

REZUMAT

Cercetările întreprinse în cadrul tezei de doctorat au vizat punerea în valoare a posibilităților tehnice de prelucrare a deșeurilor (șlamurilor) de oțel rapid rezultate la operațiile de finisare a sculelor așchietoare utilizate în cadrul secțiilor de prelucrări mecanice din întreprinderi și obținerea unor pulberi metalice cu costuri de fabricație reduse și proprietăți relativ apropiate de cele obținute pe cale clasică.

De asemenea s-a urmărit realizarea unor piese sinterizate rezistente la uzare de tipul plăcuțelor așchietoare amovibile care să conducă la posibilitatea înlocuirii clasicelelor cuțite de strung din oțel rapid în construcție monobloc utilizate încă pe scară largă în prezent la prelucrarea mecanică a unor materiale diverse în industria constructoare de mașini.

În vederea atingerii scopului cercetărilor propuse, în primul capitol au fost stabilite următoarele obiective:

- Elaborarea mai multor pulberi metalice de granulații diferite din oțel rapid recuperat, prin divizare mecanică în moară vario-planetară tip Pulverizette și studiul morfologiei acestora.

În acest sens pulberea inițială a fost măcinată durate de timp diferite și anume: 5, 10, 15 și 20 ore.

Cercetările derulate în această direcție au avut ca scop punerea în evidență a corelației dintre morfologia pulberilor rezultate în urma divizării mecanice în funcție de timpul de măcinare.

- Realizarea unor compacte din pulberi de granulații diferite la presiuni de compactizare diferite.

Cercetările au constat în elaborarea unor compacte de 5 granulații diferite la două presiuni de compactizare (600 respectiv 800 MPa) și determinarea densității acestora la crud.

- Determinarea proprietăților compactelor sinterizate în funcție de parametrii de sinterizare (temperatură și timp de menținere).

Cercetările în acest caz au vizat evoluția caracteristicilor compactelor (densități, contracții, porozități) în funcție de trei temperaturi diferite de sinterizare (1150°C, 1200°C, 1250 °C) și doi timpi de menținere (1 oră respectiv 2 ore)

S-a determinat totodată evoluția structurală a compactelor în funcție de parametrii sinterizării.

- Studierea evoluției durității compactelor sinterizate.
- Studierea comportamentului tribologic al plăcuțelor amovibile din pulberi de oțel rapid recuperat.
- Analiza interdependenței dintre caracteristicile morfologice ale pulberilor recuperate, temperatura de sinterizare și proprietățile de utilizare (rezistența la uzare și durabilitate) a plăcuțelor amovibile.
- Studierea posibilității utilizării compactelor din oțel rapid recuperat ca plăcuțe așchietoare amovibile, din punct de vedere al comportamentului la uzare și a durabilității acestora în procesul de așchiere a diverselor materiale.

În această etapă cercetările au vizat determinarea comportamentului la uzare și durabilitatea compactelor în procesul de așchiere a unor materiale diferite.

În **capitolul II** au fost elaborate pulberi de oțel rapid de diferite granulații din așchiile inițiale obținute în urma procesului de rectificare a sculelor așchietoare.

Pulberile de oțel rapid au fost procesate din șlamul obținut după rectificare prin operațiile de spălare, uscare și separare magnetică. Pulberile astfel rezultate au fost măcinate folosind o moară vario-planetară Pulverisette 4 marca Fritsch timp de 5 până la 20 ore și au fost analizate prin microscopie electronică SEM și difracție de raze X.

Rezultatele cercetărilor privind elaborarea pulberilor de Rp recuperat prin procedeul divizării mecanice în mori planetare cu bile conduc la următoarele concluzii referitoare la morfologia acestora:

- Din punct de vedere al formei și stării suprafețelor granulelor, cele cinci sorturi de pulberi utilizate au următoarele caracteristici:
 - ✓ forma așchiilor inițiale de Rp recuperat este în general aciculară neregulată, foarte puține având formă sferică sau dendritică. Suprafețele așchiilor sunt rugoase ;
 - ✓ forma granulelor de pulbere obținute la timpi reduși de măcinare (respectiv 5 și 10 ore) este neregulată. Suprafețele granulelor sunt rugoase, iar granulația este neuniformă;
 - ✓ la durate de măcinare mai mari (15-20 ore) suprafețele granulelor devin mai netede, granulația pulberilor se uniformizează, iar forma acestora tinde spre sferoidizare;
- Din punctul de vedere al mărimii și distribuției granulelor de pulbere se constată următoarele:

- ✓ la pulberile inițiale de Rp circa 30% din totalul particulelor au dimensiuni mai mari de 200 μm , aproximativ 60% sunt cuprinse în intervalul 200-56 μm , iar în jur de 10% din particulele sunt sub 56 μm ;
- ✓ după 5 ore de măcinare particulele de pulbere se situează în intervalul [0,1-320] μm , constatându-se existența a două clase granulometrice situate în intervalele [0,1-80] μm și [80-320] μm ;
- ✓ după 10 ore de măcinare particule de Rp se situează în intervalul [0,1-150] μm și se constată existența a trei clase granulometrice situate în intervalele [0,1-30] μm , [50-80] μm și [80-130] μm ;
- ✓ după 15 ore de măcinare particule de pulbere de Rp se situează în intervalul [0,1-45] μm și se disting două clase granulometrice situate în intervalele [0,1-5] μm și [5-45] μm ;
- ✓ la atingerea unui timp de divizare mecanică de 20 ore particulele se situează în intervalul [0,04-25] μm și se constată existența a două clase granulometrice situate în intervalele [0,1-6] μm și [6-25] μm .

În **capitolul III** s-a studiat influența parametrilor de compactizare și sinterizare asupra modului de obținere a probelor din pulberi de oțel rapid recuperat obținute la diferiți timpi de măcinare.

- pe baza rezultatelor cercetărilor prezentate în acest capitol se pot trage următoarele concluzii: densitățile la crud ale probelor din pulberi de oțel rapid recuperat cresc proporțional cu forța de presare aplicată acestora. Valori maxime ale densității la crud s-au obținut la presiuni de compactizare de 800 MPa;
- cele mai mari valori ale densităților la crud corespund probelor formate din pulberi cu granulație mai fină, corespunzător compactelor din pulberi măcinate timpi mai mari (aproximativ 20 ore). Acest lucru este justificat de existența în componența acestora atât a granulelor de dimensiuni micronice cât și nanometrice care permit o compactizare mai bună decât în cazul granulelor de dimensiuni mari;
- cele mai bune valori ale densităților pieselor sinterizate se obțin când sunt îndeplinite simultan condiții de presiuni maxime de compactare și granulații cât mai mici.
- densitatea probelor sinterizate depinde de presiunea de compactizare, de granulația pulberii, de temperatura de sinterizare și de timpul de menținere.
- astfel, densitățile probelor sinterizate la 1150°C în cazul probelor compactizate la 600MPa s-au situat în intervalul [4,56-5,64] g/cm^3 iar în cazul celor compactizate la 800MPa s-au situat în intervalul [4,86-5,75] g/cm^3 . La probele sinterizate la 1200°C,

densitățile probelor compactizate la 600MPa s-au situat în intervalul [4,56-6,22]g/cm³ iar în cazul celor compactizate la 800MPa s-au situat în intervalul [4,89-6,38]g/cm³, în timp ce densitățile probelor sinterizate la 1250°C s-au situat în intervalul [5,01-6,58]g/cm³ în cazul probelor compactizate la 600MPa și [5,21-6,75]g/cm³ pentru presiuni de compactizare de 800MPa. Se constată că cele mai bune valori ale densității s-au obținut la temperatura de sinterizare de 1250°C și timpul de menținere de 2 ore.

- porozitatea compactelor fiind o caracteristică complementară densității, se constată că prezintă valori tot mai scăzute pe măsura creșterii densității compactelor, cea mai scăzută valoare de 13,46% înregistrându-se pentru probele cod 8432 ce corespund temperaturii de sinterizare de 1250°C și timpului de menținere de 2 ore.
- evoluția durității pieselor sinterizate este influențată atât de parametrii sinterizării (temperatură și timp de menținere) cât și de presiunea de compactizare respectiv granulația pulberilor. Astfel, pentru probele obținute din pulberi măcinate timp de 20 de ore, presate la 800 MPa și sinterizate la 1250 °C cu timp de menținere 2 ore au fost obținute valori superioare ale durității (181 HB) comparativ cu cele ale probelor compactizate la 600 MPa și sinterizate în aceleași condiții (165 HB).
- probele provenite din pulbere de Rp recuperată din așchiile inițiale au o densitate a porilor mult mai mare comparativ cu pulberile măcinate.
- granulația probelor sinterizate din pulberea inițială este grosieră și cu neomogenitate a dimensiunilor grăunților cristalini foarte mare datorită dimensiunilor mari ale particulelor de pulbere recuperate din șlamuri;
- granulația crește odată cu creșterea temperaturii și timpului de menținere la sinterizare ceea ce este normal datorită intensificării proceselor de difuzie;
- pentru obținerea unor materiale din pulberi recuperate cu densitate ridicată este necesar să se utilizeze pulberi cu finețe mare (măcinate 20 ore) compactizate la presiuni mari (800MPa) și sinterizate la temperaturi ridicate.

