21/10

Archives of Foundry,
Year 2003, Volume 3, № 10
Archiwum Odlewnictwa,
Rok 2003, Rocznik 3, Nr 10
PAN – Katowice PL ISSN 1642-5308

ANALIZA WPŁYWU PARAMETRÓW TECHNOLOGICZNYCH ODLEWANIA NA TRWAŁOŚĆ PŁYT PODWLEWNICOWYCH

A. SMOLIŃSKI[1], K. KIEŁKOWSKI[2], P. NOWAK[3]
[1,3] KTSMiK, Politechnika Śl, ul Krasińskiego 8, 40-019 Katowice
[2] PHS S.A. Oddział Huta Katowice, al. J.Piłsudskiego 92, 41-308 Dąbrowa Górn.

STRESZCZENIE

Żywotność płyt podwlewnicowych jest nadal istotnym problemem pomimo intensywnie rozwijających się procesów ciągłego odlewania stali. W pracy przeanalizowano dane użytkownika płyt dotyczące ich zużycia. Kryteriami oceny były pęknięcia powierzchniowe będące efektem erozyjnego oddziaływania ciekłej stali, temperatura i czas modyfikacji surówki oraz skład chemiczny surówki. Na podstawie badań opracowano zalecenia technologiczne dotyczące wymaganego składu chemicznego, temperatury modyfikacji, jak i kształtu konstrukcji płyty zmierzającej do zwiększenia jej pojemności cieplnej.

Key words: plates for open bottom mould, pig iron, cast iron, modification

1. WPROWADZENIE

Mimo intensywnie rozwijającej się technologii ciągłego odlewania stali, znaczny udział w jej produkcji stanowią wlewki odlewane metodą tradycyjną we wlewnicach. Technologia ta wymaga stosowania płyt podwlewnicowych, które w wyniku cieplnego i mechanicznego oddziaływania ciekłej stali ulegają stopniowemu zużyciu i niszczeniu. Przyjmuje się, iż dobrą jakościowo płytę eksploatuje się przez okres co najmniej 18 do 24 miesięcy. Dopuszczalny wskaźnik zużycia płyty utrzymuje się wtedy w granicach 3–5 kg/t odlanej stali. Płyta podwlewnicowa opracowana w Hucie Katowice jest konstrukcją dwuczęściową i składa się z ramy oraz wkładki. Istotą takiej konstrukcji jest obecność szczeliny dylatacyjnej, umożliwiającej swobodne rozszerzanie się w

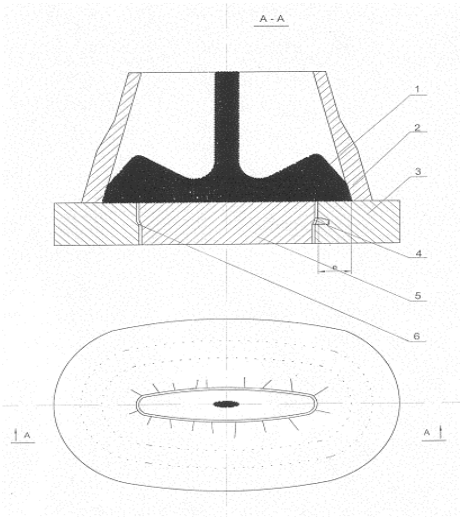
---

[1] *dr inż.*
[2]
[3]

warunkach zmiennej temperatury podczas eksploatacji. Wytwarzane płyty podwlewnicowe wykazują bardzo zróżnicowaną żywotność, niektóre z nich były eksploatowane poniżej 12 miesięcy i krócej. Dlatego postanowiono zbadać przyczyny niskiej żywotności niektórych płyt. Ocenie poddano skład chemiczny surówki jako tworzywa na płyty, makro- i mikrostrukturę próbek pobranych losowo z płyt oraz wytrzymałość na rozciąganie i twardość HB, w temperaturze otoczenia oraz podwyższonej w zakresie od 100 do 900 ^{0}C.

