



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2009 00557

(22) Data de depozit: 20.07.2009

(41) Data publicării cererii:
30.08.2011 BOPI nr. 8/2011

(72) Inventatori:
• BĂLAN GEORGE, STR. DOMNEASCĂ
NR.47, GALAȚI, GL, RO

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "DUNĂREA DE JOS"
DIN GALAȚI, STR. DOMNEASCĂ NR.111,
GALAȚI, GL, RO

(54) STAND PENTRU PROBARE LA ZDRUNCINĂTURI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un stand pentru probare la zdruncinături, destinat încercării unei serii de produse, în special electronice sau electrotehnice, care, instalate pe niște mijloace de transport, suferă în timpul funcționării acțiunea șocurilor, necesitând, din acest motiv, unele verificări. Standul conform invenției este un mecanism cu camă în rotație și tachet cu rolă în translație, având contactul permanent, problema care se pune fiind de a se determina profilul camei astfel ca, la o rotație completă a acesteia, saltul principal de accelerație, având mărimea și forma impuse, să fie mult mai mare în comparație cu eventualele salturi secundare, soluția problemei găsindu-se prin combinarea a două profile de camă, și anume, un profil parabolic nesimetric și un profil sinusoidal, standul putând realiza diferite accelerații maxime cu aceeași camă, prin variația turației acesteia.

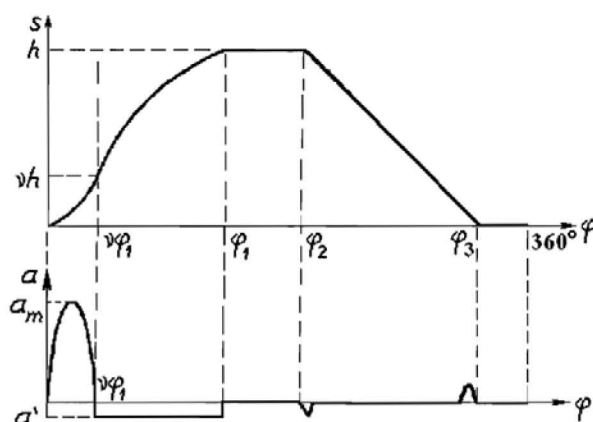


Fig. 5

Revendicări: 3
Figuri: 6

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



STAND PENTRU PROBARE LA ZDRUNCINĂTURI

Șocul reprezintă o variație brusca, efectuată într-un timp foarte scurt, a unuia dintre următorii parametri: forță, deplasare, viteză, accelerație; se preferă a se lucra cu ultimul parametru.

O serie de produse - în special electronice și electro-tehnice, instalate pe mijloace de transport - suferă în timpul funcționării acțiunea șocurilor, motiv pentru care aceste produse trebuie încercate în acest sens.

[8] stabilește metoda de încercare la șocuri a produselor industriale, încercare ce se face pe o mașină de produs șocuri. STAS-ul menționat arată că șocul reprezintă un salt de accelerație, având una din formele din figura 1.

Acest stand trebuie să realizeze cerințele din [4, 5, . . . , 9], care pretind:

- [4] în §5.2 "Încercarea la șocuri": forma sinusoidală, accelerația de vârf - 15g, durata impulsului - 11 ms, 4 șocuri x 6 direcții = 24 șocuri, iar în §5.3 "Încercarea la zdruncinături": accelerația - 10g, durata - 16 ms, 1000 impulsuri pe fiecare direcție și sens;
- [5] în §2.9 și 2.10 - identic cu [4];
- [6] în §5.3.5 "Proba de rezistență la șocuri": min. 7g, 40-80 șocuri/min., max. 15 ms, iar în §5.3.6. "Proba de stabilitate la șocuri": 5g, 40-80 șocuri/min., max. 15 ms;
- [7] în §4.11 și 4.12 - identic cu [6];
- [8]: durata $D_{max} = 30$ ms - pentru accelerația de vârf 5g și $D_{min} = 0,5$ ms - pentru 15 g; mai precizează că impulsul *sinusoidal* are utilizarea cea mai largă;
- [9] indică frecvența de repetiție: 1-3 zdruncinături/sec., $a = (10-100)g$, iar - respectiv - $D = 2-16$ ms.

