

CONCEPTUL PRELUCRĂRII LA VITEZE MARI (HIGH SPEED MACHINING – HSM)

Autori: **Ghenița Ion, Melenti Ștefan**

Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat: Există mai multe moduri diferite de a defini Prelucrarea la Viteze Mari (High Speed Machining), fapt menționat și în: Prelucrare la Productivitate Mare; Prelucrare cu Avansuri Mari (High Feed Machining); Așchiere la Viteze Mari (High Speed Cutting); Prelucrare cu Avansuri Mari la Viteze Mari de Așchiere (High Speed and Feed Machining); Prelucrare la Turații de Înaltă Frecvență (High Rotational Speed Machining). HSM poate fi numit mai degrabă prelucrarea de productivitate mare deoarece este valabilă pentru toate prelucrările: de degroșare, de semifinisare, de finisare și pentru toate dimensiunile exacte și mai puțin exacte. Prelucrarea la viteze mari HSM este adesea folosită la finisare pe oțeluri călite atât cu viteze mari cât și cu avansuri mari.

Cuvinte cheie: viteza mare de așchiere, viteza mare de prelucrare, prelucrare cu avansuri mari, prelucrare cu turatii mari

Prima definiție a așchierii la viteze mari a fost formulată de Carl Salomon în 1931, care a presupus că la viteze de așchiere de 5-10 ori mari decât cele tradiționale temperatura de așchiere va începe să scadă. Ulterior această ipoteză a fost confirmată experimental (fig. 1), dar încă nu este posibil să se verifice completamente această teorie pe baza rezultatelor experimentale recente, care sunt încă insuficiente [3].

Se constată o scădere relativă a temperaturii de așchiere care începe la anumite viteze de așchiere pentru diferite materiale. Această descreștere a temperaturii de așchiere se produce în primul rând și la viteze mai mici pentru aliajele neferoase (cca 250 m/min), pentru bronzuri la cca 650 m/min, pentru fonte la cca 700 m/min și pentru oțeluri la cca 800 m/min.

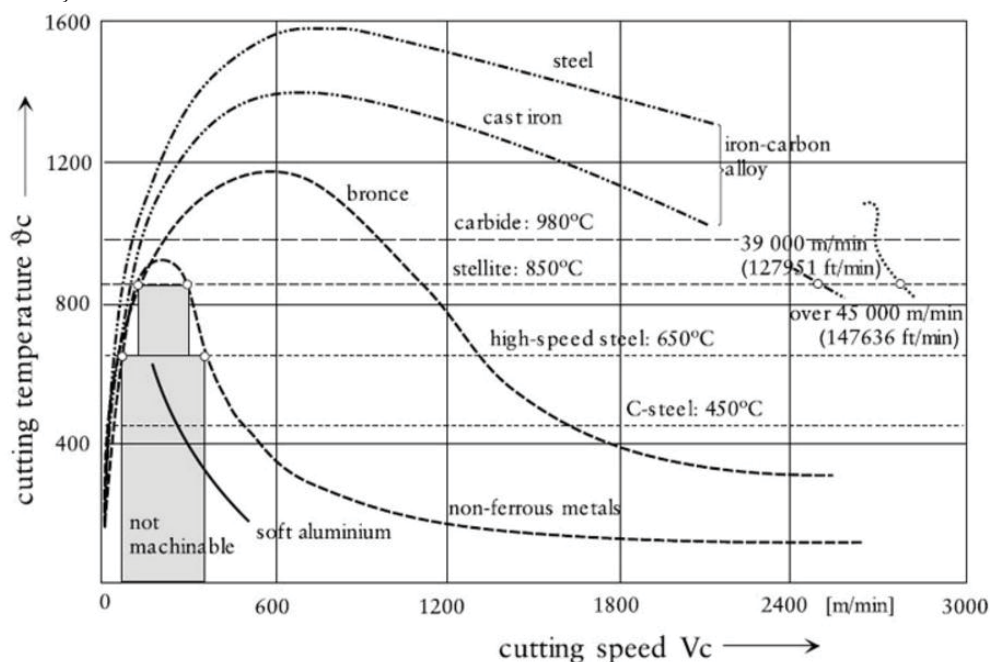


Fig. 1. Temperatura de așchiere în funcție de viteza de așchiere pentru diferite materiale [3]

În regimul de prelucrare cu viteze ridicate procesul de formare al așchiei este diferit față de cel normal [5] (are loc în condiții de temperatură și de frecare diferite și se produce prin trecerea de la o alunecare plană la o forfecare adiabatică ireversibilă), cu modificarea aspectului de la o așchie cu formă continuă către o așchie fragmentată. Dar domeniile de viteze nu sunt bine definite existând zone de tranziție pentru care transformările macro și microscopice sunt continue ca în fig. 2.

