

A STUDY ON THE PRE-STRESSED C-FRAMES OF THE PRESSES

UN STUDIU PRIVIND BATIURILE DESCHISE PRETENSIONATE ALE PRESELOR

Ioan DAN^{*}, Romeo CIOARĂ^{**}

^{*} S.C. Cambric Consulting S.R.L. Braşov, Romania

^{**} Transilvania University of Brasov, Romania

Abstract. The authors of the paper herein are preoccupied with the connection between the elastic deformation of a power press with open frame and the operation energetic consumption of such a machine.

Following previous studies, the authors focused on three identified lines of action that should not require additional metal consumption for manufacturing the frame: ribbing of the frame side walls, shortening of the frame, in fact of the distance between the press mass and the main shaft axis, and pre-stressing of the frame. These preoccupations motivated and called for an extended study on other researchers' interest and achievements in the field.

By patenting research, a few groups of solutions for the pre-stressed frames were identified. The present article synthesizes this information, fitting into context the solutions resulted from our research.

Keywords: C-frame, elastic deformation, rigidity, pre-stressing, patent

1. Introduction

Presses are machine-tools of old tradition, very frequently encountered and used in many industrial branches, of high productivity and efficiency.

Presses exist in manifold types and constructive solutions. Both wide-destination presses, characterized as "general-purpose machine tools", and dedicated-destination, "specialized" or "special" presses are identified. [1]

Regardless of its type, driving modality and destination, any press is characterized by a frame, which constitutes the backbone of the machine and determines its general aspect.

The frames of the presses may be "open", C-shaped or "closed". Open-frame presses are destined to processing that requires low or medium forces, and closed-frame presses are used for processing with high or very high forces. Wire-wrapped frames are most often closed frames.

Under the action of the force developed during the pressing, force yielded by the semi-product, the frame (as well as the entire structure of the press) elastically deforms, which determines deviations of the reciprocal position between the fixed and mobile parts of the tool, with negative consequences at least on the processing precision, tool durability and energetic consumption. This aspect motivated the search for constructive solutions, referring only

Rezumat. Autorii prezentei lucrări sunt preocupați de legătura dintre deformația elastică a unei prese mecanice cu batiu deschis și consumul energetic de exploatare a unei astfel de mașini.

În urma studiilor efectuate autorii s-au orientat asupra trei direcții identificate de acțiune care să nu necesite un consum suplimentar de metal pentru realizarea batiului: nervurarea pereților laterali ai batiului, scurtarea batiului, în fapt a distanței dintre masa presei și axa arborelui principal, și pretensionarea batiului. Aceste preocupări au motivat și impus un studiu extins asupra interesului și realizărilor în domeniu ale altor cercetători.

Prin cercetare de brevet s-au identificat câteva grupe de soluții de batiuri pretensionate. Prezentul articol face o sinteză a acestor informații, încadrând în context soluții rezultate în urma ale propriilor cercetări.

Cuvinte cheie: batiu deschis, deformație elastică, rigiditate, pretensionare, brevet de invenție

1. Introducere

Presele sunt mașini-unelte de veche tradiție, foarte frecvent întâlnite și utilizate în multe ramuri industriale, de mare productivitate și eficiență.

Presele există într-o diversitate de tipuri și soluții constructive. Se identifică atât prese cu o destinație largă, putând fi caracterizate drept "mașini-unelte de uz general", cât și prese cu destinații dedicate, "specializate" sau "speciale". [1]

Indiferent de tip, de modul de antrenare și de destinație, orice presă are caracteristic un batiu, care constituie structura de rezistență a mașinii și determină aspectul general al acesteia.

Batiurile preselor pot fi de tip "deschis", în formă de C, sau de tip "închis", de tip cadru. Presele cu batiu deschis sunt destinate prelucrărilor ce necesită forțe mici sau medii, iar presele cu batiu închis se utilizează pentru prelucrări cu forțe mari sau foarte mari. Batiurile înfășurate cu fir sunt, cel mai adesea, batiuri închise.

Sub acțiune forței dezvoltată în timpul procesului de presare, forță opusă de semifabricat, batiul (ca de altfel întreaga structură a presei) se deformează elastic, ceea ce determină abateri ale poziției reciproce dintre părțile fixă și mobilă ale sculei, cu consecințe negative cel puțin asupra preciziei de prelucrare, durabilității sculei și consumului energetic. Acest aspect a motivat

to the frame or comprising other parts of the machine, which should lead to minimizing the elastic deformation of the frame and, in general, to minimizing or eliminating its influence on the working conditions.

The diminution of the elastic deformation through the rise in rigidity of the frame is less used, being accompanied by significant rises in weight and even clearance of the frame. A very interesting alternative, identified in the literature, is the passive or active pre-stressing of the frame.

2. Pre-stressed closed frames

In closed-frame presses, this is not mono-body, but consists of several parts. There are essentially identified, see Figure 1, [2], an inferior part (16) (made either in cast construction or in welded construction – in which case it has several undetachable components), two or four (otherwise rarely) median parts 8 ("pillars") and a superior part (34), a "girder" that usually contains many mechanisms of the main movement. The assembly of these parts of the frame is undetachable, by tightening with four tie pieces (36). The press mass is usually consistent with the inferior part (16).

A typical example of frame structure for many cutting-edge open-frame presses is shown in Figure 2 [3]. The four tie-pieces (57) ensure the general assembly and the pre-stressing of the overall structure.

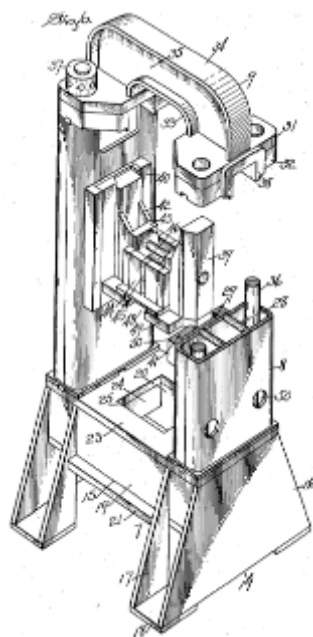


Figure 1. Typical structure for a mechanical closed-frame press, driven from the superior part [2]

Figura 1. Structură tipică pentru o presă cu batiu închis, mecanică, cu acționare din partea superioară [2]

căutarea de soluții constructive, referitoare numai la batiu sau cuprinzând și alte părți ale mașinii, care să conducă la minimizarea deformației elastice a batiului și, în general, la minimizarea sau eliminarea influenței acestuia asupra condițiilor de lucru.

Micșorarea deformației elastice prin creșterea rigidității batiului este o soluție puțin agreată, fiind însoțită de importante creșteri de masă și chiar de gabarit ale batiului. O alternativă foarte interesantă, identificată în literatura de specialitate, o constituie pretensionarea batiului, pasivă sau activă.

2. Batiuri închise pretensionate

La presele cu batiu închis acesta nu este monobloc, ci format din mai multe părți. În esență se identifică, vezi Figura 1, [2], o parte inferioară (16) (realizată fie în construcție turnată, fie în construcție sudată – caz în care are mai multe componente asamblate nedemontabil), două sau patru (rar altfel) părți mediane 8 ("montanți") și o parte superioară (34), o "traversă" care conține de regulă multe dintre mecanismele mișcării principale. Asamblarea acestor părți ale batiului se face nedemontabil, prin strângere cu ajutorul a patru tiranți (36). Masa presei este, de regulă, solidară cu partea inferioară (16).

