

ESTIMATION MODEL OF THE TOTAL NUMBER OF WORK CYCLES AT A PRESS

MODEL DE ESTIMARE A NUMĂRULUI TOTAL DE CICLURI DE LUCRU LA O PRESĂ

Romeo CIOARĂ, Ioan DAN

Transilvania University of Braşov, Romania

Abstract. In the case of a machine tool, but not only, it is justified to take into consideration the energetic and material consumption corresponding to the whole usable lifetime of it. Relevant are the stages of implementation (execution) and use (operation), but it is also worth to give proper attention to the stages of design and post-use of the machine.

If the material consumption excess to achieve the frame is relatively easy to estimate, for the operating energetic consumption, dependent on the total number of work cycles of the press over its usable lifetime and on the level of application appropriate to each work cycle, in the literature, there has not been identified a suitable model yet.

This paper presents a model for evaluation of the total number of work cycles for a press, this being absolutely necessary to the evaluation of operational energy consumption.

Key words: press, work cycle, usable lifetime, operating energy, sustainable development

1. Introduction

The preservation of resources and their increased efficient use is a central element, fundamental, to the concept of sustainable development [1] and to the economic development model [2] based on it. Among other things, this means minimizing the material and energetic consumption, on the one hand, and “maximizing” the use of information, resource whose consumption leads to its development, primarily through research.

In the case of a machine tool, but not only, it is justified to take into consideration the energetic and material consumption corresponding to the whole usable lifetime of it. Relevant are the stages of implementation (execution) and use (operation), but it is also worth to give proper attention to the stages of design and post-use of the machine.

In the case of a press, particularly of its frame, the minimizing of the implementation and operation consumption can be achieved by optimizing the relationship between the consumption of materials and the one of energy, the latter being considerable at the stage of machine use.

Reducing the material consumption leads, most often, to reducing the stiffness of the frame, which has the effect of increasing the energetic consumption of exploitation of it. Mutually,

Rezumat. În cazul maşinilor-unelte, dar nu numai, este justificat a se lua în considerare consumurile energetice şi materiale ce corespund întregii durate de viaţă utilă a lor. Relevante sunt etapele de realizare (executare) şi de utilizare (exploatare), dar trebuie acordată atenţie şi etapelor de proiectare şi post-utilizare a maşinilor.

Dacă surplusul de material necesar realizării unui batiu este relativ uşor de estimat, pentru consumul energetic de exploatare, dependent de numărul total de cicluri de lucru ale presei efectuate pe parcursul întregii durate de viaţă utilă a acesteia, nu se identifică un model adecvat.

Lucrarea de faţă prezintă un model de evaluare a numărului total de cicluri de lucru pentru o presă, acesta fiind absolut necesar pentru evaluarea consumului energetic de exploatare al acesteia.

Cuvinte cheie: presă, ciclul de lucru, durată de viaţă, energie de exploatare, dezvoltare durabilă

1. Introducere

Prezervarea resurselor şi utilizarea lor cu eficienţă crescută este un element central, fundamental, al conceptului de dezvoltare durabilă [1] şi al modelelor de dezvoltare economică [2] bazat pe acesta. Printre altele, aceasta presupune minimizarea consumurilor materiale şi energetice, pe de o parte, şi „maximizarea” consumului de informaţie, resursă a cărei utilizare conduce la dezvoltarea ei, în principal prin cercetare.

În cazul maşinilor-unelte, dar nu numai, este justificat a se lua în considerare consumurile energetice şi materiale ce corespund întregii durate de viaţă utilă a lor. Relevante sunt etapele de realizare (executare) şi de utilizare (exploatare), dar trebuie acordată atenţie şi etapelor de proiectare şi post-utilizare a maşinilor.

În cazul unei prese, în particular a batiului ei, minimizarea consumului de realizare şi de exploatare poate fi realizat prin optimizarea raportului dintre consumurile materiale şi cele energetice, acestea din urmă fiind considerabile în etapa de utilizare a maşinii.

Micşorarea consumurilor materiale conduce, cel mai adesea, la reducerea rigidităţii batiului, ceea ce are ca efect creşterea consumului energetic de exploatare al acestuia. Reciproc, reducerea consu-

reducing the energetic consumption of operation implies the increasing rigidity of the frame, which is largely equivalent to the increasing material consumption of achieving it.

