

**NOWE MATERIAŁY JAKO ZAMIENNIKI PYŁU WĘGLOWEGO
W MASIE FORMIERSKIEJ Z LEPISZCZEM BENTONITOWYM,
STOSOWANEJ DO WYTWARZANIA ODLEWÓW Z ŻELIWA
CIĄGLIWEGO I STOPÓW ALUMINIUM**

**NEW COAL DUST SUBSTITUTES FOR BENTONITE MOULDING
SANDS USED IN MANUFACTURE OF CASTINGS FROM
MALLEABLE IRON AND ALUMINIUM ALLOYS**

Zbigniew Stefański

Instytut Odlewnictwa, Zakład Technologii, ul. Zakopiańska 73, 30-418 Kraków

Streszczenie

W artykule przedstawiono ważniejsze wyniki prac badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych, zrealizowanych w ramach Projektów Celowych w latach 2006-2007, w dwóch krajowych odlewniach: Fabryce Łączników „Radom” w Radomiu oraz Odlewni MJM Jarosław Michalak w Ostrołęce. Celem projektów było opracowanie nowoczesnego, ekonomicznego oraz ekologicznego procesu produkcyjnego wykonywania odlewów. W Fabryce w Radomiu dotyczyło to odlewów łączników wykonywanych z żeliwa ciągliwego, w Odlewni MJM w Ostrołęce odlewów ze stopów aluminium (Al-Si) dla potrzeb energetyki. Opisano niektóre problemy odlewni związane z jakością produkowanych odlewów, zaproponowano optymalny sposób ich rozwiązania oraz przedstawiono wyniki badań dotyczących wprowadzonych rozwiązań, polegających na zastosowaniu w odlewniach nowego typu mas formierskich, zawierających w swoim składzie nowoczesny zamiennik odlewniczego pyłu węglowego o nazwie „kormix”.

Słowa kluczowe: masy formierskie bentonitowe, pył węglowy, zamiennik pyłu węglowego - kormix, jakość powierzchni odlewów, ekologia produkcji

Abstract

The article discusses the most important results of research, development and implementation works conducted under Target Projects in years 2006-2007 at the two Polish foundries, i.e. „Radom” Fittings Factory in Radom and MJM Jarosław Michalak Foundry Shop in Ostrołęka. The aim of the projects was to develop a modern, economical and ecological process for the casting manufacture. In “Radom” Foundry the investigations were carried out on fittings and pipe connections cast from malleable iron; in MJM Foundry in Ostrołęka the examined castings were made from aluminium-silicon alloys and assigned for use by the power industry. Some problems faced by the Foundries in respect of casting quality were described, optimum solutions were searched, and the results of these searches were stated. The proposed solutions suggest using in foundry practice the moulding sands of a new type, containing in their composition the recently developed foundry coal dust substitute of the trade name “kormix”.

Keywords: bentonite moulding mixtures, coal dust, kormix – a coal dust substitute, casting surface quality, ecological manufacturing process

Wstęp

Przedstawione w artykule wyniki prac badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych otrzymane w ramach Projektów Celowych, które zrealizowano w wyniku współpracy pomiędzy zakładami przemysłowymi a Instytutem Odlewnictwa, wskazują na znaczne możliwości unowocześnienia stosowanych w odlewniach rozwiązań technologicznych, pozwalających na poprawę jakości produkowanych odlewów, a także ekonomikę i ekologię produkcji. Ponieważ niektóre z tych prac mogą być współfinansowane, jako Projekty Celowe, z funduszy badawczo-rozwojowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, są one bardzo opłacalne dla zakładów - realizatorów projektów.

Rosnące wymagania stawiane wyrobom przez odbiorców, w zakresie poprawy ich parametrów użytkowych, dokładności wymiarowej oraz konieczności zmniejszenia ilości wadliwych wyrobów wymuszają ściślejszą współpracę pomiędzy jednostkami badawczymi oraz przemysłem. Działania te prowadzą do poszukiwania nowocześniejszych rozwiązań technologicznych, nowych technologii produkcji, surowców, a także metod badawczych.

Zagadnienia te są bardzo istotne w aspekcie poprawy technologii wykonywania odlewów żeliwnych w masach formierskich bentonitowych. Dla potrzeb tej technologii opracowywane są nowoczesne zamienniki odlewniczego pyłu węglowego, których zastosowanie w masach pozwala na uzyskanie znacznych korzyści.

Przykładem takiego rozwiązania jest opracowany przez Instytut Odlewnictwa zamiennik kormix oraz mieszanki bentonit-kormix. Produkcja ich została uruchomiona przy współpracy Instytutu w Zakładach Górniczo-Metalowych „Zębiec” w Zębcu w 2001 roku [1]. Materiały te wdrożono w kilkudziesięciu odlewniach do wykonywania odlewów z żeliwa szarego. Ostatnio, w latach 2006-2007 materiały te zastosowano w kolejnych odlewniach, w produkcji odlewów z żeliwa ciągliwego - w Fabryce Łączników „Radom” w Radomiu, a także po raz pierwszy w Polsce do produkcji odlewów wykonywanych ze stopów aluminium - w Odlewni MJM w Ostrołęce [2, 3].

