

WPLYW ŻUŻLI SYNTETYCZNYCH NA PROCES ODSIARCZANIA
NISKOSTOPOWEGO STALIWA Cr-Ni-Mo

M. Balicki ^a, S. Sobula ^b, B. Kalandyk ^b
AGH w Krakowie. Wydział Odlewnictwa
Ul. Reymonta 23, 30-059 Kraków, Polska
[e-mail: balickimich@gmail.com](mailto:balickimich@gmail.com)

Słowa kluczowe: obróbka pozapiecowa stali, żużle syntetyczne, staliwo Cr-Ni-Mo

1. Wprowadzenie

Zagadnienie czystości metalurgicznej staliwa, rozumianej jako zawartość wtrąceń niemetalicznych, gazów a także makrowtrąceń w odlewach jest rozwijane w praktyce odlewniczej od połowy lat 90, XXw. [1÷3]. Technologie umożliwiające zwiększenie „czystości metalurgicznej i chemicznej” stali, to głównie obróbka pozapiecowa w piecokadzi (LF), wytapianie w piecach próżniowych, a także obróbka stali przy pomocy żużli syntetycznych [3,4]. Stосуje się je głównie w produkcji stali i staliwa o wysokich właściwościach mechanicznych, a dodatkowym atutem tych technologii jest zmniejszenie ilości napraw odlewów. O ile w przypadku dużych koncernów stalowniczych, wyspecjalizowanych w produkcji wybranych gatunków stali, opłacalne jest budowanie stanowisk do obróbki próżniowej, o tyle w przypadku odlewni wykonujących wyroby z różnych gatunków stopów jest to ekonomicznie nieuzasadnione. Tak więc, mniejsze zakłady odlewnicze muszą skoncentrować się na poprawie „czystości stali” na drodze argonowania, często z zastosowaniem żużli syntetycznych a także używając modyfikatorów struktury i modyfikatorów wtrąceń niemetalicznych [3]. Popularną metodą jest także zastosowanie podajnika z drutem rdzeniowym w połączeniu z argonowaniem. Proces ten pozwala wprowadzać do ciekłej stali całą gamę odtleniaczy i modyfikatorów, przy jednoczesnym usuwaniu wtrąceń niemetalicznych w wyniku przedmuchiwania argonem.

Prace dotyczące optymalizacji argonowania wybranych gatunków stali prowadzone były w Metalodlew SA we współpracy z Wydziałem Odlewnictwa AGH w ciągu ostatnich 10 lat. Ze względu na profil produkcji badania te obejmowały głównie stale wysokomanganowe. Uzyskanie pozytywnych wyników argonowania w obecności żużli syntetycznych, były podstawą do przeniesienia tej metody na odlewy dla przemysłu energetycznego. O ile w obróbce pozapiecowej stali wysokomanganowych głównym celem było zmniejszenie zawartości azotu, który prowadzi w niekorzystnych warunkach do powstania pęcherzy gazowych, o tyle w przypadku niskostopowych stali Cr-Ni-Mo problemem jest podwyższona zawartość siarki. Duża zawartość siarki jest szczególnie niekorzystna w produkcji odlewów grubościennych ze względu na zwiększenie skłonności do pęknięć. Z tego powodu w niniejszym artykule przedstawiono badania wpływu wybranych żużli syntetycznych stosowanych w obróbce pozapiecowej na proces odsiarczania staliwa Cr-Ni-Mo.

^{a/} doktorant, Katedra Inżynierii Stopów i Kompozytów Odlewanych, Wydział Odlewnictwa AGH,

^{b/} Katedra Inżynierii Stopów i Kompozytów Odlewanych, Wydział Odlewnictwa AGH

2. Metodyka badań

Badania własne zostały przeprowadzone w warunkach odlewni Metalodlew SA znajdującej się w Krakowie. Wytopy staliwa narzędziowego L70H2GNM przeprowadzono w elektrycznym piecu łukowym o pojemności 8,5Mg. Skład chemiczny badanego staliwa przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Skład chemiczny badanego staliwa, % mas.

Ozn. staliwa	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Inne
L70H2GNM	0,60- 0,75	0,35- 0,55	0,95- 1,15	max. 0,040	max. 0,040	1,80- 2,10	0,40- 0,80	0,40- 0,60	-

Podczas spustu stali do kadzi, wprowadzano żużel syntetyczny, odtleniacze i modyfikatory. Ilość żużla syntetycznego wynosiła zawsze 50 kg. Do testów użyto żużli syntetycznych LDSF LT firmy Kerneos, oraz żużli produkcji ZM Ropczyce: UZRA KP i UZRA KP z dodatkiem 1,5% Al. Skład chemiczny zastosowanych w badaniach żużli przedstawiono w tabeli 2.