2. Few general aspects

Be a mechanical press (e.g. with C-frame) characterized by the nominal force F_N , in [N], stiffness C , in [N/mm], and maximum operating frequency n_{ds} , in [min^{-1}].

Normal operation of the press involves different pressing operations (i), each of them having a maximum instantaneous total force

$$\left(F_{T \max}\right)_i = k_F \cdot \left(F_{t \max}\right)_i \leq F_N, \quad (1)$$

where $\left(F_{t \max}\right)_i$ is the maximum instantaneous technological force.

The press' frame is supposed to be correctly sized and constructed, so as, to external technological loads even (much) heavier than the nominal force, its deformation should be in the elastic range, therefore it should follow Hooke's law:

$$\delta_i = k_e \cdot \left(F_{t \max}\right)_i = \frac{\left(F_{t \max}\right)_i}{C}. \quad (2)$$

It may be taken into consideration a coefficient of proportionality

$$k_i = \frac{\left(F_{T \max}\right)_i}{F_N} \leq 1, \quad (3)$$

that highlights, for each operation (i), direct linear correlation between the mentioned maximum instantaneous total force $\left(F_{T \max}\right)_i$ and the nominal force F_N of the press:

$$\left(F_{T \max}\right)_i = k_i \cdot F_N. \quad (4)$$

Frame's elastic deformation energy, corresponding to an operation (i), can be expressed also as surface area, covered under the characteristic curve of its material, the maximum value of the abscissa being $F_{t \max}$:

$$L_i = \int_0^{\left(F_{t \max}\right)_i} F(x) \cdot dx = \frac{1}{2} \cdot \left(F_{t \max}\right)_i \cdot \left(\delta_{\max}\right)_i = \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(F_{t \max}\right)_i^2}{C}. \quad (5)$$

As given above, the equation (5) can be put in the form

$$L_i = \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(F_{T \max}\right)_i^2}{C} = \frac{1}{2} \cdot k_F^2 \cdot \frac{\left(F_{t \max}\right)_i^2}{C} = \frac{1}{2} \cdot k_F^2 \cdot k_i^2 \cdot \frac{F_N^2}{C}. \quad (6)$$

mului energetic de exploatare presupune creșterea rigidității batiului, ceea ce este în bună măsură echivalent cu creșterea consumurilor materiale pentru realizarea acestuia.

2. Introducere

Fie o presă mecanică (cu batiu deschis) caracterizată de forța nominală F_N [N], rigiditatea C [N/mm] și frecvența maximă de lucru n_{cd} [min^{-1}].

Exploatarea normală a presei presupune realizarea de operații de presare (i) diverse, fiecareia corespunzându-i o forță totală instantanee maximă

unde $\left(F_{t \max}\right)_i$ este forța tehnologică instantanee maximă.

Batiul presei se presupune corect dimensionat și realizat astfel încât pentru sarcini tehnologice externe chiar (mult) mai mari decât forța nominală deformarea lui să fie în domeniul elastic, deci să respecte legea lui Hooke:

Se poate lua în considerare un coeficient de proporționalitate

care pune în evidență, pentru fiecare operație (i), corespondența liniară directă dintre forța totală instantanee maximă $\left(F_{T \max}\right)_i$ respectivă și forța nominală F_N a presei:

Energia de deformare elastică a batiului, corespunzătoare unei operații (i), se poate exprima și ca arie a suprafeței cuprinsă sub curba caracteristică a materialului acestuia, valoarea maximă a abscisei fiind $F_{t \max}$:

Ținând cont de cele de mai sus, relația (5) se poate pune sub forma

Noting $(N_p)_i$ the number of operations (i) carried out by the press throughout its usable lifetime, the total elastic deformation energy consumed by the press is

$$L_T = \sum_{i=1}^m (N_p)_i \cdot L_i = \frac{k_F^2 \cdot F_N^2}{2C} \cdot \sum_{i=1}^m (N_p)_i \cdot k_i^2. \quad (7)$$

It follows that, in order to assess the total consumption of energy due to elastic deformation of the press' frame throughout its usable lifetime, it is required to be estimated the total number of loaded work cycles done by the machine, so the development and use of a model.