Un exemplu tipic de structură a batiului pentru multe dintre presele cu batiu deschis moderne este cel prezentat în Figura 2 [3]. Cei patru tiranți (57) asigură asamblarea generală și pretensionarea întregii structuri.

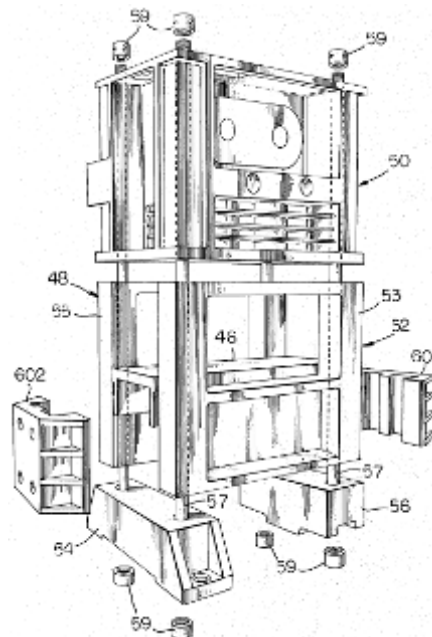


Figure 2. Typical example of closed-frame structure, used in modern (mechanical) presses[3]

Figura 2. Exemplu tipic de structură a batiului închis utilizat la prese (mecanice) moderne [3]

Some closed-frame presses are driven from the inferior part, Figure 3, in which cases the superior girder (32) may become "mass", namely fitting up base for the fixed part of the tool.

Unele prese cu batiu închis sunt cu acționare din partea inferioară, Figura 3, cazuri în care traversa superioară (32) poate deveni "masă", adică bază de așezare pentru partea fixă a sculei.

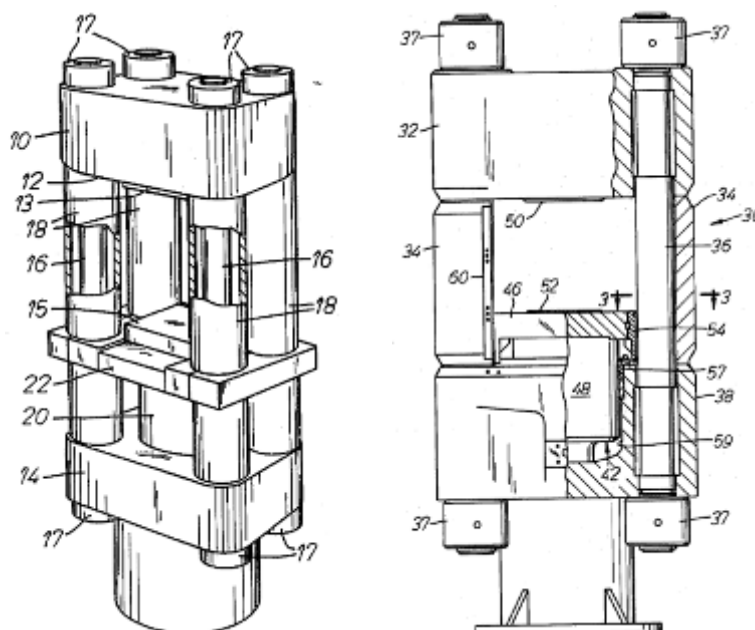


Figure 3. Example of closed-frame structure in a hydraulic press driven from the inferior part, with four side columns traversed by tie pieces for pre-stressing [4]

Figura 3. Exemplu de structură a batiului închis al unei prese hidraulice cu acționare din partea inferioară, cu patru coloane laterale străbătute de tiranți pentru pretensionare [4]

For closed-frame presses, the guides of the movable executing element are attached to the side pillars or to the columns forming the median part of the closed frame.

Although somewhat advantageous, the closed-frame presses with only three columns are rare, Figures 4 and 5. Note that for the (supplementary) guiding of the slide-block, the frame columns or even tie pieces may be used, the example in Figure 5 being relevant.

The specification must be made that for closed frames, the pre-stressing by traction of the tie pieces, in case it exists, is only necessary to assemble the frame. The pre-stressing of the tie pieces causes the compression of the machine pillars. The pre-stressing of the tie pieces is made so that their further prolongation under the nominal force F_N should not allow the complete decompression of the pillars, leading to the interruption of the contact between the pillars and the frame fixed girder or inferior part. The overall pre-stressing force of the tie pieces is (by 20% ... 25%) higher than the nominal force, the pre-stressing force applied to one of the n_t ties being [1]

La presele cu batiu închis, ghidajele elementului executiv mobil se atașează la montanții laterali sau la coloanele ce formează partea mediană a batiului închis.

Deși prezintă unele avantaje, sunt rare presele cu batiu închis cu doar trei coloane, Figurile 4 și 5. De remarcat faptul că se pot utiliza pentru ghidarea (suplimentară a) culisorului coloanele sau chiar tiranții batiului, exemplul din Figura 5 fiind relevant.

Trebuie făcută precizarea că la batiurile închise pretensionarea prin tracțiune a tiranților, în caz că aceasta există, este necesară doar pentru a asambla batiul. Pretensionarea tiranților determină comprimarea montanților mașinii. Pretensionarea tiranților se face astfel încât alungirea suplimentară a lor sub forța nominală F_N să nu permită decomprimarea completă a montanților, care să conducă la întreruperea contactului montanților cu partea inferioară sau cu traversa fixă a batiului. Forța totală de pretensionare a tiranților este (cu 20% ... 25%) mai mare decât forța nominală, forța de pretensionare aplicată unuia dintre cei n_t tiranți fiind [1]

$$(F_{1t})_{pret} = (1,2 \dots 1,25) \cdot \frac{F_N}{n_t} \quad (1)$$

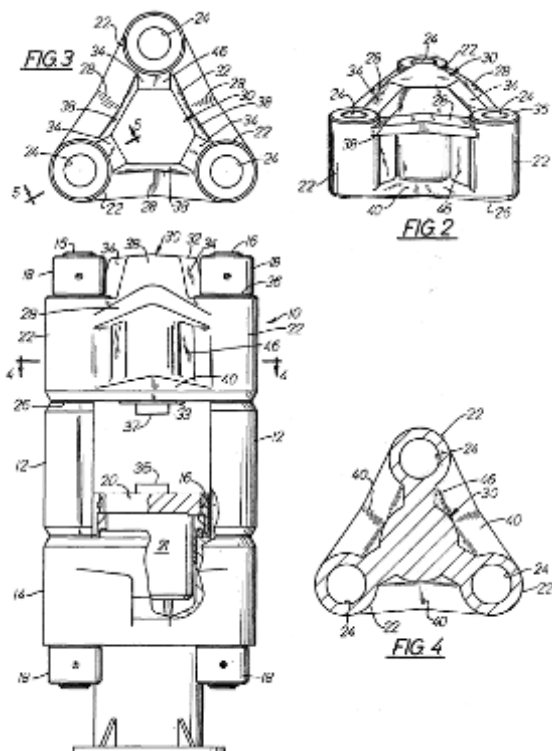


Figure 4. Closed-frame press with only three columns (12) and three ties (16) for pre-stressing the structure [5]
 Figura 4. Presă cu batiu închis, cu doar trei coloane (12) și cu trei tiranți (16) pentru pretensionarea structurii [5]

Also envisaging the strain during the operation of the machine, the force considered for sizing a tie piece, for calculating its diameter and the one of the tapped parts, is

$$F_{1t} = (2,2 \dots 2,25) \cdot \frac{F_N}{n_t}. \quad (2)$$

3. Open frames with passive pre-stressing

Elastic deformation under the technological force of the C-frames is important and leads to a perpendicular deviation against the machine mass, of the shifting direction of the slide-block, movable executing organ of the press. In case of no external strain, the strain and implicitly, elastic deformation of the frame is null. Elastic deformation becomes maximal under maximal load, the deformation being linearly dependant on the strain. By pre-stressing, the value in modulus of this deviation is reduced, preferably to half; the rise in quality of the system being obvious.

