

ZMIANA SKŁADU CHEMICZNEGO, TWARDOŚCI I MIKROSTRUKTURY NA PRZEKROJU POPRZECZNYM BIMETALOWYCH, ŻELIWNYCH WALCÓW HUTNICZYCH

F. BINCZYK¹, J. SITKO², J. PIĄTKOWSKI³, A. SMOLIŃSKI⁴
Katedra Technologii Stopów Metali i Kompozytów, Politechnika Śląska,
ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, Polska

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki badań mikrostruktury i składu chemicznego oraz pomiarów twardości na przekroju poprzecznym bimetalowych, żeliwnych walców hutniczych. Wykazano obecność warstwy przejściowej, pomiędzy twardą warstwą zewnętrzną, a rdzeniem walca, tworzącej strefę połączenia typu krystalicznego. Warstwa ta cechuje się mikrostrukturą bainityczno-perlityczną z wydzieleniami grafitu płatkowego oraz podwyższoną zawartością C, Si, Ni oraz obniżoną zawartością Cr. Segregacja C jest następstwem oddziaływania Ni i Si podczas krystalizacji warstwy zewnętrznej. Powstanie warstwy przejściowej jest efektem nadtapiania warstwy zewnętrznej podczas przelewania objętości walca żeliwem szarym.

Key words: sleever roll, hardness, chemical composition

1. WSTĘP

Bimetalowe, żeliwne walce hutnicze typu „poler” wytwarzane są w Hucie Buczek S.A. znaną od dawna technologią przelewania [1, 2]. Krystalizująca w pierwszym etapie odlewania na ścianie metalowej twarda warstwa zewnętrzna z żeliwa stopowego wykazuje znaczną niejednorodność, jeżeli chodzi o grubość na wysokości beczki walca oraz twardość w górnej i dolnej części. Analiza kart wytopów z lat 1999 do 2001 wykazała, iż w 74% badanych walców, grubość warstwy w górnej części beczki jest większa od grubości w dolnej części. W ~8,5% stwierdzono jednakową

¹ dr hab. inż. prof. Pol. Śl,

² mgr inż.

³ dr inż.

⁴ dr inż., alsmol@polsl.katowice.pl

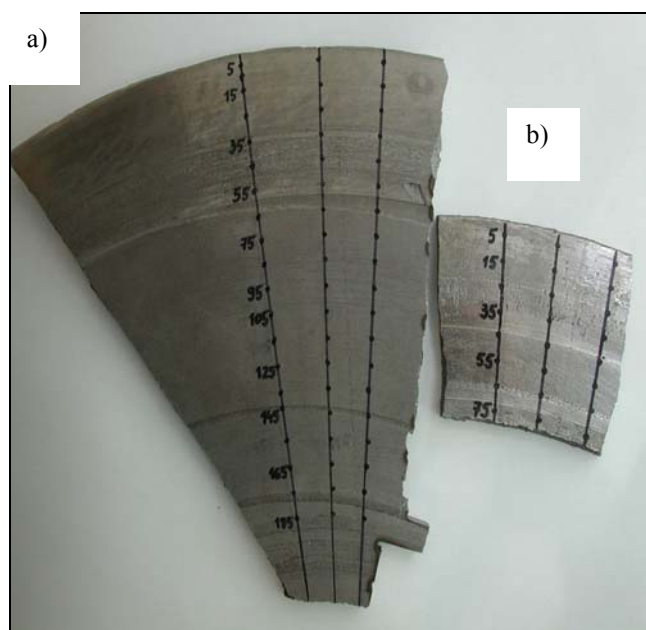
grubość tej warstwy, a w 17,5% grubość warstwy w górnej części beczki walca jest mniejsza od grubości dolnej części [3, 4].

Znaczne różnice stwierdzono również w pomiarach twardości dolnej i górnej części rdzenia. W celu wyjaśnienia przyczyn niekorzystnego kształtowania profilu i właściwości warstwy zewnętrznej przeprowadzono szereg badań i obliczeń kinetyki krystalizacji warstwy zewnętrznej oraz jej nadtapiania podczas „przelewania” formy żeliwem szarym [5]. Jednym z tych etapów były pomiary składu chemicznego oraz twardości na przekroju poprzecznym próbek wyciętych z walców, obejmujących strefę beczki i rdzenia walca.

2. PRZEPROWADZENIE BADAŃ

Badania prowadzono na próbkach wyciętych z górnej i dolnej części walca wg Schematu przedstawionego na rysunku 1.

