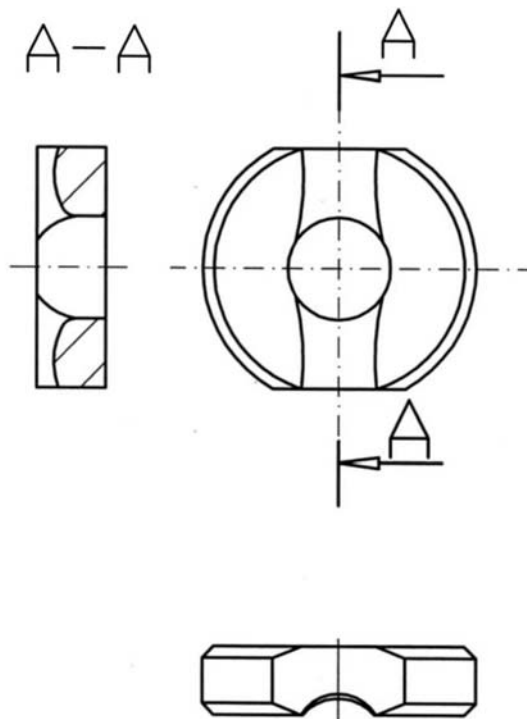


Fig. 12c

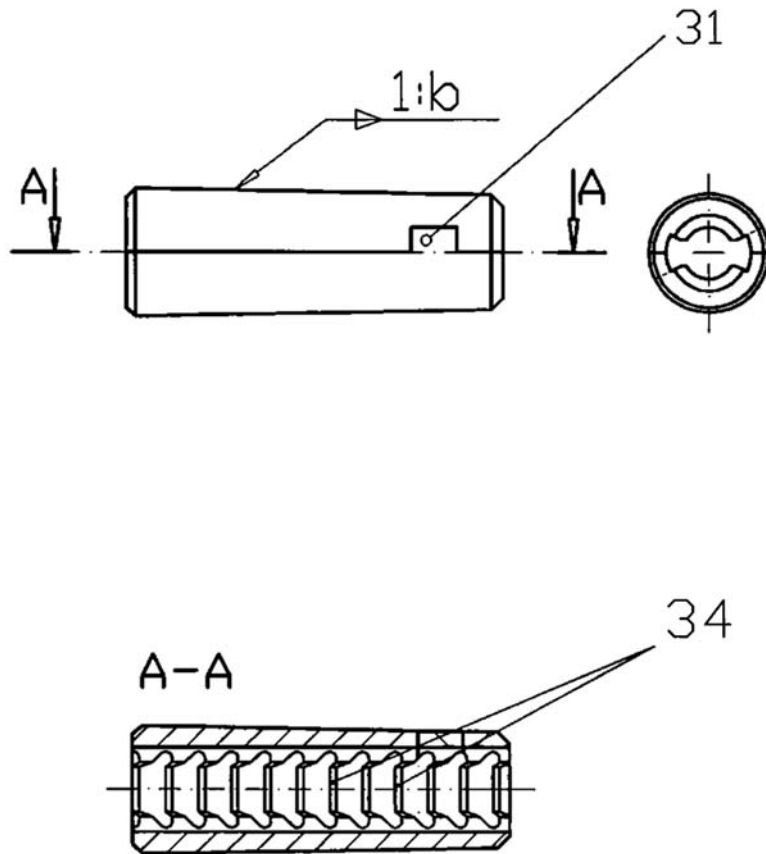


Fig. 12d

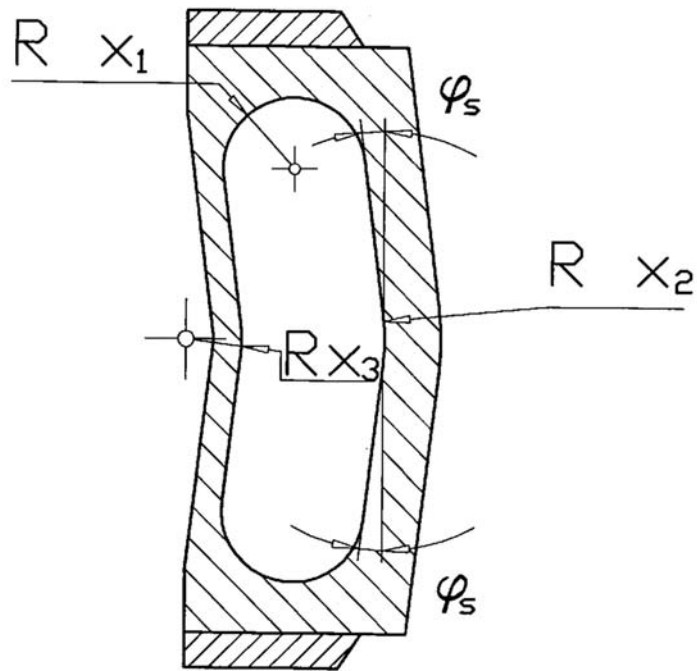


