

Razvoj ležajnega bronu CuSn8P za obdelavo na avtomatih

UDK: 669.35.6
ASM/SLA: SG A-c

Bojan Breskvar

V tem delu smo z analizo ustreznega vzorca, kakor tudi s pomočjo izkušenj na podobnih zlitinah izdelali, predelali in obdelali ležajni kositrov bron, ki je sposoben obdelovanja na avtomatih. Ugotovili smo glavne metalurške pogoje, ki omogočajo industrijsko izdelavo nove ležajne zlitine, dotaknili pa smo se tudi enega od odločilnih pogojev obdelave — obdelovalnosti pri srednjih in velikih hitrostih struženja.

I. UVOD

Gnetne kositrove brone — malolegirane zlitine bakra s kositrom in fosforom — uporabljamo pretežno zaradi odličnih drsnih lastnosti za drsne ležaje. Pri končni obdelavi ležajnega bronu si želimo čim boljšo obdelovalnost, kajti le na osnovi te lahko dosežemo natančne in ozke dimenzijske tolerance ležajev.

Z izboljšanjem obdelovalnosti¹, to je oblike ostružkov in hrapavosti površine, prilagodimo ležajni bron zahtevam obdelave na avtomatskih obdelovalnih strojih.

Naveden ležajni kositrov bron CuSn8P je slabo obdelovalen in neprimeren za obdelavo na avtomatih. Obdelovalnost bronu poboljšamo z dodatnimi legirnimi elementi, kot so žveplo, selen in telur, ostanejo pa odprta vprašanja vpliva dodatnih legirnih elementov na mehanske in fizikalne lastnosti, tehnologijo izdelave in predelave, kakor tudi drsnih lastnosti.

II. PREISKAVE IN POSKUSNA IZDELAVA LEŽAJNEGA BRONA CuSn8PS

1. Metalografske preiskave, elektronska mikroanaliza in kemična sestava

Od Mariborske livarne (MLM) smo prejeli tri vzorce kositrovega ležajnega bronu, in sicer palice s premeroma 15 in 30 mm ter cev s premerom 19 in 30 mm. Vzorce smo metalografsko pregledali, dodatni legirni element žveplo smo kvalitativno določili na elektronskem mikroanalizatorju, kvantitativno pa s kemično analizo.

Mikroposnetki slik 1 do 3 kažejo vzdolžna preseka in prečni presek posameznih vzorcev. Kositer

je v zmesnih kristalih bakra skoraj popolnoma raztopljen. Na mikroskopskih posnetkih so razvidne poleg osnove še tri faze (dejansko nastopajo štiri faze), ki smo jih analizirali s pomočjo elektronskega mikroanalizatorja.

Črna faza na sliki 1 je Cu_3P (lahko nastopa samostojno), temnomodra faza sestoji iz kositra, fosforja in bakra ter je največkrat zraščena s Cu_3P . Količinsko največ je svetlo modre faze, ki je bakrov sulfid in nastopa kot CuS ali Cu_2S . Sestavi

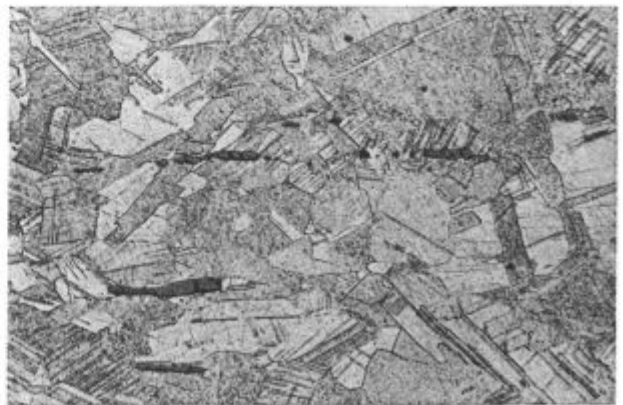


Slika 1

Struktura palice premera 15 mm, vzdolžno, 200 x

Fig. 1

Structure of the rod 15 mm in diameter, longitudinally, 200 times.



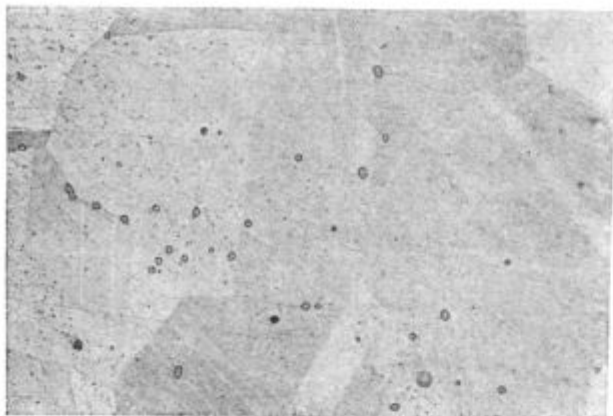
Slika 2

Struktura palice premera 30 mm, vzdolžno, 500 x

Fig. 2

Structure of the rod 30 mm in diameter, longitudinally, 500 times.

