



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII ȘI TINERETULUI  
Universitatea *Transilvania* din Braşov  
Facultatea de Inginerie Mecanică  
Programul de studii: Inginerie Mecatronică - master

# LUCRARE DE DISERTAȚIE

*Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru  
dispozitivele de ștanțare la rece*

Masterand:  
Ing. Mihaly KOVACS

Conducător științific:  
Prof. dr. ing. Simona LACHE

2010

**Rezumat**

Majoritatea elementelor componente ale dispozitivelor de ștanțare și matrițare la rece sunt supuse unui proces continuu de uzură și la solicitări dinamice de compresiune . În cazul ștanțelor de debavurat cuțitele de tăiere sunt componentele cel mai mult supuse la uzură . Fiind vorba despre un proces simplu din punct de vedere fizic, procesul de debavurare este relativ simplu de modelat într-un mediu virtual. În primele faze ale proiectării este esențială realizarea unei analize de durabilitate a cuțitelor de tăiere, în vederea optimizării designului acestora, pentru o funcționare performantă.

În lucrare este prezentată o metodă relativ simplă pentru determinarea vieții la oboseală a cuțitelor de tăiere. Modelul CAD al unui cuțit de tăiere este analizat aplicând metoda elementelor finite, folosind pachetul comercial ANSYS Workbench 12.0, pentru determinarea deformațiilor maxime și a tensiunilor maxime ce apar în timpul încărcării cuțitului cu o forță  $F$ . Rezultatele obținute sunt apoi folosite pentru determinarea durabilității cuțitului de tăiere. Pe baza rezultatelor se deduce numărul de cicluri de funcționare și cantitatea de material ce trebuie înlăturată pentru reascuțirea cuțitului.

**Abstract**

Most components of cold forming dies are subject to continuous wear and dynamic compression. In the case of the cutting dies, the components that most subject to wear are the cutting tools. Since this is a simple process from a physical point of view, the cutting process is relatively simple to model in a virtual environment. In the early design stages it is essential a durability analysis of the cutting tools to optimize their design for efficient operation.

The paper presents a relatively simple method for determining the fatigue life of the cutting tools. CAD model of a cutting tool is analyzed with finite element method using the commercial package of ANSYS Workbench 12.0, to determine the maximum deformation and maximum stress occurring during an applied load of a force  $F$ . The results are then used to determine the durability of the cutting tool. The analysis gives the end number of cycles and the amount of material that needs to be removed while resharpening the cutting tool.

**Cuprins**

Rezumat .....	2
Abstract .....	3
Cuprins.....	4
1. Introducere.....	5
1.1 Scopul lucrării .....	5
1.2 Obiectivele lucrării: .....	5
2. Noțiuni generale privind ștanțarea și matrițarea la rece .....	6
2.1 Generalități .....	6
2.2 Clasificarea operațiilor de ștanțare și matrițare la rece .....	9
2.3 Clasificarea dispozitivelor de presare la rece .....	11
3. Ștanța de debavurat.....	13
3.1 Procesul de proiectare .....	13
3.2 Ștanța de debavurat .....	15
3.3 Semifabricatul .....	17
3.4 Modelul CAD a unei ștanței de debavurat .....	20
3.5 Tipuri de cuțite folosite la ștanțele de debavurat.....	23
3.6 Tăierea cu foarfece cu cuțite paralele.....	26
4. Modelul CAD a unui cuțit de tăiere .....	29
5. Analiza cu elemente finite a unui cuțit de tăiere .....	31
5.1 Faza de pre-procesare.....	32
5.1.1 Definirea materialului cuțitului de tăiere .....	32
5.1.2 Modelul cu elemente finite al cuțitului de tăiere.....	33
5.1.3 Condițiile la limită aplicate pe cuțitul de tăiere.....	36
5.1.4 Aplicarea încărcărilor pe cuțitul de tăiere .....	38
5.2 Procesare .....	39
5.3 Post-procesare .....	41
6. Analiza durabilității a unui cuțit de tăiere .....	43
6.1 Elemente generale .....	43
6.2 Procesul de simulare.....	46
6.3 Tipuri de analize de durabilitate.....	47
6.4 Analiza de durabilitate a cuțitului de tăiere.....	47
7. Concluzii.....	52
8. Bibliografie.....	53

## 1. Introducere

Procedeul de prelucrare mecanică prin presare la rece dobândește, pe zi ce trece, o tot mai largă aplicabilitate, ca urmare a avantajelor pe care le prezintă: productivitate ridicată, precizie mare a pieselor și cost scăzut. Așadar, stadiul de dezvoltare a presării la rece, extinderea acestui procedeu de prelucrare mecanică în toate ramurile industriei constructoare de mașini, reprezintă un indiciu al progresului tehnic ce caracterizează epoca noastră. Dar aici încă nu se oprește evoluția industriei presării la rece. Economia și nevoile populației sunt în continuă creștere, iar aceste două tendințe determină dezvoltarea domeniului presării la rece. Pentru îmbunătățirea industriei presării la rece se introduc zi de zi noi metode de optimizarea:

- procesului de presare
- procesului de proiectare
- procesului de fabricarea sculelor, etc.

Pentru optimizarea procesului de proiectare, la ora actuală se utilizează pe scară largă instrumentele asistate de calculator (CAD/CAE), ce contribuie la scurtarea ciclului de proiectare a produselor.

### 1.1 Scopul lucrării

Scopul acestei lucrări de disertație îl constituie optimizarea formei și dimensiunii cuțitelor de tăiere pentru ștanțele de debavurat. În acest sens se utilizează metodele asistate de calculator pentru modelarea, analiza și simularea comportării cuțitului de debavurat (CAD/CAE), respectiv pentru analiza durabilității.

### 1.2 Obiectivele lucrării:

Pentru realizarea scopului lucrării, formulat mai sus, s-au stabilit următoarele obiective:

- a) Studiul principiilor stanțării la rece
- b) Realizarea modelului CAD al unei ștanței de debavurat
- c) Studiul cuțitelor folosite la o ștanță de debavurat
- d) Modelarea CAD a unui cuțit de tăiere
- e) Analiza cu elemente finite a cuțitului de tăiere
- f) Analiza durabilității a cuțitului de tăiere

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

## 2. Noțiuni generale privind ștanțarea și matrițarea la rece

### 2.1 Generalități

Ștanțarea și matrițarea la rece [6] cuprind operații de prelucrare mecanică a pieselor prin presiune, fără așchii. Pe scurt, operațiile de ștanțare și matrițare la rece se denumesc operații de presare la rece.

Presarea la rece este un procedeu de prelucrare mecanică modern în continuă dezvoltare. În majoritatea cazurilor, operațiile de presare la rece se execută cu ajutorul dispozitivelor speciale acționate de prese. Forma și dimensiunile pieselor obținute corespund, suficient de exact, cu forma și dimensiunile elementelor active (poansonului și plăcii active) ale dispozitivului de presare respectiv.

Presarea la rece prezintă o serie de avantaje tehnico-economice, față de procedeele clasice de prelucrare a metalelor (turnare, forjare și așchiere). Prin presare la rece, se pot obține piese de formă complexă a căror confecționare prin alte procedee de prelucrare este foarte dificilă, ineficientă sau chiar imposibilă. Piesele obținute au o precizie dimensională ridicată astfel încât interschimbabilitatea acestora, la asamblare, nu constituie o problemă. În majoritatea cazurilor, aceste piese nu mai necesită alte prelucrări mecanice. Ca urmare a consumului specific redus de material (până la 70...75%, față de piesele similare obținute prin alte procedee de prelucrare mecanică), piesele sînt foarte ușoare. În același timp, rigiditatea pieselor este mare, datorită formei lor stabilite la proiectare.

Productivitatea utilajelor de presare este ridicată, iar deservirea acestora este simplă, necesitând muncitori cu calificare inferioară. În consecință, manopera aferentă prelucrării pieselor prin presare la rece este scăzută. Timpul pe operație, la piesele mari, este de ordinul secundelor, iar la piesele mici, de ordinul fracțiunilor de secundă. Pentru ca prelucrarea pieselor prin presare la rece să decurgă în bune condiții, este necesar să se acorde o mare atenție soluționării problemelor tehnice complexe referitoare la pregătirea fabricației. În acest scop, se va urmări ca piesele proiectate să aibă o formă rațională și tehnologică, pentru a se putea realiza în condiții cât mai economice. Materialul prevăzut pentru executarea unor piese date trebuie să aibă proprietăți tehnologice și mecanice corespunzătoare realizării procesului de deformare și a asigurării durabilității necesare pieselor obținute. Procesul tehnologic de prelucrare mecanică

prin presare la rece trebuie să fie elaborat corect din punct de vedere tehnic și judicios din punct de vedere economic. Dispozitivele de presare trebuie să fie proiectate corect, iar execuția lor să se facă îngrijit. Se va alege presa corespunzătoare ca tip, iar puterea acesteia trebuie să se folosească rațional. Locurile de muncă trebuie bine organizate, în deplină concordanță cu specificul produselor și cu volumul de producție dat.

Elaborarea proceselor tehnologice de prelucrare mecanică prin presare la rece a pieselor și proiectarea dispozitivelor speciale aferente sunt strâns legate între ele, deși pot fi executate de persoane diferite. De aceea, tehnologul trebuie să cunoască bine construcția stanțelor și matrițelor, iar constructorul trebuie să aibă temeinice cunoștințe tehnologice referitoare la presarea la rece.

Presarea la rece este specifică producției de serie mare și de masă. Numai un asemenea volum de producție justifică, din punct de vedere economic, utilizarea dispozitivelor speciale de presare. De obicei, piesele obținute prin presare la rece, în special obiectele de larg consum, se fabrică în zeci și chiar sute de milioane de bucăți anual.

Fiind un domeniu eficient al industriei constructoare de mașini, presarea la rece se dezvoltă continuu. Pentru aceasta sunt necesare următoarele preocupări permanente:

- a) îmbunătățirea proceselor tehnologice existente;
- b) aplicarea presării la rece și la prelucrarea pieselor în serie mică prin utilizarea dispozitivelor simple și universale;
- c) reducerea consumului specific de material prin aplicarea unei croiri raționale, a utilizării deșeurilor și a măririi preciziei de calcul la stabilirea dimensiunilor semifabricatelor;
- d) mărirea preciziei dimensionale a pieselor obținute prin presare la rece;
- e) mărirea durabilității dispozitivelor de presare la rece;
- f) mărirea capacității de fabricație prin mecanizarea și automatizarea utilajelor;
- g) utilizarea pe scară largă a procedurilor de presare la anumite operații de asamblare.

Domeniul de aplicare a prelucrării mecanice prin presare la rece s-a extins și la piesele cu gabarit mare. Sa execută piese din material feros din ce în ce mai gros, se decupează piese din tablă cu grosimea până la 20...25 mm, se fac perforări în materiale cu grosimea până la 30...35

mm, ambușișări din semifabricate cu grosimea până la 35...40 mm și se prelucreează piese prin îndoire din semifabricate cu grosimea până la 90...100 mm.

Construcția rachetelor de diferite tipuri, problemă deosebit de importantă, necesită piese ale căror dimensiuni de găbărit depășesc chiar și 10 m, iar materialul acestora este foarte dur. Din aceste cauze, utilajul clasic de presare nu poate fi folosit, pentru prelucrarea unor asemenea piese. In consecință, a devenit necesară realizarea unor instalații, speciale de presare ce dispun de energii și viteze mari, dezvoltate de obicei, prin detonația explozivilor brizanți.

Datorită proprietăților mecanice superioare ale materialului semifabricatelor folosite și a aplicării metodelor de îmbunătățire a rigidității prin nervurare, bordurare etc., piesele obținute prin presare la rece au o mare rezistență și sunt foarte rigide. Prin urmare, micșorarea greutateii, în paralel cu mărirea rigidității și a rezistenței pieselor obținute din tablă, prin presare la rece, în comparație cu piesele turnate, forjate sau prelucrate prin așchiere, reprezintă un indice constructiv progresiv de bază, care justifică, cu prisosință, aplicarea și extinderea procedeeilor de prelucrare mecanică prin presare la rece.

Factorul tehnologic progresiv de bază, care trebuie urmărit în dezvoltarea continuă a presării la rece constă în obținerea unor piese complet finite care să nu necesite prelucrări mecanice ulterioare.

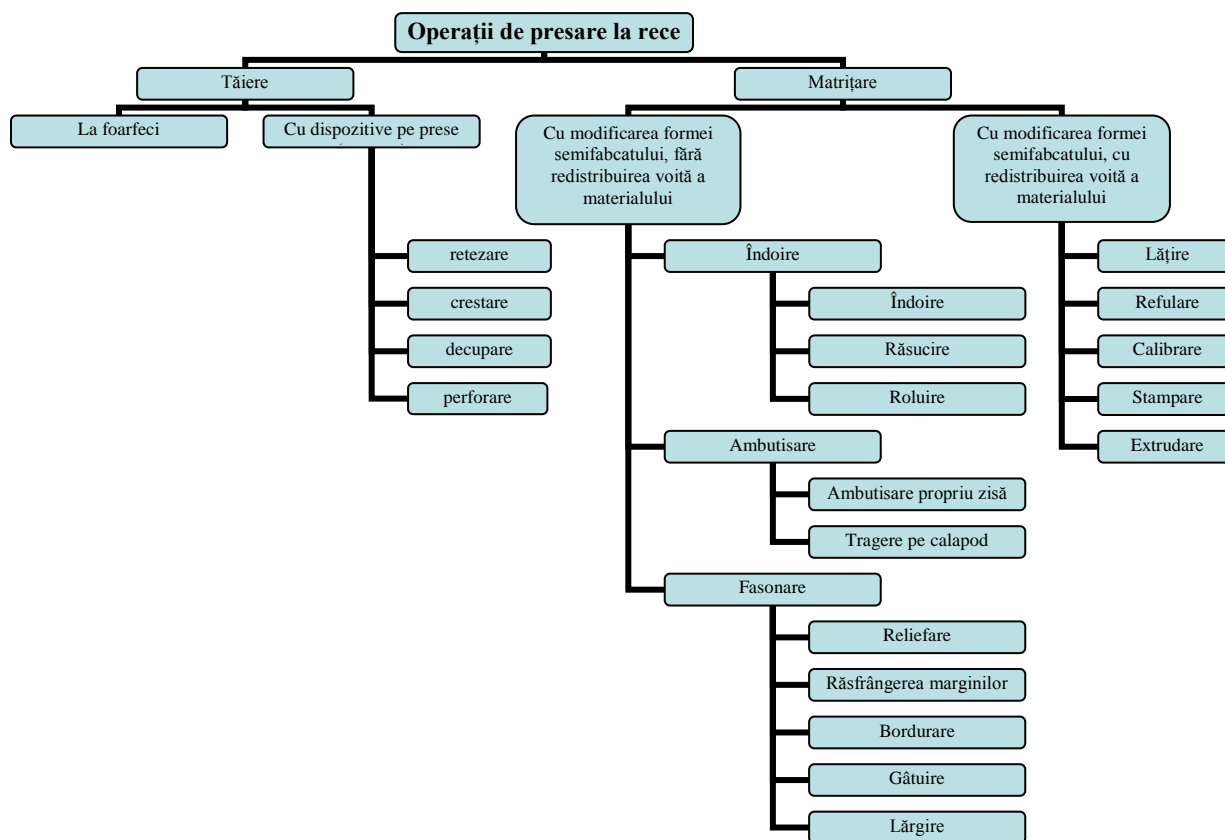
Datorită productivității tehnologice mari a preselor și a volumului de muncă relativ scăzut la operațiile de presare, caracteristicile și mărirea seriei sunt, întrucâtva, deosebite de cele ale prelucrării pieselor prin așchiere. Valorile cantitative ale seriilor la presarea la rece se deosebesc de seriile existente la prelucrarea mecanică prin așchiere, deoarece la presare există condiții cu totul deosebite pentru organizarea producției. Aceste valori depind de dimensiunile și de complexitatea pieselor de prelucrat prin presare, întrucât caracterul, dimensiunile și greutatea diferită a semifabricatelor impun un mod diferit de alimentare și deservire a preselor precum și timpi diferiți pentru schimbarea dispozitivului de presare.



## 2.2 Clasificarea operațiilor de ștanțare și matrițare la rece

Ștanțarea și matrițarea la rece [6],[7] cuprind un număr mare de operații diverse a căror clasificare, după caracterul general al deformațiilor, este dată în schema ce urmează (**Figura 1**).

Ștanțarea cuprinde mai multe tipuri de operații caracterizate prin separarea, parțială sau totală, a unei părți a semifabricatului de cealaltă, prin forfecare. Operațiile de ștanțare sunt de fapt operații de tăiere care se execută cu ajutorul dispozitivelor, pe prese.



**Figura 1,** Operații de presare la rece

Când operațiile de prelucrare mecanică prin forfecare se execută la foarfece, fără dispozitiv, elementele active fiind fixate direct de berbecul și suportul fix al mașinii, acestea se numesc numai operații de tăiere. Operații de acest fel se întâlnesc, de obicei, în secțiile de pregătire a semifabricatelor și sunt cunoscute, în practică, sub denumirea de operații de debitare.

