

CORRELATIONS BETWEEN SOUND PRESSURE AND INTERNAL ENERGY ABLE TO PREVENT BREAKAGE OF PARTS THAT WORK WITH DYNAMIC LOADS

CORELAȚII ÎNTRE PRESIUNEA SONORĂ ȘI ENERGIA INTERNĂ CU SCOPUL DE A PREVENI DISTRUGEREA PIESELOR CE LUCREAZĂ SUB SARCINI DINAMICE

Prof. Ph.D. Eng. Zichil V., Ph.D. Eng. Judele A., Ph.D. Med. Cotirlet A., Ph.D. Med. Dobreci L.

"Vasile Alecsandri" University of Bacau / Romania

Tel: 0744-662332; E-mail: valentinz@ub.ro

Abstract: Technological development requires the light weight components and structures manufacturing, capable of operating at high speeds. Low weight ensures the development of small inertial forces, which leads to increased lifespan of mobile or fixed mechanical linkages. On the other hand, the reduced weight of components diminishes the capacity to store energy, which creates favorable conditions for crack initiation and finally, damage of parts. The authors propose a method for determining the energy reserve in the parts, depending on the characteristics of sound at the attack of the cam or other parts that work with dynamic loads (knife planning, slotting and so on). Determination of energy reserve in the parts, depending on the characteristics of the sound recorded at the attack of the cam or other parts can be highlighted through the acoustic pressure monitoring.

Keywords: internal energy, acoustic pressure, specific breaking resistance.

INTRODUCTION

Breaking of cams or breaking of the camshaft that is in the structure of internal combustion engines, are currently rare situations, but they are accompanied by major engine damages. There are other situations where the destruction of an operating camshaft generates great harm, such as in the following cases:

- drive mechanisms of textile machinery [5];
- spinning machines;
- camshafts from internal combustion engines [6]
- cams of internal combustion engines
- sort ripper cams

For such parts/components made in terms of design which weight has to be at a minimum, the risk of crack development is very high. During the operation time is impossible to determine the moment of crack appearance - to stop the unit and replace the damaged part - or the energy accumulated in the part. Breaking of a cam or camshaft during operation time, produces major damages. The tests were carried out at the ambient temperature, on batches of steel on notched Charpy specimens of known composition, produced by order for these determinations, for drawing the tenacity curve and determining the characteristics of the sound.

MATERIAL AND METHOD

Theoretical fundamentals

In the literature, are presented applications for impact bending test of straight bars with constant section (Fig. 1) [2]. The load Q which produces the shock is launched from a height H , developing in the beam maximum bending moment M_{max} .

Rezumat: Dezvoltarea tehnologică impune realizarea unor componente și structuri cu masă mică, capabile să funcționeze la viteze mari. Masa redusă asigură dezvoltarea unor forțe de inerție mici, ceea ce conduce la mărirea duratei de viață a legăturilor mecanice mobile sau fixe. Pe de altă parte, masa diminuată înrăutățește capacitatea componentelor de a înmagazina energie, ceea ce crează condiții favorabile amorșării fisurilor și ulterior distrugerii pieselor. Autorii propun o metodă de determinare a rezervei de energie în piesă, funcție de caracteristicile sunetului la atacul camei sau a altor piese ce lucrează prin șoc (cuțit de rabotat, mortezat etc.). Determinarea rezervei de energie în piesă, funcție de caracteristicile sunetului la atacul camei sau a altor piese ce lucrează prin șoc se poate evidenția prin monitorizarea presiunii acustice.

Cuvinte cheie: energie internă, presiune acustică, rezistență specifică la rupere

INTRODUCERE

Ruperea camelor sau ruperea arborelui cu came din componența motoarelor cu ardere internă, reprezintă la ora actuală, situații rare, care sunt însă însoțite de distrugerii majore ale motoarelor. Există și alte situații în exploatare în care distrugerea arborelui cu came produce pagube mari, așa ca în cazurile următoare:

- mecanismele de acționare a utilajelor textile [5];
- mașini pentru filatură;
- arborii cu came din componența motoarelor cu ardere internă [6];
- camele motoarelor cu ardere internă;
- camele ciururilor de sortare etc.

Pentru asemenea subansamble / componente realizate în condiții de proiectare la care masa să se găsească la o valoare minimă, riscul amorșării fisurilor este foarte ridicat. În funcționare este imposibil de determinat momentul apariției fisurii – pentru oprirea agregatului și înlocuirea componentei fisurate – sau energia acumulată în piesă. Ruperea camei sau a arborelui cu came în timpul funcționării agregatului produce daune majore. Incercările s-au efectuat la temperatura mediului ambiant, pe loturi de epruvete Charpy din oțeluri cu compoziție cunoscută, realizate la comandă pentru aceste determinări, în vederea trasării curbei de tenacitate și a determinării caracteristicilor sunetului

MATERIAL ȘI METODĂ

Fundamente teoretice

În literatura de specialitate, sunt prezentate aplicații pentru încovoierea prin șoc a barelor drepte de secțiune constantă (fig. 1) [2]. Sarcina Q care produce solicitarea prin șoc, este lansată de la înălțimea H , dezvoltând în grindă un moment încovoiător maxim M_{max} .

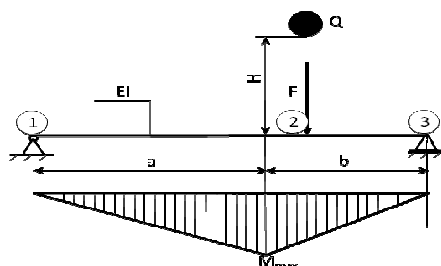


Fig. 1 - The scheme of impact bending test / Schema încercării de încovoiere prin șoc

$$M_{\max} = \frac{F \cdot a \cdot b}{a + b} \quad (1)$$

with kinetic energy:

$$E_c = Q \cdot H \quad (2)$$

which at the impact moment is completely transformed in strain bending energy accumulated by the beam [2]:

$$U = \frac{M_{\max}^2 (a + b)}{6EI} \quad (3)$$

As a result, the maximum bending moment is given by:

$$M_{\max} = \sqrt{\frac{6EI \cdot Q \cdot H}{a + b}} \quad (4)$$

Equation (4) shows that the maximum bending moment is independent of the place of the beam shock. On the other hand, the dynamic force F can be calculated using the equation [2]:

$$F = \frac{1}{ab} \sqrt{6(a + b)EI \cdot Q \cdot H} \quad (5)$$

Regarding the maximum stress in the beam, it may be calculated according to Navier, using the formula:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} = \frac{1}{W_z} \sqrt{\frac{6EI \cdot Q \cdot H}{a + b}} \quad (6)$$

and is developed in section 2 (see Fig. 1).

