

Problem z wadami gazowymi w odlewni żeliwa

R. Kolodziej^{a*}, L. Kostrzewski^a, J. Szajnar^b

^a Odlewnia Żeliwa TERIEL ul. Lipowa 2a, 63-800 Gostyń, Polska

^b Katedra Odlewnictwa, Politechnika Śląska, ul. Towarowa 7, 44-100 Gliwice, Polska

*Kontakt korespondencyjny: e-mail: Radoslaw.Kolodziej@Teriel.com.pl

Otrzymano 22.10.2013; zaakceptowano do druku 12.12.2013

Streszczenie

Przedstawione w artykule zagadnienia dotyczą problemu wad gazowych występujących w Odlewni Żeliwa. Obejmują one genezę nakłuc oraz pęcherzy zewnętrznych pojawiających się na odlewach z żeliwa EN-GJS-400-15. Pokazano w jaki sposób w warunkach przemysłowych odlewni dokonano analizy pochodzenia tych wad. Przedstawiono wyniki badań próbek pobranych z problematycznych odlewów oraz metody ich badań. Wskazano również w jaką niezbędną aparaturę pomiarową należy zaopatrzyć Odlewnię aby w przyszłości na etapie przygotowania procesu, można było prognozować i redukować występowanie nakłuc oraz pęcherzy zewnętrznych.

Słowa kluczowe: żeliwo sferoidalne, niezgodność, wady gazowe, nakłucia, pęcherz zewnętrzny.

1. Wprowadzenie

Wady odlewnicze to problem, który w nierozzerwalny sposób łączy się ze wszystkimi technologiami odlewniczymi. Można krótko powiedzieć: „nie ma odlewów bez wad”. Jest to bardzo lakoniczne stwierdzenie, ponieważ jakość detalu – odlewu zależy głównie od porozumienia stron: wytwórca – klient, czyli od tego jakie wady są dopuszczalne a jakie nie.

W obecnych czasach stwierdzenie „wada” może być źle postrzegane u osób nie związanych z odlewnictwem, dlatego niekiedy zamiennie proponuje się używanie słowa „niezgodność”.

Wady pochodzenia gazowego w odlewach można zakwalifikować do grupy najdroższych wad, ponieważ ich obecność ujawnia się w większości przypadków u odbiorcy odlewu po obróbce mechanicznej. Powoduje to szereg komplikacji: od poniesienia kosztów obróbki i odlewania do naruszenia reputacji odlewni. Po kilku partiach wysłanych odlewów z wyżej

wymienionymi brakami klient może stracić zaufanie i może zmienić dostawcę. Kontrolowanie przyczyn powstania wad zależy od dogłębnego zrozumienia źródła ich pochodzenia.

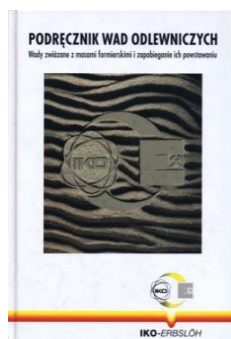
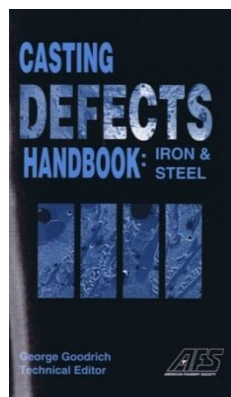
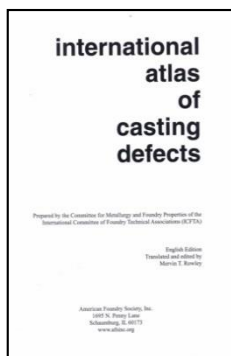
W polskich realiach wady odlewnicze stopów żelaza oraz stopów metali nieżelaznych klasyfikuje norma PN-H-83105¹[1]. W obiegu znajdują się również podręczniki oraz atlasy wad odlewniczych, jednak w dużej mierze są to pozycje obcojęzyczne (rys. 1).

2. Pochodzenie wad gazowych

Wady typu „pęcherz zewnętrzny” oraz „nakłucia” powstają w wyniku działania następujących gazów:

- Tlen O₂
- Azot N₂
- Wodór H₂.