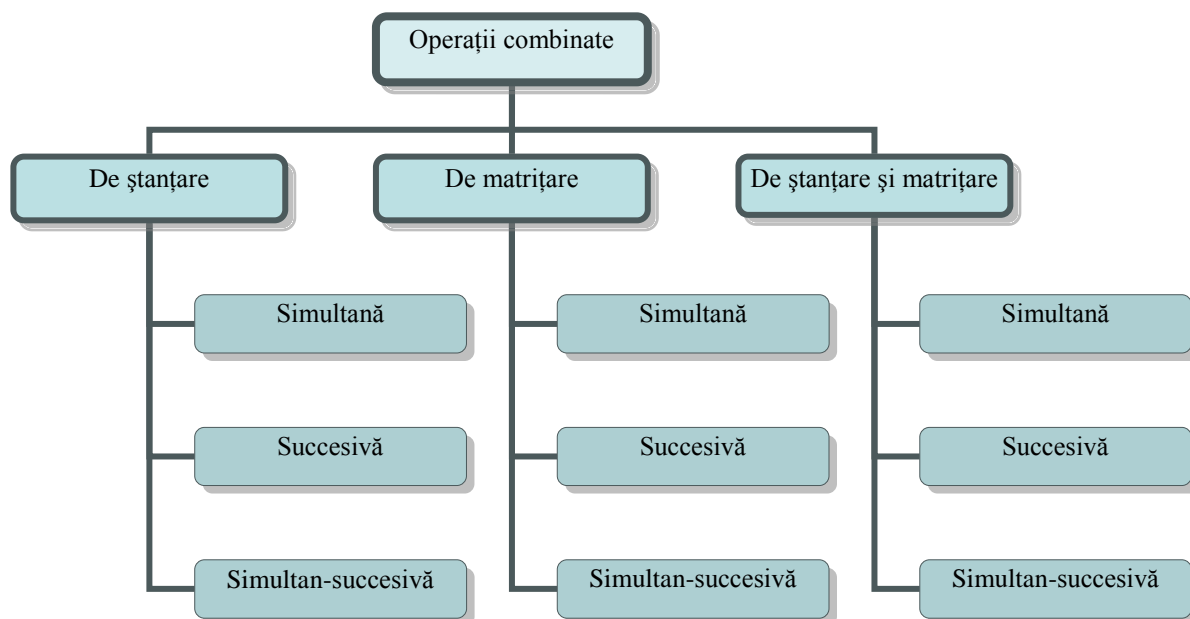
Matrițarea se caracterizează prin aceea că operațiile se execută numai prin deformare plastică fără să aibă loc o divizare a semifabricatului, ci numai modificarea formei și dimensiunilor acestuia.

## LUCRARE DE DISERTAȚIE

Matrițarea cuprinde două categorii de operații: operații prin care se modifică voit numai forma semifabricatului, grosimea rămânând teoretic aceeași (operații specifice prelucrării pieselor din tablă) și operații prin care se modifică atât forma cât și grosimea semifabricatului, materialul redistribuindu-se voit (operații specifice prelucrării pieselor din semifabricate confecționate din diverse lamine profilate sau din tablă)

Prelucrarea mecanică prin presare la rece a pieselor se poate face prin operații simple de ștanțare sau de matrițare (**Figura 2**), sau prin operații combinate. Stabilirea procedului de prelucrare ce trebuie aplicat se face în funcție de volumul de producție dat și de precizia de prelucrare a pieselor astfel încât să fie posibilă obținerea calitativă și economică a acestora. De aceea, în practică, operațiile combinate de presare la rece sunt foarte frecvente.

După caracteristicile tehnologice, operațiile combinate de presare la rece pot fi de ștanțare, de matrițare și de ștanțare și matrițare, iar după modul de asociere, fiecare dintre acestea poate fi simultană, succesivă și simultan-succesivă, așa cum rezultă din următoarea schemă:

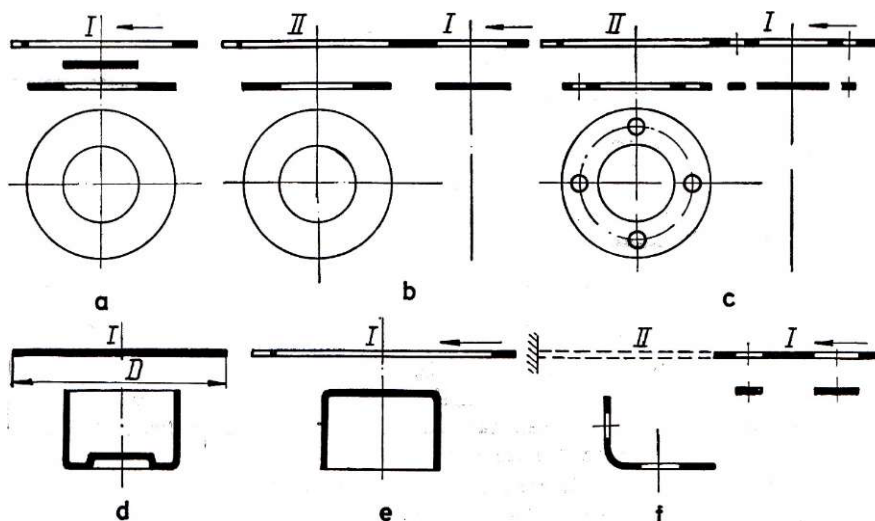


**Figura 2,** Operații de presare combinate

Operația combinată simultană se caracterizează prin aceea că piesa respectivă se obține dintr-o singură cursă activă a berbecului preseii. La operația de presare combinată succesivă se execută succesiv diverse prelucrări simple cu câte o sculă din cele prevăzute dispozitivului; semifabricatul se deplasează, prin dispozitiv, de la un post de lucru la altul, iar piesa se obține după două sau mai multe curse active ale berbecului preseii.

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

Operația de presare combinată simultan-succesivă rezultă prin asocierea celor două operații (simultană și succesivă). Aceasta este asemănătoare cu operația succesivă cu deosebirea că la cel puțin unul din posturile de lucru ale dispozitivului trebuie să existe o presare simultană.



**Figura 3**, a-decupare perforare, b-perforare și decupare, c-perforare și decupare, d-ambutisâre-reliefare, e-decupare-ambutisare, f-perforare și retezare-îndoire

Dintre operațiile combinate de presare, mai frecvent întâlnite în practică sunt operațiile combinate simultane de ștanțare (**Figura 3**, a- decupare perforare), operațiile combinate succesive de ștanțare (**Figura 3**, b- perforare și decupare) operațiile combinate simultan-succesive de ștanțare (**Figura 3**, c- perforare și decupare), operațiile combinate simultane de ștanțare și matrițare (**Figura 3**, e-decupare-ambutisare) și operațiile combinate simultan-succesive de ștanțare și matrițare (**Figura 3**, f-perforare și retezare-îndoire). Operațiile combinate succesive de ștanțare și matrițare se execută pe prese automate multipoziționale, sau pe prese simple, folosind dispozitive combinate. Operațiile combinate de matrițare se întâlnesc foarte rar în practică și, de obicei, sunt numai simultane (**Figura 3**, d-ambutisâre-reliefare).

### 2.3 Clasificarea dispozitivelor de presare la rece

Dispozitivele de prelucrare mecanică [6],[7] prin presare la rece se aseamănă, principial, cu cele de prelucrare prin presare la cald, însă acestea sunt mai complicate; în afară de poanson și placă activă, dispozitivele de presare la rece conțin un număr relativ mare de elemente dintre care unele participă nemijlocit la realizarea procesului de deformare plastică. Pe de altă parte,

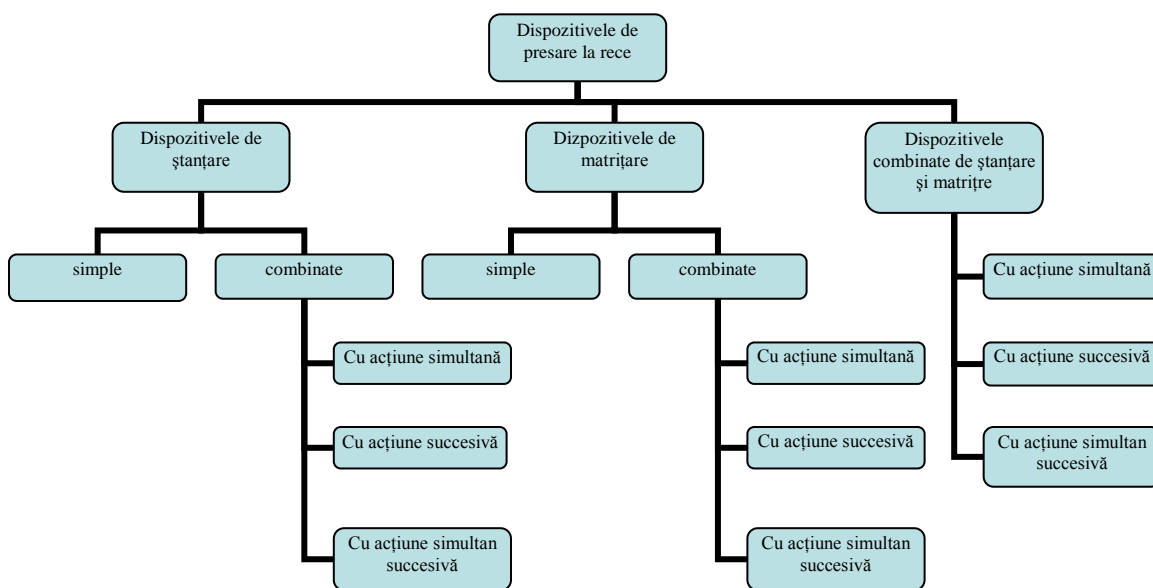
Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

## LUCRARE DE DISERTAȚIE

operațiile de presare la rece sunt mai numeroase și diverse, din punct de vedere al complexității procesului de deformare a materialului semifabricatului, comparativ cu operațiile de presare la cald. De aceea, denumirea și clasificarea dispozitivelor de prelucrare mecanică prin presare la rece necesită o mai atare diversificare, față de dispozitivele de prelucrare la cald.

Denumirea dispozitivelor de presare la rece utilizată în prezent în uzinele constructoare de mașini din țara noastră, cât și în uzinele din majoritatea țărilor industriale avansate, nu în toate, cazurile corespunde rolului funcțional al acestora. De asemenea, neconcordanța dintre denumirea dispozitivelor de presare la rece și rolul lor funcțional se reliezează în egală măsură și în unele standarde de stat în vigoare. Neconcordanța mai evidentă există în cazul dispozitivelor de matrițare la rece când și acestora li se spune stanțe.

Atribuind dispozitivelor de presare la rece o denumire în deplină concordanță caracterul deformațiilor specifice operației ce o realizează, clasificarea acestora se prezintă conform schemei următoare:



**Figura 4,** Dizpozitivele de presare la rece

Dispozitivele de ștanțare (**Figura 4**) cărora li se spune, pe scurt, stanțe, se folosesc în exclusivitate, pentru executarea diverselor operații de ștanțare; ștanța simplă este destinată executării unei singure operații de ștanțare cum ar fi: decuparea, perforarea, retezarea, crestarea etc. Cu ajutorul unei ștanțe combinate se execută simultan, succesiv sau simultan-succesiv o operație combinată de acest gen după cum urmează: decupare și perforare la același post de

lucru; perforare la primul post de lucru și apoi decupare la următorul post de lucru; decupare și perforare la primul post de lucru și apoi retezare la următorul post de lucru.

Dispozitivele de matrițare (**Figura 4**), pe scurt, matrițele, se folosesc pentru executarea unor operații simple sau combinate de matrițare; matrițele simple se folosesc pentru executarea unor operații simple, iar matrițele combinate se folosesc pentru executarea unor operații combinate simultane, succesive sau simultan-succesive.

Dispozitivele combinate de ștanțare și matrițare la rece (**Figura 4**) servesc pentru executarea unor operații combinate de ștanțare și matrițare. Acestea pot fi: cu acțiune simultană, de exemplu, pentru decupare și ambutisare; cu acțiune succesivă, de exemplu, decupare și apoi ambutisare; cu acțiune simultan-succesivă, de exemplu, perforare și apoi retezare și îndoire. Dată fiind natura diferită a deformațiilor la operațiile de ștanțare și matrițare ce se combină, dispozitivele aferente nu se vor denumi niciodată stanțe sau matrițe, ci numai dispozitive combinate de ștanțare și matrițare.

Elementele principale ale unui dispozitiv de presare la rece sunt sculele, adică poansonul și placa activă. În scopul punerii în evidență a tipului dispozitivului respectiv din care fac parte, aceste scule se vor denumi, mai sugestiv, în funcție de natura operației ce o execută, de exemplu: poanson de decupare, poanson de perforare, poanson de îndoire, poanson de ambutisare etc. și, respectiv, placă de decupare, de perforare, de îndoire, de ambutisare etc.

În concluzie, ansamblurile auxiliare utilizate pentru realizarea operațiilor de ștanțare sau matrițare, simple sau combinate, se numesc dispozitive de presare la rece.

### **3. Ștanța de debavurat**

#### **3.1 Procesul de proiectare**

Procesul de **proiectare** este un proces în general iterativ, ce constă în mai multe faze. Unele din aceste faze pot fi mai accentuate sau diminuate în funcție de tipul de proiect, și anume:

- analiza de nevoi: de exemplu - deficiențe la produsele deja proiectate sau necesitatea dezvoltării unui nou produs; activitatea este efectuată de un inginer;
- definirea problemei: este cuprinsă într-o specificație a produsului ce trebuie proiectat; specificația include caracteristicile fizice și funcționale, cost, cantitate și performanțele de funcționare.

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

LUCRARE DE DISERTAȚIE

---

- Analiza și sinteza: sunt relativ legate și cuprinse într-un proces iterativ. O anumită componentă sau un anumit subsistem al unui sistem cuprinzător este conceptualizată de proiectant, supusă analizei, îmbunătățită prin procedura de analiză și reproiectată. Acest proces este repetat până ce proiectul a fost optimizat în **cadrul** constrângerilor impuse de proiectant. Componentele și subsistemele sunt sintetizate în **cadrul** sistemului global într-un mod similar.
- Evaluarea: este considerată prin determinarea gradului de satisfacere a condițiilor impuse în **cadrul** specificațiilor stabilite în faza de definire a problemei. Etapa necesită deseori fabricarea și testarea unui model prototip pentru a se obține date privind performanțele, calitatea, rentabilitatea sau privind alte criterii.
- Prezentarea: este faza finală a proiectului și include documentația necesară în vederea realizării produsului - desene de execuție, specificații de materiale, liste de piese etc.

Procesul de **proiectare** asistat de calculator are, în principiu, aceleași etape ca și proiectarea tradițională, dar acestea pot fi redefinite astfel:

- a. analiza de nevoi;
- b. definirea problemei;
- c. generarea modelului;
- d. analiza;
- e. revizuirea proiectului și reevaluarea acestuia;
- f. elaborarea automată a documentației de execuție.

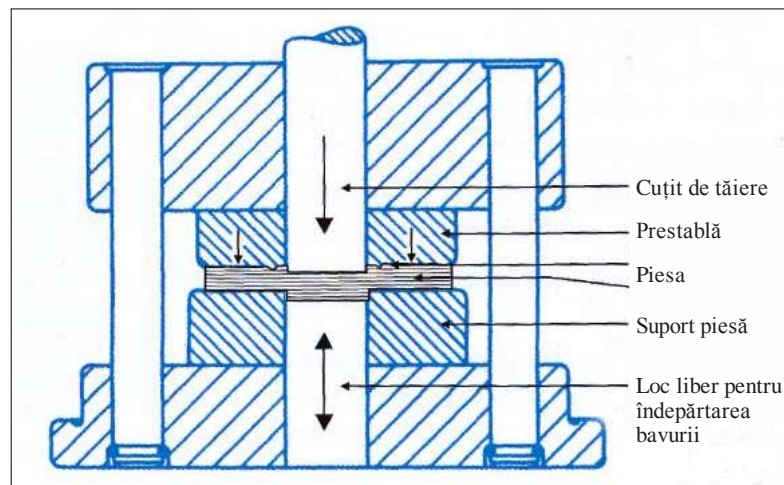
Optimizarea procesului de proiectare nu reprezintă un proces facil, fiecare proiect diferă în funcție de produs. Modelarea CAD a produsului și a sculei care prelucrează aceasta, a ajutat foarte mult ingineriilor prin scurtarea timpului de proiectare, crescând așa productibilitatea, și prin creștea precizie a proiectelor finale. Cercetarea, inovarea și concepția; aceste etape informatizate au generat domeniul Computed Aided Engineering- CAE și care se referă nu numai la simularea asistată de calculator a sistemelor continui sau discrete (caracterizate de sisteme de ecuații diferențiale ordinare sau cu diferențe finite) ci și la modelarea corpurilor și câmpurilor (prin tehnici de tip finite element method/finite element analysis sau altele similare) utilizate în rezolvarea ecuațiilor cu derivate parțiale, întâlnite în mecanică, rezistență, mecanica fluidelor termotehnica etc.

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

Proiectarea și dezvoltarea de produse și tehnologii, bazată în principal pe CAD. Realizarea de prototipuri și produse de serie, care prin informatizare au generat domeniul Computer Aided Manufacturing- CAM. În urma unui proces de standardizare (drawing exchange and interoperability) atât sistemele complexe cât și părțile lor, componente relativ simple tind să fie descrise într-un limbaj informatic unic, ceea ce determina tendința că cele trei abordări CAE/CAD/CAM să se integreze în una unica numita Computer Integrated Manufacturing- CIM.

### 3.2 Ștanța de debavurat

Ștanța de debavurat, reprezintă un dispozitiv de ștanțare la rece care realizează debavurarea semifabricatului turnat. În **Figura 5** este descris principiul de funcționare al ștanțelor de debavurat. Partea superioară este acționată de o presă.



**Figura 5,** Un schelet general a ștanțelor de debavurat

Procesul de debavurare este format din următoarele etape:

1. Se pune piesa turnată în ștanță, pe suportul de piesă
2. Prin intermediul prestablaei se presează piesa cu forță de o anumită valoare astfel încât piesa să rămână nemișcată timpul debavurării
3. Presa acționează cuțitele de tăiere
4. Se realizează debavurarea
5. Prestabla împinge piesa rămasă între cuțite

Elementele componente ale ștanțelor de debavurat se împart în două grupe:

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

LUCRARE DE DISERTAȚIE

---

- a) elemente active;
- b) elemente auxiliare.

Elementele active sunt acelea care acționează nemijlocit, asupra semifabricatului de prelucrat, iar elementele auxiliare servesc la asamblarea și conducerea acestora precum și la ghidarea semifabricatului în dispozitiv.

