

FLEXIBILITATEA SISTEMELOR TEHNOLOGICE COMANDATE NUMERIC

MOROGAN Mihaela¹

Conducători științifici: Conf. Dr. Ing. **Sergiu TONOIU**, Șef Lucr. Dr. Ing. **Mădălin CATANĂ**

REZUMAT: Flexibilitatea fabricației vizează creșterea productivității, în cazul fabricațiilor de serie mică și mijlocie, dar și în cazul unei fabricațiilor de masă, datorită tendinței actuale de scurtare a duratei de viață a unui produs la numai 2-4 ani. În lucrare se prezintă sisteme flexibile de fabricare, respectiv date referitoare la sculele flexibile și multifuncționale utilizate la prelucrarea prin așchiere, la dispozitivele flexibile de prindere a pieselor, dar și posibilitățile de prelucrare a mașinilor unelte CNC. Flexibilitatea asigură trecerea rapidă de la o fabricație la alta.

CUVINTE CHEIE: flexibilitate, sistem tehnologic de fabricație, scule, dispozitive, mașini-unelte, multifuncționale, modulare.

1 INTRODUCERE

Flexibilitatea reprezintă capacitatea de modificare a unui sistem tehnologic, în vederea adaptării la noi posibilități de fabricație. [2]

Utilizarea calculatoarelor în toate domeniile de activitate a întreprinderii (producție, proiectare, planificarea muncii, gestiune) a determinat apariția unui concept nou – CIM, având trei componente structurate interdependente: proiectarea constructivă asistată de calculator (CAD); proiectarea tehnologică și planificarea asistată de calculator (CAP); fabricația asistată de calculator (CAM) [2].

Sistemul flexibil de fabricație (SFF) este un complex, comandat prin calculator, de mașini-unelte cu comandă automată, instalații automate de manipulare a sculelor și pieselor, echipament automatizat de măsurare și testare, care în condiții de timpi reduși de reglare, pot prelucra orice produs aparținând unei anumite familii specifice de produse în limitele unei capacități și a unui program de fabricație prestabilit [2].

Flexibilitatea în fabricație este necesară atunci când se vizează creșterea productivității, în cazul unei fabricații mici și mijlocii, dar și în cazul unei fabricații de masă, datorită tendinței actuale de scurtare a duratei de viață a unui produs la numai 2-4 ani [2].

Astfel, în această lucrare se prezintă câteva sisteme de scule flexibile și multifuncționale, dispozitive flexibile și mașini-unelte cu comandă numerică ce prezintă o mare flexibilitate din punct de vedere al prelucrărilor ce pot fi executate.

2. SISTEME FLEXIBILE

Principalele sisteme flexibile de fabricare sunt : sisteme tehnologice flexibile de fabricare și linia flexibilă de fabricare:

2.1 Sistemele tehnologice flexibile: au ca drept scop reducerea timpilor neproductivi, în acest fel realizându-se atât scurtarea ciclului de fabricație cât și scăderea cheltuielilor de stocare a semifabricatelor și a pieselor finite [2].

Un sistem tehnologic flexibil se compune : o mașină de prelucrare (mașină-unelte sau centru de prelucrare CNC), o magazie de scule cu schimbător de scule, un robot sau un schimbător automat de palete, calculator.

¹ Specializarea Inginerie Economie Industrială, Facultatea IMST;

E-mail: mihaelamorogan@yahoo.com;

2.2 Linie flexibilă de prelucrare (LFP) este formată din: două sau mai multe mașini unelte (sau centre de prelucrare); sistem automat de transport (robocare); magazii de piese; magazii de scule; robot pentru schimbarea magaziiilor de scule; un calculator DNC (conducerea numerică directă-mai multe mașini-unelte sunt conduse de un calculator central, prin conectare directă și în timp real)[2].

Utilizarea automatizării sub forma concretă de sisteme flexibile de fabricație prezintă următoarele avantaje: creșterea productivității de 8-10 ori; scăderea de 4-5 ori a numărului de muncitori la deservirea și supravegherea sistemului tehnologic de prelucrare; micșorarea suprafețelor de producție de 8 ori și a ciclului de lucru până la 10 ori; coeficientul de utilizare în schimburi a mașinilor-unelte poate atinge valoarea netă de 2.2 (după unele date chiar 2.6).[2]

