

## Streszczenie

**Tytuł pracy:** Wpływ parametrów odlewania i obróbki cieplnej na kształtowanie struktury i właściwości mechanicznych odlewów ciśnieniowych bloku silnika samochodowego

Niniejsza praca powstała w ramach programu „Doktorat wdrożeniowy”, realizowana we współpracy Nemark Polska Sp. z o.o.. Przedsiębiorstwo specjalizuje się w rozwoju technologii odlewania wysokociśnieniowego (HPDC) ze stopów aluminium. Projekt miał na celu opracowanie technologii produkcji seryjnej obudowy bloku silnika spalinowego ze stopu EN AC-46000 (AlSi9Cu3(Fe)), przy udziale 60-70% złomu obiegowego. Odlane komponenty miały charakteryzować się wytrzymałością na rozciąganie  $R_m \geq 210$  MPa oraz wydłużeniem  $A_5 \geq 1\%$ , co stanowiło wyższe wymagania w porównaniu do dotychczasowych standardów. Kompleksowa analiza danych produkcyjnych z lat 2017-2019 wykazała, że wcześniejsze odlewy o podobnej geometrii osiągały wytrzymałość na poziomie 200-216 MPa i wydłużeniu 0,86-1,25%. Oznaczało to, że możliwe jest spełnienie nowych wymagań klienta, jednak konieczne było wprowadzenie zmian technologicznych. Zrealizowano trzy cele badawczo-technologiczne. Pierwszy etap polegał na ocenie wpływu złomu obiegowego na strukturę i właściwości odlewów ze stopu AlSi9Cu3(Fe). Zrealizowano dwa wytopy – jeden z udziałem 20%, a drugi z 70% złomu obiegowego. Nie zaobserwowano znaczących różnic w mikrostrukturze odlewów z obu wytopów. Zawartość złomu obiegowego nie wpływała znacząco na skład chemiczny i właściwości mechaniczne stopu (uwzględniając obróbkę cieplną). W drugim etapie zweryfikowano wpływ poziomu ciekłego metalu w piecu podgrzewczym na jakość odlewów. Stwierdzono, że niski poziom stopu w piecu (około 15%) wpływa na zwiększenie udziału objętościowego cząstek zawierających ołów w mikrostrukturze, co negatywnie wpływało na właściwości mechaniczne odlewów. Ostatni etap polegał na wdrożeniu nowego systemu podciśnieniowego dozowania ciekłych stopów aluminium (AVD). Zastosowanie urządzenia oraz ustawienie odpowiednich parametrów pobierania ciekłego stopu z pieca podtrzymującego maszyny odlewniczej ograniczyło wpływ ołowiu na właściwości mechaniczne odlewów. System ten pozwolił na spełnienie wymagań klienta w zakresie wytrzymałości na rozciąganie ( $R_m \geq 210$  MPa) i wydłużenia ( $A_5 \geq 1\%$ ).

## Abstract

**Thesis title:** Effect of casting parameters and heat treatment on structure and mechanical properties of high pressure die casting engine block

This thesis was the result of an “Industrial PhD program” carried out in Nematik Poland Sp. z. o. o. The company specializes in high pressure die casting technology of aluminum alloys. The goal of the research was to develop technology for serial production of engine block housing from EN AC-46000 (AlSi9Cu3(Fe)) alloy. The main criterion from the customer’s side was to increase the content of internal scrap in the final product to 60-70%. Nevertheless, the castings had to meet new, more demanding requirements for mechanical properties of the engine block. The required parameter levels were  $UTS \geq 210$  MPa and  $Elongation A_5 \geq 1\%$ . The values were the highest at that time for this class of product in Nematik Poland. The investigation began with a complex analysis of archival production data from 2017-2019. The conclusion was that the required level was achievable, however, certain technological modifications were required. Three activities regarding the thesis were performed. Firstly, the effect of increased scrap content was investigated, focusing on the structure and mechanical properties of engine blocks from two alloys with minimum and maximum scrap content. The results indicated that there is no significant difference in the chemical composition, microstructure, and mechanical properties (including the influence of heat treatment). In the second stage, the influence of changing liquid alloy level in the holding furnace was checked. The results showed that, at low levels of alloy, there was a higher concentration of lead particles in the produced HPDC castings. Higher content influenced the mechanical properties by decreasing them below the requirements. Finally, the last part was dedicated to the implementation of a new innovative dosing system for HPDC. Due to the features of the system and internal improvements of the process, the influence of lead particles was reduced. The Customer’s requirements were achieved.