Obszar pomiaru	Odległość [mm]
1	5
2	15
3	25
4	35
5	45
6	55
7	65
8	75
9	85
10	95
11	105
12	115
13	125
14	135
15	145
16	155



Rys. 1. Obszary pomiaru twardości na pierścieniach wyciętych z walca:
a) nr 14011, b) nr 13698

Fig.1. Areas of measurement of hardness on rings from roller's:
a) No. 14011, b) No. 13698

Pomiary twardości przeprowadzono metodą Rockwella na twardościomierzu typu VEB nr 300/182. Analizy składu chemicznego wykonano na spektrometrze emisyjnym typu SPECTROLAB LAV-L7/93007, firmy Analytical Instruments w Hucie Buczek. Badania metalograficzne przeprowadzono dla próbek pobranych z obszarów o wyraźnie zróżnicowanej twardości. Obserwacje metalograficzne oraz zdjęcia wykonano na mikroskopie metalograficznym Me-F2 firmy Reichert. Względy technologiczne (obróbka skrawaniem) pozwoliły na pobranie próbek (w kształcie pierścieni) z górnej oraz dolnej części walca, jedynie do głębokości 75 mm. W większości przypadków głębokość ta obejmowała zarówno warstwę utwardzoną jak i rdzeń walca. W przypadku walców nr 13732 i 13733 próbki wycięte z górnej części nie objęły strefy rdzenia, a w przypadku walca nr 13798, z dolnej części. Znaczące informacje o rozkładzie twardości uzyskano dla walca nr 14011, który uległ pęknięciu podczas obróbki cieplnej. Z walca tego wycięto pierścienie do głębokości 200 mm z górnej i dolnej oraz środkowej części.

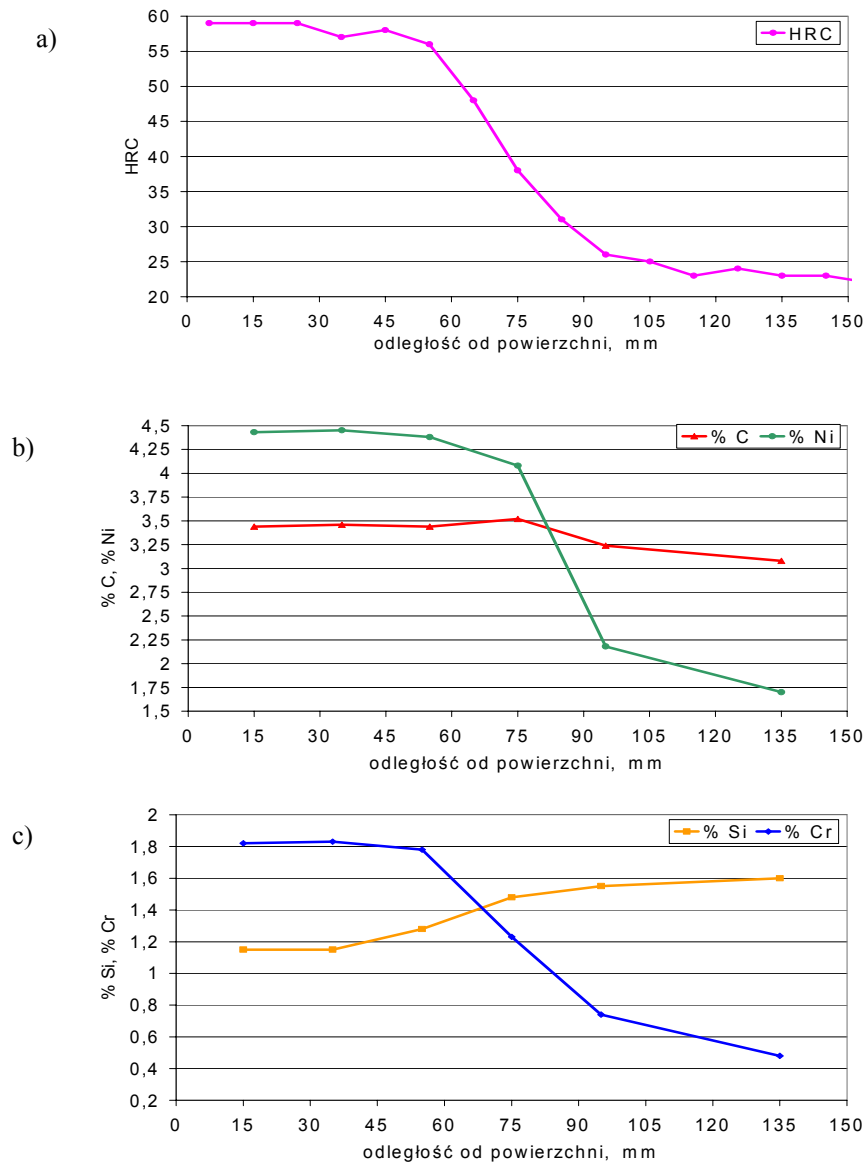
Zmiany w rozkładzie twardości na przekroju poprzecznym warstwy utwardzonej i rdzenia walca wpływają na zróżnicowanie mikrostruktury a tym samym na zmiany w składzie chemicznym tych obszarów. Probki do analizy składu chemicznego pobrano w określonej odległości od powierzchni bezcki (obszary pomiaru twardości), podczas wycinania pierścieni do badań z górnej i dolnej części walca. Uzyskane wióry poddano prasowaniu, a następnie przetopieniu w piecu indukcyjnym VSG-02 firmy Balzers, w tyglu Al_2O_3 o pojemności $100cm^3$. Ciekłe żeliwo odlewano do standardowej kokili miedzianej, z której uzyskano próbki monetowe ($\varnothing 40 \times 4mm$).

