Andrzej Zielonka

ŻELIWO SFEROIDALNE PRODUKOWANE W ZAKŁADZIE DOŚWIADCZALNYM KATEDRY ODLEWNICTWA DLA POTRZEB PRZEMYSŁU HUTNICZEGO

1. Wstęp

Żeliwo sferoidalne znalazło dość duże zastosowanie w polskim przemyśle maszynowym, jednak wprowadzenie tego tworzywa do produkcji elementów maszyn hutniczych jeszcze stale napotyka na poważne opory. Przy wprowadzeniu żeliwa sferoidalnego do hutnictwa polskiego Katedra Odlewnictwa Politechniki Śląskiej ma bezsprzecznie dość duży wkład. Katedra nasza bądź współpracowała przy uruchamianiu produkcji w odlewniach hutniczych, bądź wytwarzała i wytwarza odlewy z żeliwa sferoidalnego dla hutnictwa.

Artykuł niniejszy ma na celu przedstawienie naszych niektórych osiągnięć w zakresie wytwarzania odlewów z żeliwa sferoidalnego dla hutnictwa.

Spośród wielu różnych znanych metod wytwarzania żeliwa sferoidalnego w Katedrze naszej stosuje się metodę wprowadzania elektronu do kadzi pod specjalną pokrywą połączoną z kanałem wylotowym gazu o wyciągu naturalnym. Obrazuje nam to rys. 1.

Ten system wprowadzania magnezu jakkolwiek powoduje stosunkowo większe straty magnezu oraz ze względu na higienę i bezpieczeństwo pracy nie jest najszczęśliwszym, w naszych warunkach jest właściwie jedyny, gdyż umożliwia on stosowanie złomu elektronowego bez specjalnie kosztownych urządzeń.

Złom elektronowy używany do sferoidyzacji żeliwa posiada w przybliżeniu skład chemiczny:

90 % — Mg,
8 % — Al,
2 % — inne.

Używany w produkcji złom elektronowy posiada stosunkowo duże ilości różnych zanieczyszczeń w postaci tulejek mosiężnych, wkrętów i trzpieni stalowych, przekładek aluminiowych, uszczelek ołowianych, niemetalowych itp. Ilość tych materiałów wynosi szacunkowo do 20 %

ciężaru elektronu, stąd zużycie złomu elektronowego w stosunku do ciekłego metalu jest dość duże i wynosi około 1,5 %. Do modyfikacji żeliwa zaprawianego magnezem używa się żelazokrzem 75 % w ilości około 2,5 %. Żeliwo wyjściowe przeznaczone do produkcji żeliwa sferoidalnego wytapia się w żeliwiaku Φ 600 mm o wyprawie kwaśnej i zasadowej.

Przeciętny skład chemiczny tego żeliwa waha się w następujących granicach:

C = 3,1—3,5 %
Si = 1,8—2,2 %
Mn = 0,4—0,7 %
S ≈ 0,1 %
P ≤ 0,2 %

Temperatura żeliwa na rynnie spustowej mierzona pirometrem optycznym (bez poprawki) wynosi normalnie 1380—1420°C.

W czasie produkcji odlewa się kilka próbek, a mianowicie:

próbkę przełomu wg normy
próbę klinową „ „
próbki wytrzymałościowe „ „

Tablica 1

Skład chemiczny żeliwa z 10-ciu wytopów (kadzi)

Lp.	C	Si	Mn	S	P
1	3,29	2,78	0,58	0,006	0,12
2	3,24	2,70	0,59	0,027	0,12
3	3,36	2,68	0,57	0,029	0,11
4	3,43	2,53	0,58	0,028	0,11
5	3,34	2,34	0,59	0,024	0,11
6	3,16	2,64	0,66	0,005	0,12
7	3 16	2,80	0,66	0,006	0,11
8	3,26	2,98	0,65	0,005	0,11
9	3,17	2,85	0,62	0,008	0,11
10	3,18	2,70	0,52	0,012	0,12

Próbki wytrzymałościowe po ich obrobieniu zrywane są na 30-tonowej maszynie wytrzymałościowej firmy Schöpper. Twardość określana jest na aparacie „Alpha" metodą Brinella (10/3000/30). Badania metalograficzne przeprowadzane są na mikroskopie metalograficznym firmy Reichert. Ze względu na to, że żeliwo sferoidalne produkuje się w Katedrze od szeregu lat, podawanie wszystkich analiz za ten okres czasu jest prawie niemożliwe. Z tego względu zestawiono wyniki przykładowo tylko z 10-ciu wytopów. Skład chemiczny żeliwa z tych wytopów (kadzi) przedstawia tablica 1, zaś własności mechaniczne tego żeliwa tablica 2.

