

WACŁAW SAKWA, WŁODZIMIERZ GANOWICZ

ELEKTROCHEMICZNE OCZYSZCZANIE ODLEWÓW
ZE STOPÓW ŻELAZA

Streszczenie: Celem pracy jest określenie optymalnych warunków oczyszczania elektrochemicznego odlewów. Badania wykazały, że oczyszczanie takie jest metodą racjonalną ze względów ekonomicznych, szczególnie w odniesieniu do skomplikowanych odlewów rdzeniowych. Ten sposób oczyszczania odlewów jest łatwy do zastosowania nie wymaga bowiem skomplikowanych urządzeń.

1. W S T Ę P

Oczyszczanie odlewów jest ważną i czasem bardzo pracochłonną częścią procesu produkcyjnego w każdej odlewni. Istniejąca obecnie technologia oczyszczania odlewów nie nadąża w wielu przypadkach za rozwojem odlewnictwa. Stosowane dotychczas prawie wyłącznie mechaniczne metody oczyszczania nie zawsze prowadzą do zadowalających rezultatów, Odnosi się to zwłaszcza do skomplikowanych odlewów, dla których oczyszczanie powierzchni wewnętrznymi metodami mechanicznymi sprawia niejednokrotnie bardzo duże trudności.

2. ZASADY OCZYSZCZANIA ELEKTROCHEMICZNEGO

Elektrochemiczna (elektrolityczna) metoda oczyszczania odlewów stosowana jest obecnie na skalę przemysłową. Jak podają A.A.Gorszkow i A.F.Łysenko [1] urządzenia do oczyszczania odlewów tą metodą buduje się z odpowiednio zainstalowanymi przenośnikami podwieszonymi, umożliwiającymi pełną mechanizację, a nawet automatyzację oczyszczania. Wzdłuż jednej linii produkcyjnej odbywa się cały proces wykańczania odlewów.

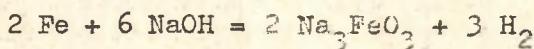
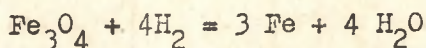
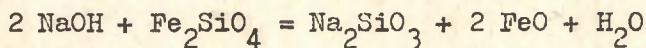
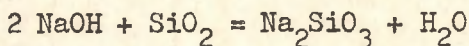
Oczyszczanie elektrochemiczne odlewów polega na prowadzeniu elektrolizy w wannie wypełnionej roztopionym ługiem lub solą jako elektrolitem, przy czym oczyszczany odlew jest z reguły katodą (-), wanna zaś anodą (+).

Proces oczyszczania elektrochemicznego prowadzi się prądem stałym przy niewielkich napięciach i gęstościach prądu. Gorszkow i Łysenko ustalili, że najlepszy efekt oczyszczania dają następujące elektrolity::

100% NaOH	temperatura topnienia	320°C
100% KOH	" "	325°C
93% NaOH + 7% NaCl	" "	283°C
75% NaOH + 25% K OH	" "	250°C

Najlepszym elektrolitem okazał się ług potasowy (KOH) jednak ze względu na jego wysoką cenę Gorszkow i Łysenko stosowali elektrolity oparte na ługu sodowym (NaOH). Właściwości oczyszczające ługu sodowego jako elektrolitu niewiele bowiem odbiegają od analogicznych właściwości ługu potasowego.

Procesy fizyko-chemiczne zachodzące na katodzie (tj. powierzchni oczyszczanego odlewu), między warstwą przypalanej masy formierskiej i tlenkami naskórka odlewniczego a roztopionym elektrolitem są bardzo złożone i wielorakie. Schemat przebiegu reakcji chemicznych zachodzących podczas elektrochemicznego oczyszczania odlewów wykonanych ze stopów żelaza przedstawiają A.A.Gorszkow i A.F.Łysenko [1] oraz S.Samsonowicz [2] następującymi reakcjami:



W procesie oczyszczania, jak widać z podanych reakcji ważną rolę odgrywa również wodór, który w elektrolizie może powstawać w wyniku różnych reakcji. Działanie wodoru ma charakter chemiczny i mechaniczny,

Przy zmianie kierunku przepływu prądu odlew-anoda (+), wanna - katoda (-) na powierzchni odlewu zachodzą procesy utleniające, w wyniku których cała powierzchnia odlewu zostaje pokryta jednolitą warstwą tlenków. Stosując po tym procesie oczyszczanie przy połączeniu odlew-katoda- lub kilkakrotne przełączanie kierunku przepływu prądu, uzyskać można lepiej oczyszczoną powierzchnię odlewu, niż podczas oczyszczania z jednokierunkowym przepływem prądu (odlew-katoda).