În mod obișnuit, elementele active ale unui dispozitiv de ștanțare la rece sunt poansonul și placa activă sau cuțitele.

Din grupa elementelor auxiliare fac parte plăcile de bază și de cap, plăcile de sprijin, plăcile portsculă pentru pansoane și plăci active, coloanele și bușele de ghidare, bolțurile și riglele de ghidare a benzii, opritoarele etc.

Materialele utilizate în construcția elementelor componente ale ștanțelor și matrițelor se stabilesc în funcție de scopul în care a fost construit dispozitivul de ștanțare respectiv și de solicitările la care vor fi supuse elementele componente ale acestuia.

Materialele destinate confecționării elementelor active ale dispozitivelor de ștanțare trebuie să aibă tenacitate ridicată, reziliență cât mai mare, stabilitate termică și rezistență mare la uzură.

O condiție deosebită ce trebuie să o îndeplinească materialele sculelor ștanțelor și matrițelor de presare la rece este ca dimensiunile acestora să aibă variații minime la tratament termic.

Poansoanele ștanțelor de dimensiuni mijlocii, supuse unor solicitări ușoare, se confecționează din oțel de scule, 1.1730 sau OLC25, când forma acestora este simplă și din oțel slab aliat OL52, când forma lor este complexă.

Poansoanele ștanțelor de dimensiuni mai mari, care necesită o călire în adâncime, se confecționează din oțel aliat 1.2379. Plăcile active de formă simplă ale ștanțelor se vor confecționa din oțel de scule carbon de calitate mai bună, 1.1730. Poansoanele și plățile active ale ștanțelor se tratează termic la o duritate de 60 ... 62 HRC.

Oțelurile aliate de scule, comparativ cu oțelurile carbon, prezintă avantajul unor proprietăți mecanice superioare. Elementele de aliere ale oțelului conferă sculelor o mai mare durabilitate. Cromul contribuie la mărirea rezistenței materialului la coroziune și a capacității de tăiere. Nichelul favorizează călirea în adâncime a sculei, iar wolframul contribuie la menținerea



rezistenței sculei, a durității și capacității de tăiere la temperaturi înalte. Molibdenul mărește rezistența la oboseală și duritatea, iar vanadiul mărește rezistența la șoc a sculei.

După călire, duritatea suprafețelor active ale sculelor confecționate din oțel aliat este similară cu cea a sculelor construite din oțel carbon. Însă, sculele confecționate din oțel aliat au avantajul că deformațiile lor, după călire, sunt minime și rezistența la uzură este mai mare. Pe de altă parte, tensiunile ce apar în materialul sculelor construite din oțel carbon, în timpul tratamentului termic, sunt mari, putând provoca deformarea sculei și chiar apariția fisurilor. Din această cauză, oțelurile de scule carbon se folosesc numai pentru confecționarea sculelor de formă simplă.

Plăcile de bază (inferioare) și cele de cap (superioare) ale dispozitivelor de presare la rece se confecționează din 1.1730.

Coloanele de ghidare se execută din OLC25 și se tratează termic (cimentare, călire și revenire) la duritatea de 56 ... 60 HRC. Bucșele de ghidare a coloanelor se confecționează din OLC15 sau OLC25 și se tratează termic la duritatea de 52 ... 56 HRC. Plăcile de sprijin pentru scule se confecționează din OLC45 și se tratează termic la duritatea de 46 ... 50 HRC. Plăcile de fixare a sculelor pe placa de bază sau pe placa de cap se construiesc din OLC45 și se tratează termic la duritatea de 42 ... 45 HRC. Plăcile de ghidare a poansoanelor se construiesc din OLC25 sau din OLC45 și se tratează termic la duritatea de 52 ... 55 HRC. Elementele de ghidare a benzii în dispozitiv (riglele, bolțurile și opritoarele) se execută din OLC45 și se tratează termic la duritatea de 42 ... 45 HRC. Plăcile și tijele de eliminare a pieselor sau deșeurilor din dispozitivul de presare la rece se construiesc din OLC45 și se tratează termic la duritatea de 45 ... 48 HRC. Cepurile de fixare a dispozitivelor de presare la rece de berbecul presei se confecționează din OLC45. La nevoie, materialele elementelor dispozitivelor de presare la rece se pot înlocui cu altele, echivalente ca proprietăți mecanice.




### **3.3 Semifabricatul**

Primul pas din procesul de realizare al unui produs nou este proiectarea și avizarea lui din punct de vedere al domeniului de utilizare. A doua etapă constă în elaborarea procesului tehnologic de realizare. Urmează apoi proces tehnologic. În timpul elaborării procesului

## LUCRARE DE DISERTAȚIE

tehnologic design-ul inițial propus poate suferi mici modificări. Faza tehnologică depinde de materialul piesei. În această lucrare se vorbește numai despre piese turnate din aliaje de aluminiu.

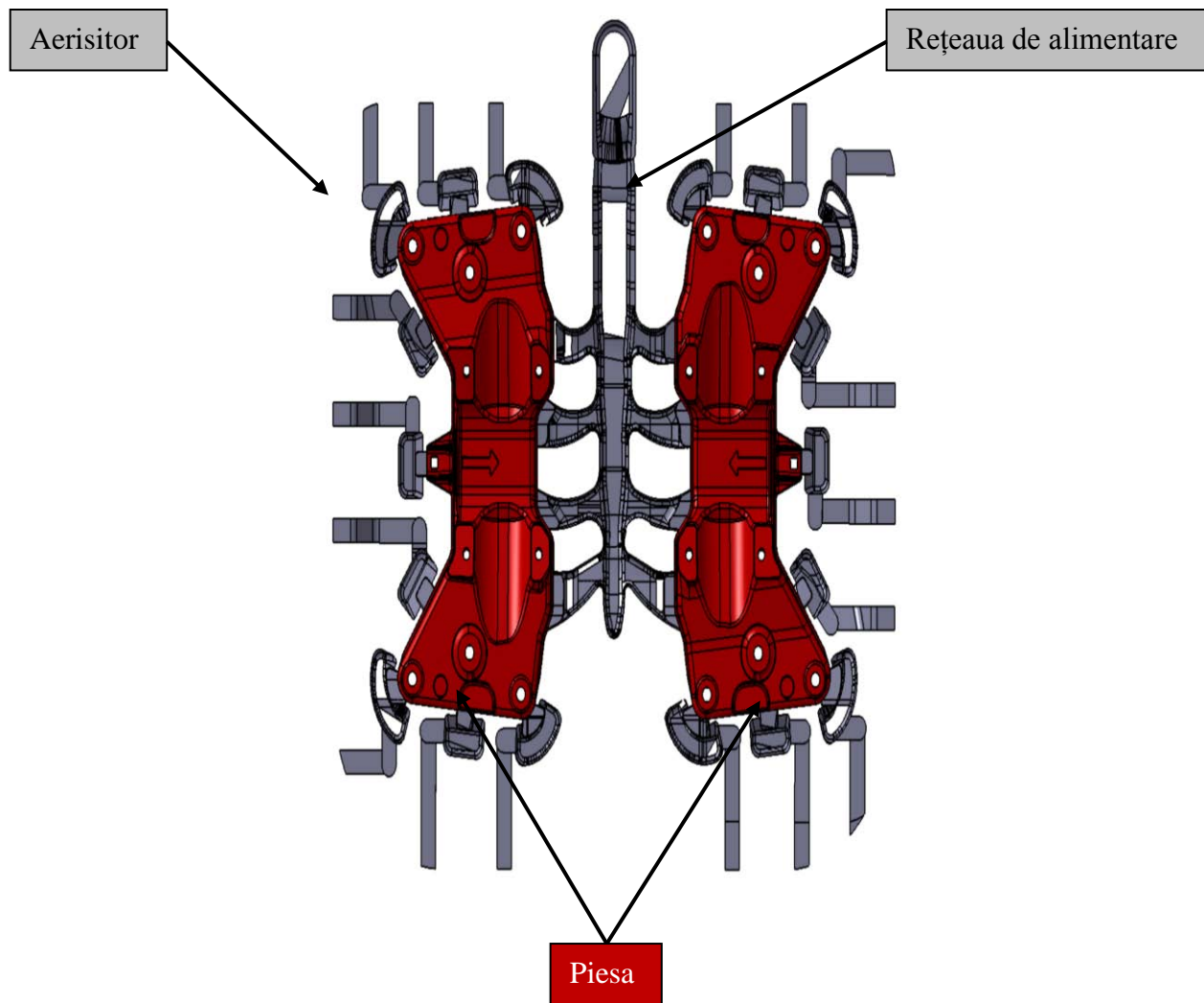
În faza tehnologică se stabilește rețeaua de alimentare, aerisitoare, înclinațiile pe părțile laterale a piesei, etc. Din punct de vedere al turnării pieselor aceasta fază este esențială pentru umplerea piesei în timpul turnării. Piesa turnată va avea un plus de material în forma de aerisitoare și a unor rețele de alimentare, care trebuie îndepărtate (**Tabel 1**). Pentru îndepărtarea acestor plusuri inutile, se folosește ștanțe de debavurat.

1		Datorită faptului că matrița de turnare nu se închide perfect, apar niște bavuri pe piesa turnată.
2		Matrița conține niște aerisitoare pentru ca, în timpul procesului de turnare piesa să poată fi umplută 100%.
3		Alimentarea, rețeaua cu ajutorul căreia materialul ajunge în părțile active ale matriței.

**Tabel 1,** Părțile piesei care trebuie îndepărtate cu presare la rece

## LUCRARE DE DISERTAȚIE

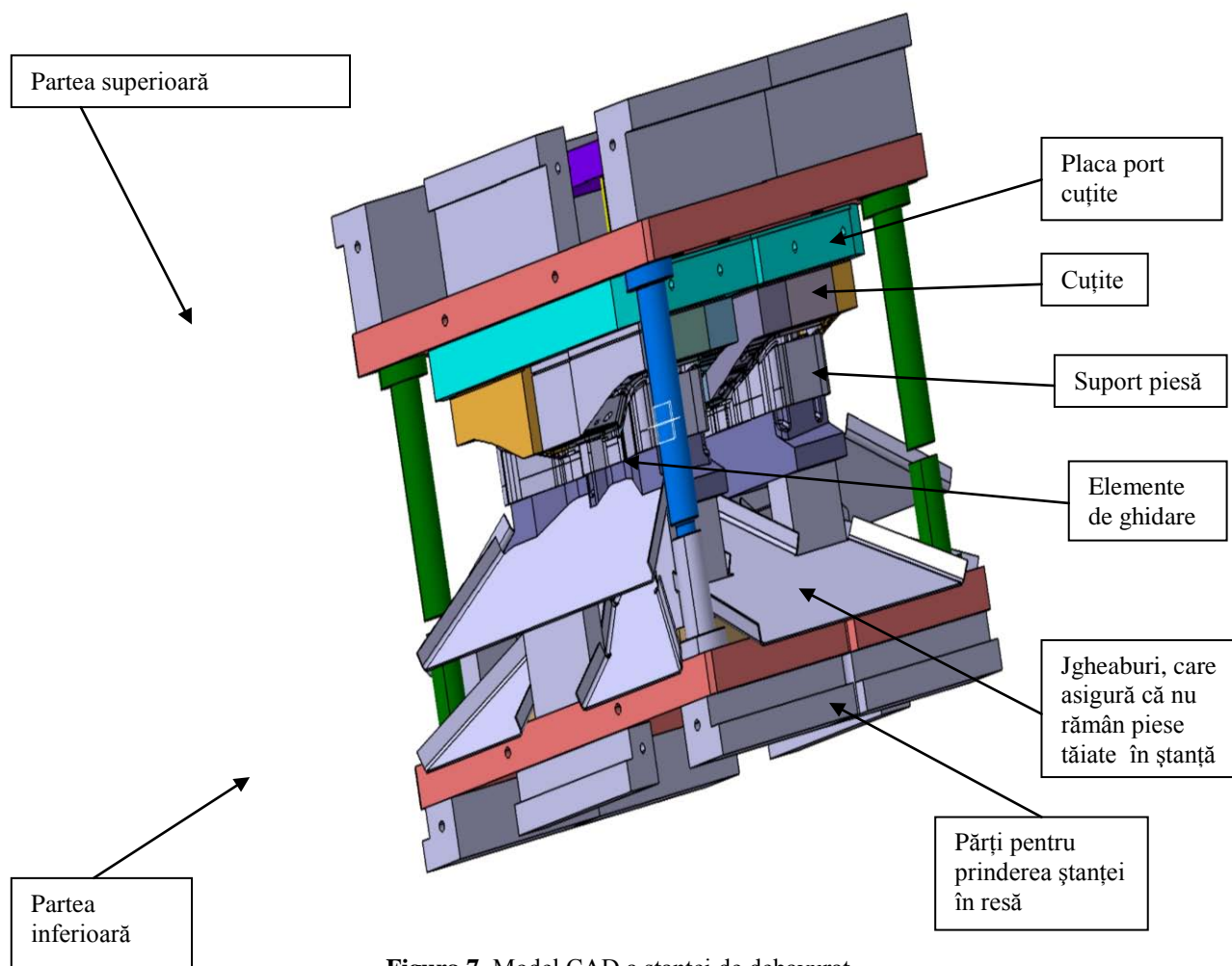
Modelul CAD al piesei cu rețeaua de alimentare și aerisitoare aferente este prezentat în **Figura 6**. Se poate observa că matrița de turnare are două cuiburi identice. Cu ajutorul acestui model se proiectează ștanța de debavurat. În **Figura 6**, piesa este marcată cu roșu, iar părțile care trebuie îndepărtate cu gri (**Tabel 1**): bavura, aerisitoare și rețeaua de alimentare.



**Figura 6**, Modelul CAD a piesei turnate

### 3.4 Modelul CAD a unei ștanței de debavurat

**Figura 7** prezintă modelul 3D al ștanței de debavurat, ale cărui cuțite vor fi analizate. Ștanța a fost proiectată utilizând pachetul comercial Catia V5R17. Modelul 3D este complet parametrizat în funcție de modelul CAD al piesei; astfel, dacă se modifică modelul 3D a piesei se poate modifica cu ușurință toată ștanța.



**Figura 7**, Model CAD a ștanței de debavurat

În **Figura 8** este ilustrat desenul 2D a ștanței în discuție, iar **Figura 9** și **Figura 10** reprezintă desenele 2D, în detaliu, pentru părțile de sus și de jos a ștanței.

