

OBRÓBKA CIEPLNA STOPOWYCH KOMPOZYTÓW POWIERZCHNIOWYCH

C. BARON¹, J. GAWROŃSKI²

Zakład Odlewnictwa,
Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych,
Wydział Mechaniczny Technologiczny
Politechnika Śląska
ul. Towarowa 7, 44 – 100 Gliwice, Polska

STRESZCZENIE

Celem badań było określenie właściwości wytrzymałościowych takich jak odporność na zużycie ścierne oraz twardości próbek odlanych ze staliwa z kompozytową warstwą stopową powstałą z przetopienia preformy z żelazochromu przed i po procesie obróbki cieplnej oraz zbadanie wpływu obróbki cieplnej na połączenie kompozytu z osnową.

W ramach badań przeprowadzono obróbkę cieplną, po której chłodzono próbki w trzech ośrodkach: w wodzie, powietrzu i oleju. Po przeprowadzeniu obróbki cieplnej otrzymany materiał poddano badaniom twardości na twardościomierzu ultradźwiękowym oraz na twardościomierzu Rockwella. Przeprowadzono badania odporności na zużycie cierne. W celu sprawdzenia jakości połączenia kompozyt – staliwo przeprowadzono także badania metalograficzne.

Key words: casting, composite, cast alloy layer, heat treatment

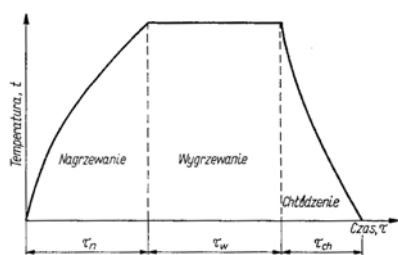
1. WSTĘP

Obróbka cieplna kompozytów powierzchniowych jest technologią obejmującą zespół zabiegów powodujących polepszenie własności mechanicznych i fizykochemicznych metali, stopów i kompozytów w stanie stałym przez zmianę struktury, będącą głównie funkcją temperatury, czasu oraz oddziaływania środowiska. Na rysunku

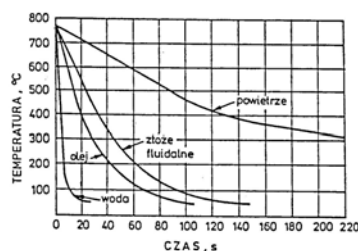
¹ mgr inż., czeslaw.baron@polsl.pl

² prof. zw. dr inż. jozef.gawronski@polsl.pl

1 i 2 przedstawiono przebieg zmian temperatur podczas procesu obróbki cieplnej kompozytów powierzchniowych.



Rys.1. Etapy obróbki cieplnej.
Fig. 1. The stages of heat treating.



Rys.2. Przebieg procesu chłodzenia w różnych ośrodkach.
Fig.2. Cooling process in different environments

Badany materiał poddano wyżarzaniu w piecu oporowym do obróbki cieplnej w temperaturze 900°C przez 90 minut, a następnie chłodzeniu w trzech ośrodkach chłodzących: wodzie, powietrzu i oleju.

2. MATERIAŁY WYKORZYSTANE DO BADAŃ

Materiałem badanym w czasie prób była stopowa warstwa kompozytowa wykonana z preformy z żelazochromu i staliwa stanowiącego odlew bazowy. Próbki zostały pobrane z odlewów kul o średnicy 80 i 100 [mm].

Warstwa kompozytowa została wytworzona na powierzchni wneki formy skorupowej, a preforma stanowiła mieszaninę żelazochromu o ziarnistości od 0,2 do 0,4 [mm] oraz 10% roztworu polistyrenu i octanu etylu jako spoiwa. Skład chemiczny żelazochromu FeCr przedstawiono w tabeli 1, natomiast skład staliwa niskowęglowego przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1. Skład chemiczny żelazochromu

