ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1977

Seria: Hutnictwo z. 11 Nr kol. 518

Eugeniusz KRZEMIEŃ
Instytut Inżynierii Materiałowej

Jan MŁYNARCZYK
Huta Katowice

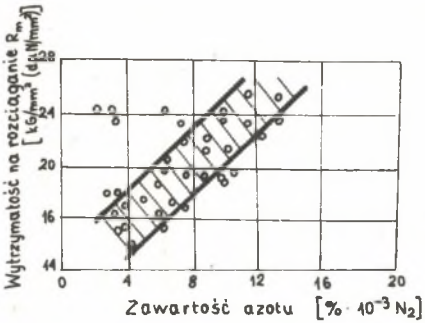
WPŁYW AZOTU NA STRUKTURĘ I WŁASNOŚCI ŻELIWA

Streszczenie. Opisano próby otrzymywania żeliwa o zwiększonej zawartości azotu oraz jego wpływ na strukturę osnowy metalicznej oraz na postać grafitu. Potwierdzono korzystny wpływ azotu na wytrzymałość na rozciąganie i twardość żeliwa.

Wprowadzenie

Azot występujący w żeliwie w zakresie zawartości od ok. 0,004 do 0,015% wpływa korzystnie na jego własności wytrzymałościowe. Jest to zgodne z wynikami badań, których przegląd przedstawiono w publikacji [1].

W przypadku, gdy zawartość azotu w żeliwie jest poniżej 0,004% jego wpływ na własności żeliwa jest niedostrzegalny. Natomiast przy wyższych zawartościach azotu (>ok. 0,015% N_2) wraz ze spadkiem temperatury żeliwa część azotu łączy się w cząsteczkowy, powodując powstawanie wad odlewniczych (pęcherze, rzadzizny), które obniżają własności wytrzymałościowe żeliwa. Korzystny wpływ azotu na zmianę własności żeliwa wynika z jego oddziaływania na kształtowanie się struktury pierwotnej i wtórnej. I tak wpływ na strukturę pierwotną polega na rozdrobnieniu komórek eutektycznych [2, 3] oraz na zmianie postaci wydzieleń grafitowych [2, 4].



Rys. 1. Wpływ azotu na wytrzymałość na rozciąganie żeliwa szarego [6]

Natomiast wpływ azotu na strukturę wtórną żeliwa wyraża się wzrostem ilości i dyspersji perlitu oraz zanikiem ferrytu [5, 6].

Na rysunku 1 przedstawiono wyniki badań wpływu azotu na wytrzymałość na rozciąganie żeliwa szarego, a w tablicy I zamieszczono dane o zmianie ilości ferrytu w osnowie metalicznej w zależności od zawartości azotu wg [6].

Tablica I

Zmiana ilości ferrytu w osnowie metalicznej w zależności od zawartości azotu [6]

Średnica próbki (mm)	Zawartość azotu (%)	Średnia ilość ferrytu w osnowie (%)
40	0,00296	48
	0,00621	18
	0,00792	4,3
	0,0108	4,6
60	0,00296	6,6
	0,00621	42
	0,00792	34
	0,0108	26
80	0,00296	82
	0,00621	81
	0,00792	29
	0,0108	28

Badania własne

Materiały i metodyka badań

Żeliwo do badań wytapiano w piecu indukcyjnym o częstotliwości 2500 Hz z kwaśnym wyłożeniem tygla i pojemności 100 kg. Azot wprowadzano do ciekłego metalu dwoma sposobami polegającymi na:

- przedmuchiwaniu kąpieli amoniakiem w tyglu pieca,
- zalewaniu żeliwem związków chemicznych zawierających w swym składzie azot, umieszczonych na dnie kadzi odlewniczej.

Do badań użyto następujących związków chemicznych zawierających azot:

- mocznik (CH_4N_2O),
- trójetanoloamina ($N(CH_2 \cdot CH_2 \cdot OH)_3$),
- chlorek amonu (NH_4Cl),
- węglan amonowy (NH_4NO_3).