Niezależnie od typowych żeliw sferoidalnych o strukturze ferrytycznej czy perlitycznej w Katedrze produkowane były żeliwa sferoidalne wysokokrzemowe, żeliwa sferoidalne aluminiowe, co jednak stanowi osobną, zresztą bardzo bogatą tematykę.

Artykuł niniejszy podaje doświadczenia naszej Katedry w zakresie zwykłego żeliwa sferoidalnego stosowanego na odlewy grubościenne.

Tablica 2

Własności mechaniczne żeliwa z 10-ciu wytopów (kadzi)

Lp.	R_T kG/mm²	a_4 %	Przełom	*HB* kG/mm²
1	52,9	2,0	PPMZ	285
2	54,5	2,1	PPZ	285
3	54,5	2,1	PPZ	284
4	50,0	2,0	PPMZ	255
5	52,9	2,1	PPZ	285
6	56,1	—	PPMZ	285
7	52,5	—	PPMZ	255
8	52,5	—	PPMZ	269
9	54,2	—	PPZ	255
10	53,9	—	PPZ	255

2. Stożkowe koła zębate dla walcowni uniwersalnej

Dzięki wyjątkowo dużej odporności na ścieranie, jak i dobrym własnościom wytrzymałościowym żeliwa sferoidalnego zapoczątkowano w naszym Zakładzie produkcję kół zębatych stożkowych do walcarki uniwersalnej w Hucie „Łabędy". Koła te odlewano jako komplety — jedno koło z niską piastą o wadze 311 kg, zaś drugie z wysoką piastą o wadze 551 kg. Koła te przedstawione są na rysunku 2. Wyżej wymienione koła stożkowe wykonane z żeliwa sferoidalnego zamontowywano na walcowni z zębami nieobrabianymi. Poprzednio w Hucie stosowano koła zębate, stalowe obrabiane mechanicznie. Ulegały one dość szybko zniszczeniu. Omawiane koła są kołami napędzającymi walce pionowe. Warunki pracy tych kół są bardzo ciężkie, a to ze względu na duże moce jak i uderzenia, które bezpośrednio z walcy są przenoszone na nie. Czasokres pracy stosowanych dotychczas kół stalowych i staliwnych wynosił średnio 250 godzin, natomiast czasokres pracy kół z żeliwa sferoidalnego wahał się w dość znacznych granicach (od 250 do 1000 godzin), co było zależne nie tylko od jakości tworzywa, z którego odlano koła, lecz również, a może przede wszystkim, od rodzaju walcowanej stali. Na jakość wszystkich odlewów wpływa przede wszystkim technologia wytwarzania form oraz rodzaj i gatunek metalu. Technologia form odlewniczych jest zilustrowana na rysunkach 3 i 4.

Stosowane masy formierskie posiadały własności podane w tablicy 3 i sporządzono je z następujących składników:

80 % — masy obiegowej,
12 % — piasku kwarcowego,
1—1,5 % — gliny,
7 % — wody.

Masy rdzeniowe charakteryzują wskaźniki podane w tablicy 4. Rdzenie wykonano z masy o składzie:

Piasek formierski półtłusty P 50/100	62,5 %
piasek kwarcowy	30 %
glina kaolinitowa	2,5 %
woda	6 %

Tablica 3

Własności masy fornierskiej

$R_c w$ kG/cm²	$R_r s$ kG/cm²	W %	Pw cm⁴/g. min.
0,70—0,90	0,60—0,80	6,5—7,0	70,0—90,0

Czas zalewania jednej i drugiej formy wahał się w granicach 45—50 sek.

Czas stygnięcia odlewów wynosił 10 godzin. Odlewy nie poddawano żadnej dodatkowej obróbce cieplnej. Badania własności tworzywa metalowego bezpośrednio z odlewów wykazały dużą zgodność z wynikami badań na znormalizowanych próbkach. Próbka wycięta z zęba koła zębatego zniszczonego po 450 godzinach pracy wykazała własności podane w tablicy 5. Mikrofotografie i struktury tego żeliwa podane są na rys. 5 i 6. W osnowie perlitycznej (o grubości płytek perlitu 0,5 μ) występuje grafit sferoidalny o średnicy około 40 μ częściowo w otoczce ferrytycznej. Badania metalograficzne wykazują występowanie niewielkiej ilości eutektyki fosforowej oraz wtrąceń siarczkowych.