Przykładowe wyniki pomiarów rozkładu twardości i składu chemicznego na przekroju poprzecznym przedstawiono na rysunku 2, dla górnej części walca nr 14011.

3. ANALIZA WYNIKÓW

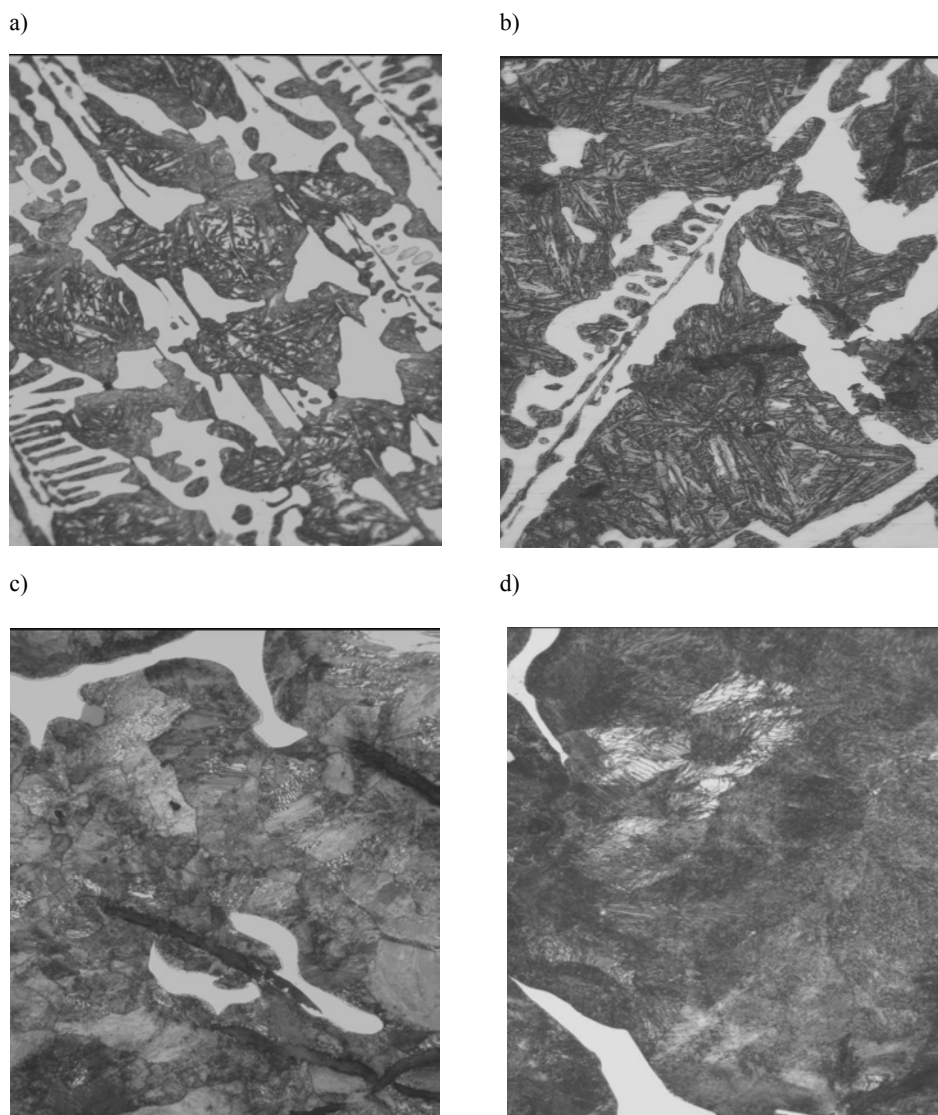
Na podstawie wyników można stwierdzić, że w górnym i dolnym obszarze warstwy zewnętrznej żeliwa stopowego stwierdzono segregację węgla. Zawartość węgla rośnie w miarę oddalania się od powierzchni walca i osiąga najwyższą wartość w warstwie przejściowej, w której stwierdzono istotne obniżenie twardości. Segregacja węgla w warstwie żeliwa stopowego jest prawdopodobnie wynikiem oddziaływania krzemu i niklu na zmianę rozpuszczalności węgla w stanie ciekłym i stałym [6]. Obniżenie twardości w warstwie przejściowej jest wynikiem gwałtownego obniżenia zawartości chromu. Utworzenie warstwy przejściowej spowodowane jest procesem nadtapiania warstwy zewnętrznej z żeliwa stopowego przez żeliwo szare podczas procesu przelewania wnęki formy [5]. Potwierdzeniem uzyskanych wyników są obserwacje mikrostruktury przedstawione na rysunku 3.

