

Pretaljevanje sekundarnih surovin

Melting of scrap materials

A. Kert, J. Apat, *Železarna Ravne, Ravne na Koroškem*

in

J. Lamut, *Oddelek za montanistiko, FNT, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva 20*

V članku so predstavljena mesta nastankov in količine odbruskov in ostružkov v Železarni Ravne; podane so njihove fizikalne lastnosti ter kemične sestave. S poskusi pretaljevanja smo želeli ugotoviti posamezne izplete in dobiti jeklo oziroma predzlitino uporabno za nadaljnjo predelavo. Paper gives the sources of grindings and chips in Ravne Iron and Steel Works. Their physical properties and chemical compositions are presented. With trial melting yields and obtained alloys (steel or master alloys) usable for further applications were checked.

1 Uvod

Raziskali smo predvsem tiste potencialne sekundarne surovine, ki jih še uporabljajo redno v proizvodnji jekla to so predvsem razni odbruski in ostružki. Količine teh raznih sekundarnih surovin so velike, zato jim moramo posvetiti pozornost zaradi ekonomske vrednosti in ekologije. Ostružki in odbruski spadajo med porabni odpadke, ki se naj deponira na posebej pripravljenih odlagališčih.

V članku so predstavljena mesta nastankov in količine jeklenih odpadkov v Železarni Ravne; podane so fizikalne lastnosti ter kemične sestave uporabljenih vzorcev. S poskusi pretaljevanja smo želeli ugotoviti posamezne izplete in dobiti jeklo oziroma predzlitino uporabno za nadaljnjo predelavo.

2 Vzorci za eksperimentalno delo

Količine odbruskov in ostružkov v Železarni Ravne so podane v tabeli 1.

Preiskovali smo odbruske iz valjarne, kovačnice, jeklovleka; ostružke iz industrijskih nožev ter jekleni odpadke in iz livarne posebne litine in livarne težkih ulitkov. Iz valjarne smo dobili fine odbruske, ki nastajajo pri brušenju gredic na brusilnih strojih. Odsedajo se v odpraševalnih napravah. Iz kovačnice smo preiskali grobe odbruske, nastale pri brušenju odkovkov samo ene vrste jekla. Iz jeklovleka pa mokre odbruske, ki nastajajo pri brušenju vlečenega jekla. V livarni težkih ulitkov in livarni posebne litine pa smo zbrali kovinski odpadke pomešan z livarskim peskom, ki nastaja pri čiščenju ulitkov. V proizvodnji industrijskih nožev sta dve vrsti odpadkov, ki nastanejo pri obdelavi ene vrste nožev—ostružki in mokri odbruski.

Odpadkom smo določili vsebnost magnetnega dela, olja, vode, nasipno težo ter velikost delcev (tabela 2 in 3).

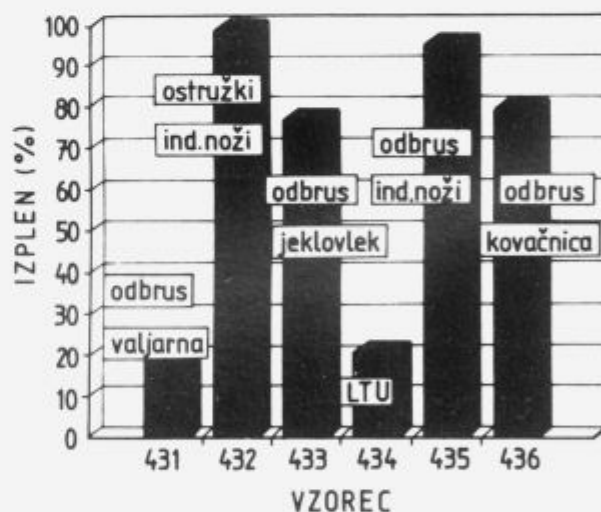
Rezultati kemijskih analiz so podani v tabeli 4.