Table 1. Chemical constitution of ferrochromium

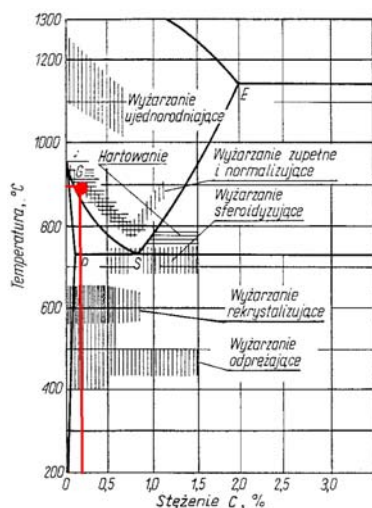
| Materiał | Cr% | C% | Si% | P% | S% |
|----------|-----|-----|-----|------|------|
| FeCr800 | 22 | 6,0 | 2,0 | 0,03 | 0,06 |

Tabela 2. Skład chemiczny staliwa niskowęglowego

Table 2. Chemical constitution of cast steel low carbonated

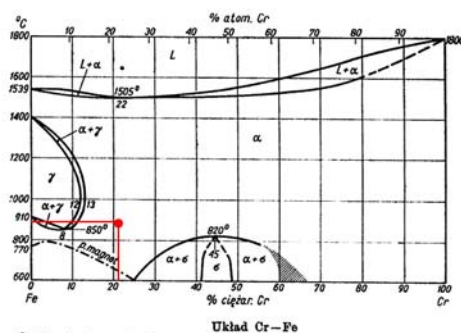
| Materiał | C% | Mn% | Si% | P% | S% |
|----------|---------|---------|---------|------|------|
| Staliwo | 0,2-0,3 | 0,4-0,9 | 0,2-0,5 | 0,04 | 0,04 |

Zakres obróbki cieplnej przedstawiają rysunki 3 i 4, na których zaznaczono obszar wyżarzania dla badanego materiału.



Rys. 3. Fragment wykresu Fe-Fe₃C z zaznaczonym obszarem wyżarzania dla badanego materiału [4].

Fig.3. The part of scheme Fe-Fe₃C with the marked annealing area for examined material [4].



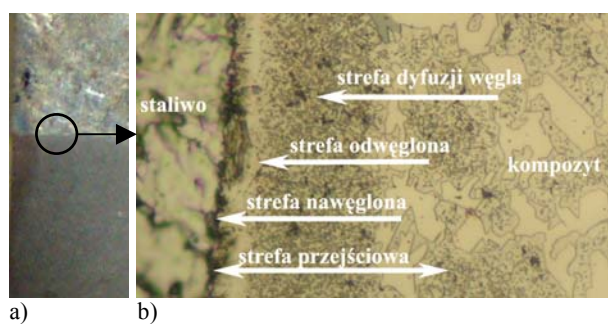
Rys. 4. Układ Cr-Fe, z zaznaczonym obszarem dla badanego materiału [4].

Fig. 4. The structure Cr-Fe with the marked area for examined material [4].

- - punkty temperaturowe stosowanej obróbki cieplnej

3. WYNIKI BADAŃ

Mimo dużych różnic w szybkości nagrzewania i stygnięcia oraz rozszerzalności cieplnej, podczas badań nie zaobserwowano żadnych makro i mikro pęknięć w miejscu połączenia warstwy kompozytowej ze staliwem. Widok próbek po obróbce cieplnej oraz stref przejściowych przedstawiają rys. 5, 6, 7.



Rys. 5. Próbkę chłodzona w powietrzu:

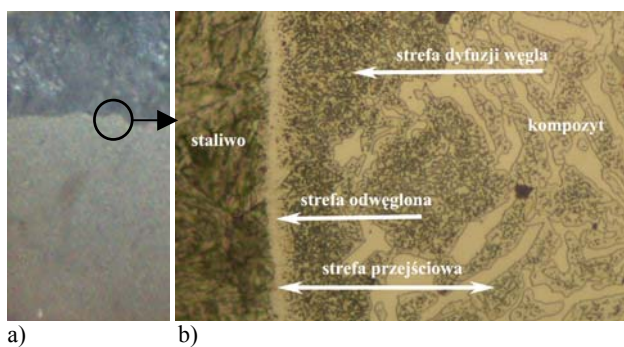
a) widok połączenia,

b) mikrostruktura połączenia.

Fig.5. Air cooled sample

a) view of join area,

b) microstructure of join area.