It can be said that a large volume of material with high mass, accumulates a large amount of energy and resists better to shocks.

Principle of the method

The method is based on the recording process of deformation, crack initiation, crack propagation and tearing with a simultaneous analysis of:

- the values of force;
- characteristics of sound (sound pressure level with fast time weighting (Fast), measuring all parameters simultaneously with frequency weightings A, C and Z - LAF(t), LCF(t) and LZFT(t));
- image analysis.

Records are made to corresponding sequences of a hundredths of thousandths of a second, all the video, audio and electric information being overlapped to a "zero" given time at the start of the determination. By determining the breaking tenacity, K_{IC} noted, the following transient parameters are retained for:

- energy absorbed to the general state of flow;
- the shape of the fracture and lateral expansion;
- recording of dynamic load - time dependence [3].

Assertion: A method of determining the energy reserve from a part by overlapping video - audio - electric inputs to the resilience test using Charpy specimens

Experimental methodology

In order to carry out the steps proposed in the experimental tests on Charpy resilience specimens V2 under the current regulations, it must follow the steps:

a). For the standard notched Charpy specimen is intended, in particular, the preparation of the V channel of the specimen in order to obtain an "ideal sharp" crack (Fig. 2) [3].

cu energia cinetică:

care la momentul impactului se transformă integral în energie de deformație de încovoiere acumulată în grindă [2]:

Ca atare, momentul încovoiator maxim este dat de relația:

Relația (4) evidențiază faptul că momentul încovoiator maxim nu depinde de locul șocului pe grindă. Pe de altă parte, forța dinamică F poate fi calculată cu relația [2]:

În ceea ce privește tensiunea maximă în grindă, aceasta se calculează, după Navier, cu relația:

și se dezvoltă în secțiunea 2 (vezi fig. 1).

Se poate afirma că un volum mare de material, cu masă mare, acumulează o cantitate mare de energie și rezistă bine la șoc.

Principiul metodei

Metoda se bazează pe înregistrarea procesului de deformare, amorsare a fisurii, propagarea fisurii și ruperea materialului și analiza simultană a:

- Valorilor forței;
- Caracteristicilor sunetului (sound pressure level with fast time weighting (Fast), measuring all parameters simultaneously with frequency weightings A, C and Z - LAF(t), LCF(t) and LZFT(t));
- Analiză de imagine.

Înregistrările se fac la secvențe corespunzătoare unei sutimi de miimi de secundă, toate informațiile video, audio și electrice fiind suprapuse ținând cont de un moment „zero” de început al determinării. Prin determinarea tenacității la rupere, notată K_{IC} , se rețin următorii parametri de timp tranzitorii:

- energia absorbită până la starea de curgere generalizată;
- aspectul ruperii și expansiunea laterală;
- înregistrarea dependenței sarcină dinamică – timp [3].

Revendicare: metodă de determinare a rezervei de energie din piesă prin suprapunerea informației video – audio – electrică la încercarea la reziliență a epruvetelor prin metoda Charpy.

Metodologia experimentală

În vederea parcurgerii etapelor propuse în cadrul testelor experimentale, pe probe de reziliență Charpy V2, prefisurate conform normativelor în vigoare, se impune urmărirea etapelor: a). Pentru epruveta Charpy standard, se urmărește cu precădere, pregătirea canalului V al probei, în vederea obținerii unei fisuri „ideal ascuțite” (fig. 2) [3].

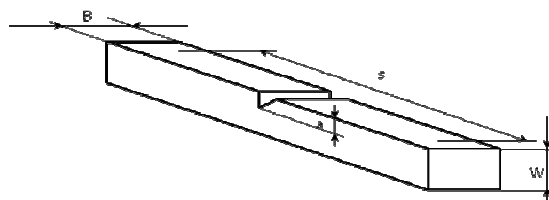


Fig. 2 - V2 Notched Charpy specimen / Epruveta Charpy V2

$$\begin{aligned}
 B &= W = 5 \text{ mm} \\
 a &= 2,5 \text{ mm} \\
 s &= 40 \text{ mm} \\
 0,35 < \frac{a}{w} = \frac{2,5}{5} < 0,55
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

b). The impact system: it is used a pendulum hammer JIN-JIANG, XJJ series fitted with electronically controlled release of the hammer through the computer. Raising of the pendulum is done manually. Instrumentation of the impact system is achieved by electric recording of the impact load that appears on the bearing shoulders of the specimen and digital display for the breaking energy. Also, the positioning of the acoustic pressure sensor is near the impact zone. Note that the tests were conducted in a soundproofed chamber.

Instrumentation of the system contains speed video recording cameras for the blade at the impact with the specimen. The command to investigate the pendulum block assembly is unified from distance, the analysis of results (record - storage - signal analysis: the impact force and displacement) is performed in real time. Stand as an assembly is shown in figure 3.

b). Sistemul de impact: se utilizează un ciocan pendul JIN-JIANG, seria XJJ dotat cu dispozitiv de eliberare a ciocanului comandat electronic prin intermediul calculatorului. Ridicarea pendului se face manual. Instrumentarea sistemului de impact se realizează prin preluarea electrică a variației sarcinii la impact ce apare în umerii reazemului epruvetei și afișare digitală a energiei de rupere, precum și prin poziționarea senzorului pentru presiunea acustică în vecinătatea locului de impact. De menționat că încercările au fost realizate în incintă izolată fonic.

Instrumentarea sistemului conține sistemul de înregistrare video a vitezei cuțitului în momentul impactului. Comanda ansamblului pentru instrumentarea ciocanului pendul se face în mod unitar, de la distanță, analiza rezultatelor (înregistrare – stocare – analiza semnalelor: forță și deplasare la impact) fiind efectuată în timp real. Standul în ansamblu este prezentat în figura 3.



Fig. 3 - The work bench / *Standul de lucru*

To determine the sound pressure level was used SOUNDBOOK device [11]. The hard drive is compatible with HARMONIE measurement and is based on technology from Panasonic Touchbook.

Features:

- Accuracy class 1;
- Accuracy class standards: IEC / EN 60561-1, IEC 60804-1, IEC 61672-1;
- Measuring range from 20 dB (A) to 140dB (A);
- Integration time from 10s to 24h, start / stop;
- Analyzing device of real-time octave included in the unit;
- Frequency range from 20Hz to 20KHz;
- Simultaneous display of minimum, maximum and instantaneous range;
- Sound level recorder over time, such as: fast, slow, impulse and peak type;
- Data acquisition rate selectable from 20ms to 125ms;
- Two analog outputs of audio signal type.