3. A model of the total number of work cycles at a press

It is realistic to assume that not all pressing operations (i) are done, at a certain machine, with its maximum capable frequency, so that an operation (i) runs with frequency

$$(n_{ds})_i = (k_{ds})_i \cdot n_{ds}, \quad (k_{ds})_i \leq 1. \quad (8)$$

Therefore the number of operations (i) that the machine carries out in an hour is

$$(N_p)_{i/\text{hour}} = 60 \cdot (n_{ds})_i = 60 \cdot (k_{ds})_i \cdot n_{ds}, \quad (9)$$

and in a shift will carry out a maximum number

$$\left[(N_p)_{i/\text{shift}} \right]_{\max} = 8 \cdot (N_p)_{i/\text{hour}} = 480 \cdot (k_{ds})_i \cdot n_{ds}. \quad (10)$$

It can be assumed that the actual number of operations performed in a shift is lower (depending on the batch size, on the time assigned to some adjustments, on the time for tool replacement and so on). Therefore, one can consider a coefficient $(k_u)_i$, $(k_u)_i \leq 1$, for use per shift of working capacity of the machine, which allows being stated the achievable number of tools, that can be made on the respective machine in a shift:

$$(N_p)_{i/\text{shift}} = (k_u)_i \cdot \left[(N_p)_{i/\text{shift}} \right]_{\max} = 480 \cdot (k_u)_i \cdot (k_{ds})_i \cdot n_{ds}. \quad (11)$$

The machine can work one, two or three shifts per working day, full or partial. As a result, the number of operations (i), which the machine realizes in a working day, may be determined with the equation

$$(N_p)_{i/\text{day}} = (k_s)_i \cdot (N_p)_{i/\text{shift}} = 480 \cdot (k_s)_i \cdot (k_u)_i \cdot (k_{ds})_i \cdot n_{ds}. \quad (12)$$

where $(k_s)_i$, $0 < (k_s)_i < 3$, is a coefficient expressing the number of shifts or fractions of them, used by a machine on a working day in order to perform the

Notând cu $(N_p)_i$ numărul de operații (i) pe care presa le efectuează pe parcursul duratei sale de viață utilă, energia totală de deformare elastică consumată de presă este

Rezultă că, pentru a putea evalua consumul total de energie datorat deformării elastice a batiului unei prese pentru întreaga sa durată de viață utilă, este necesar a estima numărul total de cicluri de lucru efectuate de mașină, deci a elabora și utiliza un model în acest sens.

3. Model de estimare a numărului total de cicluri de lucru la o presă

Este realist a presupune că nu toate operațiile (i) de presare se realizează, la o mașină dată, cu frecvența maximă capabilă a acesteia, deci că o operație (i) se execută cu frecvența

Ca urmare numărul de operații (i) pe care mașina le realizează într-o oră este

iar într-un schimb va executa un număr maxim

Se poate presupune că numărul real de operații executate într-un schimb este mai mic (în funcție de mărimea lotului de fabricație, de timpul alocat unor reglaje, de timpul pentru înlocuirea sculelor etc.). Ca urmare se poate lua în considerare un coeficient $(k_u)_i$, $(k_u)_i \leq 1$, de utilizare per schimb a capacității de lucru a mașinii, care permite exprimarea numărului de piese realizabile pe mașina respectivă într-un schimb:

Mașina poate lucra unu, două sau trei schimburi pe zi lucrătoare, integrale sau parțiale. Ca urmare, numărul de operații (i) pe care mașina le realizează într-o zi lucrătoare se poate determina cu relația

unde $(k_s)_i$, $0 < (k_s)_i < 3$, este un coeficient ce exprimă numărul de schimburi sau fracțiuni ale acestora utilizate de mașină într-o zi lucrătoare

operation (*i*).

The usable lifetime of the machine shall be expressed in years.

