ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1983
Seria: HUTNICTWO z. 24 Nr kol. 746

Eugeniusz HADASIK, Andrzej SOBAŃSKI
Politechnika Śląska
Maciej FARNIK
Huta "Batory" - Chorzów

BADANIA WŁASNOŚCI BLACH GRUBYCH Z NOWEJ STALI FERRYTYCZNEJ OOH25M1Nb

Streszczenie. Dokonano oceny podatności do kształtowania na gorąco metodą skręcania nowej stali ferrytycznej OOH25M1Nb. Wykonano próby walcowania w zmiennych warunkach gniotu i temperatury końca walcowania oraz wyznaczono własności mechaniczne badanej stali po walcowaniu i obróbce cieplnej. Wykazano, że istnieje możliwość wytwarzania blach grubych ze stali OOH25M1Nb o własnościach korzystniejszych niż blach ze stali H25T.

1. Wprowadzenie

Zwiększający się w ostatnich latach deficyt niklu i gwałtowny wzrost jego cen spowodowały znaczne zainteresowanie ferrytycznymi stalami chromowymi, odpornymi na korozję. Aby zwiększyć ich zakres stosowania, konkurencyjny dla stali austenitycznych, dąży się do polepszenia plastyczności, odporności korozyjnej i spawalności. Jedną z dróg poprawy własności plastycznych jest utrzymanie ilości domieszek międzywęzłowych, głównie węgla i azotu, poniżej 0,03% (tzw. stale superferrytyczne) [1 ÷ 4]. Nowoczesna technologia wytapiania i odlewania stali pozwala produkować stale ferrytyczne chromowe, w których sumaryczna ilość pierwiastków takich jak węgiel, azot, tlen nie przekracza 0,015 % [1, 5, 6]. Takie stale wykazują wyższą granicę plastyczności niż stale austenityczne oraz odporność na korozję w zwykle stosowanych środowiskach. Wadą stali ferrytycznych chromowych jest wrażliwość na działanie karbu, skłonność do nieodwracalnego rozrostu ziarn oraz możliwość wydzielania się kruchych faz podczas chłodzenia z temperatury walcowania [1, 3, 6, 7].

2. Badania własne

Badaniami objęto nową stal gatunku 00H25M1Nb, odlaną w wytopie próbnym w procesie argonowo-tlenowym, o składzie chemicznym podanym w tablicy 1. Wlewek o masie 320 kg walcowano na blachę o grubości 18 mm w walcarce kwarto 900/1400 x 4100 mm, przy zastosowaniu technologii nagrzewania i walcowania opracowanej dla gatunku H25T. Z pasma blachy wycięto próbki do badań plastometrycznych oraz prób walcowania.

Tablica 1

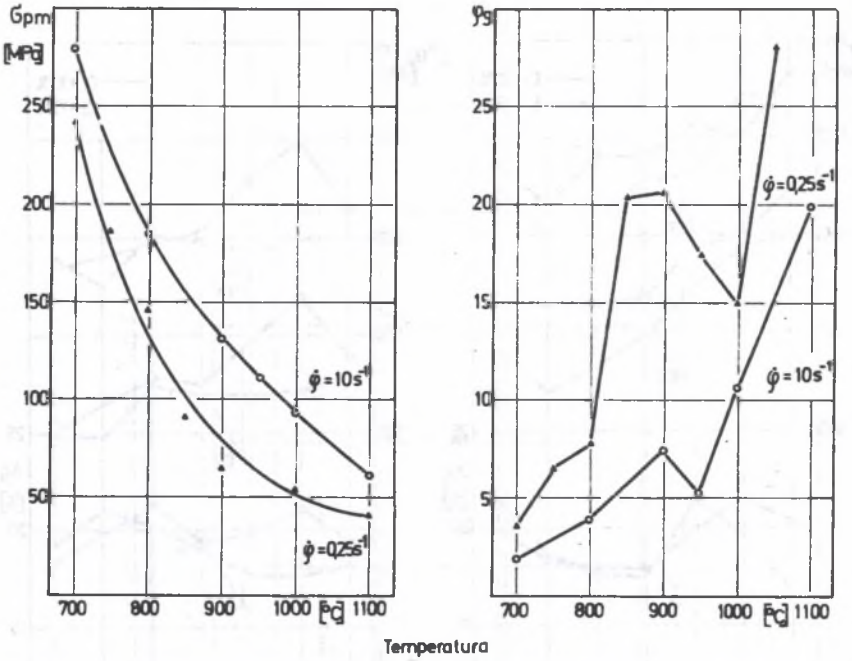
Skład chemiczny badanej stali

Gatunek stali	Zawartość pierwiastków w %								
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Nb	Mo
00H25M1Nb	0,025	0,41	0,06	0,023	0,011	25,9	0,39	0,60	1,15
wymagania wg PN-71/H-86022 dla stali H25T	max 0,15	max 0,80	max 1,0	max 0,045	max 0,030	24-27	max 0,60	4xC% do 0,8	-