Fig. 12e

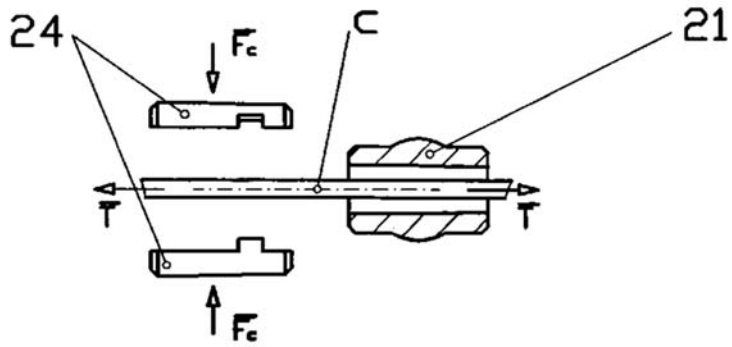


Fig. 13a

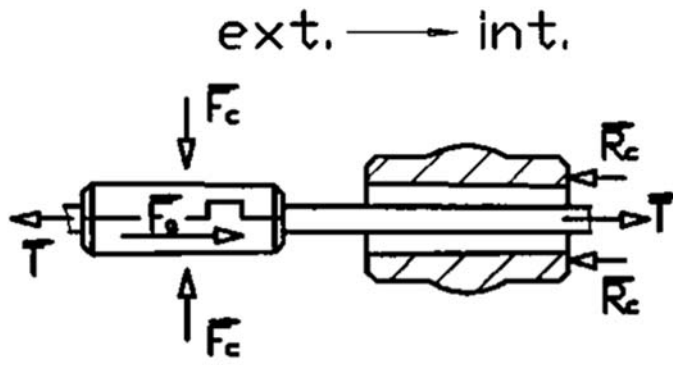


Fig. 13b