Within a year there are $N_{WD/year}$ working days. If N_Y is the number of years of proper functioning of the machine, expected or estimated, then the number of working days of the usable lifetime of the machine is

$$N_{WD} = N_{WD/year} \cdot N_Y \quad (13)$$

To perform the operation (*i*), the machine is used $(N_{WD})_i$ days. One can consider a coefficient, $(k_D)_i$, $0 < (k_D)_i \leq 1$, defined as the ratio between the number of days (whole or fractional) used to perform the operation (*i*) and the number of working days of the usable lifetime of the machine:

$$(k_D)_i = \frac{(N_{WD})_i}{N_{WD}} \Leftrightarrow (N_{WD})_i = (k_D)_i \cdot N_{WD} \quad (14)$$

Obviously,

$$\sum_{i=1}^m (k_D)_i = 1 \quad (15)$$

The total number of operations (*i*) accomplished by the machine is

$$(N_p)_i = (N_{WD})_i \cdot (N_p)_{i/day} = 480 \cdot (k_D)_i \cdot (k_s)_i \cdot (k_u)_i \cdot (k_{ds})_i \cdot n_{ds} \cdot N_{WD/year} \cdot N_Y \quad (16)$$

It is highly unlikely for a press to perform the same operation (*i*) during its whole usable lifetime. From time to time, it changes the operation type, running on the machine, which requires changing tools and, possibly, auxiliary mechanisms, appropriate adjustment of the machine (race length, race position and so on) and others. Obviously, the new operation has different characteristic values for $(k_D)_i$, $(k_s)_i$, $(k_u)_i$, $(k_{ds})_i$, $(F_{tmax})_i$.

One or more of the operations previously performed by the machine can be reassigned to it once or several times, at different time intervals.

The total number of pressing operations executed by a press throughout its usable lifetime, a value that also expresses the total number of work cycles with press' working load, is obtained as the sum of the operations numbers (*i*) carried out by it:

$$\begin{aligned} (N_p)_T &= \sum_{i=1}^m (N_p)_i = \sum_{i=1}^m 480 \cdot (k_D)_i \cdot (k_s)_i \cdot (k_u)_i \cdot (k_{ds})_i \cdot n_{ds} \cdot N_{WD/year} \cdot N_Y = \\ &= 480 \cdot n_{ds} \cdot N_{WD/year} \cdot N_Y \cdot \sum_{i=1}^m K_i = 480 \cdot n_{ds} \cdot N_{WD/year} \cdot N_Y \cdot K_T, \end{aligned} \quad (17)$$

where a cumulative coefficient was used

pentru a executa operația (*i*).

Ciclul de viață utilă al mașinii se exprimă în ani.

Într-un an sunt $N_{WD/year}$ zile lucrătoare. Dacă N_Y este numărul de ani de bună funcționare a mașinii, prevăzuți sau estimați, atunci numărul de zile lucrătoare ale ciclului de viață utilă al mașinii este

Pentru a efectua operația (*i*) mașina este utilizată $(N_{WD})_i$ zile. Se poate lua în considerare un coeficient $(k_D)_i$, $0 < (k_D)_i \leq 1$, definit ca raport între numărul de zile (întregi sau fracțiuni) utilizate pentru efectuarea operației (*i*) și numărul de zile lucrătoare ale ciclului de viață utilă al mașinii:

Evident,

Numărul total de operații (*i*) executate de către mașină este

Este foarte puțin probabil ca o presă să execute o aceeași operație (*i*) pe parcursul întregii ei durate de viață utilă. La anumite intervale de timp se schimbă tipul operației care se execută pe mașină, ceea ce presupune schimbarea sculelor și, eventual, a unor mecanisme auxiliare, reglarea adecvată a mașinii (lungime cursă, poziție cursă etc.) și altele. Evident, noua operație are caracteristice alte valori pentru $(k_D)_i$, $(k_s)_i$, $(k_u)_i$, $(k_{ds})_i$, $(F_{tmax})_i$.

Una sau mai multe dintre operațiile efectuate anterior de mașină se pot realoca acesteia o dată sau de mai multe ori, la diferite intervale de timp.