3. AVANTAJELE ȘI DEZAVANTAJELE EXPLOATĂRII SISTEMELOR FLEBILILE DE FABRICAȚIE

3.1 Avantajele exploatării SFF sunt:

schimbări rapide, cu cost scăzut, a tipului de piesă de fabricat, ceea ce îmbunătățește utilizarea capitalului investit în acest sistem; costuri de fabricație scăzute, prin capacitate de producție crescută și reducerea manoperei; inventar curent redus (număr de piese aflate simultan în fabricație), datorită planificării tactice a producției și a ordonanțării precise; o calitate crescută a producției, prin programare și controlul automat/semiautomat al calității produselor; costuri de manoperă/unitate de produs finit scăzute, datorită productivității muncii crescute la același număr de operatori umani; economii la costuri indirecte din reducerea erorilor, remedierilor, reparațiilor, rebuturilor nerecuperabile.[2]

3.2 Dezavantajele exploatării SFF sunt:

abilitate limitată de adaptare la schimbările produsului sau la amestecul de tipuri de piese aflate în fabricație (mașinile unelte au o flexibilitate limitată de a îndeplini operațiile tehnologice și capacitate limitată a magaziei de

scule); activitate laborioasă de pregătire a fabricației; investiție necesară mare și foarte mare complexitate ridicată a SFF.[2]

Complexitatea și costul ridicat al SFF este motivul pentru care s-a manifestat reticența în acceptarea acestora în industrie. În cele mai multe cazuri s-a acceptat implementarea mai întâi a unor sisteme sau celule simple, acestea urmând a fi integrate într-un sistem mai complex, după o perioadă de exploatare de succes.[2]

4. FLEXIBILITATEA ÎN PROCESELE DE PRELUCRARE PRIN AȘCHIERE

Prelucrarea prin așchiere presupune îndepărtarea de pe suprafața semifabricatului a adaosului de prelucrare. Adaosul de prelucrare trebuie să fie cât mai mic pentru a se face economie de metal, de timp, precum și pentru a se reduce consumul de scule așchietoare. Adaosul de prelucrare se stabilește pe baza unor norme sau se poate determina prin calcul în cazul unui număr mare de piese, deoarece în acest caz este foarte importantă stabilirea unei valori cât mai raționale.[1]

Cu ajutorul sculelor așchietoare are loc desprinderea stratului de material de pe suprafața unei piese și generarea unei suprafețe de o anumită formă și dimensiuni. Pentru ca procesul de așchiere să poată fi realizat este necesar ca scula așchietoare să îndeplinească anumite condiții legate de forma sa geometrică și de proprietățile materialului din care este executată.[1]

În general, sculele au două părți, una activă (A) cu care se realizează desprinderea așchiilor și una pasivă (B) care este partea de prindere. Sculele flexibile sunt scule care își păstrează corpul și își modifică partea activă, rezultând scule de diferite dimensiuni sau tipuri de prelucrare. [1]

Flexibilitatea în procesele de prelucrare prin așchiere depinde de geometria și dimensiunile pieselor prelucrate, precum și de adaptabilitatea sculelor și pieselor supuse prelucrării [1].

Obiectivul principal al lucrării este trecerea rapidă de la fabricarea unui produs la altul.[1]

5. SCULE FLEXIBILE

Multe firme fabrică scule obișnuite destinate unei singure prelucrări de tip: strunjire, găurire, alezare, frezare, filetare. În ultimul timp au apărut sculele flexibile ce permit schimbarea unei părți (zona cu partea activă) și păstrarea corpului (zona pasivă).

5.1 Scule de strunjit flexibile

Serration Lock [4] este un sistem universal de adaptoare cu cap de tăiere schimbabil în care se pot construi scule personalizate pentru o varietate de aplicații de prelucrare.



Fig. 1. Serration Lock [4]



Fig. 2. Scule de strunjit Serration Lock[4]

La corpul sculei se pot atașa diferite capete de prelucrare. De asemenea, și corpul sculei poate să difere.

5.2 Freze flexibile cu partea activă schimbabilă

Freza flexibilă [4] au partea activă schimbabilă, iar corpul și-l păstrează.



Fig. 3. Freză flexibilă[4]



Fig. 4. Freze flexibile[4]

Sistemul de frezare cu cap schimbabil, [4] este un sistem pentru prelucrările de frezare. Acest sistem poate fi aplicat la frezarea frontală cu avans mare, frezarea de canale, interpolarea elicoidală, frezarea de colț, frezarea de profil și frezarea de țesire a pieselor. Prelucrarea unor materiale, precum superaliajele termorezistente, titanul și oțelul inoxidabil, implică, deseori, utilizarea unui lichid de răcire pentru a controla temperatura și pentru a evacua așchiile în timpul așchierii. Reașchiera așchiilor și aglomerarea de așchii duc, adesea, la o calitate slabă a suprafeței, la deteriorarea muchiei așchietoare și la ruperea sculei.