The image analysis is based on the *Fastec HiSpec 3* camera, with the following characteristics [6]:

c). Calibration refers to the impact system being performed using standard specimens [4]. For the test, standard specimens were supplied by SC AEROSTAR S.A.

Determination of energy of specimen fracture can be done by plotting the dependence force - time (Fig. 4), knowing the speed of the pendulum at the impact moment [4].

Pentru determinarea nivelului presiunii acustice, s-a utilizat sonometrul SOUNDBOOK [14]. Hard-ul este compatibil cu sistemul de măsurare HARMONIE și este bazat pe tehnologia Touchbook de la Panasonic.

Caracteristici:

- Clasa de precizie 1;
- Clasa de precizie conform standardelor: IEC/EN 60561-1, IEC 60804-1, IEC 61672-1;
- Domeniul de măsurare de la 20 dB(A) la 140dB(A);
- Timp de integrare de la 10s la 24h, start/stop;
- Analizor treime de octave în timp real inclus în aparat;
- Domeniul de frecvență de la 20Hz la 20KHz;
- Afișare simultană de spectru minim, maxim și momentan;
- Înregistrator de nivel de zgomot cu ponderare în timp, de tipul: fast, slow, impulse și peak;
- Rata de achiziție date selectabilă de la 20ms la 125ms;
- Două ieșiri analogice tip semnal audio

Sistemul de analiză a imaginii are la bază camera de tip *Fastec HiSpec 3*, cu următoarele caracteristici [6]:

c). Calibrarea se referă la sistemul de impact și se realizează cu ajutorul epruvetelor etalon [4]. Pentru încercări au fost utilizate epruvete etalon furnizate de către S.C. AEROSTAR S.A.

Determinarea energiei de rupere a probei se poate face după trasarea dependenței forță – timp (fig. 4), cunoscându-se viteza pendulului la momentul impactului [4].

Table 1 / Tabelul 1

Camera Specifications / Caracteristici tehnice ale camerei video	
System Design / Construcția sistemului	Scaleable and network-capable with standard and/or notebook PCs. Synchronous processing of multiple cameras / Afișaj standard pe scală, capabil să lucreze independent sau cuplat la computer prin rețea. Procesarea sincronă a semnalului de la mai multe camere video
Sensor / Senzor	CMOS sensor, 1280 x 1024 pixels. 8-bit monochrome or RGB color with BAYER filters. Active pixel area 19.7mm diagonal / Senzor de tip CMOS, 1280 x 1024 pixeli, pe 8 bit monocrom sau color RGB cu filtru BAYER. Aria pixelilor activi cu diagonala de 19,7 mm
Pixel Size / Așezare pixeli	12 x 12 μm / 12 x 12 μm
Spectral Bandwidth / Lățime de bandă spectrală	400 x 800 nm / 400 x 800 nm
Recording Rate / Frecvență de înregistrare	Up to 1,000 fps at high resolution, up to 93,282 fps at reduced resolution / Până la 1.000 cadre pe secundă la rezoluție mare, până la 93.282 cadre pe secundă la rezoluție redusă
Memory / Memorie	4GB standard. Optional upgrade to 8GB / 4GB standard. Opțional extensibilă la 8GB
Recording Time / Timp de înregistrare	1.5 seconds at full resolution, longer record times with variable resolution and frame rates / 1,5 secunde la rezoluție maximă, la timpuri mai mari de înregistrare se aplică rezoluție variabilă cu numărul cadrelor
Lens Mount / Montura obiectivului	C - Mount, F - Mount optional / Montură de tip C, opțional montură de tip F
Camera/Pc Interface / Interfața camera/computer	1000/100 Ethernet interface (Gigabit Ethernet) / Interfață Ethernet 1000/100 (Gigabit Ethernet)
Trigger / Declanșator	Contact closure, external TTL signal or optional Image BLITZ0 Auto Trigger software

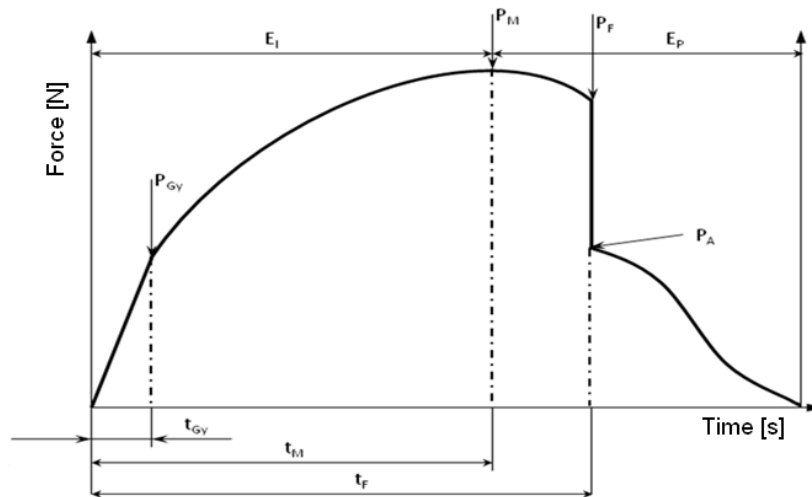


Fig. 4 - The dependence force - time for resilience test / Dependența sarcină - timp pentru încercarea la reziliență [4]

where:

- E_I is the energy required to initiation;
- E_P is the energy consumed to fracture propagation;
- P_M is the initiating force;
- P_F is breaking force;
- P_{GY} is the dynamic flow force;
- P_A is the force of stopping the propagation;
- t_{GY} is time until the dynamic flow begins;
- t_M is the time until the crack initiation;
- t_F is the time until failure.
- An experimental accepted formula is:

unde:

- E_I reprezintă energia necesară inițierii;
- E_P reprezintă energia consumată la propagarea ruperii;
- P_M reprezintă forța de inițiere;
- P_F reprezintă forța de rupere;
- P_{GY} reprezintă forța de curgere dinamică;
- P_A reprezintă forța de oprire a propagării;
- t_{GY} reprezintă timpul până la începutul curgerii dinamice;
- t_M reprezintă timpul până la inițierea fisurii;
- t_F reprezintă timpul până la rupere.
- Experimental se acceptă relația:

$$\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v_i) = v_0 \left(1 - \frac{E_I}{4E_0}\right) \tag{8}$$

where: \bar{v} is the average speed of the pendulum for a specific period of time;

- v_0 is the velocity of the pendulum before the impact;
 - v_i is the speed reduced to a certain time t from the impact;
 - E_0 is the total available kinetic energy of the hammer.
- Therefore, the relation is obtained:

unde: \bar{v} este viteza medie a pendulului pentru un interval specific de timp;

- v_0 este viteza pendulului înainte de impactul cu proba;
 - v_i este viteza redusă la un timp oarecare t de la impact;
 - E_0 este energia cinetică totală de care dispune ciocanul.
- Se obține relația:

$$E_I = v_0 \int_0^t P dt \tag{9}$$

where $\int_0^t P dt$ is the area under the force - time dependence, as shown in Figure 4 [4]. Since the system is energy loss, the relation 9 is corrected:

$$E_{corr} = E_t (1 - \frac{E_l}{4E_0}) \tag{10}$$

In Figure 5, the interdependence force - time and energy - time is shown.