Tablica 4

Własności masy rdzeniowej

$R_c w$ kG/cm²	$R_r s$ kG/cm²	W %	Pw cm⁴/g. min.
0,90—1,10	0,80—1,10	6,8—7,3	60,0—80,0

3. Inne przykłady zastosowania żeliwa sferoidalnego w hutnictwie

Żeliwo sferoidalne z uwagi na swoje własności, omawiane uprzednio zastosowano na inne odlewy dla hutnictwa. W Katedrze Odlewnictwa wykonano i wykonuje się odlewy półpanewek, łożysk do wałów, stożkowych kół zębatych do samotoków, ślimaków i innych dla zakładów takich jak: Huta Łabędy, Huta Florian, Huta Kościuszko, Huta Będzin. Wprowadzenie odlewów z żeliwa sferoidalnego pozwoliło wyprzeć w wielu wypadkach stosowane od lat brązy jak i podnieść czasokres pracy. Niektóre odlewy stosowane na różnego rodzaju łożyska poddawano obróbce

cieplnej. Wyżarzanie stosowano w celu uzyskania żeliwa sferoidalnego ferrytycznego. Temperatura żarzenia żeliwa sferoidalnego o osnowie perlitycznej wynosiła 730°C przez około 5—10 godzin (zależnie od grubości ścianek odlewu). W odlewach o osnowie perlitycznej z wolnym cementytem występującym w nielicznych ilościach przeprowadzono żarzenie dwustopniowe, a mianowicie w temperaturze 950°C przez 4—8 godzin, a następnie obniżono temperaturę do 730°C i wytrzymywano w niej około 4—10 godzin. Odlewy studzono wraz z piecem.

Uzyskane w' ten sposób żeliwo sferoidalne z osnową ferrytyczną wykazuje drobne ziarna ferrytu. Średnie własności mechaniczne żeliwa sferoidalnego ferrytycznego były następujące:

R_r = 45 kG/mm²
H_B = 170 kG/mm²
a_4 = 5 %

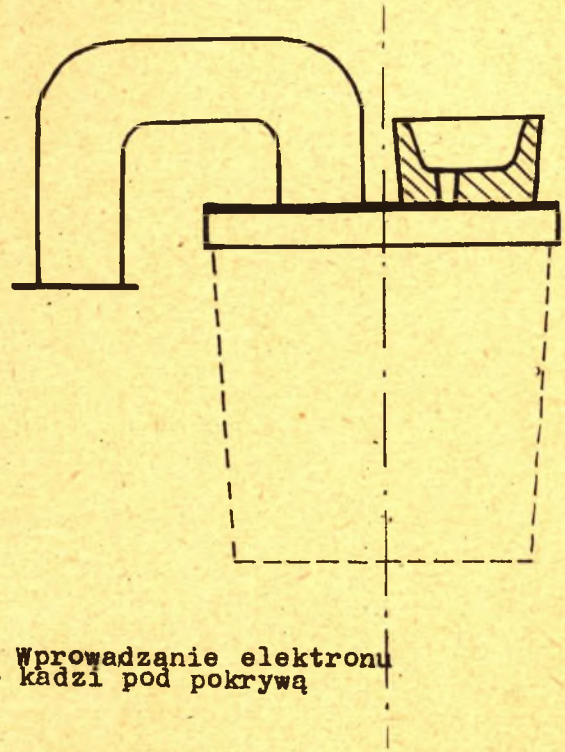
Tablica 5

Własności mechaniczne i chemiczne próbki żeliwa sferoidalnego wyciętej z zużytego koła

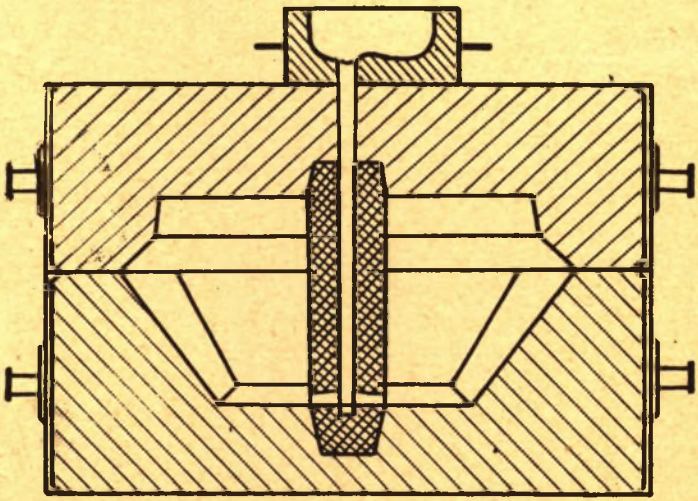
R_r kG/mm²	Złom	HB kG/mm²	Analiza chemiczna				
			C	S	P	Si	Mn
52,10	PPZ	227	3,14	0,005	0,19	2,06	0,48

