

WŁAŚCIWOŚCI ŻELIWA EN-GJS-500-7 W ZALEŻNOŚCI OD MATERIAŁÓW WSADOWYCH

D. BARTOCHA¹

Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych
Zakład Odlewnictwa Politechniki Śląskiej
ul. Towarowa 7, 44-100 Gliwice

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki badań żeliwa sferoidalnego EN-GJS-500-7 pochodzącego z pięciu wytopów zrealizowanych z użyciem różnych, pod względem jakości i rodzaju, materiałów wsadowych. Wyznaczono i porównano wartości podstawowych właściwości mechanicznych i odlewniczych badanego żeliwa.

Key words: ductile cast iron, charge materials, mechanical and casting properties.

1. WSTĘP

W strukturze kosztów odlewni w Polsce dominują koszty zużycia materiałów i energii, natomiast w odlewniach w Europie Zachodniej tę pozycję obejmują wysokie koszty robocizny. Gdyby materiały wsadowe w Polsce były tańsze, albo można byłoby je zastępować tańszymi odpowiednikami, byłaby to idealna sytuacja dla odlewni na stawanie się konkurencyjnymi na rynkach Unii Europejskiej. Jednak jak pokazują dane z lat 2003 – 2005 ceny wszystkich materiałów mają dużą tendencję wzrostową. Analizując dane z tego okresu hipotetyczne zastąpienie surówki złomem stalowym kupnym, spowodowałoby zmniejszenie kosztów zużycia materiałów wsadowych, o 5,7%, czyli ok. 127 zł, w produkcji 1 tony odlewów z żeliwa sferoidalnego. Inaczej, spowodowałoby to obniżenie ceny materiałów wsadowych potrzebnych do wyprodukowania 1 kg odlewu z 2.21 PLN na 2.08 PLN, co wydaje się być różnicą wartą podjęcia próby zastąpienia drogich materiałów wsadowych (surówka) tańszymi (złom stalowy i żeliwny) pod warunkiem nie pogorszenia jakości ciekłego metalu i odlewów [1]. Wysoka jakość będzie zapewniona, jeżeli proces przygotowania materiałów wsadowych i ich naważania wg obliczonych namiarów, który ma

¹ dr inż. dariusz.bartocha@polsl.pl

podstawowy wpływ na rodzaj i jakość wytapianego metalu, będzie szczególnie kontrolowany i połączony z wewnętrzną kontrolą jakości materiałów wsadowych (skład chemiczny, stopień skorodowania, udział innych materiałów tj. farb, powłok antykorozyjnych itp.) [2].

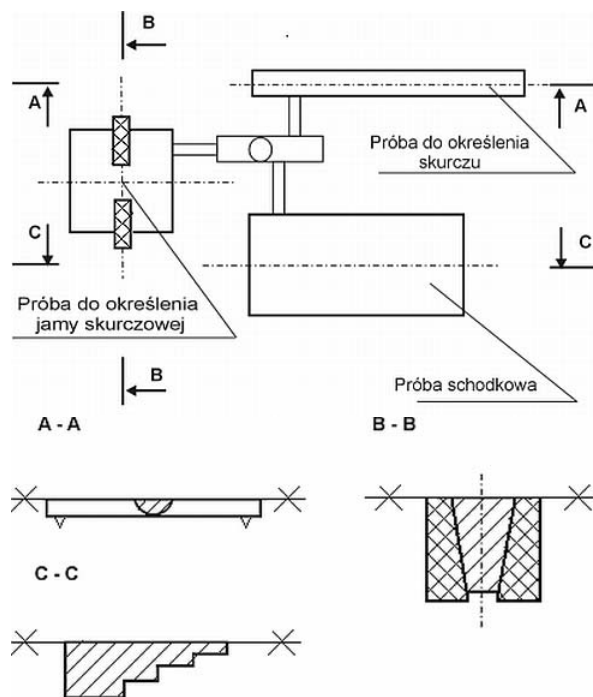
2. BADANIA WŁASNE

Głównym celem pracy jest porównanie właściwości odlewniczych i mechanicznych żeliwa sferoidalnego EN-GJS- 500-7 wytopionego na bazie surówki specjalnej i przeróbczej oraz wytopionego wyłącznie ze złomu stalowego (różnej jakości) oraz obiegowego z różnymi stopniami dowęglania. Aby zrealizować cel pracy wyznaczono następujący zakres czynności:

1. Przeprowadzenie wzorcowego wytopu na bazie surówki specjalnej i złomu stalowego.
2. Przeprowadzenie dwóch wytopów z użyciem złomu stalowego i obiegowego (żeliwo sferoidalne z pierwszego wytopu) z różnymi stopniami dowęglania i różnymi rodzajami nawęglacza.
3. Przeprowadzenie jednego wytopu z użyciem złomu obiegowego i złomu stalowego, (który w 100% stanowiła stalowa ocynkowana blacha karoseryjna) wraz z dowęglaniem.
4. Przeprowadzenie jednego wytopu na bazie surówki przeróbczej oraz przypadkowego złomu obiegowego i stalowego.
5. Przeprowadzenie, w ramach każdego wytopu, badań własności odlewniczych i mechanicznych
6. Opracowanie uzyskanych wyników badań, wykonanie obliczeń oraz analizy wyników.