Prace nad modyfikacją i unowocześnianiem zamienników dla technologii mas bentonitowych są nadal realizowane w Instytucie Odlewnictwa. Ich celem jest poprawa jakości odlewów, głównie ich powierzchni, zmniejszenie ilości wad i braków odlewniczych, a także poprawa ekologii stosowania mas formierskich. Wynikiem tych prac jest opracowanie kolejnego zamiennika pyłu węglowego o nazwie „ekomix”. Obecnie trwają prace w ramach Projektu Celowego NOT nad uruchomieniem produkcji tego materiału. Planowane jest wdrożenie preparatu ekomix do produkcji w pierwszej połowie 2009 roku, w firmie P.T.H. CERTECH w Niedomicach koło Tarnowa.

Prace badawcze i wdrożeniowe związane z zastosowaniem nowych materiałów

Celem realizowanych projektów w odlewniach w Radomiu oraz w Odlewni MJM w Ostrołęce było opracowanie nowoczesnych, ekonomicznych oraz ekologicznych procesów produkcyjnych wykonywania odlewów, pozwalających na poprawę ich jakości. Odlewy te są w znacznej części produkowane do krajów Unii Europejskiej. Dla uzyskania tego efektu koniecznym było wykonanie w ramach każdego projektu znacznie obszerniejszego zakresu prac badawczych, rozwojowych w porównaniu do tutaj przedstawionego, w tym przykładowo korekty technologii niektórych odlewów, w wyniku symulacji komputerowej procesów zalewania, krzepnięcia i stygnięcia, z wykorzystaniem pro-

gramu MAGMASoft® w Centrum Projektowania i Prototypowania Instytutu Odlewnictwa.

Ze względu na obszerność zrealizowanych zagadnień, w artykule tym omówiono jedynie problemy dotyczące jakości powierzchni odlewów oraz występujących wad odlewniczych związanych z jakością mas formierskich, z uwzględnieniem częściowo problemów dotyczących ekologii ich stosowania. W wyniku przeprowadzenia kompleksowych prac zaplanowanych w projektach, opracowano i wdrożono wzorcową ekologiczną technologię wykonywania określonego asortymentu odlewów w przedstawionych odlewniach.

Jednym z podstawowych problemów w większości odlewni jest nieodpowiednia jakość powierzchni odlewów, a także znaczna ilość wad odlewniczych pochodzenia gazowego, takich jak „nakłucia”, „pęcherze”. Często znacznym problemem są występujące na odlewach wady typu „strup” oraz „blizny” i „żyłki”. Przyczyny występowania tych wad mogą być związane z zastosowaniem w masie formierskiej nieodpowiedniego dodatku organicznego mającego za zadanie poprawę jakości powierzchni odlewów lub też brakiem takiego dodatku. Jest to szczególnie widoczne w przypadku wad typu strup, blizny i żyłki. Problemy tego typu występowały także w obu wyżej wymienionych odlewniach.

Rodzaj produkowanych odlewów, tworzywo z którego są wykonywane, specyfika produkowanego asortymentu oraz rodzaj stosowanych technologii formowania w obu odlewniach są zupełnie odmienne. W odlewni w Radomiu produkowane są odlewy o małej masie jednostkowej z żeliwa ciągliwego (odlewane jako żeliwo białe), w większości są to odlewy łączników wykorzystywane w przyłączeniach/łączeniach rurowych gwintowanych, instalacji dla mediów ciekłych (woda), ciepłych (centralne ogrzewanie) i gazowych, o wadze od 0,1 kg do 10 kg. W ostatnim okresie znaczna część produkcji jest przeznaczona na eksport do krajów Unii Europejskiej, dlatego wymagania dotyczące jakości odlewów są bardzo wysokie. Wymagana jest bardzo dobra jakość ich powierzchni (odpowiadająca głównie chropowatości C40), wysokie tolerancje wymiarowe, odpowiednie i stabilne właściwości wytrzymałościowe. Ponadto stawiane są wysokie wymagania dotyczące szczelności odlewów.

Odlewy wykonywane są w masach formierskich bentonitowych, jednolitych, przy czym stosowane są dwie technologie wykonywania form odlewniczych. Jedna to technologia formowania pod wysokimi naciskami z zastosowaniem linii formierskich DISAMATIC 2013, druga to formowanie z wykorzystaniem maszyn wstrząsowo-prasujących FKT-54. Specyfika produkowanych odlewów, a więc duża seryjność oraz niewielkie gabaryty sprzyjają zastosowaniu obu technologii, jak również mechanizacji ich produkcji. Rdzienie wykonywane są w gorących rdzennicach z zastosowaniem piasków otaczanych oraz mas ze spoiwem w postaci żywic syntetycznych. Dotychczas, w celu otrzymania wymaganej jakości powierzchni odlewów stosowany był dodatek odlewniczego pyłu węglowego do masy formierskiej, który jednak nie wpłynął znacząco na poprawę jakości powierzchni odlewów. Przykłady nieodpowiedniej jakości powierzchni odlewów pokazano na rysunkach 1÷3.

Jednym z istotnych czynników, który ma wpływ na nieodpowiednią jakość powierzchni, jest wysoka temperatura zalewania form odlewniczych (technologicznie konieczna). W przypadku odlewni w Radomiu temperatura ta wynosi 1380÷1450°C. Tak wysoka temperatura zalewania powoduje szybkie wypalanie pyłu węglowego i jest przyczyną gorszej jakości powierzchni odlewów. W wyniku jej oddziaływania, następuje również szybsza dezaktywacja bentonitu i w związku z tym konieczne jest intensywne odświeżanie masy formierskiej. Powiększenie ilości dodatku pyłu węglowego nie zawsze jest możliwe ze względu na związane z tym niebezpieczeństwo powstawania wad odlewniczych pochodzenia gazowego.