Ujemną stronę technologii wykonywania odlewów z żeliwa sferoidalnego jest konieczność stosowania nadlewów, niejednokrotnie przewyższających swym ciężarem, ciężar samego odlewu.

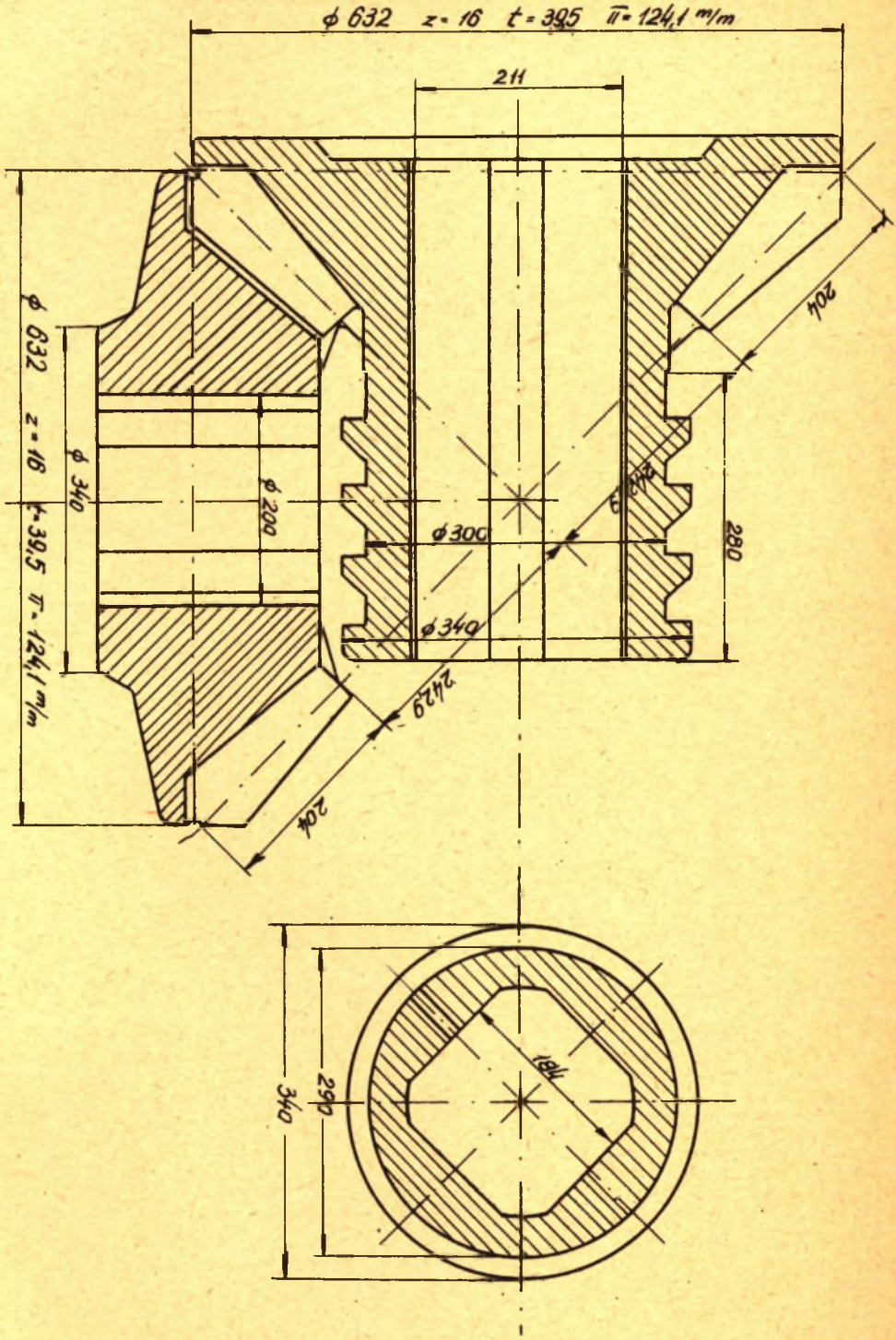
Następstwem tego jest stosunkowo niski uzysk. Liczne zamówienia na żeliwo sferoidalne świadczą o tym, że ma ono coraz szersze zastosowanie tam, gdzie dotychczas stosowano odlewy z drogich metali kolorowych, czy staliwa.



