

URZĄDZENIE DO ODŚRODKOWEGO ODLEWANIA LOT - 8

mgr inż. Walerian Soliński, - TECHNICAL – Nowa Sól
mgr inż. Wiesław Orzechowski, - MAHLE „KROTOSZYN”, Krotoszyn
mgr inż. Irena Izdebska - Szanda, - Instytut Odlewnictwa - Kraków

1. Wstęp.

Odlewanie odśrodkowe jest od wielu lat znaną i stosowaną metodą do produkcji odlewów o kształcie pierścieniowym. Odlewanie odśrodkowe odbywa się przy wykorzystaniu zjawiska siły odśrodkowej i formowaniu przez osiowe wirowanie.

Do głównych zalet tej metody odlewania można zaliczyć:

- możliwość usunięcia żużla i niemetalicznych wtrąceń przez ich odwirowanie,
- uzyskanie właściwej struktury metalograficznej odlewu,

Metoda odlewania odśrodkowego jest metodą alternatywną do odlewania w formach piaskowych w szczególności rur i tulei ze stali i żeliwa, można tę metodę zastosować do odlewania metali nieżelaznych .

2. Odlewanie odśrodkowe krótkich tulei.

Karuzelowe urządzenia do odśrodkowego odlewania krótkich tulei żeliwnych zawierają stół obrotowy z rozmieszczonymi na jego powierzchni kilkoma wirówkami z własnym napędem wirowania, ustawionymi promieniowo na stole obrotowym.

Wewnątrz każdej z wirówek znajduje się układ chłodnica – kokila. Chłodnica jest częścią stałą wirówki , w której mocowane są wymienne kokile. Woda chłodząca podawana jest na zewnętrzną powierzchnię chłodnicy. Proces chłodzenia kokili jest więc realizowany pośrednio, tzn. ciepło z kokili przekazywane jest do chłodnicy i w dalszej kolejności odbierane jest przez wodę chłodzącą. Wokół stołu obrotowego rozmieszczone są promieniowo manipulatory, przeznaczone do wykonywania poszczególnych operacji technologicznych związanych z wykonaniem odlewów tulei.

Stół obrotowy, ustawia kolejno wirówki w osi poszczególnych manipulatorów. Wykonywane przez manipulatory czynności technologiczne, od uzbrajania i zamykania kokil, następnie nanoszenia powłoki, zalewanie, chłodzenie i wyjmowanie gotowego surowego odlewu, tworzą w sumie pełny proces technologiczny.

Płynny metal wlewany jest do kokili pokrytej warstwą rozdzielczą i izolacyjną z mas ceramicznych na bazie krzemianu.

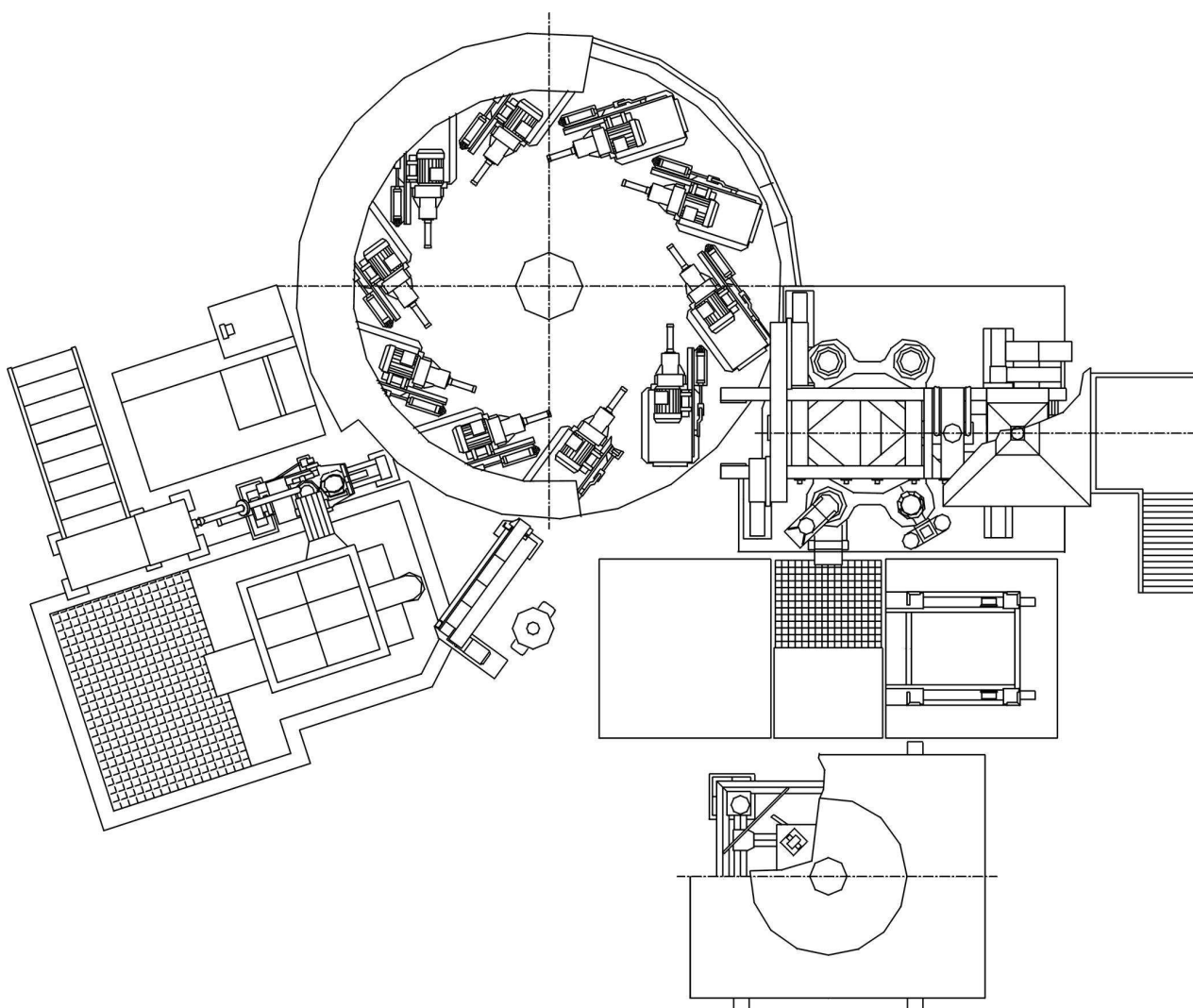
Wraz ze wzrostem wymagań jakościowych produkowanych tulei cylindrowych, szczególnie w zakresie poprawy struktury metalograficznej odlewu oraz jego dokładności wymiarowej, konieczne jest:

- Poprawienie warunków krystalizacji metalu,
- Zmniejszenie zjawiska erozji kokil.

3. Urządzenie do odśrodkowego odlewania tulei cylindrowych LOT – 8.

3.1. Konstrukcja urządzenia do odśrodkowego odlewania tulei LOT – 8

Wykonane według nowej koncepcji urządzenie do odśrodkowego odlewania tulei LOT – 8 przez zespół „TECHNICAL” – Nowa Sól i „MHALE Krotoszyn” S.A. – Krotoszyn, będące przedmiotem zgłoszenia patentowego nr P 335177, eliminuje wiele niedogodności występujących w obecnie produkowanych urządzeniach do odśrodkowego odlewania tulei. W nowym rozwiązaniu kokile nie są związane na stałe z jedną wirówką i jednocześnie w trakcie trwania procesu technologicznego zmieniają swe położenie zgodnie z założonym cyklem procesu technologicznego.

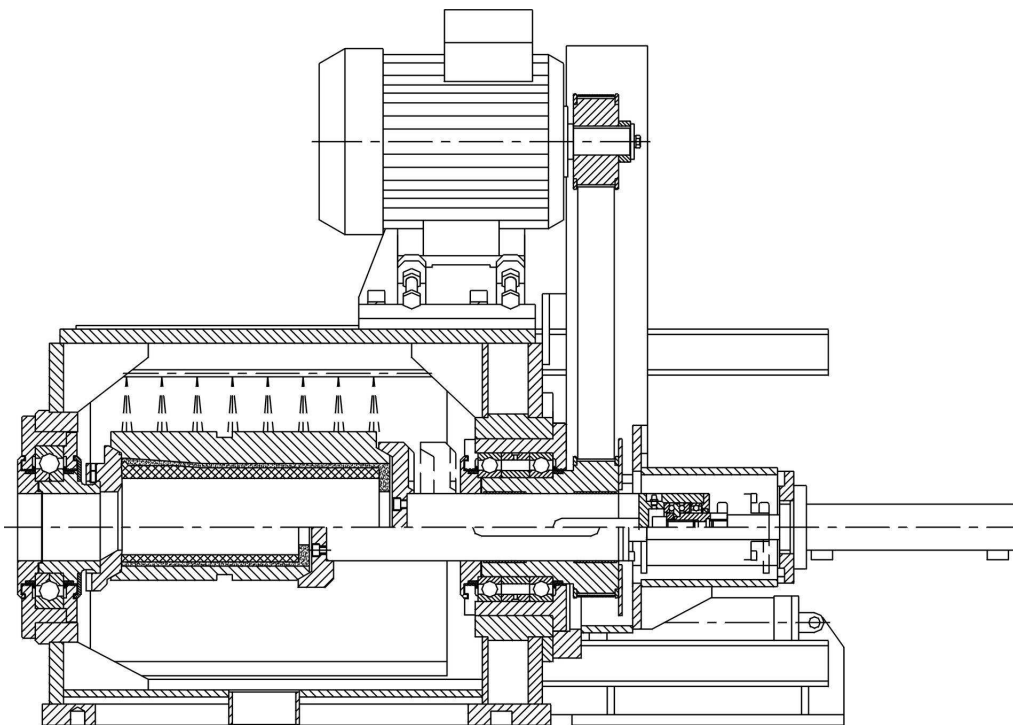


Rys. 1. Urządzenie do odśrodkowego odlewania tulei cylindrowych LOT – 8

Urządzenie do odśrodkowego odlewania tulei cylindrycznych LOT – 8 zawiera 10-cio pozycyjny stół obrotowy o pionowej osi obrotu. Na tym stole w powtarzalnych odstępach ustawianych jest dziesięć wirówek z własnym elektrycznym napędem obrotu kokili.

Wirówki są ustawione na stole obrotowym w taki sposób, że ich osie obrotu tworzą z przynależną im osią stołu obrotowego kąt ostry α .

W ścianie czołowej korpusu wirówki znajduje się osiowo umocowany, przesuwny i indywidualnie napędzany wał, zakończony przesuwным kołnierzem chwytym kokili, który współpracuje z, umieszczonym również osiowo na przeciwległej ścianie czołowej, obrotowym drugim kołnierzem chwytym kokili.

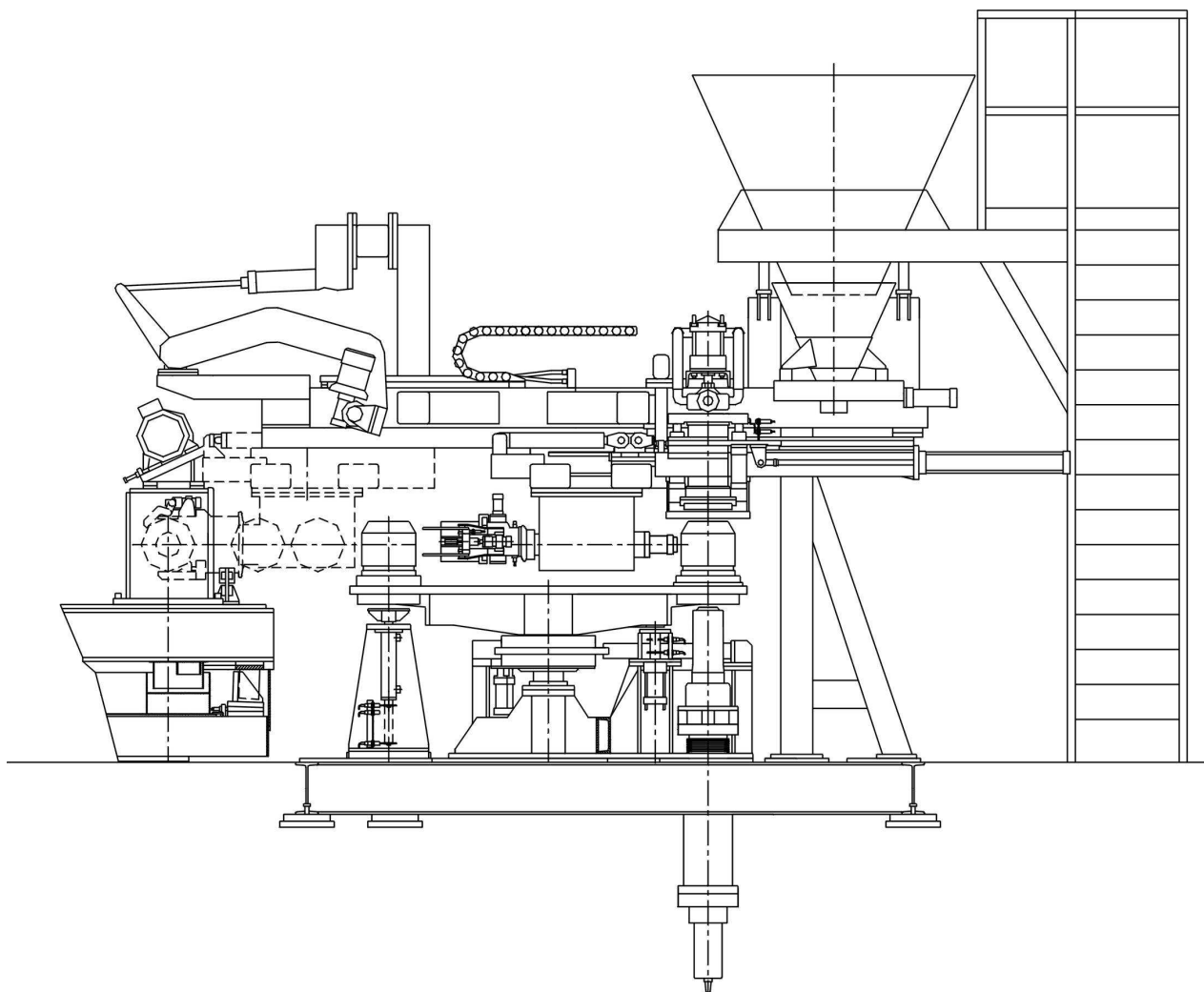


Rys.2. Wirówka do odśrodkowego odlewania tulei cylindrowych.

Obok 10-cio pozycyjnego stołu obrotowego urządzenia do odśrodkowego odlewania tulei cylindrycznych LOT-8, zlokalizowany jest zespół manipulatorów obsługi kokili.

Zespół manipulatorów kokili zawiera:

- manipulator wymiany kokili wraz z obrotem kokili z pozycji poziomej do pozycji pionowej i odwrotnie,
- manipulator wypychania odlewu tulei z kokili,
- manipulator czyszczenia wnętrza kokili,
- rdzeniarka do wykonywania koszulki rdzeniowej we wnętrzu kokili,
- 6 – cio pozycyjny stół obrotowy do przemieszczania kokil na poszczególne stanowiska technologiczne,
- manipulator czyszczenia kołnierzy mocujących kokilę w wirówce



Rys.3. Zespół manipulatorów obsługi kokili.

Wokół 10-cio pozycyjnego stołu obrotowego urządzenia do odśrodkowego odlewania tulei LOT-8, oprócz zespołu manipulatora obsługi kokil, rozmieszczone są pozostałe stanowiska technologiczne, niezbędne do wykonania pełnego procesu technologicznego wykonywania tulei cylindrowych. Stanowiska te tworzą: stanowisko nanoszenia powłok oraz stanowisko zalewania ciekłym metalem.

3.2. Opis procesu technologicznego pracy urządzenia do odśrodkowego odlewania tulei LOT-8.

Cykl pracy urządzenia do odśrodkowego odlewania tulei LOT-8, rozpoczyna się, gdy 10-cio pozycyjny stół obrotowy zajmuje pozycję, w której wirówki znajdują się w obszarze działania poszczególnych stanowisk technologicznych. W tej pozycji w wirówce, stojącej przy zespole manipulatorów obsługi kokil, następuje odsunięcie pokrywy zewnętrznej, jednocześnie, manipulator wymiany kokil, przemieszcza się z położenia wyjściowego do tej wirówki, głowica wymiany kokil chwyta kokilę wraz z odlewem tulei i wyjmuje ją z wirówki. Głowica manipulatora wymiany kokil obraca unoszoną kokilę do położenia pionowego i przenosi w pozycję współosiową z uchwytem kokilowym położonym najbliżej 10-cio pozycyjnego stołu obrotowego urządzenia do odlewania tulei LOT-8.

Manipulator wymiany kokil umieszcza kokilę w uchwycie kokilowym na 6-cio pozycyjnym stole obrotowym i wycofuje się do położenia wyjściowego, umożliwiając wykonanie przez 6-cio pozycyjny stół obrotowy zespołu manipulatorów obsługi kokil obrotu o jedną podziałkę.

Po wykonaniu obrotu stołu 6 – cio pozycyjnego, kokile zajmują położenia w osi działania kolejnych manipulatorów tj. wypychania odlewu, czyszczenia kokili, wstrzeliwania koszulki rdzeniowej.

Uchwyt kokilowy w którym umieszczona jest kokila z odlewem tulei, znalazł się w obszarze działania stanowiska technologicznego wypychania odlewu tulei , gdzie wypychacz odlewu wypycha odlew wraz z pokruszoną masą rdzeniową. Po wypchnięciu odlewu z kokili, uchwyt kokilowy z pustą kokilą przemieszcza się w obszar działania stanowiska czyszczenia kokil.

W trakcie trwania obrotu o jedną podziałkę stołu obrotowego zespołu manipulatorów obsługi kokili, zostaje uruchomiony manipulator czyszczenia kołnierzy we wnętrzu wirówki

W następnej kolejności, pusta kokila zostaje przemieszczona w obszar stanowiska technologicznego wykonywania rdzeni. Gdzie do pustej kokili zostaje wstrzelona masa rdzeniowa utwardzana na „gorąco”.

Powstaje rdzeń w kształcie cylindra ściśle przylegającego do powierzchni wewnętrznej kokili. Po wypchnięciu odlewu z pierwszej kokili, oczyszczeniu drugiej kokili oraz równoczesnym wykonaniu rdzenia w następnej kokili, następuje obrót 6-cio pozycyjnego stołu zespołu manipulatorów obsługi kokili o kolejną podziałkę, kokile zajmują swoje kolejne położenie w cyklu technologicznym.

Uchwyt kokilowy wraz z kokilą i rdzeniem znajdują się na kolejnej , jednej z dwóch pozycji, gdzie następuje utwardzenie rdzenia pod wpływem ciepła rozgrzanej kokili. Po dwóch kolejnych obrotach 6-cio pozycyjnego stołu obrotowego zespołu manipulatorów obsługi kokili, uchwyt kokilowy z kokilą przemieszcza się przed wirówkę z której został wyjęty odlew tulei cylindrowej.

Manipulator wymiany kokil, wykonując w odwrotnej kolejności wszystkie opisane już czynności, umieszcza kokilę z rdzeniem w wirówce i wycofuje się do pozycji wyjściowej.

Równocześnie z wycofaniem się manipulatora wymiany kokil następuje zamknięciu pokrywy zewnętrznej wirówki i jej uruchomienie. W tym samym czasie zostaje uruchomiony 10-cio pozycyjny stół obrotowy urządzenia do odśrodkowego odlewania tulei LOT-8, który wykonuje obrót o jedną podziałkę. U zyskanie powtarzalnego położenia stołu 10-cio pozycyjnego, zapewnia jego mechanizm pozycjonowania. W rezultacie tego ruchu, w obszarze stanowiska obsługi kokil znalazła się kolejna wirówka z odlewem tulei, natomiast kokila pusta. w wyniku tego ruchu, przemieszcza się wraz z wirówką w obszar działania stanowiska technologicznego manipulatora nanoszenia powłok

Manipulator nanoszenia powłok wprowadza do środka kokili końcówkę tryskacza, który pokrywa całą powierzchnię wewnętrzną wirującej kokili z wkładką rdzeniową.

Kolejny obrót o jedną podziałkę stołu obrotowego urządzenia do odśrodkowego odlewania tulei LOT-8 wprowadza tak przygotowaną wirującą kokilę, w obszar działania stacjonarnego stanowiska technologicznego zalewania ciekłym metalem. Odmierzony przez dozownik ciekły metal podawany jest przez manipulator zalewania do wirującej kokili, tworząc odlew tulei cylindrowych. Po wlaniu technologicznie założonej, porcji metalu manipulator zalewania wycofuje się do położenia wyjściowego a 10-cio pozycyjny stół obrotowy wykonuje następny obrót o jedną podziałkę. Wirówka z zalaną metalem kokilą przemieszcza się w strefę chłodzenia strumieniem wodnym. Strumień (natrysk) jest regulowany czasem otwarcia zaworu wodnego,

przy stałym strumieniu wody i jest uzależniony od temperatury kokili, która mierzona jest zdalnie w kokili przed wstrzeleniem wkładki rdzeniowej.

Praca na poszczególnych stanowiskach technologicznych, zlokalizowanych wokół 10-cio pozycyjnego stołu obrotowego urządzenia do odśrodkowego odlewania tulei cylindrowych LOT-8, jest tak skorelowana, że poszczególne operacje lub czynności odbywają się jednocześnie, a czas ich wykonywania dostosowany jest do czasów pracy pozostałych stacjonarnych stanowisk roboczych. W rezultacie uzyskuje się automatyczną pracę urządzenia do odśrodkowego odlewania tulei cylindrowych LOT-8.

Urządzenia peryferyjne w postaci zespołu odciągu pary i filtra pulsacyjnego zabezpieczają środowisko przed przekroczeniem dopuszczalnych (wg aktualnych przepisów) emisji zanieczyszczeń.

Urządzenie LOT-8 sterowane jest ze zintegrowanego pulpitu operatorskiego. Ponadto zespoły robocze wyposażone są w odrębne sterowanie ręczne.

Podstawowe parametry technologiczne programowane są przy wykorzystaniu sterownika swobodnie programowalnego i panelu operatorskiego.

4. Parametry technologiczne procesu odlewania odśrodkowego z wkładką rdzeniową.

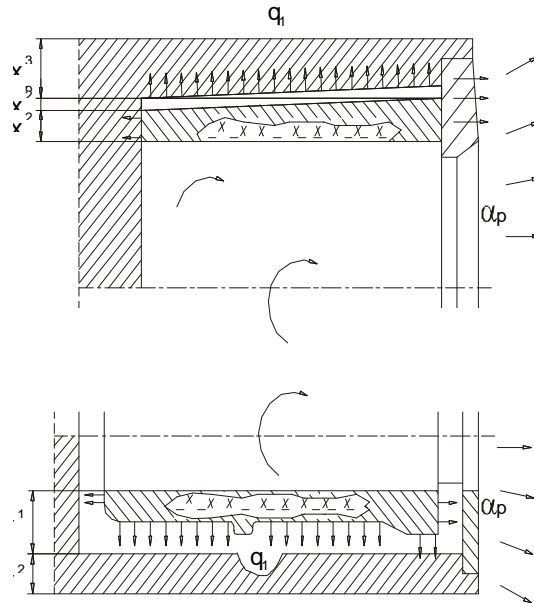
Na rysunku nr 4 przedstawiamy uproszczony model wymiany ciepła pomiędzy odlewem odśrodkowym i otoczeniem, na którym powyżej osi symetrii przedstawiono przykład krzepnięcia odlewu w formie metalowej, a poniżej osi - krzepnięcie odlewu w formie z wkładką skorupową.

O ile odprowadzenie ciepła z powierzchni wewnętrznej jest dla obu przypadków jednakowe, to strumień ciepły przejmowany przez formę metalową jest znacznie większy od strumienia ciepła przejmowanego przez skorupę.

Warunki te wywierają decydujący wpływ na strukturę metalu i jego właściwości. W czasie krzepnięcia metalu tworzy się jego pierwotna struktura, powstają rzadziny, jamy skurczowe, pęcherze gazowe, formują się i umiejscawiają wtrącenia niemetaliczne i ujawnia segregacja.

Zmniejszenie szybkości krzepnięcia odlewu wynikające z zastosowania *wkładki rdzeniowej*, może ułatwić wypływ tych szkodliwych wtrąceń do wewnętrznej swobodnej powierzchni odlewu.

W skrzepłym metalu podczas dalszego stygnięcia kształtuje się jego struktura wtórna, a dalsze zmiany skurczowe mogą być źródłem naprężeń, odkształceń i pęknięć na gorąco.

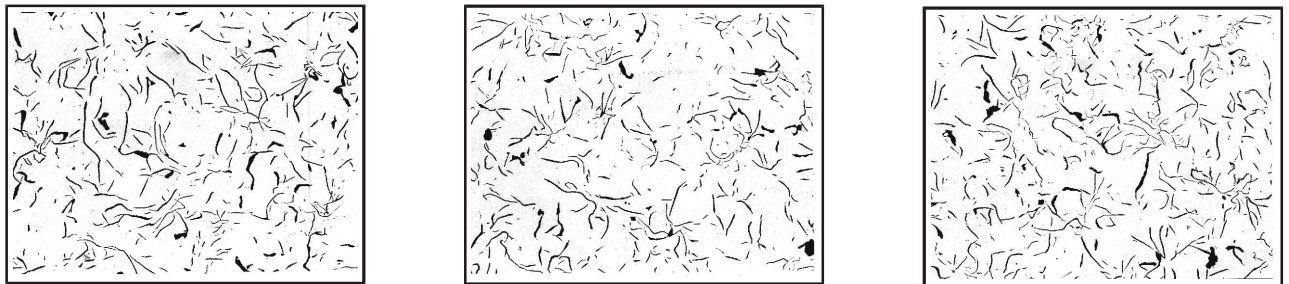


Rys.4. Model wymiany ciepła między odlewem a otoczeniem

Zastosowanie w formie wirującej wstrzelonej wkładki skorupowej stwarza możliwość obniżki wagi odlewów tulei cylindrowych ujednorodnienia i podwyższenia własności mechanicznych, wpływ na strukturę, polepszenia skrawalności.

Wstępne wyniki oceniające wpływ warunków wymiany ciepła pomiędzy odlewem, wkładką skorupową, kokilą a otoczeniem oceniane przez rozmieszczenie wydzielin grafitu pokazane na rysunku nr 5, potwierdzają, że przyjęty kierunek jest technicznie i ekonomicznie uzasadniony.

GRAFIT



Rys.5. Rozmieszczenie wydzielin grafitu w odlewaniu odśrodkowym z wkładką rdzeniową

5. Prace badawczo - rozwojowe.

Ze względu na innowacyjną koncepcję konstrukcji linii LOT – 8, zastosowania nowej technologii wstrzeliwania wkładki rdzeniowej oraz związane z tym duże koszty i szeroki zakres niezbędnych do przeprowadzenia prac badawczych, MAHLE – Krotoszyn, TECHNICAL – Nowa Sól wspólnie z Instytutem Odlewnictwa w Krakowie podjęli starania o

dofinansowanie przez Komitet Badań Naukowych części badawczej realizowanego przedsięwzięcia.

Starania te zakończone zostały sukcesem. Dzięki wsparciu finansowemu z Komitetu Badań Naukowych możliwe jest obecnie prowadzenie prac badawczo - rozwojowych nad opracowaniem technologii i badaniem procesów technologicznych odlewania tulei cylindrowych w wirujących formach metalowych z wstrzeliwaną wkładką rdzeniową, objętych projektem Celowym pt.: " *Uruchomienie produkcji wysokojakościowych odlewów tulei cylindrowych w nowym zautomatyzowanym gnieździe*".

W ramach pracy badawczo-rozwojowej Projektu Celowego przeprowadzone zostaną badania: prototypu urządzenia do odlewania odśrodkowego (wirówki) do odlewania tulei, stanowiska obsługi technologicznej kokil.

Prowadzone będą badania reaktywności i penetracji między ciekłym metalem i koszulką z masy rdzeniowej, doboru materiału na wkładkę rdzeniową i powłok ochronnych, próby i badania eksploatacyjne prototypowego gniazda i sprawności automatyki, badania właściwości mechanicznych i struktury odlewanych próbnie tulei.

Zastosowanie wstrzelonych wkładek rdzeniowych wywierać będzie decydujący wpływ na szybkość krzepnięcia oraz strukturę metalu i jego właściwości. W związku z tym przewiduje się między innymi przeprowadzenie badań: wymiany ciepła pomiędzy odlewem, wkładką z masy formierskiej i kokilą a otoczeniem, układu chłodzenia wlewnicy, doskonalenie sterowania parametrami procesu krzepnięcia i stygnięcia, powstającej struktury metalu, skrawalności i uzyskiwanych właściwości metalu. Przeprowadzona zostanie między innymi symulacja krzepnięcia (rozkładu temperatury w czasie krzepnięcia), stygnięcia i chłodzenia odlewu.

Badane będą powstające naprężenia i symulacja powstawania naprężeń cieplnych .

Zakłada się, że zaprojektowane i wykonane przez TECHNICAL – Nowa Sól nowe gniazdo pozwoli na uruchomienie i wdrożenie produkcji wysokojakościowych odlewów tulei cylindrowych, a uzyskane doświadczenia będą mogły być wykorzystane w innych odlewniach produkujących odlewy metodą odśrodkowego odlewania.

6. Podsumowanie.

Cechą charakterystyczną opisanego powyżej urządzenia jest ukośne, w stosunku do przynależnej osi stołu obrotowego ustawienie wirówek.

Dzięki temu, wirówki, znajdujące się w obszarze działania poszczególnych stacjonarnych stanowisk roboczych, zajmują korzystne położenie współosiowe ze współpracującym stanowiskiem lub też, jak w przypadku stanowiska roboczego obsługi kokil, położenie prostopadłe.

Ułatwia to w zasadniczy sposób dojście poszczególnych manipulatorów do wirówek i kokil. Tym samym umożliwia stosowanie mniej rozbudowanych, prostszych konstrukcji, co z kolei ma wpływ na obniżenie kosztów eksploatacyjnych.

Również i proces technologiczny, jaki można prowadzić z opisanym urządzeniem, zapewnia uzyskanie jakościowo lepszych odlewów, gdyż wszystkie operacje związane z przygotowaniem kokil można prowadzić na zewnątrz, poza wirówką, na specjalnie przystosowanych stanowiskach operacyjnych.

Skojarzenie dwóch odrębnych procesów, formowania skorupowego i wirującej formy, jest nowym w swej istocie rozwiązaniem technicznym kształtowania odlewów przeznaczonych na tuleje cylindrowe.

Obniżenie ciężaru tulei cylindrowych, możliwość wpływu na strukturę wielofazową „tworzywo kompleksowe” polepszenie skrawalności, potwierdza, że przyjęty kierunek jest technicznie uzasadniony.

ANALIZA PROCESU STARZENIA SIĘ ODLEWNI

dr hab. inż. Roman Wrona

Wydział Odlewnictwa Akademii Górniczo-Hutniczej

im. Stanisława Staszica

Zasadniczym celem opracowania jest uporządkowanie problematyki rekonstrukcji odlewni ze szczególnym zwróceniem uwagi na proces "starzenia". Podane zostały podstawowe procesy prawidłowości procesu starzenia oraz scharakteryzowano ważniejsze czynniki o charakterze dynamicznym wpływające na ten proces. Natomiast ocena stanu odlewni przeprowadzona została na podstawie kryteriów technicznych i ekonomicznych.

1. Wprowadzenie

W miarę upływu czasu zmieniają się technologie, projektowane są nowe maszyny i urządzenia, natomiast każda istniejąca odlewnia zmuszona jest pracować na poziomie technologicznym z okresu jej projektowania i budowy. W konsekwencji powiększa się technologiczne zacofanie odlewni w stosunku do odlewni nowoczesnych. Dlatego po pewnym czasie w odlewniach staje się konieczna interwencja inwestycyjna, mająca na celu unowocześnienie odlewni. W związku z tym zagadnieniem rodzą się dwa zasadnicze problemy:

- pierwszy dotyczący ustalenia chwili czasowej w której interwencja inwestycyjna powinna nastąpić,
- drugi, dotyczy określenia optymalnego zakresu tej interwencji, czyli rekonstrukcji.

Pojęcie "rekonstrukcja" oznacza odtworzenie, odbudowę i powrót do stanu niegdyś istniejącego. W tym znaczeniu używano tego pojęcia w architekturze. W literaturze technicznej i ekonomicznej służy do opisanego stanu dotychczasowego i stworzenia układu nowego na bazie już istniejącego. Transformując przytoczone pojęcie rekonstrukcji dla potrzeb przemysłu odlewniczego, rekonstrukcją będzie proces inwestycyjny odbywający się w odlewni czynnej, który przez zmianę jej struktury zmieni jednocześnie zasadnicze parametry techniczne i ekonomiczne w odlewni. Często używanym pojęciem jest modernizacja; w zasadzie polega ona na wymianie fizycznie sprawnych lecz zużytych ekonomicznie środków trwałych. Zużycie (starzenie) ekonomiczne następuje w wyniku postępu technicznego. W przypadku wymiany środków trwałych polegającej na odtworzeniu ich fizycznego zużycia również można mówić o modernizacji, gdyż wprowadzane nowe maszyny i urządzenia w miejsce zużytych, charakteryzują się lepszymi wskaźnikami techniczno-ekonomicznymi.

Konsekwencją każdej wymiany są także zmiany w strukturze organizacyjno-technicznej, technologicznej i przestrzennej.

Zgodnie z przeprowadzonymi rozważaniami wyróżnić należy następujące efekty działalności rekonstrukcyjnej:

- rekonstrukcję bez wzrostu produkcji odlewów, w wyniku której w porównaniu do stanu odlewni pozostawionej bez rekonstrukcji, poprawie ulegną tylko podstawowe wskaźniki ekonomiczne pracy odlewni,

Opracowany temat stanowi fragment realizowanej pracy naukowo-badawczej przez Katedrę Mechanizacji, Automatyzacji i Projektowania Odlewni Wydziału Odlewnictwa AGH (Praca statutowa nr 11.11.170.190)

- rekonstrukcję ze wzrostem produkcji w rezultacie której osiąga się poprawę podstawowych wskaźników ekonomicznych odlewni.

2. Podstawowe prawidłowości procesu starzenia

Termin "proces starzenia" został zaczerpnięty ze świata zewnętrznego, który starzeje się w miarę jak go obserwujemy i przystosowujemy do niego naszą działalność; [1].

W praktyce często używane są dwa zbliżone, ale nie identyczne pojęcia: "starość" i "proces starzenia się". Starość jest pojęciem statycznym i określona jest normą czasowo-kalendarzową w znaczeniu - "ma tyle lat". Na podstawie badań [6] stwierdza się, że w Polsce jest wysoki wskaźnik "starych" odlewni - starych wiekiem. Występują i takie odlewnie, które mają niewiele lat (nie stare), o poziomie technicznym niewiele różniącym się od odlewni "starych".

Natomiast proces starzenia jest procesem dynamicznym i dotyczy ciągłych zmian i przeobrażeń techniczno-technologicznych jakie zachodzą w odlewni oraz w otoczeniu odlewni. Zmiany te są mierzalne i mają charakter wzrastający. Badania nad procesem starzenia powinny prowadzić do określenia różnic pomiędzy tym co kiedyś zostało zaprojektowane i oddane do eksploatacji, a tym co jest i co będzie można osiągnąć w przyszłości.