Numărul total al operațiilor de presare executate de o presă pe parcursul întregii ei durate de viață utilă se obține ca sumă a numerelor de operații (*i*) efectuate de aceasta:

unde s-a utilizat un coeficient cumulativ

$$K_i = (k_D)_i \cdot (k_s)_i \cdot (k_u)_i \cdot (k_{ds})_i, \quad (18)$$

to express the total number of accomplished tools through the operation (i), as well as a total coefficient

pentru a exprima numărul total de piese realizate prin operația (i), precum și un coeficient total

$$K_T = \sum_{i=1}^m K_i = \sum_{i=1}^m (k_D)_i \cdot (k_s)_i \cdot (k_u)_i \cdot (k_{ds})_i. \quad (19)$$

in order to calculate the total number of carried out tools, throughout the usable lifetime of the press.

pentru a exprima numărul total de piese realizate pe parcursul întregii durate de viață utilă a preseii.

Theoretically, the maximum total number of operations that the machine can perform in the N_Y years of usable life is obtained if for any operation (i) $(k_{ds})_i = 1$, $(k_u)_i = 1$ and $(k_s)_i = 3$, values for which is obtained $(K_T)_{\max} = 3$ and hence

Teoretic, numărul total maxim de operații pe care mașina le poate efectua în cei N_Y ani de viață utilă proiectată se obține dacă pentru oricare operație (i) $(k_{ds})_i = 1$, $(k_u)_i = 1$ și $(k_s)_i = 3$, valori pentru care se obține $(K_T)_{\max} = 3$ și implicit

$$\left[(N_p)_T \right]_{\max} = 3 \cdot 480 \cdot n_{ds} \cdot N_{WD/year} \cdot N_Y = 1440 \cdot n_{ds} \cdot N_{WD/year} \cdot N_Y. \quad (20)$$

Highlighting the corrected cumulative coefficient

Punând în evidență un coeficient cumulativ corectat

$$K_i^* = 480 \cdot (k_D)_i \cdot (k_s)_i \cdot (k_u)_i \cdot (k_{ds})_i \cdot N_{WD/year} \cdot N_Y = 480 \cdot N_{WD/year} \cdot N_Y \cdot K_i, \quad (21)$$

becomes appropriate and possible to express the total number of tools produced through operation (i) only as a product of it and of the working frequency n_{ds} of the machine:

devine oportun și posibil a exprima numărul total de piese realizate prin operația (i) doar ca produs dintre acesta și frecvența de lucru n_{ds} a mașinii:

$$(N_p)_i = n_{ds} \cdot K_i^*. \quad (22)$$

In this approach, one can rewrite the relation (17) as

În această abordare relația (17) se poate rescrie sub forma

$$(N_p)_T = \sum_{i=1}^m (N_p)_i = \sum_{i=1}^m n_{ds} \cdot K_i^* = n_{ds} \cdot \sum_{i=1}^m K_i^* = n_{ds} \cdot K_T^*, \quad (23)$$

where K_T^* is a corrected total coefficient:

unde K_T^* este un coeficient total corectat:

$$K_T^* = \sum_{i=1}^m K_i^* = 480 \cdot N_{WD/year} \cdot N_Y \cdot \sum_{i=1}^m K_i = 480 \cdot N_{WD/year} \cdot N_Y \cdot K_T. \quad (24)$$

Obviously,

Evident,

$$\left(K_T^* \right)_{\max} = 480 \cdot N_{WD/year} \cdot N_Y \cdot (K_T)_{\max} = 1440 \cdot N_{WD/year} \cdot N_Y, \quad (25)$$

that allows writing that

ceea ce permite a scrie că

$$\left[(N_p)_T \right]_{\max} = n_{ds} \cdot \left(K_T^* \right)_{\max}. \quad (26)$$

Equation (23) can be presented also in the form of

Relația (23) se poate pune și sub forma

$$(N_p)_T = \left(K_T^* \right)_{\max} \cdot (n_{ds})_{\text{med}} = K_u^* \cdot \left(K_T^* \right)_{\max} \cdot n_{ds} = K_u^* \cdot \left[(N_p)_T \right]_{\max}, \quad (27)$$

where $(n_{ds})_{\text{med}}$ represents the overall average working frequency of the machine, and K_u^* is the coefficient of corrected usage. Obviously, $K_u^* = (n_{ds})_{\text{med}} / n_{ds} \leq 1$.

unde $(n_{ds})_{\text{med}}$ semnifică frecvența medie generală de lucru a mașinii, iar K_u^* reprezintă coeficientul de utilizare corectat. Evident, $K_u^* = (n_{ds})_{\text{med}} / n_{ds} \leq 1$.