Sintetizând, pentru standul de probare la **zdruncinături** (= șocuri repetate) a echipamentelor navale, se impun datele de proiectare:

40-80 șocuri/min.; șocuri cu accelerația de vârf 5g și 7g, cu durata $\tau_{5, 7} = 0-15$ ms, 10g cu $\tau_{10} = 16$ ms, 15g cu $\tau_{15} = 11$ ms; forma șocului - "sinusoidală". (1)

STADIUL TEHNICII: La Universitatea *Dunarea de Jos* din Galați există un stand pentru producerea șocurilor repetate, a cărui schemă de principiu este prezentată în figura 2.

Masa standului este acționată de o camă în rotație, la care etapa de coborare se realizează prin căderea liberă a tachelului pe o înălțime $h < H$. Dacă masa standului (solidară cu tachelul) ar cădea liber, accelerația ar fi g ; cum masa este acționată și de arcuri comprimate (fig. 3), accelerația va fi:

$$m \cdot a = m g + F_e \quad ; \quad a = g + F_e / m$$

și, prin strângerea prealabilă a arcurilor, se pot realiza accelerații mai mari ca g . Forța elastică din arcuri (F_e) este mai mare la începutul căderii, deci accelerația scade în timp. În momentul ciocnirii masei cu batiul, viteza scade brusc la zero, implicând accelerații foarte mari. Ținând cont de aceste observații, diagramele $v = v(t)$ și $a = a(t)$ se prezintă ca în figura 4, accelerația având - în domeniul negativ - un salt de tip "dinte de ferăstrău" (fig. 1.a). Variația valorii de vârf a_{max} se realizează prin modificarea strangerii inițiale a arcului, sau varierea distanței h (fig. 2).

În principiu, standul (ce face obiectul propunerii) este un mecanism cu camă în rotație și tachel cu rolă, în translație, având contactul permanent [1, 2]. Problema care se pune este de a determina profilul camei astfel ca la o rotație completă a ei saltul principal de accelerație, având mărimea și forma impuse mai sus, să fie mult mai mare în comparație cu eventualele salturi secundare. Soluția problemei se găsește prin combinarea a două profile prezentate în [3]: profilul parabolic nesimetric (care realizează două salturi dreptunghiulare de accelerație, cel pozitiv fiind mai mare ca cel negativ) - pag. 439 și profilul sinusoidal - pag. 443; etapa de ridicare se face pe un profil parabolic nesimetric (fig. 5), iar pe domeniul $(0 - \nu \varphi_1)$ se impune saltul sinusoidal de accelerație. Profilul parabolic nesimetric permite o diminuare - cu atât mai mare, cu cât ν este mai mic - a saltului negativ de accelerație a în comparație cu cel pozitiv a_m . Pentru etapa de coborâre (φ_2, φ_3) legea de mișcare se ia liniară, cu racordări [3, pag. 444] rezultând - la capetele domeniului - salturi mici de accelerație.

Profilul semi-sinusoidal s-a determinat în [2]:

PROIECTAREA TEHNICĂ
1

a 2009.00557
20-07-2009



$$\varphi \in [0, \nu \varphi_1]; s = h \left(\frac{\varphi}{\varphi_1} - \frac{\nu}{\pi} \sin \frac{\pi}{\nu \varphi_1} \varphi \right); \frac{\nu}{\omega} = \frac{h}{\varphi_1} \left(1 - \cos \frac{\pi}{\nu \varphi_1} \varphi \right); \frac{a}{\omega^2} = \frac{\pi h}{\nu \varphi_1^2} \sin \frac{\pi}{\nu \varphi_1} \varphi \quad (2)$$

Pentru $\varphi = \nu \varphi_1$ din (2): $s = \nu h$; $\nu / \omega = 2 h / \varphi_1$ (valoare egală cu cea dedusă din legea parabolică a mișcării pe domeniul $(\nu \varphi_1, \varphi_1)$ [3, pag. 440]; $a / \omega^2 = 0$.

$$\text{Pentru } \varphi = \frac{\nu \varphi_1}{2} \rightarrow \frac{a_m}{\omega^2} = \frac{\pi h}{\nu \varphi_1^2}. \quad (3)$$

Se observă - în figura 5 - că în etapa de ridicare a tachelului, forța sa de inerție solicită profilul camei la o presiune mare de contact, ce provoacă uzura și, deci, modificarea legilor de mișcare. Aceasta se poate contracara dacă diagrama $a = a(\varphi)$ se ia simetrică față de abscisă, în comparație cu cea din figura 5, ca în figura 6b; acesteia îi corespunde diagrama deplasării din figura 6a. În această situație, se translatează abscisa din figura 6a, în jos, cu distanța h , ca în figura 6c. Pentru a evita desprinderea tachelului de camă, diferența dintre forța de inerție și greutatea tachelului (mesei standului) și probei trebuie contracarată cu arcuri, supuse la compresiune.