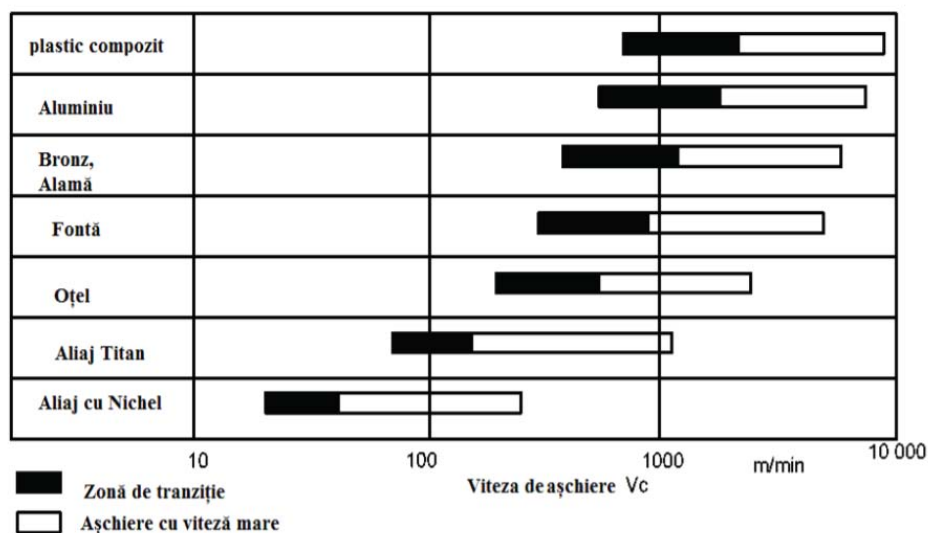


Fig. 2. Gama de viteze de aşchiere pentru diferite materiale [5]

Termenul de prelucrare la viteze mari este relativ. În general se consideră următoarea clasificare: viteză înaltă: 600...1800 m/min; viteză foarte înaltă: 1800...18000 m/min; viteză ultra înaltă: >18000 m/min.

Teoretic prelucrarea în regim HSM permite îndepărtarea unui volum de material raportat la unitatea de timp superior celui în regim convenţional [5]. Prin creşterea cantităţii de material îndepărtată şi scăderea forţelor de tăiere pare a permite o ameliorare a procesului de fabricaţie în termeni de productivitate, costuri şi termen de realizare.

În general utilizarea regimurilor de prelucrare cu viteze mari duce la diminuarea forţelor de aşchiere, a puterii şi a energiei consumate cu efecte pozitive în proiectarea şi exploatarea sculelor şi maşinii unelte, şi implicit la reducerea costurilor şi creşterea productivităţii.

Tehnologia HSM este una din cele mai progresiste şi rapid dezvoltate tehnologii. Cu toate acestea, este un proces relativ nou, iar experienţa pe scară largă încă nu este acumulată şi efectiv cunoscută.

Prelucrarea la viteze mari HSM nu este doar o prelucrare cu viteză mare de aşchiere, nu este doar o prelucrare la turaţii mari. Această prelucrare este un proces la care prelucrările de degroşare, de finisare şi de superfinisare sunt efectuate prin metode foarte specifice şi cu ajutorul unor echipamente, utilaje şi scule speciale [1].

De fapt, există mai multe moduri diferite de a defini Prelucrarea la Viteze Mari (High Speed Machining), fapt menţionat şi în [1]:

- Prelucrare la Productivitate Mare.
- Prelucrare cu Avansuri Mari (High Feed Machining). Avansurile mari pot fi aplicate la fazele tehnologice de degroşare (în special) şi la fazele de finisare cu condiţia utilizării sculelor cu geometrie specială favorabilă formării rugozităţii joase.
- Aşchiere la Viteze Mari (High Speed Cutting). Factorul principal ce asigură înalta productivitate devine viteza de aşchiere.
- Prelucrare cu Avansuri Mari la Viteze Mari de Aşchiere (High Speed and Feed Machining). Factorii principali ce asigură înalta productivitate devine cuplul (produsul) viteza de aşchiere - avansul.
- Prelucrare la Turaţii de Înaltă Frecvenţă (High Rotational Speed Machining). În prezent în construcţia maşinilor – unelte, sunt caracterizaţi drept arbori principali cu turaţia înaltă toţi arborii, care permit realizarea unei turaţii de peste 6300 rot/min. Pentru a putea compara, însă în asemenea arbori trebuie cunoscută sarcina permisă pe lagăr atât la turaţie mijloace cât şi la turaţie maximă.