Szczególne rolę w przebiegu procesu starzenia odgrywają skoki zmian wywołane postępowaniem technicznym i naukowym. Każdy postęp dokonuje się nierównomiernie i nierównocześnie w poszczególnych elementach odlewni w analizowanym okresie czasu. Czynnikiem bezpośrednio uświadamiającym stopień starzenia się odlewni jest między innymi napływ informacji. Każda wiadomość o nowym wynalazku stanowi krok w kierunku starzenia się odlewni. Wykorzystanie zbioru takich informacji może być podstawą do określenia wskaźnika wyrażającego stan odlewni w stosunku do nowych rozwiązań, jak również dokonania oceny w sytuacji, gdy projekt został dopiero zatwierdzony, a do jego realizacji jeszcze nie przystąpiono.

Z dotychczasowych badań wynikają dwa zasadnicze wnioski:

- proces starzenia jest funkcją czasu, który decyduje o rozwoju technologii, zużyciu fizycznym i ekonomicznym środków trwałych oraz zmianie struktur organizacyjnych,
- proces starzenia może być hamowany, co jest zjawiskiem niekorzystnym.

Przyczynami hamowania są najczęściej następujące sytuacje:

- stagnacja postępu technicznego w zakresie technologii odlewniczej, budowy maszyn i urządzeń, badań podstawowych z zakresu odlewnictwa i dziedzin pokrewnych,
- wyczerpywanie się zasobów materiałowych, surowcowych i paliwowych,
- brak rozwoju i doskonalenia środków transportu,
- zmieniające się warunki społeczno-ekonomiczne, co nie zawsze jest właściwie doceniane.

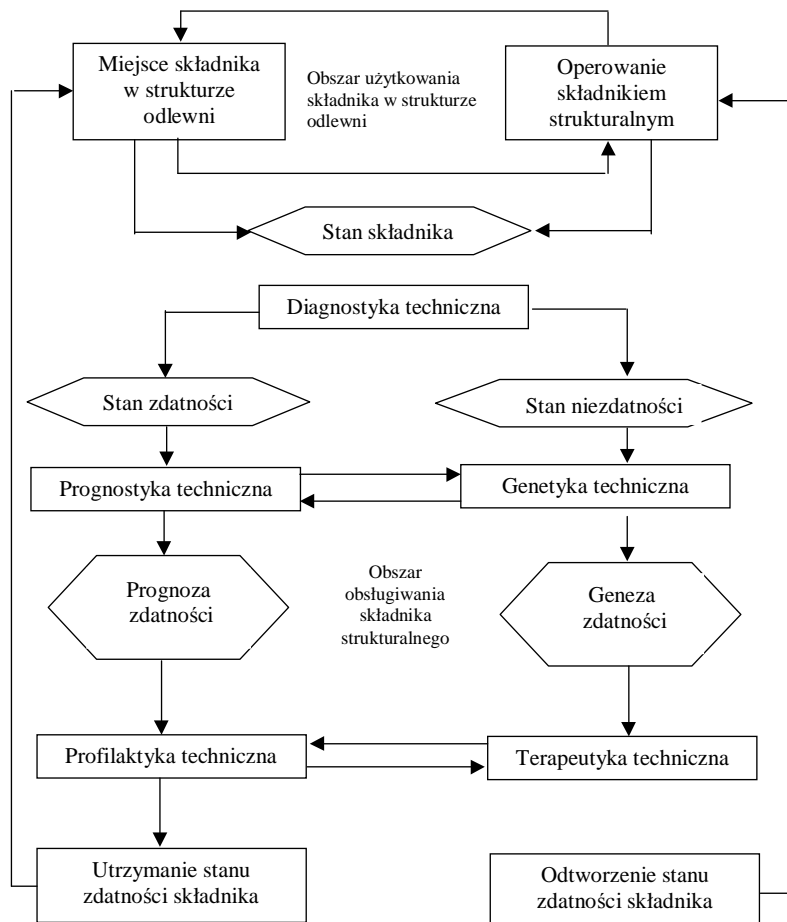
3. Metodyka badań i analiza zjawisk zachodzących w odlewniach

Punktem wyjścia do prac analitycznych są stany zachowania się składników strukturalnych odlewni i zdarzenia techniczno-organizacyjne zachodzące w czasie procesu produkcyjnego. Znaczenie stanu składników strukturalnych wynika z szybkości zmieniających się procesów technologicznych, ze stopnia ich wykorzystania i wymiany celem zwiększenia zdolności produkcyjnej, jakości i warunków pracy. Problem podnoszenia jakości, trwałości i niezawodności stanowi integralną część problematyki eksploatacyjnej. Problem ten powinien być włączony do programu badań eksploatacyjnych i oceny stanu technicznego w każdej odlewni.

W programie powinny być uwzględnione następujące zagadnienia:

- jakie wielkości wpływają na przebieg procesu i w jakim stopniu oddziałują na proces?
- jakie wielkości fizyczne powinny być mierzone bądź kontrolowane i z jakim stopniem dokładności?
- jakie wielkości fizyczne powinny być sterowane i w jakim zakresie?

Na rysunku 1 zaznaczono zmiany strukturalne stanu technicznego składników odlewni, które warunkują utrzymanie lub odtworzenie zdolności do produkcji. Wśród zmian stanu najogólniej można wyróżnić zdolność lub niezdolność do dalszej eksploatacji. Do tego celu wykorzystuje się prognostykę techniczną, natomiast do analizy źródeł przyczyn niezdolności eksploatacyjnej, genetykę techniczną.



Rys. 1. Zmiany strukturalne stanu składników w systemie odlewni.

Wydzielone na rys. 1 kierunki osiągnięcia odnowionego stanu w odlewni związane są z profilaktyką (konserwacje i remonty) oraz z terapią techniczną. Celem terapii jest wnioskowanie przedsięwzięć niezbędnych do podjęcia w przyszłości, czyli jaki powinien być zakres rzeczowy rekonstrukcji.

Dynamizm procesu rekonstrukcji wymaga stosowania rozszerzonego zbioru danych w stosunku do dotychczasowej działalności konserwacyjno-remontowej w odlewni. Nowe podejście wprowadza dwa zasadnicze zbiory wielkości o określonym znaczeniu. Pierwszy zbiór ujmuje techniczne parametry, a wśród nich związane z rekonstrukcją określające ciężar maszyn i urządzeń, zapotrzebowanie powierzchni i przestrzeni, ilość zużywanej energii w normalnych

warunkach pracy, wartość strat energetycznych, temperatury, ciśnienia jak również obciążenie (stopień wykorzystania) w określanych układach roboczych.

Drugi zbiór zawiera parametry organizacyjne i ekonomiczne. Określają one stan i przebieg użytkowania, przydatność składnika zgodnie z jego eksploatacją, podatność obsługową, przydatność użytkową oraz normy eksploatacyjne.

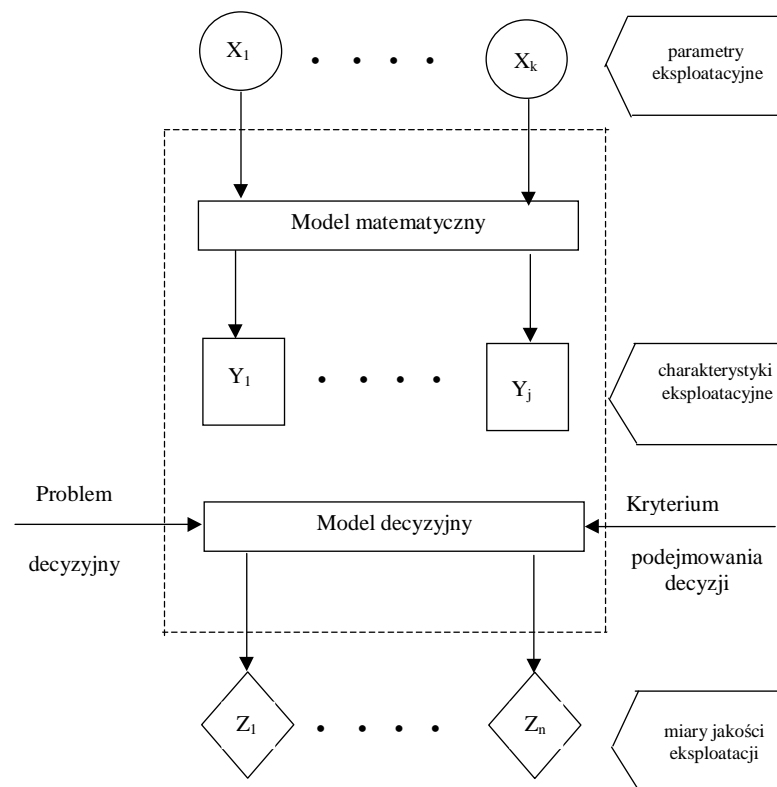
Aby można było prowadzić stałą kontrolę zasadniczych zmian i równocześnie zabezpieczyć się przed niekorzystnymi skutkami, należy stworzyć układ danych i kryteriów służących do oceny stanu odlewni i w konsekwencji do podejmowania decyzji dotyczących rekonstrukcji.

Z punktu widzenia odlewni jako systemu produkcyjnego, dane będą dotyczyły:

- maszyn i urządzeń jako najprostszych elementów w strukturze odlewni,
- stanowisk i gniazd oraz linii technologicznych w których oprócz zbioru maszyn występują środki transportu, a całość funkcjonuje według przyjętego systemu organizacji,
- podsystemów składających się ze zbioru stanowisk, gniazd i środków transportu połączonych w funkcjonalną całość według wymagań technologicznych,
- systemu odlewni jako zbioru podsystemów funkcjonalnie realizujących proces produkcyjny.

Zakłada się, że źródłem danych będą wielkości i parametry określone przez wytwórców maszyn, służby eksploatacyjne w odlewni, a także materiały opracowywane w odlewniach. Od stopnia wiarygodności i dokładności danych zależeć będą wartości kryteriów oceniających rzeczywisty stan odlewni.

Proces oceny stanu odlewni jest procesem decyzyjnym i w proponowanym ujęciu jego strukturę przedstawia rys. 2 [5].



Rys.2. Struktura procesu oceny stanu odlewni.

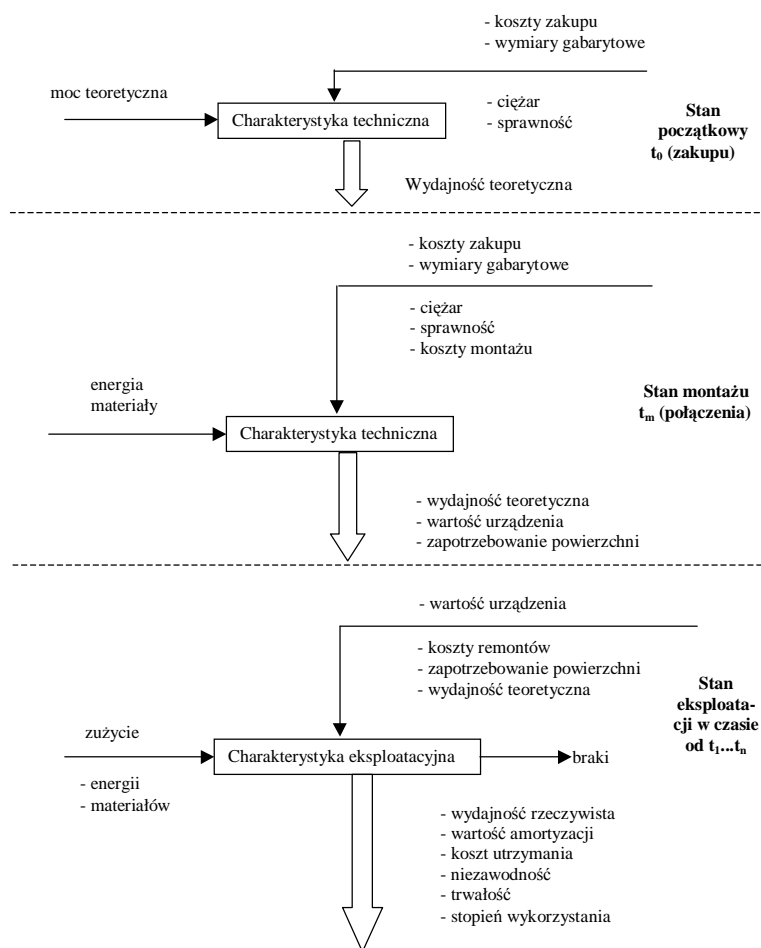
Zasadniczo w procesie tym dominują dwa modele:

- model eksploatacji, który na wejściu poddany jest działaniu parametrów eksploatacyjnych, natomiast na wyjściu występują wielkości charakterystyki eksploatacyjnej określające stan składnika lub zjawiska,
- model decyzyjny, w którym określone kryteria stanowią o ocenie odlewni.

1. Opis kryterialny elementów - maszyn i urządzeń w odlewni

W procesie starzenia istotną rolę odgrywa czas życia urządzeń. Ponieważ każdy element wchodzi w skład systemu odlewni, to pomiędzy nimi występuje zespół relacji limitujący w pewnym sensie czas życia elementu.

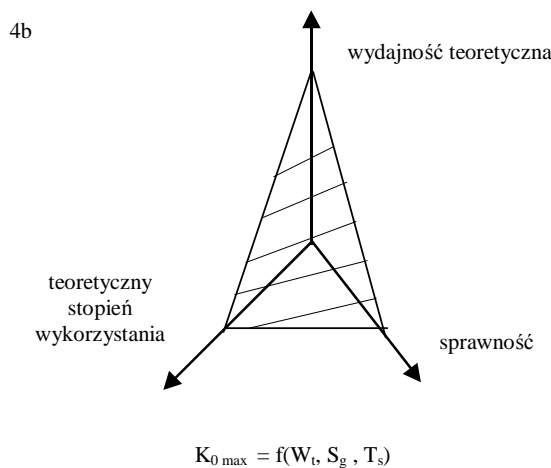
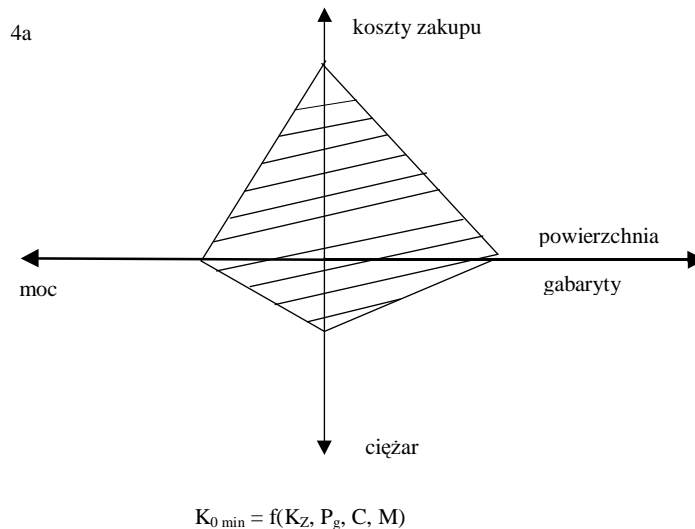
Należy dążyć do wyznaczenia pewnego progu, po przekroczeniu którego urządzenie uważane jest za nie nadające się do dalszej eksploatacji. Nieco odmiennie kształtuje się ekonomiczny czas życia urządzeń. W pierwszym stopniu zależy on od tempa rozwoju myśli technicznej i produkcji urządzeń wyższej generacji. Podstawą do badań zmian w życiu urządzenia jest zapis systemowy modelu elementu (maszyny, urządzenia) podany na rys. 3.



Rys. 3. Model stanów elementu systemu (maszyny, urządzenia, itp.).

W modelu wyróżniono momenty czasowe (stany) składające się na cykl eksploatacyjny urządzenia. Każdy stan określany jest za pomocą danych wejściowych i wyjściowych uzależnionych od charakterystyki technicznej lub eksploatacyjnej urządzenia. Aby połączyć dane we właściwe lub umowne kryterium, można się posłużyć metodą graficzną np. kreślenie

wieloboku (rys. 4), którego powierzchnia stanowi wartość do porównywania lub zarejestrowania odchyłań zaistniałych w czasie. W tej metodzie istotny jest rozdział na wielkości poddane postępowaniu minimalizującemu i maksymalizującemu.



Rys. 4. Graficzne ujęcie kryterium K_{\min} , K_{\max} dla stanu początkowego (zakupu) urządzenia.

A. Kryterium stanu początkowego; służy do oceny i wyboru najkorzystniejszego urządzenia.

W tym przypadku dane objęte postępowaniem minimalizującym to: koszty zakupu, wymiary gabarytowe, ciężar, moc teoretyczna itp.

Natomiast dane objęte postępowaniem maksymalizującym to: wydajność teoretyczna, sprawność, teoretyczny stopień wykorzystania.

Stosownie do przyjętej procedury, kryteria będą sformułowane następująco:

- kryterium wielkości minimalnych; $K_{0 \min} = f$ (pow. wieloboku a)
- kryterium wielkości maksymalnych; $K_{0 \max} = f$ (pow. wieloboku b)

Syntetyczne kryterium przyjęto określać jako stosunek

$$K_o = \frac{K_{0 \max}}{K_{0 \min}}$$

B. Kryterium montażu

Dane objęte postępowaniem minimalizującym będą uzupełnione w stosunku do stanu A o koszty montażu, natomiast dane poddane maksymalizacji nie uległy zmianie w stosunku do stanu zakupu. Podobnie jak w przypadku A, sporządza się wykresy i oblicza kryteria K_m (min), K_m (max) wg tej samej zasady. Ponieważ K_m (min) wzrośnie w stosunku do K_o min, dlatego wartość K_m ulegnie zmniejszeniu w stosunku do K_o ze stanu zakupu. Wartość K_m stanowi bazę w stosunku do której będą porównywane wartości obliczone dla poszczególnych etapów eksploatacji.

C. Kryterium stanu eksploatacji

Ilość danych charakteryzujących stan urządzenia dla procesu eksploatacji ulega zmianie, a ponadto wprowadzane są dodatkowe wielkości. I tak w grupie danych objętych postępowaniem minimalizującym są:

- wartość urządzenia (wartość z poprzedniego stanu skorygowana odpisem amortyzacyjnym),
- koszty montażu, koszty eksploatacji,
- koszty remontów i napraw,
- powierzchnia lub przestrzeń obliczona z tzw. jednostki maszynowej, montażowej i eksploatacyjnej,
- ilościowe zużycie energii i paliwa,
- ilościowe zużycie materiałów i surowców,
- ciężar urządzenia,
- ilość braków produkcyjnych.

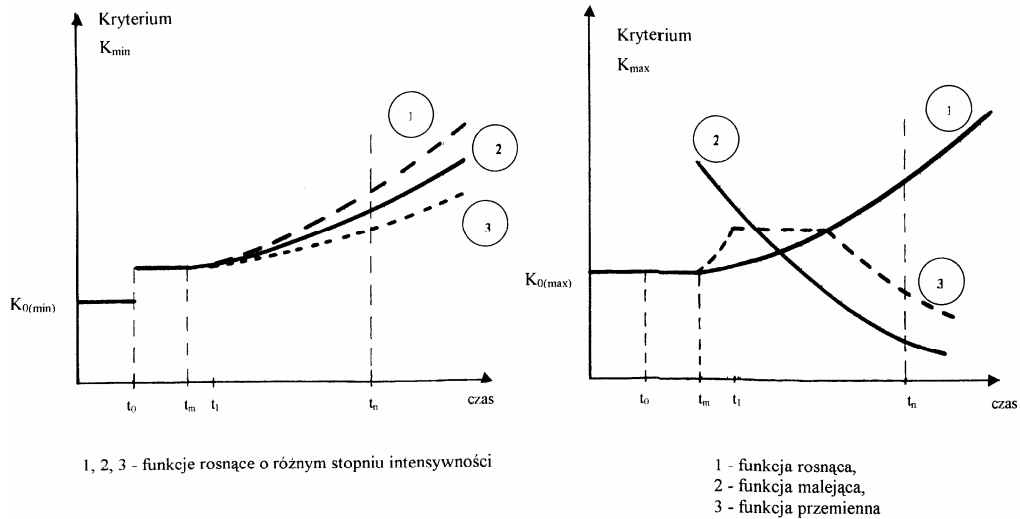
W drugiej grupie danych wystąpią:

- wydajność rzeczywista,
- niezawodność,
- wartość amortyzacji,
- intensywność wykorzystania.

Na skutek procesu eksploatacji, a głównie postępującego starzenia, poszczególne dane ulegają zmianie, a przez to zmienia się również wartość kryteriów. Prawdopodobieństwo kształtowania się kryteriów przedstawia rys 5.

Kryteria określone formułą K_{min} wykazują tendencję wzrastającą w czasie, co świadczy o tym, że zmienia się stan urządzenia ze względu np. na przystosowanie go do produkcji lub pogłębiające się skutki procesu starzenia. Kryteria K_{max} mogą przyjmować tendencję rosnącą, przemienną oraz malejącą. Pierwszy rodzaj przebiegu jest najbardziej prawidłowy i świadczy o racjonalnej eksploatacji urządzenia. Przebieg przemienny, poza fazami pozytywnymi może

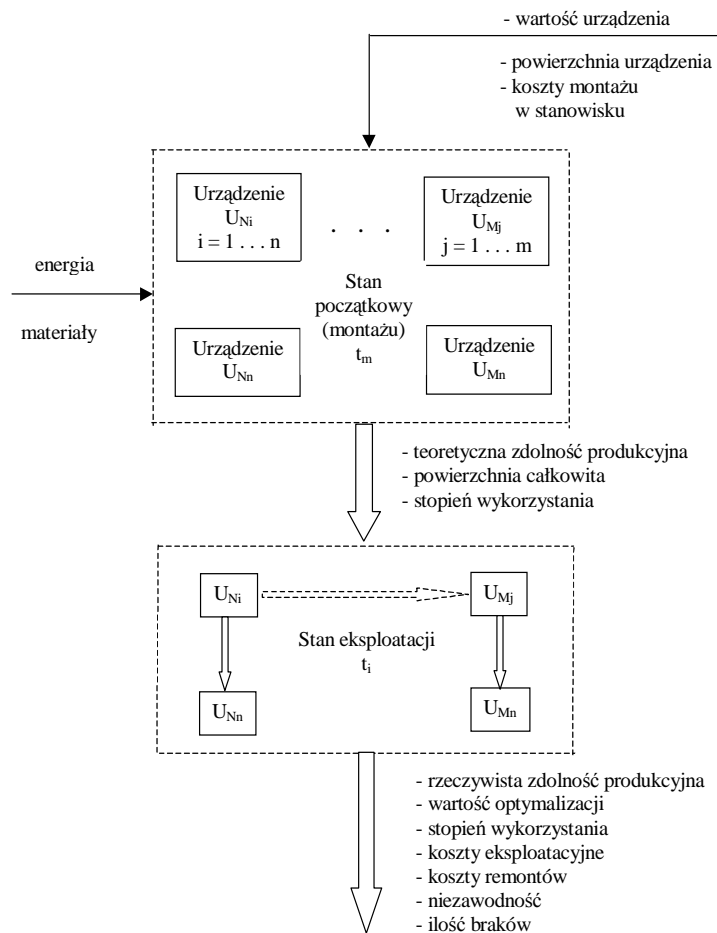
określać zakłócenia w procesie wykorzystania urządzenia. W przypadku tendencji malejącej oznacza to, że w strukturze danych dominują niekorzystne zmiany. W chwili, gdy wystąpi warunek $K_{i(max)} \leq K_{o(min)}$, może to oznaczać stan krytyczny w ciągłości eksploatacji. Analizując zmiany w kryterium $K_{i(max)}$ i $K_{i(min)}$, można wnioskować, że o charakterze K_i zadecyduje bezwzględna zmiana $K_{i(max)}$. Oznakami niekorzystnie zmieniającego się stanu będzie malejący charakter kryterium K_i . Za moment krytyczny można uznać zrównanie się kryterium K_i z K_m i jego dalszy spadek. Będzie to sygnał do podjęcia decyzji, przykładowo o wymianie urządzenia.



Rys. 5. Analiza przebiegu zmian kryteriów K_{min} i K_{max} .

II. Opis kryterialny złożonych zespołów - gniazd, stanowisk itp.

Struktura stanowiska lub gniazda wykazuje nie tylko złożoność, ale także hierarchię zależności. Strukturę stanów stanowiska przedstawia rys. 6.



Rys. 6. Model stanów stanowiska (zbioru zespołów technologicznych i transportowych).

Analogicznie jak dla pojedynczego urządzenia, zastosowanie ma omówiona procedura postępowania. Kryteria obliczone wg podanych zasad mogą być wykorzystane do wyboru stanowiska z zespołu stanowisk realizujących podobne zadania. Natomiast porównywanie zmian w stanach zachowania się stanowiska odbywa się dla zmieniających okresów czasu.

Podsumowanie

Tematyka niniejszego opracowania wprowadza do projektowania i prognozowania rozwoju odlewni nowe pojęcia dotyczące procesu starzenia się odlewni. Analizę tego zagadnienia przeprowadzono w świetle tezy, która określa: "wzajemne związane ze sobą, zachodzące w pewnych czasookresach zmiany w rozwoju nauki i postępu techniczno-organizacyjnego, wywołują w każdym systemie produkcyjnym proces starzenia".

Do charakterystycznych prawidłowości procesu starzenia zalicza się:

- zależność od postępu naukowo - technicznego,
- tendencję wzrastania, gdy myśl techniczna i postęp techniczny rozwijają się,
- wrażliwość na hamowanie,
- zmiany ilościowe w systemie odlewni prowadzą do zmian efektów produkcyjnych,
- niestabilność elementów i zróżnicowana szybkość ich starzenia.

Istotę rozważań stanowi kryterialne ujęcie cech procesu starzenia. Podane kryteria charakteryzują stan urządzeń, stanowisk itd., oraz zmiany mogące zajść w kolejnych okresach eksploatacji. Opracowanie jest podstawą do badań nad metodyką prognozowania zachowania się elementów odlewni na tle zmieniających się warunków w jej starzeniu.

Literatura

1. Ashby W.R. Wstęp do cybernetyki. PWN, W-wa 1961
2. Dethoor J. Trwałość urządzeń technicznych. WNT, W-wa 1971
3. Martyniak Z. Nowoczesne metody zarządzania produkcją. Wyd. AGH, Kraków 1996
4. Praca zbiorowa: Okonomische Lexikon. Wol. II, Verlag die Wirtschaft, Berlin 1996
5. Praca statutowa Nr 11.11.170.190, Wyd. Odlewnictwa AGH, Kraków 1999
6. Praca zbiorowa: PBZ - 23 -03. Instytut Odlewnictwa, Kraków 1997

„NOWOCZESNE TECHNIKI PRZYGOTOWANIA MAS FORMIERSKICH ”

inż. Tadeusz Piosik
inż. Wiesław Nizioł



Wstęp

Nieustanny postęp generuje coraz większe wymagania techniczne i jakościowe dla wszystkich produktów. Przemysł odlewniczy, który najczęściej jest dostawcą półfabrykatów do dalszej przeróbki, zmuszony jest przez swoich odbiorców do ciągłego podwyższania jakości swoich wyrobów a przez silną konkurencję do zmniejszania kosztów produkcji i obniżenia cen.

Aby osiągnąć powyższe cele konieczne są modernizacje i wymiana przestarzałych technologii. W Polsce zarysowuje się czołówka przodujących odlewni, które w ostatnich latach przeprowadziły kompleksowe modernizacje a w chwili obecnej posiadają pełen portfel zamówień przy pracy na dwie lub trzy zmiany. Odlewnie te z łatwością pozyskują nowych kontrahentów dzięki niskim cenom i bardzo dobrej jakości produkowanych odlewów.

W celu polepszenia jakości odlewów najlepsze efekty można uzyskać przy kompleksowej modernizacji i poprawie wszystkich elementów składowych ciągu produkcyjnego, począwszy od przygotowania metalu przez przygotowanie masy formierskiej do technik formowania wraz z systemami transportu i logistyką całej odlewni. Ponieważ są to inwestycje długoletnie a ciągłość produkcji musi być zachowana, z naszych doświadczeń wynika, iż jednym z pierwszych etapów modernizacji powinna być stacja przerobu mas, która w późniejszym czasie umożliwi zastosowanie nowych technik formowania

Jedną z podstawowych specjalizacji TECHNICAL są stacje przerobu mas formierskich. Oferta nasza zawiera dostawę nowoczesnych urządzeń wchodzących w skład stacji przerobu mas, jak również kompleksowe wykonawstwo, tj. opracowanie projektu, wykonanie prac budowlanych, dostawę wszystkich urządzeń wchodzących w skład stacji przerobu mas, montaż i uruchomienie.

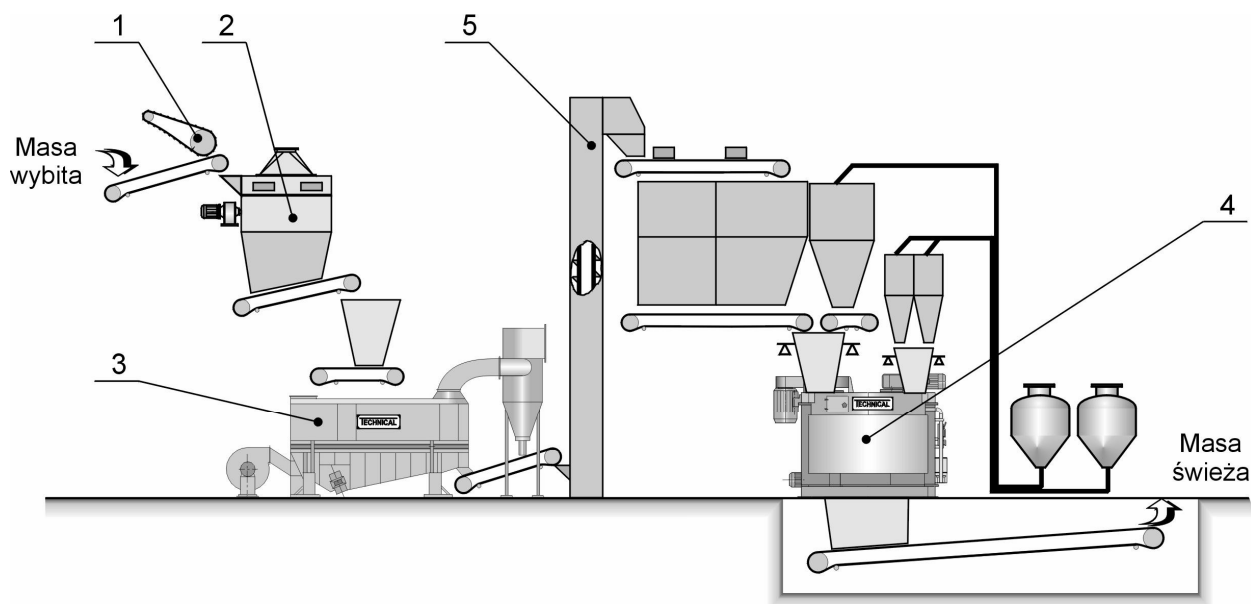
1. Stacja przerobu mas formierskich.

Stacją przerobu mas określamy zespół urządzeń, które przyjmują oraz dostarczają masę formierską wg zadanego programu do stanowisk formierskich .

Definicja ta wyznacza następujące zadania, które należy zrealizować dla otrzymania dobrej jakościowo masy formierskiej, o założonych parametrach technologicznych:

- oddzielanie od wybitej masy zwrotnej części metalowych

- oddzielenie od masy zwrotnej kawałków rdzeni oraz masy nadmiernie zbrylonej
- schłodzenie i homogenizację masy zwrotnej
- sporządzanie masy formierskiej, tj. podanie do mieszarki poszczególnych składników masy oraz ich dokładne wymieszanie i spulchnienie
- systemy transportowe masy formierskiej i dodatków (piasek, bentonit, pył węglowy).



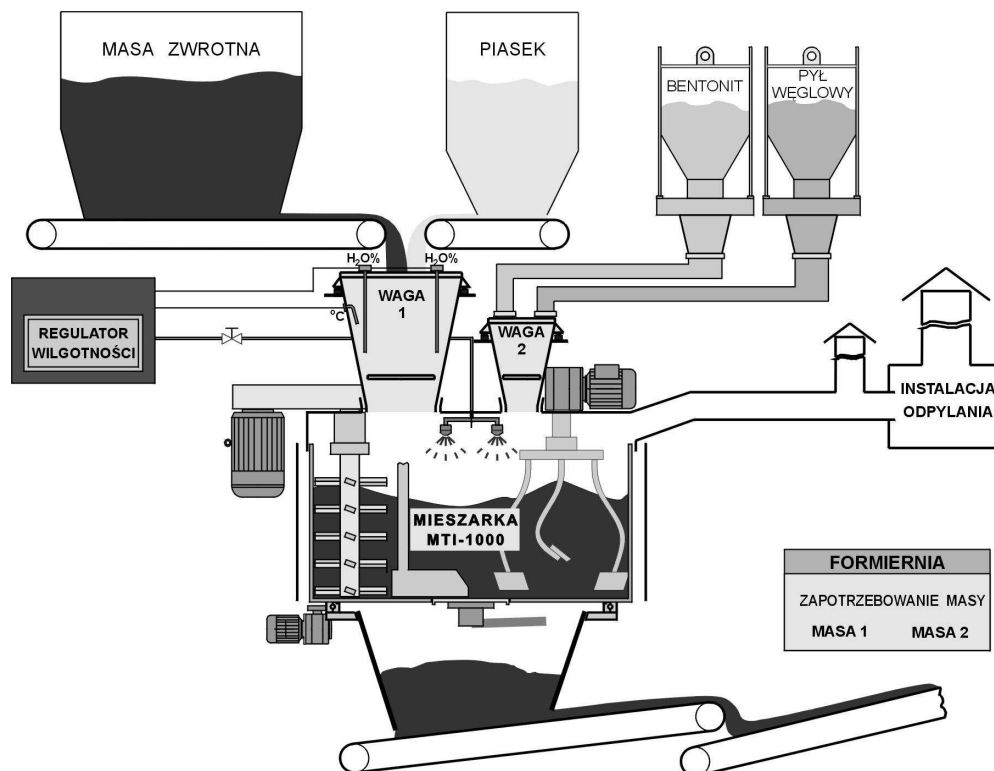
Rys.1 Schemat technologiczny nowoczesnej stacji przerobu mas formierskich.

Przedstawiony na rys.1 uproszczony schemat technologiczny stacji przerobu mas formierskich jest układem gwarantującym przy dobrych składnikach, otrzymanie masy bardzo wysokiej jakości.

2. Główne węzły technologiczne stacji przerobu mas.

2.1. Sporządzanie masy formierskiej bentonitowej.

Nowoczesny system sporządzania masy formierskiej bentonitowej wg technologii oferowanej przez TECHNICAL, przedstawia rys. 2



Rys.2. Schemat technologiczny systemu sporządzania masy formierskiej bentonitowej.

Przedstawiony na rys 2 system został zaprojektowany i jest wykonywany jako układ modułowy dostosowany w zakresie wielkości i wydajności do odpowiedniej wielkości mieszarki turbinowej typu MTI.

W skład systemu sporządzania masy formierskiej bentonitowej wg technologii TECHNICAL wchodzi następujące urządzenia i zespoły:

- mieszarka turbinowa MTI,
- elektroniczna waga dozująca masę zwrotną i piasek świeży,
- elektroniczna waga dozująca dodatki (bentonit, pył węglowy),
- dozowniki śrubowe bentonitu i pyłu węglowego,
- dozowniki taśmowe masy zwrotnej i piasku świeżego,
- zbiorniki magazynujące masę zwrotną, piasek świeży, bentonit oraz pył węglowy wraz z sondami poziomów,
- aparatura kontrolno pomiarowa FSE – 19μc, do pomiaru i regulacji wilgotności masy formierskiej
- system sterowania elektrycznego z możliwością programowania dowolnych receptur sporządzanych mas.