Passive pre-stressing of C-frames is achieved with some tie pieces. A suggestive example, shown in Figure 6, is the solution submitted in the patent US 5,482,454 [7]. The frame consists of a superior body (3), cast, and of an inferior body (7), which



Figure 5. Closed-frame vulcanizing press, with only three columns materialized by non pre-stressed ties [6]
 Figura 5. Presă de vulcanizat cu batiu închis, cu doar trei coloane materializate prin tiranți nepretensionați [6]

Având în vedere și solicitarea din timpul funcționării mașinii, forța ce se ia în considerare la dimensionarea unui tirant, pentru calculul diametrului său și a părților filetate, este

3. Batiuri deschise cu pretensionare pasivă

Deformația elastică sub forța tehnologică a batiurilor deschise este importantă și conduce la o abatere de perpendicularitate față de masa mașinii a direcției de deplasare a culisorului, organ executor mobil al presei. În absența solicitării externe solicitarea și, implicit, deformația elastică a batiului este nulă. Deformația elastică devine maximă sub sarcină maximă, deformația fiind linear dependentă de solicitare. Prin pretensionare se reduce, de preferat la jumătate, valoarea în modul a acestei abateri, creșterea de calitate a sistemului fiind evidentă.

Pretensionarea pasivă a batiurilor deschise se realizează cu ajutorul unor tiranți. Un exemplu sugestiv, ilustrat în Figura 6, îl constituie soluția propusă prin brevetul US 5,482,454 [7]. Batiul este format dintr-un corp superior (3), turnat, și un corp inferior (7), care îndeplinește și rolul de masă a

also fulfils the part of machine mass. The pre-stressing is achieved by two tie pieces (10), strained during the stretch with some screwed nuts (13).

mașinii. Pretensionarea se realizează prin intermediul a doi tiranți (10), solicitați la întindere cu ajutorul unor piulițe (13).

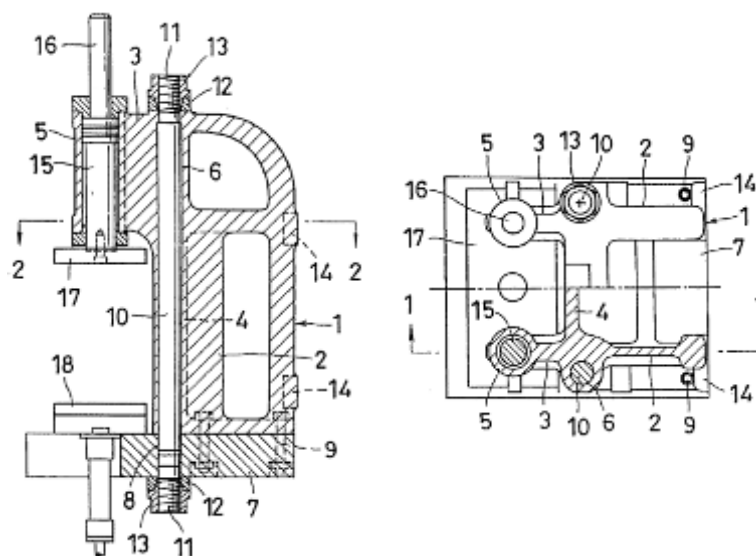


Figure 6. Press with pre-stressed C-frame by tie pieces [7]

Figura 6. Presă cu batiu deschis pretensionat prin tiranți [7]

By passive pre-strain, an important strain (of compression) of the frame is permanently ensured. As the technological force manifests, the effect of the pre-strain on the frame is progressively reduced, and its state of strain at compression (manifested closed to the ties) turns into one of stretch. In the modulus, the extreme values of the elastic deformations (preferably equal) of such a frame are much lower than the maximal value of the elastic deformation of a C-frame without pretension.

A similar example constitutes the subject of the patent application US 2005/0092056 [8], Figure 7. In this case, a single tie piece (30) is identified for pre-stressing; and the superior (10) and inferior parts (20) of the frame are identical. The main component of the frame standing the pre-stressing load is the mark (40), a thick-walled tubular cylindrical piece. This piece forms, together with the mark (50), the median part of the frame.

As example for the use of the previously submitted pre-stressed open frame, the press for hydroforming [9] which makes the object of the patent US 7,047,780 may be provided. A mass of relatively great length being necessary, the frame is modular, Figure 8, consisting of two identical modules. The superior part of the frame contains two identical modules (23) however differing from the two modules (30), which form the inferior part of the frame. Two pre-stressing (43) tie pieces correspond to each modulus.

Prin presolicitare pasivă se asigură permanent o importantă solicitare (de compresiune) a batiului. Pe măsură ce se manifestă forța tehnologică efectul presolicitării asupra batiului se reduce progresiv, iar starea de solicitare la compresiune (manifestată în vecinătatea tiranților) a acestuia se schimbă într-una de întindere. În modul, valorile extreme ale deformațiilor elastice (de preferabil egale) ale unui astfel de batiu sunt mult mai mici decât valoarea maximă a deformației elastice a unui batiu deschis fără pretensionare.

Un exemplu similar face subiectul cererii de brevet US 2005/0092056 [8], Figura 7. La acesta se identifică un singur tirant (30) pentru pretensionare, iar părțile superioară (10) și inferioară (20) ale batiului sunt identice. Principala componentă a batiului ce suportă sarcina de pretensionare este reperul (40), o piesă cilindrică tubulară cu pereți groși. Această piesă formează, împreună cu reperul (50), partea mediană a batiului.

Ca exemplu de utilizare a batiului deschis pretensionat prezentat anterior se poate da presa pentru hidroformare [9] ce face obiectul brevetului de invenție US 7,047,780. Fiind necesară o masă cu lungime relativ mare, batiul este modular, Figura 8, format din două modulus identice. Partea superioară a batiului conține două modulus (23) identice, dar diferite de cele două modulus (30) ce formează partea inferioară a batiului. Fiecărui modul îi corespund câte doi tiranți (43) de pretensionare.