Implementarea în producere a maşinilor unelte moderne de înaltă performanţă nu este posibilă fără cunoaşterea principiilor de prelucrare la mare viteză (HSM – high speed machining – prelucrare la viteze mari) şi problemele de dezvoltare legate de acest fenomen tehnologic.

Pentru a obţine creşterea volumului de material îndepărtat pentru o anumită secţiune de aşchie trebuie crescută viteza de aşchiere, deci folosirea regimurilor specifice HSM sau HSC [5]. Dintre creşterea adâncimii de aşchiere şi respectiv creşterea vitezei de avans este preferabilă a doua, deoarece determină o creştere mai mică a forţelor de aşchiere, deci o putere mai mică, implicit un consum mai redus de energie. Prin modelări şi experimente se poate observa că atunci când viteza de aşchiere creşte, aceasta determină diminuarea forţelor de aşchiere şi a temperaturii din piesă. Creşterea vitezei de aşchiere conduce la creşterea volumul de material îndepărtat, dar reduce drastic durata de viaţă a sculei, cu scăderea corespunzătoare a productivităţii.

Viteza mare de prelucrare a fost favorizată și impusă prin [4]:

- ✓ apariția comenzii electronice, totdeauna mai perfecționată și mai puțin scumpă decât comanda tradițională;
- ✓ apariția mașinilor cu comandă numerică de mare flexibilitate tehnologică și ideală pentru fabricarea seriilor mici și medii de piese;
- ✓ necesitatea rentabilizării producției;
- ✓ necesitatea unor timpi de fabricație reduși;
- ✓ nevoia unei calități superioare pentru suprafețele prelucrate;
- ✓ nevoia micșorării stocurilor de piese;
- ✓ nevoia reducerii timpului de stocare a mijloacelor circulante pe perioada cât are loc fabricația.

HSM poate fi numit mai degrabă prelucrarea de productivitate mare deoarece este valabilă pentru toate prelucrările: de degroșare, de semifinisare, de finisare și pentru toate dimensiunile exacte și mai puțin exacte [1]. Prelucrarea la viteze mari HSM este adesea folosită la finisare pe oțeluri călite atât cu viteze mari cât și cu avansuri mari.

Astăzi se manifestă o tendință constantă de a crea mașini destinate pentru prelucrarea la viteze mari HSM. Progresele în domeniul sculelor așchietoare au permis aplicarea în mod efectiv a prelucrărilor HSM în diverse industrii. Diversitatea mare a industriilor și a condițiilor specifice legate de materiale a adus la aceea că tehnologia CAM este astăzi în plină expansiune, pentru a satisface nevoile specifice în crearea de noi strategii de deplasare a instrumentului pentru așchieria la viteze mari.

Există o varietate mare de factori care afectează calitatea pieselor prelucrate, care în mod normal sunt detectate și evaluate în procesul de pregătire constructiv-tehnologică a producției (CAD/CAPP), în procesul de generare a datelor și în timpul prelucrării [6]. Uneori factorii au caracter ascuns și vualat, alții factorii sunt evidenți, dar afectează precizia și rugozitatea de suprafețelor generate, precum și timpul de prelucrare. Toate acești criterii sunt întotdeauna într-o relație și conectare reciprocă strânsă și, de obicei, confruntarea cu ei se produce pe măsură ce ei apar. Prelucrare mecanică este veriga finală a unei probleme complexe, soluționarea căreia se face succesiv prin instrumentele sistemelor CAD, CAPP, CAM și CNC.

De obicei, prelucrarea de mare viteze mari se realizează cu avansuri axiale foarte mici, cu adâncimi de așchiere mici, astfel încât să se obțină o bună calitate a suprafeței prelucrate și pentru a evita deteriorarea sculei, a piesei sau a arborelui principal.

Prima regulă a prelucrării la viteze mari - secțiune constantă și mică a așchii eliminate cu viteză mare [2]. Acest principiu de bază se realizează printr-o simplă atribuire a unor pași mici între treceri, cu excepția cazurilor de intrare când se lucrează cu întreaga lățime a frezei. Astfel de cazuri ar trebui excluse, iar acest lucru se realizează folosind prelucrarea trohoidală, când freza efectuează o traiectorie circulară în aceeași direcție. În mod ideal, sistemul CAM construiește automat o trohoidă în locuri în care este necesar acest lucru.