2. PRZEPROWADZENIE BADAŃ

Do wstępnej analizy wybrano z okresu pięciu lat, dwadzieścia wytopów surówki. Płyty wykonane z tej surówki wykazały żywotność od 18 do 24 miesięcy. Kryterium oceny jakości płyty były pęknięcia powierzchniowe oraz wyżłobienia będące rezultatem erozyjnego oddziaływania ciekłej stali na powierzchnię płyty i krawędzie ramy. Na rys. 1 przedstawiono schematycznie sposób wypełniania stalą objętości w dolnej części wlewnicy.



Rys. 1. Schemat analizy procesu niszczenia płyty gdzie:1-ciekła stal, 2-wlewnica, 3-rama płyty, 4-zamki mocujące, 5-wkładka, 6-szczelina
Fig. 1. Scheme of analysis of wasting process of plates: 1-liquid steel, 2-ingot mould, 3-frame of plate, 4-fasten locks, 5-insert, 6-slit

Z rysunku wynika, że ciekła stal działa bezpośrednio na wkładkę płyty. Rama płyty jest praktycznie nieobciążona cieplnie, poza obszarem oznaczonym wymiarem „e". Najczęściej pęknięcia ramy są inicjowane na granicy styku z wkładką. Obszar styku, tzw. krawędź, ulega stopniowemu zaokrąglaniu tworząc ostatecznie charakterystyczne wgłębienie na całym obwodzie. W centrum wkładki dochodzi do erozyjnego jej wymywania, co prowadzi do tworzenia znacznych wgłębień.

Jak już wspomniano ocenie poddano skład chemiczny surówki, a w szczególności zawartość węgla, manganu i krzemu. Poza tym przeanalizowano wpływ temperatury surówki przed zabiegiem modyfikowania oraz czas rafinacji surówki w kadzi przed odlewaniem. Wyniki tej analizy przedstawiono w tabeli 1.

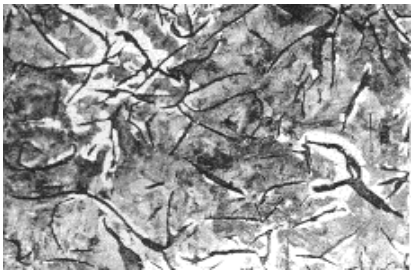
Tabela 1. Skład chemiczny, temperatura surówki i czas rafinacji przed odlewaniem
Table 1. Chemical composition, temperature of pig iron and time of refining before casting

Numer wytopu	T_S [1)] [^{0}C]	τ_r [2)] [min]	Zawartość [%]			Stosunek Si / Mn
			C	Mn	Si	
1	1393	270	4,30	0,60	1,47	2,45
2	1380	180	4,10	0,60	1,22	2,03
3	1370	180	4,70	0,65	1,28	1,96
4	1394	300	4,43	0,61	1,40	2,29
5	1400	300	4,15	0,64	1,19	1,86
6	1362	240	4,10	0,62	1,34	2,16
7	1372	490	4,38	0,63	1,07	1,70
8	1381	30	4,30	0,65	1,35	2,08
9	1360	220	4,53	0,59	1,41	2,39
10	1350	285	4,04	0,60	1,00	1,65
11	1388	360	3,95	0,58	1,36	2,34
12	1375	480	3,61	0,56	1,21	2,16
13	1360	180	4,23	0,59	1,44	2,44
14	1407	405	4,85	0,48	1,20	2,50
15	1371	20	4,30	0,59	1,52	2,58
16	1346	180	3,95	0,51	1,34	2,62
17	1412	20	4,20	0,58	1,59	2,74
18	1360	180	4,23	0,59	1,44	2,44
19	1346	180	3,95	0,51	1,34	2,62
20	1340	165	4,74	0,67	1,26	1,88

1) Temperatura surówki przed zabiegiem modyfikacji
2) Czas rafinacji surówki w kadzi