Rys. 1. Łącznik [4]
Fig. 1. Fitting [4]



Rys. 2. Korpus zaworu - widok ogólny [4]
Fig. 2. Valve body - a general view [4]



Rys. 3. Trójnik - powierzchnia odlewu
w powiększeniu [4]
Fig. 3. T-connection - casting surface
in magnification [4]

W takiej sytuacji niezbędnym jest zastąpienie pyłu węglowego jego zamiennikiem, charakteryzującym się zwiększoną zdolnością do tworzenia węgla błyszczącego (WB). Przykładowo, zdolność pyłu węglowego do tworzenia węgla błyszczącego wynosi około 7%, natomiast zamiennika pyłu węglowego około 18%. Umożliwia to zmniejszenie ilości zastosowanego dodatku organicznego w masie formierskiej, zmniejszenie gazotwórczości masy oraz jednocześnie poprawę jakości powierzchni odlewów.

Jak wspomniano powyżej, w Odlewni MJM w Ostrołęce wykonywane są odlewy ze stopów aluminium (Al-Si), głównie dla potrzeb przemysłu energetycznego, zarówno dla odbiorców krajowych, jak i zagranicznych. Wykonywany asortyment, to odlewy o bardzo wysokich wymaganiach jakościowych. Oprócz wymagań dotyczących bardzo dobrej jakości powierzchni odlewów, ścisłych tolerancji wymiarowych, odpowiednich właściwości wytrzymałościowych, stawiane są wymagania dotyczące ich szczelności. Te ostatnie są szczególnie trudne do spełnienia ze względu na skłonność stopów aluminium do występowania wad typu „porowatość gazowa”, występujące wtrącenia tlenkowe, a także tendencję stopu do wykryształowania gruboziarnistych wydzielań krzemu oraz powstawania jam skurczowych.

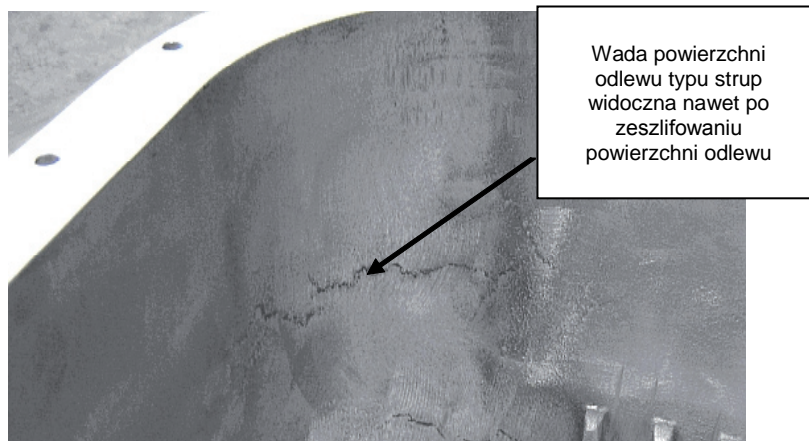
Warunki techniczne odbioru dla tej grupy odlewów nie dopuszczają występowania w odlewach wad powierzchniowych. Produkowane odlewy to obudowy przełączników, odłączników, zbiorniki, głowice, pokrywy, podstawy itp. Ich gabaryty w przybliżeniu wynoszą 900 x 700 x 300 mm, masa od 10 do około 40 kg. Ponadto, charakteryzują się one dużym zróżnicowaniem grubości ścianek, wynoszącym od około 7 do około 40 mm. Wykonywanie tego rodzaju odlewów wymaga stosowania dużej liczby rdzeni, zarówno dużych, jak i małych. Powyższe odlewy produkowane są w formach wykonywanych ręcznie z mas formierskich bentonitowych. Dotychczas w odlewni nie stosowano żadnych dodatków do mas formierskich celem poprawy jakości powierzchni odlewów.

Jednym z głównych problemów występujących podczas ich produkcji z zastosowaniem dotychczasowej technologii jest niezadowolająca jakość powierzchni odlewów (zbyt duża chropowatość) oraz występujące powszechnie wady typu strup, blizny i żyłki. Należy zaznaczyć, że są to wady bardzo często występujące podczas wykonywania tego typu asortymentu odlewów (o dużych płaskich powierzchniach). Wady te powodują dodatkowo deformację powierzchni odlewów. Aby uzyskać wymaganą przez odbiorcę jakość powierzchni, konieczne było stosowanie obróbki powierzchniowej (szlifowania) dla całych powierzchni, co w istotny sposób wpływało na wzrost kosztów produkcji. Przykłady omawianych wad powierzchniowych występujących na tego rodzaju odlewach pokazano na rysunkach 4÷8.

Jedną z głównych przyczyn powstawania tego typu wad w przypadku stosowania mas formierskich bentonitowych w produkcji odlewów jest brak dodatków organicznych w masie lub ich nieodpowiednia jakość. Zastosowanie odpowiedniego dodatku powoduje zmniejszenie zmian dylatacyjnych masy formierskiej (głównie rozszerzalności piasku kwarcowego), spowodowanej oddziaływaniem wysokiej temperatury ciekłego metalu oraz pozwala na wyeliminowanie tego typu wad. W wyniku częściowego wypalania się zastosowanego dodatku, a także przejścia jego części w stan plastyczny, penetruje on pomiędzy ziarna piasku, przeciwdziałając tym samym powstawaniu niektórych wad odlewniczych takich, jak: żyłki, wada strupa. Kolejne jego pozytywne oddziaływanie to zwiększenie wytrzymałości masy formierskiej w strefie bezpośrednio przyległej do odlewu, tj. w strefie „przewilżonej”, w wyniku wiązania ziaren piasku przez penetrujące, plastyczne, a następnie spiekające się cząstki organiczne. Zjawisko to również przeciwdziała powstawaniu tego typu wad odlewniczych.

