

STUDIUL AMORTIZOARELOR CU LICHID PENTRU CÂNTĂRIRI AUTOMATE

Gheorghe Popescu, - *Universitatea
“Constantin Brâncuși” din Târgu Jiu
ROMÂNIA*

REZUMAT: În această lucrare, autorul prezintă rezultatele cercetărilor pentru amortizarea oscilațiilor libere în procesul de cântărire automată a produselor pirotehnice sub formă de bucăți. Studiul oscilațiilor libere este etapa anterioară realizării unei mașini de cântărire și triere automată. Pentru aceasta, autorul prezintă soluțiile proprii de amortizare rapidă a oscilațiilor brațelor balanțelor montate pe platoul rotativ al mașinii

CUVINTE CHEIE: Oscilații libere, lichid amortizor, amortizarea rapidă a oscilațiilor, pârghie de echilibru, timp de amortizare, mașină de cântărire și sortare automată.

1. INTRODUCERE

În industria pirotehnică se realizează multe produse la care greutatea elementelor componente contribuie integral la obținerea parametrilor tehnico - funcționali și de performanță. Pentru a veni în sprijinul fabricanților de astfel de produse, autorul prezentului articol, prezintă din punct de vedere teoretic și apoi pe un model experimental, influența oscilațiilor libere ale unui cântar, asupra preciziei de cântărire și timpul de amortizare al acestora, în vederea realizării unei mașini automate de înaltă performanță

2. NOȚIUNI TEORETICE

Oscilațiile libere sunt caracteristice conform figurii 1.a. și 1.b. atât sistemelor care execută mișcări de translație, cât și celor care execută mișcări de rotație. În cazul

STUDY OF LIQUID DAMPERS FOR AUTOMATIC WEIGHINGS

Gheorghe Popescu, - *“Constantin
Brâncuși” University of Târgu Jiu
ROMÂNIA*

ABSTRACT: In this work, the author present researches result for the amortization of free flutters in the process of automatically weigh pyrotechnical products in the shape of nubs. The study of free flutters is the beginning stage for realization of a machines of weigh and automatic sorting. There fore the author present the own solutions of quick amortization of the oscillations of the arms of the balances installed on the rotary platter of the machine.

KEY WORDS: Free oscillations, liquid damper, quick amortization of the oscillations, lever balance, amortization time, machine of weigh and automatic sorting.

1. INTRODUCTION

In the pyrotechnical industry is achieved many products whereat the weight of the components elements contribute integral for obtain technical - functional parameters and performance . Came in the the support of the manufacturers of such products, the present author of the item, presents from theoretical viewpoint and then on an experimental model, influence of free flutters of the balances about the accuracy of weigh and for amortization of these in the sight of a realization automatic high-performance machines.

2. THEORETICAL NOTIONS

The free oscillations are the characteristic compliant of the figure 1.a and 1.b incite the which systems executes the translational motions as much as those who

mişcării de rotație, ecuația mișcării acestora se exprimă cu relația:

$$I\ddot{\varphi} + K\varphi + c\dot{\varphi} \pm M_f = 0, \quad (1)$$

unde:

I = momentul de inerție al sistemului mobil;

K = constanta arcului 2;

c = coeficientul de amortizare a amortizorului 3;

M_f = momentul de frecare din lagărele A;

φ = amplitudinea vibrațiilor sistemului mobil.

executes a rotation motion. In case of rotation motions, the equation of motion is expressed with the relation:

$$I\ddot{\varphi} + K\varphi + c\dot{\varphi} \pm M_f = 0, \quad (1)$$

where:

I =The moment of inertia of the mobile system;

K = Constant of the bow 2;

c =The amortizations coefficient of the damper 3;

M_f =The friction moment from the encampment A;

φ =The amplitude of the vibrations of mobile system.