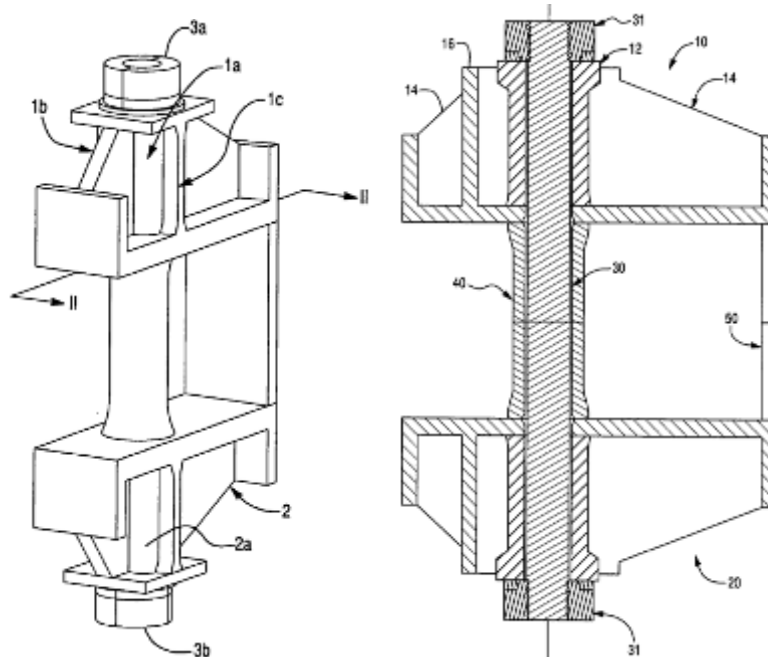


Figure 7. Pre-stressed open frame with a single tie piece [8]
 Figura 7. Batiu deschis pretensionat, cu un singur tirant [8]

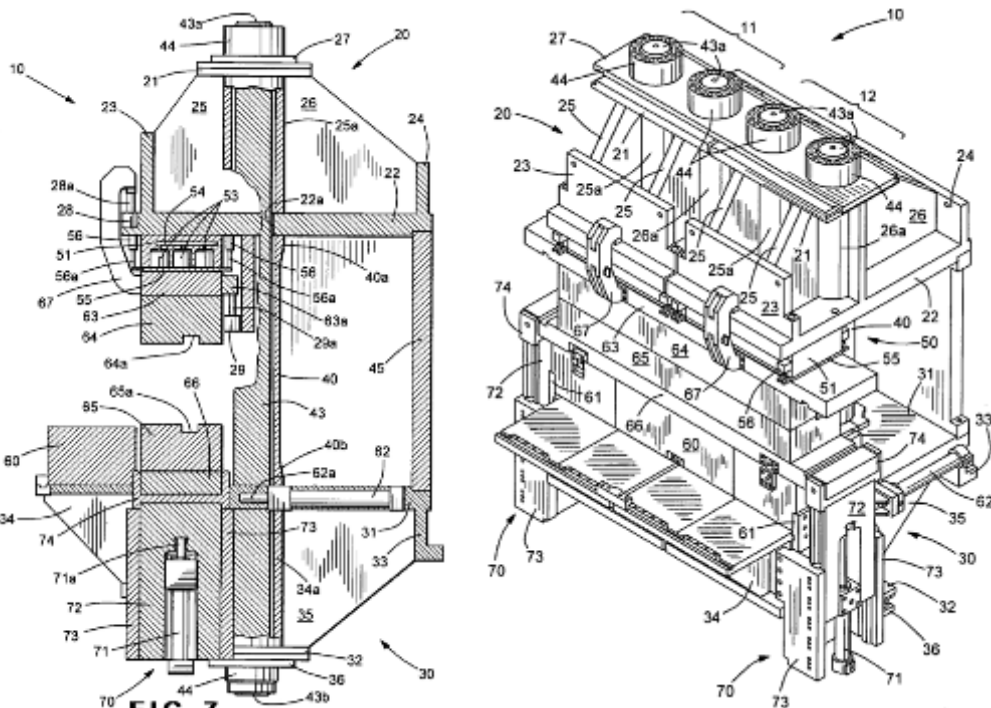


Figure 8. Press for hydroforming, with pre-stressed C-frame, achieved in modular structure [9]
 Figura 8. Presă pentru hidroformare, cu batiu deschis pretensionat, realizat în structură modulară [9]

It is possible to construct passively pre-stressed C-frames through tie pieces destined for flanging presses. Such a solution is submitted in the patent US 4,403,498 [10], shown in Figure 9. Tie pieces are placed immediately close to the two columns of the machine frame. The number of necessary ties is determined as a function of the maximal force developed by the machine and the tie diameter.

Este posibilă construcția de batiuri deschise pretensionate pasiv prin tiranți destinate preselor de îndoit. O astfel de soluție se propune prin brevetul US 4,403,498 [10], ilustrată în Figura 9. Tiranții sunt amplasați în imediata vecinătate a celor două coloane ale batiului mașinii. Numărul de tiranți necesari se determină în funcție de forța maximă dezvoltată de mașină și de diametrul tiranților.

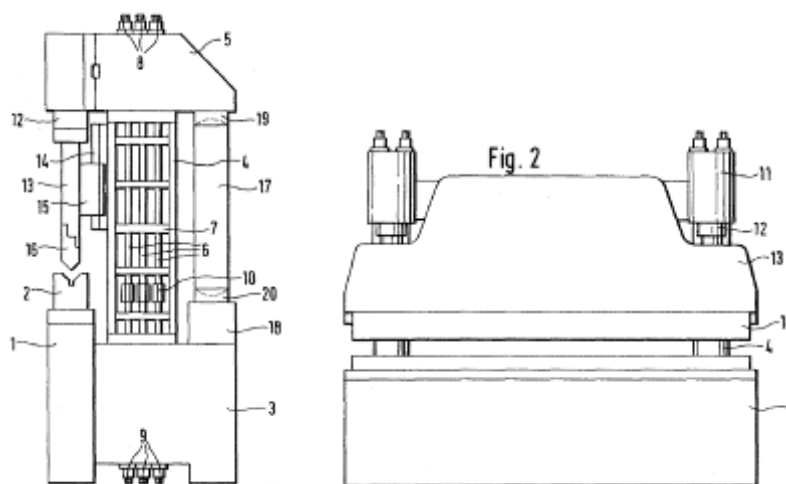


Figure 9. Flanging press with C-frame, pre-stressed by tie pieces [10]
 Figura 9. Presă de îndoit, cu batiu deschis, pretensionat prin tiranți [10]

In the literature, pre-stressed C-frames with wire are also identified. As example, the patent US 3,884,142 [11] may be provided. A wire belt (12), obtained by wrapping on several layers, is placed on the outside of the frame, in an adequate position. The frame is stressed by two pairs of wedge pieces, (17) - (18) and (19) - (20).

În literatură se identifică și batiuri deschise pretensionate cu fir. Ca exemplu poate fi dat brevetul US 3,884,142 [11]. La exteriorul batiului se dispune, într-o poziție adecvată, un brâu (12) din sârmă, obținut prin înfășurare pe mai multe straturi. Tensionarea batiului se asigură prin două perechi de pene, (17) - (18) și (19) - (20).

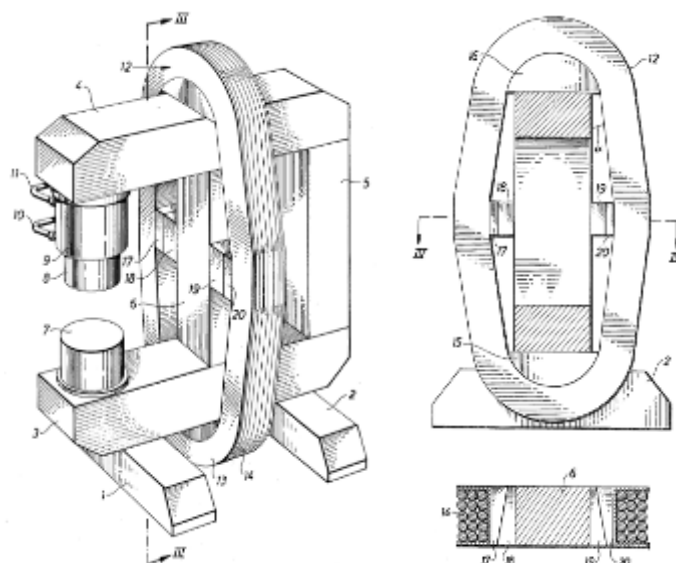


Figure 10. Press with pre-stressed C-frame, with multilayered wire belt [11]
 Figura 10. Presă cu batiu deschis pretensionat cu brâu din sârmă multistrat [11]

In order to raise the rigidity of the C-frame of some presses, the frame is sometimes pre-strained with some ties placed in the frontal part of the machine, solution that has the disadvantage of restraining the access to the operation area of the press. Such a solution is exemplified in Figure 11 with the one submitted in the patent US 4,434,646 [12] for a toggle-joint press. In this case, the pre-stressing is ensured by two ties (13).

