

Lublin, dn. 08.01.2025 r.

dr hab. inż. Mirosław Szala, prof. PL  
Katedra Inżynierii Materiałowej  
Wydział Mechaniczny  
Politechnika Lubelska

## RECENZJA dla części jawnej

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Roberta Szudego

pt.: „*Analiza i optymalizacja ciągu technologicznego przygotowania mieszanki wsadowej na maszynę Dwighta Lloyda w procesie spiekania materiałów cynkonośnych*”,

wykonanej pod opieką promotora, dr hab. inż. Bożeny Gajdzik, prof. PŚ  
oraz promotora pomocniczego, mgr. inż. Marka Sołtysika.

### Uwaga formalna

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie pisma o sygnaturze RDIMa.512.3.2024 RM z dnia 22.10.2024 r., przesłanego przez Przewodniczącą Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej, prof. dra hab. inż. Adama Grajcara, które otrzymałem dnia 18.11.2024 r. Praca jest utajniona, dlatego też recenzja została przygotowana dla części jawnej i tajnej w dwóch osobnych plikach.

## 1. Charakterystyka rozprawy

Recenzowana praca doktorska mgr. inż. Roberta Szudego wypełnia zidentyfikowaną lukę badawczo-technologiczną dotyczącą usprawnienia procesu spiekania materiałów cynkonośnych, wraz z materiałami zawracanymi z procesu produkcyjnego, realizowanego na maszynie spiekalniczej Dwighta Lloyda w przedsiębiorstwie Huta Cynku „Miasteczko Śląskie”. Spiekanie koncentratu rudy metalu jest jednym z końcowych etapów wstępnej przeróbki rudy umożliwiających przygotowanie wsadu do procesu pirometalurgicznego otrzymywania cynku z zastosowaniem technologii Imperial Smelting Process (ISP). W niniejszej pracy badano właściwości materiałów cynkonośnych oraz analizowano procesy technologiczne realizowane na Wydziale Spiekalni przedsiębiorstwa. Istotą procesu spiekania jest wytwarzanie z materiałów kopalnych (siarczkowych) lub materiałów wtórnych (tlenkowych) spieku o określonych właściwościach fizykochemicznych. Rozprawa doktorska ma charakter aplikacyjny, oparty na współpracy przedsiębiorstwa z uczelnią wyższą i jej tematyka została ulokowana w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Praca doktorska mgr. inż. Roberta Szudego przedstawiona została w postaci zwięzłego opracowania na 259 stronach formatu A4. Przedłożona do recenzji dysertacja ma typową strukturę dla pracy o charakterze teoretyczno-empirycznym składającej się z części literaturowej, analitycznej oraz badawczej.

Struktura opracowania nie odbiega od przyjętych standardów dla tego typu prac. Zawiera ona spis treści, dziewięć merytorycznych rozdziałów, załączniki, spisy rysunków i tabel, bibliografię oraz nie wyszczególnione w spisie treści, streszczenie w języku polskim i angielskim. Praca zawiera treści jawne oraz tajne, oznaczone odpowiednio w treści dysertacji. W rozprawie utajniono fragmenty dotyczące specyficznych parametrów pracy ciągów technologicznych, uzyskanych danych liczbowych i urządzeń znajdujących się w przedsiębiorstwie Huta Cynku „Miasteczko Śląskie”. W wielu przypadkach utajnienie dotyczy pojedynczych zdjęć, wykresów, tabel, zdań znajdujących się na poszczególnych stronach.