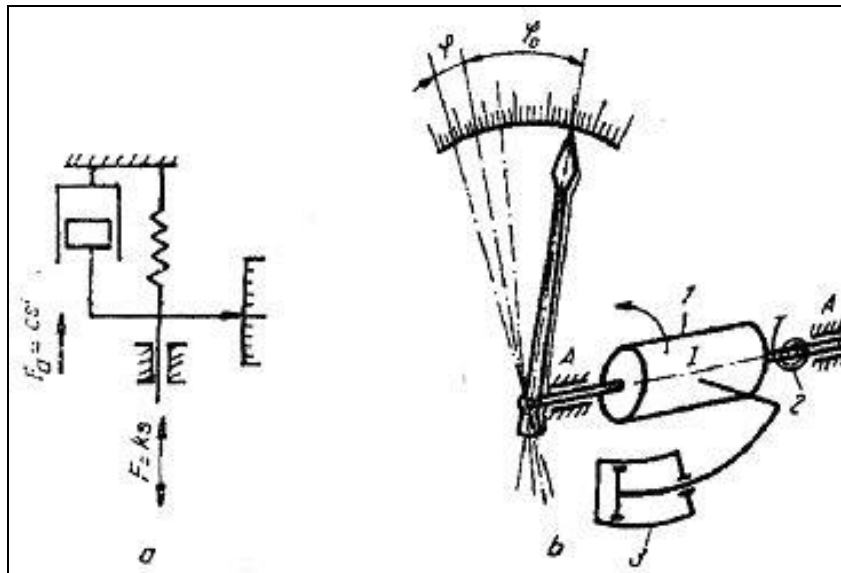


Figura 1. Sistem cu mișcare de translație și rotație.
Figure 1. Systems with translational and rotation motions.

Soluția ecuației diferențiale (1) este:

The solution of differential equation (1) is:

$$\varphi = \varphi_0 e^{-\beta\omega_0 t} \left[\frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} \sin\left(\omega_0 t \sqrt{1-\beta^2}\right) + \cos\left(\omega_0 t \sqrt{1-\beta^2}\right) \right], \quad (2)$$

sau sub forma:

Or under the shape:

$$\lambda = \frac{\varphi}{\varphi_0} = e^{-\beta\omega_0 t} \left[\frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} \sin\left(\omega_0 t \sqrt{1-\beta^2}\right) + \cos\left(\omega_0 t \sqrt{1-\beta^2}\right) \right], \quad (3)$$

Ecuția (2) este valabilă dacă $\beta < 1$, unde prin β (gradul de amortizare) s-a notat raportul

$$\beta = \frac{c}{2\sqrt{IK}} \quad (4)$$

Pentru $\beta > 1$, soluția ecuației diferențiale (1) este

$$\varphi = \varphi_0 e^{-\beta\omega_0 t} (1 + \beta\omega_0 t). \quad (5)$$

care, pentru $\beta = 1$, capătă forma:

$$\varphi = \varphi_0 e^{-\omega_0 t} (1 + \omega_0 t). \quad (6)$$

În aceste relații, ω_0 reprezintă pulsația proprie a sistemului și se determină cu relația:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{I}}$$

În figura 2, conform [1] sunt reprezentate formele posibile pentru oscilația sistemului mobil, comparate cu oscilațiile neamortizate ale acestuia (ecuația mișcării neamortizate are forma: $\varphi = \varphi_0 \cos \omega_0 t$).

The equation (2) is valid if $\beta < 1$ where by β (the degree of damping) was noted the proportion:

$$\beta = \frac{c}{2\sqrt{IK}} \quad (4)$$

For $\beta > 1$, the solution of differential equation (1) is

$$\varphi = \varphi_0 e^{-\beta\omega_0 t} (1 + \beta\omega_0 t). \quad (5)$$

Which, for $\beta = 1$ acquire the form:

$$\varphi = \varphi_0 e^{-\omega_0 t} (1 + \omega_0 t). \quad (6)$$

In this relations, ω_0 describe the proper pulsation of the system and it's determinate with the relation:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{I}}$$

In the figure 2, according [1] are represented the possible shapes for the oscillation of the mobile system, compared with the unamortized oscillations of this (the equation of the unamortized motion have the form: $\varphi = \varphi_0 \cos \omega_0 t$).