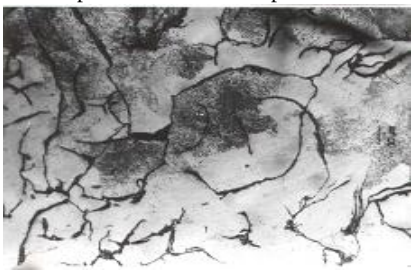
W tabeli 1 zamieszczono również wartość stosunku zawartości krzemu do manganu. Z przeprowadzonej analizy wynika, że temperatura surówki przed modyfikowaniem T_S , nie może być niższa od 1370 ^{0}C. W innym przypadku mogą wystąpić trudności podczas modyfikowania, tj. może dojść do niecałkowitego rozpuszczenia się żelazokrzemu. Stwierdzono, że zawartość węgla w analizowanym przedziale nie ma istotnego wpływu na żywotność płyt. Zauważono natomiast istotny związek pomiędzy żywotnością a stosunkiem zawartości krzemu do manganu. Korzystna wartość tego stosunku wynosi około 2,25. Przy mniejszej wartości, zauważono wyraźne obniżenie się żywotności płyt. Wydaje się, iż fizycznie stosunek krzemu do manganu wyraża z jednej strony zdolność surówki do grafityzacji a z drugiej strony do tworzenia osnowy perlitycznej (wpływ Mn). Pierwiastki te wykazują

w tym kierunku, jak wiadomo wpływ przeciwny [1]. Przy większej wartości tego stosunku zaczyna przeważać grafityzujący wpływ krzemu, co objawia się intensywnym tworzeniem tzw. szumu grafitowego. Przy wartości mniejszej od 2,25 , zaczyna przeważać węglikotwórczy wpływ Mn, co objawia się tworzeniem osnowy perlitycznej zwłaszcza w elemencie ramy podwlewnicowej.
Potwierdzeniem tych rozważań są wyniki badań strukturalnych, których przykłady przedstawiono na rys. 2 do rys.4.



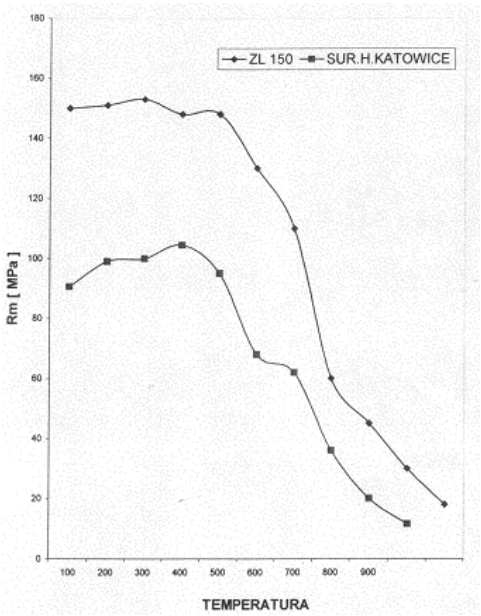
Rys. 2. Mikrostruktura elementu ramy płyty podwlewnicowej, dla Si / Mn ~1,65 , pow.100 x
Fig. 2. Microstructure of element of open bottom moulds plates for Si /Mn ~1,65., mag.100 x

Rys. 3. Mikrostruktura elementu ramy płyty podwlewnicowej, dla Si / Mn ~2,29 , pow. 100 x
Fig. 3. Microstructure of element of open bottom moulds plates for Si /Mn ~2,29., mag.100 x



Rys. 4. Mikrostruktura elementu ramy płyty podwlewnicowej, dla Si / Mn ~2,45 , pow. 100 x
Fig. 4. Microstructure of element of open bottom moulds plates for Si /Mn ~2,45., mag.100 x

Mikrostruktury z poszczególnych obszarów elementów płyty (wkładki i ramy) wskazują na znaczne zróżnicowanie osnowy metalowej oraz wydzieleń grafitowych. W obszarach o osnowie perlityczno-ferrytycznej występuje grafit płatkowy prosty (duże wydzielenia) oraz grafit zwichrzony. W obszarach o osnowie ferrytycznej występuje grafit zwichrzony. Dla pełniejszej analizy związku w/w czynników z żywotnością płyt podwlewnicowych przeprowadzono pomiary wytrzymałości na rozciąganie w temperaturze pokojowej i podwyższonej. Wyniki tych badań przedstawiono na rys.5. Dla porównania zamieszczono również wyniki tych badań dla żeliwa EN-PN-GJL 150.