în care $\int_0^t P dt$ este aria de sub curba forță - timp prezentată în figura 4 [4]. Întrucât în sistem există pierderi energetice, relația 9 se corectează:

In figura 5 este prezentată interdependența forță - timp și energie - timp.

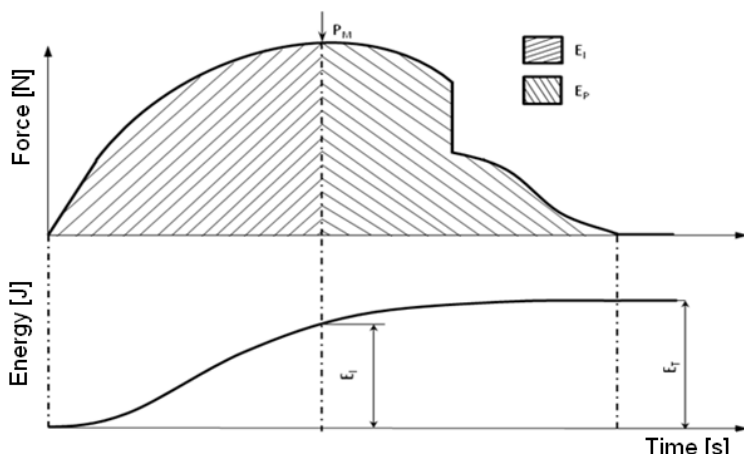


Fig. 5 - The interdependence force - time and energy - time [4]. / Interdependența forță - timp și energie - timp.

$$E_T = E_t + E_p \tag{11}$$

where E_T is the total energy, as indicated by the electronic recording system.

RESULTS

Tests were performed based on the international standard of the acoustics, referring to:

- characteristics and measurement of environmental noise [12, 13];
- determination of sound power levels of noise sources using sound pressure [14, 15, 16].

To determine the Young modulus, Poisson's ratio and coefficient of Cowper-Symonds, the characteristic curve for the two materials used in the tests was traced (Fig. 6 and 7):

- a) 30HGSA-T heat-treated with the characteristics provided by the manufacturer [9];
- b) 30HGSA without heat treatment, the characteristics provided by the manufacturer [10].

This set of coefficients will be used in finite element analysis.

unde E_T reprezintă energia totală, indicată de sistemul electronic de înregistrare.

REZULTATE

În cadrul încercărilor testele s-au efectuat având la bază standardele internaționale din domeniul acustic, referitoare la:

- caracteristici și măsurarea zgomotului din mediul înconjurător [12, 13];
- determinarea nivelului de putere acustică ale surselor de zgomot utilizând presiunea acustică [14, 15, 16].

Pentru determinarea modulului de elasticitate longitudinală, a coeficientului lui Poisson și coeficienții Cowper-Symonds, a fost ridicată curba caracteristică pentru cele două materiale utilizate la încercări (fig. 6 și 7):

- a) 30HGSA-T tratat termic, cu caracteristicile furnizate de fabricant [9];
- b) 30HGSA fără tratament termic, cu caracteristicile furnizate de fabricant [10].

Acest set de coeficienți vor fi utilizați în analiza cu elemente finite.

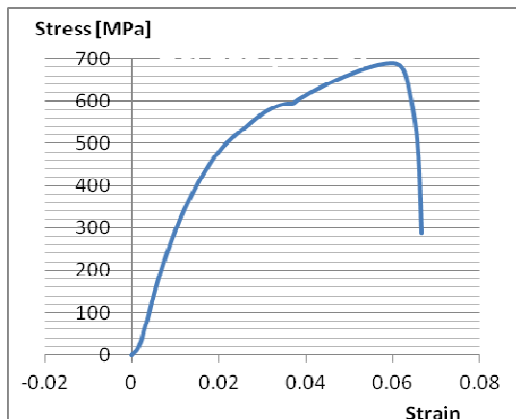


Fig. 6 - The characteristic curve for 30HGSA-T / Curba caracteristică pentru oțelul 30HGSA-T.

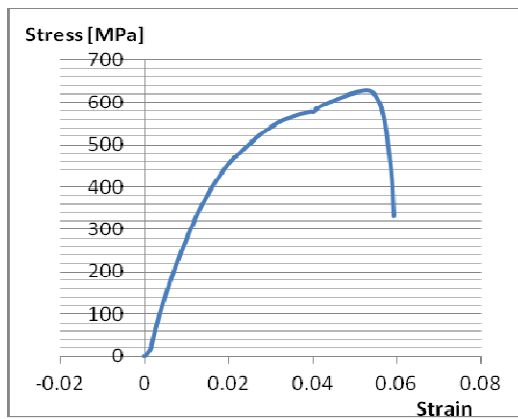


Fig. 7 - The characteristic curve for 30HGSA / Curba caracteristică pentru oțelul 30HGSA.

Finite element modelling

In order to perform finite element analysis for bending-impact test a model was created using Trilinear Hexahedral type three-dimensional elements. In Figure 8 is shown the mesh model, with the remark that this was done on half only, due to geometrical symmetry and symmetrical load conditions. Analysis was conducted on the elastic plastic direction with kinematic hardening model. The elastic plastic with kinematic hardening model, was formulated by Krieg and Key and is implemented in the most powerful software for nonlinear structural dynamic analysis. For an elastic-plastic material, a combination between isotropic and kinematic hardening properties can be obtained by varying the parameter β between 0 and 1 [2, 5]. As a bilinear hardening plasticity model, this is characterized by the parameters σ_y (yield stress) and M_T (tangent modulus)

