

mgr inż. Adam Pietrzak
Wydział Odlewnictwa
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

„Podstawy teoretyczne i technologiczne doboru optymalnych sposobów regeneracji zużytych mas rdzeniowych i wykorzystania regeneratu w warunkach Hüttenes-Albertus Polska w Lublinie”

Streszczenie

Problematyka tematyczna dysertacji obejmuje trzy obszary zagadnień naukowych, związanych z analizą, badaniami i projektowaniem systemów regeneracji mieszaniny zużytych mas formierskich i rdzeniowych stosowanych w odlewnictwie.

- I. Teorię i badania modelowe i przegląd literatury światowej procesu regeneracji, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów związanych z rozwiązaniami dostępnymi urządzeń do realizacji procesu i ich analizą pod kątem możliwości zastosowania do regeneracji mieszaniny mas zużytych powstających w zakładzie Hüttenes-Albertus Polska w Lublinie.
- II. Podstawy teoretyczne i badania modelowe procesu regeneracji właściwej mieszaniny mas zużytych, związanej z usuwaniem z powierzchni ziaren masy zużytej materiału wiążącego po procesie regeneracji wstępnej. Aspekty te są w pracy poddane analizie na podstawie badań modelowych realizowanych w urządzeniu laboratoryjnych wirnikowym RD-6 oraz półprzemysłowym regeneratorze wibracyjnym REGMAS 1,5.
- III. Opracowanie projektu nowej instalacji regeneracji mieszaniny mas zużytych w Hüttenes-Albertus Polska w Lublinie wraz z jej budową oraz badaniami wstępnymi i długookresowymi .

W I obszarze tematycznym w rozprawie przedstawiono analizę stanu badań i teorii, dotyczących procesu regeneracji wstępnej i właściwej, które można zaaplikować do potrzeb zakładu Hüttenes-Albertus Polska w Lublinie. W zakładzie tym produkowane są, na zasadzie outsourcingu rdzenie odlewnicze w procesach cold-box i shell. W wyniku produkcji generowany jest odpad (masa zużyta), który przed realizacją pracy doktorskiej kierowany był na wysypisko odpadów. W ramach realizacji pracy podjęto, na podstawie dostępnej wiedzy, opracowania systemu regeneracji tych mas zużytych, celem ponownego wykorzystania odzyskanej osnowy do procesu sporządzania rdzeni odlewniczych w technologii cold-box. Na podstawie dokonanej analizy literaturowej stwierdzono, że najbardziej wskazaną do adaptacji

do warunków zakładu Hüttenes-Albertus Polska jest sucha, mechaniczna metoda regeneracji. Na podstawie tego wniosku opracowano program badań wstępnych, realizowanych z wykorzystaniem urządzeń dostępnych w hali maszyn odlewniczych Wydziału Odlewnictwa AGH, których wyniki posłużą do sformułowania wytycznych odnośnie instalacji przemysłowej zainstalowanej docelowo w zakładzie.

II obszar badań jest związany z analizą czynników procesowych, realizowanych w urządzeniu laboratoryjnym RD-6 i półprzemysłowym REGMAS 1,5, pod kątem zwiększenia intensywności fazy regeneracji właściwej regeneracji. Analizie poddano następujące elementy konstrukcyjne oraz funkcjonalne urządzeń. W przypadku laboratoryjnego regeneratora wirnikowego RD-6: prędkość obrotowa zespołu wirników regeneratora oraz czas regeneracji. W przypadku regeneratora półprzemysłowego REGMAS 1,5: częstotliwość zasilania rotodynamicznych silników urządzenia oraz stymulowanie energii wibracji i związanej z tym intensywności obróbki regeneracyjnej, poprzez odpowiednie ustawienie mas niewyważonych silników rotodynamicznych.

W tym etapie badań skupiono się również na określeniu dopuszczalnych wartości parametrów regeneratu umożliwiających poprawę bez degradacji samej osnowy. Dla rozpoznania tego zagadnienia przeprowadzono serię badań, w których oddziaływaniu urządzenia poddano mieszaninę mas zużytych powstającą w zakładzie Hüttenes-Albertus Polska. Uzyskane wyniki upoważniają do stwierdzenia, że w badanej mieszaninie mas zużytych może być zastosowany proces regeneracji polegający na mechanicznym usuwaniu otoczki zużytego materiału wiążącego z ziarna osnowy. Przeprowadzone badania potwierdziły możliwość zastosowania tak uzyskanego regeneratu do przygotowania mas rdzeniowych w technologii cold-box, co stanowiło jedną z tez pracy doktorskiej.