Pentru creșterea rigidității batiului deschis al unor prese se practică uneori presolicitarea batiului cu ajutorul unor tiranți amplasați în partea frontală a mașinii, soluție care are dezavantajul restrângerii accesului în zona de lucru a preseii. O asemenea soluție se exemplifică în Figura 11 cu cea propusă prin brevetul US 4,434,646 [12] pentru o presă cu genunchi. La aceasta pretensionarea se asigură prin doi tiranți (13).

We highlight that toggle-joint presses are specialized, destined for extrusion operations, which require both high or very high forces, and increased-rigidity machines. Therefore closed frames are more adequate for such machines. An interesting constructive solution for a toggle-joint press, with multi-body frame, is shown in Figure 12 [13]. By the intelligent division of the frame, the strain due to the technological force is only restrained to the part corresponding to the operation area. This part is similarly constructed to a closed-frame press, pre-strained by tie pieces.

Este de subliniat faptul că presele cu genunchi sunt unele specializate, destinate operațiilor de extrudare, operații ce necesită atât forțe mari sau foarte mari, cât și mașini cu rigiditate sporită. Ca urmare pentru astfel de mașini sunt mai adecvate batiurile închise. O interesantă soluție constructivă pentru o presă cu genunchi, cu batiu multicorp, se prezintă în Figura 12 [13]. Prin divizarea inteligentă a batiului, solicitarea datorată forței tehnologice se restrânge doar la partea ce corespunde zonei de lucru. Această parte are o construcție similară unei prese cu batiu închis presolicitat prin tiranți.

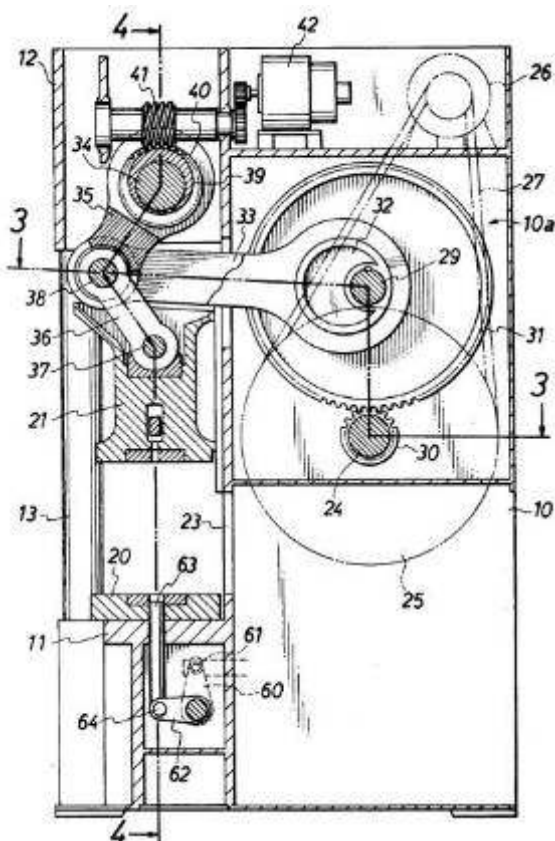


Figure 11. Toggle-joint press, with C-frame, pre-stressed by tie pieces [12]

Figura 11. Presă cu genunchi, cu batiu deschis, pretensionat prin tiranți [12]

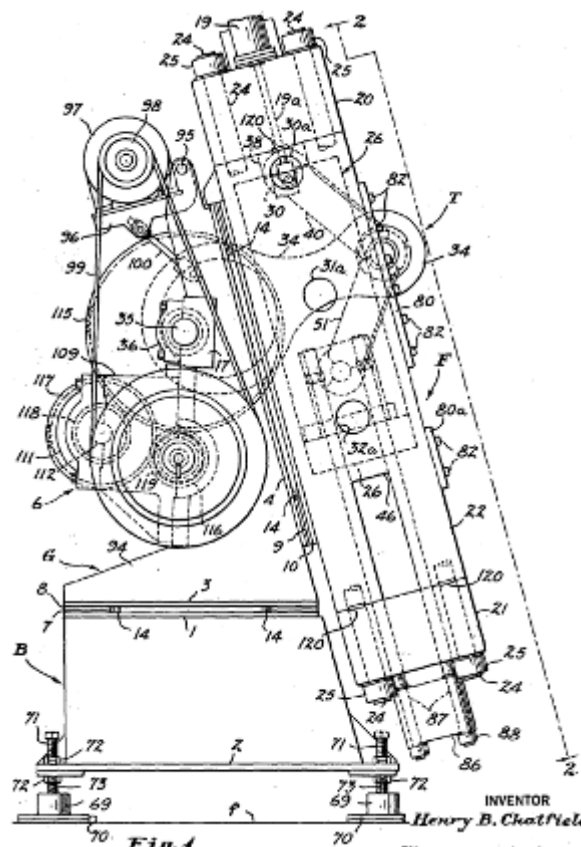


Figure 12. Toggle-joint press, with multi-body frame, with pre-stressing only of the operation area [13]

Figura 12. Presă cu genunchi, cu batiu multicorp, cu pretensionare doar a zonei de lucru [13]

4. Open frames with active pretension

For actively pre-stressing the C-frames of the presses, hydraulic systems are used, which develop compensating forces proportional to the resistant force yielded by the semi-product.

For a mechanically driven C-frame press [14], the active pre-stressing is ensured as a consequence of a slight mass shift, consistent with the plunger of a linear hydraulic motor, Figure 13. A similar hydraulic motor, not necessarily identical as useful area, allows the stressing of the rear part of the

4. Batiuri deschise cu pretensionare activă

Pentru pretensionarea activă a batiurilor deschise ale presei se utilizează sisteme hidraulice, care dezvoltă forțe compensatorii proporționale cu forța rezistentă opusă de piesa prelucrată.

Pentru o presă cu batiu deschis acționată mecanic [14], pretensionarea activă se asigură ca urmare a unei ușoare deplasare a mesei, solidară cu plungerul unui motor hidraulic liniar, Figura 13. Un motor hidraulic similar, dar nu neapărat identic ca arie utilă, permite tensionarea părții din spate a

frame. The two hydraulic motors are connected through a closed circuit, with constant volume. The volume of fluid dislodged by the plunger consistent with the press mass is transferred towards the linear hydraulic motor that provides the stressing of the frame, compensating the bending elastic deformation due to the technological force.

batiului. Cele două motoare hidraulice sunt legate printr-un circuit închis, cu volum constant. Volumul de fluid dislocat de plungerul solidar cu masa presei este transferat către motorul hidraulic liniar ce asigură tensionarea batiului, compensând deformarea elastică de încovoiere datorată forței tehnologice.