LUCRARE DE DISERTAȚIE

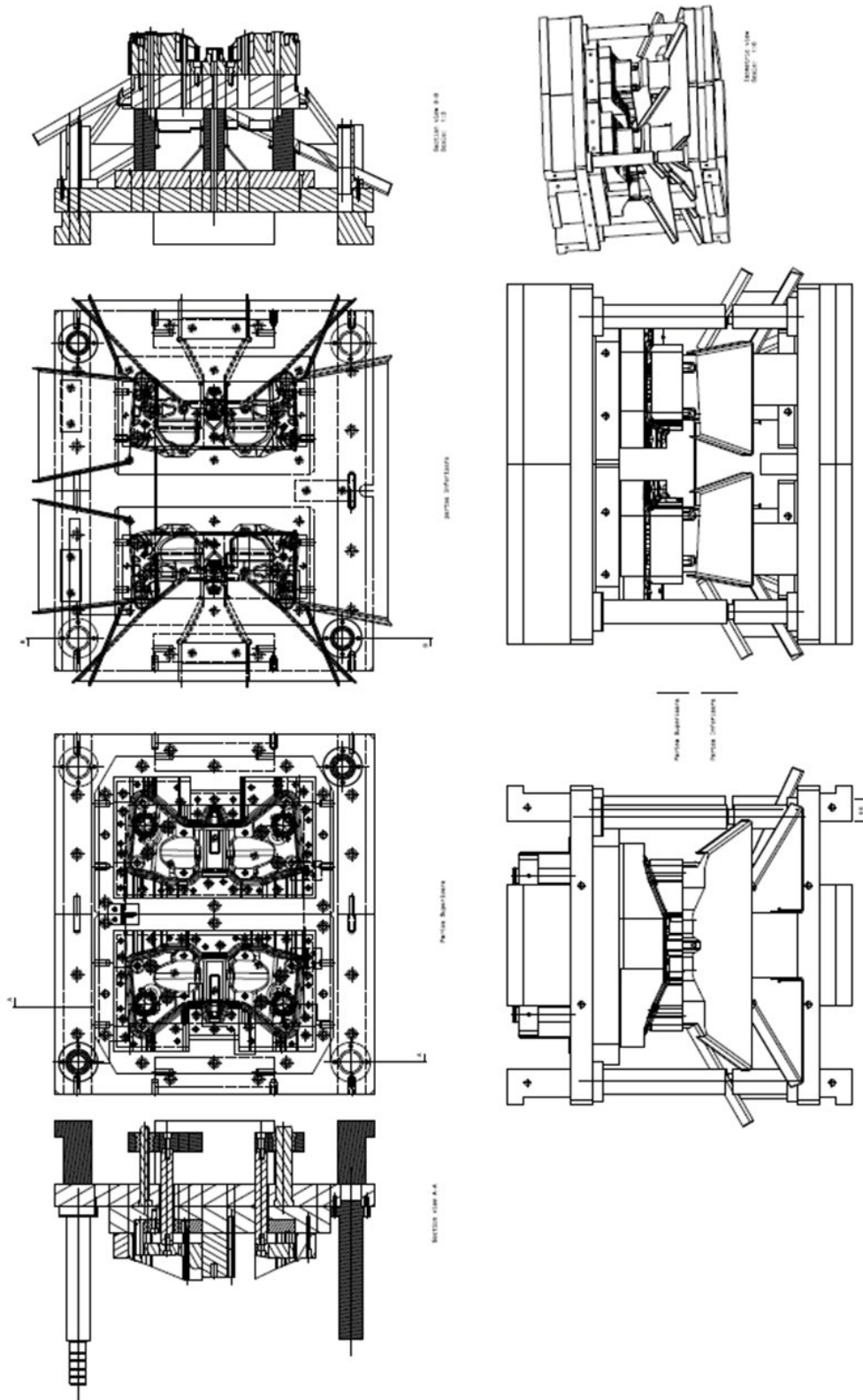


Figura 8, Desenul 2D a ștanței de debavurat

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

## LUCRARE DE DISERTAȚIE

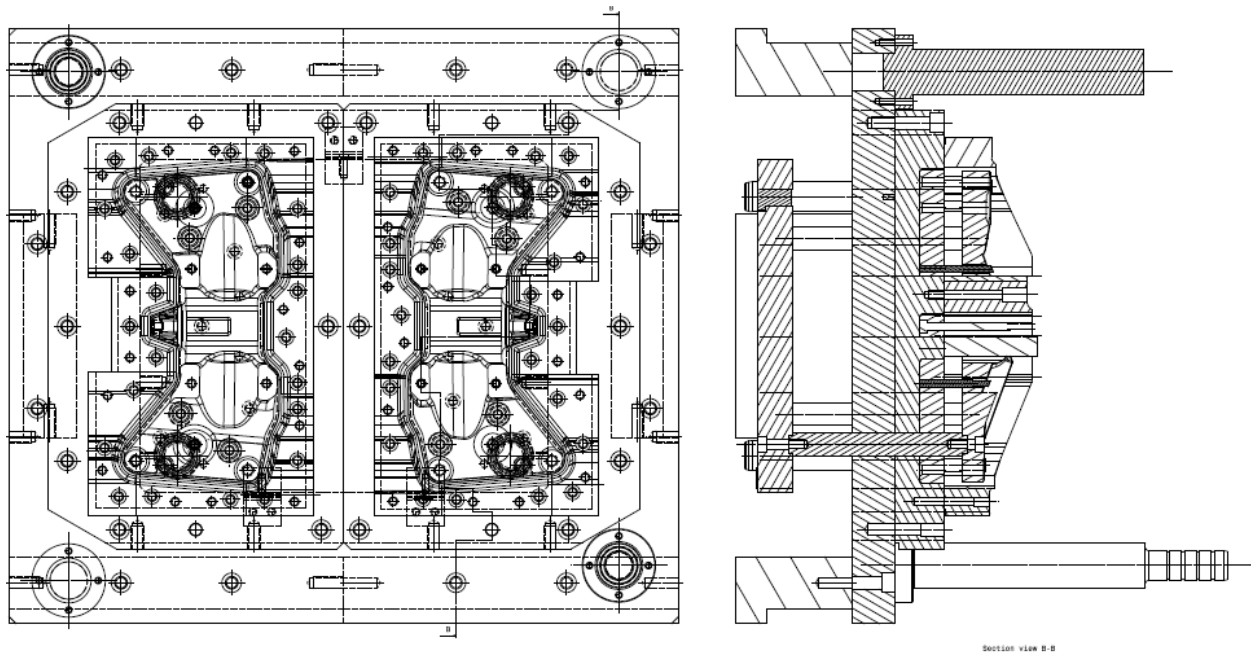


Figura 9, Desenul 2D a părții superioare a ștanței

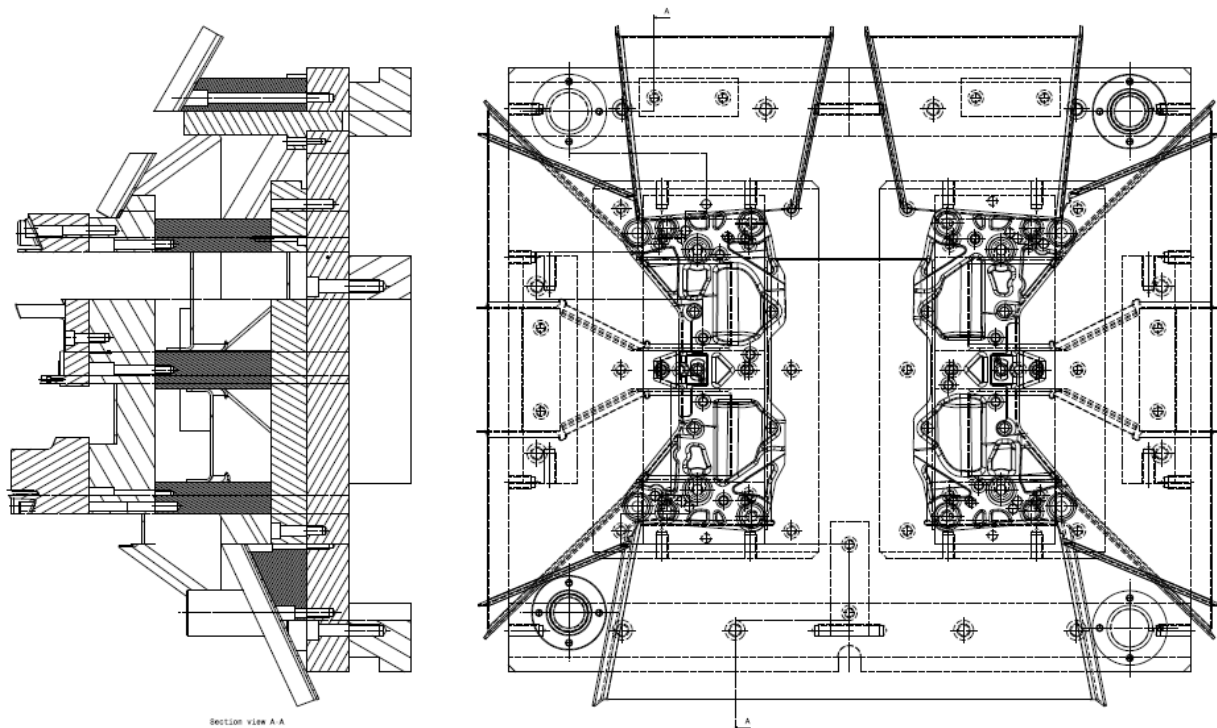


Figura 10, Desenul 2D a părții inferioare a ștanței

### 3.5 Tipuri de cuțite folosite la ștanțele de debavurat

Tăierea materialului nedorit a pieselor turnate, de diverse dimensiuni, este o operație pregătitoare caracterizată prin separarea totală a unei părți a semifabricatului de cealaltă, prin forfecare, după un contur închis. Operația de tăiere a pieselor turnate sunt executate în diferite feluri:

- a) Tăiere cu suport
- b) Foarfecele cu cuțite paralele
- c) Tăiere cu poansoane de tăiere

Utilizarea unui anumit tip, dintre acestea, se face în funcție de tipul, de forma și de dimensiunile ce trebuie obținute.

Tăierea la foarfece, sau cu ajutorul ștanțelor pe prese [7], se face introducând piesa turnată în ștanță după care, la coborârea berbecului mașinii, acestea acționează transversal asupra semifabricatului respectiv cu o presiune care crește până la o anumită valoare egală cu rezistența la forfecare a materialului. În acel moment, are loc separarea unei părți a semifabricatului de cealaltă (**Figura 11**).

Procesul tăierii pieselor cuprinde trei faze succesive după cum urmează:

- a) faza elastică în care semifabricatul este comprimat și puțin deformat între cuțite. Tensiunile și deformațiile din material nu depășesc limitele de elasticitate;
- b) faza plastică în care deformațiile materialului devin remanente, iar tensiunile depășesc limita de curgere și cresc continuu până la valoarea maximă corespunzătoare rezistenței la forfecare a metalului. În timpul acestei faze, cuțitele pătrund în material pe o anumită adâncime  $h_f$  (**Figura 12**);
- c) faza de forfecare în care se formează microfisuri, apoi macrofisuri, după care se produce detașarea unei părți a semifabricatului de cealaltă. Fisurile de forfecare pornesc de la muchiile tăietoare ale cuțitelor și se propagă în metal pe direcția planelor de alunecare formând, dacă jocul dintre cuțite este normal, o suprafață comună de forfecare

## LUCRARE DE DISERTAȚIE

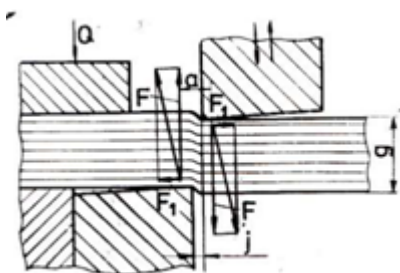


Figura 11, Procesul de tăiere

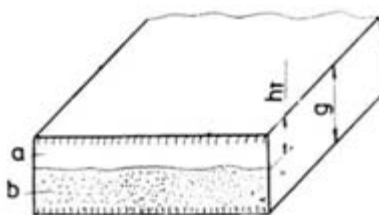


Figura 12, Suprafața piesei obținute

Pe suprafața piesei obținute prin forfecare (**Figura 12**) se observă două zone distincte: o fâșie îngustă lucioasă, zona *a*, corespunzătoare fazei plastice și o fâșie mai lată decât prima și mată, zona *b*, corespunzătoare fazei de forfecare. Lățimea relativă a fâșiei lucioase este specifică durității materialului semifabricatului folosit și are valoarea

$$h_f = 0,2...0,5 \times g \quad (1.1)$$

Când materialul este mai dur, lățimea relativă a fâșiei lucioase este mai mică, iar când materialul este mai plastic, lățimea relativă a fâșiei lucioase este mai mare.

Analizându-se materialul din zona secțiunii obținute prin tăiere, se constată că proprietățile mecanice și structura acestuia s-au modificat ca urmare a ecruisării, generate în procesul de deformare. Grosimea stratului de material ecruisat și structura acestuia depind de următorii factori:

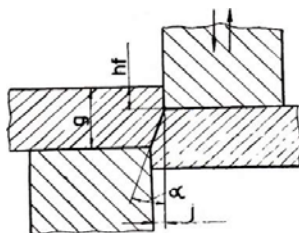
- a) grosimea piesei;
- b) proprietățile mecanice ale materialului piesei;
- c) starea muchiilor tăietoare ale cuțitelor;
- d) valoarea jocului dintre cuțite;
- e) viteza de forfecare.

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*



Între cuțitele foarfecelor se prevede, întotdeauna, un anumit joc  $j$  astfel încât procesul de tăiere să decurgă în bune condițiuni, adică fisurile de forfecare să se propage în material după planele de alunecare (**Figura 13**). Astfel, mărimea jocului optim dintre cuțite se determină cu relația (1.2),

$$j = (g - h_f) \times \operatorname{tg} \alpha \quad (1.2)$$



**Figura 13,** Jocul între cuțitele paralele

Conform cercetărilor experimentale, valoarea unghiului  $\alpha$ , format de planul de alunecare cu direcția de mișcare a cuțitelor, are valoarea

$$\alpha = 4 \dots 6^\circ \quad (1.3)$$

Având în vedere valorile unghiului  $\alpha$  și valorile adâncimii relative de pătrundere a cuțitului în material, în momentul formării fisurilor de forfecare (1.2), rezultă că jocul optim dintre cuțite, la operațiile de tăiere, are valorile următoare:

- pentru materiale moi,  $j=0,04 \dots 0,06 g$ ;
- pentru materiale dure,  $j=0,06 \dots 0,08 g$ .

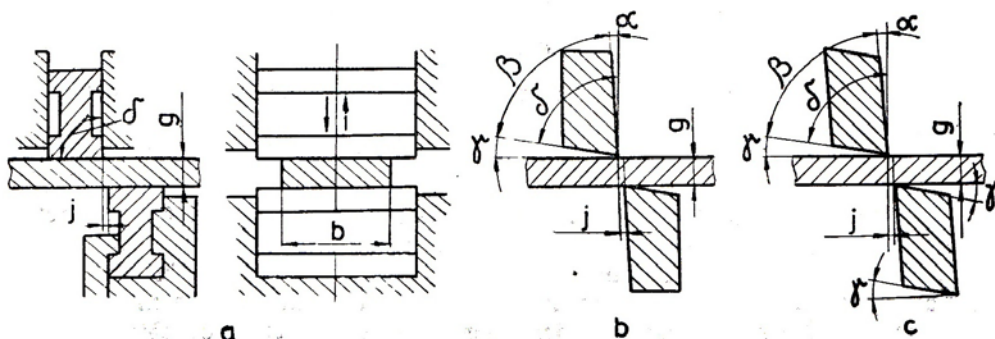
În cazul unui joc mare,  $j \geq 0,1 g$ , în special când materialul piesei este moale, deformarea plastică este însoțită de încovoierea și intrarea materialului între cuțite, iar separarea unei părți a semifabricatului de cealaltă are loc prin rupere și nu prin forfecare.

La pătrunderea cuțitelor în material, pe o anumită adâncime, forța de tăiere  $F$  nu va acționa în planul muchiei tăietoare ci la o anumită distanță de aceasta (**Figura 11**), dând naștere unui moment de răsturnare  $M=F \times a$ , unde  $a \approx 2j$ . Sub acțiunea acestui moment, piesa turnată supusă procesului de tăiere are tendința să se rotească în sensul de mișcare a cuțitelor, să ocupe o

poziție înclinată și să intre între cuțite dând naștere, astfel, unei forțe laterale  $F_x$  de distanțare a acestora. De aceea, cuțitele trebuie să fie rigide și precis ghidate.

### 3.6 Tăierea cu foarfece cu cuțite paralele

Cuțitele de acest tip au forme [7] constructive diverse (**Figura 14**). În mod normal se folosesc cuțite robuste cu unghiul de tăiere  $\delta=90^\circ$  (**Figura 14, a**). În acest caz, cuțitele au patru muchii tăietoare asigurând mașinii o funcționare îndelungată între două reascuțiri, prin schimbarea succesivă a poziției acestora



**Figura 14**, Tăiere cu foarfece cu cuțite paralele, *a* – cuțite cu 4 muchii tăietoare, *b* – cuțite cu o muchie de tăietoare, *c* – cuțite cu 2 muchii tăietoare

după uzarea unei muchii. Aceste cuțite au dezavantajul că se uzează relativ repede pe suprafața de așezare. De acest neajuns sunt lipsite cuțitele cu o muchie tăietoare (**Figura 14, b**) și cuțitele cu două muchii tăietoare (**Figura 14, c**). Valorile unghiurilor acestor cuțite depind de proprietățile mecanice ale materialului semifabricatelor de debitat; cu cât materialul pieselor turnate va fi mai moale cu atât unghiul de tăiere va fi mai mic și invers, când materialul va fi mai dur (**Tabel 2**).

Nr. crt.	Materialul semifabricatelor	Unghiurile cuțitului		
		$\alpha$	$\gamma$	$\delta$
1	Oțel moale	30'...1,5°	5°...10°	80°...85°
2	Cu, Al	1,5°...3°	10°...15°	75°...80°
3	Aliaje de magneziu	2°...3°	35°...45°	45°...55°

**Tabel 2**, Valorile unghiurilor cuțitelor de tăiere în raport cu materialul semifabricatelor

Valoarea jocului dintre cuțite se stabilește în funcție de duritatea materialului semifabricatelor de tăiat. În acest scop, se vor folosi relațiile (1.2) și (1.3).

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

## LUCRARE DE DISERTAȚIE

Forța necesară pentru tăierea pieselor turnate cu cuțite paralele (**Figura 11**) se determină teoretic cu relația (1.4),

$$F = b \times g \times \tau_0 \quad (1.4)$$

Unde  $\tau_0$  este rezistența de forfecare convențională. Practic însă, datorită uzurii muchiilor tăietoare ale cuțitelor, variației jocului dintre cuțite, calității diferite a pieselor turnate și neuniformității structurii și ecruisării materialului în procesul de deformare, condiții de tăiere se modifică și, în consecință, rezistența reală de forfecare  $\tau_r$  va fi mai mare decât rezistența de forfecare convențională. Astfel forța de tăiere va fi mai mare decât forța teoretică și se va calculată cu relația

$$F = b \times g \times \tau_r \quad (1.5)$$

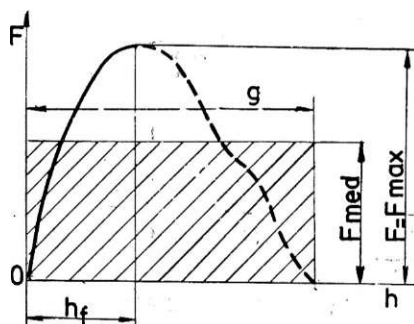
Unde

$$\tau_r = k \times \tau_0 \quad (1.6)$$

iar acest coeficient, care ține seama de influența factorilor citați mai sus, are valoarea

$$k = 1.2 \dots 1.3 \quad (1.7)$$

În timpul procesului de tăiere, forța reală nu rămâne constantă, ci variază în funcție de adâncimea de pătrundere a cuțitului în material (**Figura 15**). Valoarea maximă a forței de tăiere corespunde momentului apariției macrofisurilor de forfecare, adică momentului când cuțitul a pătruns în material pe adâncimea  $h_f$ . Existența ramurei descendente a curbei forței de tăiere rezidă în frecarea dintre suprafața de așezare a cuțitului mobil și semifabricat.



**Figura 15,** Forța reală în timpul procesului de tăiere

## LUCRARE DE DISERTAȚIE

Lucrul mecanic consumat în timpul tăierii reprezintă produsul dintre forță și drumul parcurs de cuțit. Cantitativ, lucrul mecanic este egal cu aria cuprinsă între curba forței de tăiere și abscisa sistemului de referință. Deoarece curba de variație a forței de tăiere se poate stabili numai experimental și nu analitic, rezultă că lucrul mecanic nu poate fi stabilit prin integrare. De aceea lucrul mecanic se calculează aproximând aria mărginită de curba forței de tăiere și abscisă cu aria unui dreptunghi de dimensiuni  $F_{med}$  și  $g$  unde

$$F_{med} = \lambda \times F \quad (1.8)$$

Deci, lucrul mecanic la tăierea pieselor se determină cu relația:

$$L = \frac{\lambda \times F \times g}{1000} \quad (1.9)$$

unde  $F$  este forța maximă de tăiere, în daN.