Badania plastyczności wykonano metodą skręcania próbek o średnicy d_o = 6 mm i długości l_o = 10,85 mm w zakresie temperatur 700 do 1100°C i prędkości odkształcenia 0,25 i $10s^{-1}$. Otrzymane wyniki przedstawiono w postaci zależności maksymalnego naprężenia uplastyczniającego σ_{pm} oraz odkszkształcenia granicznego φ_g od zmiennych parametrów skręcania (rys. 1.)

Próbki o wymiarach ho = 18 mm, bo = 110 mm i lo = 350 mm, nagrzane w piecu komorowym sylitowym do temperatury 1150°C walcowano następnie w walcarce doświadczalnej o średnicy walców 420 mm. Walcowanie prowadzono do stałej grubości końcowej 6 mm, stosując dwa systemy gniotów pojedynczych równych około 15 lub 30 % oraz zmieniając w granicach od 700 do 850°C temperaturę końca walcowania.

Po walcowaniu otrzymane pasma przecięto na połowę, z czego jedną partię poddano wyżarzaniu w temperaturze 780°C przez 1 godz. i studzeniu na powietrzu. Z całości odwalcowanego materiału wycięto próbki do rozciągania oraz do oceny wielkości ziarna. Wyniki zmian własności mechanicznych w funkcji temperatury końca walcowania i systemu gniotów dla materiału po walcowaniu i obróbce cieplnej przedstawiono na rys. 2.

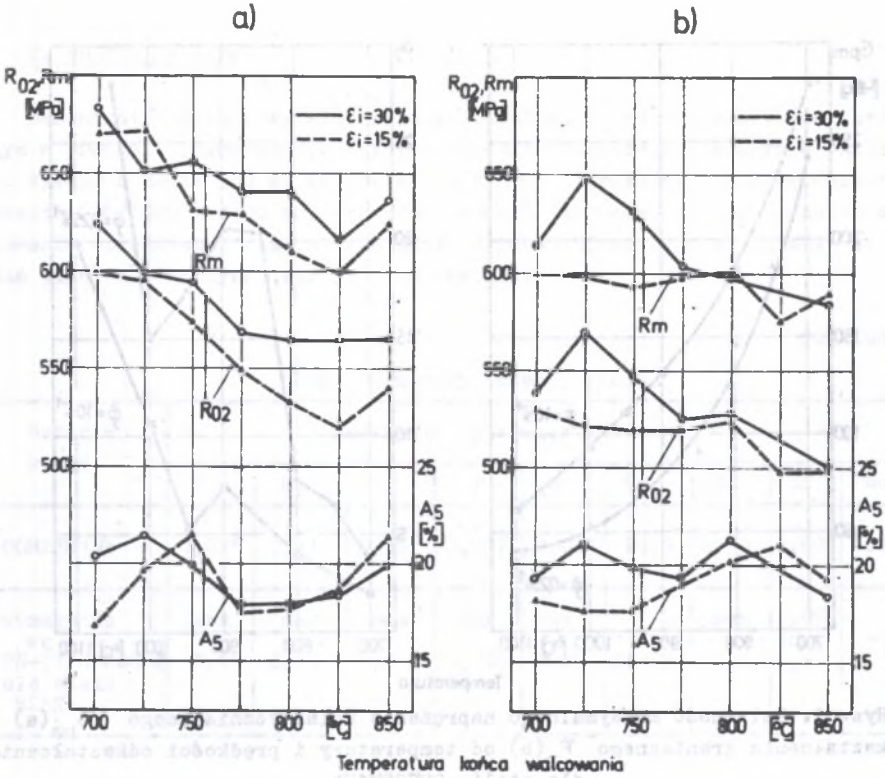


Rys. 1. Zależność maksymalnego naprężenia uplastyczniającego σ_{pm}(a) i odkształcenia granicznego φ_g(b) od temperatury i prędkości odkształcenia dla stali 00H25M1Nb.