Bojan Breskvar, dipl. ing. metalurgije, samostojni raziskovalec na Metalurškem inštitutu v Ljubljani

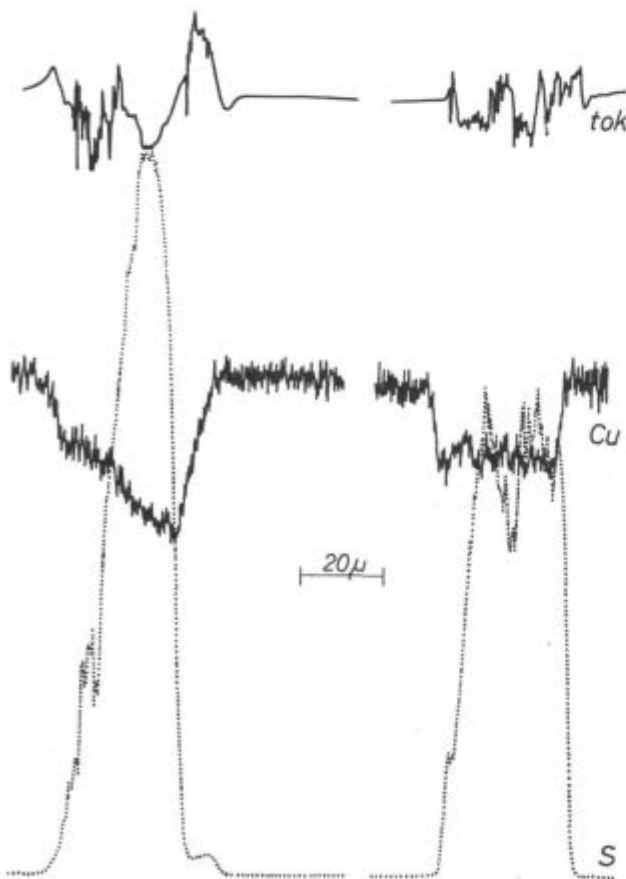


Slika 3
Struktura cevi 19 x 30 mm, prečno 500 x
Fig. 3

Structure of the pipe 19 x 30 mm, transversally, 500 times.

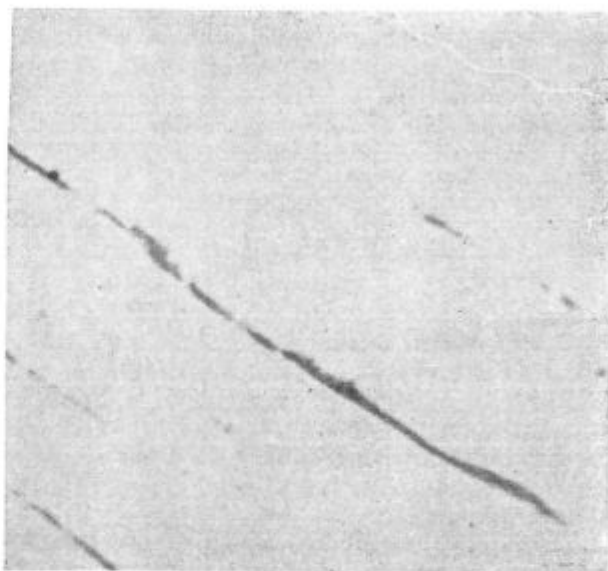
bakrovega sulfida smo ugotovili in izračunali na osnovi črtne analize dveh vključkov, ki jo prikazujemo na sliki 4.

Posamezne faze smo kvalitativno in delno tudi kvantitativno (CuS, Cu₂S in Cu₃P) določili z elektronskim mikroanalizatorjem. Kvalitativni prikaz legiranega žvepla v preiskovanem bronu ilu-

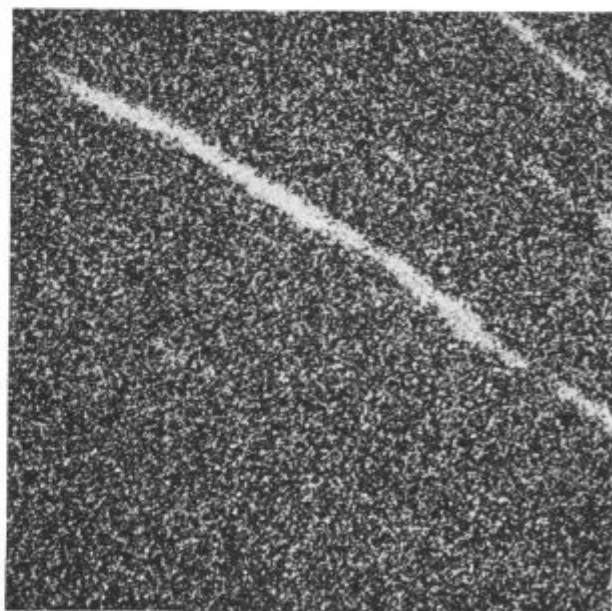


Slika 4
Vključka Cu₂S v kositrovem bronu
Fig. 4
Inclusions of Cu₂S in bronze.

strirata elektronski posnetek sestave — slika 5 in rentgenski posnetek žvepla — slika 6. Na osnovi metalografske in elektronske mikroanalize smo zaključili, da je bakrov sulfid, razen izjem, zadovoljivo drobno in enakomerno porazdeljen po osnovi. Večji vključki so navadno zraščeni in so sestavljeni iz dveh ali treh faz (Cu₃P, Sn-P-Cu, CuS in Cu₂S). Večje izceje fosfora smo zasledili posebno pri palici premera 15 mm — silka 1 — pri preostalih vzorcih pa je bil fosfor enakomerno drobno porazdeljen po osnovi.



Slika 5
Elektronski posnetek sestave, 840 x
Fig. 5
Electron picture of composition, 840 times.