¹ Norma PN-H- 83105. Odlewy – Podział i terminologia wad – jest normą wycofaną, nie ma normy zastępczej.



Rys. 1. Przykłady atlasów oraz książek zajmujących się tematyką wad odlewniczych [2 - 5]

Wprowadzenie tych gazów do finalnego odlewu może odbywać się poprzez:

- niewłaściwą jakość materiałów wsadowych
- niewłaściwą jakość rdzeni i masy formierskiej
- niewłaściwe zaprojektowanie technologii wytwarzania odlewu.

W Odlewni Żeliwa TERIEL wady pochodzenia gazowego sklasyfikowane są jako Pęcherz Zewnętrzny (W-202) oraz Nakłucia (W-205).

Pęcherz zewnętrzny (W-202)² – pojedyncze lub zgrupowane pustki w odlewie, najczęściej stosunkowo duże o gładkich ścianach. Występowanie wady związane jest z uwieżnieniem przez krzepnący metal w warstwie wierzchniej kulistego pęcherza w postaci pustej przestrzeni.

Najczęstszymi przyczynami powstania wady typu pęcherz zewnętrzny są:

- powietrze uwieżnione w formie podczas zalewania, spowodowane turbulencjami podczas przepływu metalu przez wlew główny i zasysanie powietrza w głąb wnęki formy, jak również niewystarczającego odpowietrzenia formy czy zbyt mocno zagęszczonej masy formierskiej

- gazy wydzielający się z rdzenia po zalaniu formy – niewłaściwe zaprojektowanie odgazowania rdzenia i formy, niewłaściwe proporcje żywicy zastosowanych do wytworzenia rdzeni
- gazy powstające w wyniku kontaktu metal forma – zbyt wilgotna forma.

Nakłucia (W-205)² – rozróżnia się nakłucia pochodzenia wodorowego, azotowego oraz powstające w wyniku reakcji CO z żużlem. Nakłucie przypomina kształtem małą pustkę o gładkiej powierzchni umiejscowioną tuż pod powierzchnią odlewu. Nakłucia pochodzenia wodorowo azotowego występują zarówno w odlewach z żeliwa szarego jak i sferoidalnego. Nakłucia powstające w wyniku reakcji CO powstają tylko w odlewach z żeliwa szarego.

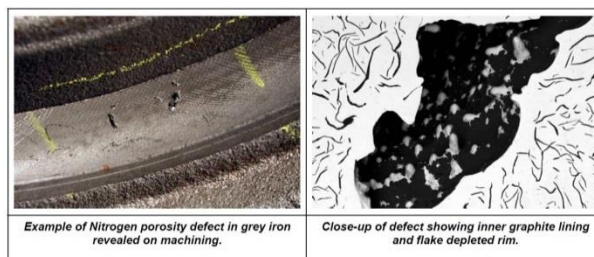
Najczęstsze przyczyny powstania nakłuc typu:

- **Wodorowego:**
 - mocno utleniony jak i wilgotny złom stalowy ładowany do pieca
 - wysoka wilgotność masy formierskiej
 - wilgotne materiały ogniotwórcze (np. po regeneracji wylewów w kadzi lub piecu)
 - zbyt długie magazynowanie rdzeni w niewłaściwych warunkach, które mogą wchłonąć wilgoć z otoczenia.
- **Azotowego:**
 - użycie zbyt dużej ilości żywicy do wykonania masy rdzeniowej
 - używanie nawęglaczy o zbyt dużej ilości azotu
- **Nakłucia tlenkowe:**
 - wywołane reakcją żużla
 - powstają w wyniku reakcji silnie utlenionych i bardzo płynnych żużli, najczęściej bogatych w MnO-MnS z węglem z ciekłego metalu z jednoczesnym tworzeniem tlenku węgla.

Ocenę przedmiotowych wad przeprowadza się wizualnie, okiem nieuzbrojonym podczas kontroli jakości odlewu.