Adoptând soluția cu lichid de răcire prin interior, cu poziționare precisă a găurilor pentru lichidul de răcire pentru a optimiza efectul jetului de lichid de răcire, acesta depășește soluțiile existente cu lichid de răcire prin exterior, garantând evacuarea mai bună a așchiilor și siguranța procesului de așchiere.

Sistemul de frezare cu cap schimbabil permite să se treacă ușor, rapid și precis de la o prelucrare la alta, cum ar fi: forma suprafeței/ frezei, diametrul frezei, numărului de dinți ai frezei, calitatea/ rugozitatea.

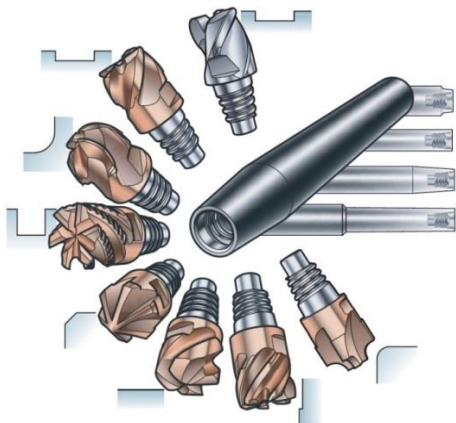


Fig. 5. Frezare cu cap schimbabil[4]

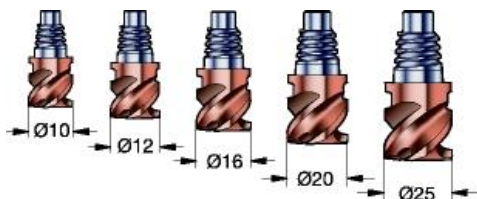


Fig. 6. Capete schimbabile pentru frezare[4]

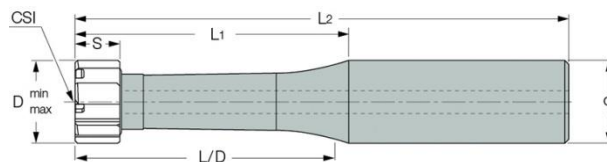
5.3 Alezoare flexibile cu partea activă schimbabilă

Alezorul flexibil [4] este eficient, precis, modular și fără ajustare. Este făcut pentru producție de serie mare, unde productivitatea este mare și costul mic. Alezorul flexibil mai poate fi folosit și pentru producție de serie mică.



Fig. 7. Alezor flexibil[4]

Alezorul cu cap interschimbabil [4] se prezintă în figurile: 8,9.



Gama 1	D=10; 10,1; 10,2...10,9
--------	-------------------------

Fig. 8. Alezor cu cap interschimbabil

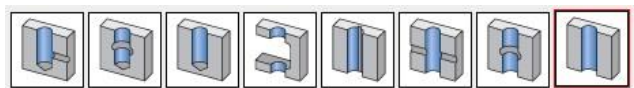


Fig. 9. Alezor cu cap interschimbabil

5.4 Burghie flexibile

Burghiele flexibile [3] sunt scule care prin modificarea părții active și păstrarea corpului scule, rezultă scule de diferite dimensiuni. La burghiele mici schimbăm capul, iar la cele mari schimbăm plăcuțele.

Burghiu cu cap schimbabil

Geometria autocentrantă (2χ) de 140° și cu patru fațete ale vârfului garantează o presiune axială scăzută. Adâncimile de găurire pot fi: $3D \div 5D$.



Fig. 10. Burghiu cu cap schimbabil[3]

Burghiu DCN R-1.5, cu capăt indexabil, cozi cilindrice și găuri de răcire internă. Patru tipuri standard de capete de găurit, confecționate pentru patru grupe de materiale [3].