The relations (17), (20) and (23) (or (27)) are presented graphically in Figure 1.

Relațiile (17), (20) și (23) (sau (27)) sunt reflectate grafic în figura 1.

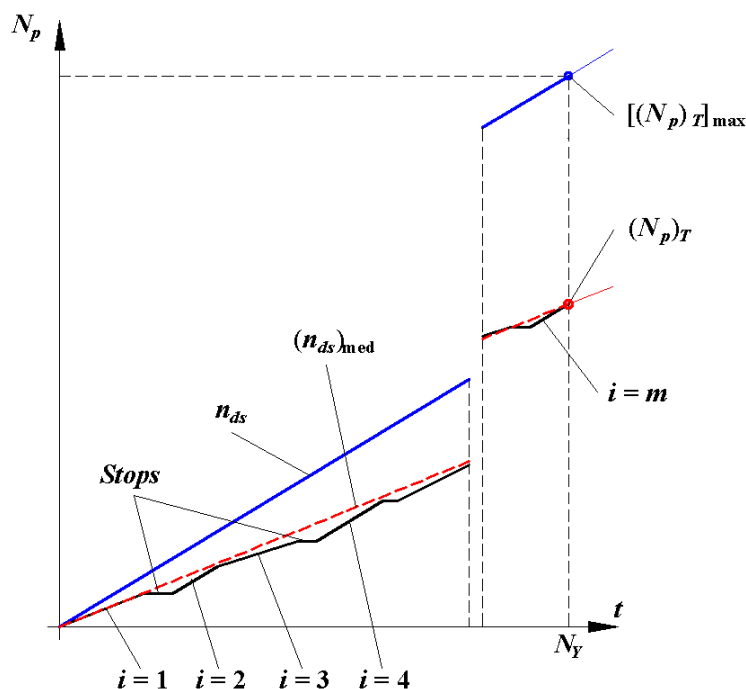


Figure 1. A graphical representation of the evolution of the (total) number of pieces performed throughout the usable lifetime of the machine

Figura 1. O reprezentare grafică a evoluției numărului (total) de piese realizat pe întreaga durată de viață utilă a mașinii

It must be stated that the overall working average frequency of the machine, $(n_{ds})_{med}$, and, implicitly, the coefficient of corrected usage, K_u^* , is not an explicit technical feature of the machine, but the reflection of the production management activities, of the use activities as much as advisedly and efficiently of the machines and of the equipments, present in a certain company. For a press used by any company, the coefficient K_u^* is statistically determinable. It is unlikely that for two identical presses, even used by the same company, the coefficient K_u^* values be equal.

The maximum value $K_u^* = 1$ of the coefficient of corrected usage is only a theoretical one. Actually, the coefficient of corrected usage takes subunit values, $0 < K_u^* < 1$, even on the conditions of an exceptional management. However, maximizing the value of the coefficient of corrected usage should establish a management objective.

The mechanical presses and automatic pressing machines are not equipped with mechanisms to adjust the spindle speed, so they do not have the ability to set the maximum operating frequency. Still, the mechanical presses can operate at a frequency lower than the maximum provided for such machines. This happens when the press' spindle is not continuously stimulated, between

Se impune a preciza că frecvența medie generală de lucru a mașinii, $(n_{ds})_{med}$, și implicit coeficientul de utilizare corectat K_u^* , nu este o caracteristică tehnică explicită a mașinii, ci este reflectarea activităților de managementul producției, de utilizare cât mai judicioasă și eficientă a mașinilor și echipamentelor aflate în dotarea unei companii anume. Pentru o presă utilizată de orice companie coeficientul K_u^* este determinabil statistic. Este puțin probabil ca pentru două prese identice, chiar și utilizate de către aceeași companie, coeficientul K_u^* să aibă valori egale.