3 Pretaljevanje vzorcev

3.1 Pretaljevanje vzorcev v razsutem stanju

Odbruske in ostružke smo pretaljevali v srednjefrekvenčni indukcijski peči nazivne kapacitete 20 kg. Najprej smo

založili v peč jekleno litino ČL 1330 (8 do 10 kg). Ko se je vložek raztalil, smo vzeli prvi vzorec za analizo in pričeli v talino postopoma dodajati jeklene odpadke. Dodajali smo jih po 1, oziroma 0.5 kg, kar skupno znaša 3 do 7 kg. Po raztalitvi odpadkov smo vzeli končni vzorec za analizo in dobljeno jeklo izlili v kokilo. Iz količine vhodnih surovin in dobljenega jekla smo izračunali izplete jeklenih odpadkov (slika 1).



Slika 1. Izpleti jeklenih odpadkov.

Figure 1. Yields of steel scrap after melting.

Valjarniški odbruski imajo le 23% izplen, kljub temu, da imajo 100% magnetnega dela. Iz tega sklepamo, da je železo v obliki Fe_3O_4 in drugih oksidov. Torej smo z dodanimi odbruski vnesli v talino kisik, ki je povzročil oksidacijo kovin in tako nizek izplen.

Ostružki iz proizvodnje industrijskih nožev imajo najvišji izplen—99%. Vidimo, da bi bili ostružki primerni za vračanje v proces izdelave jekla.

Izplen odbruskov iz jeklovleka znaša 77%. Je bistveno večji od izplena valjarniških odbruskov. Razlika je v

Tabela 1. Količine odbruskov in ostružkov iz proizvodnih obratov Železarne Ravne v letu 1990.

O b r a t	Proizvodnja v letu 1990 (t)	Količina odbruskov		Količina ostružkov	
		(t/leto)	(%)	(t/leto)	(%)
Jeklarna	144095	-	-	-	-
Valjarna	161171	3800*	2.4	-	-
		2000**	1.2	-	-
Kovačnica	29638	1050	3.5	-	-
Jeklovlek	12108	200	1.7	1200	9.9
Jekloliv.:					
- LTU	7944	3600***	45.3	-	-
- LPL	2744	1200***	43.7	-	-
Ind. noži	1513	170	11.2	500	33.1
Pnevmatika	415	-	-	85	20.5
Vzmetarna	2440	-	-	66	2.7
Str.in deli	6352	-	-	500	7.8
Težki str.	1991	-	-	600	30.1
Orodjarna	270	-	-	12	4.4
Armature	880	-	-	80	9.1
Skupno:		7220		3042	

Opombe:

*—grobi obruski

**—fini obruski

***—odpadek iz Jeklolivarne vsebuje poleg kovinskih delcev še odpadni livarski pesek in jekleni granulat. Pri skupni količini odbruskov ta odpadke ni upoštevan.

Tabela 2. Fizikalne lastnosti vzorcev.

Vzorec	Magn. del (%)	Olje (%)	Voda (%)	Nasip. teža (kg/dm ³)
LPL	19.1	0	0	1.445
Valj.	100.0	0	0	2.125
Ind.n.*	100.0	-	0	1.605
Jekl.	100.0	4.0	8.9	1.075
LTU	74.7	0	0	2.445
Ind.n.	100.0	2.2	15.0	0.405
Kov.	100.0	0	0	1.750

Opomba:

*—ostružki

Tabela 3. Sejalna analiza vzorcev.

Vzorec	Vel. sita (mm)	Zrnatost (mm)	Delež delcev (%)
LPL	2	nad 2	0
	1	1–2	0
	0.63	0.63–1 pod 0.63	0.8 98.7
Valj.	2	nad 2	2.85
	1	1–2	1.45
	0.63	0.63–1 pod 0.63	1.80 93.70
LTU	2	nad 2	5.70
	1	1–2	22.95
	0.63	0.63–1 pod 0.63	12.80 58.00

tem, da ta nastaja pri mokrem brušenju z oljno emulzijo, ki preprečuje prekomerno segrevanje oziroma oksidacijo kovin.