Jak podają autorzy publikacji [1] podczas oczyszczania przy połączeniu odlew-anoda- z zewnętrznej warstwy odlewu (rzędu 0,1 mm) zostaje w znacznym stopniu usunięty grafit oraz fosfor i siarka.

3. BADANIA WŁASNE

3.1. Schemat przebiegu doświadczeń

Badania nad elektrochemicznym oczyszczaniem odlewów przeprowadzone zostały w warunkach laboratoryjnych, w Katedrze Odlewnictwa Politechniki Śląskiej. Celem tych badań było określenie optymalnych parametrów oczyszczania.

Schemat urządzenia, na którym przeprowadzono doświadczenia przedstawia rysunek 1.

Jako próbki przyjęto odlewy żeliwne w kształcie wydrążonego walca, o wymiarach jak na rysunku 2. Próbkę wykonano w wilgotnych formach piaskowych.

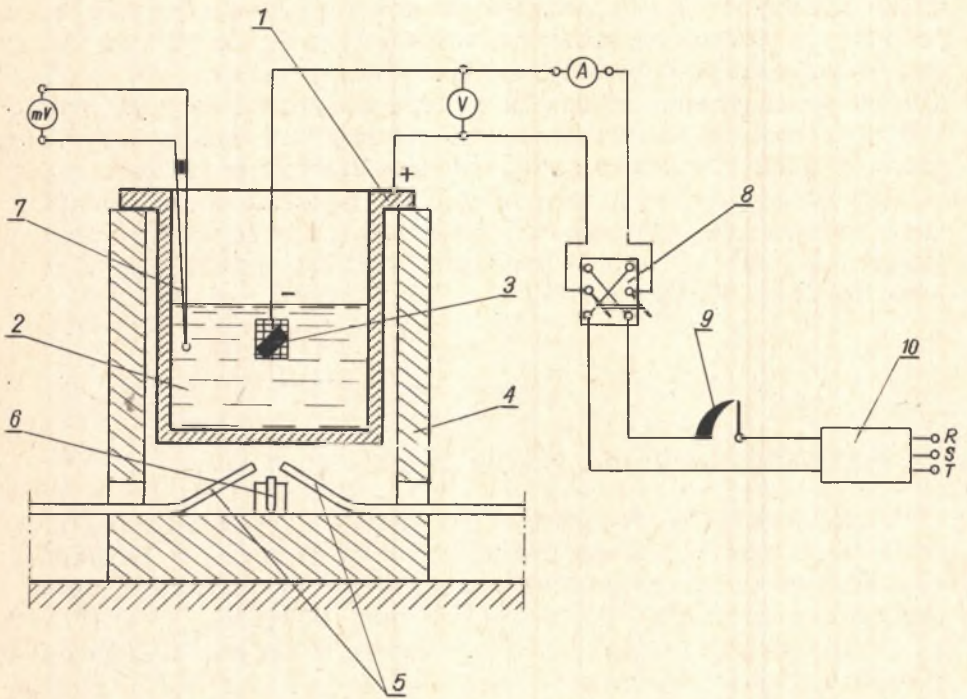
Określono wpływ następujących czynników (parametrów oczyszczania) na jakość oczyszczania:

- rodzaj elektrolitu,
- temperatura elektrolitu,
- gęstość prądu i napięcie,
- przełączenie kierunku przepływu prądu,
- czas oczyszczania,

Opierając się na danych z literatury przyjęto dwa rodzaje elektrolitu:

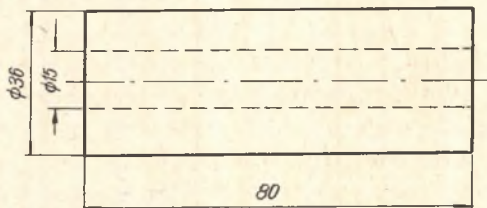
- czysty ług sodowy,
- mieszanina o składzie: 93% ługu sodowego, i 7% chlorku sodu (soli kuchennej).

