

**POLITECHNIKA ŚLĄSKA**  
**WYDZIAŁ MECHANICZNY TECHNOLOGICZNY**



**Politechnika  
Śląska**

**Rozprawa doktorska**  
**Mgr inż. Mateusz CZEREPAK**

**„Technologiczne metody ograniczenia zużycia stopu do alfinowania  
wkładek pierścieniowych w odlewach tłoków silników spalinowych”**

**Promotor rozprawy:**  
**Dr hab. inż. Jarosław Piątkowski – prof. PŚ**

**Promotor pomocniczy:**  
**Dr inż. Barbara Juszczyk – Dyrektor Instytutu Metali Nieżelaznych,  
Sieć Badawcza Łukasiewicz, Gliwice**

**Gliwice, 2023 r.**

# **"Technologiczne metody ograniczenia zużycia stopu do alfinowania wkładek pierścieniowych w odlewach tłoków silników spalinowych"**

**Mgr inż. Mateusz Czerepak**

Streszczenie rozprawy doktorskiej

W pracy przedstawiono opis budowy tłoków przeznaczonych do silników spalinowych, tj: Diesla i benzynowych, w zastosowaniu do różnych aplikacji (zależnie od średnicy cylindra) i najważniejszych części składowych, w tym zwłaszcza tłokowych wkładek pierścieniowych, tzw. "alfin". Podkreślono ważną rolę wkładek alfin w różnych odlewach tłoków w zależności od rodzaju silnika, jego mocy, typu itd. Dla zrozumienia problematyki i złożoności podjętych badań wykonano pełną analizę tzw. "procesu alfinowania" żeliwnych wkładek z podziałem na etapy ich produkcji: od przygotowania (śrutowanie i wygrzewanie), oceny mikrostruktury, aż po parametry technologiczne procesu odlewania tłoków i późniejsze etapy ich kontroli jakości. Analizie poddano najczęściej występujące wady w obszarze połączenia wkładki z tłokiem, sposoby ich wykrywania oraz przyczyny powstawania. Stwierdzono, że podczas alfinowania wkładek w stopie AlSi9 (tzw. AS9), dochodzi do przekroczenia dopuszczalnej zawartości żelaza i zanieczyszczeń niemetalicznych, głównie tlenków i wodorków. W wyniku tego, krystalizują niekorzystne morfologiczne fazy  $\beta$ -Al<sub>5</sub>FeSi, które w połączeniu z porowatością gazową negatywnie wpływają na trwałość połączenia wkładki z odlewem tłoka. Na tej podstawie sformułowano cele, zakres badań i tezę pracy. Każdy z wymienionych obszarów zawierał wieloetapowe badania potwierdzone seriami prób w warunkach laboratoryjnych oraz przemysłowych. Tok postępowania oraz metodykę badań przyjęto wg standardowej produkcji odlewów tłoków w Federal-Mogul (F-M) Gorzyce i obowiązujących norm branżowych.

Badania zasadnicze podzielono na trzy główne etapy:

1. Optymalizacja temperatury stopu AS9 podczas alfinowania wkładek pierścieniowych.
2. Wprowadzenie do stopu AS9 dodatku manganu w celu zmiany morfologii faz  $\beta$ -Al<sub>5</sub>FeSi.
3. Przyszłościowe kierunki badań nad zwiększeniem uzysku stopu AS9.

W pierwszym rozdziale badań zasadniczych wyznaczono nową, optymalną temperaturę alfinowania stopu AS9 z 770°C na 750°C. Dla wytypowanych parametrów przeprowadzono testy w warunkach przemysłowych na 10 000 szt. Testy dowiodły brak zwiększenia wyrobów wadliwych oraz spełnienie wszystkich kryteriów jakościowych połączenia: wkładka - tłok. Na podstawie obliczeń materiałów wsadowych wykazano zmniejszenie ich zużycia o ok. 30%.

Drugi rozdział dotyczył zastosowania dodatku manganu do stopu AS9 w celu ograniczenia występowania niekorzystnych morfologicznie faz typu  $\beta$ -Fe. Obszerny i szczegółowy rozdział poświęcono analizie ATD stopu AS9 dla różnej zawartości żelaza i manganu. Wyznaczono charakterystyczne temperatury krystalizacji zidentyfikowanych faz. Stwierdzono, że mangan powoduje krystalizację fazy  $\alpha$ -Al<sub>15</sub>(Fe,Mn)<sub>3</sub>Si<sub>2</sub> zamiast  $\beta$ -Al<sub>5</sub>FeSi, co nie wpływa negatywnie na połączenie dyfuzyjne wkładki z tłokiem. Badania zweryfikowano w warunkach produkcji.

Końcowym etapem pracy były przyszłościowe kierunki rozwoju i optymalizacji pod kątem zwiększenia udziału materiałów recyklingowych do produkcji stopów aluminium stosowanych w F-M Gorzyce oraz wzmożoną i automatyczną kontrolę przyrostu w nich zanieczyszczeń.