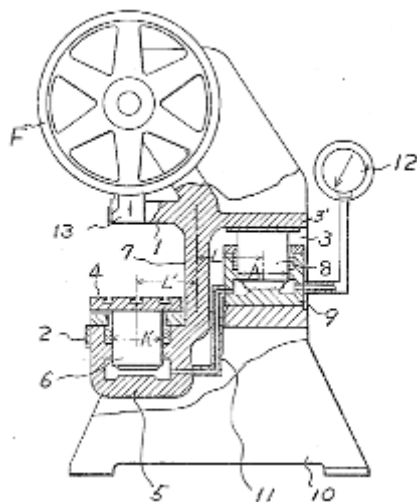


Figure 13. C-frame mechanical press, with active pre-stressing [14]
 Figura 13. Presă mecanică, cu batiu deschis, cu pretensionare activă [14]

To the purpose of actively pre-stressing, the hydraulically driven C-frame presses are further equipped with another linear hydraulic motor explicitly destined to the strain of the frame, in the sense of compensating the bending elastic deformation that appears as a consequence of applying the technological force on the semi-product. In this respect, the solutions submitted in the patents US 2,296,051 [15] and US 4,018,150 [16] may be given as relevant examples.

In the first example, Figure 14, the superior part of the frame is strained as I-order lever, and in the second example, Figure 15, the superior part of the frame is strained as II-order lever (the technological force is reckoned active force, and the pre-stressing force is resistant force).

4. Particular solution

As compared to the overall constructive solutions that aim at reducing the elastic deformation of the C-frame of a press, solutions which are explicitly focused on reducing the influence of this deformation on the shifting direction of the slide-block and, implicitly, on diminishing the related negative consequences, the press that makes the object of the patent US 3,991,602 [17], Figure 16, clearly stands out. In this case, the preoccupation to diminish the elastic deformation or to compensate it is null.

În vederea pretensionării active, presele cu batiu deschis acționate hidraulic se echipează suplimentar cu încă un motor hidraulic liniar destinat explicit solicitării batiului în sensul compensării deformației elastice de încovoiere ce apare ca urmare a aplicării asupra semifabricatului a forței tehnologice. În acest sens se dau ca exemple relevante soluțiile propuse prin brevetele US 2,296,051 [15] și US 4,018,150 [16].

La primul exemplu, Figura 14, partea superioară a batiului este solicitată ca și o pârghie de ordinul I, iar la al doilea exemplu, Figura 15, partea superioară a batiului este solicitată ca o pârghie de ordinul II (se consideră că forța tehnologică este forță activă, iar forța de pretensionare este forță rezistentă).

4. O soluție particulară

Față de ansamblul soluțiilor constructive care vizează reducerea deformației elastice a batiului deschis al unei prese, soluții ce vizează în mod explicit reducerea influenței acestei deformații asupra direcției de deplasare a culisorului și, implicit, diminuarea consecințelor negative conexe, presa ce face obiectul brevetului US 3,991,602 [17], Figura 16, se diferențiază în mod net. La aceasta este nulă preocuparea pentru micșorarea deformației elastice sau pentru compensarea ei.

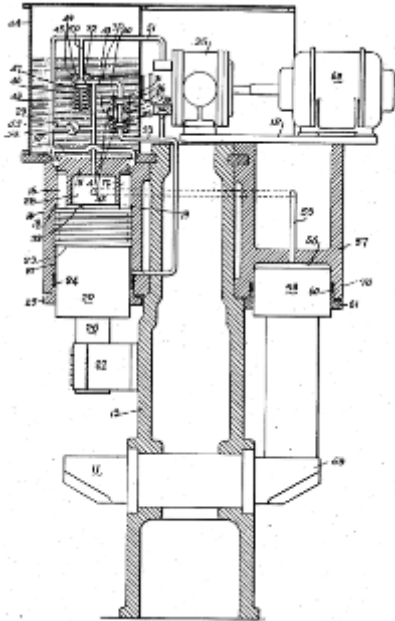


Figure 14. C-frame hydraulic press, with active pre-stressing (type I-order lever) [15]

Figura 14. Presă hidraulică, cu batiu deschis, cu prentensionare activă (tip pârghie de ordinul I) [15]

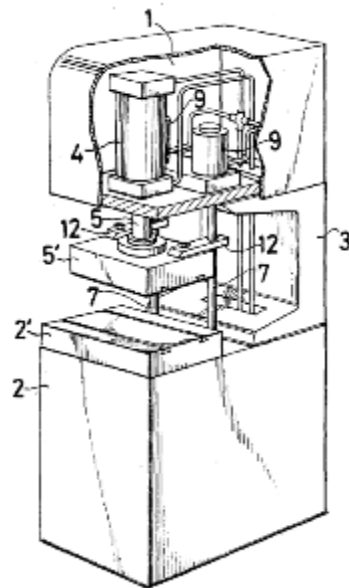


Figure 15. C-frame hydraulic press, with active pre-stressing (type II-order lever) [16]

Figura 15. Presă hidraulică, cu batiu deschis, cu prentensionare activă (tip pârghie de ordinul II) [16]

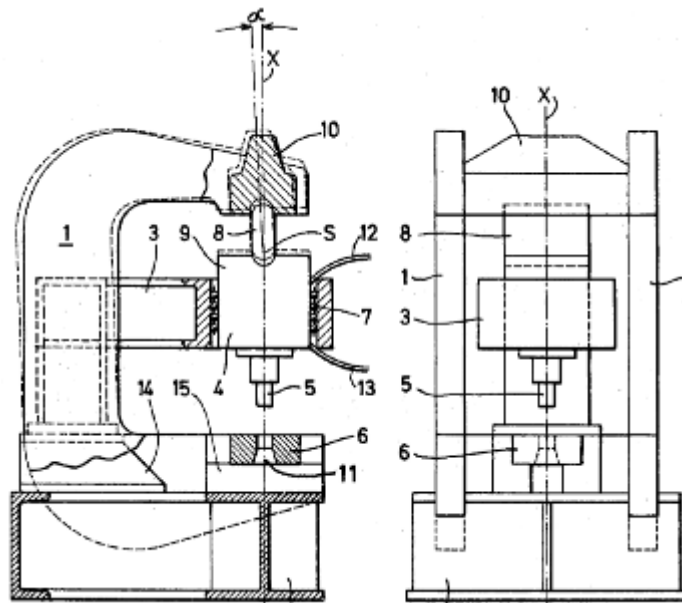
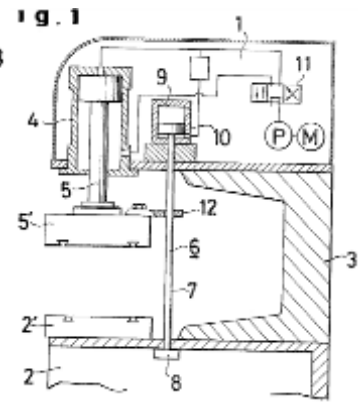


Figure 16. Press whose resistance structure differs from the guiding structure [17]

Figura 16. Presă la care structura de rezistență este distinctă de structura de ghidare [17]

"The problem" is eliminated by division, a creation technique, sometimes used in applied inventions [18], which, correctly applied, leads to special solutions. In the present case, the resistance structure of the machine differs from structure (3) that guides the slide-block (4) and its translation direction is thereby no longer influenced by the elastic deformation of the frame (1). Moreover, the superior quality of the guidance is also ensured by guides with intermediary rolling elements (7).

"Problema" este eliminată prin divizare, o tehnică de creație, întâlnită uneori în inventica aplicată [18], care aplicată corect conduce la soluții deosebite. În cazul de față structura de rezistență a mașinii este distinctă de structura (3) care asigură ghidarea culisorului (4) și astfel direcția de translație a acestuia nu mai este influențată de deformarea elastică a batiului (1). În plus, calitate superioară a ghidării este asigurată și prin utilizarea unor ghidaje cu elemente intermediare de rostogolire (7).