Amoniak do ciekłego żeliwa doprowadzono z butli poprzez zestaw manometrów, przewody łączące i rurkę ceramiczną, przedmuchując kąpiel w temp. 1600°C w ciągu 5 min. Na skutek reakcji rozpadu amoniaku w wysokiej temperaturze wydzielały się wolne atomy azotu (wg reakcji $NH_3 \rightarrow 3H + N$), przechodzące do kąpieli, zaś wodór spalał się nad kąpielą - co było widoczne w postaci płomienia nad powierzchnią metalu. Związki chemiczne zawierające azot zalewane były na dnie kadzi odlewniczej o pojemności 40 kg wprost z pieca po osiągnięciu przez kąpiel temp. 1600°C.

Z każdej porcji żeliwa odlewano syfonowo w masie formierskiej odlewy w postaci bloków o grubości ścianki 25, 35 i 45 mm. Z poszczególnych bloków przygotowano próbki do badań strukturalnych i pomiaru mikrotwardości oraz do badań wytrzymałości na rozciąganie i twardości.

Badania metalograficzne wykonano na mikroskopie świetlnym typu MeF2 firmy Reichert, a pomiaru mikrotwardości poszczególnych składników strukturalnych dokonano na mikrotwardościomierzu typu PMT3 produkcji radzieckiej.

Oznaczanie zawartości azotu przeprowadzono w aparacie firmy Leco.

Wyniki badań i ich dyskusja

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wprowadzenie azotu do ciekłego żeliwa przez przedmuchiwanie kąpieli amoniakiem nie dało spodziewanych rezultatów; zawartości azotu okazały się zbyt niskie.

Ze związków chemicznych - pod względem ilości wprowadzonego azotu do żeliwa - najkorzystniejszymi okazały się: chlorek amonu, węglan amonowy i mocznik.

W tablicy II przedstawiono średnie z wyników badań wytrzymałości na rozciąganie i twardości. Z zestawienia tego wynika, że żeliwo o podwyższonej zawartości azotu wykazuje w porównaniu z żeliwem wyjściowym zwiększoną twardość od 60 do 79 jednostek HB i wytrzymałość na rozciąganie średnio

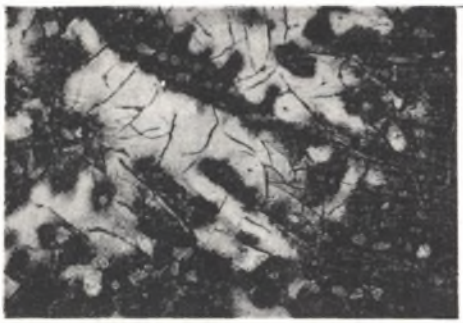
Tablica II

Skład chemiczny, wytrzymałość na rozciąganie R_m, twardość HB żeliwa wyjściowego i po obróbce azotem

Rodzaj związku chemicznego dodanego do żeliwa	Skład chemiczny w %					R_m $\frac{kG}{mm^2}$	HB
	C	Si	Mn	P,S	N_2		
Bez dodatku	3,25	2,05	0,72	0,12	0,005	15	160
Węglan amonowy	3,25	2,05	0,72	0,12	0,0144	17,9	250
Chlorek amonu	3,25	2,05	0,72	0,12	0,0181	18,6	220
Mocznik	3,25	2,05	0,72	0,12	0,0179	17,6	229

o 12%. Te podwyższone wartości R_m i HB są wynikiem korzystnego działania azotu. Wpływ ten przejawia się głównie w zmianie struktury żeliwa. Jak widać na rysunku 2, żeliwo wyjściowe posiada strukturę ferrytyczno-perlityczną z grafitem płatkowym. Natomiast żeliwo zawierające zwiększoną ilość azotu (rys. 3) posiada strukturę perlityczną.