În **capitolul IV** s-au făcut cercetări cu privire la tratamentul termic de călire-revenire aplicat probelor sinterizate obținute din oțel rapid recuperat. Astfel s-a realizat mai întâi o călire prin încălzirea probelor în mediu de argon la temperatura de 1280 °C cu menținere 10 minute și răcirea lor de la temperatura de călire în apă și ulei urmată de două reveniri succesive la 550 °C cu menținere 60 minute și răcire în aer. A fost analizată evoluția durității probelor și comportamentul tribologic al acestora.

S-a observat că valori superioare ale durtății s-au obținut în cazul probelor obținute din pulberi cu granulație fină, compactizate la 800 MPa și sinterizate la 1250 °C.

Datele privind comportarea tribologică a compactelor sinterizate din pulberi de Rp recuperate elaborate în cadrul cercetărilor experimentale și prezentate în cadrul lucrării de doctorat scot în evidență faptul că, valoarea coeficientului de frecare depinde de presiunea de compactizare, de granulația pulberii și de parametrii tehnologici ai procedului de sinterizare (temperatură și timp de menținere) astfel:

- din punctul de vedere al presiunii de compactizare, se constată că valorile coeficientului de frecare scad odată cu creșterea acesteia pentru probele realizate din pulberi de aceeași granulație;
- din punctul de vedere al granulației pulberilor, cele mai bune valori ale coeficientului de frecare s-au obținut în cazul probelor realizate din pulberi cu o granulație superioară, obținute prin divizare mecanică timp de 20 ore;
- din punctul de vedere al parametrilor de sinterizare s-a constatat că atât creșterea temperaturii de sinterizare cât și durata de menținere au condus la scăderea valorilor coeficienților de frecare măsurați, cele mai bune valori obținându-se pentru temperatura de sinterizare de 1250°C și timp de menținere 2 ore.

Capitolul V prezintă studii asupra comportării la așchiere a plăcuțelor amovibile din pulberi de oțel rapid recuperat.

Studiile experimentale privind așchiabilitatea și durabilitatea s-au efectuat pe un strung paralel tip SNA 400, folosind un cuțit special realizat care utilizează ca și plăcuțe așchietoare probele obținute din pulberi de oțel rapid recuperat. Materialele pe care s-a realizat așchiera au fost: aliaj de aluminiu ($AlMgSi_1$), textolit, polietilenă de înaltă densitate și teflon.

Pe baza rezultatelor cercetărilor experimentale prezentate în acest capitol se pot trage următoarele concluzii referitoare la așchiabilitatea și durabilitatea plăcuțelor amovibile din Rp recuperat:

- la prelucrarea aliajului de aluminiu se constată ca în timpul așchierii au loc depuneri de material pe suprafața de degajare a cuțitului ceea ce face ca acestea să preia rolul suprafeței de degajare. În aceste condiții nu apar uzuri pe suprafețele de degajare și de așezare ale plăcuțelor amovibile;
- la timpi reduși de strunjire așchiile rezultate sunt în general fragmentate, în timp ce la durate mari de așchiere acestea devin elicoidale datorită depunerilor masive de material pe suprafața de degajare;

- calitatea suprafețelor prelucrate în cazul aliajului de aluminiu este foarte bună, rugozitatea măsurată având valoarea $R_a = 1,68 \mu\text{m}$;
- la prelucrarea textolitului se constată de asemenea că nu apar uzuri pe suprafețele de degajare și de așezare ale plăcuțelor amovibile;
- așchiile rezultate la strunjire sunt fragmentate și de mici dimensiuni;
- rugozitatea măsurată pe suprafața barei de textolit are valoarea $R_a = 4,68 \mu\text{m}$;
- la prelucrarea prin strunjire a semifabricatului de teflon nu apar uzuri ale plăcuței așchietoare;
- așchiile rezultate la strunjire au forme elicoidale deformate neregulat;
- rugozitatea măsurată pe suprafața barei de textolit are valoarea $R_a = 3,63 \mu\text{m}$;

În **capitolul VI** sunt prezentate concluziile și contribuțiile personale din care se remarcă următoarele elemente de originalitate:

- utilizarea așchiilor recuperate de la operațiile de reascuțire a sculelor așchietoare utilizate în cadrul secțiilor de prelucrări mecanice pentru elaborarea unor pulberi metalice de oțel rapid de diferite granulații, cu costuri de fabricație reduse și proprietăți relativ apropiate de cele obținute pe cale clasică;
- metoda obținerii pulberilor metalice prin divizarea mecanică a așchiilor de mici dimensiuni este singurul procedeu viabil de recuperare a acestora, deoarece în cazul topirii ar avea loc arderea completă a acestora;
- realizarea unor compacte sinterizate care au fost utilizate ulterior ca plăcuțe amovibile la strunjirea unor materiale nemetalice și neferoase;