3. Analiza wyników

Porównanie analizy wytopowej stali 00H25M1Nb oraz wymagań co do składu chemicznego stali H25T stawianych przez PN (tabl. 1) pozwala zauważyć zmniejszenie w badanej stali zawartości węgla, siarki oraz fosforu. Zawartość węgla równa 0,04 % jest jednak znacznie większa od zawartości w produkowanych obecnie w świecie stalach ferrytycznych.

Badania plastometryczne wskazują, że krzywe płynięcia stali 00H25M1Nb wykazują typowy przebieg dla stali jednofazowych. Maksymalne naprężenia uplastyczniające maleją w sposób ciągły wraz ze zwiększaniem temperatury skręcania (rys.1a) do ok. 250 MPa w temp. 700°C do ok. 50 MPa w temp. 1100°C. Odkształcenie graniczne φ_g wzrasta wraz ze zwiększaniem temperatury (rysunek 1b) niezależnie od stosowanej prędkości odkształcenia. Zarówno z punktu widzenia poziomu naprężenia uplastyczniającego, jak i odkształcalności stal 00H25M1Nb wykazuje dobrą podatność do przeróbki plastycznej w całym zakresie odkształcenia na gorąco, porównywalną z innymi stalami ferrytycznymi, np. H25T, 0H13.



Rys. 2. Własności mechaniczne stali 00H25M1Nb w funkcji temperatury końca walcowania

a) stan po walcowaniu, b) stan po walcowaniu i obróbce cieplnej

Analiza zmian własności mechanicznych w stanie po walcowaniu (rys. 2a) wskazuje na nieznaczny wzrost własności wytrzymałościowych R_{02} i R_m wraz z obniżaniem temperatury końca walcowania, przy czym własności wytrzymałościowe są po walcowaniu większym gniotem (30 %) o ok. 20 MPa większe. Dla próbek po walcowaniu R_{02} wzrasta od ok. 550 MPa dla temp. 850°C do ok. 600 MPa dla temp. 700°C, zaś R_m w tym samym przedziale temperatur od 620 MPa do ok. 670 MPa. Stosunek R_{02}/R_m w całym zakresie temperatur końca walcowania jest na poziomie ok. 0,9. Wydłużenie A_5 w całym zakresie temperatur końca walcowania jest większe od 17 %, przy czym najlepsze własności plastyczne (A_5 = 20 ÷ 22 %) osiągnięto dla temperatury końca walcowania stali H25T [8].

Wyżarzanie w temp. 780°C (rys. 2b) obniża nieznacznie własności wytrzymałościowe (o ok. 50 MPa), natomiast nie wykazuje istotnego wpływu na poprawę plastyczności.

Tablica 2

Własności mechaniczne blach grubych ze stali H25T

Własności mechaniczne	Grubość blachy, mm								
	8	10	12	15	20	25	30	35	40
R_{02}, MPa	370	367	354	374	358	356	338	330	300
R_m, MPa	580	570	552	570	512	552	550	515	522
A_5, %	14,5	15,5	15,4	13,8	14,3	15,0	15,5	14,5	13,8

Tablica 3

Własności mechaniczne stali 00H25M1Nb

Stan materiału	R_{02}, MPa	R_m, MPa	A_5, %	Wielkość ziarna wg PN 66/H-04507
po walcowaniu	570	630	17,5	9; 8; 7
wyżarzanie 780°C/powietrze	530	595	20,0	8; 7
wyżarzanie 850°C/powietrze	395	530	30,5	8; 7; 6
wyżarzanie 850°C/woda	-	500	31,0	7; 6

Otrzymane własności blach ze stali 00H25M1Nb o $R_{02} > 500$ MPa, $R_m > 600$ MPa i $A_5 > 17$ % są korzystniejsze od wymagań stawianych dla blach grubych gatunku H25T wg PN ($R_{02} > 294$ MPa, $R_m > 441$ MPa oraz $A_5 > 12$ %). Aby odnieść uzyskane własności do produkowanych blach grubych gatunku H25T, wybrano losowo wyniki własności mechanicznych produkowanych w warunkach przemysłowych blach gatunku H25T pochodzących z 30 wytopów (tabl.2). Również w tym przypadku poziom własności mechanicznych jest wyższy dla blach gatunku 00H25M1Nb niż blach ze stali H25T, chociaż wskaźnik plastyczności R_{02}/R_m dla blach ze stali H25T równy 0,6 do 0,65 jest korzystniejszy. Uznano zatem, że zastosowana temperatura obróbki cieplnej 780°C, właściwa dla stali H25T, jest zbyt niska dla blach ze stali 00H25M1Nb.