Valoarea maximă $K_u^* = 1$ a coeficientului de utilizare corectat este doar una teoretică. De fapt, coeficientul de utilizare corectat ia valori subunitare, $0 < K_u^* < 1$, chiar și în condițiile unui management de excepție. Cu toate acestea, maximizarea valorii coeficientului de utilizare corectat ar trebui să constituie un obiectiv de management.

Presele mecanice și automatele de presare nu sunt echipate cu mecanisme de reglare a turației și ca urmare la acestea nu este posibilă reglarea frecvenței maxime de lucru. Totuși, presele mecanice pot funcționa la frecvențe mai mici decât maximul prevăzut pentru respectivele mașini. Acest lucru se întâmplă atunci când arborele principal nu este antrenat continuu, între fiecare două cicluri

every two successive kinematic cycles being a pause, a waiting period. In such operating modes, the press' coupling is active only periodically, alternating with the machine's brake. Such an operation is necessary, either when the press is manually handled (the human operator can neither cope with the maximum frequency of the machine, nor keep a steady pace of work), or when the press works automatically, but with a frequency lower than the maximum one, the limit being determined by the performances of the auxiliary systems (for supply, evacuation and / or transport), with which the machine operates [3].

Figure 1 captures the operating at maximum frequency of a press (operations $i = 2$ or $i = 4$), the operating at a frequency lower than the maximum one (operations $i = 1$ or $i = 3$), as well as stops. The latter are unavoidable, being required to change tools, some adjustments or maintenance. Therefore, reducing the value of the operating average frequency $(n_{ds})_{med}$ of the press is due to stationary periods, manual service periods and operating in automatic mode at frequencies below the maximum one. To maximize the average frequency, it is required to minimize the number and duration of stationary periods, avoiding manual service and use of auxiliary systems, which allow the machine to maximum frequency operation.

In agreement with the model developed by the authors and presented in this work, the coefficient of corrected usage and, implicitly, the operating average frequency of a press register superior values, if its exploitation is intensive. The organization of work in three shifts is, from this point of view, the most recommended.

Although the developed model takes into account only the number $N_{WD/year}$ of working days in a year, it might be considered the exploitation of the press, or, for instance, only maintenance activities also during some days off or holidays.

4. Conclusion

Minimizing the consumption of energy and materials, simultaneously with the amplification of information consumption, are effective ways of implementing not only the concept of sustainable development, but also the economic development model, based on it.

In the particular case of machine tools, but not only, it is justified to consider the energy and material consumption, corresponding to its entire usable lifetime. The energy consumption corresponding to the stage of exploitation of a

cinematice succesive fiind o pauză, o perioadă de așteptare. În astfel de moduri de operare cuplajul este activ doar periodic, în alternanță cu funcționarea frânei mașinii. O astfel de funcționare este necesară fie atunci când presa este deservită manual (operatorul uman nu poate nici să facă față frecvenței maxime a mașinii și nici nu poate păstra un ritm de lucru constant), fie în cazul în care presa funcționează în regim automat, dar la o frecvență mai mică decât cea maximă, limita fiind determinată de performanțele sistemelor auxiliare (de aprovizionare, evacuare și/sau transport) cu care mașina este echipată [3].

Figura 1 surprinde funcționarea unei prese la frecvența maximă (operațiile $i = 2$ sau $i = 4$), la frecvențe mai mici decât cea maximă (operațiile $i = 1$ sau $i = 3$), precum și opriri. Acestea din urmă sunt inevitabile, fiind necesare pentru a schimba sculele, pentru unele reglaje sau pentru întreținere. Ca urmare, scăderea valorii frecvenței medii de lucru $(n_{ds})_{med}$ a presei se datorează perioadelor de staționare, perioadelor de deservire manuală și funcționării în regim automat la frecvențe mai mici decât cea maximă. Pentru a maximiza frecvența medie este necesar a minimiza numărul și durata perioadelor de staționare, evitarea deservirii manuale și utilizarea de sisteme auxiliare care permit mașinii să funcționeze la frecvență maximă.

În acord cu modelul dezvoltat de autori și prezentat în această lucrare, coeficientul de utilizare corectat și, implicit, frecvența medie de lucru a unei prese înregistrează valori superioare în cazul în care este exploatată intensiv. Organizarea muncii în trei schimburi este, din acest punct de vedere, cea mai recomandată.