Mieszarka turbinowa typu MTI

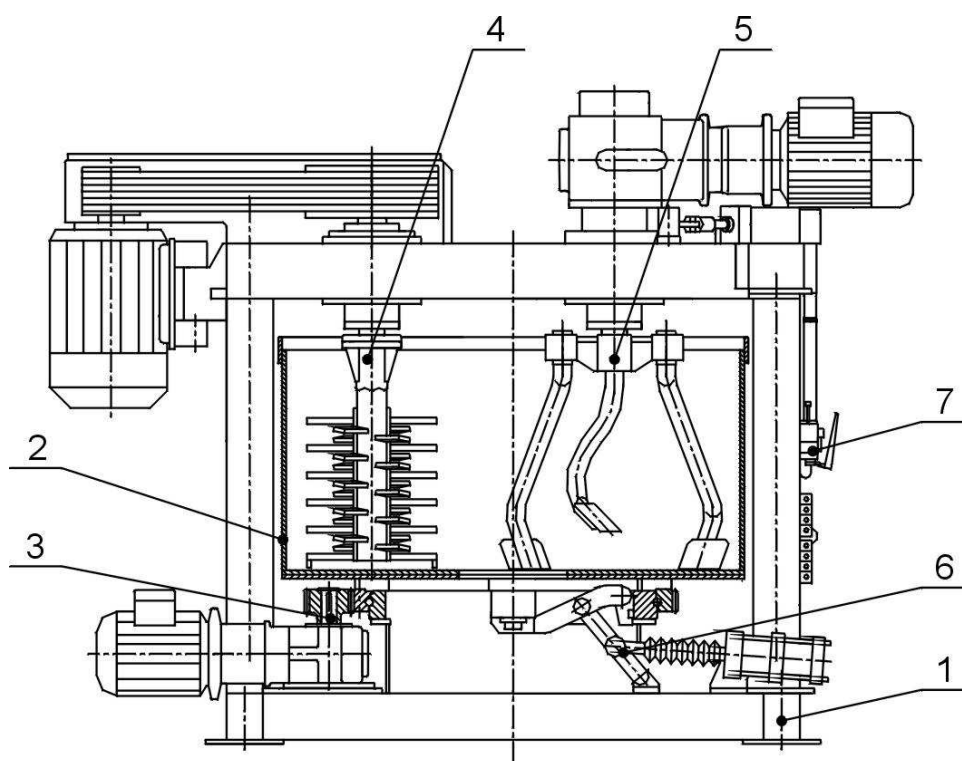
Poprzednie generacje mieszarek do mas formierskich m.in. mieszarki krążnikowe i pobocznice były urządzeniami spełniającymi swoją funkcję z uwagi na wytwarzanie masy formierskiej z piasków naturalnych z dodatkami spoiw w postaci glin, ilów itp..

Obecnie stosuje się syntetyczną masę formierską opartą na płukanym piasku kwarcowym, sproszkowanym bentonicie oraz innych dodatkach.

W nowoczesnych technologiach sporządzania mas formierskich, mieszanie składników celem uzyskania jednorodnej mieszanki jest podstawową i najważniejszą funkcją stacji przerobu mas. Badania wykazały, iż najlepsze wyniki procesu mieszania uzyskuje się w mieszarkach turbinowych.

Niezawodność pracy mieszarek turbinowych, niewielkie zużycie części technologicznych i prosta ich obsługa eksploatacyjna umożliwia budowę nowych stacji przerobu mas formierskich z jednej mieszarką turbinową o odpowiednio dobranej wydajności. System sporządzania mas formierskich oparty na jednej mieszarce turbinowej jest układem najprostszym, a zarazem najtańszym, tak w kosztach inwestycyjnych jak i eksploatacyjnych.

Technical produkuje mieszarki turbinowe typu MTI , o wydajnościach od 2 t/h do 95 t/h. Schemat konstrukcji mieszarki turbinowej produkcji Technical, przedstawia rys. 3



Rys. 3. Mieszarka turbinowa MTI

- | | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| 1 – konstrukcja nośna | 5 - zespół mieszadła z napędem |
| 2 – miska obrotowa | 6 - zespół klapy wysypowej |
| 3 – zespół napędu miski | 7 – zespół centralnego smarowania |
| 4 – zespół turbiny z napędem | |

Zalety mieszarek turbinowych MTI produkowanych przez „TECHNICAL”.

- Wysoka jakość sporządzonej masy formierskiej charakteryzująca się:
 - bardzo dobrym napowietrzeniem i spulchnieniem

- bardzo dobrym równomiernym rozproszaniem w całej objętości wszystkich dodatków,
 - wysoką przepuszczalnością,
- bezobsługowa praca, którą kontroluje i rejestruje komputer.
 - centralne smarowanie,
 - krótki czas cyklu mieszania (max 120 sek.),
 - mała ilość części technologicznego zużycia,
 - bardzo duża trwałość elementów roboczych
 - duża bez awaryjność i niezawodność działania
 - niski koszt eksploatacji mieszarek MTI

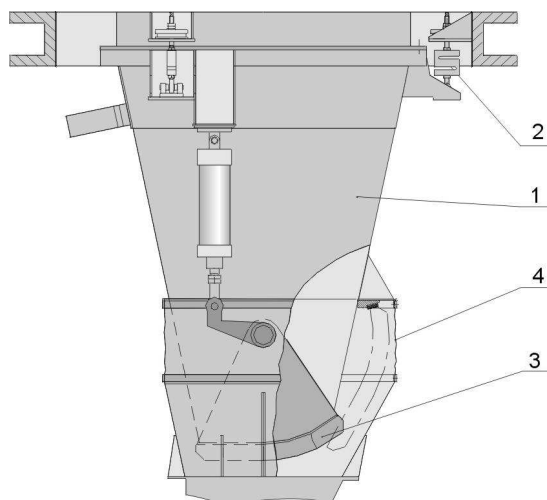
Urządzenia ważące - dozujące

Dokładność oraz powtarzalność dozowania poszczególnych porcji składników jest jednym z bardzo ważnych warunków uzyskania dobrej masy formierskiej. Ten podstawowy cel realizowany jest w stacjach przerobu mas formierskich przez zastosowanie elektronicznych wag dozujących.

TECHNICAL posiada w swojej ofercie komplety wag elektronicznych dostosowane do każdej wielkości mieszarki turbinowej.

Ze względu na duże różnice w składzie wagowym oraz gęstością między składnikami głównymi (masaobiegowa, piasek) a dodatkami (bentonit, pył węglowy) stosuje się dwa niezależne dozowniki o różnej konstrukcji, pojemności i dokładności ważenia.

Przykładowo na rys.4 pokazano elektroniczną wagę dozującą EWD dla masy zwrotnej i piasku.



Rys.4. Elektroniczna waga dozująca EWD

- | | |
|--|--------------------------|
| 1 - zbiornik | 3 - przesłona |
| 2 - zespół czujnika tensometrycznego z podwieszeniem przegubowym | 4 - osłona przeciwpylowa |

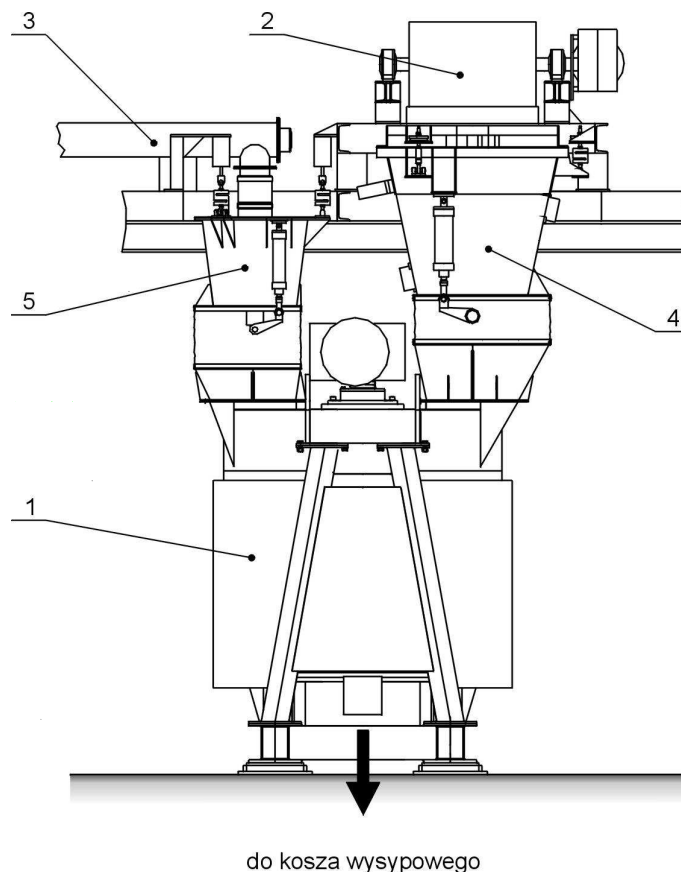
Głównym elementem elektronicznych wag dozujących jest zbiornik wagowy, podwieszony przegubowo na trzech czujnikach tensometrycznych oraz moduł elektroniczny zamontowany w szafie sterowniczej układu sterowania.

Zastosowany sposób zawieszenia zbiornika eliminuje zakłócający wpływ jakichkolwiek sił bocznych na dokładność ważenia.

Zbiornik wagowy piasku świeżego oraz masy formierskiej zwrotnej wykonany jest ze stali nierdzewnej, natomiast zbiornik wagowy dla ważenia pyłu węglowego i bentonitu wykonany jest z blachy aluminiowej.

Zamknięcie zbiornika wagowego od dołu stanowi przesłona szczękowa, zamykana i otwierana siłownikiem pneumatycznym.

Przykładowy układ dozowania składników zabudowę mieszarki turbinowej MTI w stacji przerobu mas formierskich wraz z elektronicznymi wagami dozującymi przedstawia rys. 5.



do kosza wysypowego

Rys. 5. Układ dozowania składników do mieszarki MTI

- | | |
|--|---|
| 1 – Mieszarka turbinowa MTI | 4 – Elektroniczna waga dozująca EWD na masę formierską zwrotną i piasek |
| 2 – Dozownik taśmowy masy formierskiej zwrotnej i piasku | 5 – Elektroniczna waga dozująca EWD na bentonit i pył węglowy |
| 3 – Dozownik śrubowy pyłu węglowego i bentonitu | |

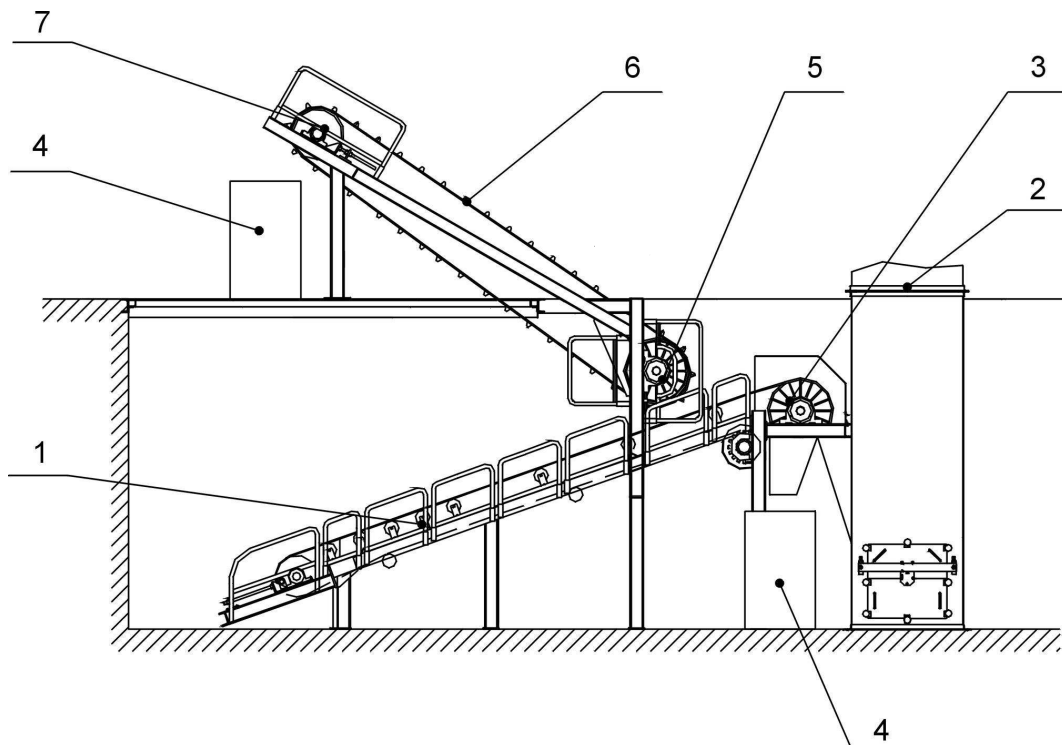
2.2. Oddzielanie części metalowych od masy zwrotnej.

Dla oddzielania części metalowych wskazane jest zastosowanie dwóch oddzielaczy elektromagnetycznych, zainstalowanych w ciągu technologicznego transportu masy zwrotnej:

- oddzielnik bębnowo - taśmowy współbieżny z taśmą przenośnika, wychwytuje on części metalowe z górnych warstw transportowanej przenośnikiem warstwy masy formierskiej zwrotnej.
- oddzielnik bębnowy, wbudowany w głowicy napędzającej przenośnik taśmowy, wychwytuje on części metalowe z dolnych warstw tej samej warstwy masy formierskiej zwrotnej.

Taka usytuowanie dwóch oddzielaczy elektromagnetycznych zapewnia w zupełności oczyszczenie masy wybitej z części metalowych.

Przykładową zabudowę pary oddzielaczy elektromagnetycznych przedstawia rys. 6.



Rys.6. Przykładowa zabudowa oddzielaczy elektromagnetycznych.

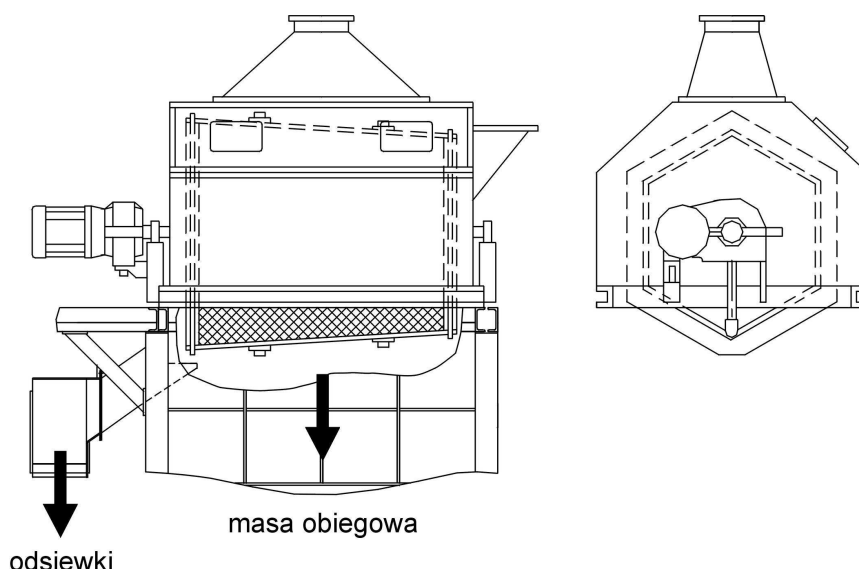
- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - przenośnik taśmowy masy wybitej | 5,6,7 - oddzielacz elektromagnetyczny |
| 2 - elewator | bębnowy nadtaśmowy |
| 3 - oddzielacz elektromagnetyczny | 5 - oddzielacz bębnowy |
| bębnowy w zabudowie klasycznej | 6 - taśma wynosząca |
| 4 - pojemnik części metalowych | 7 - napęd oddzielacza |

Dla specjalnych wymagań jak np. w przypadku formowania na maszynie formierskiej DISAMATIC dla technologii formowania impulsowo – prasującego, zalecane jest zastosowanie kolejnego oddzielacza w systemie transportu masy formierskiej świeżej, przed zbiornikami masy świeżej nad maszynami formierskimi.

2.3. Oddzielenie od masy zwrotnej kawałków rdzeni oraz innych zanieczyszczeń.

Do przesiewania masy wybitej powszechnie stosowane jest sito poligonalne wieloboczne rys.7, które w sposób ciągły oddziela od masy zwrotnej kawałki rdzeni oraz inne zanieczyszczenia powodując równocześnie częściowe rozbijanie zbrylonej masy obiegowej.

Jeżeli przestrzeń zabudowy SPM jest dostatecznie wysoka istnieje możliwość takiej zabudowy sita aby przesiew i odsiew trafiły bezpośrednio do zbiorników masy zwrotnej i odwałowej.

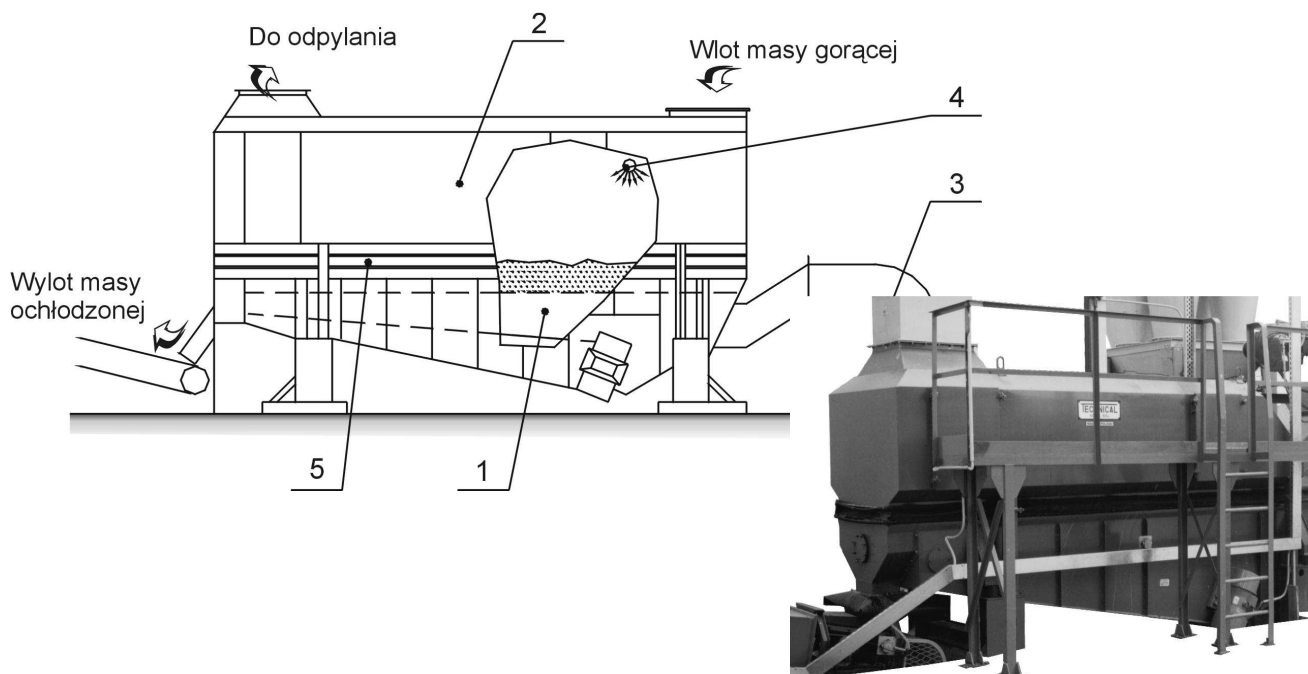


Rys.7. Sito poligonalne wieloboczne.

2.4. Chłodzenie masy formierskiej zwrotnej.

Odpowiednia temperatura masy posiada istotne znaczenie dla uzyskania dobrej jakości odlewów. Problem dobrego chłodzenia masy występuje z reguły w odlewniach posiadających automatyczne linie formierskie, odlewniach w których wymiana masy następuje zbyt szybko co nie pozwala na przebieg naturalnego procesu chłodzenia.

Chłodziarkę wibracyjno - fluidyzacyjną typu CFM produkcji TECHNICAL, przedstawiono na rys. 8.



Rys. 8. Chłodziarka wibracyjno – fluidyzacyjna CFM

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 1 - dno fluidyzacyjno-wibracyjne | 4 - zespół natrysku wodnego |
| 2 - komora górna | 5 - uszczelnienie elastyczne |
| 3 - wentylator dmuchu dla fluidyzacji | |

Zalety chłodziarki wibracyjno – fluidyzacyjnej CFM:

Gwarantuje intensywne schłodzenie masy przy stosunkowo niewielkiej zajmowanej powierzchni zabudowy i niewielkim zużyciu energii. Odbywa to się dzięki współdziałaniu wibracji dna i dmuchu powietrza powodujących zjawisko fluidyzacji warstwy masy formierskiej, a tym samym intensywne odprowadzenie wody zawartej w masie formierskiej zwrotnej oraz zadozowanej w procesie chłodzenia fluidyzacyjnego, dozowanej proporcjonalnie do temperatury wejściowej masy zwrotnej.

Do zalet procesu chłodzenia fluidyzacyjnego można zaliczyć:

- ujednorodnienie masy formierskiej z równoczesną jej homogenizacją,
- automatyczna praca chłodziarki

TECHNICAL dla różnych wydajności stacji przerobu mas formierskich oferuje chłodziarki wibracyjno – fluidyzacyjne typu CFM o wydajnościach od 20 t/h do 60 t/h, gwarantujące schłodzenie masy zwrotnej z temperatury ok. 120⁰C do temperatury ok. 10⁰C powyżej temperatury otoczenia.

2.5. Systemy transportu masy formierskiej , piasku i dodatków.

Dobór odpowiedniego systemu transportu w stacjach przerobu mas formierskich są zagadnieniem równie ważnym jak np. dobra mieszarka, układ sterowania i inne.

Nieprawidłowo zaprojektowany system transportu w stacji przerobu mas bywa źródłem wielu problemów eksploatacyjnych, zwiększonej emisji pyłów do otoczenia.

Szczególnie ważnym zagadnieniem w projektowaniu systemów transportu jest: przestrzenne rozmieszczenie poszczególnych urządzeń składowych stacji przerobu mas tak aby zminimalizować drogi transportowe poszczególnych składników.

W obecnej praktyce ukształtowało się zastosowanie w SPM następujących urządzeń transportujących.

- podnośnik kubelkowy (elewator): do transportu pionowego,
- przenośnik taśmowy - do transportu poziomego i ukośnego,
- przenośnik śrubowy - do krótkiego transportu poziomego i ukośnego,
- przenośnik rurowy ciągnowy ,
- transport pneumatyczny,
- transport wibracyjny.

Z punktu widzenia transportowanego materiału najbardziej powszechne jest następujące kojarzenie:

- masa zwrotna - elewator i przenośnik taśmowy
- dodatki - przenośnik śrubowy i transport pneumatyczny, transport wibracyjny,
- piasek świeży - przenośnik taśmowy, elewator, transport wibracyjny, transport pneumatyczny (dla piasku suchego),
- masa świeża - przenośnik taśmowy.

Poza przenośnikiem taśmowym są to urządzenia praktycznie hermetyczne co upraszcza budowę instalacji odpylającej w SPM.

2.6. Odpylanie stacji przerobu mas

W odpylaniu stacji przerobu mas najważniejsze są cztery zagadnienia:

- wysoka sprawność instalacji odpylającej wyróżniająca się niską emisją pyłów z filtra,
- maksymalne ograniczenie wielkości emisji pyłów z urządzeń do wewnątrz hali
- możliwe najmniejsze porywanie wraz z odciąganiem powietrzem aktywnego betonitu z masy

- możliwie najmniejsze koszty wykonania instalacji odpylającej oraz jej eksploatacji przy zachowaniu wysokiej sprawności

Zaistniało w ostatnich latach kilka przesłanek, które pozwalają dziś znacznie lepiej i co najważniejsze taniej, budować systemy odpylania stacji przerobu mas.

- dotychczasowy rozwój maszyn i urządzeń wchodzących w skład stacji przerobu mas, spowodował zwiększenie stopnia hermetyzacji tych urządzeń, co przyczyniło się do zmniejszenia ilości odciąganego powietrza.
- nastąpił znaczny postęp w zakresie jakości tzw. suchych urządzeń odpylających. Dzięki temu nie ma już konieczności stosowania, bardzo skomplikowanych systemów odpylania wodnego.

Jako jednostki odpylające w przemyśle odlewniczym obecnie głównie są stosowane filtry suche pulsacyjne, również do pyłów zawilgoconych.

Filtry suche pulsacyjne regenerowane impulsem sprężonego powietrza gwarantują maksymalną emisję pyłów z filtra na poziomie do $5\text{mg}/\text{m}^3$.

2.7. Pomiar i regulacja wilgotności masy formierskiej.

Odpowiednie dozowanie wody w trakcie sporządzania masy formierskiej jest zagadnieniem szczególnie ważnym.

Zmienną zawartość wody wnoszą do mieszarki tak masa zwrotna jak i piasek. Poza tym w całym procesie przerobu i transportu mas formierskich, następuje ubytek wody związany w szczególności z temperaturą. Stąd też problem sprowadza się do regulacji wilgotności w masie formierskiej i w dalszej kolejności zadozowania odpowiedniej, wyliczonej przez układ porcji wody.

System pomiaru i regulacji wilgotności masy formierskiej FSE - 19 μc firmy FOUNDRY CONTROL gwarantuje prawidłowy przebieg procesu technologicznego sporządzania mas formierskich bentonitowych, uzyskane zadane wartości mas formierskich mieszczą się w tolerancji $\pm 0,1 \text{H}_2\text{O}$.

Działanie powyższej aparatury polega głównie na:

- pomiarze parametrów składników naważonych w elektronicznej wadze dozującej przed zadozowaniem do mieszarki tj.: temperatury masy zwrotnej, resztkowej wilgotności masy zwrotnej oraz ciężaru porcji masy.
- przetworzeniu otrzymanych wyników pomiarów celem określenia odpowiedniej ilości wody dla otrzymania założonej wilgotności masy.
- podaniu do mieszarki wyliczonej ilości wody niezbędnej do uzyskania zadanej wilgotności masy formierskiej.

2.8. Systemy sterowania stacją przerobu mas

System sporządzania masy formierskiej jak również cała stacja przerobu mas formierskich, wyposażony jest w nowoczesne sterowanie, oparte o sterowniki swobodnie programowalne PLC, które kontrolują przebieg cyklu oraz sensorykę monitorującą prawidłową pracę wszystkich napędów oraz kontrolujące pozycje mechanizmów.

Integralną częścią składową programu sterowania jest system kontroli poprawności działania wszystkich obwodów sterowanych i mechanizmów

Na pulpicie operatorskim (rys. 9) (np. drzwi szafy sterowniczej) zamontowana jest tablica ze schematem mnemotechnicznym (rys.10) stacji przerobu mas, wyposażoną w elementy sygnalizacji. Sygnalizują one stan poszczególnych elementów składowych sterowanego układu:

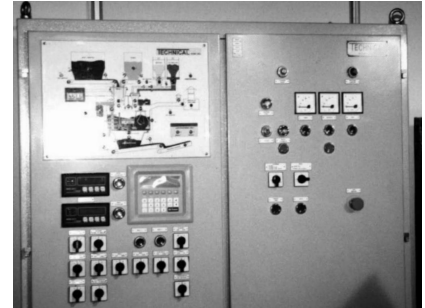
- stan wyłączników awaryjnych układu bezpieczeństwa,
- stan poszczególnych napędów,

- stan - położenie mechanizmów ruchomych.

Na pulpicie zainstalowany jest także panel operatorski. Jest to wyświetlacz tekstowy z klawiaturą za pomocą której operator ma możliwość dokonywania nastaw odpowiednich parametrów procesu.

Daje to przejrzysty obraz aktualnego stanu całej stacji przerobu mas.

MASA 2 - NASTAWY	
WAGA 1	WAGA 2
MASA ZWR.: 480 KG	BENTONIT : 12.5 KG
PIASEK : 37 KG	PYL WEGL.: 3.8 KG
<<	MZwr
Pias	Bent
PWegl	

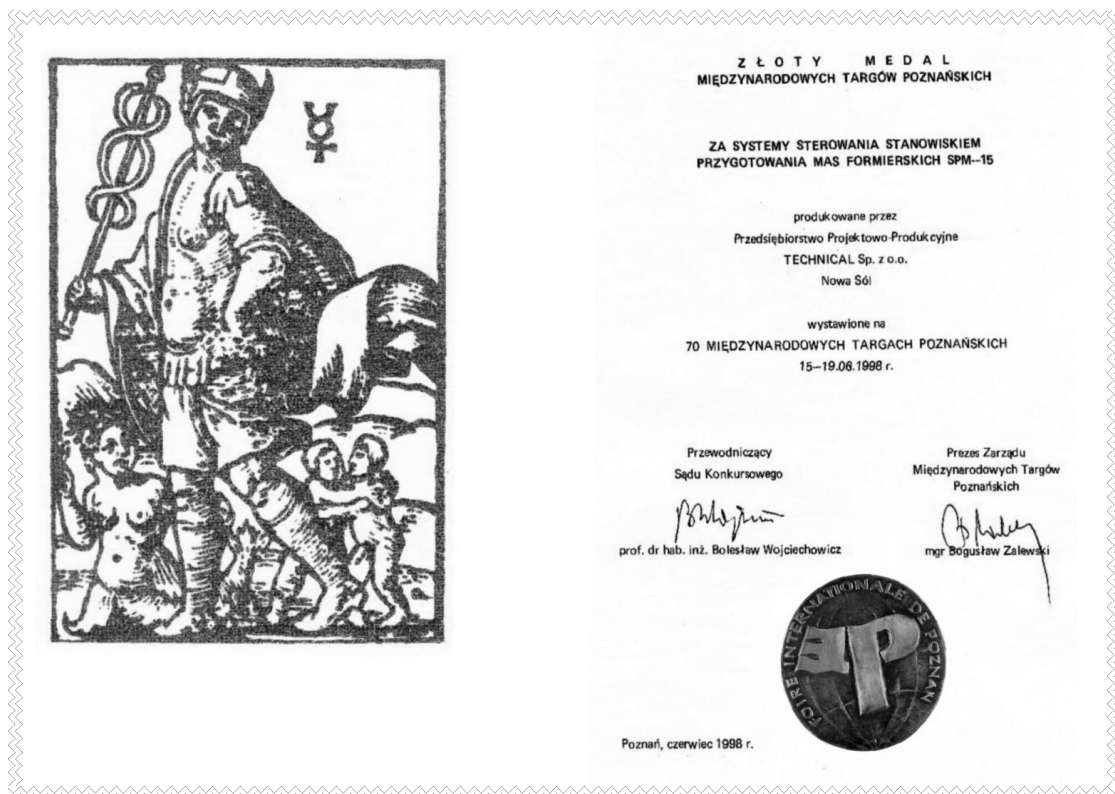


Rys. 9. *Pulpit operatorski na szafie sterowniczej stacji przerobu mas formierskich.*

Pełna automatyzacja procesu technologicznego umożliwia otrzymanie mas formierskich o stałych parametrach (co ma zasadniczy wpływ na jakość otrzymywanych odlewów).

Sterowanie w oparciu o systemy PLC zapewnia minimalizację ogólnych kosztów eksploatacji obiektu przy maksymalnie pełnej informacji o parametrach przebiegu procesu technologicznego.

„System sterowania stanowiskiem przygotowania mas formierskich SPM – 15”, został nagrodzony **Złotym Medalem** na Międzynarodowych Targach Poznańskich w 1998r., co świadczy o wysokim poziomie technicznym wykonywanych przez TECHNICAL układów sterowania.



3. Aspekty ekonomiczne budowy lub modernizacji stacji przerobu mas.

W trakcie wykonywania projektu modernizacji stacji przerobu przeprowadzona jest szczegółowa analiza kosztów wykonania i późniejszych kosztów eksploatacji stacji, połączonych z analizą przewidywanych do uzyskania efektów technicznych i ekonomicznych.

W drodze szczegółowej analizy techniczno - ekonomicznej powstaje optymalne rozwiązanie stacji przerobu mas, gwarantujące sporządzanie jednorodnej masy o parametrach fizycznych odpowiednich między innymi do stosowanej i przewidywanej do stosowania techniki sporządzania form i planowanego do produkcji asortymentu odlewów, wraz z dotyczącymi ich wymaganiami technicznymi i jakościowymi.

W celu lepszego zobrazowania opłacalności inwestowania w nowoczesne stacje przerobu mas sporządzono zestawienie podstawowych i oczywistych korzyści finansowych (Tab.1.) wynikających z samych oszczędności przy eksploatacji jednej mieszarki turbinowej typu MTI-1500 w stosunku do mieszarki pobocznicowej typu MP-090 przy pracy urządzenia w cyklu dwu zmianowym (obie mieszarki posiadają wydajność ok. 40 t/h).

Tab.1. Zestawienie oszczędności przy eksploatacji stacji przerobu mas na bazie 1 szt. mieszarki turbinowej typu MTI-1500 w stosunku do mieszarki pobocznicowej MP-090 na rok 2000

Poz.	Wyszczególnienie	MP-090	MTI-1500	Oszczędności
1.	Zużycie bentonitu. Założenia: - odświeżanie 0,9% - oszczędność zużycia bentonitu 5%	720 t/r	684 t/r	36 t/r x 350 = 12.600 zł/r
2.	Zużycie piasku świeżego. Założenia: - odświeżanie 3 % - oszczędność piasku 5%	2.400 t/r.	2.280 t/r.	120 t/r x 25zł/t = 3.000 zł/r
3.	Zużycie części technologicznych (Tab. 2.)	1.670 kg x 30 zł/kg = 50.100 zł/r	340 kg x 30 zł/kg = 10.200 zł/r	39.900 zł/r
4.	Koszty robocizny przy wymianie części (bez kosztów postojów) - przyjmuje się 15% kosztów części	7.515 zł/r	1.530zł/r	5.985 zł/r
5.	Oszczędność redukcji obsługi stacji przerobu mas o 2 pełne etaty			22.190 x 2 = 44.380 zł/r.

Razem: **ok. 105.860 zł / rok**

Założone oszczędności w pkt. 1,2,5 wynikają m.in. z:

- bardziej intensywnego rozproszania suchych składników w całej objętości masy,
- dokładnego naważania składników (zachowanie zakładanych receptur),
- powtarzalność i wyrównanie parametrów mas w obiegu,

Jak widać z powyższej analizy korzyści ekonomiczne wynikające z modernizacji stacji przerobu mas są bardzo duże i pozwalają zamortyzować koszt zakupu mieszarki w ciągu ok. 3 lat z samych tylko oszczędności wynikających ze zmniejszenia kosztów eksploatacji.

Nie wspominamy tu nawet o najważniejszych zyskach tj.

- polepszeniu jakości masy co umożliwi obniżenie ilości braków oraz pozwala na wejście w nowe technologie formowania.
- o możliwości rejestracji wszystkich danych technologicznych zgodnie z ISO 9001,
- promocji odlewni dzięki zastosowaniu nowej technologii a przez to łatwiejsze pozyskiwanie klientów,
- polepszeniu warunków pracy i BHP oraz ochrony środowiska.

4. Zakończenie

Przedstawiono skrótowo obowiązujące aktualnie tendencje w technologii, projektowaniu i wykonawstwie stacji przerobu mas formierskich, maszyny i urządzenia technologiczne stosowane w budowie omawianych stacji gwarantują uzyskanie najlepszych z możliwych efektów w zakresie: jakości odlewów, kontroli przebiegu procesu technologicznego, możliwości kontrolowania i rejestracji wszystkich parametrów oraz wielkości technologicznych jak również możliwości dokonywania wszystkich niezbędnych parametrów z jednoczesną ich kontrolą i co jest bardzo istotne z ich powtarzalnością.