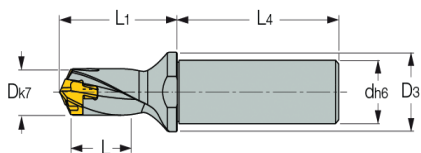


Fig. 11. Burghiu DCN R-1.5[3]

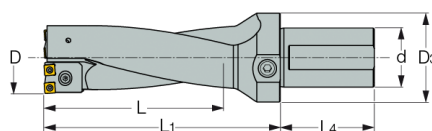


Fig. 15. Burghiu de diametru mare cu suport de plăcuțe.[3]

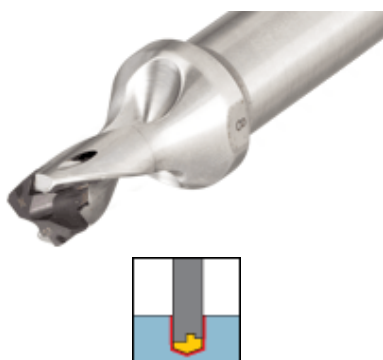


Fig. 12. Burghiu DCN R-1.5 [3]

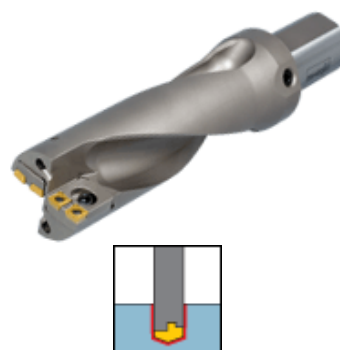


Fig. 16. Burghiu de diametru mare cu suport de plăcuțe.[3]

Pentru burghiul cu diametru mare folosim plăcuțele interioare și exterioare [3].

Burghiu flexibil DCN A-3D [3], cu cap indexabil, cu coadă plată și găuri de răcire internă. Patru tipuri standard de capete de găurit, confecționate pentru patru grupe de materiale.

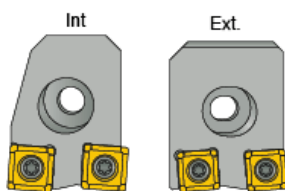


Fig. 13. Plăcuțe [3]

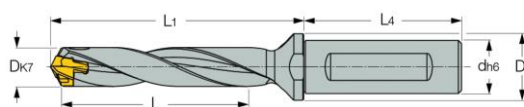


Fig. 17. Burghiu flexibil DCN A-3D [3]

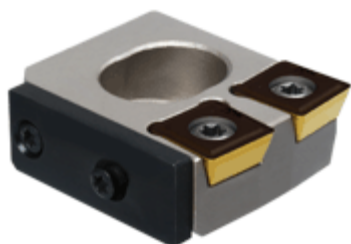


Fig. 14. *Burghiu de diametru mare cu suport de plăcuțe* [3].

Fiecare burghiu este prevăzut cu mai multe plăcuțe. Prin montarea acestor plăcuțe diametrul de găurit poate fi modificat ca mărime dimensională.[3]

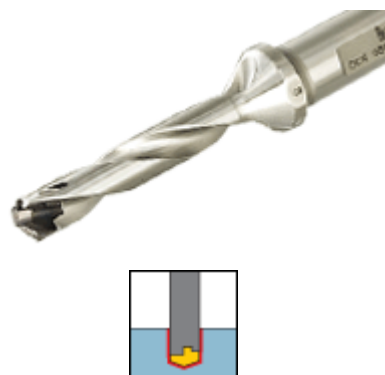


Fig. 18. Burghiu flexibil DCN A-3D [3]

5.5 Scule multifuncționale

Burghiu multifuncțional PICCO-MF [3] de carbură cu care se pot executa prelucrări interioare și exterioare.

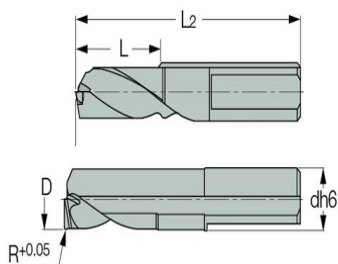
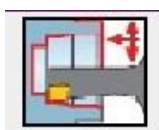


Fig. 19. Burghiu multifuncțional PICCO-MF [3]

Burghiul multifuncțional din carbură metalică este folosit pentru diferite prelucrări: găurire, strunjiri interioare, strunjiri exterioare. [3]



Găurire ex: Fața Int
Cotitură

Fig. 20. Burghiu multifuncțional PICCO-MF [3]

Burghiu multifuncțional DR-MF-2.25D [3]. Cu acest burghiu se pot executa prelucrările de: găurire, strunjire interioară, strunjire exterioară, etc.