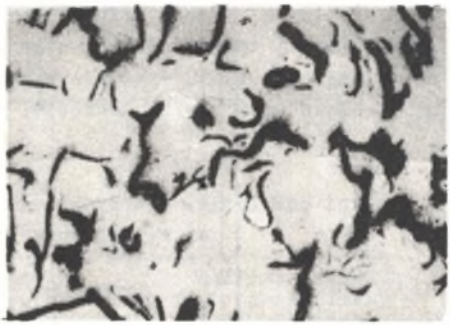
Zmiany wydzieleń grafitu można stwierdzić na rys. 4 (żeliwo wyjściowe) i rys. 5 (żeliwo po obróbce azotem). Azot w żeliwie sprzyja więc tworzeniu się struktury perlitycznej, jak również zaobserwowano zwiększoną ilość wydzielonego cementytu, co w konsekwencji pociąga za sobą wzrost twardości żeliwa.



Rys. 2. Struktura żeliwa wyjściowego. Traw. Nital. Pow. 100x

Rys. 3. Struktura żeliwa o zwiększonej zawartości azotu. Traw. Nital. Pow. 100x

Rys. 4. Postać grafitu w żeliwie wyjściowym. Nietraw. Pow. 200x.



Rys. 5. Postać grafitu w żeliwie o zwiększonej ilości azotu. nietraw. Pow. 200x.

Rys. 6. Wpływ azotu na tworzenie się wad odlewniczych w żeliwie: a) 0,0144% N_2, b) 0,0149% N_2

Rys. 6. Wpływ azotu na tworzenie się wad odlewniczych w żeliwie:
c) 0,018% N_2, d) 0,030% N_2

Badania mikrotwardości wykazały, że twardość perlitu w żeliwie obrobionym azotem wzrosła w stosunku do żeliwa wyjściowego średnio o 40%.

Wpływ azotu na tworzenie się wad odlewniczych przedstawiono na rys. 6, na którym zamieszczono 4 rodzaje próbek o różnej zawartości azotu.

Podsumowanie

Badania w pełni potwierdziły korzystny wpływ azotu na własności wytrzymałościowe żeliwa. Azot do żeliwa można wprowadzać przez zalanie ciekłym metalem związków zawierających azot, umieszczonych na dnie kadzi. W przypadku wyższych zawartości azotu ($>$ 0,014%) w odlewach żeliwnych obserwuje się występowanie wad odlewniczych w postaci pęcherzy i rzadzizn.

LITERATURA

[1] Krzemień E.: Azot w żeliwie. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, 1976, nr 8.

[2] Mountford F.A.: The influence of nitrogen on the strength, soundness and structure of grey cast iron. The British Foundryman, 1966, nr 6, s. 141.

[3] Volianik N.: L'azote dans les fontes. Fonderie. 1963, nr 207, s. 183.

[4] Lewi L.I.: Rastworimost i sodierżanije azota w czugunie. Lit. Proizw. 1962, nr 10, s. 32.

[5] Dawson J.Y., Smith L.W., Bach B.B.: BCIRA. J. 1953, nr 4, s. 540.

[6] Koszel W.P., Paliestin S.M.: Wlijanije azota na swoistwa czuguna. Lit Proizw. 1971, nr 4, s. 11.

[7] Młynarczyk J.: Technologia wprowadzania azotu do ciekłego żeliwa. Praca dyplomowa. Politechnika Śląska, Katowice, 1974.

ВЛИЯНИЕ АЗОТА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ЧУГУНА

Р е з ю м е

В работе представлены пробы получения чугуна с повышенной концетрацией азота и его влияние на изменение металлической структуры формы графита.

Потверждено положительное влияние азота на прочность при растяжении и твёрдость чугуна.

THE INFLUENCE OF NITROGEN ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF CAST IRON

S u m m a r y

The tests for obraining the cast iron with increased nitrogen contents and its effect on the change of metallic structure and the form of the graphite have been described.

The profitalbe influence of the nitrogen on the tensile strength and the hardness of the cast iron has been confirmed.