W III obszarze tematycznym, który realizowany był na podstawie informacji pozyskanych w wyniku realizacji obszaru I i II przedstawiono projekt i fazę wykonawczą nowego systemu do regeneracji mieszaniny zużytych mas rdzeniowych, które są generowane w wyniku procesu wytwarzania rdzeni w zakładzie Hüttenes-Albertus Polska w Lublinie. Opracowane rozwiązanie bazuje na regeneratorsze wibracyjnym, realizujących proces regeneracji właściwej w sposób podobny do realizowanego w regeneratorsze półprzemysłowych REGMAS 1,5. Nowo powstały system regeneracji poddano szczegółowym badaniom wstępnym i długookresowym na podstawie których zaprojektowano i wykonano automatyczny system sterowania pozwalający na uzyskanie optymalnych parametrów regeneratu. W badaniach określono również maksymalny procent dodatku regeneratu do świeżej osnowy, nie powodujący znaczącego spadku właściwości użytkowych rdzeni. Rdzenie również badano pod

kątem jakościowym, szczególnie z punktu widzenia wymagań stawianych przez odbiorców końcowych. Przeprowadzone badania długookresowe udowodniły, że poczynione założenia odnośnie systemu okazały się słuszne i regenerat w całej powstającej ilości jest aktualnie stosowany w Hüttenes-Albertus Polska w Lublinie do wytwarzania rdzeni w technologii cold-box zbliżając zakład do idei zakładu bezodpadowego, tym samym wpisując się w cele zrównoważonego rozwoju zdefiniowanymi przez Unię Europejską.

"Theoretical and Technological Background for Selecting Optimal Methods of Regenerating Used Core Sands and Utilizing Reclaimed Matrix in the Conditions of Hüttenes-Albertus Polska in Lublin"

Summary

The thematic scope of the dissertation encompasses three areas of scientific issues related to the analysis, research, and design of systems for regenerating mixtures of used molding and core sands used in foundry processes.

- I. The theory, model research, and global literature review of the regeneration process, with particular emphasis on aspects related to the solutions of available equipment for the process and their analysis in terms of suitability for regenerating the used sand mixtures produced at Hüttenes-Albertus Polska in Lublin.
- II. Theoretical foundations and model research on the proper regeneration process of used sand mixtures, focusing on the removal of the used binder material from the surface of sand grains following the preliminary regeneration process. These aspects are analyzed in the study based on model research conducted using the RD-6 laboratory rotor device and the Regmas 1.5 semi-industrial vibratory regenerator.
- III. The development of a new installation project for the regeneration of used sand mixtures at Hüttenes-Albertus Polska in Lublin, along with its construction and initial and long-term testing.

In the first thematic area of the dissertation, an analysis of the state of research and theory concerning the preliminary and proper regeneration processes, applicable to the needs of the Hüttenes-Albertus Polska plant in Lublin, was presented. At this plant, outsourced production of casting cores using cold-box and shell technologies is carried out. This production generates waste (used sand), which, prior to the doctoral research, was directed to landfills.

As part of the dissertation, a system for regenerating this used sand was developed based on available knowledge, with the aim of reusing the recovered base material in the production of casting cores using cold-box technology. A literature review indicated that a dry, mechanical regeneration method was the most suitable for adaptation to the conditions at Hüttenes-Albertus Polska.

Based on this conclusion, a program of preliminary studies was developed, utilizing equipment available in the machine hall of the AGH Faculty of Foundry Engineering. The results of these studies served as the basis for formulating guidelines for the industrial installation to be implemented at the plant.

The second research area focuses on analyzing process factors in the RD-6 laboratory rotor device and the REGMAS 1.5 semi-industrial vibratory regenerator to enhance the intensity of the proper regeneration phase. The following structural and functional elements of the devices were analyzed: For the RD-6 laboratory rotor regenerator: the rotational speed of the rotor assembly and the regeneration time. For the REGMAS 1.5 semi-industrial regenerator: the frequency of power supply to the device's rotodynamic motors and the stimulation of vibration energy, along with the related intensity of the regeneration process, achieved by appropriately adjusting the unbalanced masses of the rotodynamic motors.

This stage of research also focused on determining permissible parameters for the regenerate that allow for improvement without degrading the base material. To investigate this, a series of tests was conducted, subjecting the used sand mixture generated at Hüttenes-Albertus Polska to the effects of the devices.

The results confirmed that the tested used sand mixture could undergo a regeneration process based on mechanically removing the binder residue from the surface of the base material grains. The conducted studies validated the possibility of using the regenerate obtained through this process to prepare core sands in cold-box technology, supporting one of the key hypotheses of the doctoral dissertation.

In the third thematic area, based on the information obtained from the implementation of areas I and II, a project and execution phase of a new system for regenerating used core sand mixtures generated during the core production process at Hüttenes-Albertus Polska in Lublin was presented. The developed solution is based on a vibratory regenerator, performing the proper regeneration process in a manner similar to that of the semi-industrial REGMAS 1.5 regenerator. The newly created regeneration system underwent detailed preliminary and long-term testing, which led to the design and construction of an automated control system enabling the achievement of optimal regenerate parameters. The studies also determined the maximum percentage of regenerate that could be added to fresh base material without significantly compromising the functional properties of the cores. The cores were also subjected to quality testing, particularly regarding the requirements of end users.

The long-term tests confirmed that the assumptions regarding the system were correct, and the entire volume of regenerate produced is now being used at Hüttenes-Albertus Polska for core production in cold-box technology. This advances the plant towards the goal of becoming a zero-waste facility, aligning it with the sustainable development objectives defined by the European Union.