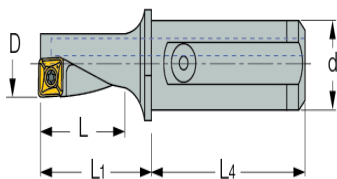


Fig. 21. Burghiu multifuncțional DR-MF-2.25D



Găurire ex: Fața Int
Cotitură

Fig. 22. Burghiu multifuncțional DR-MF-2.25D

Burghiu multifuncțional [3] pentru localizarea cu precizie a găurii fără a utiliza o bucsă de ghidare.

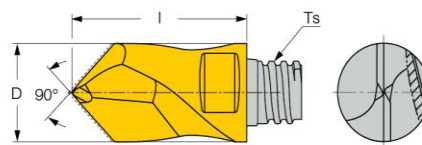


Fig. 23. Burghiu multifuncționa[3]

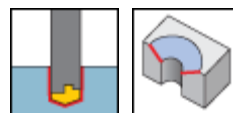


Fig. 24. Burghiu multifuncțional [3]

Sisteme de canelare si strunjire [5]

Plăcuțele destinate strunjirii sunt prezente fie în configurațiile convenționale monocolț sau cu muchie dublă. Plăcuțele includ cea mai mare varietate de lățimi de canelare existentă în piață, acoperind operații exterioare, interioare și frontale. De asemenea, menționăm soluția de plăcuță multifuncțională HELI-GRIP, cu mare versatilitate, capabilă să realizeze 8 aplicații diferite. Plăcuțele menționate sunt echipate cu o mare varietate de spărgătoare de așchii și sunt realizate din cele mai avansate carburi, în

vederea realizării celor mai bune performanțe în condițiile obținerii unor durabilități de excepție.[3]



Fig. 25. Plăcuțe de strunjit[3]

6. DISPOZITIVE FLEXIBILE DE PRINDERE A PISELOR ȘI A SULELOR

6.1 Dispozitive flexibile de prindere a pieselor

O tendință constantă sesizabilă în ultimele decenii a fost orientarea producției spre necesitățile tot mai diversificate ale consumatorului. Efectul a fost și este mutarea fabricației spre seria mică, medie organizată în loturi. În consecință, s-au dezvoltat puternic tehnologiile și echipamentele flexibile, care au capacitatea să răspundă rapid și eficient din punct de vedere economic la cererile unei piețe concurențiale foarte dinamice, cu pretenții de calitate crescute. Actualmente, se pare că unul din punctele slabe în aplicarea unei flexibilizări automatizate, eficiente a fabricației sunt dispozitivele de prindere (DP).[6]

În figura 26 [6] este prezentată schema utilizării eficiente a diverse tipuri de dispozitive.

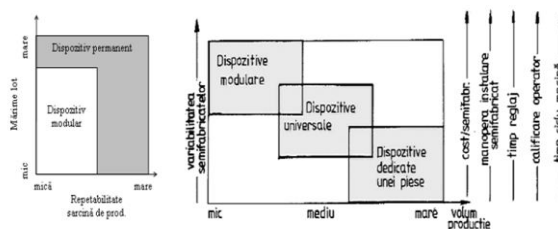


Fig. 26. Utilizarea eficientă a dispozitivelor

Pentru piese de serie mică sunt recomandate dispozitivele modulare, iar pentru cele de serie mare sunt recomandate dispozitivele permanente (speciale).

Soluția cea mai populară pentru flexibilizare DP este modularizarea.

Dispozitivele *din elemente modulare* reprezintă o categorie aparte de dispozitive. Un dispozitiv realizat din elemente modulare are caracteristicile unui dispozitiv special, fiind destinat orientării și fixării unui singur semifabricat, în schimb elementele care îl compun sunt universale pentru a putea îndeplini roluri diferite în diverse ansambluri de dispozitive.[6]

În fig. 27 se prezintă un dispozitiv modular simplu pentru prelucrarea a 2 piese în vederea prelucrării.

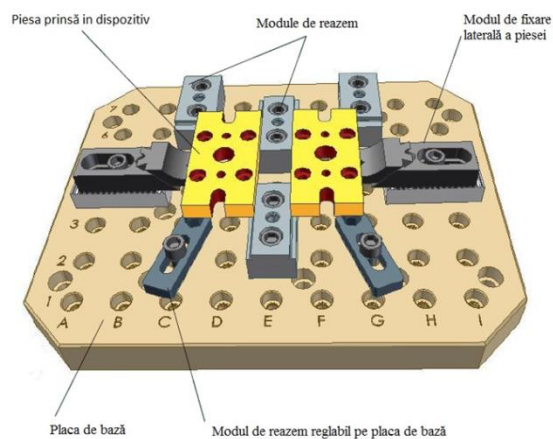


Fig.27 Elementele componente ale dispozitivului modular [6]

Un alt exemplu de dispozitiv de prindere pentru o carcasă în care se utilizează două bolțuri (cilindric și frezat) și 6 plăcuțe pentru orientarea

piesei pe cele două alezaje scurte cu axe paralele și pe suprafața plană inferioară[6].