Slika 6
Rentgenski posnetek žvepla, 840 x
Fig. 6
X ray picture of sulphur, 840 times.

Ker smo predpostavljali, da sta lahko tehnologiji izdelave palice in cevi iz kositrovega bronu različni, smo kemično analizirali palico premera 15 mm in cev. Žveplo smo analizirali po sežigni metodi in titraciji z lugom. Ustaljena metoda določevanje fosfora z obarjanjem ne poda zanesljivih rezultatov ob prisotnosti kositra. Zato smo morali prilagoditi metodo s fotometričnim določevanjem fosfora. Povprečno vrednost rezultatov kemičnih analiz navajamo v tabeli 1.

Tabela 1: Kemični analizi preiskovanega ležajnega bronu za obdelavo na avtomatih

	Kositer	Žveplo	Fosfor	Selen	Telur
		v %			
Palica premera 15 mm	8,02	0,045	0,084	<0,08	0,01
Cev premerov 19 × 30 mm	8,22	0,058	0,300	<0,08	0,01

Legirni elementi v preiskovanih vzorcih so kositer, žveplo in fosfor. Predhodne analize selena na elektronskem mikroanalizatorju so pokazale, da je selen enakomerno drobno porazdeljen po osnovi. Vrednost manj kot 0,08 % selena v zlitini (tabela 1), je posledica že osvojene metode analize, ki pri manjših vsebnostih dopušča večje napake. Fosfora je v palici občutno manj kot v cevi, kar je lahko delno posledica opaženih izcej (slika 1), vendar pa so vsebnosti okoli 0,3 % fosfora v bronu značilne za zahtevne kontinuirno ulite izdelke.

2. Laboratorijske poskusne zlitine in vpliv žvepla na hladno predelavo in obdelovalnost zlitin CuSn8PS

Izbrane zlitine 8-kilogramske zatehte smo izdelali v indukcijski peči na Metalurškem inštitutu (MI) iz tehnično čistih sestavin z naslednjo tehnično delo:

- oksidacijsko taljenje elektrolitskega bakra z oksidacijsko žlindro,
- dezoksidacija bakra s predzlitino CuP10 odstranitvi oksidacijske žlindre,
- zaščita taline z ogljem in dolegiranje fosforja in kositra,
- dolegiranje žvepla v prahu s pomočjo zvona in
- ulivanje palic v forme iz peska.

Pri izdelavi prve zlitine smo ugotovljeni izkoristek legiranja žvepla 50 % upoštevali pri legiranju žvepla pri preostalih zlitinah. Različni odgori posameznih elementov (tabela 2) so posledica delikatne izdelave majhnih zateht talin in dvakratnega preliivanja talin (iz peči v lonec in nato v formo).

Vpliv množine žvepla na hladno preoblikovalnost in obdelovalnost izdelanih malolegiranih kositrovih bronov smo predvsem ugotovljali na bronu z 0,126 % in 0,096 % žvepla.

Ulitim površinsko ostruženim palicam smo v MLM na vlečnem stroju ugotovili največjo stop-

Tabela 2: Kemične sestave poskusnih zlitin

	Element	Izbrana sestava (%)	Kemična analiza (%)	Odgor (%)
Bron 1	Sn	8,0	7,60	5
	P	0,05	0,047	6
	S	0,3	0,15	50
Bron 2	Sn	8,0	7,20	10
	P	0,1	0,03	70
	S	0,12 + 50%	0,126	30
Bron 3	Sn	8,0	6,30	21
	P	0,1	0,084	16
	S	0,1 + 50%	0,096	36

njo hladne deformacije 43 %, to je do pojava prvih površinskih napak. Posamezne redukcije obeh preizkušanih kvalitete so bile enake (po 0,5 mm). Iz opisanega smo zaključili, da legirane množine žvepla zlitinam tipa CuSn8P ne poslabšajo sposobnosti za hladno predelavo, saj se v praksi uporabljajo maksimalno 20 % stopnje hladne deformacije, večinoma pa samo nekaj odstotkov, potrebnih za utrditev in kalibracijo profilov.

Izhodišče za relativno subjektivno ocenjeno obdelovalnost, to je kvaliteto površine in obliko ostružkov, sta bili palici obeh kvalitete z enako 19 % stopnjo hladne deformacije.

Ugotovili smo, da se s povečano vsebnostjo žvepla v zlitini CuSn8P pri enakih pogojih obdelave (geometriji noža, hitrosti obdelave, globini reza in pomiku) poboljša kvaliteta površine, kakor tudi oblika ostružkov.

III. IZDELAVA IN LASTNOSTI KONTINUIRNO ULITEGA LEŽAJNEGA BRONA CuSn8PS

1. Izdelava in predelava

V MLM smo izdelali v naftni nagibni peči 100 kilogramov taline po ustaljeni tehnologiji taljenja bakra, za vložek pa smo vzeli čiste komponente. Žveplo smo legirali tako, da smo v lonec za preliivanje taline iz talilne peči v livno peč dali na dno žveplov prah, zavrt v bakreno pločevino in ga prelili s talino. Pri tako enostavnem legiranju smo predvideli 100 % izgube žvepla. Rezultate kemičnih analiz prikazujemo v tabeli 3.