Software-ul de optimizare a avansului poate fi folosit pentru a obține o eficiență de așchiere bună cu adâncimi de așchiere mari și la ratele ridicate ale avans pentru a depăși problemele în locuri geometrice specifice cu sarcină majoră dar de scurtă durată. Valorile constante ale secțiunii așchiilor permit utilizarea optimă a puterii de așchiere la viteze mari. Software-ul detectează condițiile în care sarcina provocată de așchie este prea mare și ajustează avansul la un nivel mai mic rezonabil. Apoi se produce întoarcerea la viteza de avans mai mare atunci când pericolul de suprasarcină dispar. Software-ul în regim automat optimizează procesul în raport cu volumul de material îndepărtat în fiecare moment de timp și menține mașina unealtă și organele de lucru la același nivel de solicitare.

Efectul HSM este cauzat de schimbările structurale ale materialului (din cauza deformărilor plastică efectuate la viteză mare) în locul de separare a așchii. Odată cu creșterea vitezei de așchiere forțele de așchiere inițial cresc, iar apoi la atingerea unui anumit prag al temperaturii în zona așchierii - scad în mod semnificativ [6].

Cel mai important este faptul că timpul de contact al muchiei așchietoare cu semifabricatul este atât de mic iar viteza de evacuare a așchiilor este atât de mare încât cea mai mare parte a căldurii formate la formarea așchii este eliminată împreună cu așchiile. Piesa de prelucrat și instrumentul pur și simplu nu au timp să se încălzească. Acest efect a fost de mult timp cunoscut și utilizat de exemplu prin încălzirea înainte de prelucrare a pieselor din materiale greu de prelucrat (aliaje de titan).

Formarea așchii este cel mai important aspect al prelucrării la viteze mari HSM: în timpul formării așchiilor 80% din căldura este generată în zona de deformare plastică a materialului, 18% - în zona de contact dintre instrument și așchie și 2% - în zona de frecare a muchiei așchietoare cu materialului piesei. Prelucrările la viteze mari (HSM) efectuate în condițiile parametrilor stabiliți corect arată că cca 75% din căldura produsă este evacuată cu așchiile, 20% - prin intermediul instrumentului și cca 5% - prin piesa prelucrată.

Prelucrarea la viteze mari (HSM) [7]: nu este numai o simplă prelucrare la viteză mare, ea trebuie să fie tratată ca un proces bazat pe metode pronunțat specifice realizate pe utilaje de precizie înaltă; nu necesită

obligatoriu turații înalte, multe aplicații pot fi realizate la turații moderate dimensiunile obiectului în proces de rotire fiind suficient de mari; este o prelucrare de înaltă productivitate operându-se cu scule de dimensiuni mici atât la degroșare cât și la cele mai fine prelucrări.

Prelucrările la viteze mari se realizează dacă sunt respectate, la general, cerințele: secțiune mică a așchiilor; turație mare a arborelui principal; avansuri liniare de lucru înalte; pas mic; adâncime de așchiere mică - mai puțin de 10% din diametrul sculei la frezare.

Prelucrarea la viteze mari (HSM) este o metodă puternică de prelucrare care combină avansurile ridicate cu vitezele mari de așchiere, cu turația înaltă a arborelui principal, cu scule specifice ce obțin mișcări de generare cu particularități specifice [7].

Bibliografie

1. Pasko, R. - Przybylski, L. & Slodki, B. High speed machining (hsm) – the effective way of modern cutting. International Workshop CA Systems And Technologies. Disponibil la: http://fstroj.utc.sk/journal/engl/papers/034_2002.pdf
2. Высокоскоростная обработка. Disponibil la: <http://insoftmach.ru/HSC.html>
3. High Speed Machining. Disponibil la: <http://www.cnccookbook.com/CCCNCMillFeedsSpeedsHighSpeedMachining.htm>
4. Prelucrarea cu viteze mari in industria aeronautica. Disponibil la: <http://documents.tips/documents/prelucrarea-cu-viteze-mari-in-industria-aeronautica.html>
5. Rusu Ovidiu. Contribuții privind studiul procesului de frezare cu viteze mari de așchiere, pe centre de prelucrare - Rezumatul tezei de doctorat. Disponibil la: http://www.tuiasi.ro/uploads/files/Rezumat_teza_Ovidiu_Toader_Rusu.pdf
6. Внедрение HSM фрезерования в современном производстве. Disponibil la: www.cnc-club.ru/forum/download/file.php?id=18459
7. Radu Alexandru Ivan. Studiul comportamentului dinamic al sistemului port-scula-scula aschietoare-piesa in cazul operatiei de frezare cu viteze inalte. Rezumatul tezei de doctor. Universitatea Transilvania Braşov, 2011, 90 p.