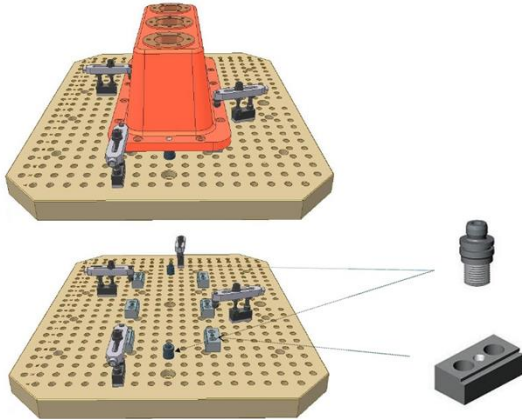


Fig. 28. Dispozitiv din elemente modulate pentru prinderea unei carcase [6]

În fig. 29 se prezintă un dispozitiv modular simplu pentru prelucrarea unei piese de tip arbore, orientarea făcându-se pe două prisme scurte, un cep de sprijin, iar fixarea cu ajutorul unei bride. Prismele sunt prinse într-un perete lateral.

Prinderea elementelor de orientare, fixare etc. pe elementele modulare se face prin intermediul unor alezaje precise (realizează orientarea) în trepte. Treapta inferioară se continuă cu filet pentru realizarea fixării.

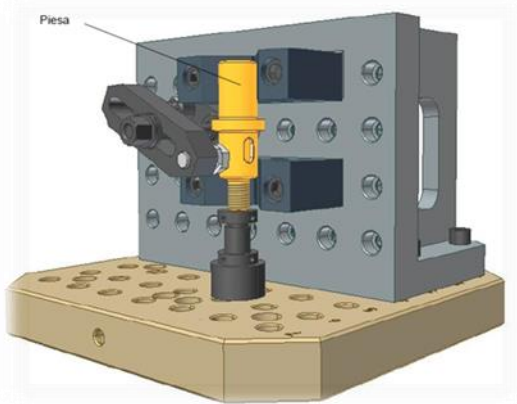


Fig.30. Dispozitiv modular pentru prinderea unei piese arbore [6]

6.2 Dispozitivele de prindere a sculelor așchietoare

Prin utilizarea noilor dispozitive de prindere cu schimbare rapidă de la Sandvik Coromant este posibil să se reducă *timpul de montare* și să maximizeze utilizarea mașinii-unelte, un element vital de diferențiere pe o piață tot mai competitivă.

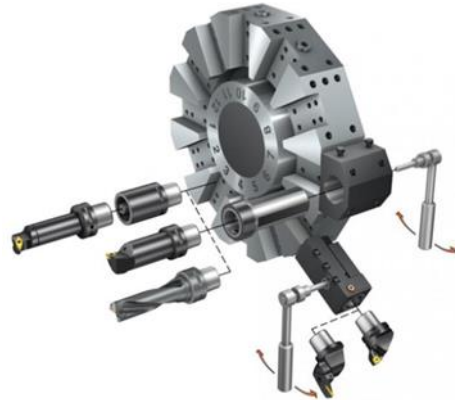


Fig. 31. Dispozitiv de prindere cu schimbare rapidă [5]

În plus, noile dispozitive de prindere a sculelor sunt dotate cu sistem de circulație a lichidului de răcire la presiune înaltă, permițând viteze de așchiere mai ridicate sau durabilitate mai mare a sculei și îmbunătățind, de asemenea, controlul așchiilor.

Dispozitivele de prindere statice sau cu acționare, specifice mașinilor-unelte pot fi furnizate pentru a fi adaptate efectiv tuturor strungurilor moderne cu comandă numerică și domeniilor de aplicare, reducându-se necesitatea unor dispozitive speciale, micșorându-se spațiul capului revolver și timpul de schimbare a sculei.