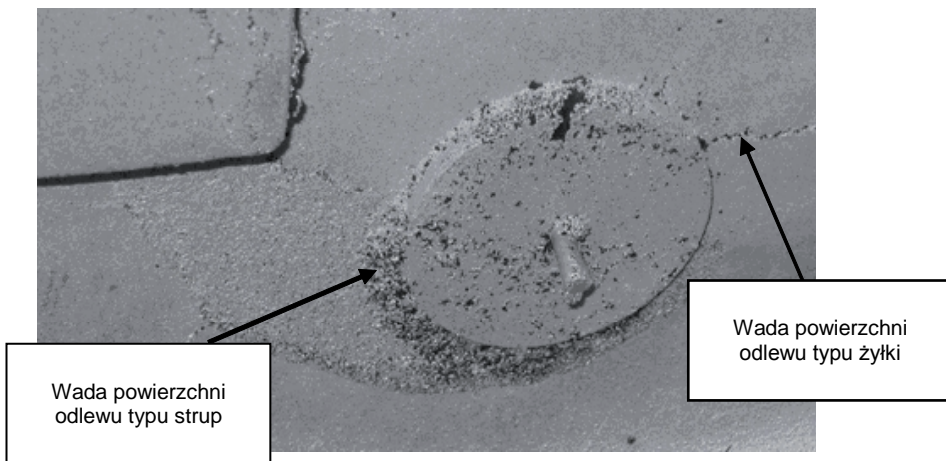
W celu wyeliminowania opisanych problemów z jakością odlewów, w obydwóch odlewniach zastosowano jako dodatek do mas formierskich materiał o nazwie handlowej kormix. Dodatek ten zastosowano w zmodyfikowanych wersjach, w zależności od potrzeb technologicznych odlewni. W odlewni w Radomiu wykorzystano mieszankę bentonit-kormix zawierającą 85% bentonitu i 15% kormixu. Mieszanki tego typu wykonywane są w kilku wersjach, o zawartości kormixu 15, 20 i 25%, pozostała ilość mieszanki do 100% to bentonit. Należy podkreślić, że dotychczas zamiennik kormix stosowany był do wykonywania odlewów z żeliwa szarego, natomiast nie stosowano go do wykonywania odlewów z żeliwa ciągliwego.

W Odlewni MJM w Ostrołęce w masie formierskiej zastosowano oddzielnie materiał kormix oraz oddzielnie bentonit. Takie rozwiązanie było optymalne ze względów technologicznych. Dotychczas, w produkcji odlewów ze stopów aluminium z zastosowaniem masy formierskiej ze spoiwem bentonitowym, nie wykorzystywano w kraju tego typu dodatków organicznych. Przykłady takich rozwiązań są znane w odlewniach zagranicznych. O ile, w przypadku produkcji odlewów żeliwnych, stosowany jest powszechnie w masach formierskich odlewniczy pył węglowy, to jest on zdecydowanie nieodpowiedni jako dodatek do mas formierskich dla odlewów ze stopów aluminium. Powodem tego jest zbyt niska temperatura zalewania form ciekłym stopem aluminium dla potrzeb wytworzenia się niezbędnej ilości węgla błyszczącego, podstawowego parametru decydującego o jakości powierzchni odlewów. Węgiel błyszczący wytwarza się z zawartych w masie formierskiej jego nośników, to jest z pyłu węglowego lub jego zamiennika

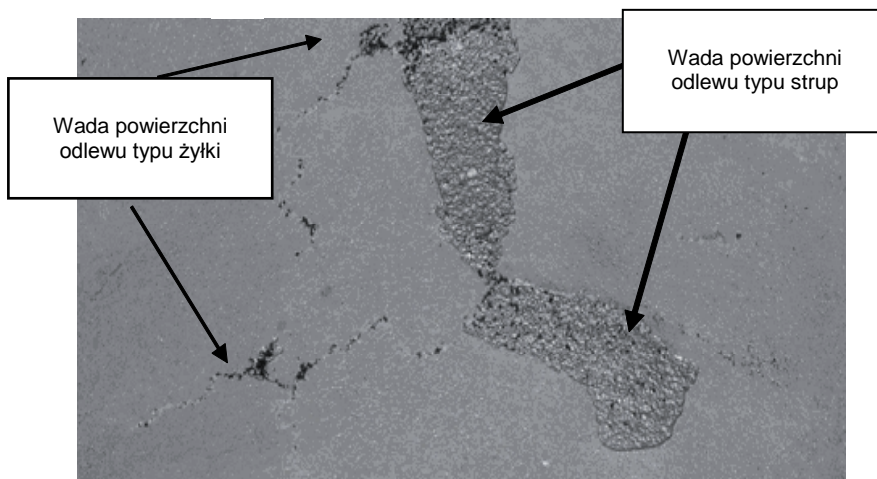


Rys. 4. Głowica - wady powierzchni [2]