Din (1) deducem că turația camei poate varia: $n = 40 - 80$ rot/min (4)

iar durata impulsului: $\tau = (11 - 16) \cdot 10^{-3}$ sec. (5)

O rotație completă a camei se face în $T = 60 / n$ sec., cu care se calculează unghiul

$$\nu \varphi_1^\circ = 360 \cdot \tau \cdot \frac{n}{60}; \varphi_1^\circ = \frac{6}{\nu} \tau n. \quad (6)$$

Formula (3) indică posibilitatea obținerii diferitelor accelerații maxime cu aceeași camă, prin varierea lui ω . Cama unică impune $\varphi_1 = \text{const.}$, deci - din (6) - rezultă: $\tau n = \text{const.}$ (7)

Cu $\omega = \pi n / 30$, din (3): $h = a_m \tau^2 / (\pi \nu)$. (8)

Cama unică pretinde $h = \text{const.}$, deci $a_m \tau^2 = \text{const.}$, (9)

adică: $15.g. \tau_{15}^2 = 10.g. \tau_{10}^2 = 7.g. \tau_7^2 = 5.g. \tau_5^2$. (10)

Pentru satisfacerea acestei egalități, modific în (1):

$$\tau_{15} = 10 \text{ ms}; \tau_{10} = 12,2 \text{ ms}; \tau_7 = 17,7 \text{ ms}; \tau_5 = 21 \text{ ms}, \quad (11)$$

valori ce consider că sunt acceptabile pentru (1).

Condiția (7) se scrie: $\tau_{15} n_{15} = \tau_{10} n_{10} = \tau_7 n_7 = \tau_5 n_5$. (12)

Alegând $n_{15} = 75$ rot/min., rezultă $n_{10} = 61,5$; $n_7 = 51,4$; $n_5 = 43,3$, (13)

valori ce verifica (4).

Din (6): $\nu \varphi_1^\circ = 6. \tau_5 n_5 = 4,5^\circ$, iar din (8): $\nu h = a_5 \tau_5^2 / \pi = 4,7$ mm.

Alegând $\nu = 1/10$, rezultă $\varphi_1 = 45^\circ$ și $h = 47$ mm.

Dacă notăm graficul din figura 5 cu $s_o = s_o(\varphi)$, atunci în figura 6c: $s(\varphi) = h - s_o(\varphi)$. (14)

Deci, pentru $\varphi \in (0; \nu \varphi_1) = (0; 4,5^\circ)$, legile mișcării sunt:

$$s = h - h \left(\frac{\varphi}{\varphi_1} - \frac{\nu}{\pi} \sin \frac{\pi}{\nu \varphi_1} \varphi \right); \frac{\nu}{\omega} = \frac{h}{\varphi_1} \left(\cos \frac{\pi}{\nu \varphi_1} \varphi - 1 \right); \frac{a}{\omega^2} = - \frac{\pi h}{\nu \varphi_1^2} \sin \frac{\pi}{\nu \varphi_1} \varphi \quad (15)$$

Pentru $\varphi \in (\nu \varphi_1; \varphi_1) = (4,5^\circ; 45^\circ)$, legea de mișcare a camei se ia parabolică [3, pag. 439]:

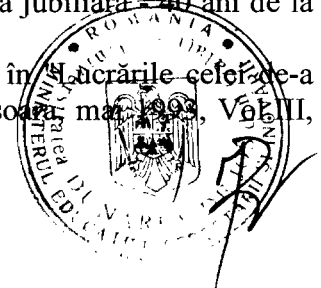
$$s = \frac{h}{(1-\nu)\varphi_1^2} (\varphi_1 - \varphi); \frac{a'}{\omega^2} = \frac{2h}{(1-\nu)\varphi_1^2}, \text{ de unde } a' = \frac{n^2}{538,6};$$

$a'_{15} = 10,4 \text{ m/s}^2$; $a'_5 = 3,50 \text{ m/s}^2$; deci $a' \in (3,50 - 10,4) \text{ m/s}^2$, în comparație cu $a_m \in (50 - 150) \text{ m/s}^2$.