Tabela 3: Kemična analiza kontinuirno ulitega bronu CuSn8PS

	Izbrana sestava %	Kemična analiza ulite palice		
		začetek %	konec %	povprečje %
Sn	8,0	7,88	7,72	7,80
P	0,3	0,07	0,06	0,065
S	0,1 + 100%	0,16	0,17	0,165

Bron smo na horizontalni kontinuirni livni napravi² (MLM) ulili s hitrostjo 25 cm/min v palico premera 30 mm in pri tem ugotovili, da razen začetnih težav legirana količina žvepla ne vpliva na ustaljeno tehnologijo kontinuirnega litja v primerjavi z litjem navadnih bronov na isti napravi. Prav tako je pri izbranem najenostavnejšem in najcenejšem načinu legiranja žvepla odgor le 35 % (tabela 3), izguba kositra normalna (2,5 %), večji odgor fosforja pa je posledica nepopolne dezoksidacije pred legiranjem in oksidacije pri dvakratnem prelivanju taline.

Kontinuirno ulite ter optimalno homogenizacijsko žarjene palice³ (3 ure na temperaturi 650°C), smo na vlečni klopi površinsko luščili iz premerov 30 mm na 29 mm (odprava površinskih nehomogenosti kontinuirnega litja) in s tremi prevleki 26 % hladno deformirali. Mehanske lastnosti izhodnega materiala za nadaljnje preiskave so bile: natezna trdnost 55,4 kp/mm², raztezek 6 % in trdota 192 HV 10/10.

Z metalografskimi preiskavami vzorcev začetka, sredine in konca ulite ter vlečene palice smo potrdili, da izbrana temperatura in čas homogenizacije tudi ustrezata bronu z dodatkom žvepla in da je bakrov sulfid enakomerno drobno porazdeljen po preseku in po dolžini ulite palice.

2. Relativna primerjalna obdelovalnost

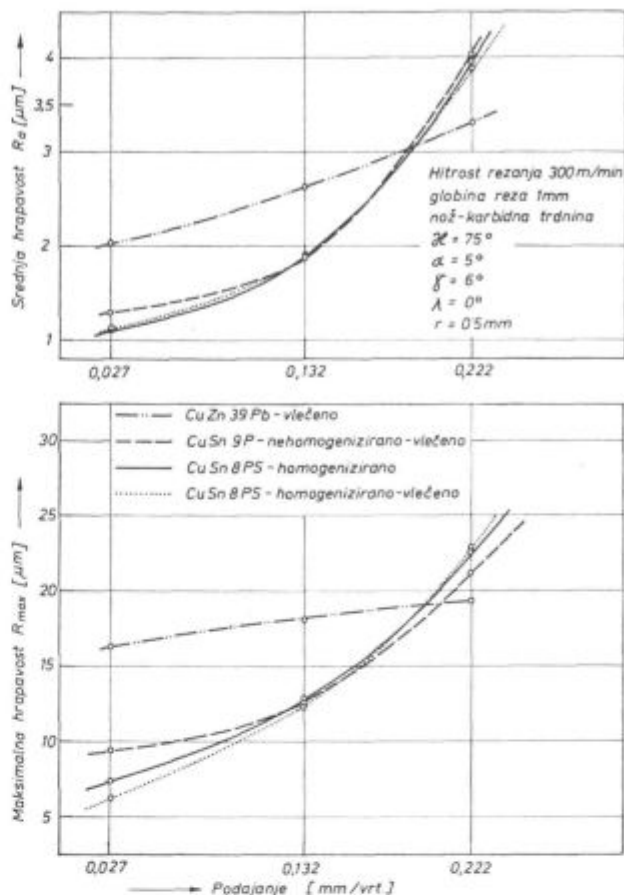
Za približno oceno, prav posebno pa še za primerjalno obdelovalnost, zadostuje^{1,4} vrednotenje oblike ostružkov in merjenje hrapavosti površin, s tem da pri konstantnih pogojih dela (hitrost rezanja, globina reza, geometrija noža) zasledujemo spremembe pri različnih podajanjih in zlitinah.

Ceprav novejša raziskave⁵ vrednotenja površin skušajo upoštevati s funkcijami srednje vrednosti in s korelacijsko funkcijo tudi vrednotenje površin v smeri abscisne osi (periodične ali slučajnostne funkcije), ki je popolnejše in pravilnejše, smo se zaradi enostavnosti in primerjalnosti zadovoljili le z oceno kvalitete površine na osnovi meritev aritmetične srednje hrapavosti — R_a in največje hrapavosti površine — R_{max} . Dodatno pa je še izbira pravilnega območja za preizkušanje odločilnega pomena pri zanesljivosti rezultatov⁶.

2.1 Obdelovalnost pri hitrosti rezanja 300 m/min.

Za vrednotenje rezalnih sposobnosti smo izbrali dve stanji zlitine CuSn8PS — homogenizirano in vlečeno, za primerjavo smo vzeli standardno med CuZn39Pb in kasneje ugotovljeno nehomogenizirano vlečeno zlitino CuSn9P (v MLM ni bilo na zalogi 8 % bronu).

Na osnovi literaturnih virov^{7,8} smo izbrali hitrost rezanja in geometrijo noža, ki je kompromis med razpoložljivimi in priporočenimi vrednostmi, izbranimi tako, da nekako ustrezajo obdelavi medij in bronov (sliki 7 in 8).



Sliki 7 in 8

Hrapavosti površin posameznih zlitin in stanj pri različnih podajanjih ter hitrosti rezanja 300 m/min.

Figs. 7 and 8

Surface roughness of single alloys and states at various feed rates and the cutting speed 300 m/min.