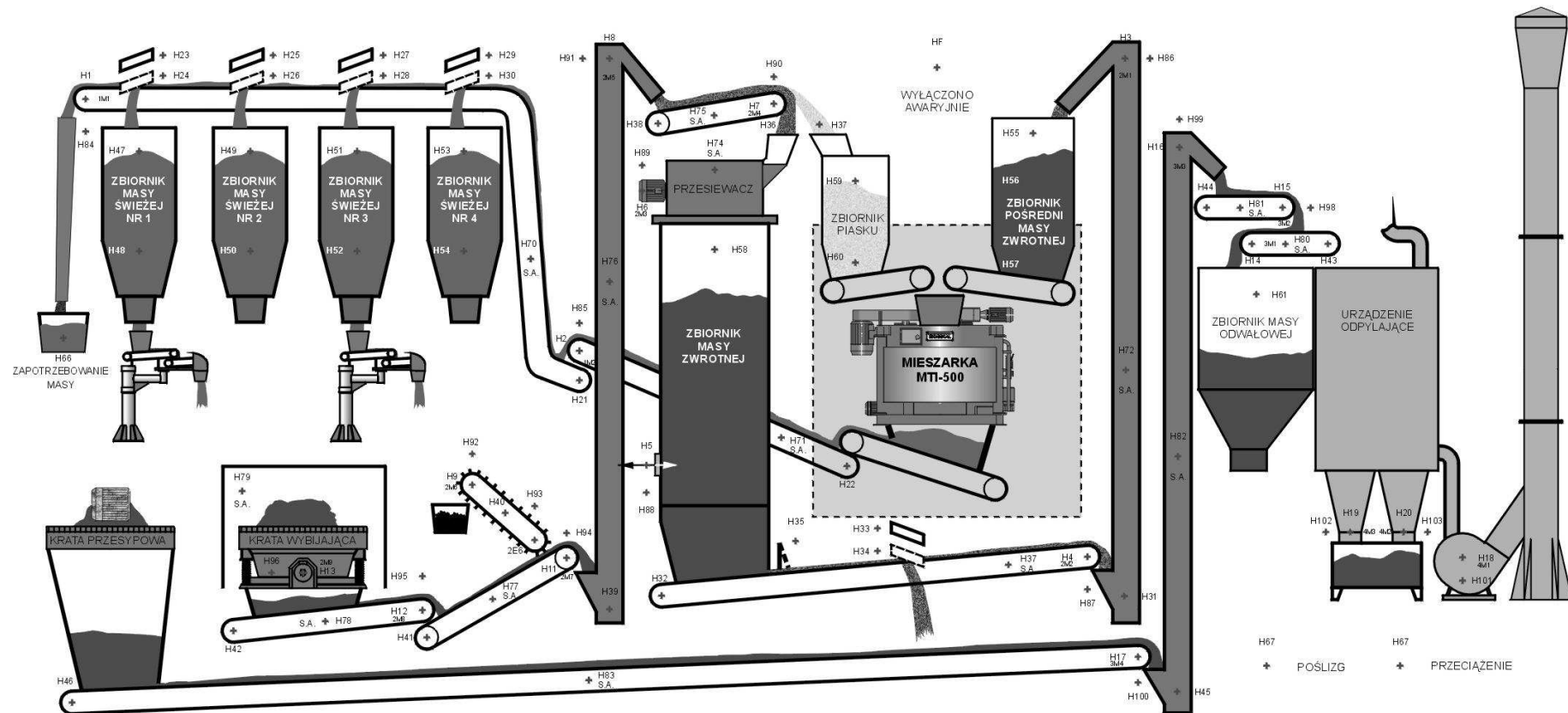
Zaprezentowane systemy sporządzania mas formierskich bentonitowych w całości oparte są na maszynach i urządzeniach skonstruowanych i produkowanych przez TECHNICAL. Zawierają one najnowsze myśli techniczne i technologiczne projektantów, połączone z osiągnięciami światowymi, jak również doświadczeniem w projektowaniu i eksploatacji stacji przerobu mas.

Tab. 2. Porównanie zużycia części technologicznych w mieszarkach o wydajności około 40-45 T/h
(dane przyjęto wg obowiązujących normatywów zawartych w Instrukcjach Obsługi n/w mieszarek)

Krażnikowa MK-240				Pobocznicowa MP-120				Turbinowa MTI-1500 TECHNICAL			
Lp	Nazwa części	Ciężar jednostkowy [kg]	Orientacyjne zużycie [szt]	Lp	Nazwa części	Ciężar jednostkowy [kg]	Orientacyjne zużycie [szt/rok]	Lp	Nazwa części	Ciężar jednostkowy [kg]	Orientacyjne zużycie [szt/rok]
1	Wykładziny dna	1172	2	1	Wykładziny dna	1128	2	1	Wykładziny dna	261	0,5
2	Wykładziny pobocznicy	605	2	2	Wykładziny pobocznicy	302	2	2	Wykładziny pobocznicy	339	0,5
3	Lemiesz boczny	42	6	3	Lemiesz boczny	16	8	3	Lemiesz I	7,2	1
4	Lemiesz środkowy	40	6	4	Lemiesz dolny	15	4	4	Lemiesz II	6	1
5	Zgarniacz	43	12	5	Pierścień rolki	153	2	5	Łopatki turbiny (kpl.)	54	1
6	Skrobak	15	6								
Łączny ciężar zużywanych rocznie części zamiennych		4.652 kg		Łączny ciężar zużywanych rocznie części zamiennych		3.354 kg		Łączny ciężar zużywanych rocznie części zamiennych		367 kg	

SPM-15

TECHNICAL NOWA SÓL



Rys.10. Schemat mnemotechniczny stacji przerobu mas formierskich SPM-15 z dystrybucją masy świeżej.

POMIAR I REGULACJA WILGOTNOŚCI MASY FORMIERSKIEJ W MIESZARCE TURBINOWEJ

inż. Peter Boschmann - „Foundry Control” - Niemcy

inż. Waldemar Bojanowski - „TECHNICAL” – Nowa Sól

1. Wstęp.

Ważnym parametrem masy formierskiej jest formowalność, która zależy od wzajemnego oddziaływania między spoiwem z jednej strony a wilgotności z drugiej, tzn. określony dodatek spoiwa wymaga określonej procentowej ilości wody. W przypadku wykonywania masy formierskiej z masy obiegowej oraz z suchych składników (piasek, bentonit, pył węglowy itp.) wilgotność, temperatura i ilość masy obiegowej są parametrami, które decydują o wynikowej wilgotności masy formierskiej. Konieczny jest więc dokładny pomiar tych wielkości w celu obliczenia ilości wody, którą należy zadozować do mieszarki, aby otrzymać masę formierską o założonej wilgotności.

Najważniejszym czynnikiem operacji przygotowania masy jest zachowanie absolutnie równomiernej zawartości wody w masie. Zależy bowiem od tego wytrzymałość materiałów formierskich, gładkość powierzchni odlewu i zdolność odprowadzania gazu.

Zmiany wilgotności masy formierskiej o 0,5% przynoszą już znaczne pogorszenie jakości masy, a przez to także jakości odlewów.

Dlatego nowoczesna stacja przerobu masy formierskiej jest w pełni zautomatyzowana. Doprowadzenie masy zwrotnej, masy świeżej, bentonitu i pyłu węglowego następuje automatycznie, podobnie jak przebieg cyklu pracy mieszarki. Automatyzacja ta jest niezbędna dla zapewnienia dobrej jakości, a tym samym ograniczenia ilości braków.

2. Regulacja wilgotności w mieszarce turbinowej.

Wyczerpujące badania zachowania świeżego bentonitu i procesu powlekania każdego ziarna piasku przez pracę mechaniczną względnie tarcie podczas mieszania masy wykazały, że optymalny stopień wymieszania może zostać osiągnięty tylko wtedy, gdy całe zapotrzebowanie mieszanki na wodę zostanie spełnione tak szybko, jak tylko możliwe, to jest w pierwszych sekundach procesu mieszania.

Pomiar zawartości wody w mieszarce i związane z tym sukcesywne dozowanie wody podczas mieszania, aż do osiągnięcia podanej wartości zadanej wilgotności prowadzi najczęściej do znacznego przedłużenia czasu mieszania, przez to także podana w końcu cyklu mieszania woda uczestniczy jeszcze w procesie mieszania i przyczynia się do rozkładu cząstek gliny.

Wynika z tego znaczne przedłużenie czasu mieszania, a przez to znaczne zmniejszenie wydajności całego procesu przygotowania masy.

Wnioskiem z powyższych wywodów jest: **szybkie dodanie potrzebnej ilości wody zaraz na początku procesu mieszania podnosi wydajność i jakość masy formierskiej.**

Na bazie tej wiedzy i doświadczeń wskazane jest wyposażenie mieszarki turbinowej w system elektronicznego naważania składników, tak aby pomiar i regulację wilgotności w mieszarce turbinowej wykonać optymalnie.

3. Elektroniczne urządzenia ważące.

Często masa formierska zwrotna dozowana jest do pojemnika wagowego objętościowo, to znaczy np. przez pomiar czasu napełniania zbiornika przez dozownik taśmowy.

Oznacza to wtedy:

Stała wysokość warstwy na wyjściu ze zbiornika + stała szerokość pokrycia + stały czas pracy taśmy dozującej = określona i stała ilość masy formierskiej.

Zasadniczym błędem przy tym założeniu jest jednak to, że ciężar właściwy masy formierskiej nie jest taki sam przy różnych wilgotnościach masy zwrotnej.

W rzeczywistości jest jednak tak, że przy stałej objętości wraz ze zmianą wilgotności zmienia się również znacznie ciężar właściwy masy formierskiej.

Konieczne jest tutaj zastosowanie elektronicznego urządzenia ważącego, ponieważ tylko przy jednej zadanej wadze wsadu możliwe jest określenie optymalnej ilości wody. Elektroniczny system naważania składników dozowanych do mieszarki turbinowej wraz ze zbiornikami wagowymi wykonuje firma TECHNICAL wraz z ich uruchomieniem.

4. Pomiar wilgotności i temperatury masy.

Masa formierska obok pyłu węglowego i bentonitu zawiera także pył żelazowy i jest przez to zdolna do przewodzenia prądu elektrycznego. Przy pomocy prądu przemiennego 2,8 MHz z wykorzystaniem zjawiska przenikalności dielektrycznej możliwe jest zmierzenie zawartości wody w masie formierskiej. Ten pomiar pojemnościowy jest najlepszą i najpewniejszą metodą pomiarową dla stwierdzenia zawartości wody w masie formierskiej.

W zbiornikach wagowych montowane są równolegle i możliwie osiowo dwie sondy pomiarowe wykonane w postaci prętów, które w procesie pomiaru pojemnościowego dokonują pomiaru zawartości wody w mierzonej objętości masy formierskiej.

Sondy prętowe zbudowane są z cylindrycznego rdzenia metalowego o określonej długości, który umieszczony jest w rurze teflonowej.

Bezadhezyjna rura ochronna zapobiega zjawisku przylegania masy lub mostkowaniu.

Zużywanie się powłoki teflonu jest nieznaczne co wynika z pionowego zamontowania sond prętowych, masa opada grawitacyjnie praktycznie równolegle do sond.

Umocowanie sond przy pomocy obejm w obrębie głowicy i u dolnego końca przez odpowiednie zamocowanie zapobiega niekontrolowanej zmianie geometrii pomiaru.

Długość wbudowania sond prętowych określa się według przeciętnej wysokości warstwy nasypowej masy zwrotnej w zbiorniku wagowym. Przy czym głowice sond powinny wystawać około 200 - 300 mm z najwyższej możliwej powierzchni stożka usypowego masy formierskiej, oczywiście przy stałym ciężarze masy.

Pomiar temperatury masy zwrotnej ważny jest z dwóch powodów.

- po pierwsze ważny jest on jako wielkość kompensacyjna wartości mierzonej dla oznaczenia wilgotności w masie zwrotnej.
- Po drugie ilość pary odlotowej wzrasta podczas i po mieszaniu wraz ze wzrostem różnicy pomiędzy temperaturą masy formierskiej, a temperaturą otoczenia.

System wyrównuje to automatycznie.

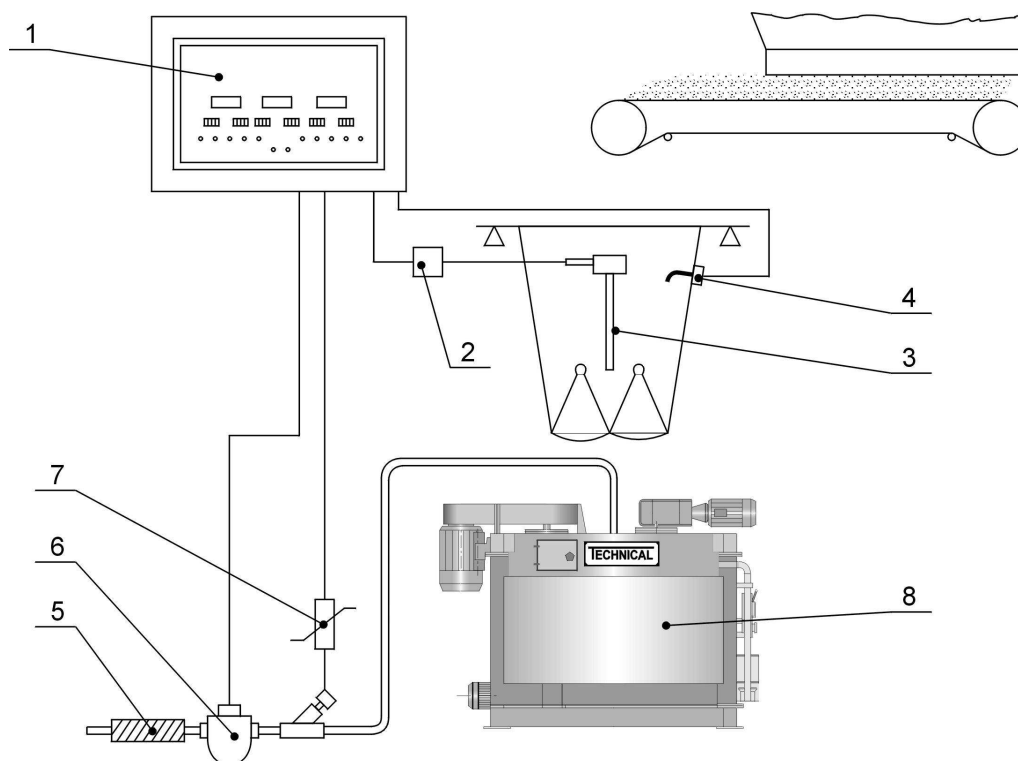
Pomiar temperatury masy zwrotnej następuje przez jeden lub kilka czujników temperatury, które montowane są w ścianach bocznych zbiornika wagowego lub na taśmie dozownika taśmowego.

5. System regulacji wilgotności

Zmierzone w procesie przygotowania składników wartości przekazywane są do urządzenia centralnego wilgotnościomierza, który oblicza wymaganą ilość wody, jaką należy podać do mieszarki podczas procesu mieszania dla uzyskania właściwej wilgotności.

Nowoczesne systemy pomiaru i regulacji wilgotności FSE-19 μ C (rys. 1) firmy FOUNDRY CONTROL firma TECHNICAL zainstalowała w odlewni:

- PIOMA - Piotrków Trybunalski,
- CELMA - Cieszyn,
- PRIMA - Łódź.



Rys. 1. Schemat urządzenia FSE-19 μ C do pomiaru wilgotności.

- 1- urządzenie centralne, 2- generator pomiaru, 3- kondensator prętowy,
4- czujnik temperatury, 5- filtr, 6- licznik wody, 7- zawór magnetyczny
8- mieszarka turbinowa MTI.

Komputer wylicza potrzebną ilość wody do zadozowania z wartości mierzonych: temperatury masy zwrotnej i resztkowej wilgotności masy zwrotnej przy uwzględnieniu ciężaru, zanim masa zwrotna i składniki trafią do mieszarki.

Możliwe jest przez to zadozowanie potrzebnej ilości wody już w pierwszych sekundach procesu mieszania.

Przez tą sekwencję przebiegu zapewnione jest to, że cała ilość wody w pełnym zakresie może uczestniczyć w procesie mieszania. W ten sposób zapewniony jest optymalny rozkład cząstek bentonitu, a przez to możliwie najlepszy stopień przygotowania wraz z otaczaniem ziaren masy.

Wspomniane już wyżej sukcesywne dodawanie wody podczas procesu mieszania nie może spełniać tego ważnego warunku.

Dozowanie wody odbywa się optymalnie zależnie od systemu tj. przez układ jedno lub dwuzaworowy. Układ dwuzaworowy współpracuje z systemem komputerowym FS - CC6 - PLC.

System ten wykonuje dozowanie zarówno zasadnicze jak i precyzyjne i to z uniknięciem uderzeń wody.

Zasadniczo firma FOUNDRY CONTROL oferuje dwa modele systemów regulacji wilgotności:

1. *FSE-19 μ C*
2. *FS - CC6 - PLC*

System FSE-19 μ C charakteryzuje się prostą budową, wysoką dokładnością pomiaru, pewnością działania oraz łatwą obsługą. Możliwe jest zastosowanie tego układu do trzech mieszarek pracujących niezależnie od siebie, przy każdorazowo jednej klawiaturze i wyświetlaczu.

Technicznie możliwe jest wprowadzenie większej ilości mieszarek, ale z powodu bezpieczeństwa procesu polecamy maksymalnie trzy mieszarki na system. Podstawowe zalety tego systemu to:

- wysoka dokładność pomiaru dzięki zastosowaniu mikrokomputera
- łatwa obsługa
- możliwość obsługiwania kilku mieszarek jednocześnie
- wyświetlanie wszystkich wartości mierzonych
- nieulotna pamięć EEPROM parametrów wzorcowych i nastaw procesu
- wyświetlacz ciekłokrystaliczny dla komunikatów słownych i wskazań wartości mierzonych
- możliwość wprowadzania korekty strat wilgotności na odparowanie
- możliwość dozowania stałej ilości wody z kontrolą
- kontrola czasu dozowania wody
- kontrola impulsów przepływomierza
- komunikat " masa zwrotna za mokra " zdalna nastawa wartości zadanej (opcjonalnie)
- klawiatura macierzowa 4 x 4 IP 66 o małym skoku
- interfejs szeregowy do podłączenia np. drukarki (opcjonalnie)
- wszystkie wejścia optoizolowane
- wyjścia o obciążalności 1A, zasilanie 230/115 V 50 Hz/300 VA

System FS - CC6 - PLC jest bardziej otwarty i może być kształtowany w różnorodny sposób. Znacząca różnica w stosunku do FSE-19 μ C tkwi w wizualizacji przebiegu całego procesu w kolorze i grafice. Wszystkie parametry procesowe w systemie FS - CC6 - PLC przedstawiane są na ekranie. Dodatkowo wszystkie ważne parametry dla każdego wsadu jak temperatura masy zwrotnej, wilgotność masy zwrotnej, ciężar wsadu, wartość zadana wilgotności, obliczona ilość wody itd. są rejestrowane.

System ten jest otwarty i można go dostosować do specyficznych wymogów klienta. System obsługiwać może do czterech aplikacji (mieszarka i chłodziarka). Przy więcej niż dwie aplikacje zastosowany zostaje drugi komputer.

6. Podsumowanie

Podstawowym zadaniem postępu technicznego w przemyśle jest zwiększenie i polepszenie jakości produkcji przy równoczesnym zmniejszeniu materiałochłonności i zużycia energii. Zwiększenie produkcji musi odbywać się przy możliwie maksymalnym wzroście wydajności pracy i możliwie minimalnych nakładach inwestycyjnych. Konieczne jest więc wyposażanie maszyn w wysokiej jakości urządzenia i systemy gwarantujące stabilność procesu produkcyjnego i wysoką jakość produktu finalnego. Takim systemem jest układ elektronicznego naważania składników masy w który firma TECHNICAL wyposaża swoje mieszarki turbinowe typu MTI. Gwarantuje on dużą dokładność i powtarzalność naważania składników. Systemem takim jest też układ automatycznego pomiaru i regulacji wilgotności firmy FOUNDRY CONTROL (System LIPKE). Zastosowanie tego typu systemu regulacji wilgotności masy w mieszarkach produkcji TECHNICAL nie jest przypadkowe. Uważamy, że jest to jeden z najlepszych systemów jeżeli chodzi o metodę pomiaru i sposób dozowania wody do mieszarki, czyli w pierwszych sekundach procesu mieszania. Zastosowanie go w mieszarkach turbinowych typu MTI gwarantuje wysokie parametry masy formierskiej i jednocześnie wysoką jakość odlewów. Potwierdzeniem tego faktu może być to, że system LIPKE zastosowano z powodzeniem w ponad 300 odlewniach na całym świecie.

PRODUKCJA ODLEWÓW W ŚWIECIE W 1998 ROKU

doc.dr inż. Jerzy Tybulczuk
mgr inż. Krystyna Martynowicz-Lis
Instytut Odlewnictwa Kraków

Całkowita ilość sprzedanych odlewów w świecie w 1998 r (według danych z 40-tu krajów) wyniosła ok. **65213 tys. ton**, w tym odlewy z żeliwa szarego stanowiły ponad 53 %. Odlewy z żeliwa sferoidalnego to prawie 21 % całkowitej produkcji, ze staliwa 10 %, a z żeliwa ciągliwego 1,6 %.

W produkcji odlewów ze stopów metali nieżelaznych najliczniejszą grupę stanowią odlewy ze stopów Al. t.j 11 % całkowitej produkcji (rys.1).

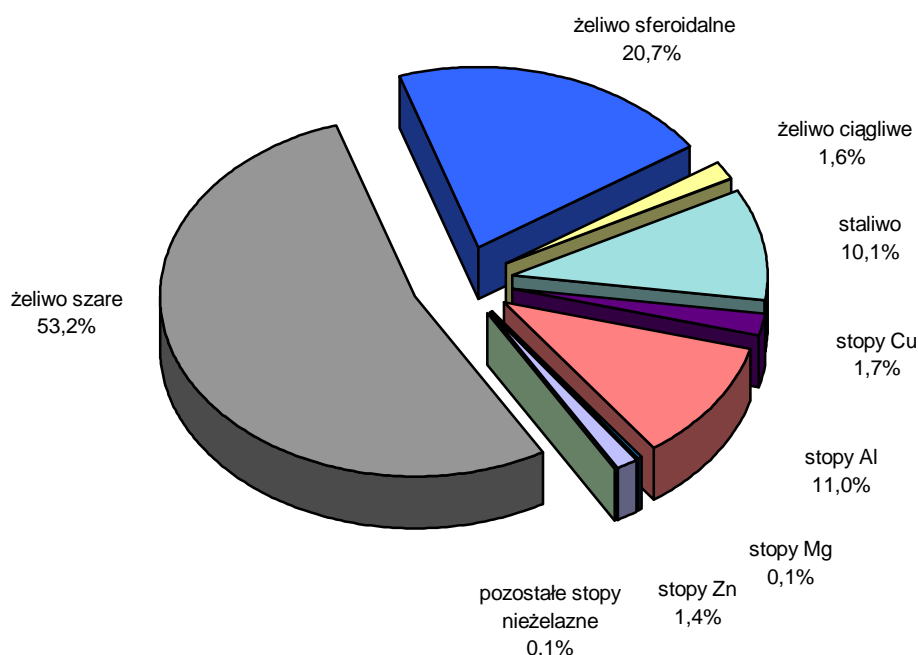
Spośród krajów które przekazały informacje dotyczące produkcji odlewów 18-cie wykazało wzrost sprzedaży odlewów, 11 krajów spadek, a pozostałe miały sprzedaż na poziomie roku 1997.

Dane dotyczące wielkości produkcji odlewów w 40-tu krajach Świata w roku 1998 i dla porównania w 1997 zestawiono w tablicy 1, a tendencje zmian wielkości produkcji odlewów latach 1994-1998 przedstawiono na rysunku 2.

Najwięksi producenci i ich sytuacja w latach 1994-1998:

1. **USA** – wzrost sprzedaży o 2,37 % w stosunku do roku 1997.
Łącznie od 1994 r sprzedaż **wzrosła** o 1,84 %.
2. **Chiny** – spadek o 8 % w stosunku do roku 1997. Spadek o 12,3 % od roku 1994r.
3. **Japonia** – spadek sprzedaży odlewów w roku 1998 w stosunku do roku 1997 o 12,1 % i w ogóle spadek od 1994 roku o 7,67 %.
4. **Niemcy** – wzrost o 8% w roku 1998 w stosunku do roku 1997.
Wzrost sprzedaży przez kolejne 4-ry lata, łącznie od 1994 roku wzrost o 10 %.
5. **Francja** - w stosunku do roku 1997 wzrost produkcji o 6,4% .
W ciągu ostatnich 4-ch lat wzrost o 9,3 %.
Najwyższa sprzedaż w ciągu ostatnich 20-tu lat.
Eksport po raz pierwszy sięgnął 1 mln ton.
6. **Włochy** - drugi rok z rzędu wzrost sprzedaży, w stosunku do roku 1997 wzrost o 3,9 % . Wyższa sprzedaż o 32 % niż 4 lata temu.
7. **Wlk.Brytania** – wzrost sprzedaży o 32,4 % w stosunku do roku 1997.
Wlk. Brytania odnotowała 6-ty kolejny rok wzrostu produkcji odlewów . W porównaniu do roku 1994 wzrost sprzedaży o 51,5%.

8. **Brazylia** – w roku 1998 spadek produkcji o 0,3% w stosunku do roku 1997, a w porównaniu z rokiem 1994 wzrost o 5,4 %.
9. **Korea** - spadek produkcji odlewów o 2 % w stosunku do roku 1997. Drugi kolejny rok spadku produkcji. W porównaniu z rokiem 1994 spadek produkcji o 1,4 %.
10. **Meksyk** - wzrost produkcji o 17,4 %. W ciągu ostatnich 5-ciu lat wzrost produkcji o 111 %.



Rys.1 Produkcja odlewów w podziale na tworzywa w Świecie w 1998 roku

Tablica 1

Produkcja odlewów ogółem w 40 –tu krajach Świata w roku 1997 i 1998

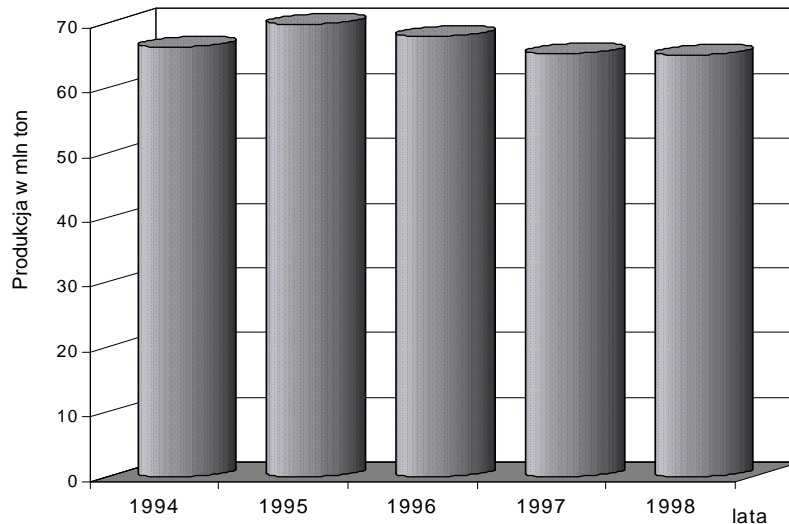
L.p.	Kraj	Produkcja odlewów, tys.t/r		% zmian 1997/1998
		1997r	1998r	
1	Argentyna	157,4	157,4*/	0,00
2	Australia	544,0**/	544,0**/	0,00
3	Austria	252,9	252,9*/	0,00
4	Belgia	196,4	169,7	-13,58
5	Białoruś	281,5	281,5	0,00
6	Brazylia	1575,4	1570,0	-0,34
7	Chiny	11080,4	10194,0	-8,00
8	Chorwacja	42,6	50,3	18,02
9	Czechy	542,5	537,8	-0,87
10	Dania	88,6	89,7	1,23

11	Egipt**/	320,3	320,3	0,00
12	Finlandia	130,2	133,7	2,69
13	Francja	2434,0	2589,0	6,37
14	Hiszpania	895,0	848,5	-5,20
15	Holandia	140,5	162,5	15,62
16	Indie	3385,9	3385,9*/	0,00
17	Iran**/	371,311	371,311	0,00
18	Japonia	7082,4	6223,6	-12,13
19	Kanada	881,7	942,9	6,94
20	Korea	1554,5	1522,7	-2,05
21	Meksyk	1227,9	1441,7	17,41
22	Niemcy	4120,0	4448,7	7,98
23	Norwegia	66,6	87,5	31,33
24	Peru	54,1	54,1	0,00
25	Płd.Afryka	385,8***/	385,8	0,00
26	POLSKA	757,5	707,9	-6,55
27	Portugalia	112,0	116,2	3,75
28	Rosja	4500,0	4500,0*/	0,00
29	Rumunia	395,5	356,4	-9,89
30	Słowacja	68,6	68,6*/	0,00
31	Słowenia	80,4	84,7	5,43
32	Szwajcaria	132,7	145,0	9,27
33	Szwecja	297,8	316,7	6,35
34	Tajwan	1390,9	1209,6	-13,03
35	Turcja	941,6	959,7	1,92
36	Ukraina	998,8	929,3	-6,96
37	USA	14333,0	14693,0	2,51
38	Węgry	95,8	105,7	10,38
39	Wlk.Brytania	1453,1	1924,3	32,43
40	Włochy	2244,0	2330,7	3,87
	Razem	65613,5	65213,0	-0,61

*/ wielkość produkcji z roku 1997

**/ wielkość produkcji z roku 1996

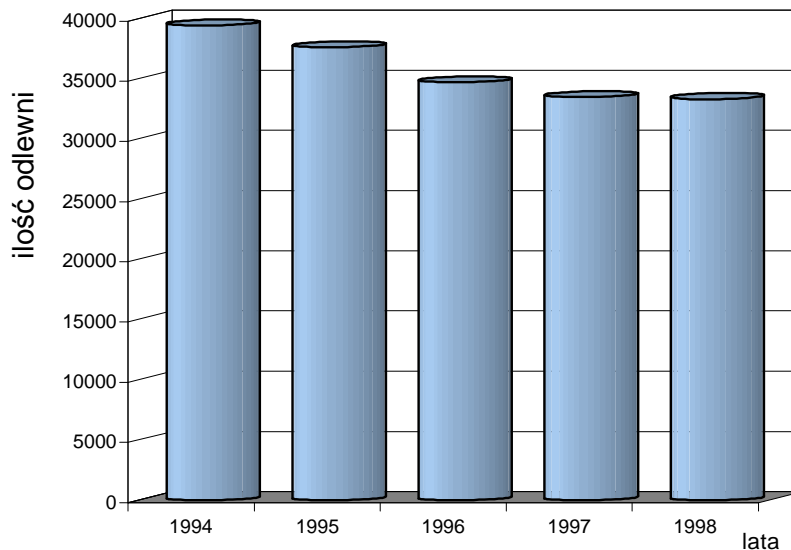
*** /przyjęto dla roku 1997 wielkość
produkcji z roku 1998



Rys.2 Tempo zmian produkcji odlewów w Świecie w latach 1994 – 1998

Tendencje zmian ilości odlewni w Świecie w latach 1994 – 1998 pokazano na rysunku 3. Od roku 1994 notuje się systematyczny spadek ilości odlewni.

Łączna ilość odlewni stopów żelaza i metali nieżelaznych w 1998 roku (na podstawie danych z 37 krajów Świata) wynosiła ok. 33,3 tys. zakładów i zmniejszyła się o 15 % w stosunku do roku 1994.



Rys. 3 Tendencje zmian ilości odlewni w świecie w latach 1994 - 1998

Opracowano na podstawie „33rd Census of World Casting Production –1998”
Modern Casting/December 1999

PRODUKCJA ODLEWÓW W POLSCE 1998 r

- **Produkcja** odlewów ogółem w **1998r** wyniosła **707 850 ton** i była **niższa o 6,6 %** w stosunku do roku 1997.
- **Wartość** całej produkcji odlewniczej w 1998 roku wyliczona w oparciu o dane z ankiet szacuje się na **ok. 2900 mln zł**
- **Produkcja odlewów z żeliwa sferoidalnego w roku 1998 była wyższa o 3,2 %** w stosunku do roku 1997 i o 37 % w stosunku do roku 1995. Spowodowało to **wzrost wskaźnika udziału żeliwa sferoidalnego** w produkcji ogółem odlewów z 7,5 % w roku 1995 do **11,5 % w roku 1998**.
- Produkcja odlewów ze **stopów metali nieżelaznych w roku 1998 była wyższa o ok.20,3 %**, a tylko ze stopów Al o **ok.23,7 %** w stosunku do roku 1997.
- **Wzrosło** zapotrzebowanie na odlewy dla **przemysłu samochodowego**. W 1998 roku **udział odlewów dla motoryzacji wyniósł 28 %** produkcji odlewów ogółem (w 1997 roku 22 %).
- Wielkość **eksportu** w roku 1998 utrzymała się na poziomie roku 1997 i była prawie **4-krotnie wyższa niż w roku 1992**.

PRODUKCJA ODLEWÓW W ŚWIECIE

- Koniec XX-ego wieku – gwałtowny rozwój wysoko zaawansowanych technologii: elektronika, komputeryzacja, symulacyjne programy, wizualizacja poprzez obiekty wirtualne, nowe materiały: tworzywa sztuczne, ceramiczne, kompozyty.
- Znaczenie odlewnictwa jednej z najstarszej technologii w rozwoju gospodarczym w świetle wskaźników:
 - główni użytkownicy odlewów (branże, sektory)
 - zużycie odlewów na głowę mieszkańca w wybranych krajach
 - ewolucja wielkości produkcji odlewów w latach dziewięćdziesiątych oraz ilości odlewni
 - produkcja odlewów w roku 1998 r. wśród głównych światowych producentów
 - systematyczny wzrost produkcji odlewów z żeliwa sferoidalnego
- Tendencje w technologiach odlewniczych, w kierunku produkcji odlewów „prawie na gotowo” (near net shape)
- Ewolucja produkcji odlewów w wybranych najbardziej rozwiniętych krajach świata oraz w wybranych krajach rozwijających się

FORMIERSKIE MASY BENTONITOWE - TECHNOLOGIA PRZYGOTOWANIA

*Dzwonnik Ireneusz
Prof. dr hab. inż.
Politechnika Zielonogórska*

Wstęp

Formierskie masy bentonitowe są powszechnie stosowane w odlewnictwie do wykonywania form nieutwardzonych tzw. wilgotnych. Powszechność ich stosowania wynika głównie z faktu niskich kosztów materiałów stosowanych w tych masach i możliwość wykorzystania ich do szerokiej gamy stopów. Jakość określona przez gładkość powierzchni i dokładność odlewów otrzymywanych z tych form, jest zadawalająca. Dalsze obniżenie kosztów mas formierskich z bentonitem wynika z faktu możliwości wielokrotnego jej użytkowania. Po każdym procesie wybita używane masy poddaje się procesowi odświeżania przez dodanie odpowiedniej ilości świeżych materiałów formierskich. Odświeżanie jest jednym z końcowych zabiegów w procesie przygotowania mas do dalszego użytkowania.

1. Ogólna analiza przygotowania mas świeżych i używanych

Masa formierska bentonitowa jest mieszaniną osnowy w postaci najczęściej stosowaną z piasku kwarcowego w ilości 85 do 95% i spoiwa glinowego z gliny montmorylonitowej tzw. bentonitu w ilości 5 do 12% oraz wody zarobowej w ilości 2,5 do 5,5% (wagowo). W masach tych na formy do odlewów z żeliwa i stopów aluminium stosuje się dodatek technologiczny pyłu węgla kamiennego w ilości 2 do 8% wagowo. Proces wykonania masy składa się z następujących procesów: przygotowania składników biorących udział w masie, dozowania ich w odpowiedniej ilości i kolejności do mieszarki i następnie wymieszania. W zależności od rodzaju mieszarki może dodatkowo, wystąpić proces spulchniania.