Fig. 32. Dispozitiv de fixare pentru lichid de racire la presiune înaltă [5]

Folosirea lichidelor de racire sub presiune este necesară atunci când se prelucrează materiale cu așchii lungi, precum și superaliajele refractare, titanul, oțelul inoxidabil duplex și oțelurile înalt aliate. Aceste materiale se utilizează, în mod obișnuit, în industrii precum cea aerospațială, a petrolului și gazelor și în alte sectoare pentru generatoare de energie.

Nu necesită instalarea seturilor de tuburi pentru lichidul de răcire.[5]

7. UTILAJE CU COMANDĂ NUMERICĂ

Cea mai importantă revoluție în domeniul mașinilor-unelte a început în deceniul al șaselea prin apariția mașinilor -unelte cu comandă numerică când, ca urmare a schimbării cerințelor pieței, care pretindea o diversitate tot mai mare de produse și o înlocuire tot mai rapidă a lor cu altele noi, cu caracteristici superioare, se modifică și concepția asupra fabricației prin trecerea de la sistemele *rigide* (caracteristice fabricației îndelungate și în serie mare a aceluiasi produs) la sistemele *flexibile*, capabile să permită trecerea rapidă la fabricarea unui nou produs sau a mai multor produse în paralel pe același sistem de producție, cu productivitate ridicată și costuri tot mai mici.

Se poate spune că un echipament este cu comandă numerică dacă instrucțiunile care permit funcționarea mașinii sunt transmise în formă codificată.

Utilizarea comenzii numerice (CN) nu se limitează numai la mașini-unelte cu care se îndepărtează material cu ajutorul unor scule cu tăiș, ci ea este prezentă și la instalațiile de decupat cu fascicul laser, la prelucrarea prin electroeroziune cu electrod sau cu fir, la operațiile de asamblare etc. Ea se întâlnește, de asemenea, astăzi, la comanda meselor mașinilor de măsurat tridimensionale, la roboți și la alte echipamente.

Comanda numerică poate fi utilizată într-o manieră economică și în cazul seriei mici sau pentru fabricații de piese unicat, chiar dacă acestea din urmă au forme complicate.

7.1 Avantaje si dezavantaje CNC

Primul beneficiu oferit de toate tipurile de mașini CNC este îmbunătățirea automatizării.

Avantaje:

- flexibilitatea; poate face conturarea în spațiu 3D (trei dimensiuni);
- repetabilitatea;
- reduce și elimină costurile aferente unei producții de stoc;
- reducerea costurilor pentru scule special și a timpilor de pregătire a mașinii;
- reducerea timpilor de calificare pentru operatori;
- reducerea nesarului de forță de muncă; creșterea calității produselor;
- creșterea productivității;
- creșterea productivității în exploatare.

Dezavantaje : investiții mari;

- mașinile CNC trebuie programate; costuri mari de întreținere;
- costuri mari de producție pentru serii mici.

7.2 Posibilități de prelucrare

Posibilitățile de prelucrare pe centre CNC sunt numeroase.

Alegerea corectă a unui centru de prelucrare în vederea realizării unei piese, se face în funcție de geometria acesteia și de tipul prelucrărilor necesare.

După tipul prelucrării se deosebesc:

- centre de prelucrare de frezat;
- centre de prelucrare de strunjit și frezat.

Dupa poziția arborelui principal:

- centre de prelucrare orizontale;
- centre de prelucrare vertical.

Un avantaj mare al utilizării centrelor de prelucrare CNC îl constituie diversitatea mare de prelucrări care se pot realiza datorită posibilității prelucrării simultane după 2 până la 12 axe de coordonate.

În comanda numerică s-a introdus noțiunea de axă ca fiind o deplasare liniară sau o rotație.

În funcție de numărul axelor pe care deplasările se execută simultan și dependent, mașina poate prelucra suprafețe foarte complexe din punct de vedere geometric.

7.3 Strunguri Seria CL (Mori Seiki)

Pentru prelucrări *uzuale* de strunjire (cilindrică, plană, conturare, filetare), găurire (găurire, adâncire, alezare), frezare.[5]



Fig. 33 Strung seria CL (Mori Seiki)

Schimbare rapidă

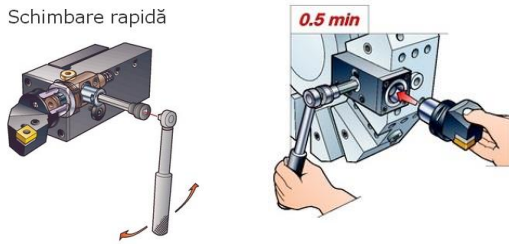


Fig. 34. Prindere si desprinderea sculei din turelă

Fig. 36. Centru de strunjit cu 2 arbori cu o turelă și un cap pentru frezare[5]