Poizkuse smo izvršili na Inštitutu za strojništvo v Ljubljani na posebni, za podobne preiskave prirejani strojnici (brezstopenjsko kontinuirno spreminjanje hitrosti od 0 do 8500 vrt/min, šest različnih podajanj v območju od 0,028 do 0,36 mm na vrt.). Hrapavost površin smo ugotavljali na merilniku Talysurf 4.

Rezultate posameznih meritev hrapavosti površin preiskovanih zlitin prikazujemo v slikah 7 in 8, obliko ostružkov pa na slikah 9 in 10. Pri izbranih pogojih odrezovanja lahko na osnovi rezultatov (slike 7 do 10) ugotovimo:

a) Za preiskovane zlitine velja, da z manjšimi podajaji poboljšamo kvaliteto površine in poslabšamo kvaliteto ostružkov (velikost in obliko), razen pri homogeniziranem bronu CuSn8PS.

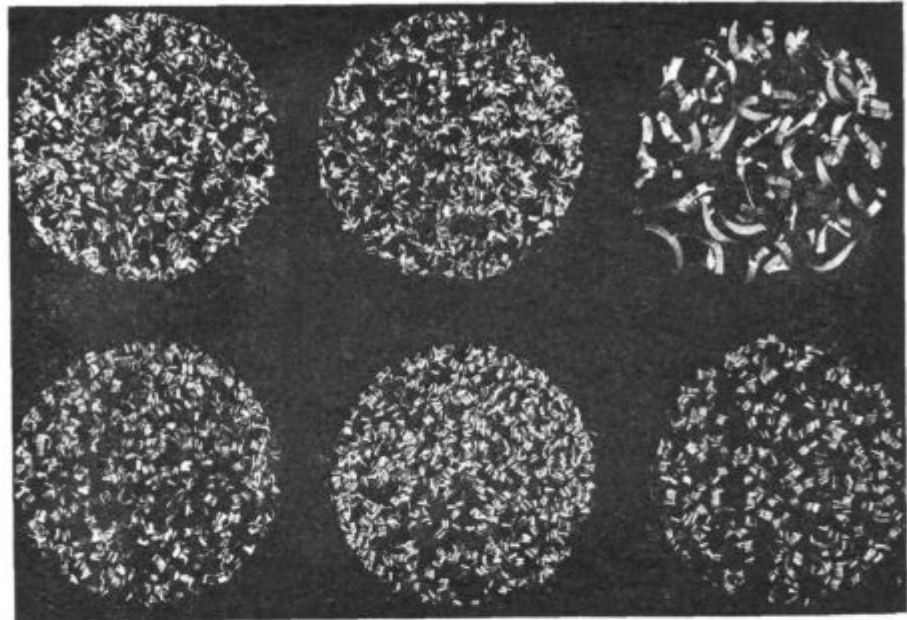
b) Pri podajanju 0,132 mm/vrt je kvaliteta površine in ostružkov za vse preiskovane zlitine enaka. Pri manjših in večjih podajanjih je obdelovalnost najboljša pri homogeniziranem bronu CuSn8PS.

c) Površina primerjalne medij je pri majhnih in srednjih podajanjih občutno slabša od bronov,

Podajanje (mm/vrt.) - vertikalno

	0,222	0,132	0,027
R_a (μm):	3,30	2,63	2,03

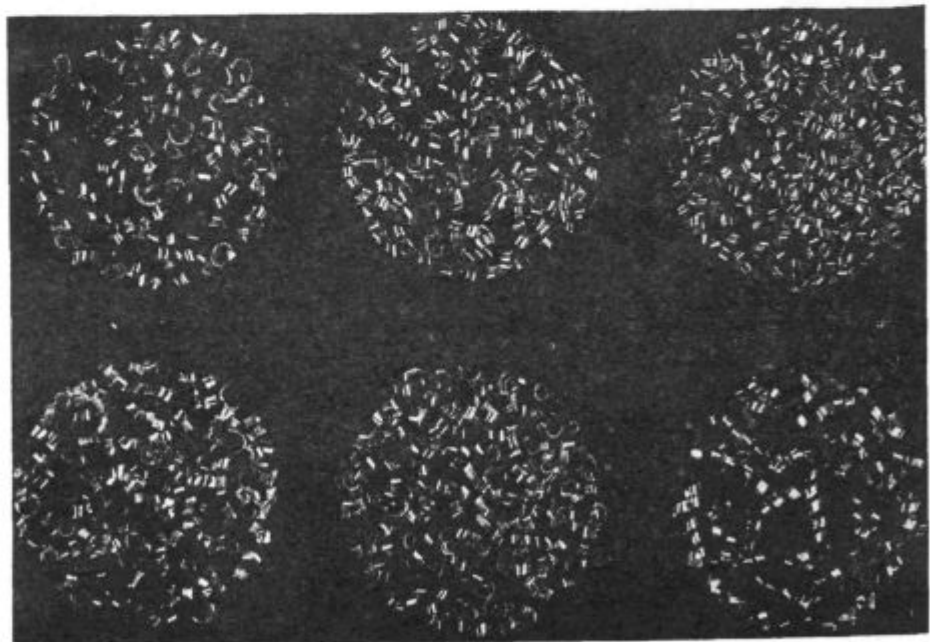
CuZn39Pb
vlečeno



CuSn9P
nehomogeniz.,
vlečeno

R_a (μm):	4,03	1,86	1,29
R_a (μm):	3,96	1,89	1,12

CuSn8PS
hemogeniz.