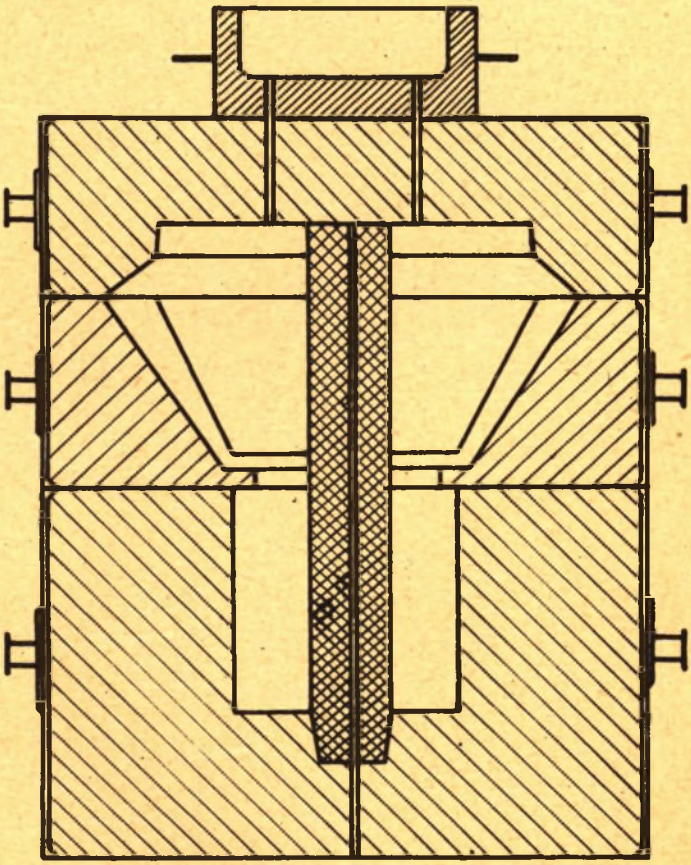
Rys. 1. Wprowadzanie elektronu do kadzi pod pokrywą



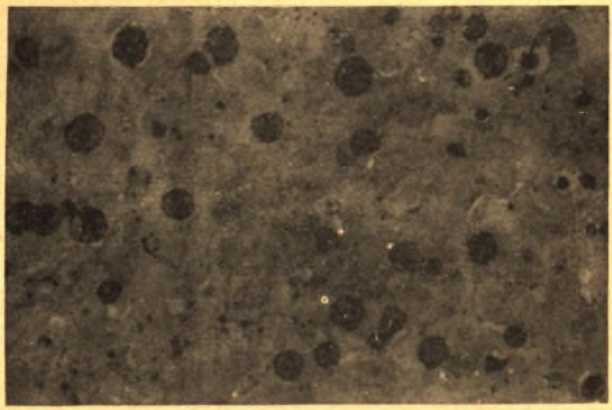
Rys.4. Forma odlewnicza kołastożkowego o wadze 311 kg.



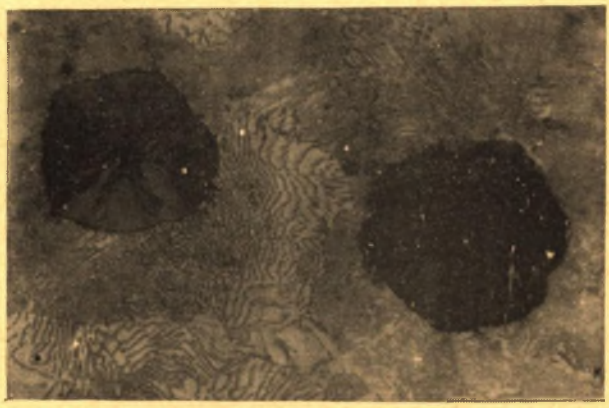
Rys.2. Koła zębate do walcarki uniwersalnej



Rys.3. Forma odlewnicza koła stożkowego o wadze 551 kg.



Rys.5. Żeliwo sferoidalne perlityczne
traw. HNO_3, pow. 150x



Rys.6. Żeliwo sferoidalne perlityczne
traw. HNO_3, pow. 600x