Badanie wpływu temperatury elektrolitu na jakość oczyszczania przeprowadzono w zakresie 360 - 480°C dla obu rodzajów elektrolitu przy stopniowaniu temperatury co 20°C.



Rys.1. Schemat aparatury do elektrochemicznego oczyszczania odlewów

1 - wanna żeliwna, 2 - elektrolit, 3 - koszyk druciany z próbką, 4 - obmurowanie z cegły szamotowej, 5 - palniki gazowe, 6 - przewód doprowadzający sprężone powietrze, 7 - termopara, 8 - przełącznik kierunku przepływu prądu, 9 - opornica, 10 - prostownik selenowy



Rys.2. Wymiary próbek żeliwnych

Wpływ gęstości prądu określono w zakresie 4 - 14 A/dcm², a napięcia w zakresie 2 - 5 V.

Dla oczyszczania z jednokierunkowym przepływem prądu (odlew-katoda) stosowano czasy oczyszczania 10; 15 i 20 min.

W celu określenia wpływu przełączenia kierunku przepływu prądu na jakość oczyszczania, przeprowadzono szereg prób, stosując różną kolejność przełączenia. Zbadano cztery różne warianty kolejności przełączania, stosując w każdym z nich różne czasy oczyszczania, a mianowicie:

- 1) odlew-anoda (I faza oczyszczania), odlew-katoda (II faza oczyszczania),
- 2) odlew katoda, odlew-anoda,
- 3) odlew-katoda, odlew-anoda, odlew-katoda,
- 4) odlew-katoda, odlew-anoda, odlew-katoda, odlew-anoda, odlew-katoda.

Cykl oczyszczania (dla procesu bez przełączania kierunku przepływu prądu) ma następujący przebieg:

- oczyszczania w elektrolicie	10 - 20 min.
- płukanie w zimnej wodzie	1 min.
- płukanie w gorącej wodzie	<u>5 min.</u>

R a z e m: 16 - 26 min.

Po wyjęciu próbki z wanny zamurzano ją w stanie nagrzanym do naczynia z zimną wodą. Powstająca przy tym para wodna i zmiana objętości pozostałej warstewki tlenków, lub ewentualnie przypalenia, powodują usunięcie ich z powierzchni odlewu. Płukanie w gorącej wodzie o temperaturze około 60°C przeprowadzono w celu usunięcia resztek żużla z powierzchni próbki. Pozostały w drobnych zagłębieniach powierzchni żużel sodowy reaguje z dwutlenkiem węgla atmosfery, tworząc węglan lub kwaśny węglan (NaCO_3 lub NaHCO_3). Na skutek tego na powierzchni oczyszczonego odlewu tworzy się biały nalot, trudny do usunięcia.

Zużycie elektrolitu w czasie oczyszczania odlewów jest niewielkie. Straty parowania żużla są minimalne, gdyż temperatura wrzenia żużla sodowego wynosi 1739°C. Zużywanie się elektrolitu w trakcie samego procesu oczyszczania zachodzi w stopniu nieznacznym, bowiem oprócz reakcji, w których żużel sodowy ulega rozpadowi i tworzy inne związki, występują reakcje regenerujące żużel sodowy.

4. WYNIKI DOŚWIADCZEŃ

Ze względu na konieczność ograniczenia rozmiarów publikacji zostaną tylko omówione wyniki ostateczne doświadczeń. Przy badaniu wpływu temperatury elektrolitu NaOH (w zakresie od 360°C do 480°C) na jakość oczyszczania odlewów żeliwnych stwierdzono, że przy zachowaniu we wszystkich próbach stałego napięcia 3,5 V i gęstości prądu 8 A/dcm², dobre wyniki uzyskano:

- przy czasie oczyszczania 10 min w t^o = 420°C;
- przy czasie oczyszczania 15 min w t^o = 400°C;
- przy czasie oczyszczania 20 min w t^o = 380°C.