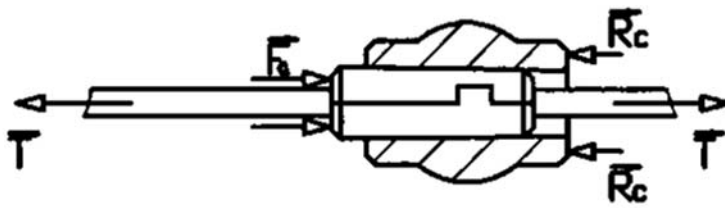


Fig. 13c

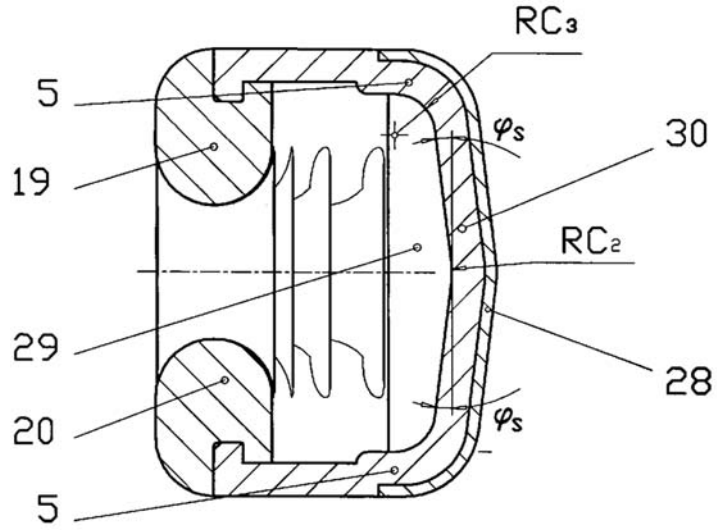


Fig. 14b

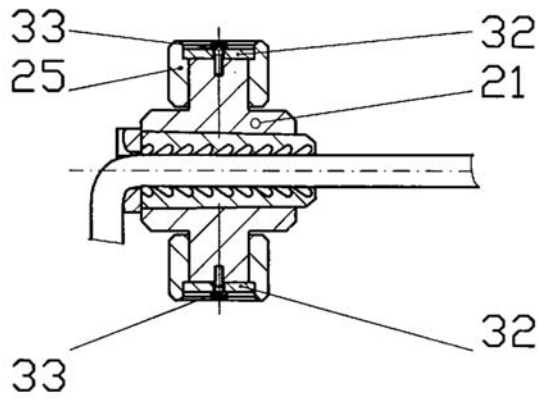