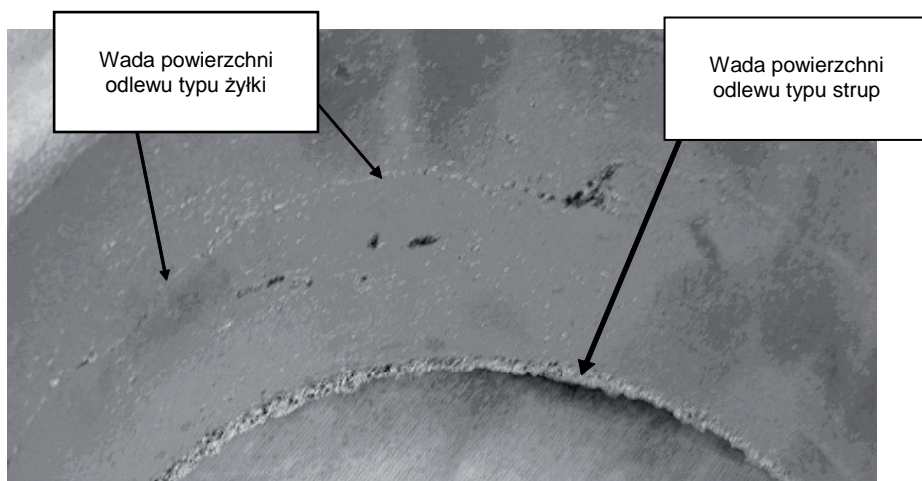
Fig. 4. Cast head - surface defects [2]



Rys. 5. Odlew zbiornika - wady powierzchni [2]
Fig. 5. Cast tank - surface defects [2]

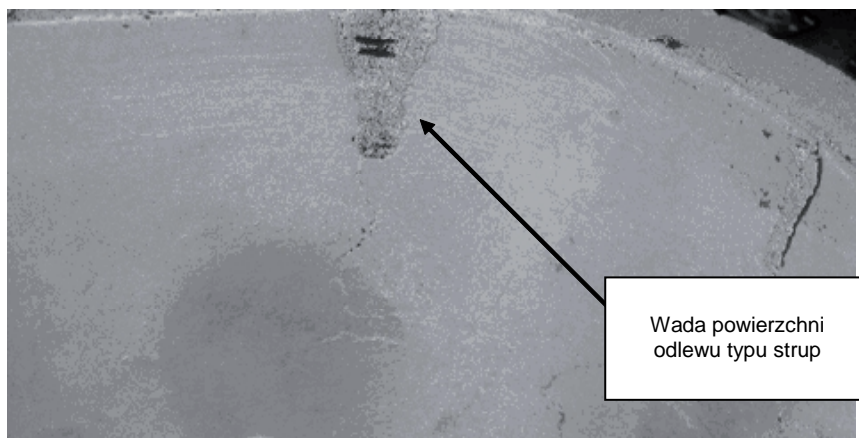


Rys. 6. Pokrywa zbiornika - wady powierzchni [2]
Fig. 6. Tank cover - surface defects [2]



Rys. 7. Osłona zbiornika - wady powierzchni [2]

Fig. 7. Tank casing - surface defects [2]



Rys. 8. Pokrywa zbiornika - wady powierzchni [2]

Fig. 8. Tank cover - surface defects [2]

Jak wiadomo warunkiem tworzenia węgla błyszczącego jest odpowiednia temperatura ścianki formy wynosząca minimum 650°C, optymalnie około 900°C. Temperatura zalewania ciekłym żelazem form odlewniczych wynosi od około 1300 do około 1480°C, a więc nie ma problemów z tworzeniem się węgla błyszczącego. W przypadku wykonywania odlewów ze stopów aluminium temperatura ciekłego metalu wynosi średnio około 700°C, max. do 750°C, jest więc ona zbyt niska. Ponieważ w odlewni w Ostrołęce wykonywane są odlewy ze stopów Al-Si, koniecznym było dostosowanie właściwości kormixu dla potrzeb tego stopu, w taki sposób aby możliwym było uzyskanie wymaganej ilości węgla błyszczącego w niższych temperaturach.

Przeprowadzono odpowiednie badania, a następnie dokonano korekty w składzie kormixu, których celem było zwiększenie zdolności do tworzenia się WB w niższych temperaturach, to jest w około 700°C. Do badań tych wykorzystano nową prototypową metodę badawczą, umożliwiającą określenie zdolności do tworzenia węgla błyszczącego. W metodzie tej wykorzystano aparaturę z sondą NDIR [5].