Modelarea cu elemente finite

În vederea efectuării analizei cu elemente finite pentru încercarea la încovoiere prin șoc, a fost creat modelul de lucru utilizând elemente tridimensionale de tip hexaedric trilinear. În figura 8 este prezentată discretizarea modelului, cu remarcă ca acesta a fost realizat pe jumătate datorită simetriei geometrice și a condițiilor de încărcare simetrice. Analiza a fost condusă pe direcția elastic plastic cu model de ecruisare. Acest tip de model, a fost formulat de Krieg și Key și este implementat în soft-urile cele mai puternice pentru analiză dinamică structurală neliniară. Pentru un material elasto-plastic, o combinație între proprietățile izotropice și cele de ecruisare, poate fi realizat prin varierea parametrului β între 0 și 1 [2, 5]. Ca model cu un comportament bilinear, se poate caracteriza prin parametri σ_y (limita de curgere) și M_T (modul de elasticitate transversală)

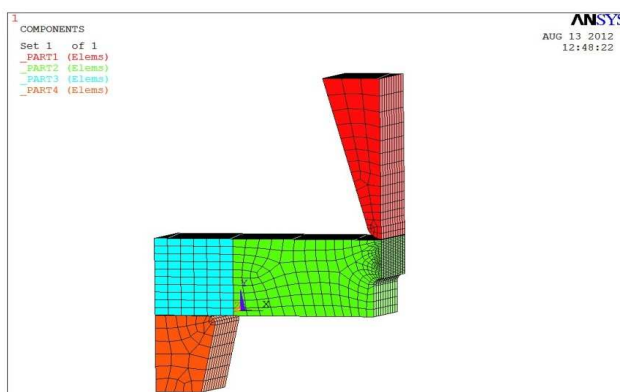


Fig. 8 - Finite element model used for analysis / Modelul cu elemente finite utilizat pentru analiză.

In addition to information obtained by elements equipping the stand (strain, pressure and sound pressure) after validation of the finite element model, it is possible to obtain data about the main directions of buckling load and the isostatic stress lines [1]. It also shows the total energy accumulated during the test in the specimen. Figure 9 presents the state of stress after the first main load direction, when the pendulum block releases the very maximum kinetic energy in contact with the specimen, and Figure 10 is shown the image of this moment obtained from the video recording.

Pe lângă informațiile obținute prin elementele din dotarea standului (deformație, tensiune și presiune acustică), după validarea modelului cu elemente finite se obțin date despre direcțiile principale de solicitare și despre liniile de tensiune izostatice [1]. De asemenea, se evidențiază energia totală acumulată în epruvetă pe parcursul încercării. În figura 9 este prezentată starea de tensiune după prima direcție principală de solicitare, la momentul în care ciocanul pendul eliberează maximul energiei cinetice în contact cu epruveta, iar în figura 10 se prezintă imaginea acestui moment obținută din înregistrarea video.

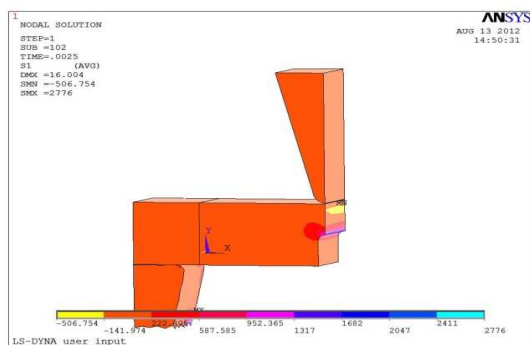


Fig. 9 – Characteristic Stress curve for steel30HGSA-T / Curba caracteristică pentru oțelul 30HGSA-T



Fig. 10 - The moment of maximal energy release / Momentul de eliberare al energiei maxime

Finite element model was validated based on experimental results. Thus, the force on impact was compared to that indicated by the load cell mounted on the pendulum block, deformation values were compared with those offered by the videos, and the total energy with the value obtained analytically. The model was refined to a deviation of no more than 5%.

Modelul cu elemente finite a fost validat pe baza rezultatelor obținute experimental. Astfel, valoarea forței în momentul impactului a fost comparată cu cea indicată de traductorul de forță montat pe ciocanul pendul, valorile deformațiilor au fost comparate cu cele oferite de înregistrările video, iar energia totală cu valoarea obținută pe cale analitică. Modelul a fost perfecționat până la o abatere de maximum 5%.

The experimental results are treated by the two types of material commonly used in camshaft manufacturing, cam ripper sort, and in the aerospace industry.

Rezultatele experimentale sunt tratate după cele două tipuri de material utilizate frecvent în fabricarea arborilor cu came, a camelor ciururilor de sortare, dar și în industria aerospațială.

Overlapping of results

For specimens made of 30HGSA-T, the results obtained were concentrated in Figures 11 - 13. Thus, in Figure 11 is shown an overlay of force variation during the test with acoustic pressure, taking into account the "zero" moment of starting the test. In Figure 12, selecting a suitable time scale, the variation of total energy according to the evolution of force is shown. It is marked the crack initiation energy, also the total energy in accordance with the variation of load on the specimen.

Figure 13 shows the correlation between the load applied on the specimen and recorded sound pressure. These data are correlated with the time until the beginning of dynamic flow (t_{Gv}), time until the crack initiation (t_M) and time until failure (t_f).

The same representation was used for the experimental results obtained by using the specimens made of 30HGSA steel. In Figure 14 is shown the overlapping of force variation of the sound pressure during the test, in Figure 15 the variation of the total energy in accordance to the evolution of the force, where is marked also the crack initiation energy, the total energy in accordance with the change of load to the notched specimen.

Suprapunerea rezultatelor

Pentru epruvetele realizate din 30HGSA-T, rezultatele experimentale au fost concentrate în figurile 11 - 13. Astfel, în figura 11 este prezentată o suprapunere a variației forței în timpul încercării cu presiunea acustică, ținându-se cont de momentul „zero” al începerii testului. În figura 12, alegându-se o scală a timpului convenabilă, este prezentată variația energiei totale în concordanță cu evoluția forței. Este marcată energia de inițiere a fisurii, precum și energia totală, în concordanță cu variația forței pe epruvetă.

Figura 13 prezintă corelarea între forța de solicitare a epruvetei și presiunea sonoră înregistrată. Aceste date sunt corelate cu timpul până la începutul curgerii dinamice (t_{Gv}), timpul până la inițierea fisurii (t_M) și timpul până la rupere (t_f).

Aceeași reprezentare a fost utilizată și pentru rezultatele experimentale obținute la utilizarea epruvetelor realizate din oțelul 30HGSA. În figura 14 este prezentată suprapunerea variației forței în timpul încercării cu presiunea acustică, în figura 15 variația energiei totale în concordanță cu evoluția forței, fiind marcată energia de inițiere a fisurii, energia totală, în concordanță cu variația forței pe epruvetă.