Odpadek iz livarne težkih ulitkov ima najnižji izplen—21%. Nastaja pri čiščenju ulitkov. V njem je precej SiO₂, Cr₂O₃ in Al₂O₃, kar povzroča nizek izplen. Izplen odbruskov iz proizvodnje industrijskih nožev znaša 95,5%. Precej je podoben odbruskom iz jeklovleka, le da je izplen še nekoliko višji. Do razlike v izplenu je prišlo predvsem zaradi manjšega odpraševanja pri pretaljevanju. Odbruski iz proizvodnje industrijskih nožev so lasaste oblike, medtem ko so odbruski iz jeklovleka v obliki drobnih delcev.

Odbruski iz kovačnice imajo razmeroma ugoden izplen—79,4%. Na podlagi rezultatov lahko ocenimo, da bi bili za neposredno uporabo pri izdelavi jekla primerni ostružki iz proizvodnje industrijskih nožev, odbruski iz jeklovleka, industrijskih nožev ter kovačnice.

Kemične sestave predzlitin so podane v tabeli 5. Z dodajanjem odpadkov v talino smo dobili neke vrste predzlitine, ki vsebujejo tudi večjo količino legiranih elementov.

Tabela 4. Kemijska analiza vzorcev.

El. (%)	VZORCI						
	LPL	Valj.	Ind.n.*	Jekl.	LTU	Ind.n.	Kov.
C	0.85	0.88	0.26	0.84	0.66	0.53	1.14
S	0.018	0.22	0.17	0.018	0.44	0.018	0.090
Si	37.7	0.83	0.34	1.82	14.7	0.71	0.31
Cr	0.8	2.87	0.37	9.68	7.66	3.16	9.81
Ni	0.06	0.21	0.14	0.24	0.16	0.20	0.24
Cu	0.01	0.22	0.14	0.28	0.10	0.21	0.17
Mn	0.39	0.35	0.39	0.40	0.95	0.41	0.26
Mo	0.03	1.49	0.08	0.06	0.06	0.77	0.64
P	0.009	0.020	0.017	0.023	0.025	0.019	0.017
Co	0.01	0.02	-	0.02	0.01	0.02	0.035
Al	0.62	0.32	-	0.12	5.60	0.13	1.53
V	<0.01	0.49	0.03	0.03	0.06	0.51	0.77
W	<0.01	1.96	0.49	0.04	<0.01	0.40	0.10
Fe	12.0	67.8	-	86.0	32.0	93.0	75.5

Opombi:

Razliko do 100% predstavlja kisik kovinskih oksidov.

*—ostružki.

Tabela 5. Kemične sestave predzlitin.

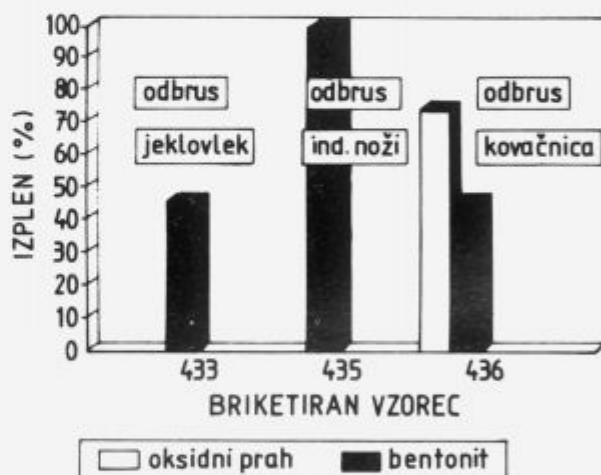
El. (%)	PREDZLITINE					
	Valj.	Ind.n.*	Jekl.	LTU	Ind.n.	Kov.
C	0.02	0.13	0.45	0.09	0.33	0.26
S	0.059	0.017	0.021	0.05	0.018	0.045
Si	0.01	0	1.25	0.01	0.37	0.12
Cr	0.02	0.25	3.25	0.69	2.02	3.48
Ni	2.93	0.28	0.41	0.26	0.28	0.23
Cu	0.29	0.28	0.19	0.20	0.20	0.21
Mn	0.02	0.07	0.58	0.06	0.39	0.16
Mo	1.04	0.05	0.06	0.04	0.46	0.28
P	0.02	0.015	0.015	0.014	0.013	0.015
Co	0.03	-	-	-	-	0.03
Al	0.003	0.052	0.124	0.007	0.06	0.152
V	-	0.02	-	-	0.27	0.24
W	0.48	0.29	-	-	-	0.07
As	0.025	0.015	0.013	0.016	0.017	0.015
Sn	0.021	0.015	0.015	0.011	0.012	0.012

Opomba:

*—ostružki.