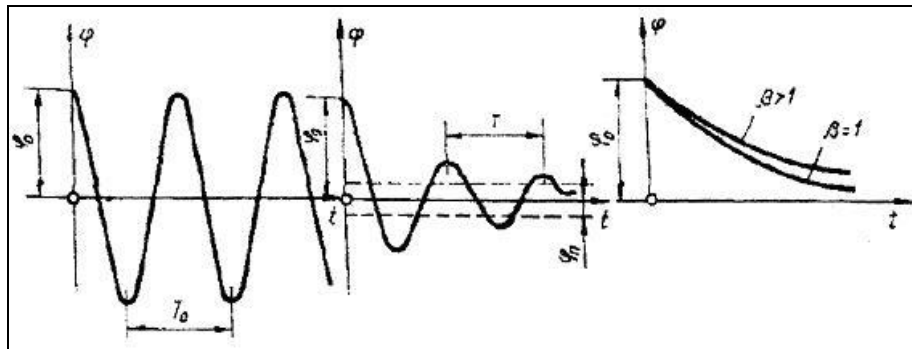


Figura 2. Formele posibile pentru oscilația sistemului mobil, comparate cu oscilațiile neamortizate ale acestuia.
Figure 2. The possible shapes for the oscillation of the mobile system, compared with the unamortized oscillations of this.

La proiectarea amortizoarelor pentru oscilații libere, interesează să se determine de așa natură gradul de amortizare β sau coeficientul de amortizare, astfel încât oscilația φ_0 a sistemului mobil să se atenueze într-un timp cât mai scurt, la

To the projection of dampers for free flutters, it concerns to determine of such nature the degree of amortization β or the coefficient of amortization, so that the oscillation φ_0 of mobile system to attenuated in a short time, to its admissible value (the

valoarea sa admisibilă (amplitudinea φ_v de citire sau înregistrare).

Se obișnuiește în calcule, să se exprime acest lucru printr-un parametru λ_a , care se determină cu relația:

$$\lambda_a = \frac{\varphi_n}{\varphi_o} = e^{-\omega_o \beta_n T}, \quad \Rightarrow$$

$$\lambda = \lambda_a, \text{ pentru } \varphi = \varphi_n.$$

Deși soluțiile cu $\beta > 1$ sunt eficace din punctul de vedere al capacității de amortizare a oscilațiilor (practic dispare oscilația sistemului mobil) în aparate se utilizează amortizarea cu $\beta < 1$.

Pentru soluția $\beta < 1$, se calculează parametrii T (perioada oscilațiilor amortizate) și ω (pulsția oscilațiilor amortizate) cu relațiile:

$$\omega = \omega_o \sqrt{1 - \beta^2}, \quad (7)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{T_o}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (8)$$

unde perioada oscilațiilor neamortizate T_o este:

$$T_o = \frac{2\pi}{\omega_o} \quad (9)$$

Timpul t_a până la atingerea amplitudinii φ_n se numește **timp de amortizare** și se poate obține prin rezolvarea ecuației diferențiale a mișcării. El însă se poate determina cu suficientă aproximație cu relațiile:

$$t_a = \frac{2I}{c} \ln \lambda_a, \text{ if } 0 < \beta < 0,7 \quad (10)$$

Calculul confirmat de practică arată că dacă se modifică gradul de amortizare a oscilațiilor sistemului mobil de la 0 la ∞ , timpul de amortizare t_a , la început se va micșora, iar după atingerea minimumului va crește. Timpului minim de amortizare, t_m , îi corespunde un grad optim de amortizare λ_{op}

amplitude φ_v of reading or registration).

Is accustomed in the calculi, to expressed this thing by a parameter λ_a that is caused with the relation:

$$\lambda_a = \frac{\varphi_n}{\varphi_o} = e^{-\omega_o \beta_n T}, \quad \Rightarrow$$

$$\lambda = \lambda_a, \text{ for } \varphi = \varphi_n$$

Although the solutions with $\beta > 1$ are effective from viewpoint of the amortization capacity of oscillations (practically the oscillation of the mobile system disappear) in machines is used the amortization with $\beta < 1$.