Próbka pobrana z powierzchni roboczej walca posiada osnowę bainityczno-martensytyczną z wydzieleniami ledeburytu. W obszarach wewnętrznych warstwy żeliwa stopowego obserwuje się mniejszy udział martenzytu. Próbka pobrana z warstwy przejściowej posiada osnowę bainityczno-perlityczną z wydzieleniami ledeburytu. Natomiast próbka pobrana z obszaru rdzenia posiada strukturę perlityczną, z niewielką ilością ledeburytu i znaczną ilością grafitu płatkowego.



Rys. 2. Rozkład twardości (a), zawartości C i Ni (b) oraz Si i Cr (c) na przekroju poprzecznym warstwy zewnętrznej i rdzenia walca – nr 14011

Fig.2. Schedule of hardness (a), content C and Ni (b) as well as Si and Cr (c) on transverse section of external layers and core of roller's – No. 14011



Rys. 3. Mikrostruktura próbki warstwy powierzchniowej walca nr 14011 (pow. 500x):
a) 10mm od powierzchni, b) 30mm od powierzchni, c) 60mm od powierzchni, d) 120mm od powierzchni

Fig.3. Microstructure of sample of superficial layer of roller's No. 14011 (area 500x):
a) 10mm from surface, b) 30mm from surface, c) 60mm from surface, d) 120mm from surface

4. PODSUMOWANIE

Podwyższona zawartość węgla w wewnętrznej strefie warstwy żeliwa stopowego oraz w warstwie przejściowej jest prawdopodobnie wynikiem wpływu dodatków stopowych Ni i Si na rozpuszczalność węgla w stanie ciekłym i stałym. W obszarze tym może dochodzić do nadtapiania tej warstwy i w konsekwencji utworzenie warstwy przejściowej stanowiącej dobre połączenie becзки i rdzenia walca. Rozkład twardości na przekroju poprzecznym walca wskazuje na faktycznie mniejszą grubość warstwy zewnętrznej w porównaniu z warstwą ocenioną wizualnie. Różnica odpowiada szerokości warstwy przejściowej. Potwierdzeniem wyników rozkładu twardości są badania mikrostruktury, która zmienia się w sposób ciągły od martenzytyczno-bainitycznej poprzez bainityczno-perlityczną do perlitycznej w rdzeniu walca.

LITERATURA

- [1] Raczyński B., Wachelko T.: Walce żeliwne, wyd. Śląsk, 1976.
- [2] Instrukcja technologiczna „Produkcja walców żeliwnych dwuwarstwowych zespolonych o nieokreślonej warstwie utwardzenia”, Huta Buczek S.A., 2000.
- [3] Binczyk F., Sitko J., Czerwiński E., Krzemień E.: Krystalizacji żeliwa szarego i stopowego na walce dwuwarstwowe, Arch.Odlewnictwa, nr 1, PAN K-ce, 2001.
- [4] Binczyk F., Sitko J.: Analysis of technological factors forming geometry of hard layer of the sleeved rolls, Acta Metallurgica Slovaca, 2002.
- [5] Sitko J.: Czynniki technologiczne kształtujące profil i właściwości warstwy zewnętrznej bimetalowych walców hutniczych, Praca doktorska, Politechnika Śląska, Katowice 2002.
- [6] Podrzucki Cz.: Żeliwo, struktura, właściwości, zastosowanie, tom I i II. Wyd. 2G STOP, Kraków, 1991.

CHANGE OF CHEMICAL COMPOSITION, HARDNESS AND MICROSTRUCTURE ON THE CROSS SECTION OF THE SLEEVED ROLL

SUMMARY

In this work the results of examination of microstructure and chemical composition, distribution of hardness on the cross section of the sleeved roll have been presented. The presence of boundary layer between outer hard layer and roll core has been confirmed. That layer has a bainitic-pearlitic microstructure with flake graphite release increase contents of C, Si, Ni and decrease of Cr. Creation of boundary layer is an effect of surface melting of outer layer of roll during pouring of cast iron.

Recenzował Prof. Stanisław Jura