

Politechnika Częstochowska

Innowacje w technologii i automatyzacji

pod redakcją
Jerzego Winczka
Przemysława Postawy
Marka Gucwy

Monografia



Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej

Częstochowa 2021

Recenzenci:

prof. dr hab. inż. Elżbieta Bociąga
prof. dr hab. inż. Jerzy Łabanowski
dr hab. inż. Tadeusz Złoto

Redakcja
Zdzisława Tasarz

Redakcja techniczna
Robert Świerczewski

Projekt okładki
Dorota Boratyńska

ISBN 978-83-7193-828-3
e-ISBN 978-83-7193-829-0

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej
Częstochowa 2021

WPROWADZENIE

Nieustanny rozwój technik wytwarzania, stosowanie nowoczesnych technologii i materiałów stawiają przed kadrami naukową i dydaktyczną nowe zadania i wyznaczają kierunki naukowych poszukiwań i badań. Dynamiczny postęp w technologii materiałów stosowanych w bioinżynierii, zintegrowanych systemach CAD/CAM/CAE, technologii druku 3D zarówno w technikach tworzyw sztucznych i metalowych, jak i metod i urządzeń spawalniczych implikuje konieczność reagowania na otaczający świat oraz sprostania nowym wyzwaniom. Naturalną kolejną rzeczą jest więc prowadzenie badań poznawczych, poszukiwanie nowatorskich rozwiązań i ich aplikacja w praktyce przemysłowej. Działania te oczywiście muszą znajdować swoje odzwierciedlenie w działalności dydaktycznej, tak żeby absolwenci Politechniki Częstochowskiej stali się poszukiwanymi na rynku pracy specjalistami.

Oddajemy do rąk Szanownych Czytelników monografię prezentującą wyniki badań, przykłady rozwiązań technologicznych, jak również wykorzystanie informatyki we wspomaganie procesu produkcyjnego i dydaktycznego, opracowanych przez pracowników Katedry Technologii i Automatyzacji Politechniki Częstochowskiej.

Katedra Technologii i Automatyzacji powstała 1 października 2019 roku wskutek zmian organizacyjnych Uczelni i przekształcenia z wcześniejszego Instytutu Technologii Mechanicznych, w którego skład wchodziły zakłady: Przetwórstwa Polimerów, Spawalnictwa, Bionżynierii i Obróbki Plastycznej, Automatyzacji Produkcji i Technologii. Naturalną konsekwencją są więc zainteresowania naukowe i działalność dydaktyczna pracowników zespołów badawczych powstałych na bazie wymienionych zakładów.

Strukturę monografii zbudowano, grupując tematycznie poszczególne rozdziały, nie wyodrębniając poszczególnych części książki, bowiem tytuły rozdziałów i opisywane zagadnienia wyraźnie wskazują na obszar działalności naukowej i dydaktycznej autorów.

Pierwsza część pracy poświęcona jest zagadnieniom materiałów i technologii przetwórstwa tworzyw sztucznych. To dynamicznie rozwijająca się grupa materiałów, która w obecnych czasach ze względu na swoje właściwości fizykochemiczne zyskuje na znaczeniu nie tylko w wielu gałęziach przemysłu, ale i życia codziennego czy medycynie. W tej części pracy znajdują się rozdziały poświęcone zagadnieniom materiałów polimerowych oraz ich procesom starzenia w różnych warunkach, materiałom polimerowym stosowanym w medycynie, badaniom nad technologią przetwórstwa, analizie numerycznej przepływu tworzyw oraz obciążania implantów stosowanych w medycynie, a także zastosowaniom technologii przyrostowych, a w szczególności druku 3D. Autorzy starali się pokazać różnorodność zastosowań

materiałów polimerowych, ich modyfikacji i metod ich przetwórstwa. Jedne z rozdziałów mają charakter przeglądowy, a ich celem jest usystematyzowanie wiedzy i rozwiązań technicznych w danym zakresie, inne z kolei dotyczą aspektów badawczych nad materiałami lub technologią przetwarzania zarówno od strony technologicznej, jak i reologii czy budowy narzędzi do przetwórstwa. Pewne rozdziały łączą się z częścią poświęconą metodom obróbki skrawaniem jako wiodącej technologii wytwarzania narzędzi do przetwórstwa.

Kształtowanie i badanie jakości powierzchni metalowych obrabianych metodami mechanicznymi (obróbką skrawaniem, nagniataniem) jest przedmiotem rozważań w kolejnej części monografii. W odniesieniu do obróbki skrawaniem prezentowane prace koncentrują się na zagadnieniach frezowania i toczenia. Przedstawiono sposób kształtowania powierzchni śrubowej o zarysie kołowo wklęsłym frezem trzpieniowym z czołem kulistym. W pracy wykazano łatwą modyfikację zarysu ślimaka, a także modyfikację zarysu koła ślimakowego. W kolejnym rozdziale, dotyczącym obróbki frezowaniem, dokonano analizy dokładności 3-osiowej frezarki CNC na podstawie obróbki przedmiotu próbnego. Zastosowaniom nowoczesnych rozwiązań poświęcona jest praca dotycząca zastosowania innowacyjnej technologii obróbki skrawaniem LFV (*Low Frequency Vibration*), polegającej na wprowadzaniu w drgania osi ruchu posuwowego serwomechanizmu w kierunku osiowym. Technologia ta jest dedykowana do obróbki materiałów trudnoobrabialnych, stali nierdzewnych oraz materiałów, przy których skrawaniu powstaje ciągły, wstęgowy wiór. Istotna w kontekście analizy jakości obrabianych powierzchni jest praca dotycząca modyfikacji parametrów stanu warstw wierzchnich na drodze obróbki powierzchniowej nagniataniem. Technologia nagniatania, niezbyt często stosowana w praktyce przemysłowej, w niektórych sytuacjach jest jedynym rozwiązaniem polepszenia własności powierzchni bez użycia obróbki cieplnej prowadzącej do niepożądanych zmian strukturalnych materiału.