Coefficientul  $\lambda$ , care reprezintă raportul dintre forța medie și forța maximă de tăiere, depinde de duritatea și grosimea materialului de tăiat și are valorile conform **Tabelului 3**. Valorile mari ale acestui coeficient corespund tăierii materialelor moi și subțiri, iar valorile mici corespund tăierii materialelor dure și groase.

g (mm)	<2	2...4	>4
$\lambda$	0,75... 0,60	0,60... 0,45	0,45...0,30

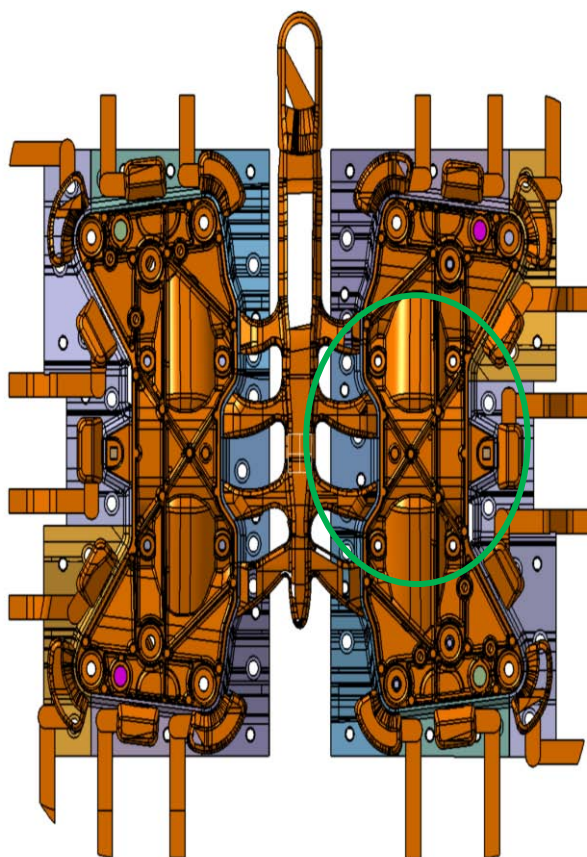
**Tabel 3,** Coeficientul  $\lambda$  în funcție de grosimea materialului

Materialul folosit pentru executarea pieselor prin presare la rece, trebuie să corespundă nu numai destinației și condițiilor de exploatare a pieselor ci și condițiilor tehnologice privind caracterul și gradul de deformare a semifabricatului.

Proprietățile tehnologice ale metalelor sunt determinate, în principal, de proprietățile lor mecanice, iar acestea, la rândul lor, depind compoziția chimică, structura și mărimea grăunților, tratamentul termic aplicat și gradul de ecruisare.

#### 4. Modelul CAD a unui cuțit de tăiere

**Figura 16** reprezintă piesa turnată împreună cu cuțitele de tăiere. Se observă că piesa este tăiată pe tot conturul ei. Cuțitele de tăiere alcătuiesc o buclă închisă în împrejurul piesei. În continuare se va analiza cuțitul încercuit în Figura 16.



**Figura 16,** Modelul CAD a piesei turnate cu cuțiele de tăiere

Cuțitul este proiectat în așa fel încât să fie ușor montabil, demontabil precum și ușor de reascuțit. Cuțitul este prins pe placa de port cuțite cu trei șuruburi și două știfturi. Cele două știfturi interzic mișcarea cuțitului în planul XOY iar șuruburile strâng cuțitul pe placa de port cuțite, nepermițând astfel mișcarea.

Cuțitul a fost modelat după conturul modelului piesei CAD utilizând CATIA V5R17 (**Figura 17**). Analiza cu elemente finite se va face în continuare folosind ANSYS Workbench 12.0. Pentru importarea geometriei în

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

LUCRARE DE DISERTAȚIE

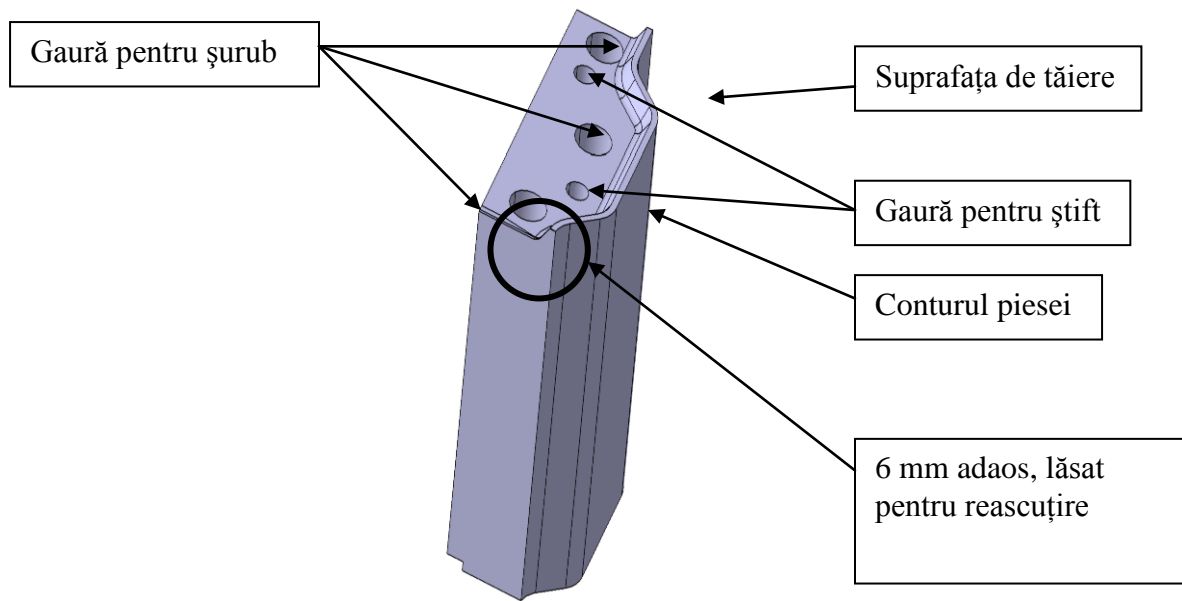


Figura 17, Modelul CAD a cuțitului de tăiere

ANSYS, modelul trebuie să fie disponibil într-un format universal, precum IGS, STP, etc. În acest caz, modelul cuțitului a fost exportat din CATIA în format STP. Modelul 2D al cuțitului este prezentat în **Anexa 1**. Importarea în ANSYS s-a făcut cu parametrii definiți în **Tabelul 4**; acesta conține materialul, dimensiunile, volum, masa și momentele de inerție.

Definition	
Suppressed	No
Stiffness Behavior	Flexible
Coordinate System	Default Coordinate System
Reference Temperature	By Environment
Material	
Assignment	1.2379
Nonlinear Effects	Yes
Length X	64.506 mm
Length Y	156.91 mm
Length Z	125. mm
Properties	
Volume	9.6241e+005 mm <sup>3</sup>
Mass	7.5549 kg
Moment of Inertia Ip1	22092 kg·mm <sup>2</sup>
Moment of Inertia Ip2	11363 kg·mm <sup>2</sup>
Moment of Inertia Ip3	15631 kg·mm <sup>2</sup>

Tabel 4, Caracteristicile modelului CAD importat în ANSYS

## 5. Analiza cu elemente finite a unui cuțit de tăiere

Pentru a începe analiza de durabilitate a cuțitului de tăiere trebuie efectuată mai întâi o analiză de rezistență a cuțitului. Analiza se face cu metoda elementelor finite. Această metodă constă în discretizarea unui corp continuu și finit în mai multe elemente finite (**FEM** - Finite element method). Prin discretizarea unei structuri se înțelege subîmpărțirea acesteia într-un număr oarecare de elemente finite sau rețea de puncte de integrare numerică, interconectate prin nodurile lor exterioare.

Metoda are o aplicabilitate pe scară largă și se bucură de utilizarea extensivă în zone structurale, analize termice și fluide. Metoda elementului finit, este formată din trei faze principale:

- a. *Pre-procesarea*: realizarea modelului solid al sistemului analizat (caracterizat prin formă, dimensiuni, caracteristici de material), discretizarea modelului solid în elemente finite, aplicarea condițiilor la limită și a încărcărilor;
- b. *Procesarea*: rezolvarea numerică a ecuațiilor caracteristice comportării sistemului și obținerea soluției;
- c. *Post-procesarea*: vizualizarea rezultatelor în vederea analizei comportării sistemului și identificării zonelor cu solicitări critice.

Avantajele metodei cu elemente finite (FEM – Finite Element Model) sunt numeroase și importante. În cazul conceperii unui design nou se poate modela și studia comportamentul structurii în diverse medii de sarcină, în timp real; prin urmare, în baza rezultatelor obținute se poate modifica modelul înainte de crearea desenelor finale de execuție. Odată ce este dezvoltat modelul CAD, aplicând FEM se poate analiza designul structurii în detaliu. Utilizând FEM se poate economisi timp și bani prin reducerea numărului necesar de prototipuri. În cazul unui produs deja existent, la care apar probleme în timpul utilizării, sau care necesită o îmbunătățire, acesta poate fi analizat utilizând FEM în vederea accelerării procesului de schimbare de design și, de asemenea, pentru reducerea costurilor de proiectare.

În următoarele subcapitole vor fi prezentate fazele analizei FEM pentru cuțitul de tăiere prezentat în capitolul precedent.

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

### 5.1 Faza de pre-proceasre

Obiectivele pre-procesării sunt: atribuirea proprietăților de material potrivit modelului, dezvoltarea modelului cu elemente finite, aplicarea încărcărilor și condițiilor la limită.

#### 5.1.1 Definirea materialului cuțitului de tăiere

După importarea geometriei în ANSYS, primul pas este definirea parametrilor de material a cuțitului de tăiere. Materialul folosit la cuțitul respectiv este 1.2379, un aliaj de oțel.

Compoziția chimică:

C	Cr	Mo	V
1.55	12.0	0.70	1.00

Tabel 5, Compoziția chimică a materialului

Datorită conținutului crescut de Carbon materialul are o duritate și rezistență la uzură mărită, dar Carbonul scade soliditatea materialului, devenind casant. Cromul mărește rezistența la coroziune și rezistența la uzură. Molibdenumul mărește rezistența la uzură. Vanadium modifică structura grăunților, mărește rezistența la oboseală.

Materialul este livrat cu o duritate de 55 HRC, dar cu tratare termică ajunge la 63 HRC (Figura 18, Figura 19).

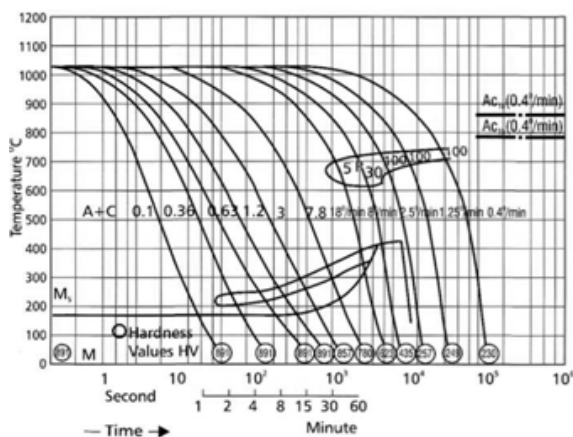


Figura 18, Diagrama de temperare

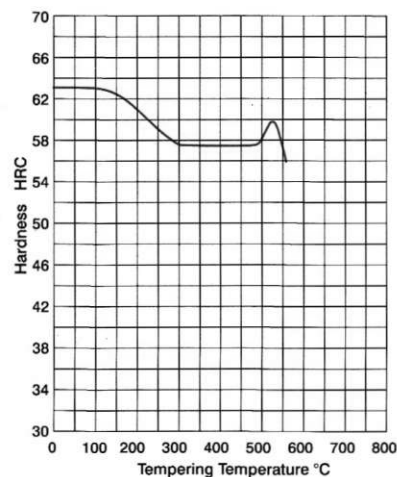


Figura 19, Temperatura de temperare în raport cu duritatea HRC

Parametri de material setați în ANSYS Workbench; densitatea, limita de curgere, limita de rupere, modulul de elasticitate Young, coeficientul Poisson, pentru materialul 1.2379 sunt definite în Tabelul 6.

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*



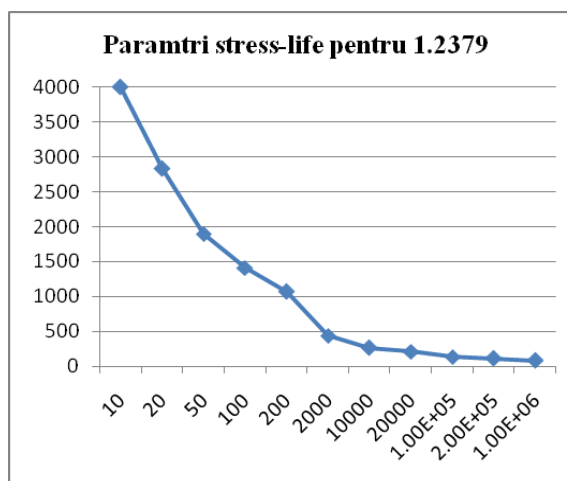
## LUCRARE DE DISERTAŢIE

Density	7.85e-006 kg mm <sup>-3</sup>
Compressive Yield Strength	820 MPA
Tensile Yield Strength	820 MPA
Tensile Ultimate Strength	1995 MPA
Young's Modulus	2.e+005 MPA
Poisson's Ratio	0.3

**Tabel 6,** Parametri materialului

Pentru un test la oboseală a piesei, folosind metoda Stress-life, este necesar definirea în ANSYS a parametrilor de stress-life a materialului (**Tabel 7**). Prin aceşti parametri se defineşte variaţia tensiunilor din material cu numărul de cicluri. Diagrama din **Figura 20** reprezintă grafic **Tabelul 7**.

Alternating Stress MPa	Cycles
3999	10
2827	20
1896	50
1413	100
1069	200
441	2000
262	10000
214	20000
138	1.e+005
114	2.e+005
86.2	1.e+006

**Tabel 7,** Tensiune alternanta pentru materialul 1.2379

**Figura 20,** Tabel 8 reprezentat grafic

### 5.1.2 Modelul cu elemente finite al cuţitului de tăiere

Reţeaua de elemente finite a unui model solid subdivide structura în elemente, interconectate prin noduri.

În cadrul fazei de pre-procesare se aleg tipurile de elemente finite care vor fi utilizate şi se stabileşte repartiţia lor pe domeniul discretizat, rezultând astfel numărul, dimensiunea şi forma acestora. Discretizarea se realizează în funcţie de tipul domeniului geometric (unidimensional, bidimensional sau tridimensional) (**Tabel 8**):







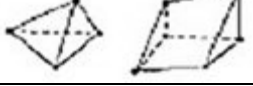
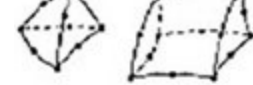
Mihaly KOVACS, *Analiza durabilităţii cuţitelor de tăiere pentru dispozitivele de ştanşare la rece*

LUCRARE DE DISERTAȚIE

- a. elemente finite de tip linie a domeniului unidimensional
- b. elemente finite de tip triunghi a domeniilor de tip suprafață; muchiile elementelor finite pot fi linii drepte sau parabole (domeniul bidimensional)
- c. elemente finite de tip tetraedru a domeniului tridimensional
- d. elemente speciale, ca elemente axisimetrice pentru unele situații la care geometria, materialul și condițiile la limită sunt simetrice în jurul unei axe.

Dezvoltarea rețelei de elemente finite consumă, de obicei, mult timp. Rețeaua de elemente finite este dezvoltată direct pe modelul CAD a cuțitului (**Tabel 8**):

- a. wireframe cu puncte și curbe reprezentând muchiile solidului
- b. cu suprafețe reprezentând limitele solidului
- c. solid pentru definirea materialului

Dimensiunea	Tip	Forma elementului	Tip de element
1D	Linear		Wireframe
	Cadratic		
	Cubic		
2D	Linear		Suprafață
	Cadratic		
	Cubic		
3D	Linear		Solid
	Cadratic		

**Tabel 8,** Tipuri de elemente finite

Rețeaua de elemente finite este aplicată pe modelul CAD folosind algoritmul de discretizare liberă. Discretizarea liberă subdivide automatic modelul în elemente finite. Avantajul acestui proces este rapiditate și adaptarea dimensiunea elementelor finite cu ușurință la modelul

## LUCRARE DE DISERTAȚIE

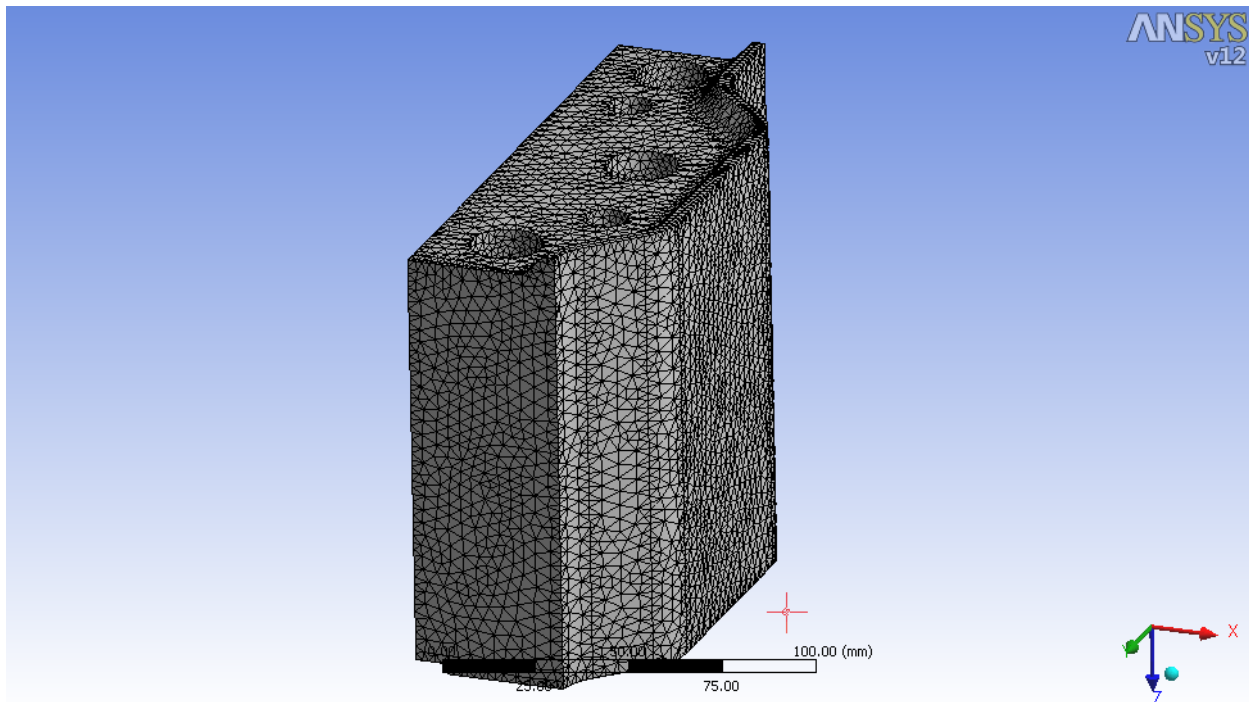
respectiv. Dezavantajele ar fi generarea unui model prea mare (care ocupă multă spațiu pe memoria calculatorului) din cauza căruia procesarea poate fi lentă.