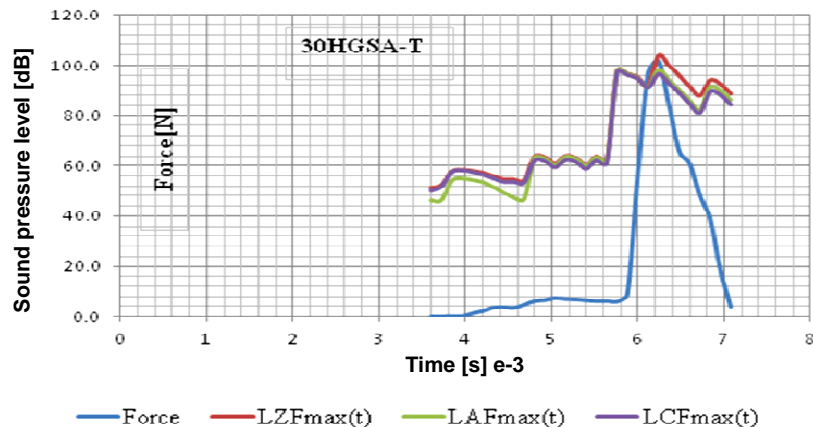


Fig. 11 - Overlay of force variation with acoustic pressure for 30HGSA-T / Suprapunerea variației forță cu presiunea acustică pentru 30HGSA-T

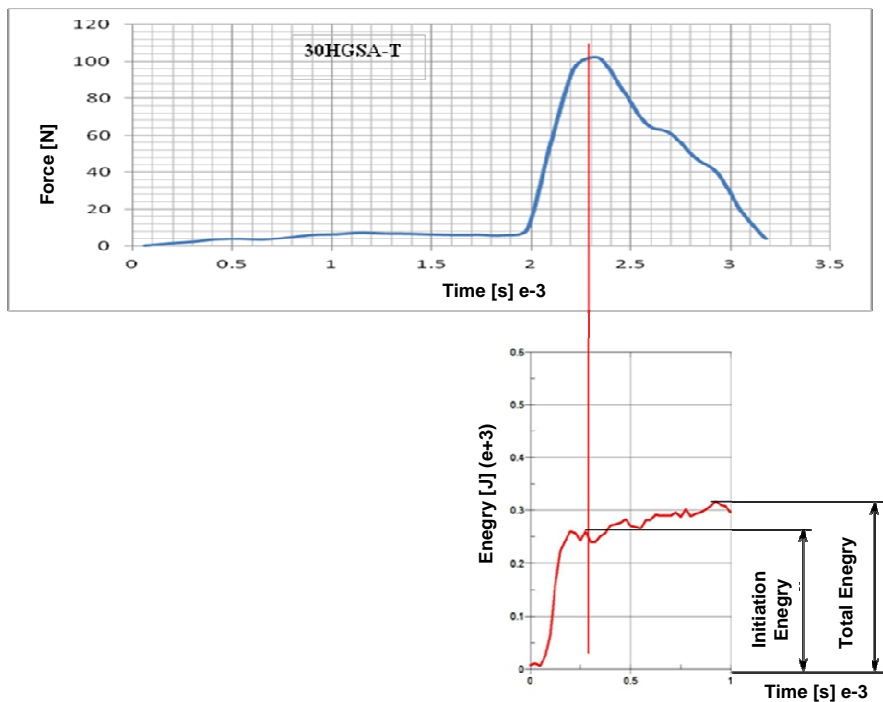


Fig. 12 - The variation of total energy according to the evolution of force for 30HGSA-T / Suprapunerea variației forță cu presiunea acustică pentru 30HGSA-T

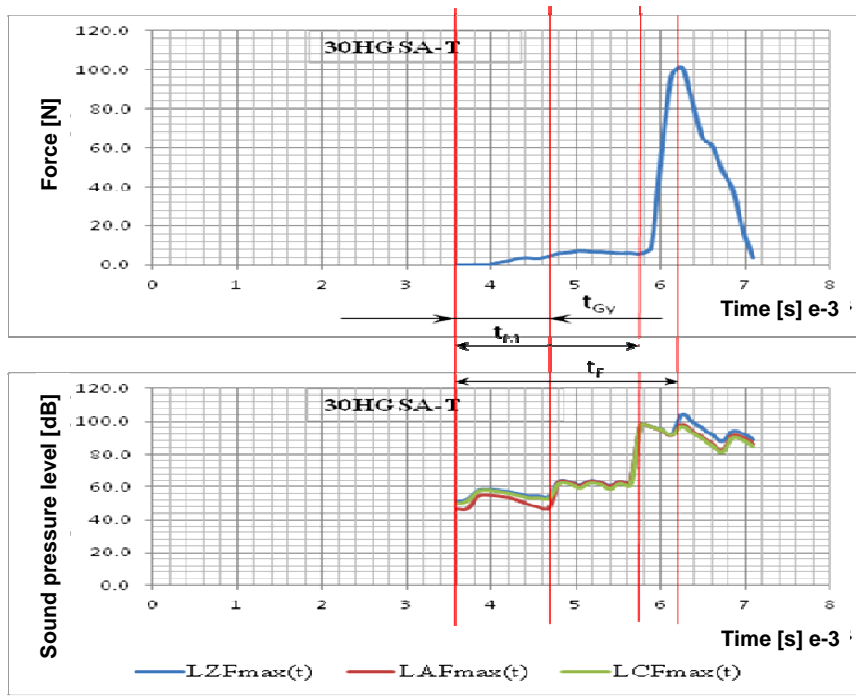


Fig. 13 - Correlation between the load and sound pressure for 30HGSA-T / Corelația între sarcină și presiunea sunetului pentru 30HGSA-T

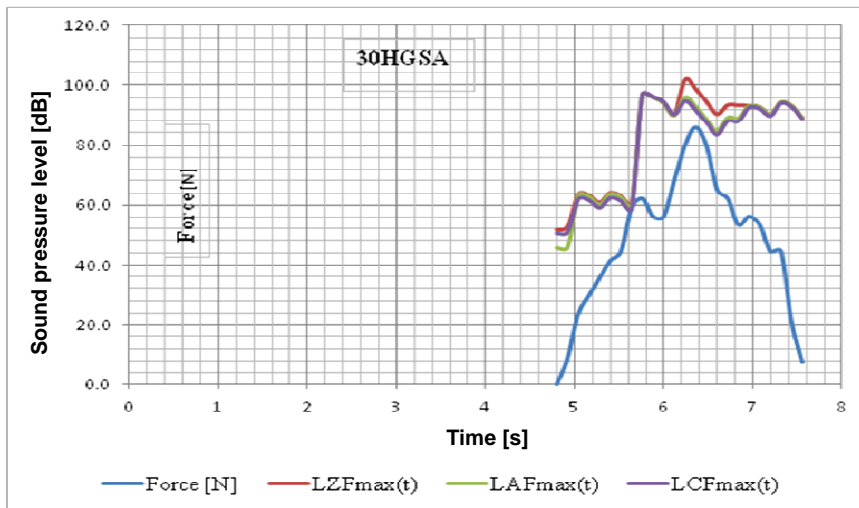


Fig. 14 - Overlay of force variation with acoustic pressure for 30HGSA / Suprapunerea variație forță cu presiunea acustică pentru 30HGSA