5. Authors' preoccupations

The authors of present paper are preoccupied with the connection between the elastic deformation of a C-frame mechanical press and the exploitation energetic consumption of such a machine. Following previous studies, three lines of action were identified that should not require additional metal consumption for manufacturing the frame: ribbing of the frame side walls [19], shortening of the frame, in fact of the distance between the press mass and the main shaft axis [20], and (passive) pre-stressing of the frame [21].

In Figures 17, 18 and 19, an original constructive solution of shortened frame, with ribbed walls, and passively pre-stressed through ties, the considered strain scheme, as well as its state of deformations and stresses are shown. Pro Engineer V.2 was used to elaborate the model and Catia V.16 to study the states of strains and deformations.

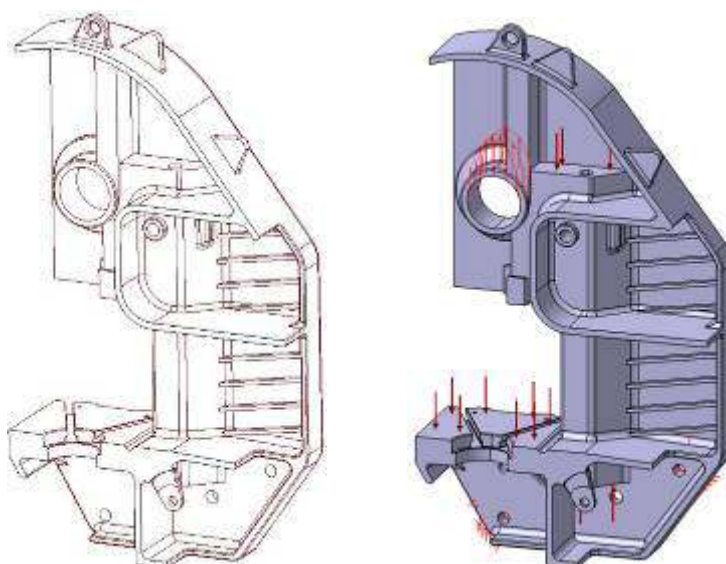


Figure 17. Constructive solution and strain scheme for a cast mono-body frame, with ribbed walls, and passively pre-stressed by tie pieces

Figura 17. Soluția constructivă și schema de solicitare pentru un batiu monobloc turnat, scurtat, cu pereți nervurați și pretensionat pasiv prin tiranți

The analysis with finite element has shown that the ribbing of the frame side walls leads to its slight rise in rigidity, by 3-5%, times, the surplus of metal within the frame being null or negligible. The best results were obtained by inclining the fins against the horizontal at approx. 10° , irrespectively if the tilt is towards the front or the rear of the frame, by using ribs intersected and inclined against the horizontal, as well as by the curvilinear placement of the ribs, oriented along the isoclines of the voltage state in the frame.

5. Preocupările autorilor

Autorii prezentei lucrări sunt preocupați de legătura dintre deformația elastică a unei prese mecanice cu batiu deschis și consumul energetic de exploatare a unei astfel de mașini. În urma studiilor efectuate s-au identificat trei direcții de acțiune care să nu necesite un consum suplimentar de metal pentru realizarea batiului: nervurarea pereților laterali ai batiului [19], scurtarea batiului, în fapt a distanței dintre masa presei și axa arborelui principal [20], și pretensionarea (pasivă a) batiului [21].

În Figurile 17, 18 și 19 se prezintă o soluție constructivă originală de batiu scurtat, cu pereți nervurați și pretensionat pasiv prin tiranți, schema de solicitare luată în considerare, precum și starea acestuia de deformații și de tensiuni. S-a utilizat Pro Engineer V.2 pentru elaborarea modelului și Catia V.16 pentru studiul stărilor de tensiuni și de deformații.

Analiza cu element finit a arătat că nervurarea pereților laterali ai batiului conduce la o ușoară creștere de rigiditate a acestuia, de 3-5%, surplusul de metal înglobat în batiu fiind nul sau neglijabil. Cele mai bune rezultate s-au obținut prin dispunerea nervurilor înclinat față de orizontală la aprox. 10° , indiferent dacă înclinarea este spre fața sau spre spatele batiului, prin utilizarea de nervuri intersectate și dispuse înclinat față de orizontală, precum și prin dispunerea curbilinie a nervurilor, orientate de-a lungul izoclinelor stării de tensiuni din batiu.

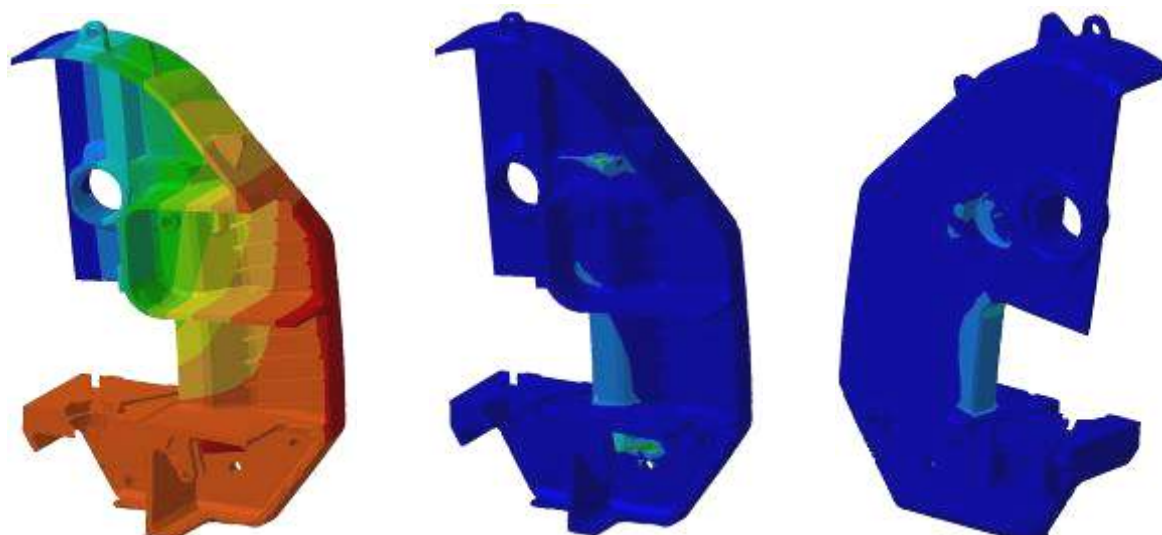


Figure 18. State of stresses and deformations of the analyzed frame, for null technological force
 Figura 18. Starea de tensiuni și de deformații a batiului analizat, pentru forță tehnologică nulă