Ostatnią grupą prac związanych bezpośrednio z technologią wytwarzania są rozdziały poświęcone problematyce spawalniczej. Szeroko pojęte spawalnictwo jest interdyscyplinarną częścią dziedziny nauk inżyniersko-technicznych, w której spotykają się takie dyscypliny, jak inżynieria mechaniczna, materiałowa czy też automatyka, elektronika i elektrotechnika. Spawalnictwo, łącząc w sobie różnorodne dyscypliny, pozwala na realizację ciekawych prac badawczych, zajęć dydaktycznych, ale jednocześnie wymusza współpracę naukowców i inżynierów z różnych dyscyplin naukowych. Ta różnorodność znajduje również odzwierciedlenie w prezentowanych pracach Zespołu Spawalnictwa. Tę część monografii otwierają rozważania dotyczące zjawisk zachodzących w przestrzeni międzyelektrodowej w jednej z odmian metody MIG/MAG. Jest to klasyczna metoda spawania, która jednak dzięki rozwojowi elektroniki pozwala na ciągły proces optymalizacji rozwiązań stosowanych na stanowiskach produkcyjnych, do czego potrzebne jest jednak doskonałe zrozumienie procesów zachodzących w łuku spawalniczym. Potwierdza

to również rozdział, w którym badano stabilność pracy łuku spawalniczego przy wymuszonych impulsach prądowo-napięciowych oraz zaproponowano nową autor-ską metodę badania charakterystyk statycznych zasilaczy impulsowych. Poznanie zjawisk zachodzących w łuku spawalniczym oraz pomiar i określenie ich wartości pozwala na spawanie nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych, w których margines błędu przy doborze parametrów technologicznych spawania jest coraz mniejszy. Wiąże się to bezpośrednio ze zjawiskami termomechanicznymi, jakie zachodzą w złączu spawanym pod wpływem łuku spawalniczego. Kolejne zaprezentowane prace koncentrują się wokół efektów oddziaływania łuku spawalniczego na materiał spawany. Szczególnie istotny jest temat badań poświęcony ilości ciepła, jakie jest doprowadzane do złącza czy też napoiny. Obecnie stosowana metoda szacowania energii liniowej spawania jest obarczona dużym błędem i nie może być skutecznie wykorzystywana w przypadku zaawansowanych procesów spawalniczych i stali stopowych oraz stopów metali nieżelaznych. Zaproponowane podejście obliczenia wielkości geometrycznych napoin jest punktem wyjścia do zmiany metodologii wyznaczania ilości wprowadzanego ciepła do napoiny czy też złącza. Prawidłowe określenie ilości wprowadzonego ciepła oraz parametrów technologicznych procesu spawania pozwala na stosowanie metod analitycznych modelowania zjawisk zachodzących w złączu spawanym o dużej zgodności z rzeczywistością, co potwierdzono w jednej z zaprezentowanych prac. W kolejnych rozdziałach monografii przedstawiono przeglądową i badawczą prace, które dotyczą technik laserowych stosowanych w spawalnictwie. Szczególnie popularne jest wykorzystanie technik laserowych do cięcia metali i przygotowania złącza do spawania. Przedstawiona praca przeglądowa pozwala na poznanie najczęściej stosowanych metod cięcia laserowego i ułatwia optymalny wybór metody przygotowania złącza do spawania. Również jakość powierzchni po cięciu, wielkość strefy wpływu ciepła i niewielkie zmiany w twardości ciętych materiałów przemawiają za wyborem tej metody cięcia, co znakomicie zostało pokazane w rozdziale monografii poświęconym jakości cięcia laserowego. Dużym wyzwaniem, przed jakim staje obecnie spawalnictwo, jest modernizacja i naprawa bloków energetycznych. Stosowane w tych konstrukcjach materiały są trudnospawalne i wymagają dużego doświadczenia oraz wiedzy w odpowiednim projektowaniu technologii łączenia tych materiałów. Dobrym przykładem sposobu postępowania przy kwalifikowaniu technologii spawania stali stosowanych w energetyce jest praca, w której przedstawiono proces technologiczny łączenia rur i zmiany w strukturze złącza.

Kolejne dwa rozdziały monografii poświęcono procesom napawania, z których pierwszy dotyczy napawania regeneracyjnego stosowanego w instalacjach energetycznych, a drugi napawania technologicznego, którego celem jest uzyskanie pożądanych właściwości w warstwie wierzchniej. Stosowane materiały do napawania pozwalają na wytworzenie warstwy o dużej odporności na temperaturę, korozję czy też zużywanie, a dodatkowe operacje technologiczne, jak przetapianie po-

wierzchni napoin metodą TIG, zmieniają strukturę materiałów i ich właściwości. Przedstawione we wspomnianych rozdziałach prace Zespołu Spawalnictwa są aktualne i zbieżne z pracami spawalników z innych ośrodków naukowo-badawczych i wyznaczają aktualne kierunki badawcze.

Przedostatni rozdział monografii poświęcony jest projektowaniu aplikacji bazodanowych na przykładzie oprogramowania dedykowanego laboratorium metrologicznemu.

Monografię zamyka praca z najwyższym stopniem aktualności procesów dydaktycznych szkół wyższych realizowanych w ostatnim czasie, a mianowicie poświęcona modelowi ewaluacji kursów on-line prowadzonych na Politechnice Częstochowskiej.

Marek Gucwa, Przemysław Postawa, Jerzy Winczek