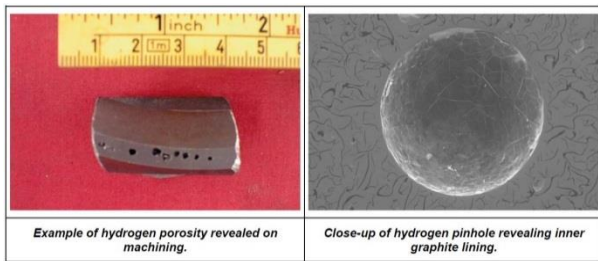
W niektórych przypadkach z odlewu pobierana jest próbka do badania mikrostruktury.

Przykłady wad gazowych pochodzenia azotowego i wodorowego przedstawione są na rysunkach 2 i 3.



Rys. 2. Przykład wady pochodzenia „azotowego” [6]

² Oznaczenia wad wg PN-H- 83105

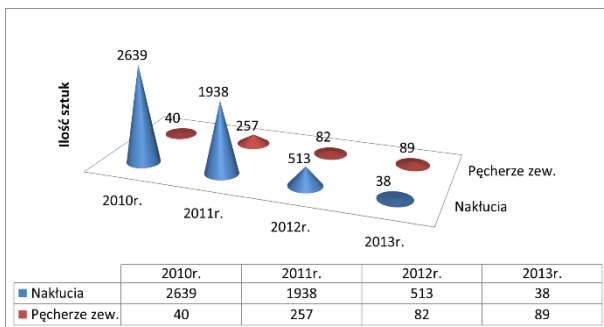


Rys. 3. Przykład wady pochodzenia „wodorowego” [6]

3. Analiza braków spowodowanych wadami gazowymi

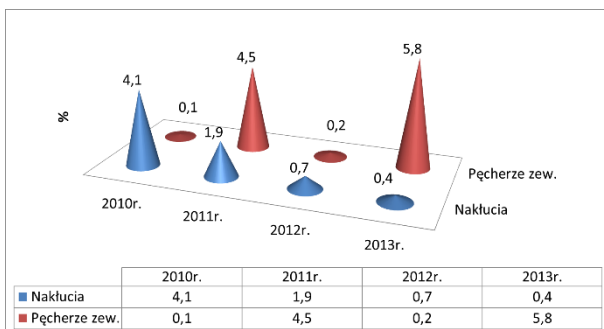
W celu dogłębnej analizy wad pochodzenia gazowego w warunkach Odlewni, wykonano zestawienie brakowych odlewów spowodowanych nakłuciem oraz pęcherzem zewnętrznym.

Jak widać dominującym problemem są nakłucia. Pęcherze zewnętrzne pojawiają się sporadycznie. Podsumowanie zmian w ilości braków żeliwa EN-GJS-400-15 w latach 2010 – 2013 pokazuje wykres na rysunku 4.



Rys. 4. Ilość braków spowodowanych wadami gazowymi

Procentowy średni udział braków wynikających z wad gazowych przedstawiono na wykresie (rys. 5).



Rys. 5. Średni procent braków spowodowanych wadami gazowymi

Jak widać z ostatniego wykresu nakłucia wykazują spadkową tendencję od 2010 r., natomiast ilość braków związanych z pęcherzami zewnętrznymi zmienia się skokowo.

Zestawienie obejmuje pełne lata 2010÷2012 oraz I kwartał 2013 roku.

Spośród problematycznych, brakowych odlewów wycięto próbki, które wysłano do firmy zewnętrznej w celu analizy wad.

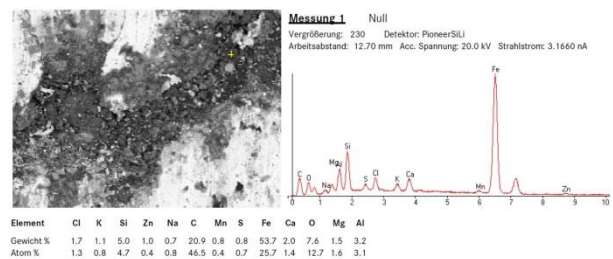
Do zbadania wyselekcjonowano 11 próbek przedstawionych na rysunku 6.



Rys. 6. Zestaw próbek wyciętych z problematycznych odlewów

Analizę próbek wykonano na elektronowym mikroskopie skaningowym (SEM) z wykorzystaniem mikroanalizy rentgenowskiej (EDX).