Pentru $\varphi \in (\varphi_2; \varphi_3) = (150^\circ - 350^\circ)$, legea de mișcare se ia liniară, cu racordări [3, pag. 454].

BIBLIOGRAFIE

- 1- G.Bălan *Principiile unui stand pentru probare la șocuri*, în "Sesiunea jubiliară - 40 ani de la înființarea Institutului Mecano-Naval", vol. I, oct.1991, Galați, pag. 122
- 2- G.Bălan *Asupra unui nou stand pentru probare la șocuri repetate*, în "Lucrările conferinței de-a VII-a Conferințe de vibrații mecanice", Universitatea tehnică din Timișoara, mar.1993, Vol. III,



$$\varphi \in [0, \nu \varphi_1]; s = h \left(\frac{\varphi}{\varphi_1} - \frac{\nu}{\pi} \sin \frac{\pi}{\nu \varphi_1} \varphi \right); \frac{\nu}{\omega} = \frac{h}{\varphi_1} \left(1 - \cos \frac{\pi}{\nu \varphi_1} \varphi \right); \frac{a}{\omega^2} = \frac{\pi h}{\nu \varphi_1^2} \sin \frac{\pi}{\nu \varphi_1} \varphi \quad (2)$$

Pentru $\varphi = \nu \varphi_1$ din (2): $s = \nu h$; $\nu / \omega = 2h / \varphi_1$ (valoare egală cu cea dedusă din legea parabolică a mișcării pe domeniul $(\nu \varphi_1, \varphi_1)$ [3, pag. 440]; $a / \omega^2 = 0$.

Pentru $\varphi = \frac{\nu \varphi_1}{2} \rightarrow \frac{a_m}{\omega^2} = \frac{\pi h}{\nu \varphi_1^2}$. (3)

Se observă - în figura 5 - că în etapa de ridicare a tachelului, forța sa de inerție sollicită profilul camei la o presiune mare de contact, ce provoacă uzura și, deci, modificarea legilor de mișcare. Aceasta se poate contracara dacă diagrama $a = a(\varphi)$ se ia simetrică față de abscisă, în comparație cu cea din figura 5, ca în figura 6b; acesteia îi corespunde diagrama deplasării din figura 6a. În această situație, se translatează abscisa din figura 6a, în jos, cu distanța h , ca în figura 6c. Pentru a evita desprinderea tachelului de camă, diferența dintre forța de inerție și greutatea tachelului (mesei standului) și probei trebuie contracarată cu arcuri, supuse la compresiune.

Din (1) deducem că turația camei poate varia: $n = 40 - 80$ rot/min (4)

iar durata impulsului: $\tau = (11 - 16) \cdot 10^{-3}$ sec. (5)

O rotație completă a camei se face în $T = 60 / n$ sec., cu care se calculează unghiul

$$\nu \varphi_1^\circ = 360 \cdot \tau \cdot \frac{n}{60}; \varphi_1^\circ = \frac{6}{\nu} \tau n. \quad (6)$$

Formula (3) indică posibilitatea obținerii diferitelor accelerații maxime cu aceeași camă, prin varierea lui ω . Cama unică impune $\varphi_1 = \text{const.}$, deci - din (6) - rezultă: $\tau n = \text{const.}$ (7)

Cu $\omega = \pi n / 30$, din (3): $h = a_m \tau^2 / (\pi \nu)$. (8)

Cama unică pretinde $h = \text{const.}$, deci $a_m \tau^2 = \text{const.}$, (9)

adică: $15.g. \tau_{15}^2 = 10.g. \tau_{10}^2 = 7.g. \tau_7^2 = 5.g. \tau_5^2$. (10)

Pentru satisfacerea acestei egalități, modific în (1):

$$\tau_{15} = 10 \text{ ms}; \tau_{10} = 12,2 \text{ ms}; \tau_7 = 17,7 \text{ ms}; \tau_5 = 21 \text{ ms}, \quad (11)$$

valori ce consider că sunt acceptabile pentru (1).