Wpływ gęstości i napięcia prądu określano przy zachowaniu stałej temperatury elektrolitu (NaOH) t^o = 400°C i niezmiennym czasie oczyszczania 10 minut. W wyniku przeprowadzonych prób stwierdzono, że dobre rezultaty uzyskuje się przy gęstości prądu powyżej 8 A/dcm² i napięciu ponad 3,5 V.

Przełączenie kierunku prądu przedłuża czas oczyszczania nawet do 30 minut.

Zastosowanie jako elektrolitu mieszaniny 93% NaOH i 7% NaCl pozwala na skrócenie czasu oczyszczania ewentualnie obniżenie napięcia lub gęstości prądu np. do parametrów:

t^o = 360°C; gęstość prądu 8 A/dcm²; napięcie 2 V; czas 10 min,

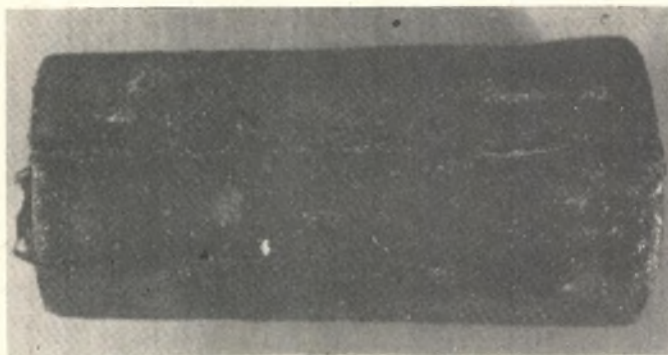
Ocena jakości oczyszczenia jest zawsze subiektywna, dotychczas nie ma opracowanych norm, które umożliwiłyby przeprowadzenie odpowiedniej klasyfikacji stopnia oczyszczenia.

Z tego względu, dla ilustracji przeprowadzonych doświadczeń wykonano kilkadziesiąt zdjęć oczyszczonych odlewów. W artykule, ze względu na jego charakter, można było zamieścić jedynie niektóre z nich (rys. 3-5). W opisie zdjęć podano również parametry oczyszczania, temperaturę, gęstość i napięcie prądu, oraz czas trwania i rodzaj elektrolitu.

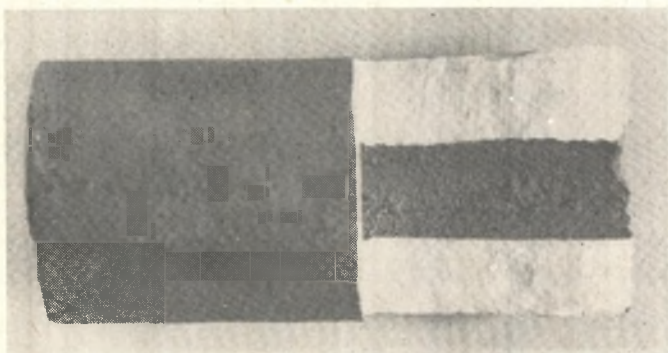
5. WNIOSKI

1. Oczyszczanie elektrochemiczne całkowicie usuwa przywartą i przypaloną masę formierską i rdzeniową, nawet z najbardziej niedostępnych miejsc odlewu.

2. Metodą tą można równocześnie łatwo usunąć z powierzchni odlewu tlenki, rdzę, farby i inne substancje organiczne.



Rys.3. Próbką przed oczyszczeniem



Rys.4. Próbką niedostatecznie oczyszczona (dla pokazania powierzchni wewnętrznej po oczyszczeniu wykonano przecięcie wzdłużne); $t^{\circ} = 360^{\circ} \text{C}$; 8 A/dcm^2 ; $3,5 \text{ v}$; 10 min. ; NaOH



Rys.5. Próbką dobrze oczyszczona (widać pęknięcia odsłonięte po oczyszczeniu); $t^{\circ} = 480^{\circ} \text{C}$; 8 A/dcm ; $3,5 \text{ V}$; 15 min. ; NaOH

3. Próbką żeliwna oczyszczona w ługu sodowym, przy parametrach: temperatura elektrolitu 360°C , gęstość prądu 8 A/dcm^2 napięcie $3,5 \text{ V}$ i czas oczyszczania 10 minut, jest już całkowicie oczyszczona. Nie posiada jednak jasnej powierzchni (przypuszczalnie na skutek niecałkowitego usunięcia naskórka odlewniczego).