Rys. 5. Porównanie wytrzymałości R_m w funkcji temperatury dla surówki (C~3,95 % , Si~1,34 %, Mn~0,63 %) i żeliwa szarego EN-PN-GJL 150

Fig. 5.Comparision of R_m durability on temperature function for pig iron (C~3,95 % , Si~1,34 %, Mn~0,63 %) and cast iron EN-PN-GJL 150

Z rysunku wynika, iż dla próbek pobranych z elementu wkładki płyty, wytrzymałość R_m utrzymuje stałą wartość do temperatury 900 ^{0}C. Nagłe zmniejszenie wartości R_m ma miejsce po przekroczeniu temperatury 500 ^{0}C. Podobny przebieg R_m wykazuje żeliwo szare. Wartości R_m dla żeliwa EN-PN-GJL 150 są jednak znacznie wyższe.

3. PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonych badań oraz ich analizy wynikają następujące wnioski i zalecenia zmian w technologii topienia i odlewania płyt podwlewnicowych oraz ich eksploatacji:

1. Temperatura ciekłej surówki przed modyfikacją nie może być niższa od 1370 ^{0}C.
2. Zawartość węgla powinna być utrzymana w zakresie od 3,95 do 4,85 %.
3. Zawartość krzemu powinna wynosić od 1,30 do 1,40 % , a manganu od 0,58 do 0,63 %. Zapewnia to wartość stosunku Si / Mn na poziomie 2,25.
4. Wydłużyć czas argonowania ciekłej surówki do 3,5 godzin a czas mechanicznego mieszania do 1,5 godziny, przed zabiegiem modyfikowania.
5. Na wkładce płyty zaleca się umieścić obcinki blach, co zabezpieczy jej powierzchnię przed erozyjnym działaniem strumienia stali.
6. Rozważyć możliwość sferoidyzowaia surówki przy pomocy zaprawy Fe-Si-Mg.
7. Kontynuować próby powiększenia pojemności cieplnej płyty podwlewnicowej poprzez zwiększenie jej wymiarów.

LITERATURA

[1] Podrzucki Cz.: *Żeliwo, struktura, właściwości, zastosowanie*, tom I i II.Wyd. 2G
[2] STOP, Kraków, 1991.
[3] Stachurski W.: *Kształtowanie wlewnic i płyt podwlewnicowych w świetle uproszczonej analizy wytrzymałościowej i badań modelowych*, Kraków, 1994.
[4] Instrukcja czynnościowa: *Regeneracja płyt podwlewnicowych poprzez napełnianie ich ciekłą surówką*. IC/ZSP/4.FO2.PHS S.A. HK.
[5] Soboń G.: *Modernizacja i regeneracja płyt podwlewnicowych eksploatowanych w PHS S.A. HK*.
[6] Kiełkowski K.: *Analiza warunków odlewania płyty podwlewnicowej w warunkach PHS S.A. Oddział Huta Katowice w oparciu o statystyczne dane użytkownika*, Praca dyplomowa Inżynierska, Politechnika Śl., Katowice, 2003.

ANALYSIS OF INFLUENCE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CAST ON THE DURABILITY OF PLATES FOR OPEN BOTTOM MOULDES

SUMMARY

Durability of plates for open bottom mould is still essential problem. In this work the data analysis of plate users apply to utilize theirs are analysed. Estimation criteria were the surface microcrash which are of an effect erosion by liquid metal, temperature and time of modification, and chemical constitution of pig iron. Basis on the results of investigation the technological recommendation have been elaborated. There are chemical constitution of cast steel. Temperature of modification and shape of plates.

Recenzował Prof. Adam Gierek