Założony skład chemiczny badanego żeliwa EN-GJS-500-7: C – 3,8 %, Si – 2,5 %, Mn – 0,1 %, Mg – 0,05 %.

W ramach każdego wytopu wykonano próby: lejności (klasyczna spirala lejności wg BN – 80/4051-07), oceny skłonności do tworzenia naprężeń odlewniczych (próba tzw. kratowa wg BN – 80/4051-02) oraz połączone w jeden próbny odlew (rys. 1) próby oceny: wrażliwości na grubość ścianki, skłonności do tworzenia jam skurczowych, skurczu odlewniczego swobodnego. Namiary wsadowe oraz charakterystyczne temperatury przedstawiono w tabeli 1. Każdorazowo przeprowadzano zabieg odsiarczania przy użyciu karbidu (CaC_2) podawanego na lustro ciekłego metalu w trzech porcjach, co 4 minuty. Po odsiarczeniu żeliwo zostało poddane sferoidyzacji z użyciem zaprawy magnezowej w postaci drutu rdzeniowego CEDEFIL NCF 4800, z uwagi na niewielką ilość ciekłego metalu zabieg przeprowadzano bezpośrednio w piecu. Po zakończeniu wytopu w trakcie spustu dokonywano modyfikacji zaprawą GERMALLOY K20 firmy FERRO TERM podawaną na dno kadzi.



Rys. 1. Konstrukcja odlewu próbnego do wykonania prób oceny wrażliwości na grubość ścianki, skłonności do tworzenia jam skurczowych, skurczu odlewniczego swobodnego.

Fig. 1. Construction of test casting used for estimation section sensitivity, linear contraction and contraction cavity.

Tabela 1. Namiary wsadowe i charakterystyczne temperatury
Table 1. Charge burden and characteristic temperatures

	I	II	III	IV	V
T zal. [°C]	1350	1355	1360	1360	1350
T sfer. [°C]	1320	1340	1315	1315	1330
T odsiarcz. [°C]	1450	1375	1400	1525	1420
Surówka specjalna [kg]	17,5	-	-	-	-
Surówka przeróbca [kg]	-	-	-	-	15
Złom stalowy [kg]	0,75 dj	14,8 dj	14,8 dj	14,7* zj	0,3 zj
Złom obiegowy [kg]	-	3	3	3	3
Zaprawa Mg [kg]	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225
Nawęglacz grafit [kg]	-	0,66	-	0,6	-
Nawęglacz drut rdzeniowy [kg]	-	-	0,66	0,06	-
FeSi [kg]	0,4	0,5	0,5	0,52	0,5

dj – dobra jakość, zj – zła jakość, * - blach karoseryjna

3. WYNIKI

Wyniki przeprowadzonych badań przedstawiono poniżej w formie zestawień tabelarycznych.

Skład chemiczny żeliwa w poszczególnych wytopach przedstawiono w tabeli 2.

Wyniki badań właściwości mechanicznych przedstawiono w tabeli 3, twardość i wytrzymałość na rozciąganie wyznaczono na próbkach wyciętych z odlewu próby kratowej (środkowy pręt $\phi 30\text{mm}$), udarność na próbkach wyciętych z odlewu próby schodkowej (ścianka o grubości 20mm).

Tabela 2. Skład chemiczny badanego żeliwa
Table 2. Chemical composition of tested cast iron

Nr	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Ni [%]	Mo [%]	Cu [%]	Mg [%]	S	Ce
I	3,67	2,07	0,12	0,054	0,005	0,108	0,062	0,018	0,029	0,024	1,02	4,33
II	3,52	2,72	0,53	0,017	0	0,06	0,058	0,015	0,13	0,029	0,99	4,23
III	3,24	2,78	0,74	0,017	0,001	0,188	0,045	0,012	0,082	0,062	0,96	4,1
IV	3,32	2,99	0,4	0,029	0,006	0,22	0,054	0,015	0,073	0,042	0,99	4,26
V	3,36	3,38	0,08	0,054	0,005	0,042	0,016	0,031	0,083	0,023	1,05	4,43

Tabela 3. Właściwości mechaniczne badanego żeliwa
Table 3. Mechanical properties of tested cast iron

	I	II	III	IV	V
HB	172	159	218	138	90
Z [J/cm²]	34,15	35,93	23,52	10,73	8,28
Rm [MPa]	629	629	(402)	625	600

Wyniki badań podstawowych właściwości odlewniczych z wyjątkiem wrażliwości na grubość ścianki przedstawiono w tabeli 4. W tabelach 5 i 6 przedstawiono wyniki oceny wrażliwości na grubość ścianki. Oceny dokonano na dwa sposoby, dokonując pomiaru twardości na próbkach wyciętych z poszczególnych stopni próby schodkowej (tabela 5) oraz dokonując pomiaru udarności na tych samych próbkach (tabela 6). Do wyników uzyskanych na poszczególnych stopniach, zarówno twardości jak i udarności dopasowano statystycznie metodą regresji krokowej prostej, wyznaczając wartości współczynnika kierunkowego a oraz wyrazu wolnego b dla obu przypadków. W ten sposób uzyskano liczbę (wsp. kierunkowy prostej a) jednoznacznie opisującą wrażliwość badanego żeliwa na grubość ścianki, umożliwiającą szybkie porównanie żeliwa pod kątem tej cechy. Wyznaczone wartości a i b dla poszczególnych wytopów wraz z statystycznymi parametrami przedstawiono w tabelach 5 i 6 odpowiednio dla twardości i udarności.