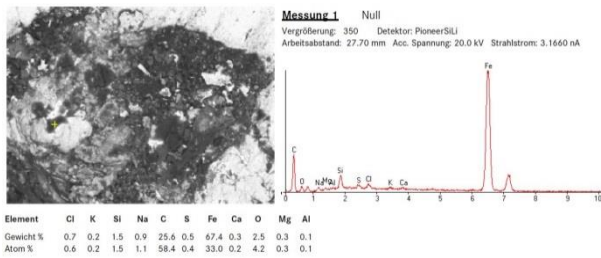
Na rysunku 7 przedstawiona jest próbka z podwyższoną zawartością tlenu, która wskazuje na to, że powstała wada może się wiązać z zasysaniem powietrza podczas zalewania bądź z tlenkiem pochodzącym z żużla.



Rys. 7. Próbką I po badaniu SEM

Rysunek 8 przedstawia wadę o nieco innej morfologii od poprzedniej. Niska zawartość tlenu a podwyższona zawartość węgla, wskazuje na to, że wada nie jest pochodzenia gazowego.

Istnieje duże prawdopodobieństwo, że jest to wtrącenie pochodzące z masy formierskiej.



Rys. 8. Próbkę II po badaniu SEM

W momencie przygotowania powyższego opracowania, pobierane są kolejne próbki do analizy SEM, wycinane z problematycznych odlewów.

Na ich podstawie będzie można określić czy dotychczasowe działania w celu redukcji wad gazowych przyniosły efekty.

4. Podsumowanie

W celu określenia w warunkach produkcyjnych przyczyn oraz potencjalnych możliwości wystąpienia wady gazowej, należy zająć się badaniem pierwiastków newralgicznych takich jak: O_2 , H_2 , N_2 .

Przykładową aparaturę służącą do tego celu można nabyć m. in. w firmie **HERAEUS Electro-Nite** [7] i jest to:

- **Celox®-Foundry** – bezpośredni pomiar aktywności tlenu w żeliwie
- **Hydris®.Net** – bezpośredni pomiar zawartości wolnego wodoru w żeliwie.

Pełnię szczęścia można osiągnąć mając w swoim laboratorium **Analizator TCH600** firmy **LECO** [8]. Służy on do jednoczesnego pomiaru zawartości tlenu, azotu i wodoru w stalach, żeliwach,

stopach metali nieżelaznych oraz w stałych materiałach ceramicznych.

Pomiar zawartości wodoru w ciekłym metalu pozwala na wczesne rozpoznanie zagrożenia powstaniem wad „gazowych” w odlewach, w momencie gdy jeszcze jest możliwość zmiany parametrów ciekłego metalu.

Natomiast pomiar aktywności tlenu w żeliwie pozwala na szybkie i proste prognozowanie struktury grafitu i skłonności żeliwa do powstania niektórych wad typu skurczowego.

Należy pamiętać o tym, że prawidłowe wyniki z powyższej aparatury otrzymamy wówczas gdy w procesie produkcyjnym będą stosowane materiały wsadowe o odpowiedniej jakości, niezbędne do wytworzenia odlewu.

Literatura

- [1] PN-H-83105:1985P, Odlewy. Podział i terminologia wad.
- [2] Hasse S. (2003). Guß- und Gefügefehler; Berlin.
- [3] Goodrich G. (2008). Casting Defects. Handbook: Iron&Steel; AFS.
- [4] International Atlas of Casting Defects, AFS 2011.
- [5] Podręcznik wad odlewniczych. IKO-Erbslöh 1994.
- [6] <http://www.elkem.com/foundry/>
- [7] <http://heraeus-electro-nite.com>
- [8] <http://www.leco.com/>

Problem with Castings Gas Defects in Iron Foundry

Abstract

Presented paper concerns the issues of gas defects occurring during casting manufacturing in a foundry. These include the origin of pinholes and external bladders that appear on the external surface of EN-GJS-400-15 grade cast iron castings. The paper shows how, in industrial conditions, such defects are analyzed. Examinations results for samples taken from the problematic castings were shown together with applied methods description. It was also indicated, what kind of measuring equipment is necessary to predict and reduce the occurrence of gas defects in the future production.