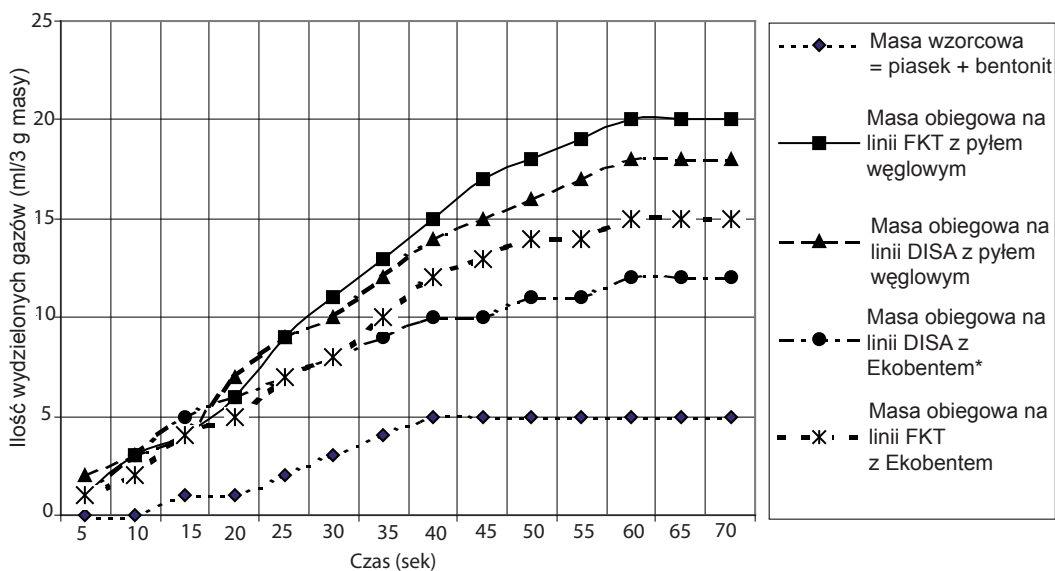
Wprowadzając kormix, jako nowy składnik mas formierskich zarówno w odlewni w Radomiu, jak i w Odlewni w Ostrołęce koniecznym było sprawdzenie kolejnego parametru masy formierskiej, tj. „kinetyki wydzielania się gazów”. Wynik tego badania wskazuje na ewentualne nieprawidłowości mogące wystąpić w formie odlewniczej, w przypadku zastosowania nieodpowiedniego zamiennika pyłu węglowego w masie. Wzrost prędkości wydzielania się gazów z masy formierskiej lub ich większa ilość może mieć wpływ na wzrost intensywności tworzenia się wad odlewniczych pochodzenia gazowego, typu pęcherze gazowe, nakłucia itp. Na rysunku 9 przedstawiono przykładowe wyniki badań wykonane dla mas formierskich pobranych z linii formierskich DISA oraz FKT odlewni w Radomiu. Badania wykonano zarówno dla mas formierskich zawierających pył węglowy (przed zastosowaniem kormixu) oraz po jego zastosowaniu. Jak widać zastosowanie dodatku kormix pozwoliło na zmniejszenie wydzielalności gazów z mas formierskich o około 30%. Ponadto, analizując prędkość wydzielania się gazu w określonym czasie (kinetykę wydzielania się gazów), zastosowany zamiennik należy ocenić pozytywnie.

Zastosowanie zamiennika kormix w odlewni w Radomiu pozwala na produkcję odlewów z żeliwa ciągliwego o wysokiej jakości, a szczególnie powierzchni, umożliwiło to zminimalizowaniu ilości robocizny koniecznej do oczyszczania odlewów. Ponadto w wyniku wdrożenia nastąpiło zmniejszenie emisji ilości szkodliwych związków wydzielających się z masy formierskiej podczas wykonywania odlewów, a zwłaszcza wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, węglowodorów benzolowych i innych związków. Do chwili przygotowywania artykułu nie naliczano jeszcze efektów ekonomicznych wynikających z wdrożenia.

W przypadku Odlewni MJM w Ostrołęce upłynął drugi rok od zakończenia projektu oraz naliczania efektów ekonomicznych wynikających z wdrożenia prac badawczo-rozwojowych zrealizowanych w projekcie. W wyniku przeprowadzonej przez odlewnię analizy ekonomicznej stwierdzono, że odlewnia uzyskuje następujące efekty:

- w związku z radykalną poprawą jakości powierzchni odlewów wykonywanych w masach formierskich, zmniejszeniu uległa pracochłonność dotycząca szlifowania odlewów, spowodowało to zwiększenie się wydajność pracy oczyszczalni,
- zmniejszyły się koszty materiałowe i straty spowodowane brakami,
- nastąpił wzrost produkcji odlewni, a także zwiększył się jej zysk.

Podsumowując, rocznie efekt ekonomiczny odlewni wynosi około 1 mln zł. Wynik ten najdobitniej świadczy o wysokiej opłacalności podejmowania tego typu prac w odlewniach.



*Ekobent jest to mieszanka bentonitu oraz zamiennika pyłu węglowego kormix

Rys. 9. Kinetyka wydzielalności gazów z badanych mas formierskich w odlewni [4]

Fig. 9. Kinetics of gas evolution rate from sand mixtures examined in the Foundry [4]

Uzyskane wyniki badań i wdrożenia w odlewni MJM w Ostrołęce, dla odlewów ze stopu aluminium (siluminu), związane z zastosowaniem kormixu w masie formierskiej wskazują, że jego zastosowanie, umożliwia uzyskanie dobrej jakości powierzchni odlewów oraz poprawę efektów ekonomicznych zakładu.

Jak wspomniano wcześniej produkcja kormix oraz mieszanek bentonit-kormix została uruchomiona w 2001 roku, do chwili obecnej materiały te wdrożono w wielu odlewniach żeliwa szarego.

Przedstawione w artykule wyniki prac dotyczące wykonywania odlewów z żeliwa ciągliwego i ze stopów aluminium były kolejnym nowym, pozytywnym doświadczeniem.

Zagadnienia ekologiczne związane z nowymi materiałami

Oprócz problematyki dotyczącej jakości otrzymywanych odlewów bardzo istotnym zagadnieniem jest aspekt ekologiczny związany z procesem produkcji odlewów. Jednym z głównych źródeł emisji szkodliwych związków, wydzielających się podczas wykonywania odlewów, są masy formierskie i rdzeniowe, zawierające technologicznie niezbędne dodatki organiczne. Stosowany powszechnie w masach bentonitowych odlewniczy pył węglowy

i inne organiczne dodatki, oprócz korzystnego wpływu na jakość odlewów powodują pewne niekorzystne zjawiska, a zwłaszcza wydzielanie się szkodliwych związków chemicznych, głównie w postaci gazów. Istotnym źródłem szkodliwych emisji są również masy formierskie ze spoiwami w postaci żywic syntetycznych, służące do wykonywania rdzeni.