For the solution $\beta < 1$, it will be calculated the T parameters (the period of amortized vibration) and ω (the pulsation of amortized vibration) with the relations:

$$\omega = \omega_o \sqrt{1 - \beta^2}, \quad (7)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{T_o}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (8)$$

Where the undamped period of oscillations T_o is:

$$T_o = \frac{2\pi}{\omega_o} \quad (9)$$

The time t_a till it reach the amplitude φ_n is called *amortization time* and can be obtained by resolving the differential equation of motion. It can be determine approximately with the relations:

$$t_a = \frac{2I}{c} \ln \lambda_a, \text{ if } 0 < \beta < 0,7 \quad (10)$$

The calculation confirmed by practice show that if its modified the amortization degree of mobile system oscillations from 0 to ∞ the amortization time t_a , at the beginning it will diminish, and after the reach of minimum it will propagate.

The minimum time of amortization, t_m ,

care se obține pentru $t_a = \frac{T}{2}$, (figura 3).

correspond an optimal degree of amortization λ_{op} which it is obtained for $t_a = \frac{T}{2}$ (figure 3).

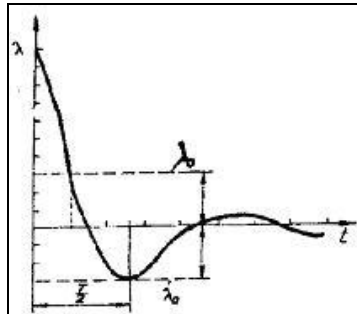


Figura 3. Gradul optim de amortizare λ_{op} .

Figure 3. The optimal degree of amortization λ_{op}

Prin respectarea acestei condiții și ținându-se cont de expresiile (7) și (8) pentru ω și T , relația (3) poate fi scrisă sub forma:

$$\lambda_a = \frac{e^{-\pi\beta_{op}}}{\sqrt{1-\beta_{op}^2}} \quad \text{sau} \quad \beta_{op} = \ln \frac{\lambda_a}{\sqrt{\pi^2 + (\ln \lambda_a)^2}}. \quad (11)$$

Dependența timpului minim de amortizare t_m , în raport cu λ_a , se obține din relația (3), înlocuindu-se valoarea lui β cu β_{op} .

Through observance of this condition and following the expressions (7) and (8), for ω and T , the relation can be written under the format:

$$\lambda_a = \frac{e^{-\pi\beta_{op}}}{\sqrt{1-\beta_{op}^2}} \quad \text{or} \quad \beta_{op} = \ln \frac{\lambda_a}{\sqrt{\pi^2 + (\ln \lambda_a)^2}}. \quad (11)$$

The relationship of minimum time of amortization t_m in proportion with λ_a its obtained from relation (3), by replacing the value of β with β_{op} .

3. MODELUL EXPERIMENTAL PROPUȘ

În vederea cântării automate a unui număr mare de produse sau elemente în unitatea de timp, autorul a proiectat și realizat practic un model experimental de cântar cu pârghie, prezentat în figura 4.

Cântarul **1** (figura 5), constituie unul din cele 6 mecanisme de cântărire așezate pe platoul rotitor **2** al unei mașini automate concepute în acest scop, având centrul de greutate pe axa de rotație. În partea dreaptă

3. THE EXPERIMENTAL MODEL PROPOSED

For automatic weighing of a greater number of products or elements in the time unit, the author has designed and accomplished an experimental model of a lever balance, shown in figure 4.

The weighing **1**, (figure 5) is one of the 6th mechanisms of weighing set on the rotating dish **2** of an automated machine design in this purpose, giving the centre of weight on the rotation axis. On the right part the balance arm was designed with a support

brațul cântarului a fost conceput cu un suport **2** (figura 4), pe care se așează produsele de cântărit, iar în partea stângă cu piesa de echilibrare **12**. Pentru amortizarea oscilațiilor libere ce se produc la așezarea piesei de cântărit pe suportul **2**, am conceput un amortizor cu lichid ce se compune din păhărețul **4**, discul **5**, lanțul de legătură **6** și șurubul de reglare a adâncimii de cufundare **7**.