Jeśli składniki wchodzące w skład masy są stosowane po raz pierwszy (świeże) to otrzymuje się masę świeżą. Z niej wykonuje się formę odlewniczą, następnie zalewa ciekłym metalem. Po procesie krystalizacji, krzepnięcia i stygnięcia odlewu, formę poddaje się procesowi wybijania, w którym następuje oddzielenie materiału formy od odlewu. Po tym procesie otrzymuje się masę wybitą.

Masa formierska wybita, wraz z masą przesypową (zwrotną) tworzy mieszaninę określaną jako masę używaną, przeznaczoną do odświeżania. Odświeżanie mas wykonuje się po każdym procesie wykonania formy, zalaniu metalem oraz jej wybitiu i następnie jej przygotowaniu do odświeżania. Masę po procesie odświeżania nazywa się masą odświeżoną.

2. Proces przygotowywania masy używanej

Proces przygotowywania masy używanej do odświeżania polega na realizacji następujących procesów:

- wybijania,
- oddzielenia od masy wybitej zbrylonej masy formierskiej i rdzeniowej,
- oddzielenia części metalowych od masy,
- chłodzenia masy,
- homogenizacji masy.

2.1. Wybijanie

Wybijanie można określić jako proces rozdzielania form od odlewów, jest pierwszym etapem przygotowywania masy używanej do odświeżania. Najlepsze warunki przygotowania mas występują przy stosowaniu bębnow do wybijania. Dokonuje się w nich proces ujednorodnienia składu i uśrednienia wilgotności i temperatury wybitej masy. Podczas wybijania można w bębnie nawilżyć masę, uznane przez [1,2], jako ważny zabieg, poprawiający właściwości odświeżonej masy i obniżenie jej temperatury. Wybita masa uzyskana z bębnow do wybijania, wymaga jedynie zabiegu separacji części metalowych, po czym nadaje się do odświeżania.

Wadą wybijania w bębnach jest konieczność dostarczania do bębnow wypchniętych pakietów form lub form bez skrzynkowych, bez możliwości usunięcia rdzeni i przepalanej masy formierskiej, oraz konieczności instalowania dużego urządzenia jakim niewątpliwie jest bęben. Ponadto konstrukcja odlewów musi je chronić przed uszkodzeniem podczas wybijania w bębnie.

Stosowanie krat wstrząsowych do wybijania, pozwala na wybijanie form w skrzynkach, ułatwia usuwanie rdzeni i ewentualnie część przypalonej masy formierskiej, utrudnia schładzanie wybitej masy. Wymagane jest stosowanie osobnych urządzeń do jej homogenizacji i nawilżania wstępnego. Homogenizacji [3,7], umożliwia dokładniejsze określenie, średnich wilgotności i temperatury masy, potrzebnych i ważnych parametrów w procesie odświeżania mas. Masy wybite wykazują zmniejszenie prędkości pochłaniania dodawanej wody, stąd wstępne nawilżanie przed procesem mieszania, nabiera dużego znaczenia.

2.2. Oddzielenia od masy wybitej, zbrylonej masy formierskiej i rdzeniowej

Usuwanie zużytej masy formierskiej i rdzeniowej, z masy wybitej, podczas procesu wybijania z użyciem kraty wstrząsowej, wymaga starannej interwencji obsługi kraty przez odpowiednio szybkie usuwanie odlewu z jeszcze nie wybitymi rdzeniami. Operacje usunięcia rdzeni z odlewów należy przeprowadzić na osobnym stanowisku. W ten sposób ilość masy rdzeniowej przedostającej się do wybitej masy formierskiej będzie ograniczona, a jej ujemny wpływ na jakość masy wybitej, zostanie zminimalizowany [2,3].

Najczęściej do oddzielania zbrylonych części znajdujących w masie stosuje się sita. Do przesiewania mas stosuje się sita obrotowe wielokątne lub okrągłe, oraz sita płaskie wibracyjne. Pomimo zalet, proces przesiewania mas często jest nie doceniany przez odlewnie. Niska trwałość i awaryjność sit jest również przeszkodą w szerszym stosowaniu. Doboru sit dokonuje się w zależności od indywidualnych potrzeb. Do rozstrzygnięcia pozostaje ustalenie ilości i miejsce zainstalowania sit.

Podczas procesu przesiewania występują dodatkowo korzystne zjawiska, ujednorodnienie składu, obniżenie i wyrównanie temperatury i wilgotności masy, oraz usunięcie części metalowych z mas. Na podwyższenie trwałości sit wpływa staranna obsługa na stanowisku

wybijania. Głównie nie może dopuścić do puszczenia w obieg oderwanego układu wlewowego lub odlewu.

2.3. Oddzielenie części metalowych od masy

Celem stosowania oddzielaczy jest usunięcie z masy formierskiej części metalowych, nie pożądanych w procesie przygotowywania, mieszania i formowania. Do oddzielania części metalowych ferromagnetycznych z masy, najczęściej stosuje się oddzielacze magnetyczne taśmowe i bębnowe instalowane w różnych punktach transportu lub w postaci sprzężonej w jednym punkcie. Natomiast dla metali paramagnetycznych należy stosować separacje w złożu fluidalnym. O wyborze miejsc zainstalowania decydują urządzenia do których ma wpłynąć masa i efektywność działania oddzielaczy. Równoczesne stosowanie oddzielaczy i przesiewaczy znacznie podwyższa efektywność oddzielania.

2.4. Chłodzenie mas

Bardzo ważną operacją jest studzenie masy odświeżonej w takim stopniu aby jej temperatura po zakończonym procesie odświeżania była najniższa. Ogólnie uważa się, że średnia temperatura masy odświeżonej nie powinna być wyższa od 30 °C. Wyższa temperatura masy wpływa bardzo niekorzystnie na jakość formy. Jest ona głównym powodem szybszego obsychania powierzchni formy, co w rezultacie wywołuje nadmierną osypliwą formę oraz stwarzają warunki kondensacji pary wodnej na zimnych ścianach rdzeni. Wymienione zjawiska negatywnie wpływają na jakość odlewów. Dodatkowo wyższa od wymienionej temperatura masy wywołuje wzrost przylepności masy do modelu i obniża wytrzymałość formy na rozrywanie i zginanie.

Po każdym procesie wybicia otrzymuje się porcję masy wybitej w skład której wchodzi masa formierska i masa rdzeniowa zużyta i w stanie nie naruszonym, dodatkowo o różnej temperaturze.

Przy wysokiej temperaturze metalu, niskim stosunku masy metalu do masy materiału formy i długim czasie przebywania odlewu w formie, średnia temperatura masy wybitej będzie wysoka i może osiągać 150 °C i wyżej. Znaczna część ciepła z nagrzanej masy wybitej rozchodzi się w otoczenie podczas wybijania i transportu masy przenośnikami taśmowymi może masa może osiągnąć temperaturę rzędu 60 -70 °C.

Największy spadek temperatury wybitej masy występuje na drodze krata wstrząsowa, przesiewacz i dalej podczas transportu, i związanych z tym przesypów masy otwartymi, przenośnikami transportowymi. Przetrzywanie masy w zbiornikach buforowych jako jeden z stosowanych sposobów studzenia, wymaga długiego czasu oczekiwania dla osiągnięcia temperatury poniżej 40 °C. Obniżenie temperatury masy w zbiorniku będzie zależało również od ilości i temperatury masy zwrotnej powracającej z stanowisk formowania do zbiornika. Jeśli do mieszarki, podczas procesu mieszania, wprowadza się świeże składniki o temperaturze otoczenia, to można uzyskać dalszy spadek temperatury.

W przypadku nie możliwości uzyskiwania odpowiedniej temperatury masy odświeżonej, w opisanym przebiegu procesu odświeżania, należy stosować specjalne urządzenia chłodnicze np. chłodziarki fluidyzacyjne lub fluidyzacyjno - wibracyjne, jako najefektywniejsze.

Ważnym zabiegiem pozwalającym na obniżenie temperatury masy wybitej są, podwyższenie stosunku masy formierskiej do masy odlewu i odpowiednio szybkie wybicie odlewu z formy. Temperaturę masy, częściowo, można regulować przez grupowanie form o podobnym stosunku mas odlewów i form, kierowanych do wybicia.

2.5. Homogenizacja mas

Homogenizacja jest operacją mającą na celu ujednorodnienia składu jakościowego i ilościowego, uśrednienia temperatury i wilgotności mas. Jest to operacja, która może przebiegać w sposób nie kontrolowany lub w sposób kierowany.

Homogenizacja rozpoczyna się w momencie wybicia formy. Usuwanie z kraty wstrząsowej surowego odlewu, innych części metalowych, zbrylonej masy formierskiej i rdzeniowej jest ważnym zabiegiem operacji ujednorodnienia masy wybitej. Wstępne rozłożenie warstwy masy na przenośniku pod kratą wstrząsową uzyskane przez zainstalowanie zbiornika i podajnika, powoduje dalsze ujednorodnienie masy wybitej. Po połączeniu strug masy wybitej z masą przesypową wymagane jest dalsze ujednorodnienia, np. przez zastosowanie urządzenia do homogenizacji. Są to o tyle ważne zabiegi, gdyż masa po nich jest kierowana do mieszarki i powinna być poddana kontroli jakości, na podstawie których ustala się dozowanie składników do odświeżenia. Niekontrolowany proces ujednorodnienia przebiega w miejscach przesypu mas. Należy zauważyć, że są to miejsca mało wykorzystane w praktyce, dla podwyższenia stopnia homogenizacji.

3. Sporządzanie mas

Sporządzanie mas polega na realizacji procesów:

- dozowanie, mieszanie składników i spulchnienie mas,
- kontrola jakości składników i mas.

3.1. Dozowanie, mieszanie składników i spulchnianie mas

Dozowanie składników mas do mieszarki powinna spełnić dwa podstawowe wymagania, zabezpieczyć odpowiednią dokładność odmierzenia danych składników i podanie ich w odpowiedniej kolejności. Równie ważnym zagadnieniem jest stabilna i znana jakość dozowanych składników. Obecnie stosowane dozowniki wagowe oparte na wagach tensometrycznych, tak pod względem dokładności jak i niezawodności, należy uznać za dobre. Znacznie trudniejsze jest zabezpieczenie stałych parametrów jakości składników, szczególnie masy używanej.

W technologii mieszania składników mas formierskich nadal istnieją przekonanie [4,5,6], że wymieszanie mas ze spoiwem glinowym wymaga spełnienia trzech zabiegów, przerzucania, rozcierania i ugniatania. Tego rodzaju mieszanie dokonuje się w mieszarkach krążnikowych. Zachowanie podobnych warunków mieszania usiłowano realizować również w mieszarkach pobocznicowych. W tych mieszarkach przeważa jednak proces przerzucania. Pojawienie się mieszarek dynamicznych typu Eirlichi i o podobnym rozwiązaniu mieszarek turbinowych, realizujących tylko przerzucanie masy podczas mieszania świadczy o zmianie poglądów. Analiza zjawisk [6] wykazuje, że procesy ugniatania i rozcierania, które zapewnią otrzymanie masy o wyższej wytrzymałości niż przy innym sposobie mieszania [6] nie są konieczne do realizacji w procesie mieszania. Ugniatanie i rozcieranie masy występuje w procesie zagęszczania formy. Niewielkie różnice wytrzymałości mas po pierwszym cyklu mieszania może zanikać po kilku cyklach obiegu mas. Rozwój mieszarek dynamicznych wskazuje na potwierdzenie tej tezy. Masy otrzymane z mieszarek krążnikowych wymagają dodatkowej operacji spulchniania, natomiast z mieszarek dynamicznych nie wymagają tego zabiegu. W obydwu przypadkach mieszania, spulchnianie mas podawanych do formowania jest zalecane, gdyż to poprawia równomierność zagęszczenia form.

3.2. Kontrola jakości składników i mas

Kontrola jakości świeżych składników wchodzących w skład mas świeżych i odświeżanych, może ograniczyć się do sprawdzania parametrów dostarczanych przez dostawców i może odbywać się w sposób wyrywkowy. Natomiast kontrola jakości mas używanych nastęcza dużo trudności. Trudności te wynikają przede wszystkim z wysokiej dynamiki przepływu mas, trudnych do określenia ilościowych zmian w masie wybitej długotrwałe, w porównaniu z prędkością przepływu mas, badania jak: oznaczenie ilości gliny aktywnej, ilość aktywnego pyłu węglowego, stopnia oolityzacji i innych. Badania te pozwalają na przybliżone określenie ilości dodania świeżych składników do odświeżanych mas ale mogą być przeprowadzane tylko co jakiś czas. Badania bieżące prowadzi się w zakresie pomiarów właściwości technologicznych takich jak, wilgotność, wytrzymałość, zagęszczalność i gęstość pozorną. Prowadzi się poszukiwania pomiarów innych parametrów określających właściwości technologiczne mas formierskich określanych w sposób prosty i szybki. Przyjęcie jakiegokolwiek sposobu pomiaru i nie zależnie od ilości mierzonych parametrów, muszą one być dokonywane w sposób automatyczny w możliwie krótkim czasie. Kontrola właściwości mas używanych w zasadzie powinna być przeprowadzana, na wejściu do mieszarki, na wyjściu z niej, aby w razie negatywnych wyników móc zawrócić do mieszarki, oraz na stanowisku formowania.

Podsumowanie

Odświeżanie mas formierskich jest procesem złożonym. Złożoność tego procesu polega na trudnych do otrzymania w czasie produkcji informacji o właściwościach mas używanych, kierowanych do odświeżania. Proces odświeżania mas rozpoczyna się w momencie planowania i doboru składników mas formierskich i rdzeniowych. Dobranie wysokiej jakości bentonitu oraz spoiw do mas rdzeniowych nie wywołujących dodatkowej degradacji bentonitu, upraszcza odświeżanie i obniża koszty procesu [2,4,]. Trudnym zadaniem do opanowania, podczas wybijania jest możliwie dokładne oddzielenie mas z zdegradowanych termicznie mas formierskich i rdzeniowych. Proces oddzielania mas zużytych od używanych wywiera znaczący wpływ na jakość mas odświeżanych.

Homogenizację mas, należy uznać za bardzo ważny etap przygotowania masy używanej do odświeżania, gdyż ona umożliwia dokonywanie wiarygodnych pomiarów średnich wartości wilgotności i temperatury, ważnych parametrów wyjściowych do odświeżania mas. Obok urządzeń realizujących inne zadania w procesie przygotowania i wykonywania mas, dodatkowo je homogenizują. Do takich urządzeń można zaliczyć, kraty wstrząsowe, przesiewacze chłodziarki i mieszarki. Duże i nie wykorzystane możliwości homogenizacji mas stwarzają przesypy w ciągu transportowym mas. Są dwa najważniejsze punkty w transporcie mas, gdzie wymagany jest najwyższy stopień homogenizacji, to miejsce doprowadzenia masy do mieszarki i w miejscu formowania.

Dozowanie jest czynnikiem decydującym o składzie ilościowym wykonywanej masy. Dokładność dozowania w znacznym stopniu wpływa na wahania właściwości mas. O jakości masy odświeżanej decyduje również znajomość właściwości składników i trudnych do określenia w masie używanej, głównego składnika w procesie odświeżania

Ostatecznie o jakości wykonywanej masy decyduje proces mieszania. Ujednorodnienie składu mas zależy od rodzaju mieszarki, realizującej odpowiedni sposób mieszania, i ustalonego optymalnego czasu mieszania. Mieszarki turbinowe należy uznać jako nowoczesne i spełniające zadania dokładnego w krótkim czasie wymieszania składników mas.

Automatyczna dokładnie powtarzalna i szybka kontrola właściwości składników i gotowych mas, jest jedną z najważniejszych operacji, szczególnie w odlewni zmechanizowanej.

Literatura

1. Lewandowski J.I., Dańko J.: Znaczenie selekcji mas podczas wybijania odlewów. Krzepnięcie metali i stopów. Wyd. Komisji Odlewniczej PAN w Katowicach 1998 nr 35 s. 47-56
2. Babiński J. Badura F. Gawroński J. Szajnar J. Wstępne nawilżanie mas z bentonitem w urządzeniu firmy "Real". Krzepnięcie metali i stopów. Wyd. Komisji Odlewniczej PAN w Katowicach 1998 nr 35 s. 93-103.
3. Sztefko F. Analiza procesów przygotowania formierskiej masy używanej w aspekcie ich mechanizacji. Wyd. ZN nr 139 AGH Kraków 1991 s. 86.
4. Lewandowski J.L.: Tworzywa na formy odlewnicze. Wyd. Akapit Kraków 1997 s. 598.
5. Dzwonnik I.: Białania fizykochemicznych zjawisk w wilgotnych formach nasyłanych pyłem węglowym. Wyd. WSI Zielona Góra 1991 s. 180.
6. Dzwonnik I. .:Kierunki rozwoju procesów przerobu mas do formowania na wilgotno. Konferencja odlewnicza Technical *98 maj 1998 s. 65-72.

ANALIZA WYPOSAŻENIA LINII PRZYGOTOWANIA MASY UŻYWANEJ

dr inż. Aleksander Fedoryszyn

prof. dr hab. inż. Józef Dańko

dr inż. Krzysztof Smyksy

Wydział Odlewnictwa Akademii Górniczo-Hutniczej

im. Stanisława Staszica

1. Wstęp

Technologia klasycznych mas syntetycznych ma największe zastosowanie w praktyce odlewniczej, przy czym ekonomika wymaga stosowania minimalnej, niezbędnej ilości masy formierskiej przy maksymalnym wykorzystaniu zasobu.

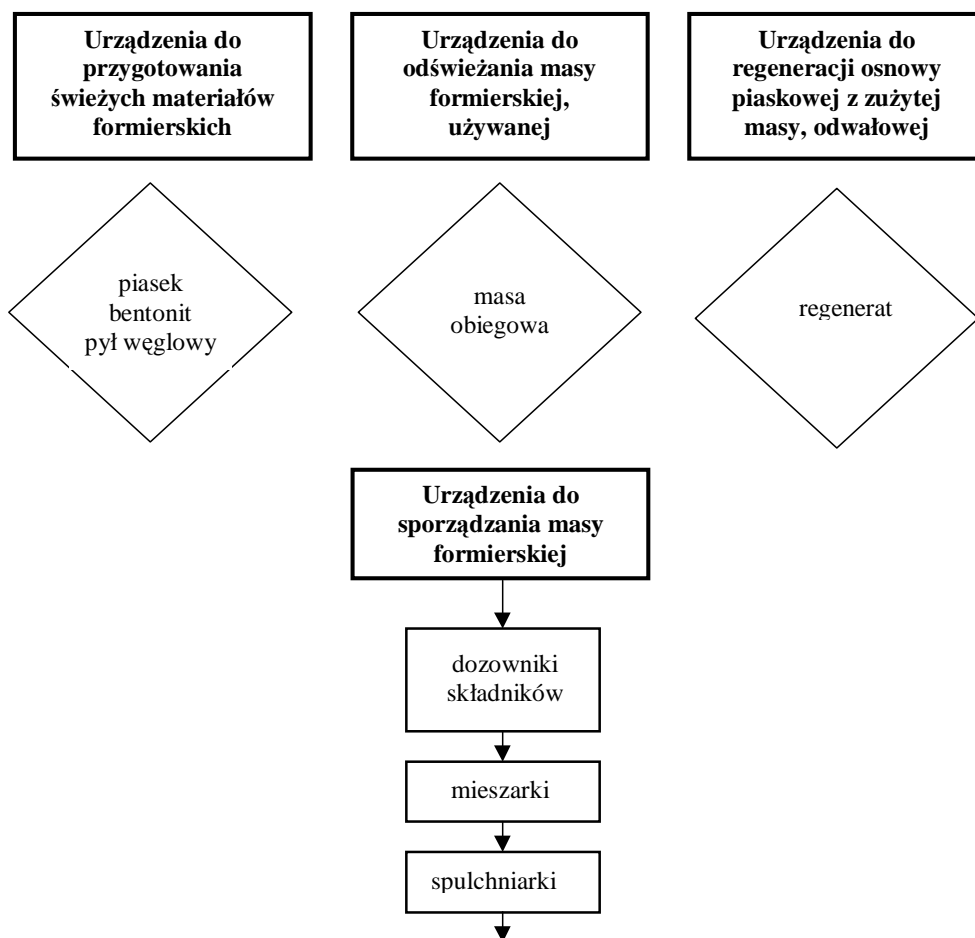
Do wytwarzania odlewów stosuje się syntetyczną masę odświeżoną, czyli masę używaną (obiegową) z dodatkiem świeżych materiałów formierskich. Ilość i jakość dodatków odświeżających masę wynikają z wymogu wielokrotnego uzyskiwania przez odświeżoną masę jej pierwotnych właściwości. Zwykle suma świeżych materiałów dodawanych do masy mieści się w granicach 5÷20%. Podstawowe znaczenie ma dodatek bentonitu. Powinien on być możliwie najmniejszy [1,2].

Zagadnieniom przygotowania masy używanej poświęcono szereg referatów już podczas I Konferencji „Nowoczesne Techniki Przygotowania Mas Formierskich” [3]. Aktualność i ważkość tej problematyki upoważnia do szerszego przedstawienia tematyki oraz zakresu prowadzonych na Wydziale Odlewnictwa AGH analiz [4,5,6] oraz prac dotyczących wyposażenia linii przerobu masy formierskiej [7].

2. Struktura linii przygotowania materiałów i sporządzania mas formierskich

Analiza danych dotyczących eksploatacji urządzeń przerobu bentonitowych mas formierskich umożliwiła syntezę struktur ciągów procesów oraz urządzeń realizujących te procesy [4,5,6].

W ramach pojęcia „przerób mas formierskich” wyróżnia się procesy: przygotowania świeżych materiałów (piasku, bentonitu, pyłu węglowego), przygotowania masy powtórnie kierowanej do obiegu czyli masy używanej (obiegowej) oraz masy zużytej (odwałowej), a także sporządzania mas formierskich (rys.1). Sporządzanie mas formierskich obejmuje procesy mieszania oraz spulchniania.



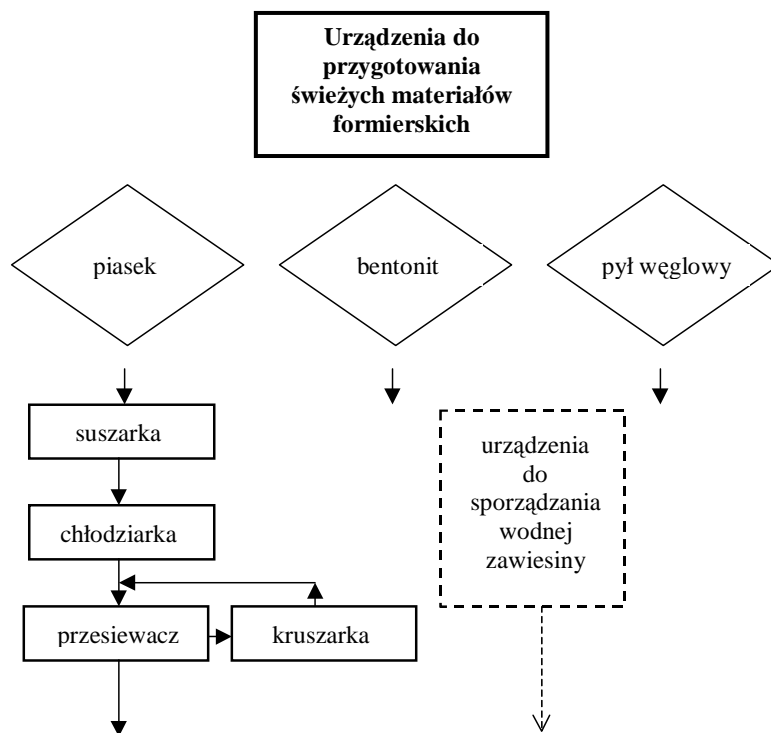
Rys.1. Struktura linii przerobu masy formierskiej

Wyposażenie wyróżnionych ciągów wynika z wymagań realizowanych procesów jak również z intensywności obiegu masy.

2.1. Wyposażenie linii przygotowania świeżych materiałów

Linia przygotowania świeżych materiałów tworzona jest w oparciu o urządzenia do obróbki materiałów wchodzących w skład masy formierskiej. Strukturę linii schematycznie przedstawiono na rysunku 2.

W skład omawianego ciągu urządzeń do przygotowania piasków świeżych wchodzi: suszarko-chłodziarki fluidyzacyjne, kruszarki oraz przesiewacze. Suszarko-chłodziarki fluidyzacyjne typu SCH uzyskują wydajności 2.5÷30 Mg/godz.. Produkowane przez FMO Kraków kruszarki młotkowo-udarowe PKM oraz przesiewacze obrotowe PSC i wibracyjne PSW dają możliwość obróbki materiałów przy szerokim zakresie wydajności, poczynając od 6÷10 m³/godz. [8].



Rys.2. Wyposażenie ciągu przygotowania świeżych materiałów formierskich

W tabeli 1 zestawiono wybrane dane techniczne suszarek fluidyzacyjnych typu SF produkcji TECHNICAL Nowa Sól. Firma ta specjalizuje się też w projektowaniu i wyposażaniu linii suszenia i chłodzenia materiałów o granulacji do $d_i=40$ mm (tabela 2), w skład których wchodzi: zbiornik materiału, dozownik taśmowy, suszarka bębnowa, chłodziarka wibrofluidyzacyjna, przenośnik taśmowy -odbiorczy.

Tabela 1

Parametry suszarek fluidyzacyjnych produkcji TECHNICAL [8]

Typ suszarki	SF – 5	SF - 12	SF – 24
Wydajność, Mg/godz.	3÷5	7÷12	16÷24
Wilgotność końcowa piasku w_k , %	max. 0.3%	max. 0.3%	max. 0.3%
Moc zainstalowana/Wydajność, kWh/Mg	3.2÷5.3	2.5÷4.3	1.9÷2.8

Tabela 2

Parametry urządzeń linii suszenia i chłodzenia materiałów produkcji TECHNICAL [8]

Typ linii	LSK – 15	LSK - 30	LSK – 60
Wydajność, Mg/godz.	15	30	60
Zakres zmian wilgotności: w_p ; w_k , %	6% ; 0.3%	6% ; 0.3%	6% ; 0.3%
Moc zainstalowana/Wydajność, kWh/Mg	4.73	2.8	1.86

2.2. Wyposażenie ciągu przygotowania masy używanej

Badania eksploatacyjne szeregu linii wytwarzania odlewów wykazały, że od 5 do 10% postojów jest spowodowanych złymi wynikami pracy linii przerobu masy formierskiej (zła jakość masy formierskiej oraz awarie urządzeń wchodzących w skład linii) [7].

Szczególne znaczenie ma utrzymywanie na stałym i wysokim poziomie właściwości masy zawracanej do obiegu po każdym cyklu technologicznym. Stabilizacja właściwości dotyczy składu ziarnowego osnowy masy, zawartości składników oraz temperatury i wilgotności masy.

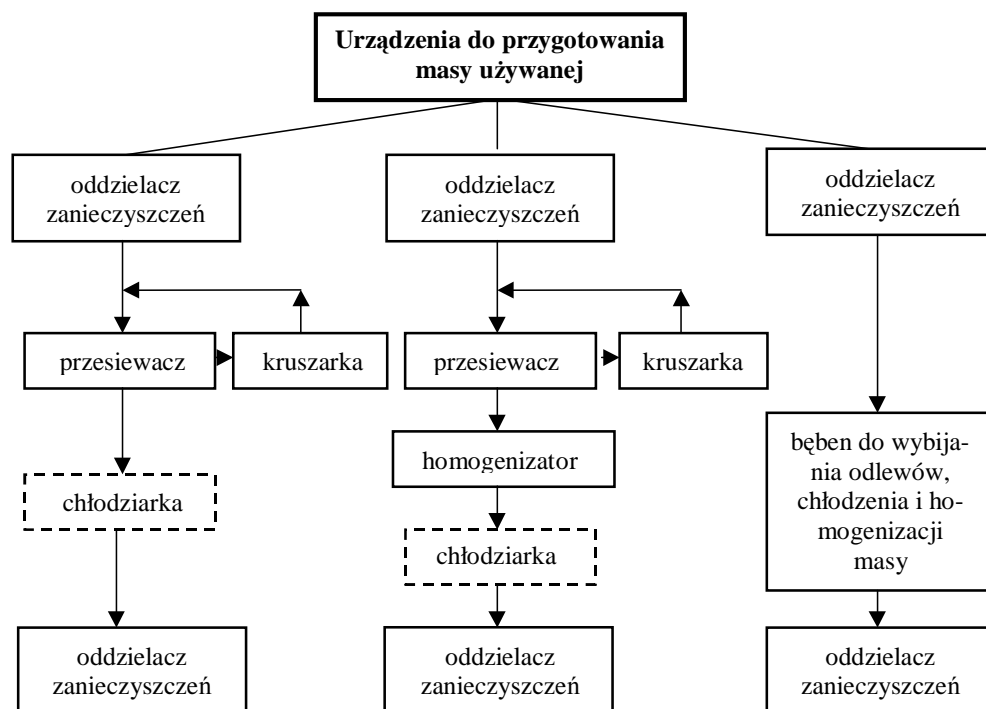
Wyposażenie ciągów przygotowania masy, kierowanej do obiegu po oddzieleniu od odlewów, przedstawiono na rysunku 3.

Wyróżniono przy tym trzy wersje różniące się wyposażeniem [4]. Wersja I dotyczy odlewni o niskim poziomie mechanizacji, w których obieg masy jest mało intensywny, a jej ujednorodnienie i chłodzenie na ogół przebiega w sposób naturalny podczas transportu, przesiewania, magazynowania itp. Wersje II i III są uogólnieniem rozwiązań mechanizacji w odlewniach wysokowydajnych, cechujących się dużą intensywnością obiegu masy. Najprostszą strukturą i małą ilością urządzeń charakteryzuje się wersja III, oparta na wyposażeniu w wielofunkcyjny bęben służący do oddzielania odlewów od masy, ich chłodzenia i częściowego oczyszczania, jak też kruszenia, ujednorodnienia, chłodzenia oraz przesiewania masy używanej.

Rozwiązanie to ma wprawdzie szerokie zastosowanie w nowoczesnych odlewniach, lecz bardziej uniwersalne rozwiązanie przedstawia wersja II oparta na urządzeniach jednofunkcyjnych, realizujących kolejne operacje przygotowania masy używanej.

Nowoczesnym rozwiązaniem jest wybijanie odlewów z wcześniejszym rozdzieleniem form i usuwaniem odlewów [5,9]. Rozwiązanie to realizowane jest przy użyciu manipulatora będącego na razie wyposażeniem tylko bezskrynkowych linii wytwarzania odlewów

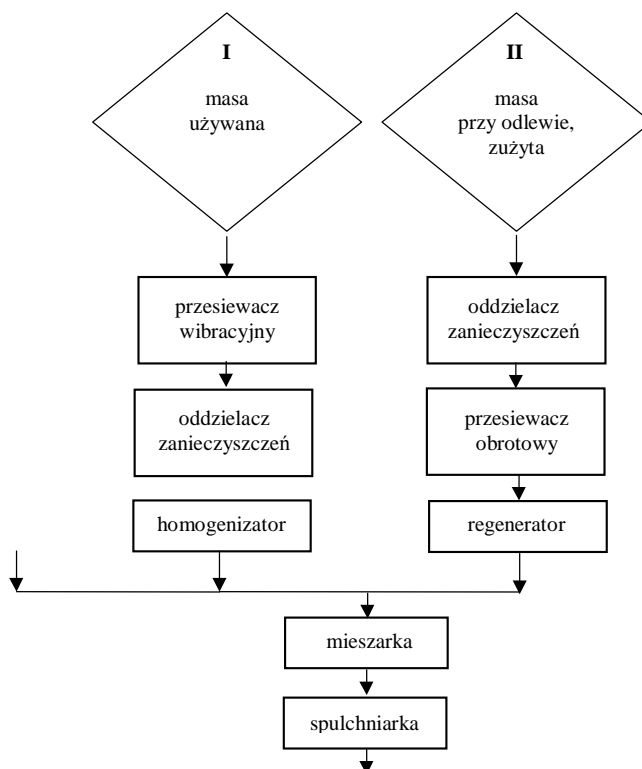
z automatami formierskimi o pionowej płaszczyźnie podziału. Stosuje się również skrawanie i oddzielanie części formy z odlewami.



Rys.3. Wyposażenie linii przygotowania masy używanej, powtórnie kierowanej do obiegu

Tego rodzaju sposoby umożliwiają skrócenie czasu termicznego oddziaływania odlewu na masę, co prowadzi do zmniejszenia ilości dodatków odświeżających masę, a także ograniczają wymogi co do chłodzenia i homogenizacji. Masa znajdująca się w strefach nie przylegających do ścian odlewu nie wymaga odświeżania ani też chłodzenia, stąd bez dodatkowych zabiegów przygotowania można ją ponownie użyć. Strukturę i wyposażenie linii przygotowania masy przy rozdzieleniu jej strumienia przedstawiono na rysunku 4.

W liniach przygotowania masy używanej szczególną uwagę przywiązuje się do oczyszczenia masy z zanieczyszczeń. W masie formierskiej podczas procesu wytwarzania odlewów samorzutnie powstają różnego rodzaju niepożądane wtrącenia o kawałkowatości znacznie przekraczającej ziarna jej osnowy. Ich ilość i rodzaj zależy od rodzaju stosowanych mas formierskich, tworzywa odlewu, sposobu zalewania itp. Masowy udział zanieczyszczeń w masie używanej ocenia się na $1.5 \pm 2.5\%$ (max. 5%), w czym około 50% stanowią kawałki o masie do 0.15 kg, natomiast około 70% to kawałki o wielkości 1 ± 6 mm [4]. Zanieczyszczenia niemetalowe stanowią kawałki ceramiczne różnego pochodzenia. Są to przede wszystkim grudki mas formierskich i rdzeniowych.



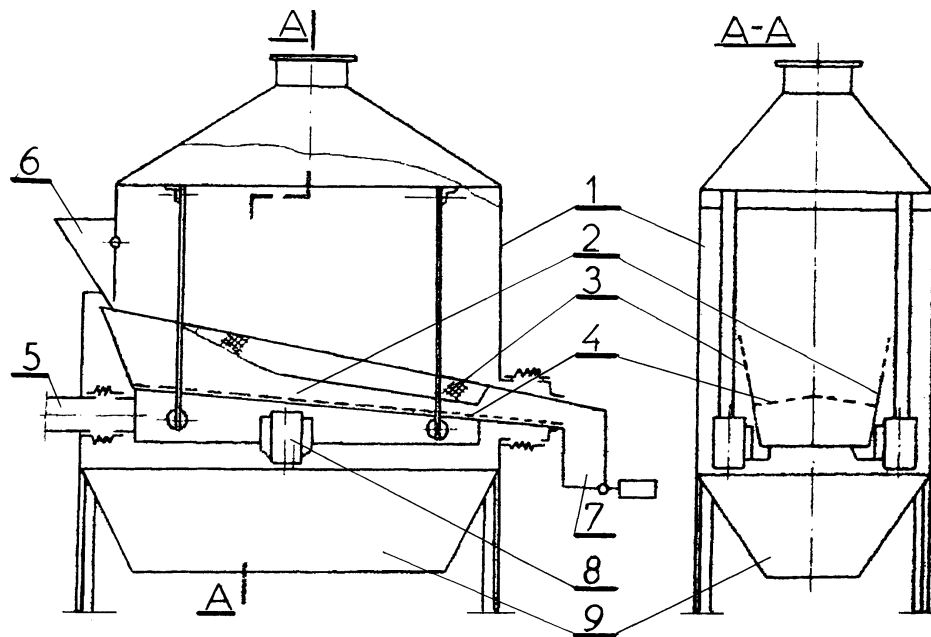
Rys. 4. Wyposażenie ciągu urządzeń przy rozdzieleniu strumienia masy

Usuwanie zanieczyszczeń metalowych realizowane jest poprzez zastosowanie w linii zwrotu masy oddzielaczy elektromagnetycznych bębnowych POEB oraz taśmowych POET [8]. Oddzielacze obu typów instalowane są zawsze parami, tak aby separować wtrącenia metalowe z całej objętości warstwy masy.