Zastosowane dodatki organiczne po zalaniu form ciekłym metalem ulegają wysokotemperaturowej pirolizie, prowadzącej do powstawania węgla błyszczącego (decydującego o uzyskaniu dobrej jakości powierzchni odlewów). Temu procesowi towarzyszy zawsze powstawanie lotnych związków organicznych oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), węglowodorów benzolowych (BTX), które nie wzięły udziału w reakcjach termicznej polikondensacji i polimeryzacji. Są one szczególnie szkodliwe ze względu na ich działanie kancerogenne, mutagenne i teratogenne [6]. Kolejne szkodliwe związki wydzielające się z mas formierskich to dioksyny, furany oraz lotne związki organiczne (VOCs), powstające z pyłu węglowego wykonanego z węgla, który miał kontakt z chlorem. Związki te emitowane są do atmosfery, a także pozostają w strukturze odpadowych mas formierskich, stanowiąc zagrożenie w trakcie ich składowania (na składowiskach odpadów) lub podczas recyklingu masy obiegowej w odlewni [6].

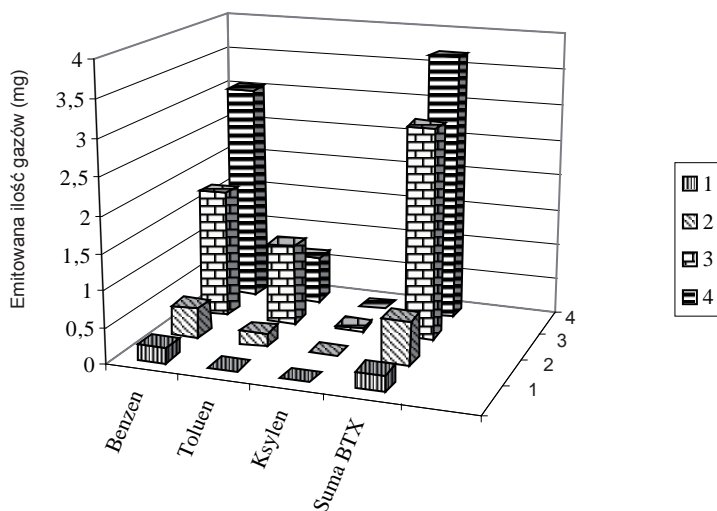
Stwierdzono, że emisja szkodliwych związków wydzielających się z mas formierskich podczas wykonywania odlewów, a także ich ilość pozostająca w masach formierskich wyrzucanych na wysypiska może się znacznie różnić, nawet ośmiokrotnie [1]. Opracowując materiał kormix badano i analizowano zagadnienia dotyczące ekologii jego stosowania. Badania te wykonywano przy współpracy z Instytutem Chemicznej Przeróbki Węgla w Zabrze, specjalizującym się w tej tematyce. Ponadto, wdrażając kormix w odlewniach, wykonywano badania związane z ekologią procesu, uzyskując pozytywny wynik, w porównaniu do stosowanego dotychczas odlewniczego pyłu węglowego. Na rysunkach 10 i 11 pokazano wyniki badania wydzielalności związków WWA oraz (BTX) z mas formierskich podczas wykonywania odlewów testowych. W testach tych porównano masy zawierające pył węglowy oraz opracowany kormix.

Dotychczas, najistotniejsze zalety mas formierskich stosowanych do wykonywania odlewów z kormixem w porównaniu do stosowanego w tych masach pyłu węglowego są następujące:

- wysoka zdolność do tworzenia węgla błyszczącego (w przypadku preparatu kormix wynosi ona 16 do 18%, natomiast w przypadku pyłu węglowego około 7,5%), umożliwia uzyskanie wysokiej jakości powierzchni odlewów oraz łatwe sterowanie jakością w wyniku regulacji ilości zastosowanego dodatku,
- zużycie nowego materiału w masie formierskiej wynosi 30% w porównaniu do dotychczas stosowanego odlewniczego pyłu węglowego,
- całkowita wydzielalność gazów z masy formierskiej jest mniejsza o około 30%, w porównaniu do mas z odlewniczym pyłem węglowym (rys. 9),
- masa formierska posiada korzystniejsze parametry technologiczne takie, jak: przepuszczalność oraz zagęszczalność, ze względu na zawartość w niej mniejszej ilości cząstek pylistych,
- mniejsza jest wydzielalność takich szkodliwych gazów, jak: tlenek węgla (CO) - około trzykrotnie, węglowodory benzolowe BTX (benzen, toluen, ksylen) - około ośmiokrotnie, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (16 związków WWA) - około trzy do sześciokrotnie (rys. 10, 11),

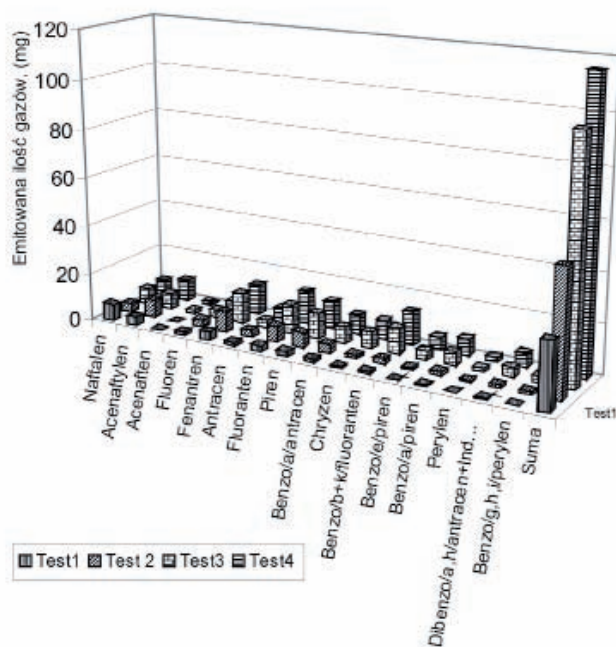
- mniejsza jest ilość wad odlewniczych typu pęcherze gazowe, nakłucia, strup, blizny.