CuSn8PS
homogeniz.,
vlečeno

R_a (μm):	3,88	1,89	1,13
--------------------------	------	------	------

Sliki 9 in 10

Oblika in velikost ostružkov pri konstantnih pogojih rezanja (sliki 7 in 8) različnih zlitin pri treh podajanjih. Merilo 1:1

Figs. 9 and 10

Shape and size of chips at constant cutting conditions (Figs 7 and 8) for various alloys at three different feed rates. Scale 1:1.

pri podajanju 0,222 mm/vrt pa je boljša. Iz tega sledi, da izbrana geometrija noža bolj ustreza **grobi obdelavi** medu (najmanjša glavna rezalna sila).

d) Primerjava obeh stanj bronu CuSn8PS ne podaja izrazitih razlik v kvaliteti površine in ostružkov, le v primeru vlečenega bronu so ostružki slabši pri najmanjšem podajanju, vendar za prakso še vedno sprejemljivi.

4. Najboljšo obdelovalnost ima pri vseh podajanjih nehomogeniziran bron CuSn9P. Žal pa je tako stanje ležajnega materiala za praktično uporabo neprimerno.

Končno lahko trdimo, da z legiranjem žvepla navedenim ležajnim bronom poboljšamo kvaliteto ostružkov.

2.2 Obdelovalnost pri hitrosti rezanja 110 m/min.

Neizrazita odstopanja obdelovalnosti posameznih zlitin, kakor tudi neustrezna primerjava z nehomogeniziranim bronom CuSn9P, so nas napotila k razširitvam preiskav obdelovalnosti na srednje hitrosti. Preizkuse smo izvršili na novi navadni stružnici na MI, zaradi česar smo morali izbrati druga podajanja. Izbrali smo tudi primerno geometrijo noža¹, prilagojeno finemu in grobem struženju (sliki 11 in 12). Hrapavost površin smo merili na isti napravi kot pri prvih preizkusih; rezultati meritev so prikazani na slikah 11 in 12, obliko in velikost ostružkov pa prikazuje slika 13.

Interakcije med posameznimi parametri obdelave, stanji zlitine in kvalitete ostružkov so razvidne iz diagramov na slikah 11 in 12 ter slike 13, glavne značilnosti pa so:

a) Dodatek žvepla k malolegiranim bronom za obdelavo na avtomatih ne poboljša kvalitete površine, temveč samo kvaliteto ostružkov (kratki, lomljivi, neoluminozni) pri vseh podajanjih.

b) Obdelovalnost medu je pri srednjih in grobih podajanjih najboljša.

c) Najslabša je kvaliteta površine pri homogeniziranem bronu CuSn8PS pri srednjih in grobih podajanjih.

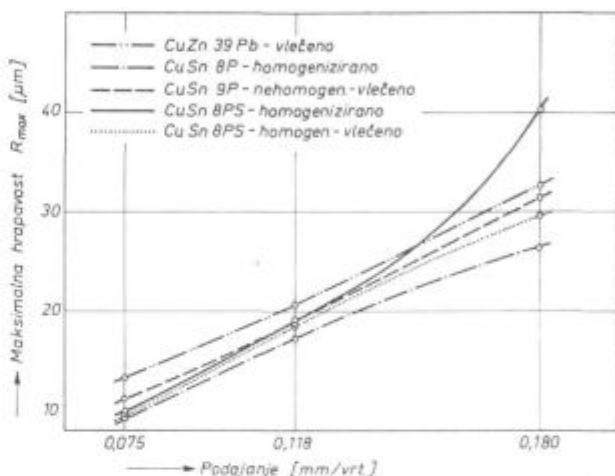
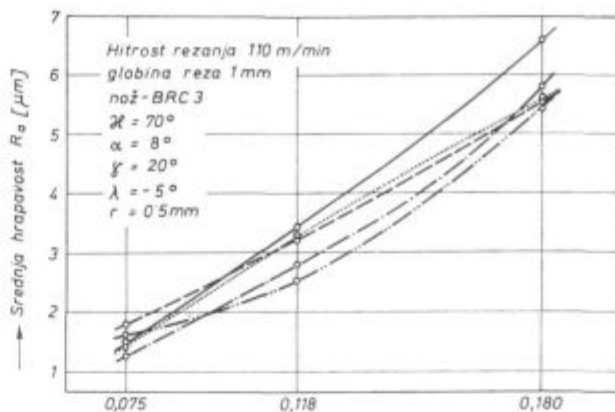
d) S hladno deformacijo zlitini CuSn8PS poboljšamo obdelovalnost.

e) Najslabšo kvaliteto ostružkov ima navadni bron CuSn8P pri vseh podajanjih, vendar glede na ostale brone relativno kvalitetnejšo površino.

IV. SKLEPI

1. Gnetnim ležajnim kositrovim bronom že z malimi dodatki žvepla poboljšamo obdelovalnost.

2. Mali dodatki žvepla k navadnim bronom (do 0,16 %) ne vplivajo na ustaljeno tehnologijo izdelave in hladne predelave in jih lahko izdelujemo po obstoječih postopkih in v napravah za kontinuirno litje.



Sliki 11 in 12

Hrapavosti površin posameznih zlitin in stanj pri različnih podajanjih in hitrosti rezanja 110 m/min.

Figs. 11 and 12

Surface roughness of single alloys and states at various feed rates and the cutting speed 110 m/min.