We wstępie Autor zawarł uzasadnienie podjęcia tematu pracy, zarysował problem technologiczno-badawczy, cel główny pracy i przedstawił hipotezy pracy, a także krótki opis zakresu badań. W rozdziale drugim pracy opisano rolę cynku w gospodarce z uwzględnieniem jego zastosowania przemysłowego oraz scharakteryzowano technologię Imperial Smelting Process, stosowaną również w przedsiębiorstwie, w którym realizowany był doktorat wdrożeniowy. Rozdział trzeci zawiera opis procesu spiekania uwzględniający specyfikę organizacji procesu produkcyjnego przedsiębiorstwa. W rozdziale czwartym określono główny cel polegający na wskazaniu możliwości udoskonalenia procesu technologicznego przygotowania mieszanki wsadowej przed procesem spiekania. Rozdział piąty opisuje i uzasadnia przyjętą metodologię badań zrealizowanych nie tylko w warunkach laboratoryjnych, ale również w dużej mierze na części pracującej linii produkcyjnej. W szóstym rozdziale analitycznym, Doktorant dokonał analizy procesu produkcyjnego spiekania i procesów przygotowania mieszanki cynkonośnej podlegającej spiekaniu. Opisał wybrane etapy procesów przygotowania i obróbki materiałów cynkonośnych m.in. dostawę i mieszanie surowców, namiarownię Wydziału Spiekalni, zawracanie materiałów, mieszalniki bębnowe stosowane do przygotowania mieszanki cynkonośnej. Autor zidentyfikował elementy i etapy procesu produkcyjnego wymagające zmian lub powodujące problemy technologiczne. W części badawczej rozprawy (rozdział siódmy) zawarto charakterystykę makro- i mikrostruktury materiałów cynkonośnych wykonaną w oparciu o obserwacje mikroskopowe (mikroskop optyczny oraz skaningowy mikroskop elektronowy). Metodą SEM-EDS analizowano skład chemiczny spieku i podziaren (tzw. zawrotów) chłodzonych szlamami oraz wodą. Zbadano skład granulometryczny materiałów cynkonośnych określono różnicę pomiędzy materiałami wsadowymi siarczkowymi a tlenkowymi. Przeprowadzono analizę wpływu sposobu dozowania materiałów w procesie spiekania na jednorodność składu chemicznego powstającego spieku. Wyznaczono zwilżalność materiałów cynkonośnych oraz przeanalizowano sposób dozowania cieczy do mieszalnika bębnowego. Zweryfikowano możliwości scalania pyłów, zawracanych z układów suchego odpylania taśmy spiekalniczej, z wykorzystaniem prasy walcowej (brykietowanie). Na podstawie wniosków z przeprowadzonych analiz i badań, w rozdziale ósmym zaproponowano zmiany w organizacji procesu produkcyjnego, mające na celu optymalizację ciągu technologicznego przygotowania mieszanki wsadowej kierowanej do procesu spiekania. Empiryczna część pracy kończy się rozdziałem dziesiątym, który zawiera podsumowanie i wnioski. Następnie zamieszczono załączniki zawierające szczegółowe wyniki badań, karty charakterystyk materiałów cynkonośnych, bibliografię oraz streszczenia.

Bibliografia dysertacji mgr. inż. Roberta Szudego obejmuje 120 pozycje, które zostały dobrane właściwie i w pełni adekwatnie do omawianej w dysertacji problematyki. Większość cytowanych artykułów pochodzi z czasopism, w których zagadnienia inżynierii materiałowej są w głównym nurcie tematycznym oraz mają uznaną pozycję w międzynarodowym środowisku naukowym. Ponieważ doktorat ma charakter wdrożeniowy, wiele analiz materiałowych i opisów przebiegu procesu zostało wykonanych na podstawie danych wewnętrznych przedsiębiorstwa, co jest zgodne z ideą prac wdrożeniowych. Doktorant umiejętnie wyważył proporcje między literaturą naukową a branżową, co należy ocenić pozytywnie. Ponadto, Autor zasługuje na pochwałę za staranne opracowanie edycyjne rozprawy.

## 2. Wniosek końcowy

Moja ogólna ocena pracy jest pozytywna. Pan mgr inż. Robert Szudy w przedłożonej rozprawie doktorskiej zrealizował obszerny i interesujący program badawczy. Uzyskane wyniki mają charakter oryginalny zarówno pod względem poznawczym, jak i aplikacyjnym. Mimo pewnych niedociągnięć, głównie stylistycznych, w opisie zachodzących zjawisk i procesów, Doktorant wykazał się dojrzałością naukową, samodzielnością w planowaniu i realizacji badań, a także solidną analizą i interpretacją ich wyników, które prowadzą do rozwiązania zdefiniowanego problemu naukowego. Ponadto mgr inż. Robert Szudy zaproponował oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w praktyce gospodarczej. Zawartość dysertacji świadczy również o dobrej znajomości teoretycznych podstaw realizowanej tematyki. Wszystkie te elementy pozwoliły na osiągnięcie postawionych celów pracy, sformułowanie wniosków, a także przygotowanie rozprawy na dobrym poziomie merytorycznym.

Stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr. inż. Roberta Szudego pt.: „*Analiza i optymalizacja ciągu technologicznego przygotowania mieszanki wsadowej na maszynę Dwighta Lloyda w procesie spiekania materiałów cynkonośnych*” **spełnia** wymagania określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej o dopuszczenie mgr. inż. Roberta Szudego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Mirosław Szale