Nawiązując do wcześniejszej informacji na początku artykułu, dotyczącej planowanego uruchomienia w roku 2009 zamiennika pyłu węglowego ekomix w firmie CERTECH w Niedomicach, niezbędnym jest ich uzupełnienie. Materiał ten posiada wszystkie zalety, które wymieniono dla kormixu, dodatkowo jego innowacyjność polega na neutralizacji w znacznym stopniu emisji szkodliwych związków wydzielających się nie tylko z mas formierskich, lecz i z mas rdzeniowych, znajdujących się w formie odlewniczej, których emisję w dotychczasowych pracach pomijano. Jest to rozwiązanie innowacyjne w skali Europy.



Rys.10. Ilość węglowodorów BTX emitowanych z masy formierskiej podczas wykonywania odlewów testowych (test 1, 2 - masy zawierające zamiennik kormix, test 3, 4 - masy zawierające pyły węglowe) [1]

Fig.10. The volume of BTX hydrocarbons emitted from moulding sands during manufacture of test castings (tests 1, 2 - sands with the examined "kormix" coal dust substitute, tests 3, 4 - standard coal dust-containing sand mixtures) [1]



Rys. 11. Ilość związków z grupy WWA emitowanych z mas formierskich podczas wykonywania odlewów testowych (test 1, 2 - masy zawierające zamiennik kormix, test 3, 4 - masy zawierające pyły węglowe) [1]

Fig. 11. The volume of PAH type compounds emitted from moulding sands during manufacture of test castings (tests 1, 2 - sands with the examined "kormix" coal dust substitute, tests 3, 4 - standard coal dust-containing sand mixtures) [1]

Wnioski

W wyniku przeprowadzenia kompleksowych badań i prac zaplanowanych w projektach, opracowano i wdrożono dwie odmiany wzorcowej, ekologicznej technologii wykonywania określonego asortymentu odlewów, w masach formierskich bentonitowych, z zastosowaniem ekologicznego dodatku kormix.

W masach formierskich przeznaczonych do wykonywania odlewów z żeliwa ciągłego po raz pierwszy zastosowano materiał kormix, w postaci mieszanki bentonit-kormix, w miejsce oddzielnie stosowanych bentonitu i pyłu węglowego. Otrzymywano bardzo dobrą jakość powierzchni odlewów, a także znaczną poprawę ekologii wykonywania odlewów.

Materiał kormix zastosowano w masach formierskich do wykonywania odlewów ze stopów aluminium. Pozwoliło to na zdecydowaną poprawę powierzchni odlewów oraz na wyeliminowanie wad typu strup, żyłki itp., a także na zdecydowane ograniczenie prac związanych z obróbką mechaniczną powierzchni odlewów. Dotychczas w Polsce nie stosowano tego typu dodatków organicznych przy produkcji odlewów ze stopów Al-Si.

Podziękowanie

Autor artykułu pragnie podziękować kierownictwu oraz kadrze technicznej odlewni Fabryki Łączników „Radom” w Radomiu oraz Odlewni MJM Jarosław Michalak w Ostrołęce, za współpracę oraz twórcze i profesjonalne zaangażowanie przy realizacji prac związanych z projektami, umożliwiające osiągnięcie założonych celów.

Literatura

1. Stefański Z., Maniowski Z.: Comparative studies of an additive to moulding sands called kormix and foundry coal dust with special regard of ecological problems, *Acta Metallurgica Slovaca*, 2002, Podbańska, Słowacja
2. Stefański Z., Żuczek R.: Wskazanie możliwości poprawy jakości produkowanych odlewów na przykładzie wybranego asortymentu przeznaczonego dla przemysłu energetycznego. Część 1, *Przegląd Odlewnictwa*, 2008, T. 58 nr 1-2, s. 22
3. Stefański Z., Żuczek R.: Wskazanie możliwości poprawy jakości produkowanych odlewów na przykładzie wybranego asortymentu przeznaczonego dla przemysłu energetycznego. Część 2, *Przegląd Odlewnictwa*, 2008, T. 58 nr 3, s. 138
4. Stefański Z. i in.: Raport Końcowy z realizacji projektu celowego nr 6 ZR8 2005 C/06595 zrealizowanego w Fabryce Łączników „Radom” w Radomiu, 2007
5. Witowski A. i in.: Zgłoszenie patentowe nr 376393/2005, Sposób określania zawartości frakcji węgla amorficznego i frakcji węgla błyszczącego w produktach pirolitycznych, powstających z materiałów węglotwórczych stosowanych jako dodatki, zwłaszcza w masach formierskich oraz urządzenie do stosowania tego sposobu
6. Lewandowski J.L.: *Przegląd Odlewnictwa*, 2000, nr 10, s. 384-386

Recenzent: dr hab. inż. Andrzej Baliński, prof. AP