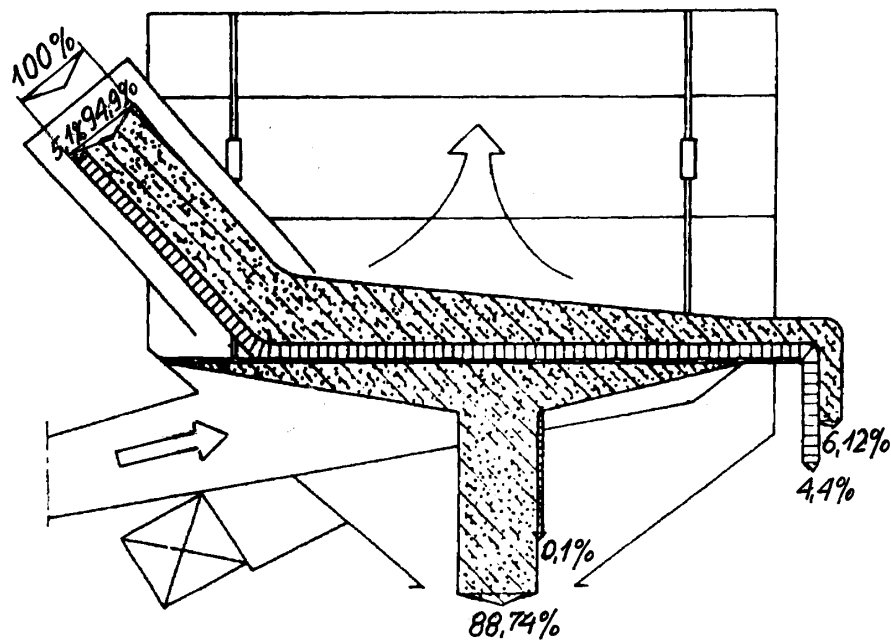
Oddzielanie wszystkich zanieczyszczeń możliwe jest jedynie przy użyciu uniwersalnego oddzielacza wibrofluidyzacyjnego [7], spełniającego również funkcję chłodziarki (rys.5). W urządzeniu tym wskutek przepływu powietrza o określonej prędkości zachodzi chłodzenie masy oraz ma miejsce oddzielanie i separacja składników.

Wszystkie zanieczyszczenia o masie przekraczającej masę ziaren są oddzielone i odprowadzone rynną wibracyjną wyposażoną w perforowane dno, przez które przepływa powietrze służące do fluidyzacji cząstek masy. Wprowadzenie drgań ułatwia upłynnienie masy (wibrofluidyzacja) prowadząc do „przelewania się” ziaren przez boczne burty (siatkowe brzegi rynny). Przy prawidłowym doborze parametrów drgań, prędkości powietrza w stosunku do ilości obrabianego materiału uzyskuje się wysokie skuteczności oddzielania. Na rysunku 6 przedstawiono wyniki badań oddzielacza wibrofluidyzacyjnego o wydajności 40 m³/godz.[7].

Masę używaną, przed ponownym zastosowaniem do sporządzania masy odświeżonej, należy: rozdrobnić, usunąć z niej części metalowe oraz nadziarno i ostudzić do temperatury



Rys.5. Schemat separatora wibrofluidyzacyjnego; 1 - obudowa, 2 - rynna wibracyjna, 3 - siatkowe obrzeża rynny, 4 - dno perforowane, 5 - doprowadzenie powietrza, 6 - zasyp zanieczyszczonej masy, 7 - wysyp zanieczyszczeń, 8 - wibrator, 9- zbiornik masy



Rys. 6. Przykładowy bilans strumieni masy i zanieczyszczeń w separatorze wibrofluidyzacyjnym

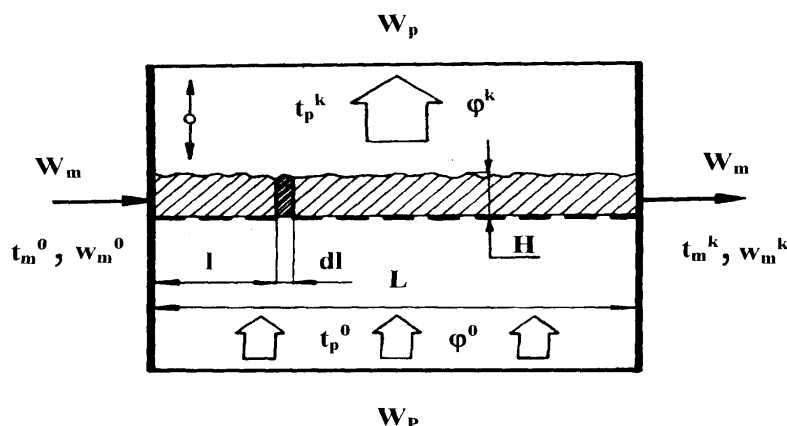
poniżej 30°C, uwzględniając równocześnie postulat, że temperatura tej masy nie powinna przekraczać temperatury otoczenia więcej niż 8°C [1].

Proces chłodzenia masy używanej zachodzi samoistnie w trakcie realizacji, praktycznie wszystkich operacji przygotowania masy i transportu międzyoperacyjnego: od momentu wybitcia odlewów do zakończenia sporządzania świeżej masy. Kontrolowany i intensywny przebieg procesu chłodzenia wymaga jednak stosowania specjalizowanych urządzeń - chłodziarek masy

wraz z układami kontrolno-sterującymi. Budowane są one z reguły na bazie przenośników: taśmowych, płytowych, wibracyjnych i innych. Za ogólne warunki prawidłowego chłodzenia masy uznaje się: rozwinięcie jej powierzchni, intensywny przepływ powietrza chłodzącego z jednoczesnym nawilżaniem nadawy.

Ogólną ideę pracy chłodziarek przedstawiono na rysunku 7. Na schemacie tym zaznaczono podstawowe wielkości charakteryzujące strumienie masy formierskiej, powietrza chłodzącego i wody dowilżającej masę. Na rysunku 8 przedstawiono przykładowe dane odnoszące się do procesu chłodzenia masy w urządzeniach typu przenośnikowego. Podstawowe parametry pracy to: wydajność chłodziarki W_m w kg/s, ilość chłodzącego powietrza W_p w kg/s oraz strumień wody uzupełniającej (kg/s).

Zależność efektów chłodzenia przedstawiono dla różnych właściwości powietrza chłodzącego tj. jego wilgotności względnej oraz temperatury.

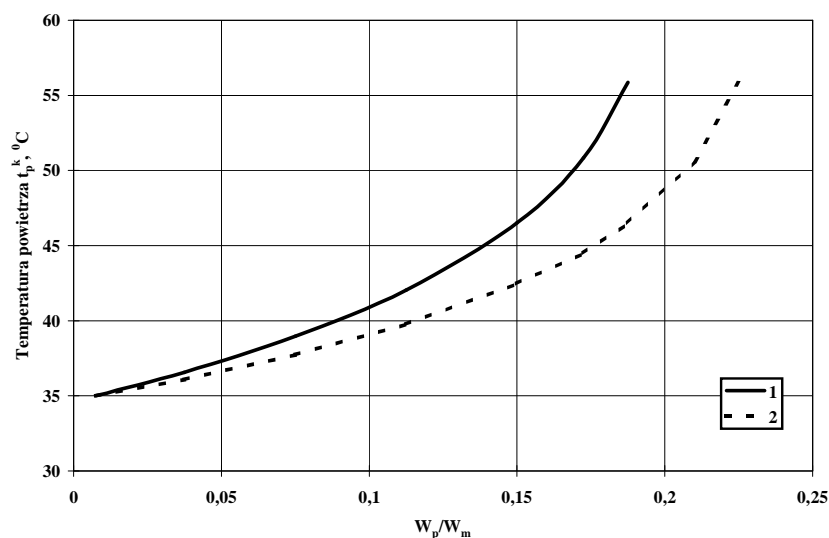


Rys.7. Schemat ideowy procesu chłodzenia masy

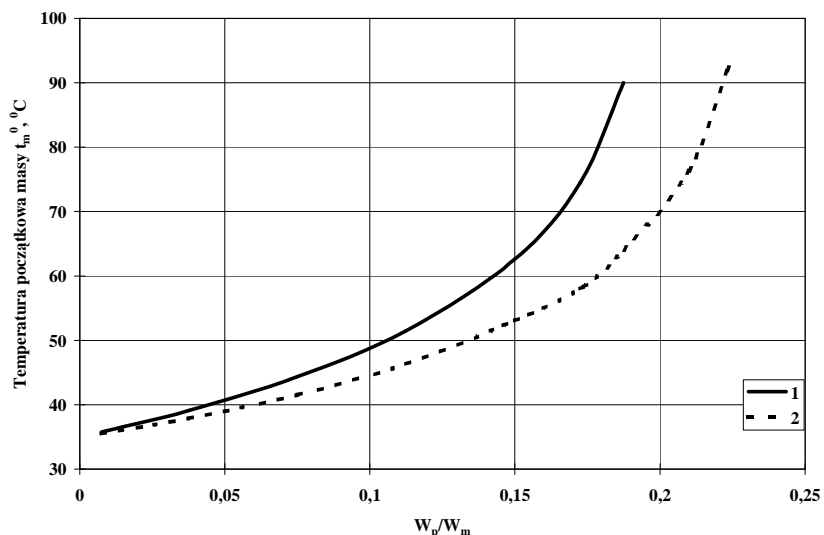
Krzywa 1 na rysunku 8 dotyczy powietrza o wilgotności względnej $\varphi^0 = 0.6$ i temperaturze $t_p^0 = 10^{\circ}\text{C}$, a krzywa 2 powietrza o $\varphi = 0.9$ i $t_p^0 = 20^{\circ}\text{C}$. Wartości parametrów wyznaczono korzystając z opracowanego modelu numerycznego, opisanego szczegółowo w pracy [10]. Uwzględnia on bilans ciepła i wilgoci w elementarnej objętości masy formierskiej przemieszczającej się w chłodziarce. W obliczeniach założono, że masa po schłodzeniu powinna mieć wilgotność $w_m^k = 2\%$ oraz temperaturę $t_m^k = 35^{\circ}\text{C}$.

Przedstawione na rysunku 8 dane eksponują wpływ temperatury masy przed procesem oraz parametrów początkowych powietrza chłodzącego na jego ilość niezbędną do odpowiedniego schłodzenia masy.

a)



b)



Rys.8. Współzależność parametrów procesu chłodzenia masy;
a- temperatura powietrza odlotowego , b- temperatura początkowa masy

Chłodziarki wibrofluidyzacyjne na ogół posiadają wydajność 20÷110 Mg/godz. i są przystosowane do pracy w cyklu automatycznym. Pomimo stosunkowo prostej budowy tych urządzeń opracowanie podstaw teoretycznych ich działania napotyka na wiele trudności. Wynikają one głównie z przenikania się i współzależności dwóch podstawowych procesów to jest chłodzenia i transportu masy formierskiej. Z tego też względu proces wibrofluidyzacji masy jest bardzo korzystny. Daje on możliwość wpływania na prędkość przemieszczania masy i na wymiary warstwy, niezależnie od prędkości czynnika fluidyzującego, czym różni się praktycznie od urządzeń fluidyzacyjnych [11,12].

Z punktu widzenia procesu chłodzenia niestabilna charakterystyka wydajności związana ze zmianą wilgotności wybitej masy (co zwykle ma miejsce w praktyce przemysłowej) utrudnia dobór optymalnych parametrów procesu. Zmienny czas przebywania nadawy w urządzeniu oraz niestabilne wymiary warstwy (wysokość) są głównymi czynnikami zaburzającym proces chłodzenia.

W stosunku do wcześniej prowadzonych prac badawczych chłodziarek masy [4], aktualny stan techniki pomiarowej w zakresie przetworników oraz mikroprocesorowych układów stwarza nowe możliwości poznawcze procesów przebiegających podczas pracy chłodziarek wibrofluidyzacyjnych. Możliwe są do zrealizowania "szybkie" pomiary temperatury i wilgotności masy formierskiej oraz temperatury i wilgotności powietrza. Również dynamiczne pomiary natężenia przepływu strumienia: masy formierskiej, powietrza oraz wody chłodzącej nie stwarzają obecnie większych problemów technicznych. Można stwierdzić, że wielkości fizyczne uwzględnione na rysunku 7 mogą być obecnie mierzone z szybkością wystarczającą do badania nieustalonych stanów pracy chłodziarek wibrofluidyzacyjnych [11,12].

Wybrane parametry chłodziarek wibrofluidyzacyjnych typu CFM produkcji TECHNICAL przedstawiono w tabeli 3.

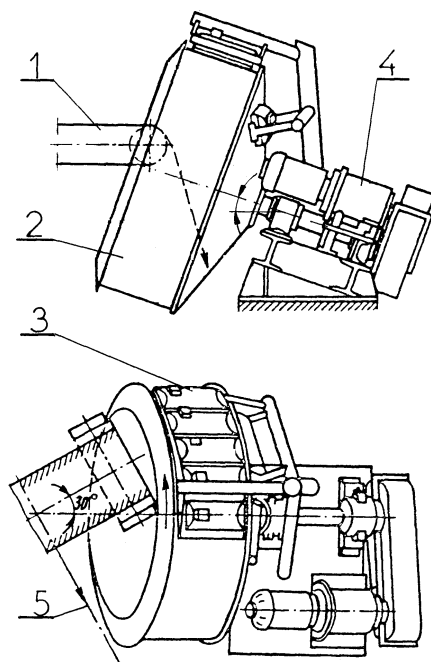
Tabela 3

Parametry chłodziarek wibrofluidyzacyjnych CFM oferowanych przez TECHNICAL [8]

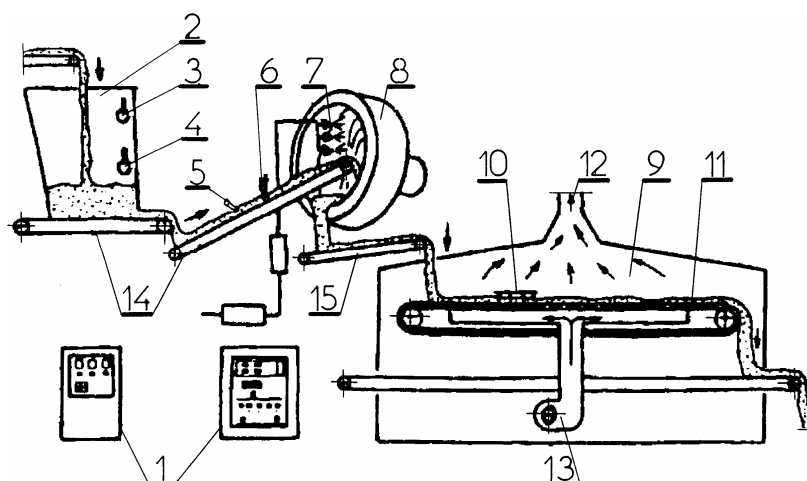
Typ	CFM-3510	CFM-4510	CFM-4515	CFM-4520
Wydajność, Mg/godz.	20÷30	27÷40	40÷60	54÷80
Zakres zmian temperatury: t_p ; t_k , $^{\circ}\text{C}$	80(120);40	80(120);40	80(120);40	80(120);40
Jednostkowy wydatek powietrza, (m^3/godz)/(Mg/godz.)	290÷435	280÷415	280÷420	281÷417

Masa używana przed procesem mieszania odświeżającego powinna być pozbawiona zdezaktywowanych składników oraz mieć odpowiednią i wyrównaną w całym zasobie temperaturę, jak też wilgotność. Podczas obiegu masy formierskiej ma miejsce naturalna homogenizacja masy używanej – jako efekt jej „mieszania” w procesach: wybijania, kruszenia, przesiewania, przesypywania w urządzeniach transportowych oraz przetrzymywania w odpowiednio pojemnych zasobnikach.

Uśrednianie stanu masy przeprowadza się w homogenizatorach, których rozwiązania bazują na konstrukcjach: mieszarek misowych, korytowych oraz bębnowych przelotowych i nieprzelotowych. Przykład rozwiązania homogenizatora bębnowego, nieprzelotowego zamieszczono na rysunku 9 [14]. W tego typu homogenizatorze nawilża się wstępnie masę przed wprowadzeniem do chłodziarki (rys.10).



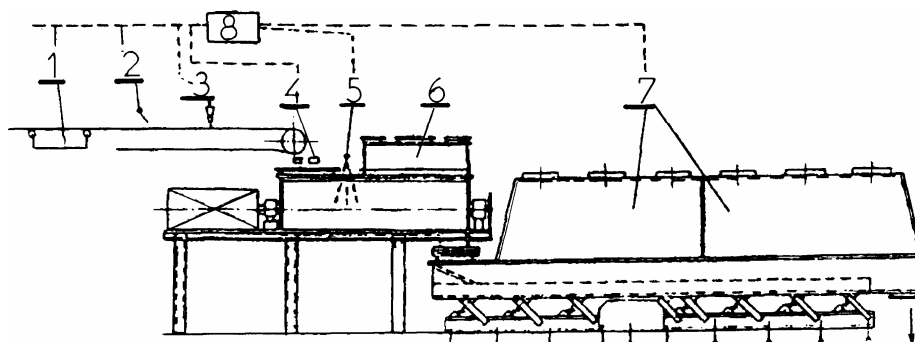
Rys.9. Schemat homogenizatora bębnowego: 1- podajnik taśmowy, 2- bęben homogenizatora, 3 - podgrzewane segmenty poboczniczy bębna, 4- silnik napędzający bęben, 5 – wysyp masy, kierunek działania przenośnika taśmowego odbierającego masę



Rys.10. System homogenizator – chłodziarka firmy Georg-Fischer [8]: 1-układ sterowania, 2-zbiornik, 3,4- wskaźniki poziomu, 5- wskaźnik obecności masy, 6- czujnik temperatury, 7- dysze natryskowe, 8- homogenizator SMT, 9- chłodziarka SC, 10- przegroda prętowa, 11- przenośnik członowy, 12- króciec odciągowy, 13- dmuchawa, 14- podajniki

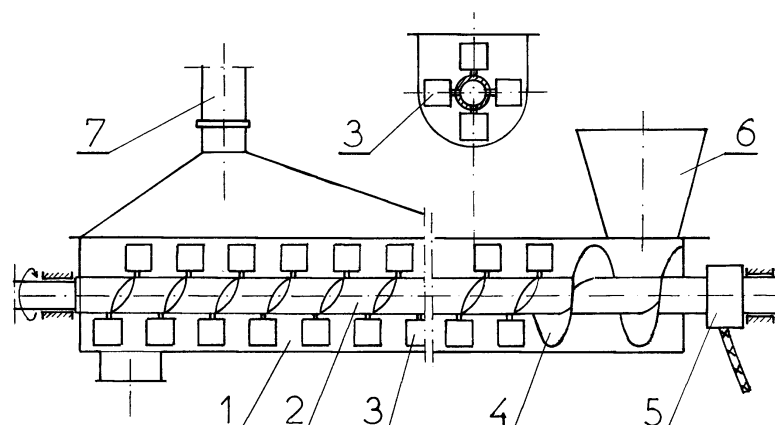
Na rysunku 11 przedstawiono układ homogenizator – chłodziarka proponowany przez TECHNICAL, jako przedstawiciela firmy SPACE.

Schemat oryginalnego homogenizatora, którego działanie oparto o zasadę pracy mieszarki korytowo-łopatkowej przedstawiono na rysunku 12. W urządzeniu tym zrealizowano przedmuchiwanie masy powietrzem wprowadzonym przez perforowane łopatki mieszające. Rozwiązanie takie pozwoliło na zmniejszenie zużycia się elementów mieszających, jak również na obniżenie (w granicach ok. 60%) energochłonności procesu ujednorodnienia.



Rys.11. System homogenizator – chłodziarka: 1- waga ciągłego mieszania, 2- czujnik obecności masy, 3- czujnik temperatury masy, 4- czujnik wilgotności masy, 5- układ natrysku wody, 6- homogenizator SPACE – MU, 7- chłodziarka wibrofluidyzacyjna, 8- układ sterowania PGF

Przedmuchi powietrzem oprócz obniżenia oporów tarcia, powoduje wzrost intensywności chłodzenia masy. Rozdział powietrza w kolektorze, zamontowanym na końcu wału mieszającego, sterowany jest w ten sposób, że powietrze przepływa przez łopatki mieszające jedynie w czasie ich zanurzenia w masie. Porównanie parametrów eksploatacyjnych homogenizatora korytowego z urządzeniami zagranicznymi wykazuje techniczną jego równorzędność [15].



Rys. 12. Schemat homogenizatora korytowego: 1- koryto, 2- wał, 3- elementy mieszające, 4- ślimak, 5- kolektor powietrza, 6- zbiornik masy, 7- króciec zespołu odpylającego

Wyposażenie linii przygotowania masy używanej wg wersji III (rys.3) stanowią wieloczynnościowe urządzenia bębnowe, obrotowe i wibracyjne. Realizują one oddzielenie masy formierskiej od odlewów oraz wstępne ich oczyszczanie. W trakcie przemieszczania wybitej masy formierskiej następuje jej homogenizacja, chłodzenie wodno - powietrzne oraz kruszenie i przesiewanie.

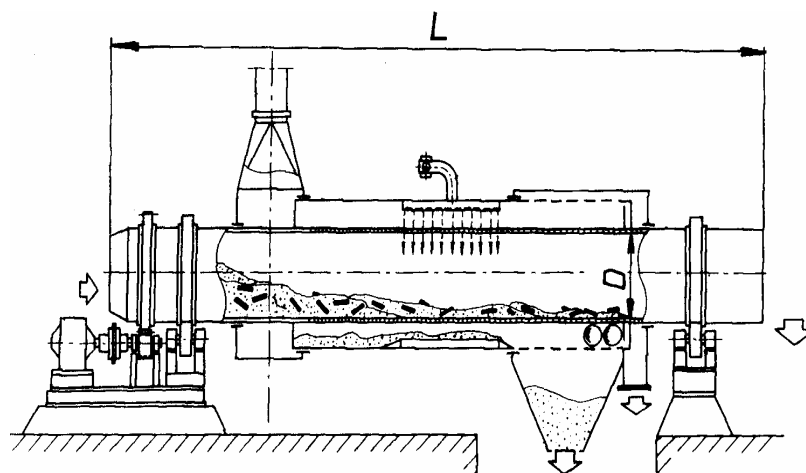
Zestawione w tabeli 4 dane wynikają z analizy charakterystyk technicznych bębnowych obrotowych i wibracyjnych [13,15]. Analiza uwzględnia porównywalne wielkościowo urządzenia bębnowe; w przypadku obrotowych (rys.13 o stosunku D/L wynoszącym od 2000/8750 do 3800/19810 w porównaniu z danymi odnoszącymi się do wibracyjnych (rys.14)

gdzie $D/L = 1250/6000$ do $3950/10000$ [8]. Wartości katalogowe dotyczą jednostkowej wydajności odnoszącej się do przemieszczania 1 tony masy formierskiej i odlewów.

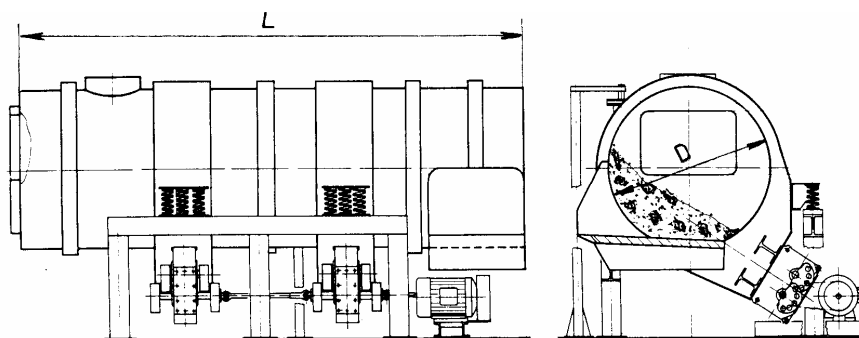
Tabela 4

Wskaźniki charakteryzujące wieloczynnościowe urządzenia bębnowe.

Wskaźniki porównawcze wieloczynnościowych urządzeń bębnowych	Przelotowe bębny obrotowe	Przelotowe bębny wibracyjne
Natężenie przemieszczania przez bęben nadawy	$4.8 \div 14.1 \text{ t/m}^2\text{h}$	$18.3 \div 20 \text{ t/m}^2\text{h}$
Średnia wartość prędkości przepływu powietrza przez bęben liczone na podstawie ilości powietrza odciągowego w m^3/h w stosunku do powierzchni poprzecznego przekroju bębna w m^2	$0.48 \div 1.45 \text{ m/s}$	$1.3 \div 2.7 \text{ m/s}$
Jednostkowy wydatek powietrza (ilość odciąganego z bębna powietrza w m^3/h w stosunku do przepustowości bębna w t/h)	$360 \div 417 \text{ m}^3/\text{t}$	$256 \div 489 \text{ m}^3/\text{t}$
Jednostkowe zapotrzebowanie energii określone jako iloraz zainstalowanej mocy w kW w stosunku do wydajności bębna w t/h (wybitych odlewów i masy formierskiej)	$0.88 \div 1.0 \text{ kWh/t}$	$0.61 \div 1.38 \text{ kWh/t}$



Rys. 13. Wieloczynnościowy przelotowy bęben obrotowy [8]



Rys. 14. Wieloczynnościowy przelotowy bęben wibracyjny [8]

Analiza porównawcza parametrów wskazuje na znaczny zasób masy przemieszczanej w bębnach wibracyjnych w stosunku do ich gabarytów. Jest to korzystne z uwagi na efekty homogenizacji. Z drugiej strony większe wypełnienie bębna zmniejsza możliwość uszkodzenia cienkościennych i kruchych odlewów. Z tego względu urządzenia wibracyjne są korzystniejsze od bębnowych obrotowych.

W kraju opracowano również udane bębny obrotowe CHWS –35 [7] konstrukcji PRODLEW oraz opracowane przez PPR „Real” [16].

Przedsiębiorstwo Projektowo-Produkcyjne TECHNICAL oferuje zestaw urządzeń do przygotowania masy używanej wraz z mieszarką do sporządzania masy. W skład kompleksowej stacji przerobu masy wchodzi: przenośnik masy zwrotnej, przenośnik kubełkowy, przesiewacz, chłodziarka, zbiorniki masy oraz dodatków odświeżających, elektroniczne układy dozowania, układ odpylania SPM, aparatura pomiaru i regulacji wilgotności oraz układ automatycznego sterowania. Wymienione urządzenia wraz z aparaturą kontrolno-sterującą oraz mieszarką stanowią kompletne wyposażenie przerobu masy.

3. Wyposażenie ciągu sporządzania mas formierskich z bentonitem

Sporządzanie masy formierskiej z bentonitem obejmuje przede wszystkim mieszanie składników. Masę poddaje się również odstawianiu i spulchnianiu, które to zabiegi są istotne dla uzyskania dobrych efektów zagęszczania przy wytwarzaniu form.

Mieszanie jest szczególnie ważne w przypadku mas syntetycznych, w których, oprócz ujednoczenia składu, jest niezbędne spowodowanie dobrego połączenia (adhezyjnego) substancji wiążącej (mieszanki gliny z wodą) z powierzchnią ziaren osnowy piaskowej.

Do sporządzania mas klasycznych tak odświeżonych, jak i wyjściowych (z samych świeżych materiałów) w kraju stosuje się przede wszystkim mieszarki o poziomej lub pionowej osi obrotu krążników, okresowego oraz ciągłego działania. Coraz większe zastosowanie do sporządzania mas odświeżonych znajdują mieszarki wirnikowe (turbinowe) typu MTI, produkowane przez TECHNICAL.

Procesy sporządzania masy wymagają aby podstawowy składnik tj. masa wybita była wstępnie nawilżona do wilgotności około 1.5% (zwykle w homogenizatorach). Po co najmniej godzinnym odleżeniu może być odświeżana, celem uzyskania masy odświeżonej. Wcześniejsze, częściowe nawilżenie masy używanej obniża jej temperaturę, skraca czas mieszania masy odświeżanej, a nawet może umożliwić zmniejszenie dodatku świeżego bentonitu [16]. Zmniejsza się także, co nie jest bez znaczenia, zapylenie w odlewni.

Obok znanych sposobów chłodzenia masy, jako odrębnej czynności przygotowania masy używanej, proponuje się realizację równoczesnego chłodzenia i mieszania masy w jednym urządzeniu. Stosuje się podciśnienie, intensyfikujące proces parowania wody zawartej w masie, a tym samym jej chłodzenia. Szybkość chłodzenia może być kontrolowana przez regulację szybkości obniżania ciśnienia. Metoda ma jeszcze jedną korzystną cechę, a mianowicie umożliwia zastosowanie do nawilżania masy wody uzyskanej podczas kondensacji pary powstałej stworzonego podciśnienia. Woda ta, w porównaniu z wodą przemysłową, nie zawiera soli, szkodliwych dla bentonitu [1,8].

Odstawanie i spulchnianie są zabiegami korzystnymi dla jakości mas syntetycznych (i ogólnie klasycznych) oraz dla procesu zagęszczania tych mas [1,2]. Wprowadzona do masy woda nie uzyskuje, podczas stosunkowo krótkiego czasu mieszania, stanu niezbędnego do stworzenia optymalnego układu w systemie: glina-osnowa piaszkowa. Dlatego też w celu ujednoczenia właściwości jest celowe odstawanie mas (co najmniej 2 h). Polepsza ono wytrzymałość i przepuszczalność w stanie wilgotnym, a także plastyczność masy. Odstawanie masy często nie jest możliwe ze względów organizacyjnych, ale we wszystkich przypadkach, w których nie występują ograniczenia organizacyjne, zabieg ten powinno się stosować [1,2].

Masa formierska z bentonitem, po wyjściu z mieszarki, jest często zbrylona. Użycie takiej masy bez spulchnienia utrudnia uzyskanie gładkiej powierzchni wnętrza formy. Rozbicie grudek i zlepków masy wykonuje się za pomocą spulchniarek różnych typów: palcowych (tarczowych), wirnikowych, bębnowych i taśmowych, działających indywidualnie, bądź też stanowiących część składową agregatów. Do spulchniania masy można użyć spulchniarek wirnikowych (turbiniowych) typu ST produkcji TECHNICAL o wydajności 10÷80 m³/godz. [3].

Podsumowanie

Analizując stan techniki w zakresie wyposażenia linii przerobu syntetycznej masy formierskiej można stwierdzić, że w krajowej ofercie występują wszystkie urządzenia niezbędne do realizacji różnorodnych wariantów obróbki. Oferowane urządzenia krajowe charakteryzują się nowoczesnością rozwiązań, efektywnością działania oraz szerokim zakresem wydajności.

Wydaje się, że celowym byłoby też rozszerzenie oferty o urządzenia oparte na oryginalnych, krajowych rozwiązaniach tym bardziej, że badania prototypów wykazały ich skuteczną i efektywną pracę.

Omówione urządzenia umożliwiają wyposażanie linii przygotowania masy używanej stosownie do wielkości produkcji odlewów, stopnia mechanizacji oraz intensywności wykorzystywania zasobu masy. Pozwalają one na:

- tworzenie stacji autonomicznych – obsługujących pojedyncze linie formierskie; stwarza to warunki do zawężenia zakresu zmian właściwości masy dla określonej linii, obniżenia czasu mieszania oraz skrócenia dróg transportowych,
- kompleksową obróbkę masy używanej polegającą na: homogenizacji, chłodzeniu oraz usuwaniu drobnych zanieczyszczeń.

Prawidłowa eksploatacja urządzeń przerobu masy formierskiej wymaga przede wszystkim kontrolowania i korygowania ilości obrabianej masy, utrzymywania określonej jej wilgotności oraz ujednorodnienia. Istotne znaczenie ma wyposażenie w aparaturę do automatycznej kontroli poszczególnych faz przerobu masy formierskiej.

Na Wydziale Odlewnictwa są prowadzone prace naukowo-badawcze dotyczące kompleksowego ujęcia przebiegu zjawisk podczas obróbki masy formierskiej. Posiadane stanowiska badawcze są nadal wyposażane w nowoczesną aparaturę pomiarową. Opracowywane są algorytmy sterowania pracą urządzeń w oparciu o zweryfikowane modele teoretyczne.

Literatura

- [1] Lewandowski J. L.: Tworzywa na formy odlewnicze. Wyd. Akapit. Kraków, 1997.
- [2] Lewandowski L.: Materiały formierskie i rdzeniowe. PWN. Warszawa, 1991.
- [3] Materiały Konferencji TECHNICAL'99.: Nowoczesne techniki przygotowania mas formierskich. Nowa Sól, 1999.
- [4] Sztefko F.: Analiza procesów przygotowania formierskiej masy używanej w aspekcie ich mechanizacji. Zeszyty Naukowe AGH, Metalurgia i Odlewnictwo, nr. 139, Kraków, 1991.
- [5] Sztefko F., Gregoraszczyk M., Fedoryszyn A.: Optymalne wyposażenie linii przerobu mas formierskich podstawą racjonalnej ich eksploatacji. Prace Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej pt. "Eksploatacja Urządzeń Odlewniczych". Uniejów 1985, s. 113.
- [6] Dańko J., Fedoryszyn A.: Rezultaty prac badawczych realizowanych w Instytucie Technologii i Mechanizacji Odlewnictwa AGH w zakresie doskonalenia maszyn do przygotowania mas formierskich. Materiały Międzynarodowego Sympozjum pt. "Nowoczesne technologie wytwarzania form i rdzeni odlewniczych". Szczyrk 1987, s. 136 .
- [7] Prace naukowo-badawcze Wydziału Odlewnictwa AGH realizowane w latach 1978÷1996.:
Zebranie danych o światowych tendencjach w zakresie rozwoju technologii odlewniczych z uwzględnieniem problematyki ochrony środowiska,
Analiza i opracowanie danych dla usprawnienia eksploatacji automatycznych linii wytwarzania odlewów,

Analiza ciągów przygotowania i sporządzania mas formierskich, Analiza zjawisk zachodzących w tworzywce formy odlewniczej podczas krzepnięcia i stygnięcia odlewów oraz ich wpływu na przebieg procesów przygotowania masy używanej,

Badanie modelu nawilżająco-homogenizującego do obiegowej masy formierskiej,

Badanie prototypu chłodziarko-wybijarki CHWS-35.

Badania separatora wibrofluidalnego zanieczyszczeń metalowych i niemetalowych o wydajności 40 m³/h.

Opracowanie rozwiązań i charakterystyki stanowisk badawczych wybranych zmechanizowanych i zautomatyzowanych procesów odlewniczych.