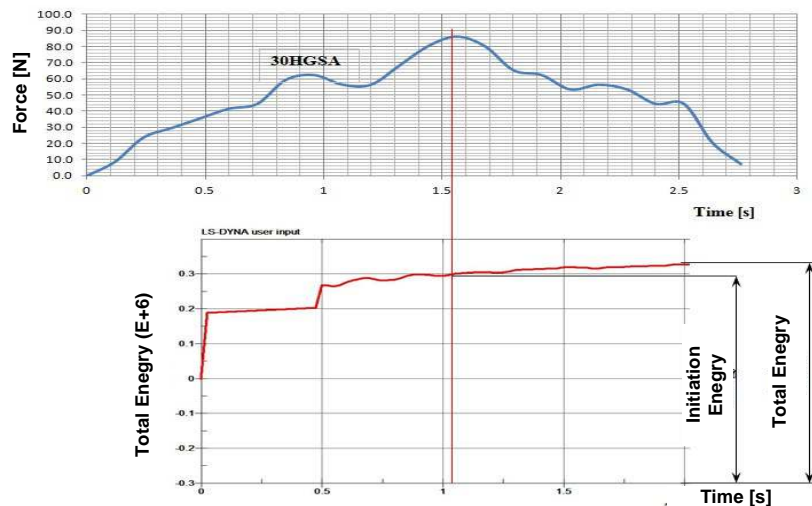


Fig. 15 - The variation of total energy according to the evolution of force for 30HGSA / Suprapunerea variație forță cu presiunea acustică pentru 30HGSA

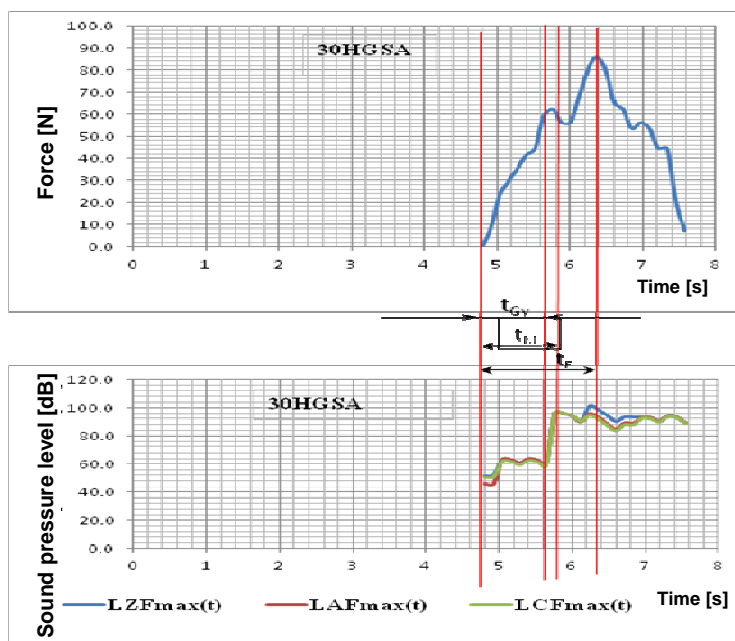


Fig. 16 - Correlation between the load and sound pressure for 30HGSA /
Corelația între sarcină și presiunea sunetului pentru 30HGSA

Figure 16 presents the correlation between the load applied upon the specimen, recorded sound pressure and the time until the beginning of dynamic flow (t_{Gy}), crack initiation (t_M) and time to failure (t_F).

CONCLUSIONS

Application of components in different parts during their operation, involves an amount of internal energy storage that can exceed the limits of elasticity during application. If the application is continuous or on long-term the energy stored locally exceed the yield strength of the material, which may lead to the initiation of cracks. During the operation time is very important to determine the level of energy accumulated in order to prevent crack initiation which leads to break a component, which through destruction could damage other interacting parts with which it interacts.

The method developed by the authors, demonstrates a correlation between the amount of stored energy in a part and sound pressure which can be recorded near the loaded part. Thus, for specimens made of the same material tested in two situations, with and without thermal hardening treatment, they found out that:

- different recorded values for bending force at resilience test;
- different values of the total energy stored in specimens;
- the values of the force and the energy stored in material respect the characteristic curve;
- acoustic pressure has the same value at the beginning of dynamic flow.

Determination of the energy reserve in the parts, depending on the characteristics of the sound at cam attack or other parts that are loaded by shock (knife planing, slotting, etc.), can be highlighted through the acoustic pressure monitoring. On reaching the control resolution of 60 dB, corresponding to a critical internal energy, the load is interrupted for the part/component at which this value corresponding to the dynamic flow was registered, thus avoiding massive damages in aggregates.

REFERENCES

[1]. Judele A., Zichil V. (2012) - *Assessing cracking risks at tubular junctions of the technological routes used in nuclear power plants*, in Environmental Engineering and Management Journal, Volume: 11, Issue: 12, pages: 2293-2303;

În figura 16 se prezintă corelarea între forța de solicitare a epruvetei, presiunea sonoră înregistrată și timpii până la începutul curgerii dinamice (t_{Gy}), inițierea fisurii (t_M) și timpul până la rupere (t_F).

CONCLUZII

Solicitarea componentelor diverselor subansamble în timpul funcționării lor, presupune înmagazinarea unei cantități de energie internă ce poate duce la depășirea limitelor de elasticitate pe durata solicitării. Dacă solicitarea este continuă sau de lungă durată, energia acumulată depășește local limita de curgere a materialului, ceea ce poate conduce la amorsarea fisurilor. În exploatare este foarte importantă determinarea nivelului de energie acumulată pentru a se putea preveni apariția fisurii ce ar conduce la ruperea unei componente care, prin distrugere, ar putea deteriora și alte subansamble cu care interacționează.

Metoda dezvoltată de autori, demonstrează existența unei corelații între valoarea energiei acumulate în piesă și presiunea sonoră ce poate fi înregistrată în apropierea piesei solicitate. Astfel, pentru epruvete realizate din același material, testat în două ipostaze, cu tratament termic de calire și fără acest tratament, s-au constatat următoarele:

- valoarea forței înregistrate la încovoierea prin șoc diferă;
- valoarea energiei totale înmagazinate în epruvetă diferă;
- valorile forței și energiei înmagazinate respectă curba caracteristică a materialului;
- presiunea acustică are aceeași valoare la începutul curgerii dinamice.