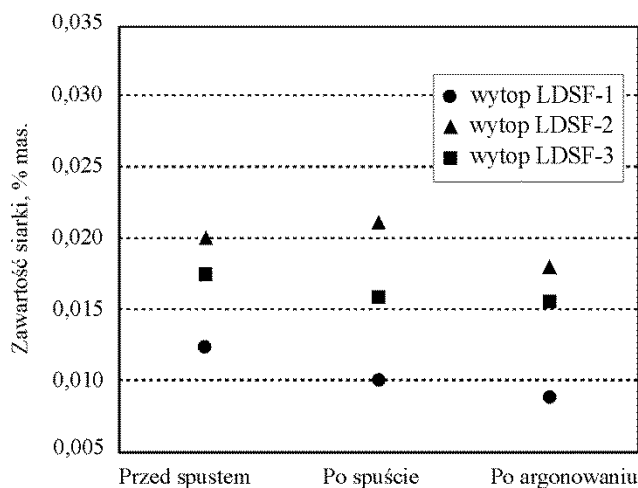
Tabela 2. Skład chemiczny żużli syntetycznych wybranych do badań, % mas.

Żużel	Al ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	TiO	Al
LDSF LT	46-50	47-53	<1,5	<2	<0,8	<0,2	-
UZRA KP	41,7	42,3	3,9	4,6	1,3	-	-
UZRA KP + Al	41,7	42,3	3,9	4,6	1,3	-	1,5

3. Wyniki badań i ich analiza

Zmiany stężenia siarki w badanych wytopach były kontrolowane przed spustem z pieca, po spuście i po argonowaniu. Dla wytopów argonowanych pod wybranymi żużlami zawartość siarki w analizie przedspustowej jest zmienna i waha się od 0,013 do 0,034%. Taki rozrzut zawartości siarki wynika z faktu, że badania przeprowadzane były w warunkach przemysłowych i już na początku procesu otrzymywano zróżnicowaną zawartość siarki. Zaobserwowano, że pomimo stosowania podobnego pod względem ilościowym wsadu, wpływ na zawartość siarki przed spustem miał także skład chemiczny materiałów wprowadzanych do uzupełnienia składu chemicznego kąpieli oraz praca obsługi pieca.

Porównując otrzymane wyniki odsiarczania staliwa L70H2GNM po argonowaniu z zastosowaniem wybranych żużli syntetycznych wykazano, że najlepsze właściwości odsiarczające posiadał żużel LDSF LT (rys.1).



Rys. 1. Zmiany zawartości siarki po argonowaniu pod żużlem LDSF

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że wprowadzenie 1,5%Al do żużla UZRA KP wpłynęło korzystnie na efektywność odsiarczania w kadzi w czasie argonowania w porównaniu do żużla UZRA KP bez 1,5%Al.

Z uwagi, że żużel UZRA KP jest od dłuższego czasu stosowany w odlewni, w późniejszym czasie będą podjęte badania czy dodatek 1,5%Al jest ilością optymalną, czy ewentualnie należałoby zwiększyć jego ilość do 2 czy 2,5% w stosunku do ilości wsadu.

4. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań przemysłowych wykazano korzystne oddziaływanie żużli syntetycznych na obniżenie zawartości S w wytapianym staliwie L70H2GNM.

Najlepsze efekty odsiarczania kąpielii metalowej otrzymano po przeprowadzeniu obróbki popapierowej obejmującej argonowanie z zastosowaniem żużla syntetycznego LDSF LT. Zastosowanie tego żużla przyczyniło się do otrzymania niskiej zawartości siarki w wytapianym staliwie, osiągając średnią wartość 150ppm.

Pożądanym wydaje się przeprowadzenie badań w kierunku potwierdzenia optymalnej zawartości Al jako dodatku zwiększającego efektywność odsiarczania żużla UZRA KP.

Podziękowania

Badania zostały wykonane w ramach realizowanej na Wydziale Odlewnictwa pracy doktorskiej.

Literatura

- [1] Griffin J. A., Monroe R.W. & Blair M. (1998). In search of clean steel heat. *Modern casting*. 88 (2), pp. 58-60.
- [2] Lis T. (2009). *Metalurgia stali o wysokiej czystości*. Gliwice: Wyd. Politechniki Śląskiej.
- [3] Sobuła S., Głownia J., Sierant Z. Młyński M. (2006). Poprawa czystości staliwa Hadfielda poprzez argonowanie w kadzi odlewniczej. *Polska metalurgia w latach 2002 – 2006* Komitet Metalurgii PAN - Kraków : Wydawnictwo Naukowe „AKAPIT”, Zawiera materiały z XIV Konferencji Sprawozdawczej „Metalurgia 2006” s. 319–324.
- [4] Mańkowski P., Kalandyk B. & Zapała R. (2010). Effect of melting technology on the properties of G17CrMo5-5 steel for cast turbines. *Archives of Foundry Engineering*. 10 (4), pp. 133-136.
- [5] Telejko I. (2004). *Kruchość staliwa w zakresie temperatur stanu stałego – ciekłego*. Kraków: Wyd. Naukowe Akapit.
- [6] Jochymczyk D., Warzecha M., Jowsa J. & Karwala P. (2013). Desulphurization of steel by injecting powder (CaO) in the secondary metallurgy of steel. *Hutnik-Wiadomości Hutnicze* 80(5) s.296-299.
- [7] Chojecki A., Telejko I. (2003). *Odlewnictwo staliwa*. Kraków: Wyd. Naukowe Akapit.