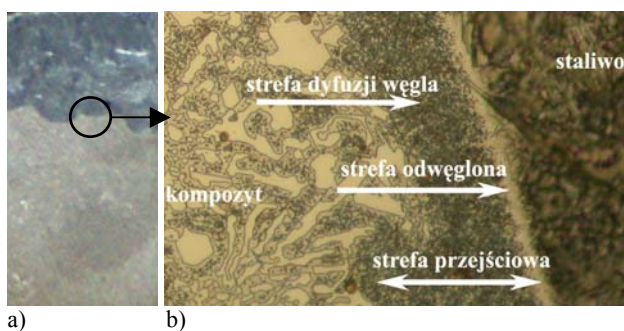


Rys. 6. Próbką chłodzona w wodzie:

a) widok połączenia,
b) mikrostruktura połączenia.

Fig.6. Water cooled sample

a) view of join area,
b) microstructure of join area.



Rys. 7. Próbką chłodzona w oleju:

a) widok połączenia,
b) mikrostruktura połączenia.

Fig.7. Oil cooled sample

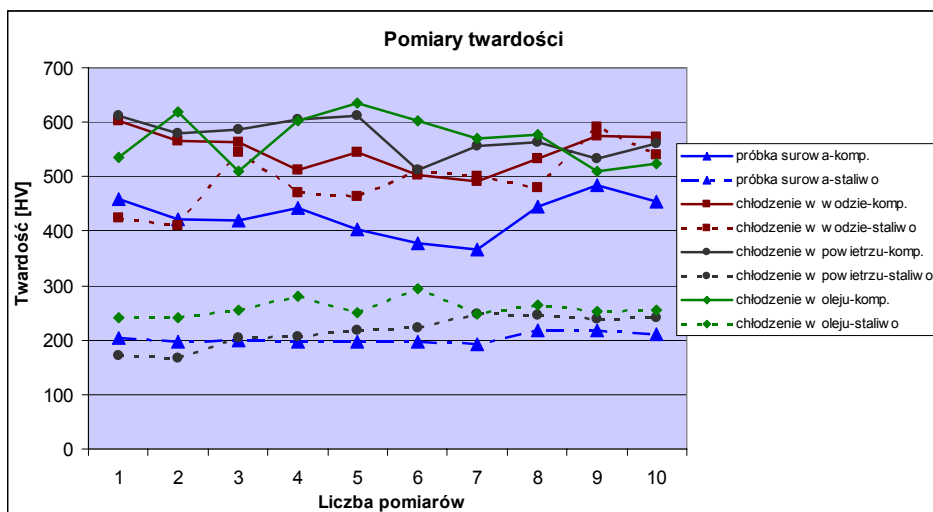
a) view of join area,
b) microstructure of join area.

Pomiar twardości dokonany został przy użyciu twardościomierza ultradźwiękowego Krautkramer Branson Micro Dur Mic 10, nacisk głowicy wynosił 49 [N] (HV5). Pomiar realizowany był w oparciu o metodę UCI (Ultrasonic Contact Impedance) wykorzystującą zmianę częstotliwości rezonansowej drgającego wgłębnika co zmniejsza umacnianie się metalu w czasie pomiaru. W celu sprawdzenia poprawności przeprowadzonych pomiarów próbki poddano także badaniom na twardościomierzu Rockwella. Otrzymane wyniki potwierdziły poprawność przeprowadzonych wcześniej badań. Wyniki przedstawiono w tabeli 3 oraz na rysunku 8.