Determinarea rezervei de energie în piesă, funcție de caracteristicile sunetului la atacul camei sau a altor piese ce lucrează prin șoc (cuțit de rabotat, mortezat etc.) se poate evidenția prin monitorizarea presiunii acustice. La atingerea pragului de 60 dB, corespunzător unei energii interne critice, se întrerupe solicitarea pe componenta la care s-a înregistrat această valoare, corespunzătoare curgerii dinamice, evitându-se în acest fel deteriorări masive în agregate.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Judele A., Zichil V. (2012) - *Evaluarea riscurilor de crapare la jonctiunile tubulare ale sistemelor tehnologice folosite in centralele nucleare*, în Environmental Engineering and Management Journal, Volumul 11, nr. 12, pag. 2293-2303;

[2]. Năstăsescu V., Bunea M. (2007) - *A Numerical Analysis of the Loading Capacity of an Elbow*, in 6th WSEAS International Conference on SYSTEM SCIENCE and SIMULATION in ENGINEERING, Venice, Italy, pg. 259, November 21-23;

[3]. Radu Gh. (2002) - *Strength of materials and elements of the theory of elasticity*, vol. 1, ISBN 973 – 9474 – 36 - 5, Publishing House of "TRANSILVANIA" University of Braşov;

[4]. Radu Gh., Comănescu I. (2004) - *Special chapters of theory of elasticity and strength of materials*, ISBN 973 – 9458 – 36 – X, Publishing House LUX LIBRIS;

[5]. Zichil V., and others (2009) - *Considerations about a new method able to determine the breaking up energy at materials with variable texture*, in *Metalurgia International*, volume: 14 Issue: 6, pages: 15-20;

[6]. *** *Laboratorium Wilton-Fijenoord*, Sheet III, pag. 808;

[7]. http://jun100ng.blogspot.com/2009_05_01_archive.htm

[8]. http://www.team-bhp.com/forum/indian-car-loans-insurance/59824-swift-dzrie-vdirigh_tful-insurance-claim-denied-beware-royal-sundaram-cheaters-4.html;

[9]. [http://30KHGSA-T%20%20\(%2030XGCA%20\)%20%20Alloy%20structural%20steel.%20Marochnik.htm](http://30KHGSA-T%20%20(%2030XGCA%20)%20%20Alloy%20structural%20steel.%20Marochnik.htm);

[10]. [http://30KHGSA%20%20\(%2030XGCA%20\)%20%20Alloy%20structural%20steel.%20Marochnik.htm](http://30KHGSA%20%20(%2030XGCA%20)%20%20Alloy%20structural%20steel.%20Marochnik.htm);

[11]. http://www.soundbook.de/download/soundbook_6pag es.pdf;

[12]. ISO 1996-1 - *Characteristics and measurement of environmental noise: Basic quantities and procedures*;

[13]. ISO 1996-3 - *Characteristics and measurement of environmental noise: Application to noise limits*;

[14]. SR EN ISO 3746/AC - *Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure: Survey method incorporating the surrounding area measuring over a reflecting plane*;

[15]. SR EN ISO 3744 - *Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure: Technical method in conditions similar to a free field over a reflecting plane*;

[16]. SR EN ISO 3746 - *Determination of sound power levels of noise emitted by sources using sound pressure: Survey method using a measuring surrounding surface over a reflecting plane*.

[2]. Năstăsescu V., Bunea M. (2007) - *O analiza numerica a capacitatii de incarcare a unui cot*, in 6th WSEAS International Conference on SYSTEM SCIENCE and SIMULATION in ENGINEERING, Veneția, Italia, pag. 259, November 21-23;

[3]. Radu Gh. (2002) - *Rezistența materialelor și elemente de teoria elasticității*, vol. 1, ISBN 973 – 9474 – 36 - 5, Ed. Universității „TRANSILVANIA” din Braşov;

[4]. Radu Gh., Comănescu I. (2004) - *Capitole speciale din Teoria elasticității și rezistența materialelor*, ISBN 973 – 9458 – 36 – X, Ed. LUX LIBRIS;

[5]. Zichil V., și alții (2009) - *Considerații cu privire la o nouă metodă în măsură să determine energia de rupere de până la materiale cu textura variabila*, *Metalurgia International*, volumul: 14, nr. 6, pag. 15-20;

[6]. *** *Laboratorium Wilton-Fijenoord*, Sheet III, pag. 808;

[7]. http://jun100ng.blogspot.com/2009_05_01_archive.htm

[8]. http://www.team-bhp.com/forum/indian-car-loans-insurance/59824-swift-dzrie-vdirigh_tful-insurance-claim-denied-beware-royal-sundaram-cheaters-4.html;

[9]. [http://30KHGSA-T%20%20\(%2030XGCA%20\)%20%20Alloy%20structural%20steel.%20Marochnik.htm](http://30KHGSA-T%20%20(%2030XGCA%20)%20%20Alloy%20structural%20steel.%20Marochnik.htm);

[10]. [http://30KHGSA%20%20\(%2030XGCA%20\)%20%20Alloy%20structural%20steel.%20Marochnik.htm](http://30KHGSA%20%20(%2030XGCA%20)%20%20Alloy%20structural%20steel.%20Marochnik.htm);

[11]. http://www.soundbook.de/download/soundbook_6pag es.pdf;

[12]. SR ISO 1996-1 - *Caracteristici și măsurarea zgomotului din mediul înconjurător: mărimi și procedee de bază*;

[13]. SR ISO 1996-3 - *Caracteristici și măsurarea zgomotului din mediul înconjurător: Aplicații la limitele de zgomot*;

[14]. SR EN ISO 3746/AC – *Determinarea nivelului de putere acustică ale surselor de zgomot utilizând presiunea acustică: Metodă de control care utilizează o suprafață de măsurare înconjurătoare, deasupra unui plan reflectant*;

[15]. SR EN ISO 3744 - *Determinarea nivelului de putere acustică ale surselor de zgomot utilizând presiunea acustică: Metodă tehnică în condiții apropiate de cele ale unui câmp liber deasupra unui plan reflectant*;

[16]. SR EN ISO 3746 - *Determinarea nivelului de putere acustică emisă de sursele de zgomot utilizând presiunea acustică: Metodă de control care utilizează o suprafață de măsurare înconjurătoare, deasupra unui plan reflectant*.