Fig. 37. Utilizarea roboților la prinderea și desprinderea semifabricatelor[5]



Fig. 38. Magazie de scule[5]

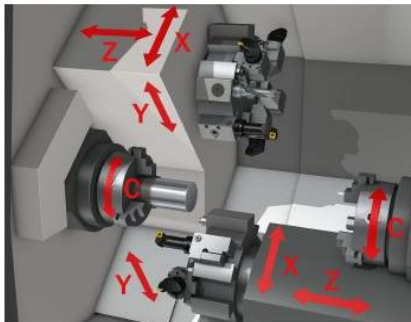
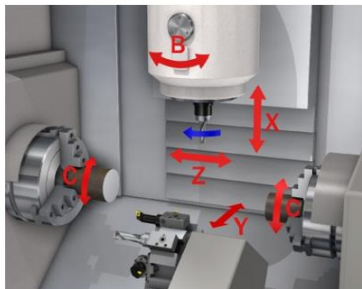


Fig. 35. Strung cu doi arbori principali și două turele[5]



5.5 Centru de strunjit și frezat



Fig. 39. CTX beta 1250 4A [5]

Datorită posibilității de prelucrare simultane în 5 axe un astfel de centru, oferă soluții pentru o gama largă de aplicații din mai multe industrii importante precum industria automobilelor, industria petrolieră, industria aerospațială etc.

Dimensiunile acestuia permit prelucrarea pieselor de dimensiuni mari de până la 500 mm diametru și 1250 mm lungime, cu o viteză a arborelui principal de până la 12000 rot/min.

De asemenea centrul este dotat cu o magazie standard de 24 de scule.

O caracteristică importantă a acestui centru este că permite prelucrarea în întregime a unei piese datorită prelucrării simultane cu ajutorul celor 2 arbori, dar și a mesei rotative care oferă posibilitatea indexării foarte rapide cu o precizie ridicată, dintr-o singură prindere [5].

7. CONCLUZII

Principalele avantaje ale utilizării sculelor flexibile și multifuncționale sunt: trecerea rapidă de la fabricarea unui produs la altul; reducerea costului cu sculele; minimizarea spațiului de depozitare al sculelor; micșorarea timpilor auxiliari; creșterea productivității.

Centrele de prelucrare sunt capabile de a prelucra piese complexe, cu multe prelucrări (strunjire, frezari, adancire, alezare, gaurire, filetare etc.) în mai multe poziții ale piesei prin echipamente specifice, și de a realiza piese finite din cel mult două prinderi, oferind totodată precizie foarte ridicată prin rigiditatea pe care o au. De asemenea, eficiența metodelor și a strategiilor de prelucrare permise de aceste centre conduc la o creștere a productivității însemnate și la o calitate a suprafeței superioară.

Centrele de prelucrare permit prelucrarea în întregime a piesei dintr-o singură prindere, cu sisteme de operare fără a mai fi necesară prezența operatorului. Acest lucru crește precizia și productivitatea (se reduc timpii auxiliari).

Utilizarea dispozitivelor de prindere modulare are ca scop scăderea spectaculoasă a intervalului de timp necesar pentru proiectare și construcție: un DPM de complexitate medie poate fi dezvoltat în aproximativ o zecime din timpul

necesar dezvoltării dispozitivului dedicat omolog.

Seturile modulare actuale permit construirea unor dispozitive care au precizia uzuală a dispozitivelor speciale și un cost comparabil cu al dispozitivelor universal.

Mașina unealtă cu comandă numerică a precedat marea mișcare către automatizare, răspunzând în același timp necesităților de precizie, calitate și diminuarea costurilor pentru seriile mijlocii și mici.

8. BIBLIOGRAFIE

- [1]. Căruțașu. G. ș.a ., (2008), “*Sisteme flexibile de presare*”, Editură, Printech București.
- [2]. Dușa. P. (2001), “*Proiectarea tehnologiilor pe sisteme flexibile*”, Editură, Tehnica-Info Chișinău.
- [3]. Iscar. “*Rotating tools*” Metric “(2008)
- [4].Sandvik Coromant 10.1, “*Noi scule așchietoare de la Sandvik Coromant* ”
- [5] www.ttoline.ro
- [6] Păunescu T. „*Proiectarea dispozitivelor*” (2008), Editură Universitatea