Deși modelul dezvoltat ia în considerare doar numărul $N_{WD/year}$ de zile lucrătoare dintr-un, în vederea exploatării presei ar putea fi luate în considerare și zile libere sau sărbători legale, de exemplu, numai activități de întreținere.

4. Concluzii

Minimizarea consumurilor energetice și materiale, simultan cu amplificarea consumului de informații, sunt modalități eficiente de punere în practică nu numai a conceptul de dezvoltare durabilă, dar și a modelului de dezvoltare economică bazat pe acesta.

În cazul particular al mașinilor-unelte, dar nu numai, este justificat a se lua în considerare consumurile energetice și materiale corespunzătoare întregii lor durate de viață utilă. Consumul de energie corespunzător etapei de exploatare a unei

machine tool is much greater than those necessary to achieve them.

If a press, an important part of the exploitation energy of the machine is consumed for the repeated elastic deformation of the resistance structure. For the estimation of exploitation energy consumption, to optimize the operational and exploitation consumption for such a machine, a very important step is to estimate the total number of load work cycles throughout the entire usable lifetime.

The model developed by the authors, to estimate the number of load work cycles done by a press during its usable lifetime, stresses linear dependence of working frequency of the machine through a coefficient of corrected usage, statistically determinable for any press, used by any company, a coefficient depending on the efficiency of management of that company. Actually, the coefficient of corrected usage takes subunit values even under exceptional management. However, maximizing the value of the coefficient of corrected usage should be a management objective.

Directly dependent on the coefficient of corrected usage is the operating average frequency of the press. In order to maximize it, it is required to minimize the number and duration of stationary periods, avoiding manual service and use of some auxiliary systems, which allow the machine to maximum frequency operation.

The coefficient of corrected usage and, implicitly, the operating average frequency of a press register superior values, if its exploitation is intensive, having the work organized in three shifts.

mașini-unelte este mult mai mare decât cel necesar pentru a o realiza.

La o presă o parte importantă din energia de exploatare este consumată pentru deformarea elastică repetată a structurii sale de rezistență. Pentru estimarea consumului de energie de exploatare și pentru optimizarea consumului de realizare și de exploatare, un pas foarte important este acela de a estima numărul total de cicluri de lucru pe toată durata de viață utilă a presei.

Modelul dezvoltat de autori pentru estimarea numărului de cicluri de lucru efectuate de o presă în timpul vieții sale utile subliniază dependența liniară de frecvența maximă de lucru a mașinii printr-un coeficient de utilizare corectat, determinabil statistic pentru orice presă, utilizată de către orice companie, coeficient dependent de eficiența de management a respectivei societăți. De fapt, coeficientul de utilizare corectat ia valori subunitare, chiar și pentru un management excepțional. Cu toate acestea, maximizarea valorii coeficientului de utilizare corectat trebuie să fie un obiectiv de management.

Direct dependentă de coeficientul de utilizare corectat este frecvența medie de funcționare a unei prese. Pentru a o maximiza, este necesar a minimiza numărul și durata perioadelor de staționare, evitarea deservirii manuale și utilizarea unor sisteme auxiliare care permit mașinii să funcționeze la frecvență maximă.

Coeficientul de utilizare corectat și, implicit, frecvența medie de funcționare a unei prese poate lua valori superioare dacă exploatarea este intensă, activitatea fiind organizată în trei schimburi.

References

1. Tureac, I., et all. (2006) *Dezvoltarea durabilă a produselor în construcția de mașini (Sustainable development of products in machine building)*. – Editura Universității Transilvania Brașov, ISBN 973-635-639-6, Brașov, Romania (in Romanian)
2. Georgescu, G. (coord.) (1996) *Reforma economică și dezvoltarea durabilă (Economic reform and sustainable development)*. Editura Economică, ISBN 973-96795-0-1, București, Romania (in Romanian)
3. Cioară, R. (2008) *Mașini-unelte de prelucrat prin deformare (Machine tools for cold forming)*. Editura Universității Transilvania Brașov, ISBN 978-973-655-598-306-2, Brașov, Romania (in Romanian)

Received in May 2014

Lucrare primită în Mai 2014