- [8] Katalogi firm TECHNICAL, DOZAMET Nowa Sól oraz FMO Kraków. Materiały ofertowe: DISA, C. SCHENCK AG, BONVILLAIN-RANCERAY, GEORG-FISCHER, SPACE, EIRICH.
- [9] Gregoraszcuk M., Smyksy K., Fedoryszyn A. i in.: Badanie i analiza pneumatycznego wybijania odlewów. Projekt badawczy KBN, Kraków 1995.
- [10] Sztefko F., Smyksy K.: Numeryczne ujęcie procesu chłodzenia mas obiegowych. Zeszyty Naukowe AGH nr. 4. Kraków, 1983, s. 439.
- [11] Fedoryszyn A., Smyksy K., Gregoraszcuk M., Bast J.: Problematyka badań wibrofluidyzacyjnych chłodziarek masy formierskiej. Some Investigation Problems of Return Sand Coolers of Vibro-Fluidised Bed Type. Acta Metallurgica Slovaca, 5, 1999, s. 93.
- [12] Fedoryszyn A., Gregoraszcuk M., Smyksy K.: Parametry i możliwości użytkowe podajników wibrofluidyzacyjnych. Archiwum Technologii Maszyn i Automatykacji nr.18, 1998, s. 95.
- [13] Gregoraszcuk M., Fedoryszyn A., Smyksy K.: Charakterystyka bębnowych urządzeń do oddzielania odlewów oraz przygotowania formierskiej masy używanej. Characteristic of Multifunctional Drum Devices for Knock out of Casting and Return Moulding Sand Preparing. Acta Metallurgica Slovaca, 5, 1999, s. 104.
- [14] Jampolskij E.S., Szestopał W.M.: Projektowanie maszynostoitelnych zawodow i cechow. Projektowanie litejnych cechow i zawodow. Tom 2. Maszynostrojenie. Moskwa, 1974.
- [15] Żurawski L., Dańko J.: Zagadnienie oceny bębnowych urządzeń do wybijania i chłodzenia odlewów. Materiały VII Sympozjum Naukowego Wydziału Odlewnictwa AGH z okazji Dnia Odlewnika. Kraków, 1981, s.96.
- [16] Babiński J., Badura F., Gawroński J., Szajnar J.: Wstępne nawilżanie masy z bentonitem w urządzeniu firmy „Real”. Krzepnięcie metali i stopów nr. 35. PAN Katowice, Bielsko-Biała, Częstochowa, Opole, 1998, s. 93.

ANALIZA METOD OCENY REGENEROWALNOŚCI ZUŻYTYCH MAS FORMIERSKICH I RDZENIOWYCH ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM METOD RUCHOWYCH¹

*dr hab. inż. Józef Dańko², prof. zwyczajny dr hab. inż. Jan Lech Lewandowski³
Wydział Odlewnictwa Akademii Górniczo-Hutniczej
im. Stanisława Staszica*

1. Wprowadzenie

Przez pojęcie regenerowalności zużytej masy rozumie się łatwość odzysku jej pełnowartościowych składników.

Najkorzystniejsza sytuacja jest wówczas, gdy właściwości odzyskanych składników są możliwie najbardziej zbliżone do właściwości wyjściowych składników masy, lub są od nich lepsze. Obecnie regeneruje się w zasadzie tylko jeden składnik masy zużytej, a mianowicie osnowę piaskową, a otrzymany produkt określa się nazwą regeneratu. Podejmowane były i czynione są nadal próby odzyskania innych, poza osnową piaskową, składników masy, na przykład szkła wodnego, aktywnego bentonitu [1].

Odzyskiwanie szkła wodnego nie znalazło zastosowania przemysłowego przede wszystkim ze względu na niską cenę tego spoiwa w stosunku do kosztów regeneracji. Natomiast obecność aktywnego bentonitu w zużytych masach klasycznych jest bardzo ważna nie tylko ze względu na odzyskanie tego surowca i zmniejszenie ilości odpadu wywożonego na składowisko, lecz także ze względu na przebieg procesu regeneracji osnowy piaskowej ze zużytej masy klasycznej. Obecność aktywnego bentonitu w zużytej masie klasycznej pogarsza jej regenerowalność i dlatego zaleca się [5] selekcję mas podczas wybijania odlewów, aby stracić jak najmniej aktywnego bentonitu, zmniejszyć dodatek świeżego bentonitu podczas odświeżania klasycznej masy używanej oraz polepszyć regenerowalność zużytej masy, poddawanej procesowi odzysku osnowy piaskowej.

Jako ogólne kryterium regenerowalności osnowy ze zużytej masy można przyjąć stopień zbliżenia składu chemicznego regeneratu do składu wyjściowej osnowy piaskowej, uzyskany przy możliwie najmniejszym nakładzie pracy. Im szybciej uzyska się określony poziom zbliżenia składu chemicznego regeneratu do wyjściowej osnowy piaskowej tym lepsza jest regenerowalność zużytej masy. Praktycznie szybkość uzyskania odpowiedniego stopnia zbliżenia zależy również od zastosowanej metody regeneracji. Aktualnie nie ma jednej, uniwersalnej metody regeneracji, którą można by uznać za przydatną do oceny regenerowalności wszystkich stosowanych mas. Dlatego też w stosowanych dotychczas próbach oceny są używane różne metody regeneracji, co umożliwia miarodajną i porównywalną ocenę zużytych mas, zawierających różne materiały wiążące, pod względem regenerowalności.

2. Elementy oceny skuteczności obróbki regeneracyjnej masy

W zależności od rodzaju masy zużytej proces regeneracji może być oceniany na podstawie zawartości lepszycza w zregenerowanej osnowie, jego aktywności, strat prażenia, odczynu pH i coraz częściej zapotrzebowania kwasu Z_K (w literaturze anglojęzycznej Acid Demand Value - ADV). Dodatkowo wykonuje się analizę składu chemicznego osnowy i mikroskopowe badania morfologii powierzchni ziarn osnowy. Zaleca się ponadto dokonywanie pomiaru przewodności elektrycznej regeneratu, przy czym wartość pH i przewodnictwo elektryczne muszą być

¹ Badania zrealizowano częściowo w ramach pracy własnej nr 10.10. 170. 60.

² Dr hab. inż. prof. nadzw. Wydział Odlewnictwa AGH

³ Prof. zw. dr hab. inż.

mierzone w takich samych warunkach. Istotnym elementem oceny jakości regeneratu są badania właściwości technologicznych masy sporządzanej ze zwiększającym się udziałem regeneratu, aż do całkowitego zastąpienia świeżego piasku formierskiego przez regenerat [2, 4].

Dla potrzeb praktycznych zostały opracowane ruchowe metody oceny skuteczności urządzeń i skłonności masy zużytej do regeneracji [3, 6]. Omówione dalej metody ruchowe charakteryzują się podobieństwem do procesów fizycznych i chemicznych realizowanych w danym sposobie regeneracji, którego uzupełnieniem jest proces pneumatycznego odpylania (klasyfikacji pneumatycznej) ziarn osnowy.

Wielkością, za pomocą której można ocenić stopień oczyszczenia ziarn jest wskaźnik stopnia uwolnienia osnowy masy z materiału wiążącego i drobnych frakcji osnowy, określony wzorem

$$W_{RK} = \frac{U_R - U_N}{U_B} \cdot 100\% \quad (1)$$

Wielkość U_R określa się wyznaczając w kolumnie fluidyzacyjnej ubytki próbek masy poddanej wcześniej regeneracji mechanicznej na sucho. Ubytek procentowy U_R masy próbki po regeneracji mechanicznej suchej i klasyfikacji pneumatycznej oblicza się ze wzoru

$$U_{RS} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \cdot 100\% \quad (2)$$

w którym: m_0 - masa początkowa próbki masy zużytej, [g], m_1 - masa próbki po regeneracji mechanicznej suchej i następującej po niej operacji klasyfikacji pneumatycznej, [g].

Wielkość $U_B = E + U_p$ oznacza łączny udział składników i frakcji technologicznie nieprzydatnych w zużytej masie, przy czym U_p reprezentuje łączną zawartość cząstek bardzo drobnych i pyłowych, które należy usunąć z osnowy w wyniku przedmuchiwanie jej powietrzem o określonej prędkości, natomiast E jest zawartością materiału wiążącego (lepiszcza) odmytego w trakcie typowego jego oznaczania w próbce masy. Występującą we wzorze wielkość U_N wyznacza się na co najmniej 100 gramowych próbkach wysuszonej masy zużytej (przed poddaniem jej regeneracji), które przedmuchiwa się w kolumnie fluidyzacyjnej z określoną prędkością powietrza w wyniku czego następuje usunięcie z próbki frakcji pyłowych niezwiązanych z osnową.

Regenerowalność masy w przypadku regeneracji mechanicznej-ścierniej może być w warunkach ruchowych określona jako wartość względna stopnia uwolnienia osnowy masy z materiału wiążącego po umownym czasie działania aparatu symulującego ściernie działanie regeneratora (np. po 3 min.), odniesiona do stopnia uwolnienia tej osnowy uzyskanego po czasie, gdy praktycznie ustala się jego wartość (np. po 20 min.). Oznaczając przykładowo wartość wskaźnika dla przyjętego umownie czasu regeneracji równego 3 minuty przez $W_{RK(3 \text{ min.})}$, a wartość graniczną wskaźnika uzyskaną po 20 minutach przez $W_{RK(20 \text{ min.})}$, można zaproponować wzór wyrażający zdolność masy do regeneracji

$$P_R = \frac{W_{RK(3 \text{ min.})}}{W_{RK(20 \text{ min.})}} = \frac{U_{R(3 \text{ min.})} - U_N}{U_{R(20 \text{ min.})} - U_N} \cdot 100\% \quad (3)$$

W regeneracji cieplnej wskaźnik skuteczności regeneracji określa się z zależności:

$$W_{SRC} = \frac{U_C}{S} \cdot 100\% \quad (4)$$

gdzie:

U_C - ubytek masy próbki 100 gramowej regenerowanej w wyniku wypalania w piecu w stałej temperaturze 850 °C, [%],

S - całkowita zawartość spoiwa i wszystkich usuwalnych w określonej temperaturze materiałów (określona przez całkowite wypalenie próbki masy), [%].

W przypadku regeneracji cieplnej połączonej z klasyfikacją pneumatyczną odpowiedni wskaźnik skuteczności regeneracji jest równy

$$W_{SR(c+k)} = \frac{U_C + U_p}{S + U_p} \cdot 100\% \quad (5)$$

W systemach regeneracji mokrej ocena skuteczności urządzeń polega na określeniu na drodze odmywania lepiszcza ubytku materiału wiążącego z próbki masy zużytej po jej wcześniejszej regeneracji mokrej i wysuszeniu. Ubytek określa się ze wzoru

$$U_{RM} = m_{s0} - m_{s1} \quad (6)$$

gdzie: m_{s0} - masa początkowa lepiszcza odmytego z próbki masy zużytej przed regeneracją, [g],
 m_{s1} - masa lepiszcza odmytego z próbki masy po regeneracji mokrej i wysuszeniu, [g].

Przyjmując, że początkowa masa próbki wynosi m_{pr} [g], teoretyczny ubytek jej masy po regeneracji mokrej, wysuszeniu i klasyfikacji pneumatycznej powinien wynieść

$$U_{RM+K} = m_{pr} - (U_{RM} + U_p) \quad (7)$$

gdzie: U_p jest łączną zawartością cząstek bardzo drobnych i pyłowych, wyrażoną w gramach, które należy usunąć z pozabawionej lepiszcza osnowy. Odpowiada to zawartości kilku ostatnich sit z typowego zestawu do analizy sitowej, na których gromadzą się frakcje osnowy uznane za nieprzydatne technologicznie. Sumaryczny, procentowy ubytek ΣU_{RM+K} masy próbki po regeneracji mokrej i klasyfikacji pneumatycznej oblicza się ze wzoru

$$\Sigma U_{RM+K} = \frac{m_{pr} - (U_{RM} + U_K)}{m_{pr}} \cdot 100\% \quad (8)$$

Stopień oczyszczenia ziarn za pomocą regeneracji mokrej ma analogiczną postać do podanej we wzorze (1)

$$W_{RKM} = \frac{\Sigma U_{RM+K} - U_N}{U_B} \cdot 100\% \quad (9)$$

3. Warunki i metoda badań regeneracji symulowanej w aparacie LSz1

Weryfikację zaproponowanych metod oceny suchej regeneracji mechanicznej przeprowadzono z użyciem różnych rodzajów zużytej masy formierskiej i rdzeniowej.

Badania były prowadzone na masie nie poddanej suszeniu w podwyższonej temperaturze oraz na masie suszonej w podwyższonej temperaturze. Do naczynia każdorazowo wsypywano po 120 g masy, ważonej na wadze elektronicznej typu "Precisa 800 M" firmy Medicad LTD z dokładnością do 0,001 g. Pomiar polegał na dwukrotnym określeniu ilości startej otoczki materiału wiążącego z osnowy dla tego samego czasu ścierania.

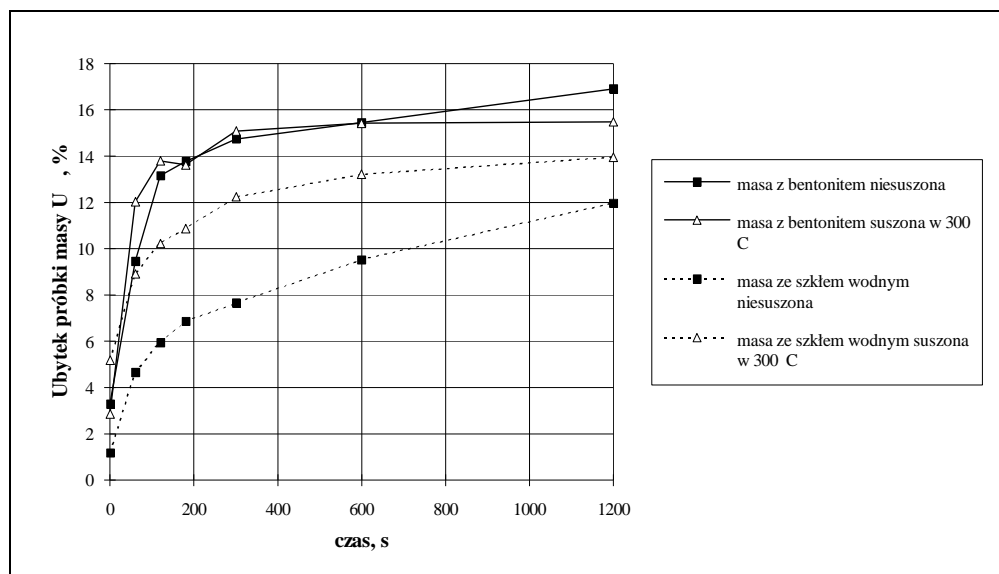
Każda próbka masy po operacji ścierania była poddawana klasyfikacji w kolumnie fluidyzacyjnej o średnicy 60 mm, przy prędkości przedmuchiwania równej 1 m/s, w czasie wynoszącym 4 minuty. Przeprowadzone badania uzupełniono o określenie zawartości lepiszcza w produktach suchej regeneracji uzyskanych dla różnych czasów obróbki regeneracyjnej próbek odpylonych w kolumnie fluidyzacyjnej. W tym przypadku kolejne próbki zregenerowanej

mechanicznie i odpylonej osnowy były poddawane odmywaniu lepiszcza w aparacie LSz1, analogicznie jak to ma miejsce w standardowych próbach.

Poziom odniesienia w tych próbach stanowiło określenie całkowitej zawartości lepiszcza w próbce masy przed poddaniem jej regeneracji.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Na rysunku 1 przedstawiono wyniki badania wpływu czasu ścierania na sucho w typowym aparacie Lsz1 na ilość materiału wiążącego startego z powierzchni ziarn osnowy w zależności od rodzaju masy i sposobu jej przygotowania przed procesem ścierania.



Rys.1. Wpływ czasu ścierania na sucho w aparacie Lsz1 różnych rodzajów masy zużytej na jej procentowy ubytek U_R . Linie ciągłe - masa z bentonitem, przerywane - masa ze szkłem wodnym [2]

Zamieszczone badania wskazują, że zastosowanie prób ruchowych daje w tych samych warunkach porównywalne wyniki pozwalające na względną ocenę łatwości oczyszczenia ziarn osnowy w wyniku regeneracji. Widoczny jest wpływ rodzaju masy i sposobu jej przygotowania do regeneracji.

4. Badania stopnia uwolnienia osnowy z otoczek zużytego materiału wiążącego poddanego regeneracji w doświadczalnym regeneratorze odśrodkowym oraz w aparacie testowym

Badania przeprowadzono z użyciem dwóch rodzajów zużytej masy. Równolegle prowadzono badania ścierania otoczki materiału wiążącego z ziarn osnowy z wykorzystaniem aparatu LSz1 o prędkości obrotowej wirnika 48 obrotów na sekundę oraz regeneratora doświadczalnego. Składy badanych mas zamieszczono w tabeli 1.

Badania były prowadzone na masie z bentonitem w stanie naturalnego wysuszenia w temperaturze otoczenia, a na masie ze szkłem wodnym - w stanie wysuszonym termicznego w temperaturze 250 - 300°C.

Każda próbka masy po operacji ścierania była poddawana klasyfikacji w ustalonych wcześniej warunkach. Określano także zawartość lepiszcza w produktach regeneracji dla różnych czasów obróbki regeneracyjnej próbek.

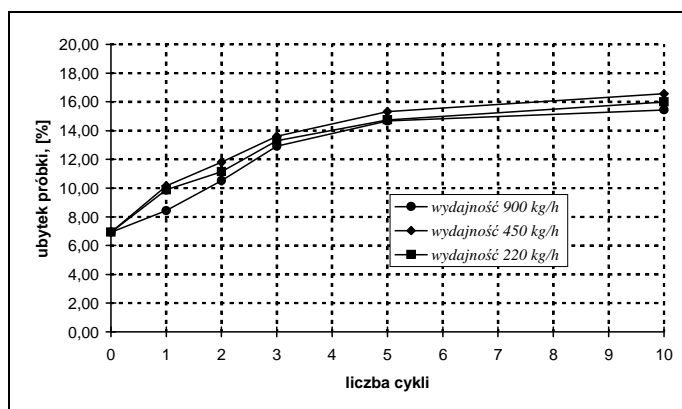
Tabela 1. Składy mas badanych w urządzeniu odśrodkowym

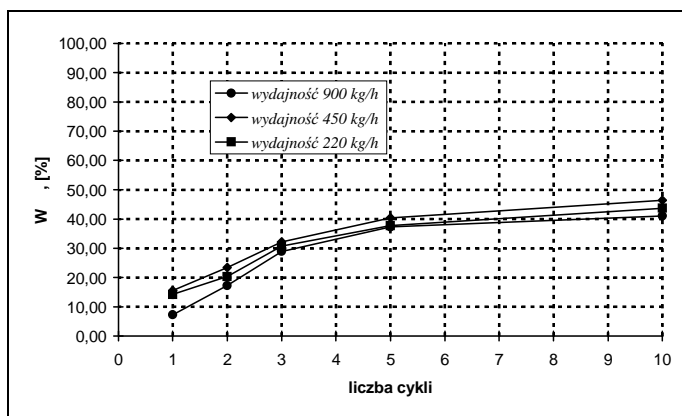
Składnik	Rodzaj masy	
	Masa syntetyczna z bentonitem	Masa ze szkłem wodnym
piasek kwarcowy	100 cz. w.	100 cz. w.
woda	3,2 cz. w.	1 cz. w.
bentonit	8 cz. w.	3 cz. w.
pył węglowy	-	-
szkło wodne	-	5 cz. w.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

A. Masa z bentonitem

Na rysunku 2 przedstawiono wyniki badań ubytku próbki masy z bentonitem, zregenerowanej w urządzeniu doświadczalnym, przy różnych wydajnościach regeneracji. Obliczone na tej podstawie wartości wskaźnika uwolnienia ziarn z otoczek materiału wiążącego przedstawiono na rysunku 3. Jak można zauważyć, charakter uzyskanych krzywych ma analogiczny przebieg do wykresu ubytków w funkcji czasu obróbki regeneracyjnej próbki masy w aparacie testowym (rys. 1). Stanowi to uzasadnioną przesłankę do poszukiwania korelacji pomiędzy wartościami odpowiednich wskaźników uzyskanymi w aparacie testowym oraz w regeneratorsze doświadczalnym, którego wydajności mogą być porównywane z małymi urządzeniami przemysłowymi. Badane wielkości dla masy z bentonitem znajdują się w bardzo wąskim przedziale wartości, co pozwala stwierdzić ogólną prawidłowość, że wydajność dozowania masy z bentonitem ma nieduży wpływ na efekt ścierania z powierzchni ziarn zużytej otoczki materiału wiążącego. Jest to zapewne związane z łatwością oddzielania z ziarn osnowy zużytego lecz nie przypieczonego do ich powierzchni materiału wiążącego. Dla badanych wydajności w bardzo zbliżonym zakresie wartości znajduje się również wskaźnik stopnia uwolnienia ziarn z otoczek materiału wiążącego.

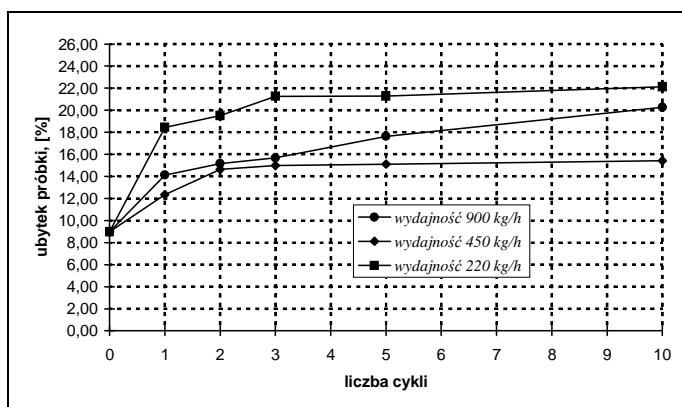
Rys. 2. Zależność ubytków masy U_R od liczby cykli regeneracji masy zużytej z bentonitem w regeneratorsze mechanicznym odśrodkowym [9]



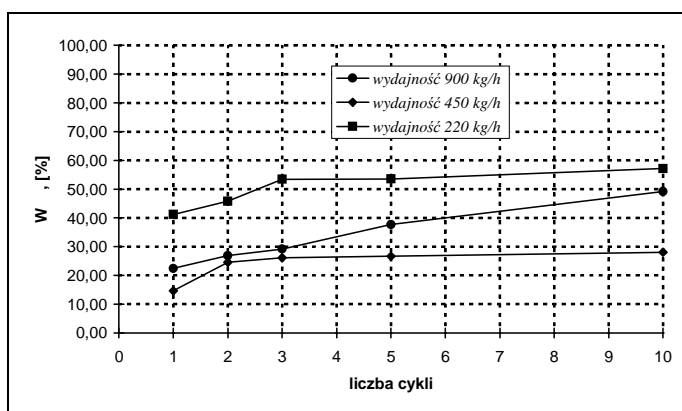
Rys. 3. Zależność wskaźnika stopnia uwalniania materiału wiążącego i drobnych frakcji osnowy W_{RK} od liczby cykli regeneracji masy zużytej z bentonitem w regeneratorze mechanicznym odśrodkowym [9].

B. Masa ze szkłem wodnym

Analogiczne badania, jak dla masy z bentonitem, zostały przeprowadzone również z użyciem masy ze szkłem wodnym. Wyniki odnośnych badań przedstawiono na rysunkach 4 i 5. Zwraca uwagę zróżnicowanie wartości ubytków próbek masy poddanej regeneracji przy różnych wydajnościach dozowania.



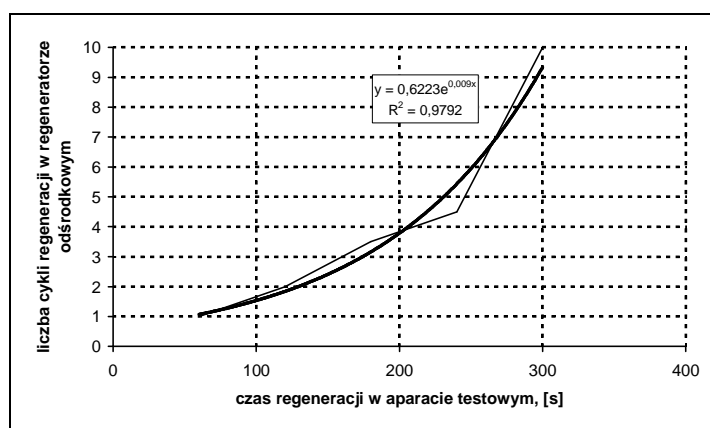
Rys. 4. Zależność ubytków masy U_R od liczby cykli regeneracji dla masy zużytej ze szkłem wodnym w regeneratorze mechanicznym odśrodkowym



Rys. 5. Zależność wskaźnika stopnia uwalniania materiału wiążącego i drobnych frakcji osnowy W_{RK} od liczby cykli regeneracji masy zużytej ze szkłem wodnym w regeneratorze mechanicznym odśrodkowym

5. Analiza porównawcza i korelacja wyników oceny regeneracji w urządzeniu doświadczalnym oraz w aparacie testowym

Na rysunku 6 przedstawiono zależność pomiędzy liczbą cykli regeneracji masy zużytej z bentonitem uzyskaną w doświadczalnym regeneratorze odśrodkowym, a czasem regeneracji w aparacie testowym, niezbędnym do uzyskania takiej samej wartości wskaźnika uwolnienia ziarn W_{RK} . Analiza wykresu pozwala stwierdzić praktycznie prostoliniowy charakter zależności obu wielkości w zakresie czasu regeneracji od 0 do 240 sekund (linia cienka). Przekroczenie tego czasu regeneracji wymaga bardziej intensywnego zwiększania liczby cykli regeneracji dla osiągnięcia tej samej wartości wskaźnika regeneracji W_{RK} . W celu uogólnienia wyników dokonano statystycznego ich opracowania i przedstawienia w postaci równania wykładniczego (krzywa pogrubiona).



Rys. 6. Zależność pomiędzy liczbą cykli regeneracji w doświadczalnym regeneratorze odśrodkowym, a czasem regeneracji w aparacie testowym masy zużytej z bentonitem, niezbędnym do uzyskania takiej samej wartości wskaźnika uwolnienia ziarn W_{RK} .

Tabela 2. Proponowane metody oceny regeneratu uzyskane z różnych rodzajów masy zużytej (w nawiasie podano kolejność (1-5) według zmniejszającej się hierarchii ważności oceny)

Zalecana metoda oceny regeneratu	Rodzaj masy zużytej przeznaczonej do odzysku osnowy				
	Masa z bentonitem i pyłem węglowym	Masa ze szkłem wodnym utwardzana CO_2	Masa ze szkłem wodnym utwardzana estrami (proces floster)	Masa z cementem	Masa z żywicami syntetycznymi
Wytrzymałość masy z regeneratem	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)
Zawartość lepiszcza	(2)	(-)	(-)	(2)	(-)
Aktywność lepiszcza	(3)	(-)	(-)	(-)	(-)
Straty prażenia (LOI)	(3)	(-)	(-)	(-)	(1)
Analiza sitowa	(4)	(3)	(3)	(4)	(4)
Zawartość N_2O	(-)	(1)	(1)	(-)	(-)
Morfologia powierzchni (mikroskop)	(5)	(5)	(4)	(5)	(5)
Odczyn chemiczny osnowy (pH, Z_K)	(-)	(4)	(5)	(3)	(3)

6. Podsumowanie

Proces odzysku osnowy metodami regeneracji, mający wiele różnych odmian technicznych, wymaga stosowania odpowiednich kryteriów umożliwiających obiektywną ocenę zarówno jakości procesu, jak i nowych technik regeneracji. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono stopień przydatności opracowanych metod ruchowych do oceny przebiegu procesu regeneracji w urządzeniach mechanicznych oraz do bieżącego sterowania przebiegiem procesu regeneracji masy z bentonitem oraz ze szkłem wodnym.

W odniesieniu do regeneracji osnowy przeznaczonej do wykonywania rdzeni z uwzględnieniem rodzaju masy zużytej mogą mieć zastosowanie metody oceny zamieszczone w tabeli 2, przy czym w zależności od wymagań stawianych regeneratowi mogą – dla masy z danym materiałem wiążącym – być stosowane niektóre z proponowanych metod oceny lub też wszystkie podane metody.

LITERATURA

1. Dańko J., Holtzer M., Lewandowski J.L.: „The possibilities of a reclamation of components from moulding sands”. Acta Metallurgica Slovaca, ročník 3, tom 1/2, Košice 1997, s. 228 - 232
2. Dańko J., Łucarz M., Bodzoń L.: „Porównawcze badania efektywności regeneracji mechanicznej różnych rodzajów zużytej masy formierskiej”. Acta Metallurgica Slovaca, ročník 4, tom 2, Košice 1998, s. 207 - 213.
3. Dańko J.: „The general problems of evaluation of mechanical reclamation effectiveness in foundries”. Materials Science nr 2(9), 1999, Kaunas (Lithuania), s. 54-57.
4. Holtzer M., Dańko J., Lewandowski J.L., I. Kargulewicz, A. Zapalski „Możliwość wykorzystania metody określania zapotrzebowania na kwas (Z_k) do oceny jakości regeneratu mas z cementem. Acta Metallurgica Slovaca, ročník 4, tom 2, Košice 1998, s. 130-136
5. Lewandowski J. L., Dańko J.: Znaczenie selekcji mas podczas wybijania odlewów. Krzepnięcie metali i stopów, 1998, nr 35, s. 47-55.
6. Lewandowski J., L., Dańko J., Łucarz: „Zagadnienie oceny efektywności procesu regeneracji zużytej masy z bentonitem”. Krzepnięcie Metali i Stopów-Solidification of Metals and Alloys. PAN, t. 35/7, Katowice-Bielsko-Biała-Katowice, 1998, s. 57-65
7. Tilch W.: „Mechaniczna regeneracja piasku ze zużytych mas zawierających bentonit”. Międzynarodowa Konferencja „Nowoczesne technologie odlewnicze - ochrona środowiska”, Kraków 6-8 września 1995, s. 24 – 36.
8. Wolf H.: GIFA 99. Umweltschutz und Urbeitschutz. Giesserei, t.86, 1999, nr 11, s. 64-67.
9. "Badania zmierzające do opracowania ruchowych metod oceny skuteczności urządzeń i skłonności masy zużytej do regeneracji mechanicznej-ściernej" Badania własne, Etap I - (1995), Etap II - (1996), Etap III - (1997), praca własna AGH Nr 5.8.170.88, Wydział Odlewnictwa AGH (kier. pracy Dańko J.)

WPLYW GĘSTOŚCI POCZĄTKOWEJ MASY NA EFEKTY FORMOWANIA

dr inż. Krzysztof Smyksy
Wydział Odlewnictwa Akademii Górniczo-Hutniczej
im. S. Staszica w Krakowie

Wstęp

Praca współczesnych maszyn formierskich oparta jest z reguły na dwustopniowym zagęszczaniu masy[13]. Większość metod formowania wykorzystywanych w pierwszym etapie może być określone jako dynamiczne. Wśród wielu parametrów decydujących o efektach formowania jako ważny czynnik wymienia się gęstość początkową masy formierskiej. Oczywiście pojęcie to obejmuje gęstość pozorną masy przed zagęszczaniem, równoznaczne z jej gęstością usypową. W przypadku tzw. masy hipotetycznej złożonej z kulistych ziaren o jednakowej wielkości w zależności od ich wzajemnego ułożenia porowatość przyjmuje wartości od 26% (układ czworo ścienny, liczba koordynacyjna $n=12$) do 47,6 % (układ sześcienny, $n=6$)[6]. Przy gęstości osnowy kwarcowej- $2,65 \text{ g/cm}^3$ gęstość pozorną odpowiadającą układowi sześciennemu wynosi około $1,39 \text{ g/cm}^3$ a układowi czworo ściennemu $1,96 \text{ g/cm}^3$. W wilgotnych masach klasycznych o powyższej osnowie gęstość pozorną masy przed zagęszczeniem może być bardzo zróżnicowana: od 0,7 do $1,2 \text{ g/cm}^3$ [6,7]. Pierwsza z wartości odpowiada masie bardzo spulchnionej druga masie zgęszczonej własnym ciężarem w zasobniku. W spulchnionej masie porowatość może przekraczać 70 % , co świadczy o braku kontaktów pomiędzy ziarnami i ich konglomeratami. Szacunkowa, średnia liczba koordynacyjna przyjmuje wówczas wartości z przedziału 1 do 2.

Znaczny zakres możliwych zmian początkowej gęstości masy formierskiej nie pozostaje bez wpływu na osiągnięte efekty formowania. Referat przedstawia analizę wpływu powyższego parametru na końcowe rezultaty zagęszczania uzyskiwane w różnych metodach. Zaprezentowano również przykładowe rozwiązania urządzeń spulchniających i dozujących masę formierską do skrzyń, umożliwiających doprowadzenie masy do korzystnego stanu z punktu widzenia formowania.

Wpływ gęstości początkowej masy na osiągnięte efekty w różnych metodach formowania.

Prasowanie. Rozwój nowych technik zagęszczania masy nie ograniczył wykorzystania prasowania w maszynach formierskich. W większości współczesnych maszyn różnorodne zespoły prasujące są stosowane w drugim etapie zagęszczania. W przypadku statycznego prasowania oddziaływanie gęstości początkowej na zagęszczenie jest z reguły odmienne od innych metod formowania. Korzystając z empirycznych równań zagęszczania prasowaniem podanych przez Aksjonowa [1]:

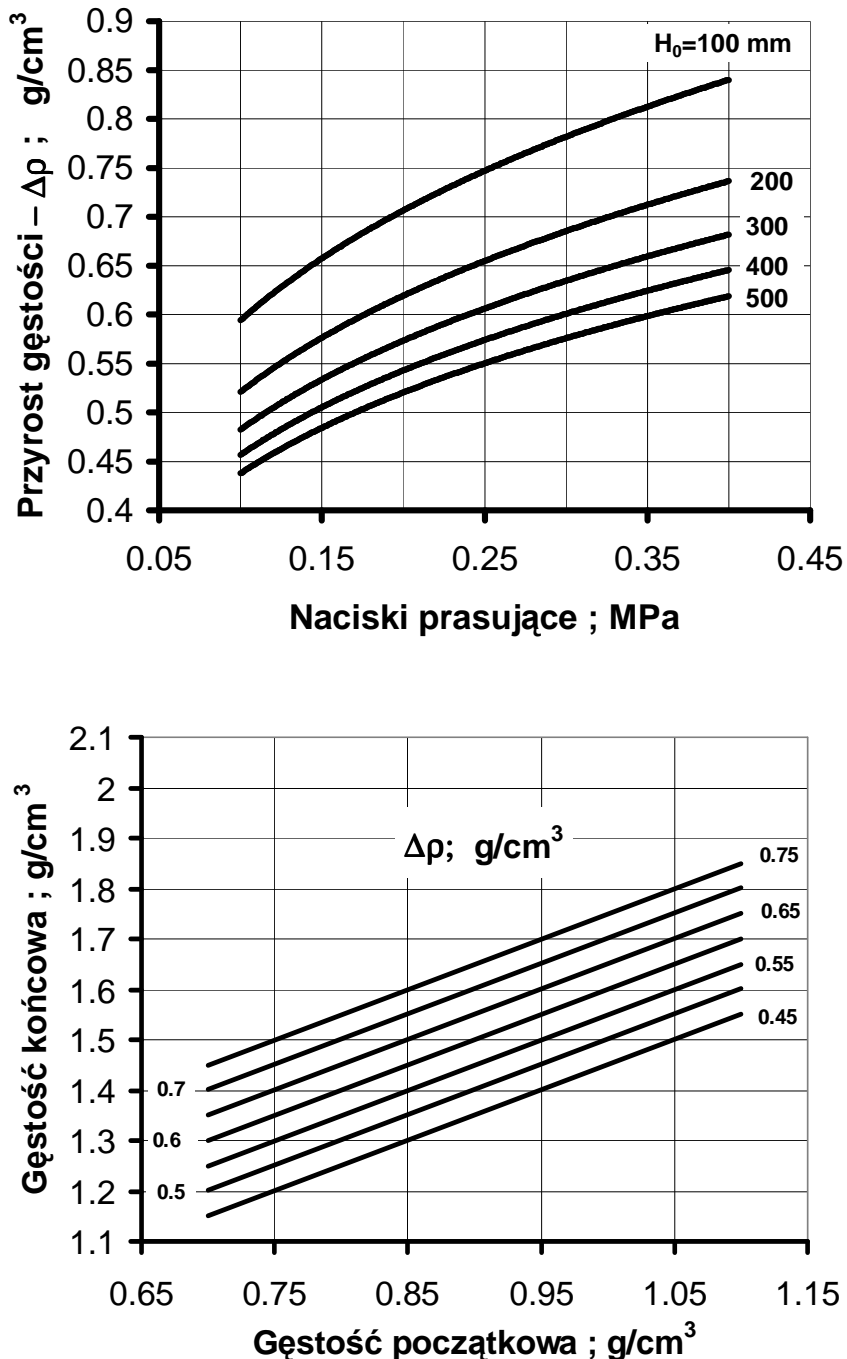
$$\rho_k = 1 + C \cdot p^{0.25}$$

$$C \cdot H^{0.19} = 0.92$$

z uwzględnieniem zmiany jednostek oraz przyjmując $\rho_0 = \text{var}$ można przedstawić następujące równanie:

$$\rho_k = \rho_0 + 0.682 \cdot H^{-0.19} \cdot p^{0.25} \quad (1)$$

ρ_0 - gęstość początkowa; g/cm^3 , ρ_k - średnia gęstość końcowa; g/cm^3 , H_0 - wysokość początkowa warstwy masy; m, p - naciski prasujące; MPa.