4. Stosując jako elektrolit ług sodowy można uzyskać jasną powierzchnię próbki przy podwyższeniu temperatury elektrolitu do 400°C (pozostałe parametry nie zmienione). Ten sam efekt można uzyskać przez zwiększenie gęstości prądu do 10 A/dcm^2 , względnie napięcia do 4 V , lub czasu oczyszczania do 15 minut.

5. Dla oczyszczania elektrochemicznego odlewów stalowych należy stosować nieco wyższe parametry. Jasną powierzchnię próbek stalowych po oczyszczeniu w czystym ługu sodowym uzyskano przy parametrach: 460°C ; 8 A/dcm^2 ; $4,8 \text{ V}$; 15 min.

6. Stosowanie jako elektrolitu mieszaniny ługu sodowego i chlorku sodu ($93\% \text{ NaOH} + 7\% \text{ NaCl}$), daje lepsze wyniki i jest tańsze. Żeliwne próbki oczyszczone w tym elektrolicie przy parametrach: 360°C , 8 A/dcm^2 , 2 V , 10 min, posiadały już jasną matową powierzchnię.

7. Przełączenie kierunku przepływu prądu w czasie oczyszczania pozwala uzyskać bardzo ładną błyszczącą, metaliczną powierzchnię odlewu, ale przedłuża to cykl oczyszczania o kilka do kilkunastu minut. Ostatnią fazą oczyszczania musi być oczyszczenie przy połączeniu odlew-katoda dla usunięcia powstałej w czasie poprzedniej fazy (odlew-anoda) warstewki utlenionej.

8. Podwyższenie parametrów oczyszczania powoduje stałe lecz postępujące w coraz wolniejszym stopniu rozjaśnienia powierzchni oczyszczonych odlewów.

9. Optymalne parametry oczyszczania elektrochemicznego podano w tabl. 1.

10. Oczyszczanie elektrochemiczne nadaje się szczególnie do oczyszczania skomplikowanych odlewów rdzeniowych. Ten sposób oczyszczania nie powoduje żadnych mechanicznych uszkodzeń i odkształceń odlewów cienkościennych.

Tablica 1

Optymalne parametry oczyszczania elektrochemicznego żeliwa szarego

Elektrolit		Napięcie V
rodzaj	temp. °C	
NaOH	440±460	3,5±4
NaOH + NaCl	400±420	2 ± 3

Gęstość prądu: $8 \pm 10 \text{ A/dcm}^2$

Czas oczyszczania: 10 min.

Czas płukania w wodzie

zimnej: 1 min.

gorącej: 5 min.

LITERATURA

- [1] A.A.Gorszkow, A.F.Łysenko - Elektrochimiczeskaja oczistka otliwok, Instytut Informacji Technicznej USRR, Kijów 1957.
- [2] Zdzisław Samsonowicz - Wpływ różnych sposobów oczyszczania na niektóre własności mechaniczne odlewów żeliwnych, praca doktorska, Politechnika Wrocławska, Wrocław 1961.
- [3] A.A.Gorszkow, A.F.Łysenko - Oczyszczanie elektrolityczne odlewów z przypaleń i zgorzeliny, Przegląd Odlewnictwa 1960 str.235.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ОТЛИВОК ИЗ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ

С о д е р ж а н и е

Целью работы является определение оптимальных условий электрохимической очистки отливок.

Исследования показали, что такая очистка целесообразна по экономическим взглядам, особенно по отношению к сложным стержневым отливкам. Этот способ очистки отливок прост в применении в связи с отсутствием необходимости использования сложного оборудования.

ELECTROCHEMICAL CLEANING OF IRON ALLOY CASTINGS

S u m m a r y

The aim of this paper is determination of optimum conditions for electrochemical castings cleaning. Research work has proved that such cleaning is a good method on account of economic reasons, particularly in reference to the complicated core castings.

This is an easy way of casting cleaning, since no complicated arrangements are necessary for its application.