Defaults			
Physics Preference	Mechanical	Maximum Layers	5
Relevance	0	Growth Rate	1.2
Sizing		Inflation Algorithm	Pre
Use Advanced Size Function	Off	View Advanced Options	No
Relevance Center	Fine	Advanced	
Element Size	2.0 mm	Shape Checking	Standard Mechanical
Initial Size Seed	Active Assembly	Element Midside Nodes	Program Controlled
Smoothing	Medium	Straight Sided Elements	No
Transition	Fast	Number of Retries	Default (4)
Span Angle Center	Coarse	Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Minimum Edge Length	0.224640 mm	Mesh Morphing	Disabled
Inflation		Statistics	
Use Automatic Test Inflation	None	Nodes	138049
Inflation Option	Smooth Transition	Elements	84100
Transition Ratio	0.272	Mesh Metric	None

**Tabel 9**, Principalele caracteristici ale modelului meshuit

În **Tabelul 9** sunt definite principalele caracteristici setate în ANSYS pentru calcularea modelului discretizat. Acestea sunt caracteristici fizice, mărimea și precizia elementelor, nr. de noduri și de elemente folosite la mesh.

Rețeaua de elemente calculate după setările definite în **Tabelul 9**, aplicată pe modelul CAD a cuțitului de tăiere, este prezentată în **Figura 21**.



**Figura 21,** Modelul meshuit cu elemente finite

### 5.1.3 Condițiile la limită aplicate pe cuțitul de tăiere

Cuțitul este prins la placa de port cuțite cu două șuruburi și două știfturi, iar cuțitele fac o buclă închisă în împrejurul piesei. În cazul acesta sunt aplicate următoarele restrângeri de mișcare:

- cele două părți laterale ale cuțitului de tăiere, suprafețele care ating cuțitele alăturate
- partea de jos a cuțitului pe suprafața care este așezată pe placa de port cuțite
- găurile pentru știfturi

În **Tabelul 10** sunt definite condițiile la limită aplicate pe cuțitul de tăiere. „Displacement” este definit pentru restrângerile de mișcare aplicate pe cele două părți laterale ale cuțitului de tăiere care îi restrâng mișcarea pe axa OY. „Displacement 2” este definit pe partea de jos a cuțitului, pe suprafața care este în contact cu placa de port cuțite; acesta restrânge mișcarea cuțitului pe OZ. „Displacement 3” este aplicat pe găurile știfturilor, care restrâng mișcarea cuțitului pe OY și OX.

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

LUCRARE DE DISERTAȚIE

Object Name	<i>Displacement</i>	<i>Displacement 2</i>	<i>Displacement 3</i>
State	Fully Defined		
<b>Scope</b>			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	2 Faces	2 Faces	2 Faces
<b>Definition</b>			
Type	Displacement		
Define By	Components		
Coordinate System	Global Coordinate System		
X Component	Free		0. mm (ramped)
Y Component	0. mm (ramped)	Free	0. mm (ramped)
Z Component	Free	0. mm (ramped)	Free
Suppressed	No		

Tabel 10, Parametri restrângerilor de mişcare

Restrângerile de mişcare sunt reprezentate grafic în **Figura 22**.

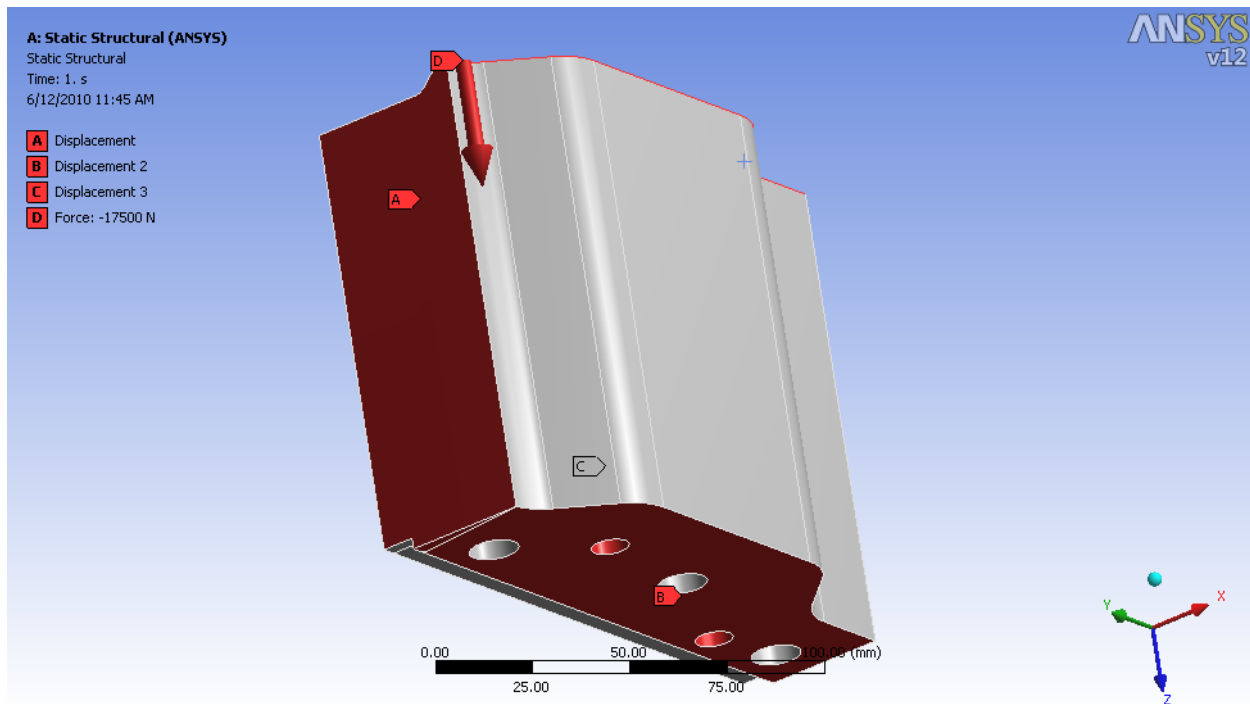
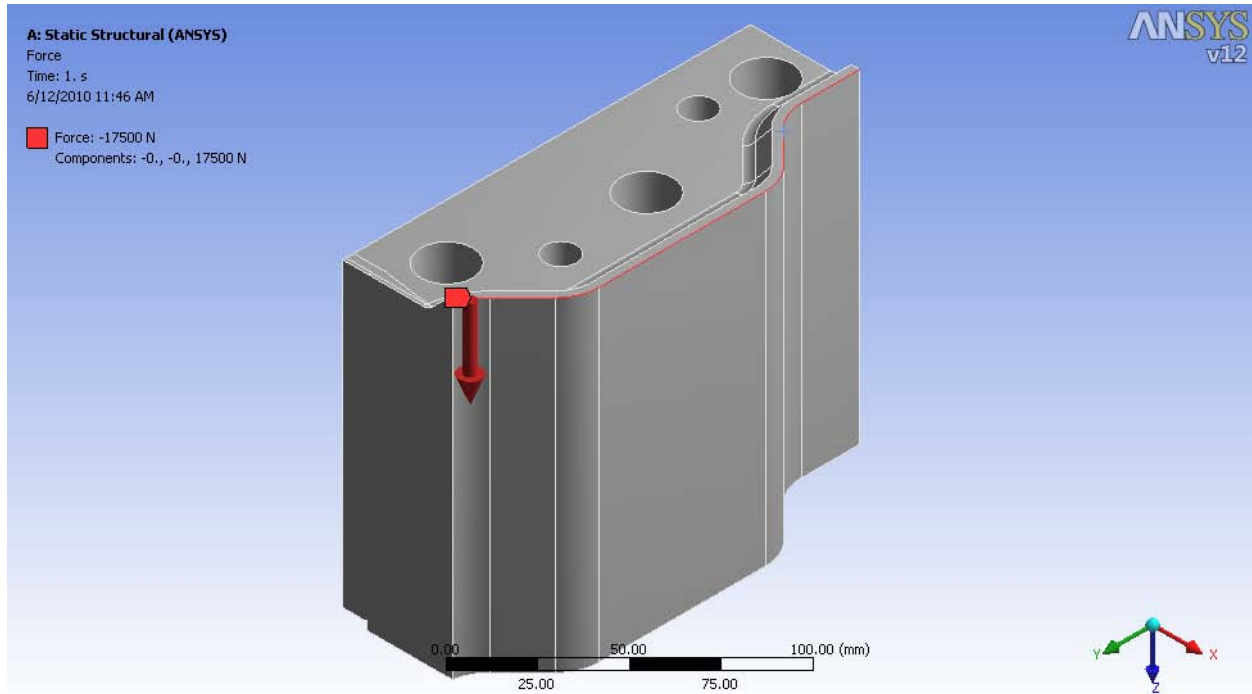


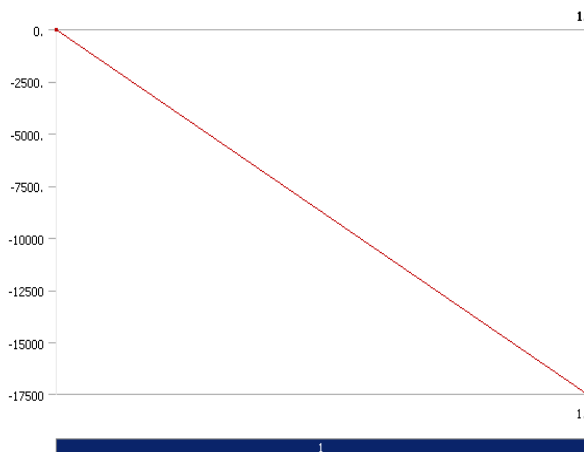
Figura 22, Restrângeri de mişcare pe modelul solid

### 5.1.4 Aplicarea încărcărilor pe cuțitul de tăiere

Pe muchia de tăiere, marcată cu roșu în **Figura 23**, se aplică o forță lineară  $F$  de 17.500 N, pe direcția axei OZ (**Figura 24**). Principalele setări pentru forța  $F$  sunt definite în **Tabelul 11**.



**Figura 23**, Forța aplicată pe muchia de tăiere a cuțitului



**Figura 24**, Forța aplicată pe muchia de tăiere a cuțitului este liniară

Object Name	<i>Force (F)</i>
<b>Scope</b>	
Scoping Method	
Geometry	8 Edges
<b>Definition</b>	
Type	Force
Define By	Vector
Coordinate System	Global Coordinate System
X Component	No
Y Component	No
Z Component	Yes
Suppressed	No
Magnitude	17500 N (ramped)
Direction	Z

**Tabel 11**, Forța aplicată pe muchia de tăiere a cuțitului

## 5.2 Procesare

În timp ce fazele de pre-procesare și de post-procesare a modelului cu elemente finite sunt interactive și consumatoare de timp, faza de procesare este un proces care consumă resursele calculatorului. Ecuțiile derivate din faza de pre-procesare sunt asamblate în formă de matrice și sunt rezolvate numeric. Procesul de asamblare în matrice nu depinde doar de tipul de analiză (de ex. Static sau dinamic), dar și de tipuri de elemente finite folosite la crearea modelului discretizat și proprietățile acestora.

Object Name	<i>Static Structural (A5)</i>
State	Solved
<b>Definition</b>	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Solver Target	ANSYS Mechanical
<b>Options</b>	
Environment Temperature	22. °C
Generate Input Only	No

**Tabel 12,** Setări referitoare la tipul structurii, fizica problemei propuse, și mediu

Object Name	<i>Analysis Settings</i>
State	Fully Defined
<b>Step Controls</b>	
Number Of Steps	1.
Current Step Number	1.
Step End Time	1. s
Auto Time Stepping	Program Controlled
<b>Solver Controls</b>	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
<b>Nonlinear Controls</b>	
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled
Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
<b>Output Controls</b>	
Calculate Stress	Yes
Calculate Strain	Yes
Calculate Results At	All Time Points

**Tabel 13,** Setări referitoare la analiza FEM

## LUCRARE DE DISERTAȚIE

În ANSYS Workbench 12.0 trebuie setați parametrii pentru procesarea datelor primite de la pre-procesare. Sunt două tipuri de parametrii care trebuie să fie definiți:

- Setări referitoare la fizica problemei propuse (**Tabel 12**)

Aici este definit faptul că încărcarea structurii este de tip static și mediul înconjurător tipic cu 22°C

- Setări referitoare la analiza FEM (**Tabel 13**)

Aici sunt definite setările pentru controlul procesării. Deoarece modelul și problematica cuțitului de tăiere sunt destul de simple, toată procesarea este controlată automat

Soluțiile primite din procesare sunt prezente în **Tabelul 14**. Pentru analiza FEM a cuțitului de tăiere sunt necesare soluțiile: deformația totală, deformația direcțională (definită pe OZ) și tensiunile în model în timpul încărcării cu forța  $F$ . Din **Tabelul 14** reiese faptul că deformația maximă este de 0.015 mm, deformația pe axa OZ este 0.01mm iar tensiunea maximă este de 440.35 MPa. Soluțiile obținute sunt vizualizate grafic cu ajutorul post-procesorului.

Object Name	<i>Total Deformation</i>	<i>Directional Deformation</i>	<i>Equivalent Stress</i>
State	Solved		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	All Bodies		
Definition			
Type	Total Deformation	Directional Deformation	Equivalent (von-Mises) Stress
By	Time		
Display Time	Last		
Calculate Time History	Yes		
Orientation		Z Axis	
Coordinate System		Global Coordinate System	
Use Average			Yes
Results			
Minimum	0. mm	-1.5246e-003 mm	2.7842e-002 MPa
Maximum	1.506e-002 mm	1.0044e-002 mm	440.35 MPa

**Tabel 14**, Principalele rezultate ale fazei de procesare



### 5.3 Post-procesare

După ce un model cu elemente finite a fost elaborat și verificat, condiții la limită au fost aplicate, iar calculul numeric a fost rezolvată, este timpul pentru a investiga rezultatele.

Post-procesarea este utilizată pentru a crea o reprezentare grafică a rezultatelor primite de la solver, care arată distribuția de tensiuni, deformații, temperaturi, precum și alte aspecte ale modelului. Interpretarea acestor rezultate este cheia pentru a identifica zonele de interes (zonele slabe într-un model), zonele cu material rezidual, sau alte valoroase informații cu privire la alte caracteristici de performanță ale modelului, care altfel nu ar fi cunoscute fără testarea fizică a unui prototip.

Post-procesarea începe cu o verificare amănunțită a problemelor care ar fi putut apărea loc în timpul calculului. Odată ce soluția este verificată, datele de interes pot fi examinate. Numeroase opțiuni de afișare sunt disponibile, alegerea depinzând de forma matematică a problemei, precum și de semnificația sa fizică. Capabilitățile de vizualizare dinamică cu animații și imagini ajută în mod considerabil la înțelegerea modului de deformare al modelului. Setul de rezultate selectate este disponibil pentru vizualizare în mai multe feluri:

- a. Diagrame
- b. Chart-uri
- c. Text
- d. Direct pe modelul CAD, în deformații sau culori

**Figura 25** prezintă deformația totală pe muchia de tăiere, unde a fost aplicată forța  $F$ . Legenda de culori prezintă vizual deformațiile, unde culoarea roșie este deformația maximă, iar albastru reprezintă deformația minimă a solidului. Din figură reiese că deformația maximă este pe muchia unde a fost aplicată încărcarea.