W związku z tym poddano materiał ze stali 00H25M1Nb dodatkowemu wyżarzaniu w temperaturze 850°C przez 1 godz i studzeniu w wodzie i powietrzu. Uzyskane wyniki (tabl. 3) świadczą, że zastosowana obróbka cieplna w temp. 850°C pozwala uzyskać znaczną poprawę plastyczności blach ze stali 00H25M1Nb (A_5 30 %, R_{02}/R_m ok. 0,8), jednak kosztem istotnego obniżenia własności wytrzymałościowych (R_{02} ok. 400 MPa, R_m ok. 500 MPa). Zatem w zależności od przeznaczenia, drogą obróbki cieplnej można odpowiednio kształtować zespół własności mechanicznych stali 00H25M1Nb.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania świadczą o możliwości wytwarzania blach grubych ze stali 00H25M1Nb w warunkach nagrzewania i walcowania odpowiadających stosowanej technologii blach grubych ze stali H25T.

Wykonane badania plastometryczne metodą skręcania wykazały, że stal 00H25M1Nb, podobnie jak inne stale jednofazowe, posiada dobrą podatność do odkształcania w całym zakresie temperatur przeróbki plastycznej na gorąco (praktycznie w przedziale od 700 do 1100°C). Wykonane próby walcowania dla zmiennych wartości gniotów i temperatur końca walcowania wskazują, że zróżnicowane parametry walcowania mają niewielki wpływ na własności mechaniczne; własności te są korzystniejsze niż blach grubych ze stali H25T. Przeprowadzone próby oceny wpływu obróbki cieplnej na własności mechaniczne świadczą, że istnieje możliwość wpływu na własności mechaniczne, głównie na poprawę odkształcalności poprzez odpowiednio dobraną obróbkę cieplną.

Uzyskane wyniki zachęcają do prowadzenia dalszych badań, głównie w kierunku zmniejszenia ilości domieszek międzywęzłowych (zwłaszcza węgla) w stali 00H25M1Nb oraz doboru parametrów obróbki cieplnej.

LITERATURA

[1] Pickering F.B.: Hutnik 1978, nr 7-8, s.357.
[2] Löbl K., Zezulova M.: Hutn. Listy, t. 26, 1971 nr 5, s. 312.
[3] Gorczyca S., Mazur Z.: Materiały konferencji nt. "Rozwój stali odpornych na korozję". Wyd. SITPH, Katowice 1979.
[4] Ototani T., Yachi K.: Trans. Iron Steel Inst. Jap., t.15, 1975 nr 12, s. 646.
[5] Jarleborg O.H., Sawhill J.M.: Stahl und Eisen, t.97, nr 1, s. 29.
[6] Hooper R.E., Llewellyn D.T.: Sheet Metal, t. 49, 1972, s.26.
[7] Brandis H., Berentzen F.: Thyssen Tech. Ber., t. 5, 1979, nr 1, s.7.
[8] Wusatowski R.: Przeróbka plastyczna stali stopowych i wysokostopowych. Wyd. Górniczo-Hutnicze, Katowice 1958.

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ТОЛСТОЛИСТОВЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ НОВОЙ ФЕРРИТНОЙ СТАЛИ 00Н25М1Nb

Р е з ю м е

В работе была проведена оценка формируемости в условиях высокой температуры методом кручения новой ферритной стали 00Н25М1Nb. Были проведены попытки прокатки в изменяющихся условиях обжатия и температуры конца прокатки, а также были определены механические свойства испытуемой стали после прокатки и термообратки. Была проведена возможность изготовления толстолистовых металлов из стали 00Н25М1Nb обладающих более подходящими по сравнению с листовыми металлами из стали Н25Т.

THE INVESTIGATIONS CONCERNING THE PROPERTIES OF PLATES OF NEW FERRITIC STEEL 00H25M1Nb

S u m m a r y

The susceptibility of new ferritic steel 00H25M1Nb to be werked when using the method of torsion, was estimated. Attempts were made concerning rolling in variable conditions of rolling reduction and temperature of the end of rolling. Mechanic properties of the inwestigated steel after rolling and heat treatment were calculated. It was proved that there is a possibility of producing plates of 00H25M1Nb steel with more profitable properties than in the case of metal plates made of H25T steel.