Tabela 4. Właściwości odlewnicze badanego żeliwa
Table 4. Casting properties of tested cast iron

	I	II	III	IV	V
Temperatura zalewania [°C]	1350	1355	1360	1360	1350
Lejność [mm]	650	750	450	650	950
Odtwarzalność [mm]	-	150	400	550	600
Jama skurczowa [cm³]	2,4	2,74	(6,48)	-	2,89
Skurcz swobodny [%]	1,5	1,02	1,02	-	0
σ_{odl} [MPa]	86,0	79,9	72,2	118,5	75,8

Tabela 5. Wrażliwość na grubość ścianki, ocena na podstawie twardości
Table 5. Section sensitivity, estimation based on hardness

Grubość ścianki [mm]	Twardość [HB]				
	I	II	III	IV	V
5	218	218	315	185	140
10	185	185	260	129,5	89,95
20	172	172	239	121	84,9
40	138	138	218	121	84,9
a	-2,04	-2,04	-2,33	-1,33	-1,12
b	216,57	216,57	301,70	164,02	120,85
R	0,95	0,95	0,86	0,67	0,64
p	0,04	0,04	0,13	0,33	0,36

Tabela 6. Wrażliwość na grubość ścianki, ocena na podstawie udarności
Table 6. Section sensitivity, estimation based on impact strength

Grubość ścianki [mm]	Udarność KC [J/cm²]				
	I	II	III	IV	V
5	11,2	34,0	2,1	3,3	47,4
10	25,4	22,8	5,0	23,8	12,8
20	34,2	35,9	23,5	10,7	8,3
40	56,4	60,6	17,8	23,7	66,9
a	1,20	0,92	0,46	0,36	0,92
b	9,20	20,95	3,36	8,51	16,41
R	0,98	0,90	0,70	0,56	0,51
p	0,02	0,09	0,29	0,43	0,48

4. PODSUMOWANIE

Pięć wytopów to zbyt mało aby na podstawie wyników badań przeprowadzić analizę, która z dużym prawdopodobieństwem wskaże ogólne zależności pomiędzy właściwościami mechanicznymi i odlewniczymi a rodzajem i jakością użytych materiałów wsadowych. Jednakże różnice we właściwościach mechanicznych i odlewniczych obserwowane w poszczególnych wytopach wskazują na taką zależność. Szczególnie widoczne są różnice, pod względem właściwości mechanicznych, pomiędzy żeliwem z trzech pierwszych wytopów, wśród których znikome różnice spowodowane są niewielkimi różnicami w składzie chemicznym, a wytopami 4 i 5, w których użyto materiałów wsadowych gorszej jakości, różnice na korzyść wytopów 1, 2 i 3. Różnice takie nie występują wśród żeliwa z trzech pierwszych wytopów pomimo rezygnacji z zastosowania surówki w 2 i 3 wytopie, jednak materiały wsadowe użyte w tych wytopach były dobrej jakości. Wskazuje to na zależność właściwości mechanicznych żeliwa od jakości materiałów wsadowych nie zaś od ich rodzaju. Powyższe twierdzenie częściowo znajduje potwierdzenie w wynikach badań właściwości odlewniczych, gdzie wartości żeliwa z pierwszych trzech wytopów wyraźnie odstają od pozostałych. Różnice te są najwyraźniejsze w wartościach współczynnika a wyznaczonego na podstawie oceny wrażliwości na grubość ścianki (twardość), różnice te wskazują na dużo mniejszą wrażliwość na grubość ścianki żeliwa z wytopów 4 i 5.

LITERATURA

- [1] W. Dobosz: *Koszty własne odlewów a koszty materiałów wsadowych, formierskich, pomocniczych i energii*. Konferencja – Statystyczna prezentacja roczna, Kielce 2005, (materiały niepublikowane) Instytut Odlewnictwa, Kraków.
- [2] M. Woźniczka, D. Bartocha: *Zarządzanie i kontrola jakości materiałów wsadowych na etapie magazynowania i przygotowania wytopu*. Prace SKN, Nr 6, 2006

PROPERTIES OF EN-GJS-500-7 CAST IRON IN DEPENDENCE OF CHARGE MATERIALS

SUMMARY

In the work results of ductile cast iron EN-GJS-500-7 tests have been presented. Cast iron was prepared in five melts that had been realized with different in quality and kind respect charge materials. Values of based casting and mechanical properties of tested cast iron have been determined and compared.

Recenzował Prof. Jan Szajnar