LUCRARE DE DISERTAȚIE

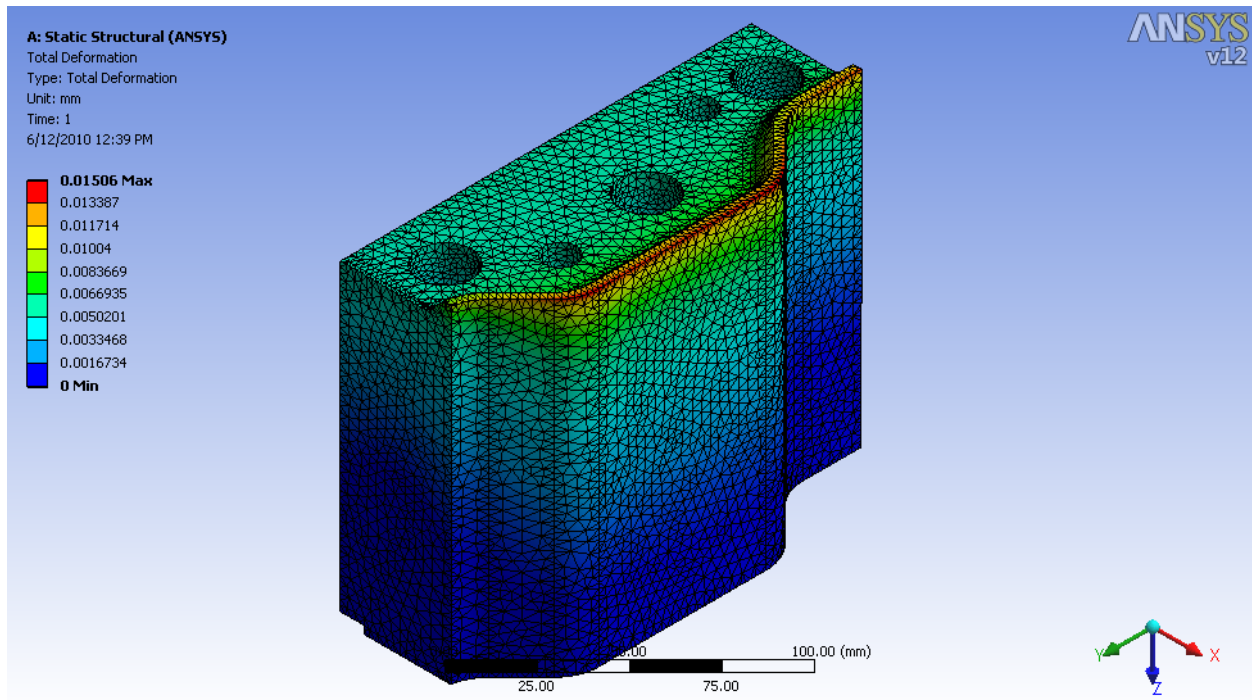


Figura 25, Deformația totală a modelului

Principalele vectori de tensiuni sunt fi afișate cu săgeți colorate care indică mărimea și direcția vectorilor (Figura 26).

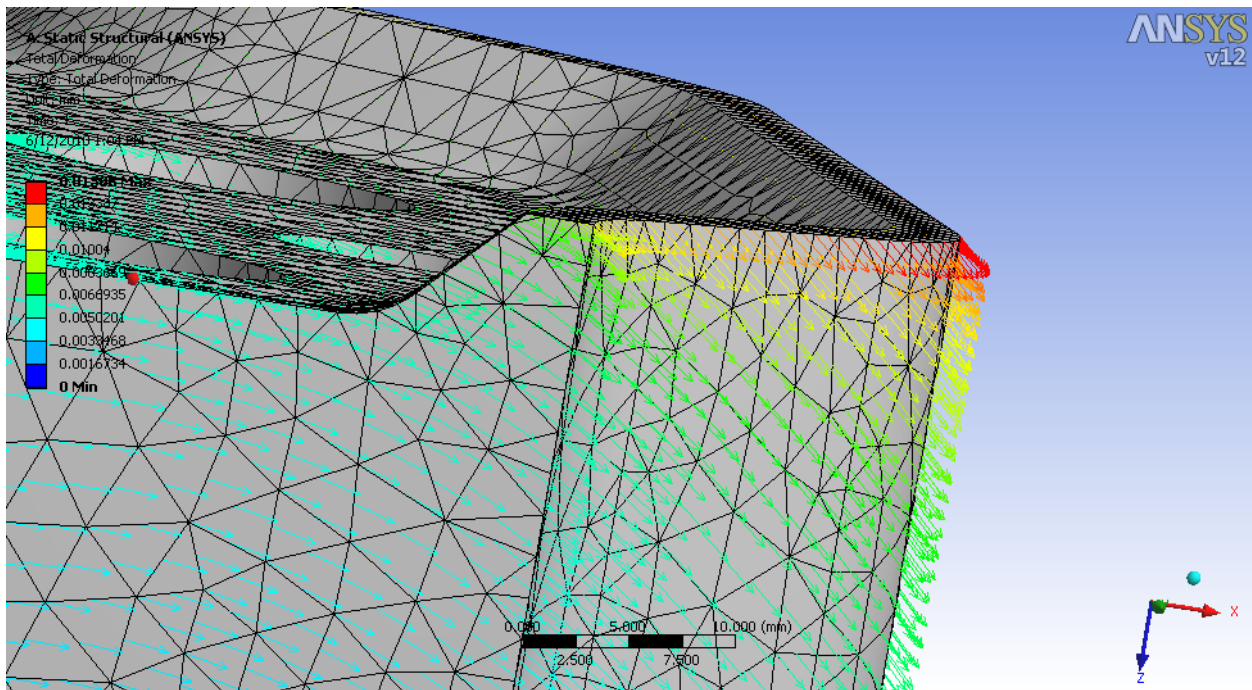
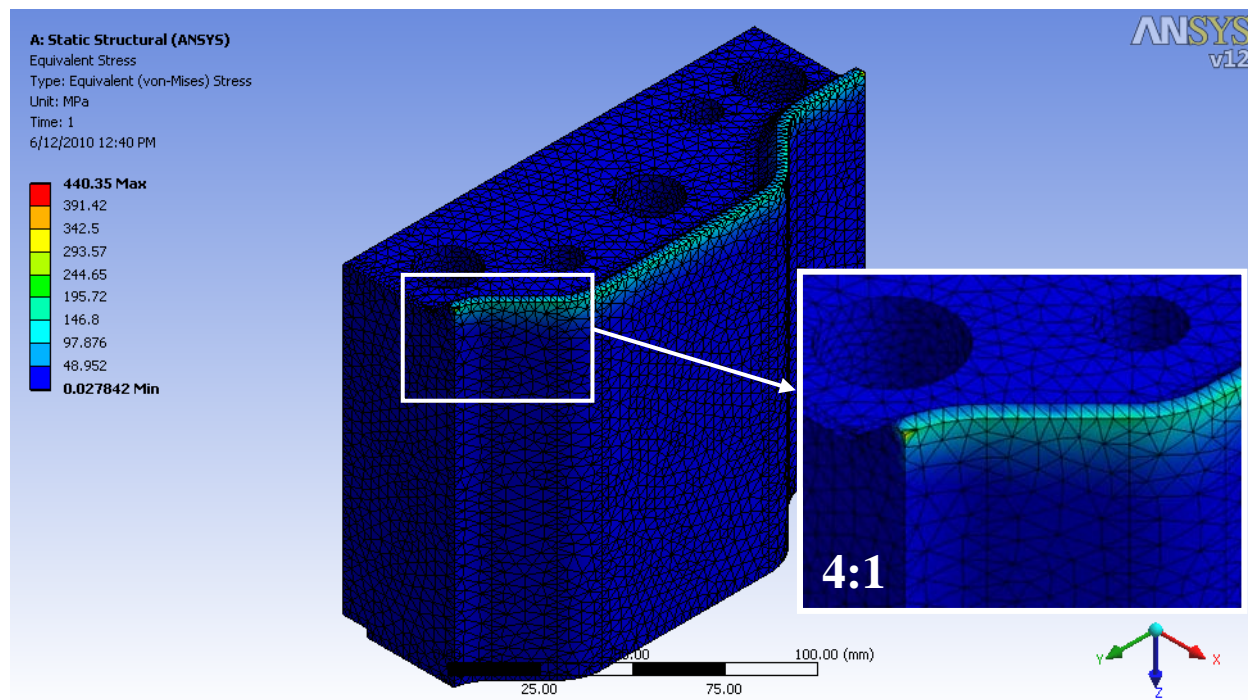


Figura 26, Deformarea totală reprezentată cu săgeți

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

Tensiunea în model în timpul încărcării este prezentată grafic în **Figura 27**. Legenda de culori indică tensiunile maxime și minime. Din imagine reiese că pe dealungul muchiei, unde piesa este solicitată direct, are o tensiune între 150 și 250 de MPa. Tensiunile maxime sunt pe cele două margini ale muchiei tăietoare, unde modelul este cel mai sensibil din punct de vedere a designului.



**Figura 27**, Tensiunea von-Mises

## 6. Analiza durabilității a unui cuțit de tăiere

### 6.1 Elemente generale

Oboseala materialului conduce la cedarea lăceștiua din cauza sarcinilor repetate [4]. Aceste sarcini aplicate individual în unele cazuri poate nu ar duce la cedare,. Componentele însă se defectează din cauza aplicării unor sarcini repetate. Astfel, în primele faze de proiectare considerarea distrugerii la oboseala este fundamentală pentru prevenirea eșecurilor accidentale.

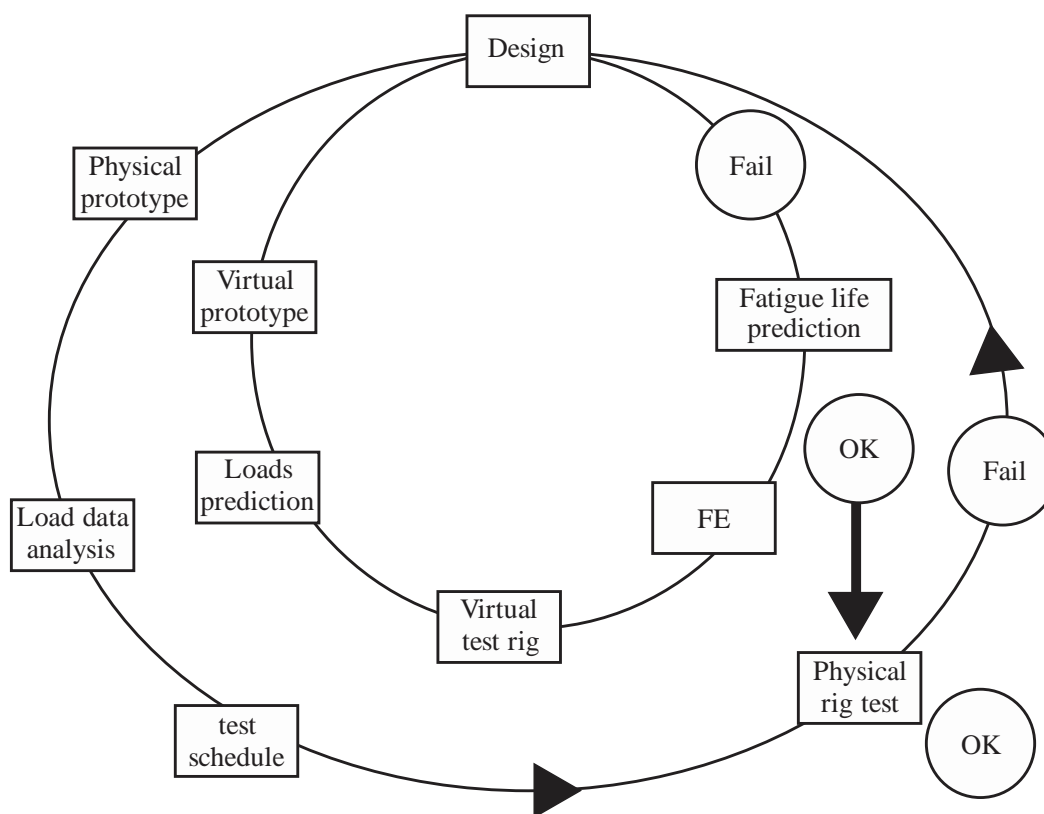
În ANSYS Workbench funcția de durabilitate permite să prezică oboseala în primele faze de proiectare, prin integrarea analizei de oboseală într-un proces de durabilitate la nivelul

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

sistemului. Acest proces include un ciclu complet, de la prezicerea sarcinii la prezicerea de probleme cu oboseală locală.

Atingerea performanțelor necesare a componentelor funcționale și a structurilor complete este o etapă esențială în procesul de dezvoltare. Prin urmare, modelarea și simularea CAE bazată pe proprietățile de inginerie cum ar fi zgomotul, vibrațiile, manipularea, confortul și durabilitate în primele faze de proiectare ajută la îmbunătățirea procesului de dezvoltare, și reduce testarea fizică necesară pentru un produs final ideal.

Pentru obținerea unor rezultate expresive de durabilitate, trebuie să fie luat în considerare întregul proces ce conduce la oboseala unei componente (**Figura 28**).



**Figura 28,** Etapele testării de oboseală

În mod tradițional ingineria durabilității a fost bazată pe teste. Prin urmare, prototipurile a trebuit să fie disponibile înainte de lansarea testului. Teste de durabilitate au fost efectuate folosind un sistem complet cu încărcare reală. Acest aspect presupune, pe de o parte, foarte un timp îndelungat de realizare iar, pe de o altă parte, poate fi periculos. Pentru aceasta, constructorii de automobile au început să construiască piste de testare speciale, astfel încât testele ar putea fi

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

efectuate mult mai rapid, fără a afecta siguranța publică. De asemenea, la folosirea unei piste de testare este nevoie de un vehicul complet, înainte de a putea începe testarea. Folosind un dispozitiv de testare, se poate aplica direct sarcini la componente separate.

Pentru îndeplinirea testului de durabilitate este esențial ca piesa să aibă sarcini corecte, de aceea pentru măsurarea unui prototip al componentei, este necesar și sistemul complet. Încărcarea din urmă, poate să fie simulată prin intermediul unor proceduri de testare standardizate.

Aceste teste sunt făcute într-o fază mai târzie a procesului de proiectare, dar ce este de făcut în cazul în care piesa nu reușește să treacă testul de durabilitate. În principiu, trebuie început întregul proces de proiectare din nou.

Prin urmare, simularea în primele faze ale procesului de proiectare poate înlocui unele teste, dar poate să fie utilizată pentru a defini sarcinile pentru test. Se poate simula sarcini știind topologia pistei de încercare sau prin măsurători de la alte vehicule și se poate recalcula în mod corect sarcinile pe următoarea generație de design.

Este important să se menționeze faptul că întregul lanț de proces trebuie să fie luat în considerare pentru a ajunge la rezultate valoroase în baza unei analize numerice de durabilitate. Aceste rezultate trebuie să ajute inginerul mai mult decât rezultatele binare cum ar fi:

- Este piesa bună pentru un test fizic?

Cel mai important rezultat este de a ști:

- Cum se poate îmbunătății designul,
- Reducerea greutateii, sau conservarea durabilității?
- Reducerea condițiile de încărcare locale care pot duce la problem de durabilitate?

Analiza de durabilitate va fi folosită prima dată pentru:

- Identificarea regiunilor critice.

Aceasta oferă informații despre cazul la care proiectul poate necesita modificări. Regiunea poate să fie critică, datorită:

- Tensiunilor locale care sunt induse geometric de muchii ascuțite, etc.

În acest caz, modificările locale geometrice (care pot fi automatizate prin metode de optimizare pe baza rezultatelor de durabilitate) pot fi aplicate direct pentru a îmbunătăți performanța.

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

O analiză mai detaliată poate fi utilizată pentru a identifica efectul sarcinilor aplicate pe model.

- Care sarcini sunt importante pentru care regiune critică?
- Care evenimente afectează în special proiectul?

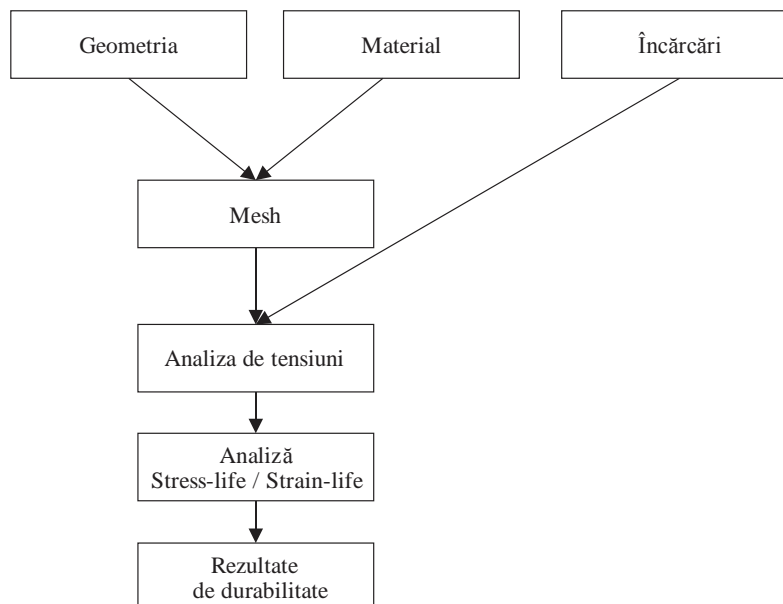
Răspunsurile la aceste întrebări permit inginerilor să dezvolte modele care pot fi optimizate în regiunile critice.

## 6.2 Procesul de simulare

Oboseala unui model este un proces complex. Variabilele care influențează cel mai mult procesul sunt următoarele:

- Încărcarea
- Duritatea structurii definită prin
  - Material
  - Geometrie/Design

Toate aceste trei au o influență mare asupra obosealii componentei. (**Figura 29**)



**Figura 29**, Procesul de simulare

### 6.3 Tipuri de analize de durabilitate

Cedarea materialului este datorată încărcării ciclice repetate. Pentru metale, acest lucru de obicei înseamnă inițierea unor mici fisuri pe suprafața liberă a unui exemplar, componente, sau structură, care transformă mai apoi în fisuri mari, ce provoacă ruperea unei componente.

Pentru cele mai multe mașini și vehicule, durata de timp până la inițierea de microfisuri este, de obicei, mult mai mare decât durata de timp necesară pentru ca microfisurile să devină macrofisuri. Aceasta înseamnă că durata de viață utilă a pieselor poate să fie aproape la fel ca durata de timp cât este nevoie pentru inițierea fisurilor. Două abordări de bază au fost elaborate pentru a estima durata de viață a componentelor:

- Metoda stress-life
- Metoda strain-life

Opțiunea pentru un anumit mod de abordare în cazul analizei la oboseală depinde de modul de cedare a structurii. Ca o regulă simplă, stress-life este adecvată pentru domenii de oboseală high-cycle, în timp ce strain-life în este adecvată pentru domenii de oboseală low-cycle. Însă, din punct de vedere a aplicabilității, există un criteriu mai important, și anume experiența.