Rys.1. Wykres zależności gęstości końcowej od nacisków prasujących i gęstości początkowej przy zmiennej wysokości początkowej warstwy masy; według równania (1).

Na podstawie równania (1) opracowano wykresy przedstawione na rysunku 1. Obrazują one korzystny wpływ zwiększenia gęstości początkowej na końcowy stopień zagęszczenia. W przypadku form z modelami analizę można rozszerzyć wykorzystując schemat przedstawiony na rysunku 2 oraz nieco przekształcone równanie, podane przez Łempickiego [7]:

$$\rho_k^A - \rho_k^B = (\rho_k^A - \rho_o) \frac{H_m}{H} \quad (2)$$

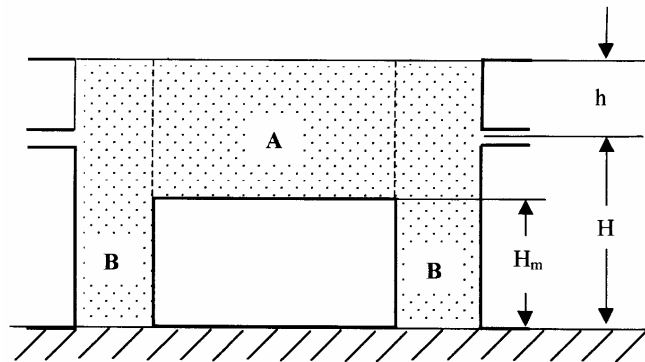
ρ_o - gęstość początkowa; g/cm^3 , ρ_k^A - średnia gęstość końcowa w obszarze na modelem, ρ_k^B - średnia gęstość końcowa w obszarze B, H - wysokość skrzyni, H_m - wysokość modelu.

Jak wynika ze wzoru różnica gęstości maksymalnej (obszar nad modelem) i minimalnej (szczelina pomiędzy modelem i ścianą skrzyni) jest tym mniejsza im wyższe jest ρ_o oraz mniejsza wysokość modelu w stosunku do skrzyni formierskiej. Dla tej samej formy- rys.2, Orłowski [10] podaje równanie uwzględniające zróżnicowaną gęstość początkową w obszarach A i B:

$$\rho_o^B = \frac{\rho_k}{\left(1 - \frac{H_m}{H}\right) \cdot \frac{\rho_k}{\rho_o^A} + \frac{H_m}{H}} \quad (3)$$

ρ_o^A - średnia gęstość początkowa w obszarze na modelem, ρ_o^B - średnia gęstość początkowa w obszarze B, ρ_k - średnia gęstość końcowa.

Przedstawione równanie jest szczególnie przydatne przy analizie prasowania jako drugiego etapu zagęszczania. Na podstawie analizy powyższego wzoru oraz przeprowadzonych doświadczeń Orłowski postuluje dla otrzymania równomiernej gęstości końcowej w obszarze całej formy "zadanego" rozkładu gęstości początkowej (bez konieczności podwyższania jej wartości) [10].



Rys.2. Schemat formy z modelem uwzględniający wielkości występujące we wzorach (2) ÷ (3).

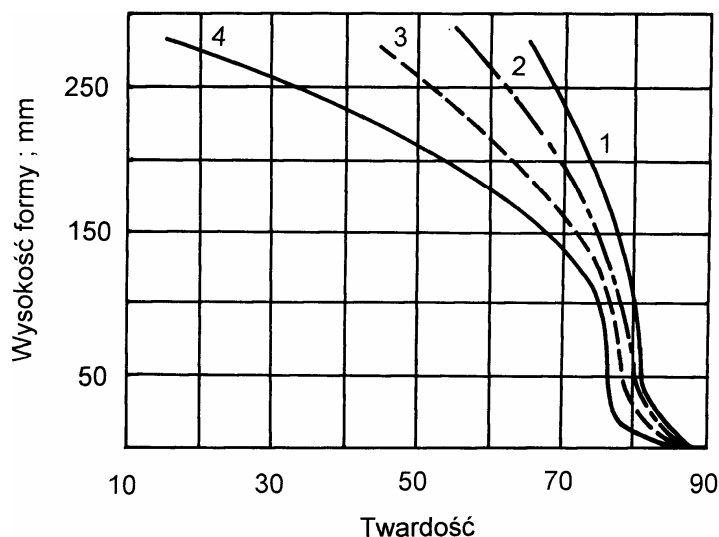
Przyjmując to samo co wymienieni autorzy założenie upraszczające- brak przemieszczenia masy pomiędzy przestrzeniami A i B, wyprowadzono ogólny wzór (4) obowiązujący dla większości możliwych wariantów prasowania formy przedstawionej na rysunku 2 - przykładowo: prasowania płaską płytą, płytą profilową, płytą różnicową, prasowania z wybraniem masy, a także z pewnym przybliżeniem prasowania głowicą wielotłokową czy przeponową. Równanie (4) uwzględnia możliwości zróżnicowania wartości gęstości początkowej i końcowej oraz wysokości początkowej i końcowej w obszarach A i B, może być ono również wykorzystane do analizy prasowania jako drugiego etapu zagęszczania

$$\rho_k^A \cdot \rho_o^B \cdot (H_k^A - H_m) - \rho_k^B \cdot \rho_o^A \cdot H_k^B = \rho_o^A \cdot \rho_o^B \cdot (H_o^A - H_m - H_o^B) \quad (4)$$

$\rho_o^A; \rho_k^A$ - średnia gęstość, odpowiednio początkowa i końcowa w obszarze na modelem, $\rho_o^B; \rho_k^B$ - średnia gęstość, odpowiednio początkowa i końcowa w obszarze B, $H_o^A, H_o^B, H_k^A, H_k^B$ - wysokości początkowe i końcowe górnego poziomu warstw masy (mierzone od poziomu płyty modelowej) w obszarach A i B, H_m - wysokość modelu.

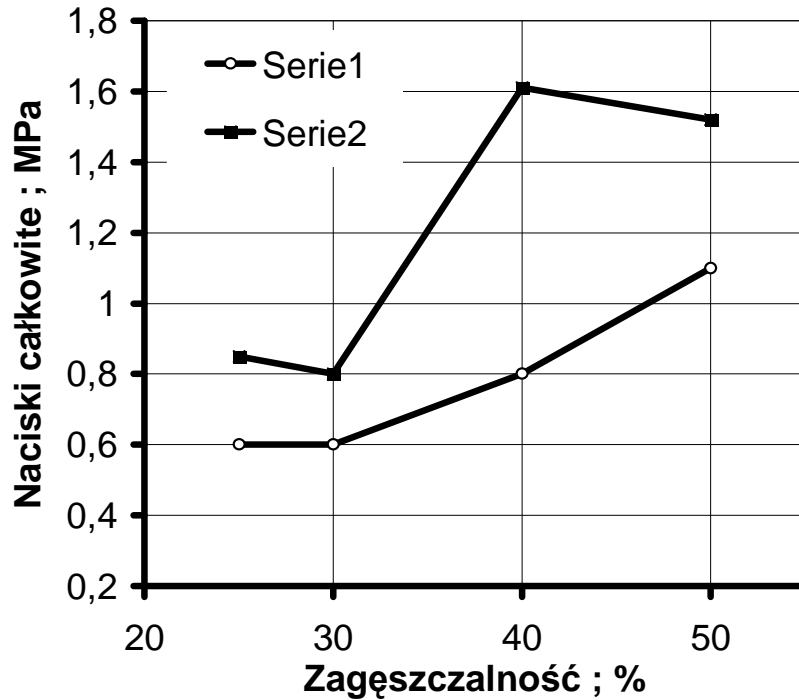
Łatwo wykazać, że przytaczane przez Łempickiego i Orłowa wzory są szczególnymi przypadkami równania (4).

Formowanie strumieniowe. Poniżej przedstawiono przykładowe wyniki badań z obszaru następujących metod formowania strumieniowego: wysoko i niskociśnieniowej odmiany formowania impulsowego oraz eksplozyjnej. Biorąc pod uwagę występujące w metodach strumieniowych bezpośrednio oddziaływanie gazu na powierzchnię masy, rozpatrując rolę gęstości początkowej w procesie należy zwrócić uwagę na dwa przeciwstawne czynniki. Z jednej strony mniejsza gęstość początkowa umożliwia przepływ gazu w głąb masy- zmniejszając efektywny gradient ciśnienia, z drugiej bardziej spulchniona masa ma większą możliwość osiągnięcia dużych prędkości- co prowadzi do zwiększenia nacisków na płytę modelową [12]. Znaczenie pierwszego z wspomnianych czynników ilustruje rysunek 3.



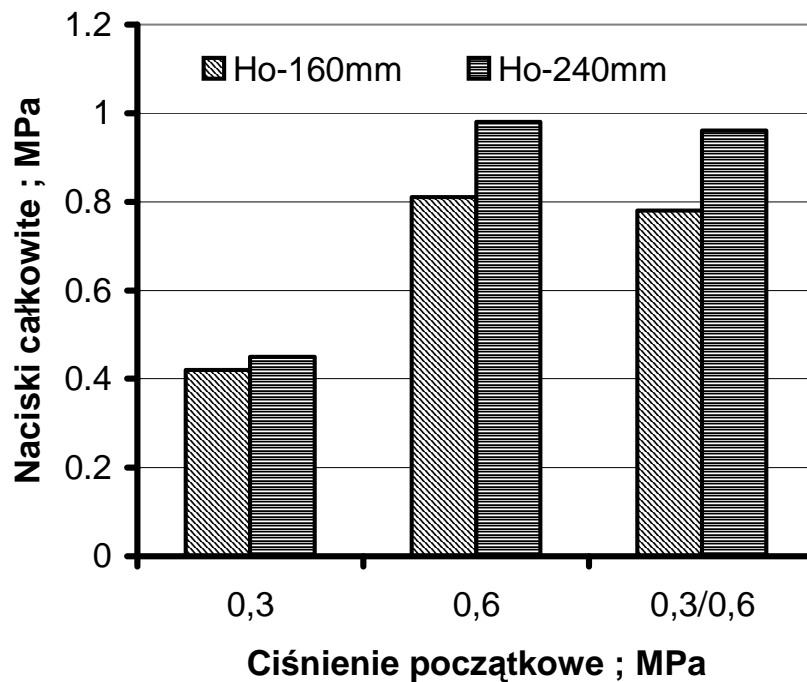
Rys.3. Rozkład twardości wzdłuż wysokości form zagęszczanych impulsowo [5] (odmiana wysokociśnieniowa) przy różnej porowatości powierzchniowej warstwy masy - ϵ , 1 - 0% (folia na powierzchni masy), 2 - 51%, 3 - 61%, 4 - $\epsilon = 69\%$.

Jak wynika z rysunku zmniejszenie porowatości powierzchniowych warstw masy prowadzi do pogorszenia efektów formowania. Badania dotyczyły co prawda odmiany wysokociśnieniowej, ale biorąc pod uwagę podobny zakres wartości maksymalnej ciśnienia oraz szybkość jego narastania w przestrzeni nad masą jak w odmianie niskociśnieniowej procesu impulsowego, wnioski można rozszerzyć i na tę drugą odmianę. Potwierdzają to również badania własne autora [12]. Drugi czynnik- korzystny wpływ spulchnienia masy w niskociśnieniowej metodzie impulsowej ilustruje rysunek 4 (badania D.Boenisha [2]). Masa przesiana do skrzyni pozwala na uzyskanie wyższych nacisków całkowitych i tym samym lepszego zagęszczenia w warstwach przymodelowych w porównaniu z masą nasypaną do skrzyni bez przesiewania.

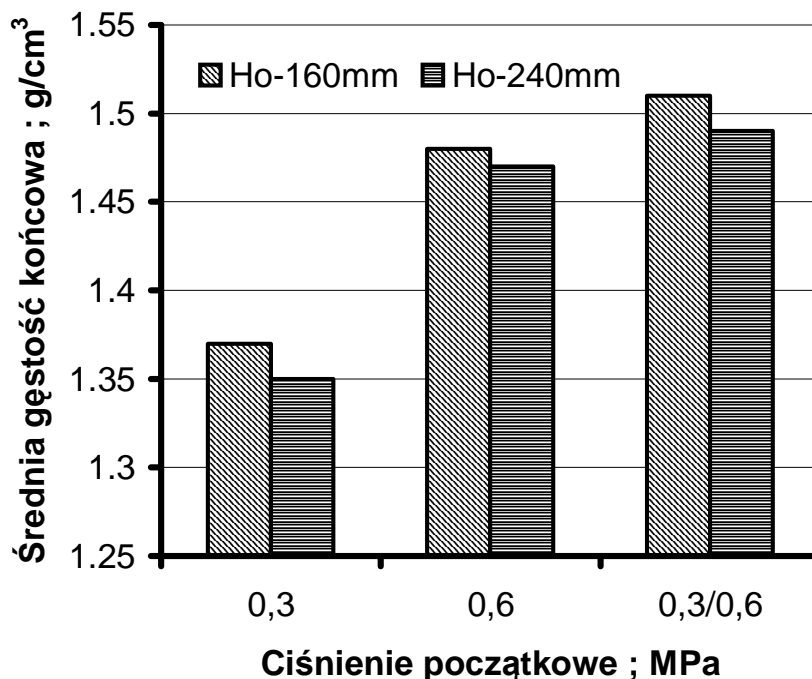


Rys.4. Wartości nacisków całkowitych na powierzchni płyty modelowej przy formowaniu impulsowym [2] w funkcji zmiennej zagęszczalności masy ; 1 - masa nasypana, 2 - masa przesiana.

Znaczenie stopnia spulchnienia masy pośrednio ilustrują badania dwustopniowego procesu impulsowego- rys.5 i 6 przeprowadzone przez autora.



Rys.5. Wpływ ciśnienia początkowego w głowicy impulsowej na wartość nacisków całkowitych; 0.3/0.6 MPa - zagęszczanie podwójnym impulsem ciśnienia: pierwszy przy ciśnieniu początkowym 0.3 MPa, drugi przy 0.6 MPa.



Rys.6. Wpływ ciśnienia początkowego w głowicy impulsowej na średnią gęstość końcową, formowanie impulsowe. ; 0.3/0.6 MPa - zagęszczanie podwójnym impulsem ciśnienia pierwszy przy ciśnieniu początkowym 0.3 MPa, drugi przy 0.6 MPa.

Analiza danych z rysunków 5 i 6 pozwala wnioskować, że impulsowe zagęszczanie masy z początkową wysoką gęstością -rzędu 1.35 g/cm^3 , prowadzi do uzyskania gorszych efektów w porównaniu z zagęszczaniem masy spulchnionej (proces jednostopniowy). Na rysunku 7 przedstawiono wyniki serii badań procesu impulsowego obrazujących wpływ maksymalnego ciśnienia nad masą na średnią gęstość końcową. Na tym samym wykresie zestawiono wyniki obliczeń procesu zagęszczania według poniższego równania:

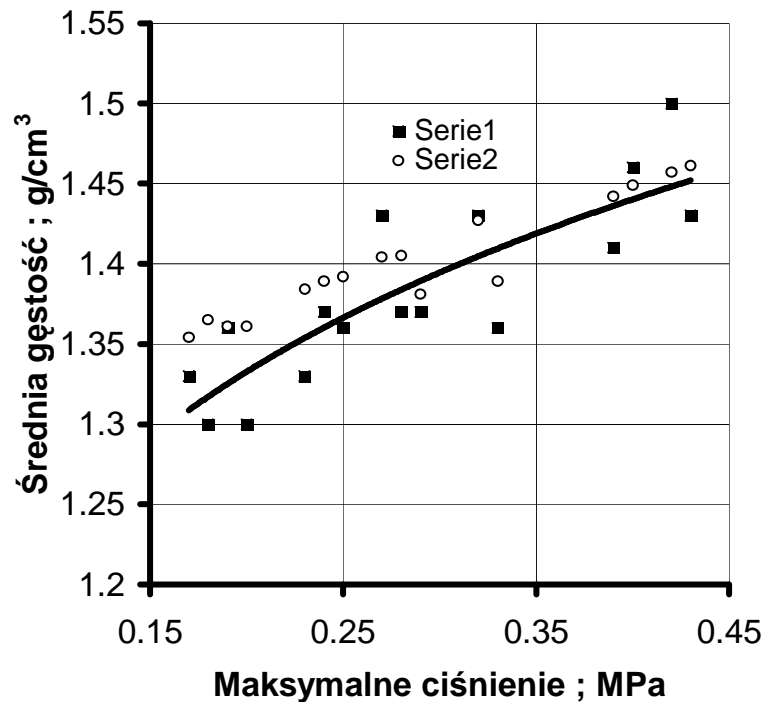
$$\rho_k = \rho_o + 0.682 \cdot H_o^{-0.19} \cdot (k \cdot p)^{0.25} \quad (5)$$

k - współczynnik poprawkowy uwzględniający szybkość wzrostu naprężeń ściskających (przy szybkościach narastania naprężeń rzędu milisekund $k \approx 0.2$ [1]). Pozostałe oznaczenia jak we wzorze (1).

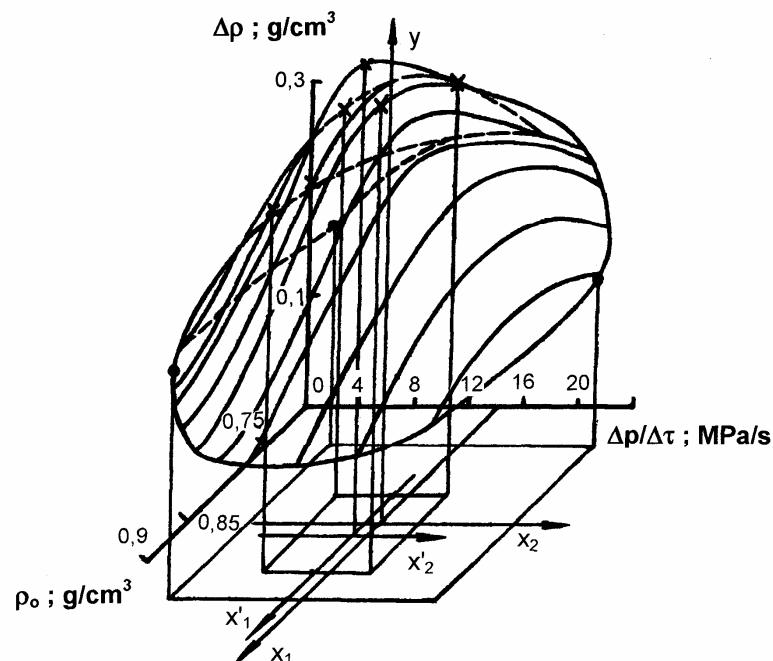
W obszarze zmian parametrów prowadzonych doświadczeń i obliczeń, zgodność wyników można uznać za zadawalającą. Z uwagi na złożoność procesu głębsza interpretacja wzoru 5 wymaga jednak dodatkowej analizy

Wpływ gęstości początkowej na efekty formowania eksplozyjnego przedstawił również Matwiejenko [9], podkreślając, że podobny charakter zależności pomiędzy parametrami- rys.8 odnosi się do formowania impulsowego (z uwagi na zbieżność przebiegu tych procesów).

Wyniki zamieszczone na rysunku 8 sugerują występowanie maksymalnego przyrostu gęstości przy odpowiednio dobranej gęstości początkowej i szybkości narastania ciśnienia nad masą. Wyniki badań zamieszczone przez autora na rysunku 7 dotyczą jednak procesu impulsowego przebiegającego ze znacznie większymi szybkościami narastania ciśnienia w przestrzeni nad masą. Nie jest więc możliwe wspólne zestawienie i porównanie wyników.



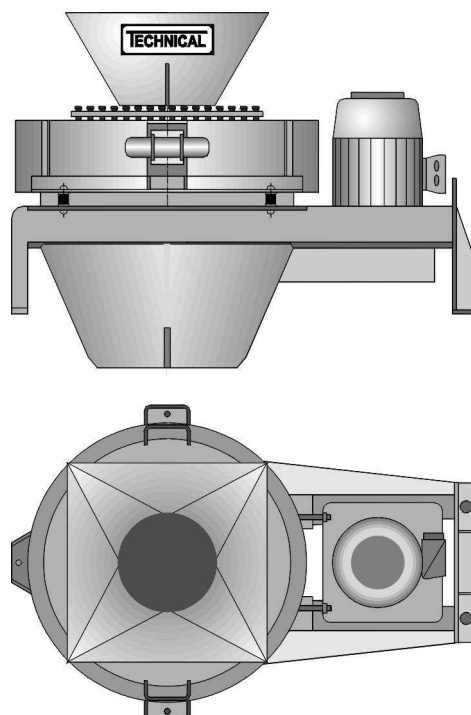
Rys.7. Zależności średniej gęstości form od maksymalnego ciśnienia nad masą przy formowaniu impulsowym. Obliczenia według wzoru (4). Średnia gęstość początkowa ρ_0 : 1 - 0.94 g/cm³ przy wysokości początkowej warstwy masy $H_0 = 160$ mm, 2 - 0.97 g/cm³ przy $H_0 = 240$ mm; serie 1- pomiary, serie 2- obliczenia



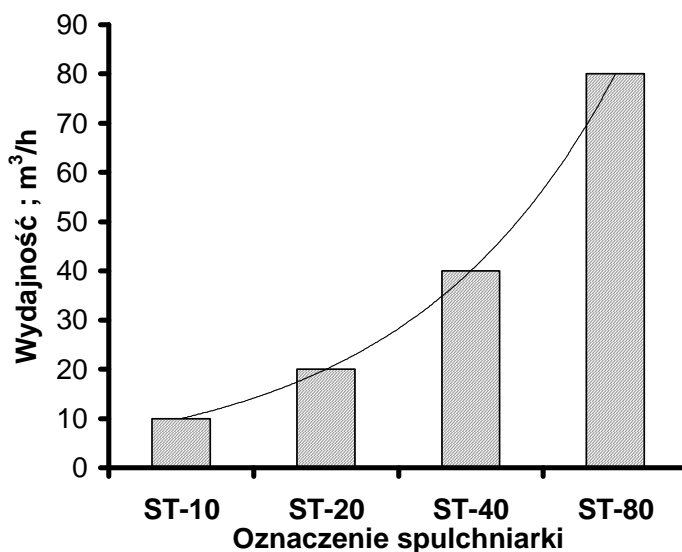
Rys.8. Zależności przyrostu gęstości masy - $\Delta\rho$ przy formowaniu eksplozyjnym od gęstości początkowej masy - ρ_0 ; szybkości narastania ciśnienia w przestrzeni nad masą - $\Delta p/\Delta t$ [9]; X_1, X_1', X_2, X_2' - współrzędne punktów centralnych planu eksperymentów.

Wybrane urządzenia spulchniające masę formierską.

Przedstawione w poprzednim rozdziale rozważania uzasadniają celowość prowadzenia operacji zmierzających do odpowiedniego przygotowania masy formierskiej przed procesem formowania w zakresie stopnia jej spulchnienia. W klasycznych ciągach przygotowania masy po stosowane są różnego typu spulchniarki, głównie wirnikowe. Przykładowe, krajowe rozwiązania przedstawiono na rysunkach 9 i 11. Charakterystyczną cechą pierwszego-firmy TECHNICAL, jest pionowa oś wirnika, co sprzyja ograniczeniu wymiarów gabarytowych i ułatwia zabudowę urządzenia. Producent podkreśla wysoką efektywność działania urządzenia i jego trwałość. Na rysunku 10 zamieszczono charakterystyki wydajności typoszeregu tych maszyn.

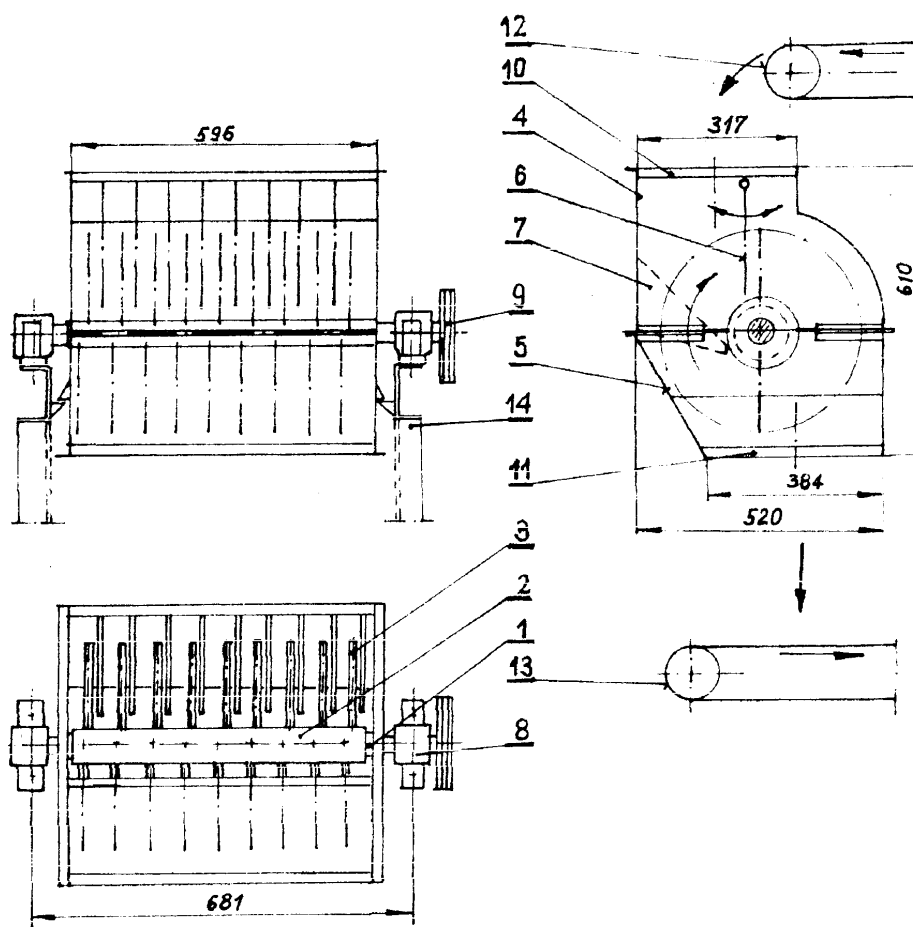


Rys.9. Schemat spulchniarki turbinowej ST firmy TECHNICAL - Nowa Sól z zaznaczeniem podstawowych wymiarów [8]; wymiary typoszeregu ST- (E+F)xGxB; mm; ST-10: 1800x1270x1340, ST-20: 1800x1270x1430, ST-40: 2235x1610x1630, ST-80: 2565x1890x1860.



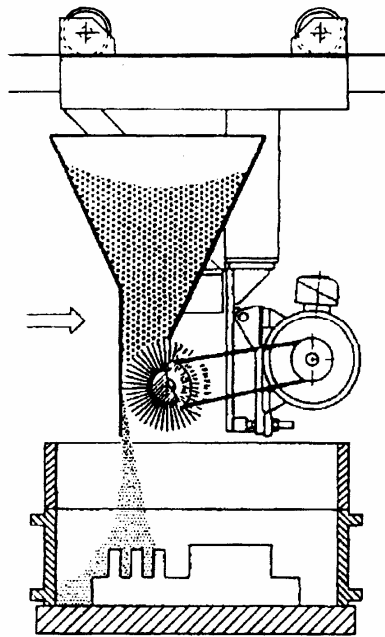
Rys.10. Charakterystyka wydajnościowa typoszeregu spulchniarek turbinowych ST firmy TECHNICAL - Nowa Sól [8].

Urządzenie przedstawione na rysunku 11 posiada poziomą oś wirowania i zdaniem autorów rozwiązania z Politechniki Zielonogórskiej, poza spalaniem może efektywnie realizować procesy homogenizacji i odświeżania mas [4].



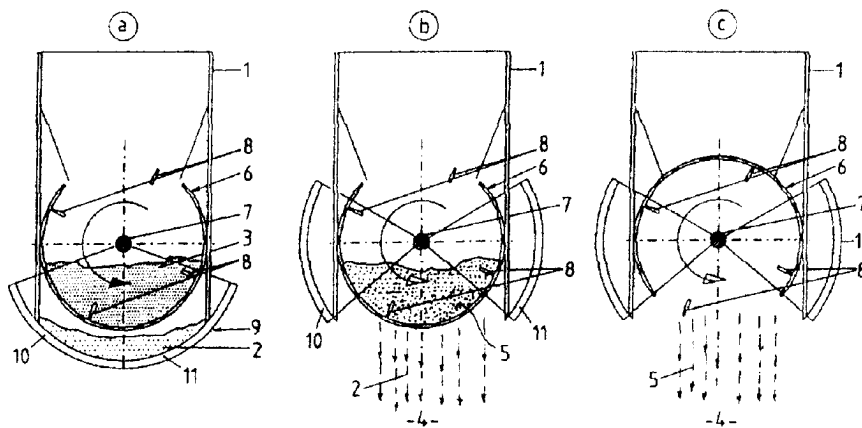
Rys.11. Schemat urządzenia do homogenizacji i odświeżania masy zwrotnej [4]; 1 - wał, 2 - wirnik, 3 - pręty rozbijające masę, 4 - obudowa górna, 5 - obudowa dolna, 6 - pręty ruchome, 7 - grzebień zsypany, 8 - łożyska, 9 - koła pasowe, 10 - zasyp, 11 - wysyp, 12, 13 - przenośniki masy zwrotnej i odświeżonej, 14 - konstrukcja nośna.

W przypadku dozowania masy formierskiej do skrzyń z wysoko umieszczonego zasobnika początkowa gęstość masy może znacznie wzrosnąć. Występuje również samoistne zagęszczanie się masy pod własnym ciężarem w zasobnikach. Jako wyposażenie dodatkowe maszyn formierskich zwłaszcza strumieniowych opracowano urządzenia spełniające funkcję dozowania masy do skrzyń i jej spalanie. Znane są zwłaszcza dozowniki ze szczotkowymi wirnikami spalającymi masę firmy Heinrich Wagner Sinto [8].



Rys.12. Dozownik masy formierskiej do skrzyń z wirnikiem szczotkowym firmy Heinrich Wagner Sinto [8].

Ciekawą propozycję stanowi urządzenie firmy Georg Fisher DISA z rotacyjnym przesiewaczem bębnowym i szczotkowymi listwami spulchniającymi (i przecierającymi). Zasadę jego działania wyjaśnia rysunek 13.



Rys.13. Bębnowy dozownik masy [3,8]: 1 - zasobnik masy, 2 - masa przesiana, 3 - masa formierska z zasobnika, 4 - poziom krawędzi skrzyńi formierskiej, 5 - masa nie przesiana, 6 - bęben przesiewacza rotacyjnego, 7 - wał przesiewacza, 8 - listwy szczotkowe, 9 - zamknięcie dwuszcękowe, 11, 12 - szczęki.; a- pozycja wyjściowa, b- dozowanie masy przymodelowej, c- dozowanie masy wypełniającej.

Podsumowanie

Przedstawione wyniki badań oraz ich analiza potwierdzają znaczący wpływ początkowej gęstości masy formierskiej na osiągnięte rezultaty formowania. Kierunek oddziaływania powyższego parametru nie jest jednak jednoznacznie określony, nawet w obrębie tej samej metody formowania. Przytoczone równania pozwalają na wstępną analizę wpływu początkowej gęstości masy formierskiej na gęstość końcową, zarówno w metodach jedno- jak i dwustopniowego zagęszczania. Można stwierdzić, że oferowane obecnie urządzenia, w tym również krajowe, stwarzają duże możliwości techniczne odpowiedniego przygotowania masy formierskiej. Wydaje się celowe przedstawienie przez krajowych producentów propozycji urządzeń dozujących masę formierską do skrzyń i realizujących równocześnie jej spulchnienie.

Przygotowano częściowo w ramach projektu badawczego KBN nr 7 T08B 02214.

Literatura

1. Aksjonov P.N.: Oborudowanije litiejnych cechow. Masziniostrojenje, Moskwa 1997.
2. Boenisch D., Daume K.: Formstoffe, Formmaschinen und Formstoffprüfung zur Optimierung der Impulsverdichtung. Giesserei 1984, nr 10, s. 381-393.
3. Brandenburger H. i in.: Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Giessformen. Zgł. patentowe RFN nr DE-OS 40 38 173 (Giesserei 1992 nr 16, 1992, s. 693-694).
4. Dzwonnik I., Szmigielski T.: Urządzenia do ciągłej homogenizacji mas formierskich. Mat. I Konferencji nt. Tendencje rozwojowe w mechanizacji procesów odlewniczych. 1994, s. 95-100.
5. Giejdiebriechow G.A.: Wlijanije filtracji wożducha w pory smiesi na stiepień jeje upłotnienija impulsnym sposobom. Lit. Proizw. 1982, nr 1, s. 32 ÷ 33.
6. Lewandowski J.L.: Tworzywa na formy odlewnicze. Akapit 1997.
7. Łempicki J.: Zagęszczanie masy formierskiej za pomocą maszyn. Praca zb. "Teoria procesów technologicznych w odlewnictwie metali". V rozdz., s. 255-316.
8. Materiały prospektowe firm: Georg Fischer DISA, Heinrich Wagner SINTO, TECHNICAL Nowa Sól.
9. Matwiejenko J.W., Bielczuk W.S. "Opriedielienije optimalnych parametrov impulsnoj formowki". Lit.. Proizw. nr1, s.1.
10. Orłow G.M., Kolesnikow W.A. " Priedwaritielnoje upłotnienije form pri priesowanii" Lit. Proizw. 1982, nr1, s.11.
11. Shütt K.H.: Jahresübersicht Mechanisierung der Form - und Kernherstellung.. Giesserei 1993, nr 16, s. 558 ÷ 567.
12. Smyksy K.: Technologiczne aspekty formowania impulsowego. Krzepnięcie Metali i Stopów 1999, nr 25, s. 47-52.
13. Smyksy K., Dańko J., Fedoryszyn A.: Współczesne maszyny do zagęszczania syntetycznych mas formierskich. Krzepnięcie Metali i Stopów 1999, nr 41, s. 59-67.