

# Opracowanie instalacji do wytwarzania materiałów aktywowanych chemicznie do zastosowań w technikach addytywnych

mgr inż. Jakub Aniulis

Promotor: prof. dr hab. inż. Krzysztof Marek Abramski

Promotor pomocniczy: dr inż. Grzegorz Dudzik

Katedra Teorii Pola, Układów Elektronicznych i Optoelektroniki (K35W12ND02)

Wydział Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów Politechniki Wrocławskiej

Wraz z coraz szybszym tempem rozwoju badań naukowych i postępu technologicznego rośnie zapotrzebowanie na szybkie prototypowanie w placówkach docelowych przy użyciu określonych specyficznych materiałów. Technologie addytywne, takie jak druk 3D metodą osadzania topionego materiału z dedykowaną instalacją do wytwarzania filamentów, stały się ekonomicznie opłacalnym rozwiązaniem tej potrzeby. Produkcja niestandardowych materiałów dla tego procesu często stwarza potrzebę wykorzystania instalacji w formie niskonakładowej linii produkcyjnej filamentów. Istotnym wyzwaniem w takich procesach produkcyjnych jest utrzymanie wysokiej jakości filamentu na całej jego długości. Powodem jest to, że nieskompensowana zmiana właściwości materiału stosowanego w procesie wytłaczania materiału w druku 3D jest jednym z czynników prowadzących do niespójności i wad produkowanych części. Stwarza to zapotrzebowanie na niedrogi monitor jakości filamentu w czasie rzeczywistym, który może scharakteryzować właściwości materiału filamentu na całej jego długości.

Praca doktorska przedstawia instalację do wytwarzania materiałów aktywowanych chemicznie do zastosowań w technikach addytywnych, gdzie zastosowano automatyczną charakteryzację wzdużną własności filamentów. Aby zapewnić wysoką jakość filamentu, konieczne jest monitorowanie i zarządzanie szeregiem istotnych właściwości, w tym spójnością geometrii, zmiennością objętości, owalnością, jednorodnością materiału, stosunkiem mieszanki oraz brakiem wad wewnętrznych i zewnętrznych, takich jak pęcherzyki powietrza. W tym celu do instalacji produkcyjnej wdrożono autorski monitor jakości filamentu czasu rzeczywistego (R-FQM), który pozwala na szczegółowy wgląd w charakterystykę filamentu podczas procesu produkcyjnego. Monitor R-FQM implementuje śledzenie zmian zmierzonej pojemności rurki pojemnościowej i średnicy oraz innych właściwości przy użyciu czujników różnych typów dla wielu wybranych osi oraz enkodowania wyników do określonego fragmentu filamentu używanego w druku 3D metodą osadzania topionego materiału. Dzięki tak zebrany danym monitorowano między innymi takie czynniki, jak wilgotność materiału, krągłość, defekty materiałowe, proporcje składników, względną przenikalność elektryczną, współczynnik Poissona czy typ materiału. Przedstawiony został pierwszy autorski prototyp urządzenia pomiarowego i szczegółowo opisano jego zasadę działania. Jako przykłady zastosowań przedstawiono rozpoznawanie typu materiału na podstawie charakterystyki filamentu kilku typów materiału różnych producentów, opisano proces absorpcji wilgoci w czasie dla wybranych filamentów oraz pokazano wykrywanie defektów o różnym stopniu nasilenia.

R-FQM, w połączeniu z autorskim procesem wieloetapowego przeciągania filamentu przez ciągadło oczkowe, pozwala na monitorowanie i kontrolę własności filamentów w trakcie produkcji. Innowacyjne techniki zostały zilustrowane podczas produkcji filamentów kompozytowych na bazie polilaktydu z dodatkiem nanohydroksyapatytu. Zredukowano średnicę wyekstrudowanego materiału poprzez wieloetapowe przeciąganie tak powstałego filamentu przez szereg oczek ciągadeł drutowych o malejących średnicach. W trakcie procesu produkcyjnego filamente zostały scharakteryzowane na różnych etapach wytwarzania, między innymi za pomocą analiz właściwości strukturalnych i termicznych, a także zaproponowanej statycznej próby rozciągania.

Jakub Anielski