### 6.4 Analiza de durabilitate a cuțitului de tăiere

În cazul cuțitului de tăiere pentru determinarea durată ei de viață se folosește metoda *Stress-life*. Motivele pentru care se folosește această metodă sunt:

- Principala cauză a cedării piesei este aplicarea ciclică de încărcări pe aceasta
- Sunt prezente condiții de oboseală de High-cycle
  - Un număr mare de cicluri până oboseala materialului
  - Deformarea plastică a materialului este relativ mică

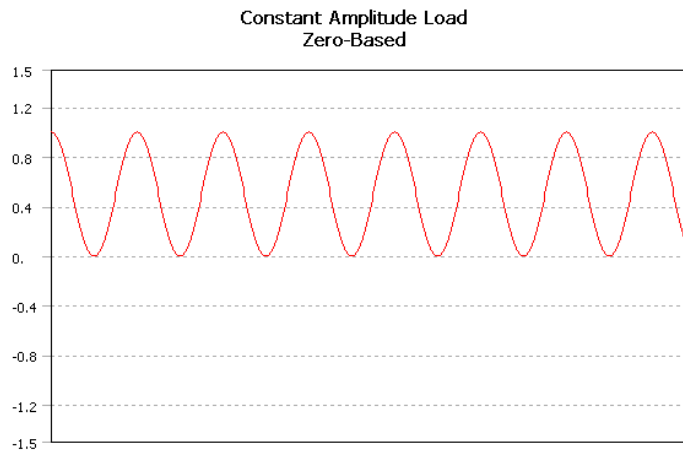
ANSYS Workbench folosește, pentru calcularea durabilității, parametrii setați la faza de pre-procesare în analiza FEM. Setările pentru analiza de durabilitate sunt definite în **Tabelul 15**. Fizica problemei cuțitului de tăiere este simplă, berbecul preseii mișcă partea de sus a ștanței și totodată cuțitele cu forța  $F$ , liniară, cu o amplitudine constantă. De aceea se setează o ciclicitate pulsativă, cu amplitudine constantă (Zero-Based) (**Figura 30**).

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

LUCRARE DE DISERTAȚIE

Object Name	<i>stress life</i>
State	Solved
<b>Materials</b>	
Fatigue Strength Factor (Kf)	1.
<b>Loading</b>	
Type	Zero-Based
Scale Factor	1.
<b>Definition</b>	
Display Time	End Time
<b>Options</b>	
Analysis Type	Stress Life
Mean Stress Theory	Goodman
Stress Component	Signed Von Mises
<b>Life Units</b>	
Units Name	cycles
1 cycle is equal to	1. cycles

**Tabel 15,** Parametri setate pentru procesarea durabilității

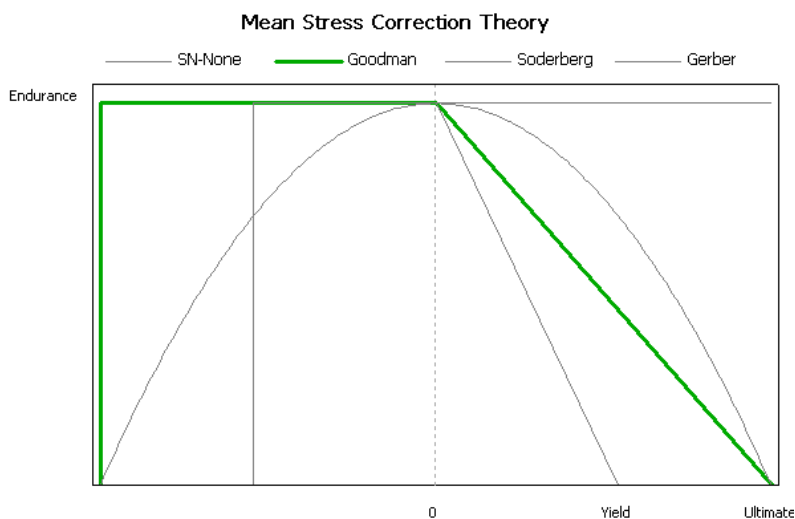


**Figura 30,** Încărcări cu amplitudine constantă

Pentru a analiză mai detaliată se aplică corecția de tensiune medie după teoria Goodman (Figura 31).



## LUCRARE DE DISERTAȚIE



**Figura 31,** Tensiunea medie calculată cu metoda Goodman

Rezultatele obținute sunt afișate în Tabelul 16. Cele mai importante valori din acest tabel sunt legate durata de viață a piesei și factorul de siguranță. Din tabel reiese că viața minimă a cuțitului de tăiere este de 18.144 cicluri. Factorul de siguranță arată zonele cuțitului care cedează înainte de durata de viață impusă. În cazul prezent, durata de viață impusă este de 1.000.000.000 de cicluri, deci dacă sunt zone ale cuțitului care cedează la 18.000 de cicluri atunci scade factorul de siguranță. Locurile unde factorul de siguranță scade sub cota 1, trebuie reevaluate din punct e vedere a designului.

Object Name	Life	Damage	Safety Factor	Equivalent Alternating Stress
State	Solved			
<b>Scope</b>				
Scoping Method	Geometry Selection			
Geometry	All Bodies			
<b>Definition</b>				
Type	Life	Damage	Safety Factor	Equivalent Alternating Stress
Identifier				
Design Life		1.e+009 cycles		
<b>Results</b>				
Minimum	18144 cycles		0.39151	1.3921e-002 MPa
Maximum		55115		220.17 MPa

**Tabel 16,** Rezultatele analizei Stress-life

Durata de viață și factorul de siguranță este reprezentat grafic în **Figura 32**, respectiv **Figura 33**.

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

LUCRARE DE DISERTAȚIE

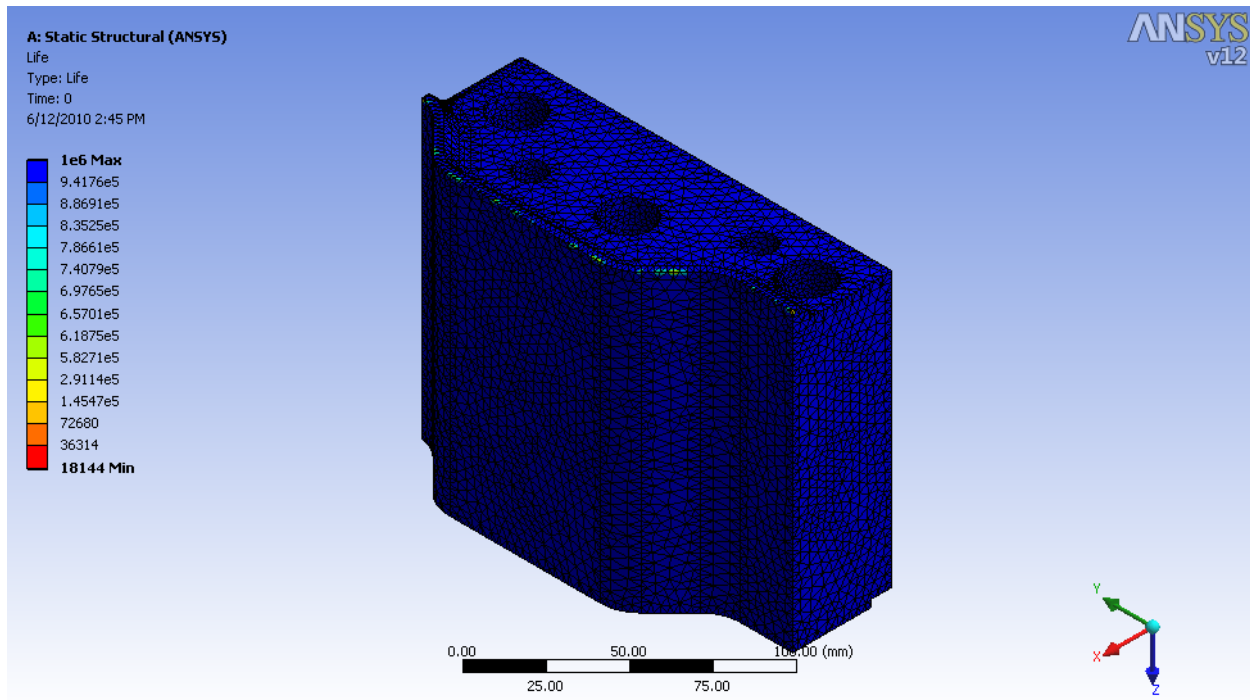


Figura 32, Viața de durabilitate a cuțitului de tăiere

Se vede că factorul de siguranță este sub cota 1 pe muchia de tăiere, unde este aplicată forța  $F$ .

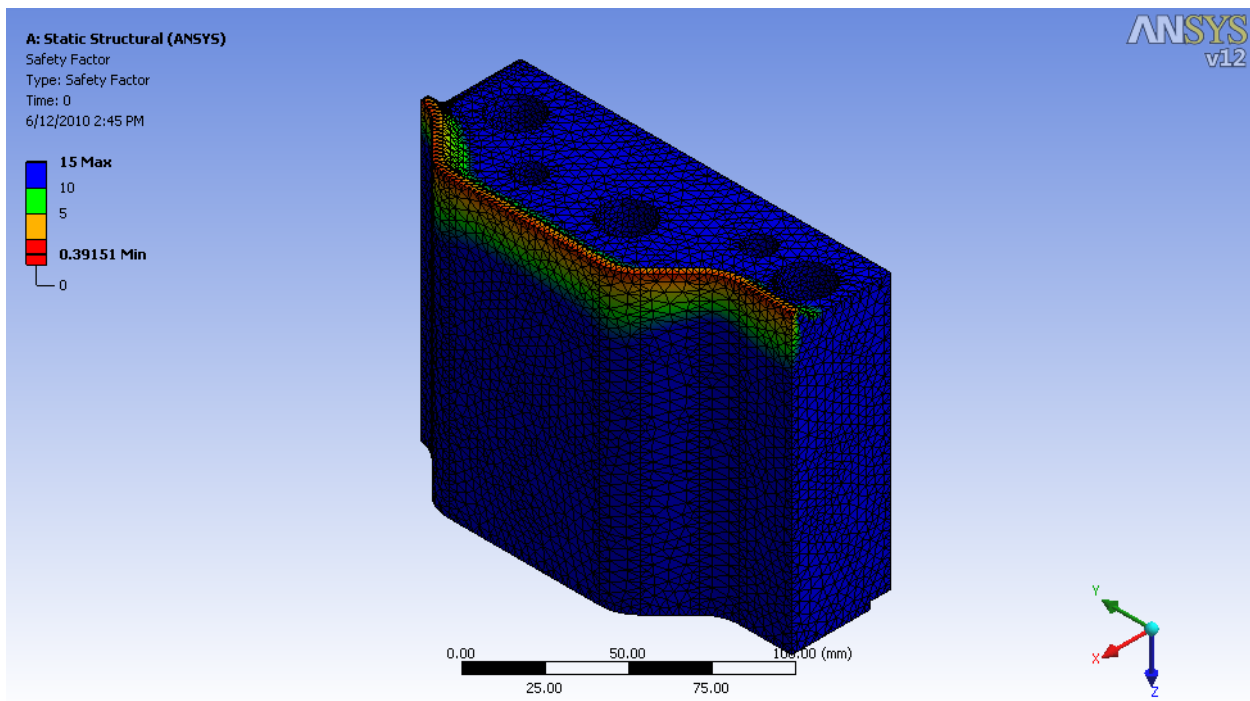


Figura 33, Factorul de siguranță a modelului

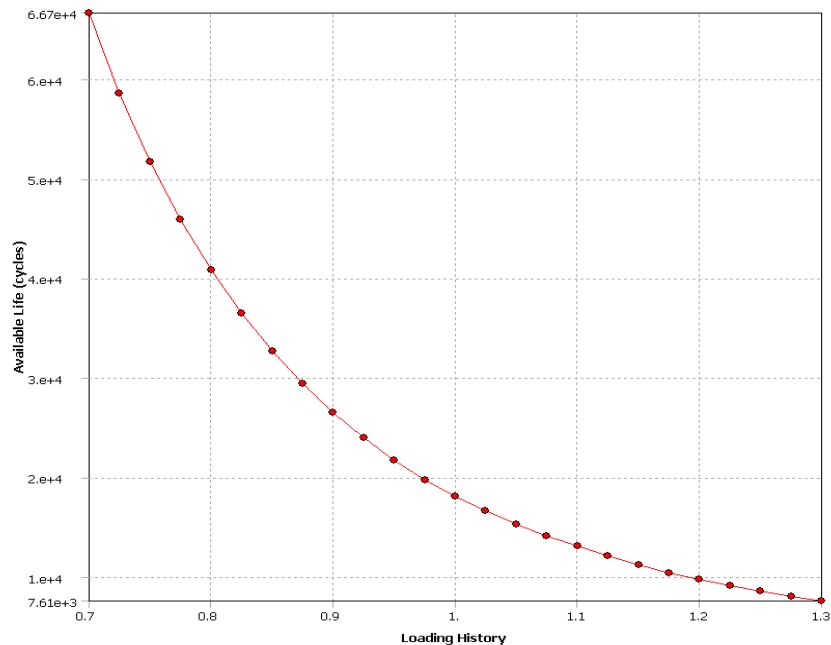
Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

LUCRARE DE DISERTAȚIE

În cadrul analizei de durabilitate a cuțitului se mai face o analiză cu forței  $F$  aplicată pe muchia de tăiere. Analiza se numește sensibilitate la oboseală (**Tabel 17**), adică, în cazul curent, se aplică o forță mai mare cu 30% și o forță mai mică cu 30% față de forța aplicată. Diagrama acestei analize este reprezentată pe **Figura 34**.

Object Name	<i>Fatigue Sensitivity</i>
State	Solved
<b>Scope</b>	
Geometry	All Bodies
<b>Definition</b>	
Sensitivity For	Life
<b>Options</b>	
Lower Variation	70. %
Upper Variation	130. %
Number of Fill Points	25
Chart Viewing Style	Linear

**Tabel 17**, Sensitivitatea încărcărilor la viața produsului



**Figura 34**, Sensitivitatea încărcărilor la viața produsului  $\pm 30\%$

Din **Figura 34** reiese că, în cazul unei forțe mai mari cu 30% durabilitata produsului scade la 7.610 de cicluri, iar în cazul unei forțe mai mici viața la oboseală crește la 66.700 de cicluri.

Mihaly KOVACS, *Analiza durabilității cuțitelor de tăiere pentru dispozitivele de ștanțare la rece*

## 7. Concluzii

Majoritatea elementelor componente ale dispozitivelor de ștanțare și matrițare la rece sunt supuse unui proces continuu de uzură și sunt solicitate la compresiune cu șoc, încovoiere etc. În plus, sculele acestor dispozitive sunt solicitate și termic. Din aceasta cauză în primele faze ale proiectării este esențială analiza de durabilitate a componentelor supuse la uzură pentru optimizarea designului produsului pentru o funcționare mai performantă.

În cazul ștanțelor de debavurat părțile cele mai mult supuse la uzură sunt cuțitele de tăiere. Fiind vorba despre un proces din punct de vedere fizic simplu, încărcările procesul de debavurat pe cuțitele de tăiere sunt relativ simple de modelat într-un mediu virtual.

În lucrare este propusă analiza de durabilitate a cuțitelor de tăiere. Analiza a fost făcută cu ajutorul programului ANSYS Workbench 12.0. Programul are o interfață ușor de folosit. Se poate introduce toate datele care sunt necesare pentru analiză de durabilitate.

Ștanța de debavurat a fost proiectată în CATIA V5R17 iar cuțitul analizat a fost exportat într-un format general STP, care se poate importa în ANSYS. La importarea geometriei a fost definit materialul cuțitului de tăiere, adică 1.2379. Cuțitul a fost discretizat și analizat utilizând metoda elemente finite. Din această analiză a reieșit că la o forță  $F$  de 17.500 N aplicată pe a muchia de tăiere a cuțitului, cuțitul are o deformare maximă de 0.01 mm pe axa OZ, iar tensiunea maximă este de 440 Mpa.

ANSYS folosește rezultatul obținute din analiza FEM pentru a face analiza de durabilitate a cuțitului. Din această analiză de durabilitate a ieșit că sunt puncte pe muchia de tăiere la care materialul cedează după 18.000 de cicluri.

Din rezultatele obținute se poate constata că, cu o încărcare de 17.500 N, cuțitul trebuie reascuțit după fiecare 17.000 de tăieri cu minim 0,015 mm. Factorul de siguranță arată unde trebuie optimizată designul cuțitului pentru o viață la oboseală mai lungă a acestuia.

Metoda este ușor de refăcut pentru fiecare cuțit a ștanței de debavurat și se poate aplica la alte dispozitive de presare la rece.

## 8. Bibliografie

- [1] O.C. Zienkiewicz, CBE, FRS, *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals 6th*, Ed. Elsevier Oxford 2005;
- [2] Y. Nakasone, S. Yoshimoto, *Engineering Analysis with Ansys Software*, Ed. Elsevier Oxford 2006;
- [3] Y. Lee, J. Pan, R. Hathaway, M. Barkey, *Fatigue Testing and Analysis (Theory and Practice)*, Ed. Elsevier Oxford 2005;
- [4] LMS VL Rev 8A-SL1 Help, *Durability*;
- [5] Ansys 12.0 Workbench Help, *Fatigue Analysis*;
- [6] V.P. Romanovski, *Îndrumător pentru presarea la rece*, Ed. Tehnică Bucuresti 1957
- [7] C. Iliescu, *Tehnologia ștanțării și matrițării la rece*, Ed Didactică și Pedagogică București 1977
- [8] S. Timoshenko, *Strength of Materials*, Ed D. Van Nostrand Co New York 1940