3.2 Pretaljevanje briketiranih vzorcev

Poleg pretaljevanja odpadkov v razsutem stanju smo pretaljevali tudi briketirane vzorce. Kot vezivo smo uporabili bentonit ter oksidni prah iz čistilne naprave jeklarne. Pretaljevali smo jih na enak način kot odpadke v razsutem stanju in dosegli naslednje izple, ki so razvidni iz slike 2.



Slika 2. Izpleni briketiranih vzorcev.

Figure 2. Yields of briquetted samples after melting.

Če primerjamo izplene odpadkov v razsutem stanju z izpleni briketiranih vzorcev vidimo, da smo dosegli višji izplen samo pri odbruskih iz proizvodnje industrijskih nožev, pri vseh ostalih je bil nižji. To si razlagamo s tem, da sta bila potrebna za raztapljanje in taljenje briketov z bentonitnim vezivom višja temperatura in daljši čas, ki sta povzročila večji odgor. Nekoliko slabši izplen briketiranih odbruskov z oksidnim prahom pa bi lahko pripisali dodatnemu vezivu, ki vsebuje Fe_2O_3 in oksidira talino.

4 Zaključki

Z našimi raziskavami smo prikazali kompleksno sestavo različnih odpadkov, ki nastajajo v Železarni Ravne. Za vred-

notenje posameznih odpadkov smo uporabili več raziskovalnih metod, kot so optična mikroskopija, preiskave z mikrosondo, rasterjem itd. ob določitvi fizikalno kemičnih lastnosti.

S poskusi pretaljevanja, oziroma taljenja odpadkov v talini jekla smo se želeli čim bolj približati delu na novi EOP, ki bo delala z ostankom taline. V talino bo možno pnevmatično dodajati odpadke in jih v njej raztaliti. Za praktično uporabo bi bilo primerno odpadke tudi aglomerirati in briketirati s primernim vezivom.

S pretaljevanjem, oziroma predelavo odpadkov, dobimo koristne surovine oziroma predzlitine, ki jih uporabimo pri izdelavi jekla, hkrati pa rešujemo ekološke probleme.

Glede na koristne sestavine v predzlitinah je potrebno odpadke sortirati po sorodnih sestavah, kar pa je pri redni proizvodnji težko organizirati. Sortiran odpadek ima neprimerno večjo uporabno vrednost, to pa pomeni velike cenovne prihranke.

Delo je izvod iz diplomske naloge A. Kert, julij 1992, Odsek za metalurgijo, FNT-Univerza v Ljubljani.

5 Literatura

- ¹ He Q.S., C. Bryk, W.K. Lu: The recycling of steelmaking dusts using the LB furnace, International Conference on New smelting reduction and near net shape casting technologies for steel, SRNC, 1990, Korea, str. 258–270
- ² Hennig M., H.J. Lehmkuhler: Termische Aufbereitung metallhaltiger Hüttenreststoffe mit Hilfe des Inmetco—Direktreduktionsverfahrens, Dritte Duisburger Recycling-Tage von Joachim Agst, Moers, 1988, str. 139–156
- ³ Walli R.A., J.K. Pargeter, M.S. Mazanek: Plasma smelting of carbon steel electric arc furnace dust for the production of zinc, lead and inert slag, International Conference on New smelting reduction and near net shape casting technologies for steel, SRNC, 1990, Korea, str. 271–288
- ⁴ Auth R. and &: Die Entwicklung des Thyssen—Heissbrikettier—Verfahrens und die betriebliche Anwendung, Dritte Duisburger Recycling-Tage von Joachim Agst, Moers, 1988, str. 93–120
- ⁵ Pluschkell W.: Verhalten von Zing bei der stahlerzeugung im LD-Konverter, Dritte Duisburger Recycling-Tage von Joachim Agst, Moers, 1988, str. 93–120