3. Pri legiranju žvepla v prahu v industrijskih agregatih je potrebno upoštevati 30–40 % odgor žvepla. Žveplo v kontinuirno ulitih palicah ni izejalo in je bilo enakomerno drobno porazdeljeno po preseku in dolžini.

4. Dodatek žvepla do 0,16 % bistveno ne vpliva na mehanske lastnosti.

5. Z naraščajočo množino legiranega žvepla poboljšamo obdelovalnost.

6. Izdelani ležajni bron CuSn8PS se dobro obdeluje pri srednjih (110 m/min) in velikih (300 m/min) hitrostih obdelave in ustreza zahtevam za obdelavo na avtomatih.

7. Dodatek žvepla h gnetenim kositrovim bronom ne poboljša kvalitete površine pri struženju, temveč samo kvaliteto ostružkov. Pri enakih pogojih odrezovanja je kvaliteta površine boljša pri navadnem bronu brez dodatka žvepla, medtem ko je kvaliteta ostružkov najslabša.

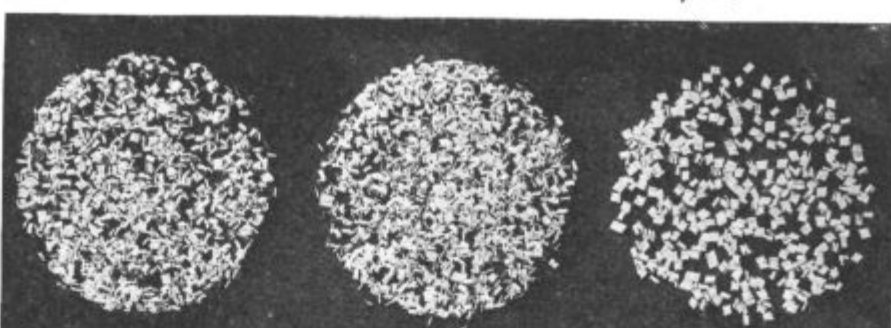
8. S hladno deformacijo bronu z dodatkom žvepla poboljšamo obdelovalnost.

0,18

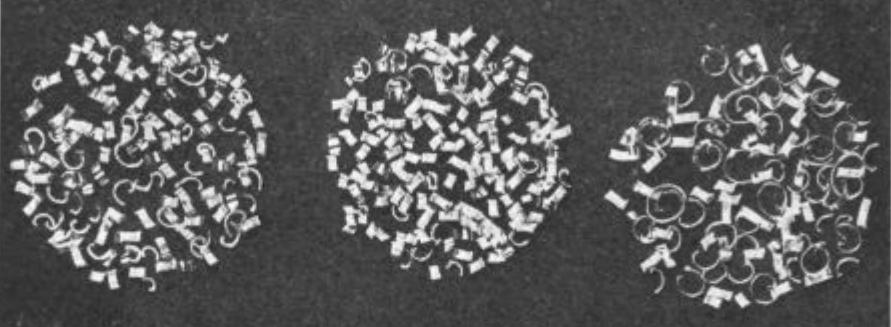
0,118

0,075

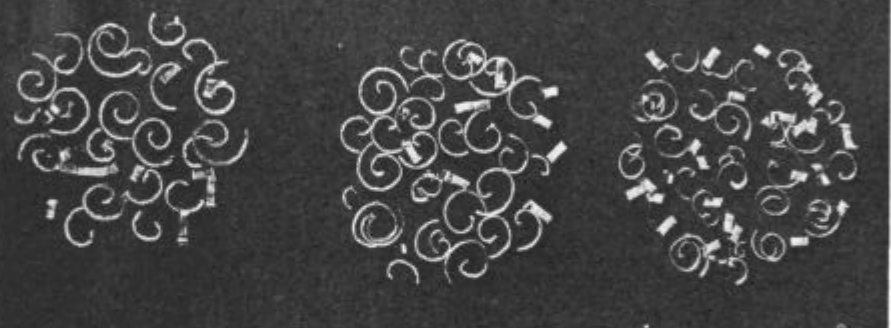
CuZn39Pb
vlečeno
R_a (μm):
5,50; 2,65; 1,60



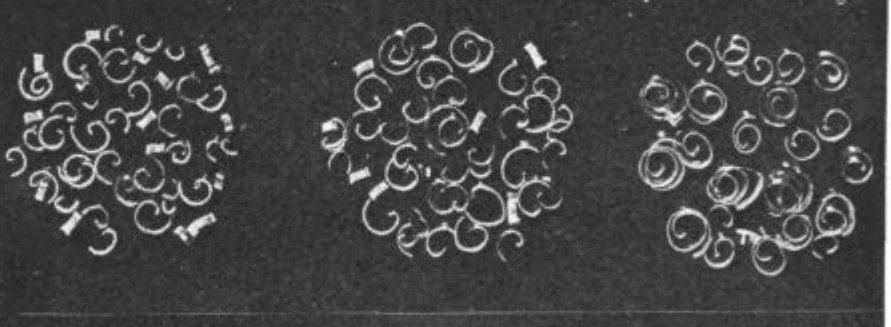
CuSn9P
nehomogen.,
vlečeno
R_a (μm):
5,53; 3,25; 1,76



CuSn8PS
homogen.
R_a (μm):
6,60; 3,40; 1,49



CuSn8PS
homogen.,
vlečeno
R_a (μm):
5,60; 3,30; 1,40



CuSn8P
homogenizirano
R_a (μm):
5,80; 2,80; 1,30



Slika 13

Kvaliteta ostružkov različnih zlitin pri konstantnih parametrih rezanja (sliki 11 in 12) in treh podajanjih. Merilo 1:1

Fig. 13

Quality of chips for various alloys at the constant cutting conditions (Fig. 11 and 12) at three different feed rates. Scale 1:1.