Tabela 3. Wyniki pomiarów twardości

Table 3. The results of the hardness measurements

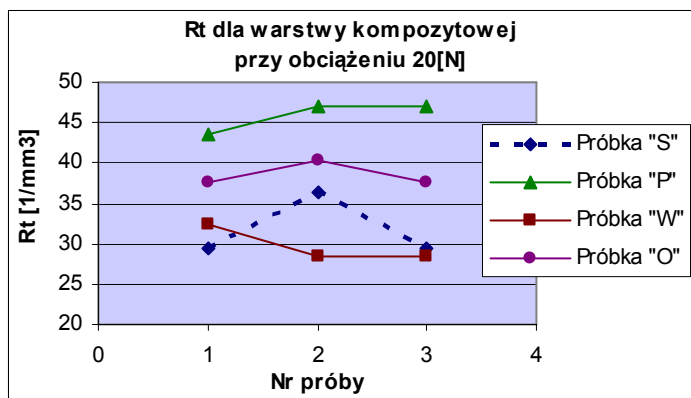
| Twardość przed obróbką cieplną | | |
|--------------------------------|----------|--|
| Próbka po odlaniu | Kompozyt | 460, 421, 419, 443, 403, 377, 367, 446, 484, 454 |
| | Staliwo | 203, 196, 200, 196, 196, 198, 192, 217, 218, 210 |
| Twardość po obróbce cieplnej | | |
| Woda | Kompozyt | 603, 565, 563, 513, 545, 503, 492, 533, 574, 572 |
| | Staliwo | 425, 410, 545, 470, 463, 510, 500, 480, 591, 540 |
| Powietrze | Kompozyt | 612, 580, 587, 606, 611, 512, 556, 564, 534, 562 |
| | Staliwo | 171, 166, 204, 207, 218, 223, 249, 245, 239, 241 |
| Olej | Kompozyt | 535, 620, 510, 603, 635, 602, 571, 578, 510, 525 |
| | Staliwo | 240, 242, 255, 280, 251, 294, 248, 264, 252, 256 |



Rys.8. Pomiary twardości.

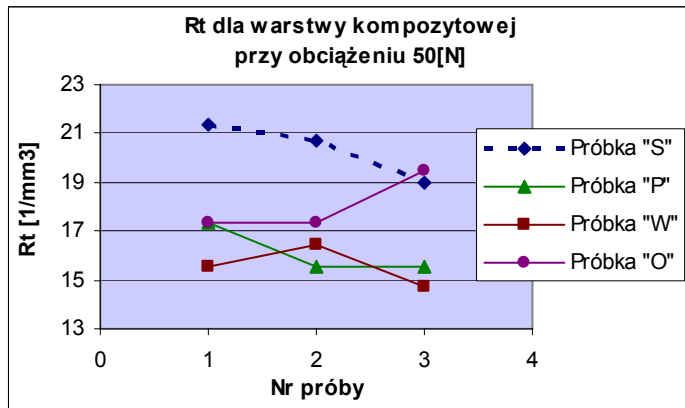
Fig.8. The hardness measurements.

Badania odporności na zużycie cierne przeprowadzono dla obciążeń 20,50,80,150[N] wg normy PN-67 M-04306. W celu lepszego porównania odporności na zużycie wyniki przedstawiono na rysunkach od 9 do 12, na których oznaczenia określają kolejno „S”- próbka surowa (po odlaniu), „P”- chłodzenie na powietrzu, „W”- chłodzenie w wodzie oraz „O” - chłodzenie w oleju.

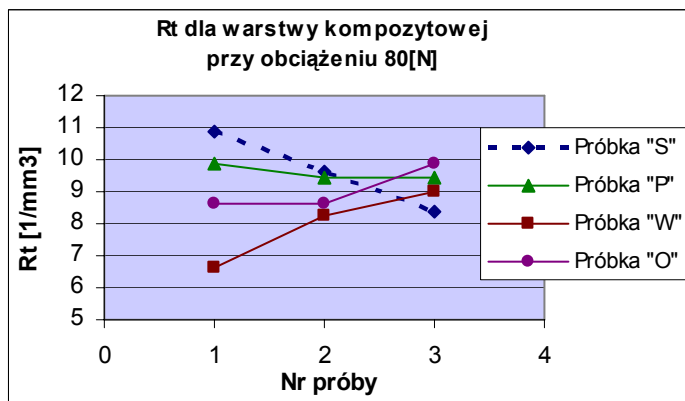


Rys. 9. Wskaźnik odporności na zużycie Rt przy obciążeniu 20[N].