2 (figure 4), which is set the weighing products, and on the left part with the equilibration piece **12**. For amortization of free flutters that are produced when the weighing piece is put on the support **2**, we have designed an liquid shock absorber who is composed from glass **4**, dish **5**, chain connection **6** and the dipping deep adjustment screw **7**.

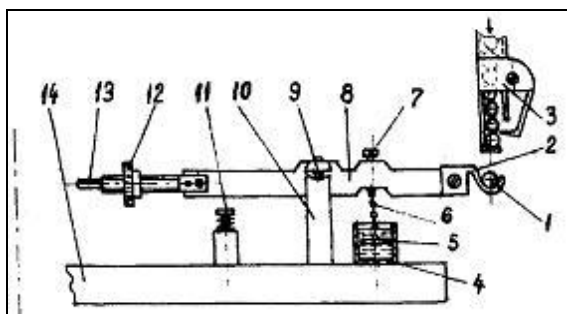


Figura 4. Cântar cu pârghie
Figure 4. The experimental model of a lever balance



Figure 5. Modelul experimental.
Figure 5. The experimental model.

În funcție de vâscozitatea lichidului, pe suprafața discului se creează forțe de frecare și de interacțiune intermoleculară între disc și lichid care se opun deplasării. Astfel, după un anumit interval de timp oscilațiile libere ale brațului **8** se amortizează, acesta intrând în echilibru. În partea stângă brațul a fost prevăzut cu o contragreutate **12**, cu posibilități de reglare și cu un cuțit **13** pentru dirijarea brațului **8** pe unul din cele trei ghidaje ale mașinii, funcție de greutatea produsului cântărit.

Depending on the viscosity of the liquid, on the surface of the dish it's creating intermolecular friction and interaction forces between the dish and the liquid which are opposing the movement. Thus, after a while, the free flutters of the arm **8** it's amortized, and it equilibrates. On the left part, the arm was provided with a counterweight **12**, with possibility of adjustments, and a knife **13** for conducting the arm **8** onto one of the three guides of the machine, depending on the weight of weighing product.

Pentru ca șocul dinamic produs la căderea produsului **1** pe suportul **2**, să nu

That the dynamic shock produced on the felt of the product **1** on the support **2** do not

determine deplasarea cuțitelor **9** din reazime, pe suportul cântarului, am montat scaunul cu resort **11**.

Înălțimea acestuia a fost astfel reglată încât cuțitul **13** să poată fi deplasat fără frecare prin ghidajul **III** specific produselor ușoare, (figura 6.). Ghidajele de selecție automată **2**, au fost montate conform figurii 7 pe axul central fix **4**, al mașinii. Aceste ghidaje au fost concepute pentru a selecta produsele în trei categorii de greutate:

Categoria I - produse normale care se încadrează în valoarea nominală de greutate $G_{nom} \pm 0,1 \%$;

Categoria II - produse mai grele decât $G_{nom} + 0,1 \%$;

Categoria III - produse mai ușoare decât $G_{nom} - 0,1 \%$.

determine the knives to move from its fulcrum, on the support of the balance we have installed the spring chair **11**.

The height of it was adjusted so that the knife **13** can be displaced without any friction through the guideway **III** appropriate to light products, (figure 6). The guideways for automatic selection **2** were installed according to figure 7 on the central fixed axle **4** of the machine. The guideways were conceived to select the products in three categories of weight:

First category – normal products which are situated in the nominal value of weight $G_{nom} \pm 0,1 \%$;

Second category - more heavier products than $G_{nom} + 0,1 \%$;

Third category – lighter products than $G_{nom} - 0,1 \%$.

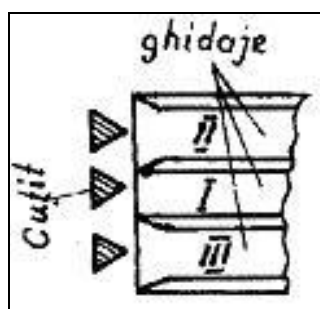


Figura 6. Ghidajele pentru cuțite.
Figure 6. The guideways for the knives.