V. ZAHVALA

Zahvaljujemo se skladu Borisa Kidriča in Mariborski livarni Maribor, ki sta nam omogočila to delo.

VI. Literatura

1. A. Podgornik, B. Breskvar, A. Križman: »Razvoj nizkolegiranih visokoprevodnih bakrovih zlitin za avtomatsko obdelavo«, Poročilo MI, Ljubljana, 66—89, 1968
2. L. Križman: Strukturne in mehanske lastnosti kontinuirno ulitih palic iz Cu zlitin, diplomsko delo, 1965

3. A. Podgornik, L. Kosec, B. Ralič: Kinetika homogenizacije zlitine CuSn8P, Poročilo FNT, Ljubljana, 1970
4. P. Leskovar: »Nekaj značilnosti pri preiskavah odrezovalnosti aluminijevih zlitin z orodji iz hitroreznega jekla«, Strojniški vestnik, št. 4/5, str. 116—122, 1969
5. P. Leskovar: »Prispevek k vrednotenju kvalitete površine«, Strojniški vestnik, št. 2, str. 33—38, 1970
6. P. Leskovar: »Eksperimentalne raziskave odrezovalnosti zlitin za avtomate«, Strojniški vestnik, št. 4/5, str. 129—135, 1971
7. K. Dies: Kupfer und Kupferlegierungen in der Technik, Berlin, Heidelberg, New York, Springer-Verlag, 1967
8. Deutsches Kupfer Institut: Die spanabhebende Bearbeitung von Kupfer und Kupferlegierungen, Berlin, 1956

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Artikel ist die Entwicklung einer Zinnbronze mit geringem Schwefelzusatz für die Verbesserung der Bearbeitbarkeit beschrieben.

Die gegebenen technologischen Lösungen der Bearbeitung der Schmelze, der Schwefellegierung, das Giessen und Umformen sind an laboratorischen und nachher an halbindustriellen Schmelzen und Untersuchungen der Legierung Cu Sn 8 PS entwickelt worden. Es ist festgestellt worden, dass der Zusatz von 0.16 % Schwefel zu der Bronze Cu Sn 8 P keinen wesentlichen Einfluss auf die

Technologie des Stranggiessens, der Kaltverformung und die mechanischen Eigenschaften ausübt. Soeben wird auch die Oberflächenqualität beim Drehen nicht beeinflusst, sondern nur die Spänenqualität (kurzbrechig und nicht voluminös). Die Vergleichsbearbeitbarkeit die Qualität der Oberfläche und der Spänen — des Messings und der Bronze zeigen, dass sich die entwickelte Lagerbronze CuSn 8 PS bei der mittleren (110 m/min) und höheren (300 m/min) Bearbeitungsgeschwindigkeiten gut bearbeiten lässt.

SUMMARY

The development of wrought tin bronze (bearing alloy) with small additions of sulphur which improves machinability and enables this alloy as a free-cutting alloy is described in the paper. Technological solutions of melt treatment, alloying of sulphur, casting and working are cited. They are based on laboratory investigations and were latter applied in pilot plant production with simultaneous investigations of CuSn8PS alloy. 0.16 % sulphur addition in CuSn8P bronze was found to have no essential

influence on the used technology of continuous casting, cold working, and mechanical properties. It also does not improve the surface quality in turning but only the quality of chips which are short, crushable, and small. Comparison between the machinability the surface quality, and the quality of chips for brasses and bronzes show that the manufactured bearing bronze CuSn8PS can be well machined at medium (110 m/min) and high (300 m/min) speeds.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрено развитие деформируемой оловянной бронзы (подшипниковый сплав) с небольшой добавкой серы, которая улучшает обрабатываемость и позволяет вести обработку бронзы на автоматах.

Полученные технологические решения обработки расплава, легирование с серой, литье и деформация основаны на лабораторных а позже на полупромышленных исследованиях сплава CuSn8PS. Установлено, что добавка серы в количестве 0.16 % к бронзе CuSn8P существенно не оказывает влияние на поставленную технологию непрерывного литья, холодную переработку

и на механические свойства, также не улучшает качество поверхности при обтачивании; положительное улучшение только на качестве ошников — они короткие, легко отламываются и небольшие.

Сравнение способности к обработки, качество обработанной поверхности и качество ошников меди и бронзы показали, что изготовленная подшипочная бронза CuSn8PS хорошо обрабатывается при средних (110 м/мин) и больших (300 м/мин) скоростях обработки.

Odgovorni urednik: Jože Arh, dipl. inž. — Clani Jože Rodič, dipl. inž., Viktor Logar, dipl. inž., Aleksander Kveder, dipl. inž., Edo Žagar, tehnični urednik.

Oproščeno plačila prometnega davka na podlagi mnenja Izvršnega sveta SRS — sekretariat za informacije št. 421-1/72 od 23. 1. 1974

Naslov uredništva: ZPS2 — Železarna Jesenice, 64270 Jesenice, tel. št. 81-231 int. 385 — Tisk: GP »Gorenjski tisk«, Kranj