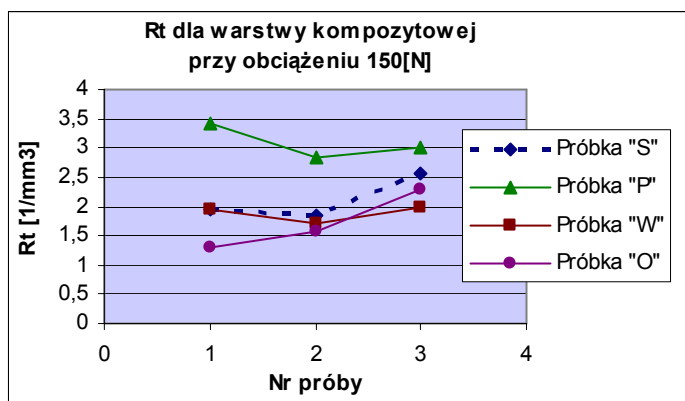
Fig. 9. The coefficient of the abrasion resistance Rt with the 20[N] load.



Rys. 10. Wskaźnik odporności na zużycie Rt przy obciążeniu 50[N].
Fig. 10. The coefficient of the abrasion resistance Rt with the 50[N] load.



Rys. 11. Wskaźnik odporności na zużycie Rt przy obciążeniu 80[N].
Fig. 11. The coefficient of the abrasion resistance Rt with the 80[N] load.



Rys. 12. Wskaźnik odporności na zużycie Rt przy obciążeniu 150[N].
Fig. 12. The coefficient of the abrasion resistance Rt with the 150[N] load.

4. PODSUMOWANIE

Brak pęknięć, które mogłyby wystąpić podczas obróbki cieplnej wskazuje, że połączenie w stopowych kompozytach powierzchniowych jest trwałe. Efektem obróbki cieplnej jest znaczny wzrost twardości zarówno powierzchni jak i rdzenia. Obróbka cieplna spowodowała także zmiany w odporności kompozytu na zużycie ściernie. Dla próbek chłodzonych w powietrzu i oleju można zaobserwować wzrost odporności na zużycie ściernie przy obciążeniu 20[N], dodatkowo próbka chłodzona w powietrzu wykazuje większą odporność przy obciążeniu 150[N]. Spadek odporności jest natomiast widoczny przy obciążeniu 50[N]. Wyniki badań stanowią potwierdzenie możliwości obróbki cieplnej odlewów staliwnych z warstwą kompozytową w warunkach przemysłowych.

LITERATURA

- [1] Baron C., Gawroński J.: Odporność na zużycie cierne kompozytów warstwowych na bazie stopów żelaza; Kompozyty 2006
- [2] Gierek A.: Zużycie tribologiczne. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005r.
- [3] Wróbel P., Szajnar J., Gawroński J.: „Kompleksowa ocena warunków powstawania kompozytowej warstwy stopowej na powierzchni odlewu staliwnego”, Archives of Foundry, Year 2004, Volume 4, No 14
- [4] Szewieczek D.: Obróbka cieplna materiałów metalowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej w Gliwicach, 1998.
- [5] Gawroński J.: Praca zbiorowa Projekt badawczy nr 3 P40701207. Katedra Odlewnictwa Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996.
- [6] J. Gawroński, J. Marcinkowska, J. Szajnar, M. Cholewa, P. Wróbel.: Stopowe warstwy kompozytowe na odlewach staliwnych. Krzepnięcie metali i stopów nr 24, 1995
- [7] J. Marcinkowska; Trudnościeralne powłoki odlewnicze na staliwie. Nr 6, 1983
- [8] Polska norma PN-67/M-04306: Oznaczanie odporności na zużycie na maszynie typu Skoda-Savine. Wydawnictwa Normalizacyjne, Warszawa 1967.

THE HEAT TREATING OF ALLOY SUPERFICIAL COMPOSITE

SUMMARY

The aim of this work was the evaluation of some properties: abrasion resistance and hardness of the patterns cast from the cast steel with alloy composite layer. The layer was obtained by melting the ferrochromium premould before and after the process of thermo – working. The impact of thermo – working to the join of composite and grains was examined as well.

During the examination thermo – working was done. Afterwards, the patterns were cooled in three environments: water, air and oil. Next, the hardness measurement was conducted with the aid of both ultrasonic and Rockwel hardness tester. The abrasion resistance was also examined. For the purpose of the evaluation of quality of the composite – steel join some metallographic research were conducted as well.

Recenzował Prof. Jan Szajnar