Fig. 14c

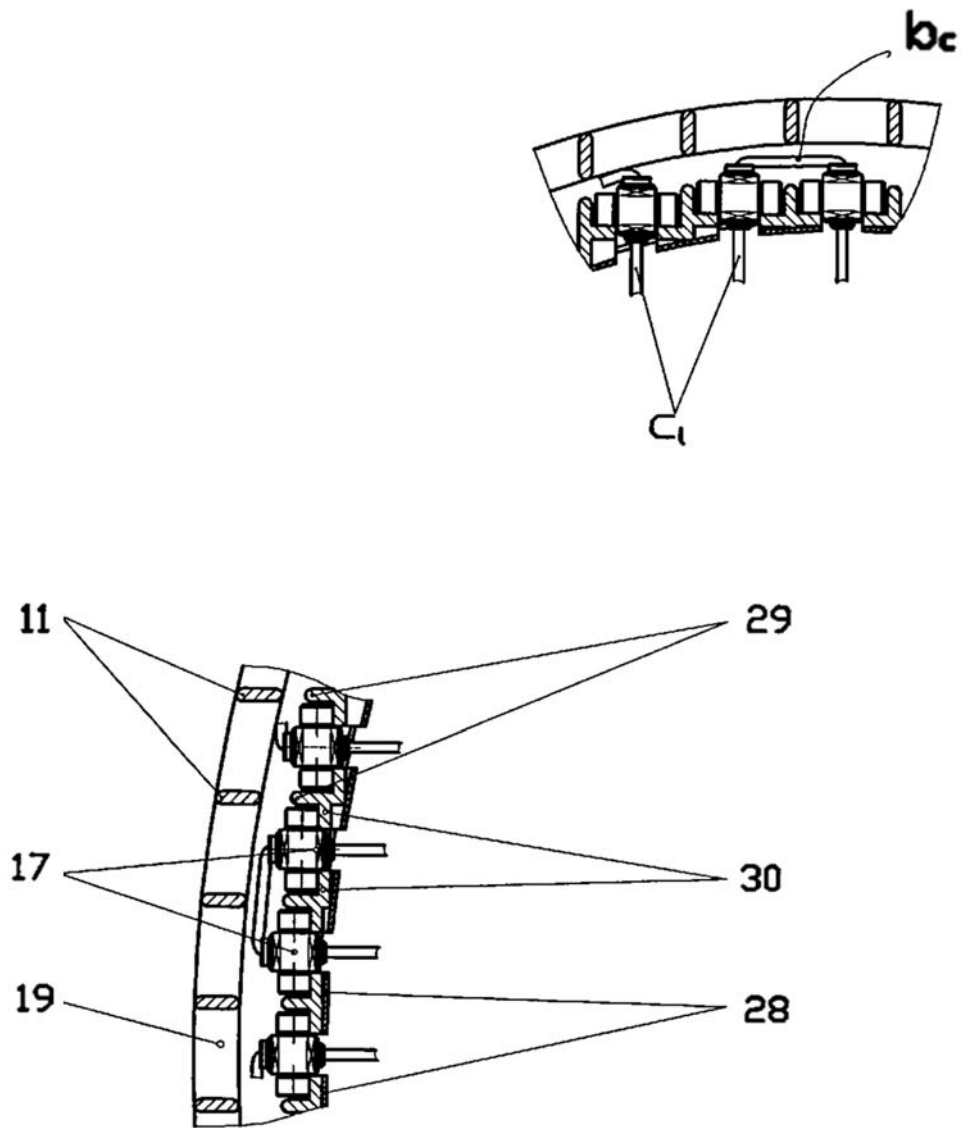


Fig. 15

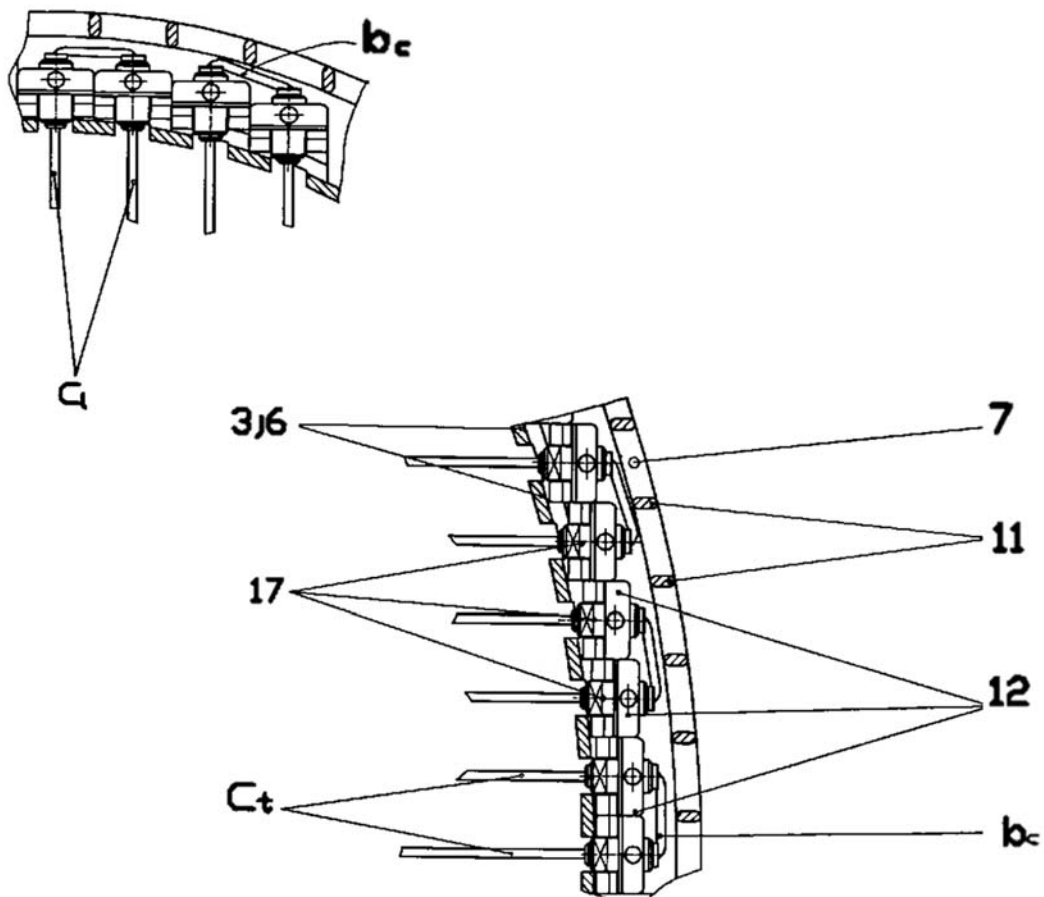


Fig. 16