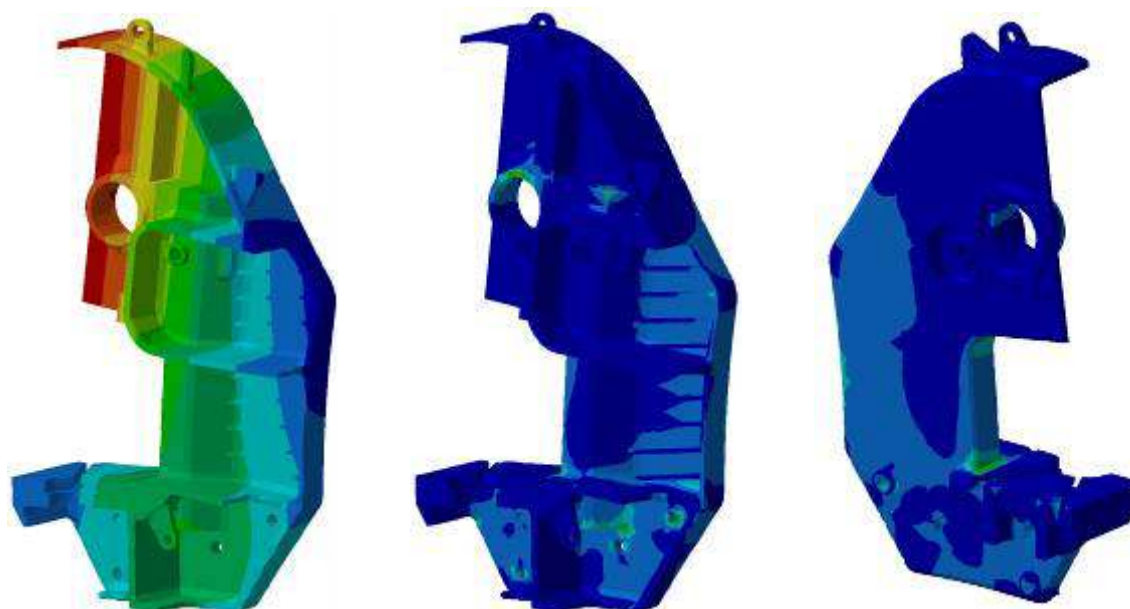


Figure 19. State of stresses and deformations of the analyzed frame, for maximal technological force
 Figura 19. Starea de tensiuni și de deformații a batiului analizat, pentru forță tehnologică maximă

The shortening of the frame caused its significant rise in rigidity, obviously depending on the amplitude of the diminution in the distance between the machine mass and the main shaft bore hole axis. The shortening of the frame supposes however important changes of the assembly connecting rod-slide block.

The simple pre-stressing of the frame has negligible effects on the frame rigidity, but the maximal values of the stresses manifesting in the frame body considerably decrease, and the state of stresses significantly improves. By pre-stressing, a considerable rise in quality of the behaviour under load of the frame is obtained.

Scurtarea batiului a determinat o semnificativă creștere de rigiditate a acestuia, evident dependentă de amploarea reducerii distanței dintre masa mașinii și axa alezajului arborelui principal. Scurtarea batiului presupune însă importante modificări ale ansamblului bielă-culisor.

Simpla pretensionare a batiului are efecte neglijabile asupra rigidității batiului, dar valorile maxime ale tensiunilor ce se manifestă în corpul batiului scad apreciabil, iar starea de tensiuni se îmbunătățește semnificativ. Prin pretensionare se obține o apreciabilă creștere de calitate a comportării sub sarcină a batiului.

6. Conclusions

Regardless of its type, driving manner and destination, any press is characterized by a frame, which constitutes the machine backbone. Under the force developed during the pressing process, the frame elastically deforms, which determines deviations of the reciprocal position between the fixed and mobile parts of the tool, with negative consequences at least upon the processing precision, tool durability and energetic consumption.

The diminution of the elastic deformation by the rise in rigidity of the frame is a less favoured solution. An efficient alternative is the pre-stressing of the frame, either passive or active.

The pre-stressing of open frames leads to the significant reduction, up to 50%, of the perpendicular deviation against the machine mass, of the shifting direction of the slide-block. In the literature, solutions of passive pre-tensioning, by ties, permanent and constant, as well as solutions of active pre-stressing, by hydraulic systems, with variable force linearly dependant on the technological force, were identified.

The authors developed studies and submitted solutions for the passive pre-stressing, by tie pieces, of the cast mono-body C-frames.

References

- Cioară, R. (2008) *Mașini-unelte de prelucrat prin deformare (Machine Tools for Processing by Plastic Deformation)*. Transilvania University Press, Brașov, ISBN 978-973-655-598-306-2, Brașov, Romania (in Romanian)
- Sherman, C.F. (1934) *Machine Frame*. Patent US 1,954,651 (Apr. 10, 1934)
- Voorhees, J.E., Hemmelgarn, D.J. (1975) *Press structure*. Patent US 3,858,432 (Jan. 7, 1975)
- Delmer, P.T. (1980) *Frame structure for a press assembly*. Patent US 4,240,342 (Dec. 23, 1980)
- Mueller, E.R. (1982) *Plug-shaped press crown for a press assembly*. Patent US 4,309,893 (Jan. 12, 1982)
- Vulcanizing Hydraulic Press HPV 075.250*, manufactured by Hydramold Company, Romania, <http://www.hydramodel.com>
- Miyahara, M., Nakamura, N., Takizawa, K. (1996) *C-type frame for die tightening units mounted for an injection molding machine*. Patent US 5,482,454 (Jan. 9, 1996)
- Zhang, O. (2005) *Platen design for a C-frame press*. Patent application US 2005/0092056 (May 5, 2005)
- Marando, R.A., Schrack, E.M., Larkin, J.C., Drost, E., Dziki, J.P., Vasalani, J.J., Hunter, D.E. (2006) *Apparatus for performing a hydroforming operation*. Patent US 7,047,780 (May 23, 2006)
- Holtzschmidt, A. (1983) *Press*. Patent US 4,403,498 (Sep. 13, 1983)
- Jonsson, F.L. (Finn Lennart): *Machine frame, having a biased wire girdle, and a method for biasing such a girdle*. Patent US 3,884,142 (May 20, 1975)
- Maeda, N., Itakura, H., Yagi, T. (1984) *C-frame press*. Patent US 4,434,646 (Mar. 9, 1984)
- Chatfield, H.B. (1962) *Cold forming machine*. Patent US 3,124,019 (Feb. 2, 1962)
- Shiokawa, S.: *Open-sided press*. Patent US 3,303,774 (Feb. 14, 1967)
- Pocock, P.C., Ernst, W.: *Balancing column for horn presses*. Patent US 2,296,051 (Sep. 15, 1942)
- Shiokawa, S.: *Open-sided press*. Patent US 4,018,150 (Apr. 19, 1977)
- Harcuba, S., Dits, H.: *Press for cold forming of workpieces from a metal sheet*. Patent US 3,991,602 (Nov. 16, 1976)
- Belous, V. (1992): *Inventica (Inventics)*. Editura Gh. Asachi, ISBN 973-95650-0-X, Iași, Romania (in Romanian)
- Dan, I. (2011): *CAD Research Regarding the Influence of Wall Thickness and Ribbing on the Frame of PAI25 Crank Mechanical Press*. Proceedings of the 15th International Conference on Modern Technologies, Quality and Innovation, ModTech 2011, New Face of T.M.C.R., ISSN 2069-6736, vol. II, p. 517-520, 25-27 May, 2011, Vadul lui Vodă, Republic of Moldova
- Cioară, R., Dan, I. (2011): *Increased rigidity solutions for C-frame mechanical presses*. Proceedings in Manufacturing Systems ICMA S, ISSN 2067-9238, vol. 6, nr. 2, p. 111-116, Editura Academiei Române, București, Romania
- Dan, I., Cioară, R. (2012): *Pre-tensioned C-FRAME for the Crank Mechanical Press. Study of the Stress and Strain State*. Proceedings in Manufacturing Systems ICMA S, ISSN 2067-9238, vol. 7, nr. 4, p. 211-216, Editura Academiei Române, București, Romania

Paper received in January 2013

Lucrare primită în Ianuarie 2013