Condiția (7) se scrie: $\tau_{15} n_{15} = \tau_{10} n_{10} = \tau_7 n_7 = \tau_5 n_5$. (12)

Alegând $n_{15} = 75$ rot/min., rezultă $n_{10} = 61,5$; $n_7 = 51,4$; $n_5 = 43,3$, (13)

valori ce verifică (4).

Din (6): $\nu \varphi_1^\circ = 6 \cdot \tau_5 n_5 = 4,5^\circ$, iar din (8): $\nu h = a_5 \tau_5^2 / \pi = 4,7$ mm.

Alegând $\nu = 1/10$, rezultă $\varphi_1 = 45^\circ$ și $h = 47$ mm.

Dacă notăm graficul din figura 5 cu $s_o = s_o(\varphi)$, atunci în figura 6c: $s(\varphi) = h - s_o(\varphi)$. (14)

Deci, pentru $\varphi \in (0; \nu \varphi_1) = (0; 4,5^\circ)$, legile mișcării sunt:

$$s = h - h \left(\frac{\varphi}{\varphi_1} - \frac{\nu}{\pi} \sin \frac{\pi}{\nu \varphi_1} \varphi \right); \frac{\nu}{\omega} = \frac{h}{\varphi_1} \left(\cos \frac{\pi}{\nu \varphi_1} \varphi - 1 \right); \frac{a}{\omega^2} = -\frac{\pi h}{\nu \varphi_1^2} \sin \frac{\pi}{\nu \varphi_1} \varphi \quad (15)$$

Pentru $\varphi \in (\nu \varphi_1; \varphi_1) = (4,5^\circ; 45^\circ)$, legea de mișcare a camei se ia parabolică [3, pag. 439]:

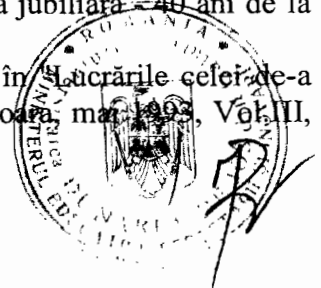
$$s = \frac{h}{(1-\nu)\varphi_1^2} (\varphi_1 - \varphi)^2; \frac{a'}{\omega^2} = \frac{2h}{(1-\nu)\varphi_1^2}, \text{ de unde } a' = \frac{n^2}{538,6};$$

$a'_{15} = 10,4 \text{ m/s}^2$; $a'_{5} = 3,50 \text{ m/s}^2$; deci $a' \in (3,50 - 10,4) \text{ m/s}^2$, în comparație cu $a_m \in (50 - 150) \text{ m/s}^2$.

Pentru $\varphi \in (\varphi_2; \varphi_3) = (150^\circ - 350^\circ)$, legea de mișcare se ia liniară, cu racordări [3, pag. 454].

BIBLIOGRAFIE

- 1- G.Bălan *Principiile unui stand pentru probare la șocuri*, în "Sesiunea jubiliară - 40 ani de la înființarea Institutului Mecano-Naval", vol. I, oct.1991, Galați, pag. 122
- 2- G.Bălan *Asupra unui nou stand pentru probare la șocuri repetate*, în "Lucrările celei de-a VII-a Conferințe de vibrații mecanice", Universitatea tehnică din Timișoara, mar.1993, Vol. III,



pag. 65

3- N. Manolescu, Fr. Kovacs, A. Orănescu *Teoria mecanismelor și a mașinilor*, EDP, 1972

4- Normele R.N.R. 29-86 (2.09) *Parametrii mecanici și electrici ce se verifică în cursul încercării produselor și instalației electrice a navelor*

5- Normele R.N.R. 39-86 (2.09) *Încercarea echipamentelor de automatizare (control, comandă, indicare, semnalizare)*

6- Registrul URSS, partea a 5-a *Supravegherea execuției produselor pentru nave*, §5.10 "Echipamente electrice", Editura "Transport", Leningrad, 1981

7- Registr SSSR, Căști 5.12, *Oborodovanie automatizații*, Izdatelstvo "Transport", Leningrad, 1980