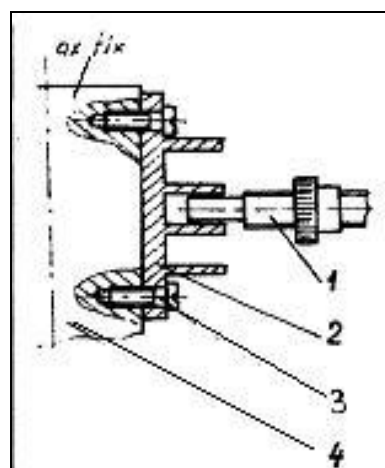


Figura 7. Secțiune prin ghidaj.
Figure 7. Sectional guideway.

4.REZULTATELE MĂSURĂTORILOR

Întrucât calitatea cântării depinde de timpul minim de amortizare a oscilațiilor libere și viteza de rotire a platoului port cântare **2**, (figura 5), autorul a luat în studiu mai multe tipuri de lichide vâscoase, în comparație cu apa. Totodată s-a utilizat aceeași înălțime de cădere a produsului de cântărit și aceeași greutate a produselor. În tabelul 1 se prezintă rezultatele măsurărilor.

4. THE MEASUREMENTS RESULTS

In that the quality of weighing depends on the minimum time of amortization of free flutters and the spinning speed of platter the port balances **2**, (figure 5), the author studied more types of viscous liquid, compared with water. The measurements results are shown in table 1.

Tabelul 1. Rezultatele măsurătorilor.
Table 1. The measurements results

No.	Utilized liquid	The conventional sliminess at 372 °K [°]	The amortization time [s]	The no. of oscillations till total amortization	The weight of weighing product [g]	The heights of fall [mm]
1.	water	-	16	7	8,6	6
2.	HA oil	3,5 – 4,5	3	2	8,6	6
3.	T90 oil	3,0 – 3,5	3	2	8,6	6
4.	M20/W40	9,0	5	3	8,6	6
5.	Silicones liquid	4,5	2	1	8,6	6

5. CONCLUZII

După prelucrarea datelor experimentale s-au formulat următoarele concluzii:

- 1.- Amortizoarele cu lichid constituie cea mai simplă și eficientă soluție de amortizare a oscilațiilor libere produse în brațul unui cântar la căderea unei greutate de la înălțime mică;
- 2.- Amortizarea oscilațiilor libere se face cu atât mai repede cu cât lichidul este mai vâscos și are densitate mai mare;
- 3.- Lichidul siliconic constituie lichidul cel mai bun pentru amortizarea oscilațiilor libere;
- 4.- Întrucât amortizarea oscilațiilor libere se poate face în maxim 3 secunde, rezultă că pe un platou se pot monta eficient trei alimentatoare cu produse.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Demian Tr. et all. - Mecanisme de mecanică fină. E.D.P. Bucuresti, 1982.
- [2]. Popescu Gh. - Mecanisme, Editura Spicon, Tg-Jiu, 1994.
- [3]. Micu Constantin et all. - Aparate și sisteme de măsurare în construcția de mașini, Editura Tehnică, București, 1980.

5. CONCLUSIONS

After the experimental data processing were related the following conclusions:

1. The liquid shock absorbers are the most simple and effective solution for the amortization of free flutters produced in the arm of a balance at the falling of a weight from a small height.
2. The amortization of free flutters is done so much faster as the liquid is more stickier and is more dens .
3. The silicones liquid is the best liquid for amortizations of free flutters.
4. Because the amortization of free flutters can be done in maximum three seconds, result that for a platter, it can be efficiently installed three charger with products.

REFERENCES

- [1]. Demian Tr. et all. - Mecanisme de mecanică fină. E.D.P. Bucuresti, 1982.
- [2]. Popescu Gh. - Mecanisme, Editura Spicon, Tg-Jiu, 1994.
- [3]. Micu Constantin et all. - Aparate și sisteme de măsurare în construcția de mașini, Editura Tehnică, București, 1980.