8- STAS 8393/16 - 90 *Încercarea la șocuri*

9- STAS 8393/18 - 90 *Zdruncinături*



REVENICARI

- Stand pentru probare la zdruncinături caracterizat prin aceea ca este constituit dintr-un mecanism cu camă în rotație și tchet cu rolă, în translație, având profilul camei astfel ca la o rotație completă a ei saltul principal de accelerație, având mărimea și forma impuse, este mult mai mare în comparație cu eventualele salturi secundare.
- Stand pentru probare la zdruncinături caracterizat prin aceea ca saltul principal de accelerație se realizează prin combinarea a două profile de cama: profilul parabolic nesimetric și profilul sinusoidal.
- Stand pentru probare la zdruncinături caracterizat prin aceea ca poate realiza diferite accelerații maxime cu aceeași camă, prin varierea turatiei ei.



DESENE EXPLICATIVE

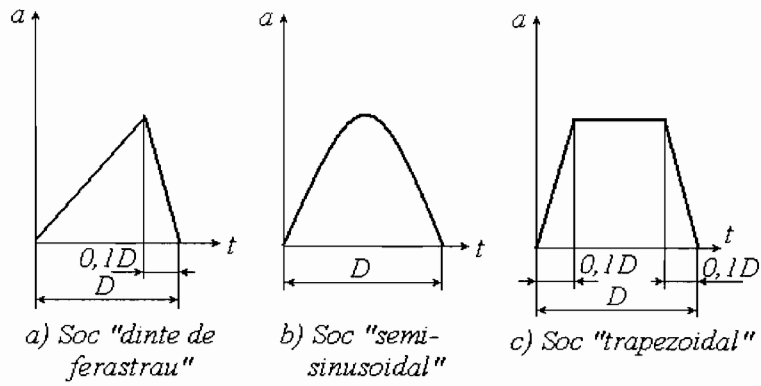


Fig. 1

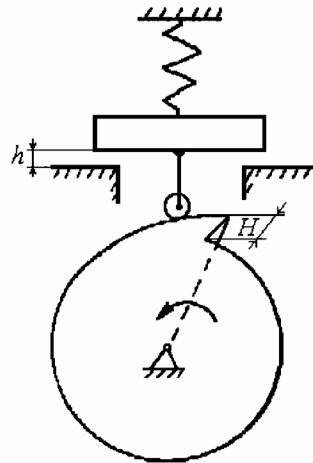


Fig. 2

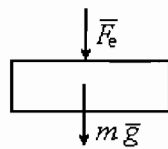


Fig. 3



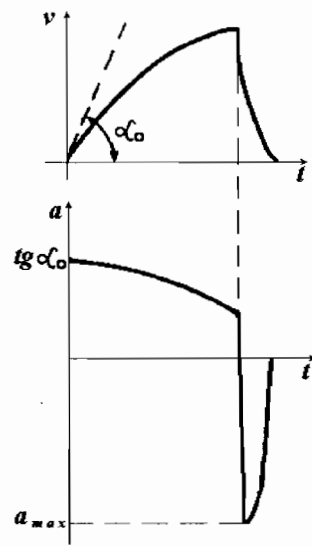


Fig. 4

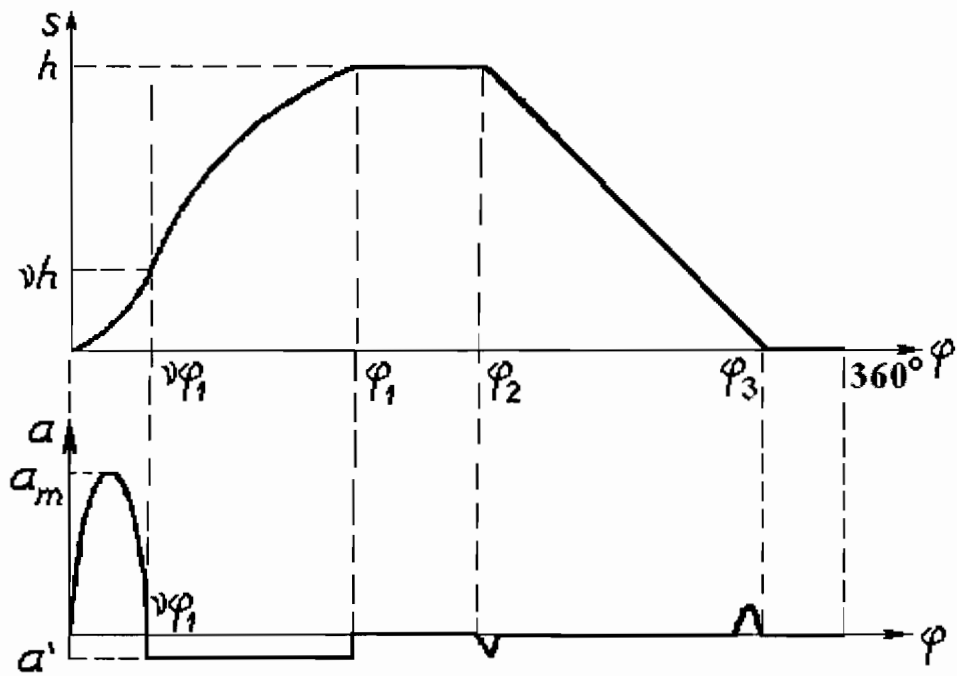


Fig. 5



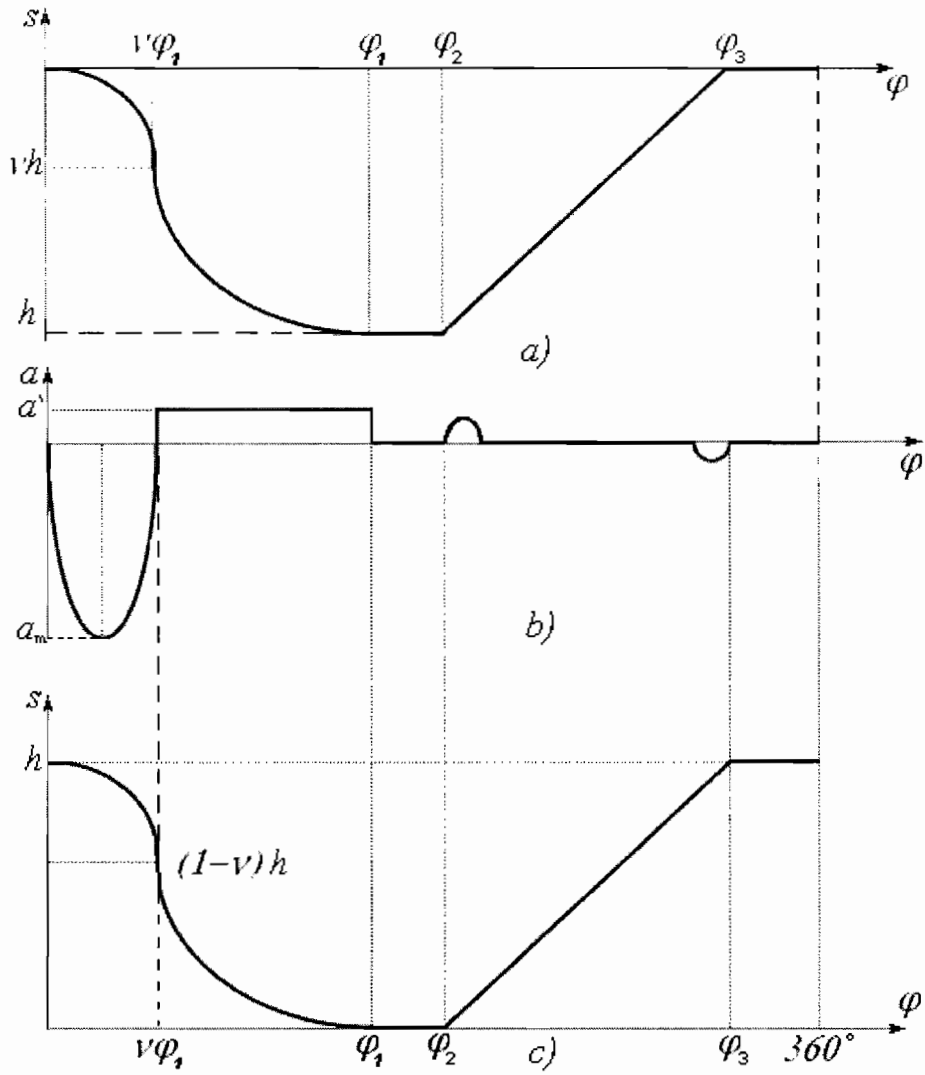


Fig. 6

