

Gliwice, 19.11.2018 r.

Prof. dr hab. inż. Bożena Skołod
Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych
i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania
Politechnika Śląska

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Anatola Kałasznikowa zatytułowanej „System wspomaganie decyzji doboru parametrów cięcia plazmowego dla potrzeb redukcji kosztów wytwarzania”. Recenzję sporządzono na zlecenie Dziekana Wydziału Mechanicznego Uniwersytetu Zielonogórskiego z dnia 2.10.2018r., w związku z uchwałą Rady Wydziału z dnia 26.09.2018r. Recenzja została sporządzona w kontekście dyscypliny inżynieria produkcji, w której ten przewód jest prowadzony.

1. Istota rozprawy analiza i dyskusja

Jakość wyrobu oraz koszt wytworzenia są w pewnym sensie sprzecznymi kryteriami. Z jednej strony rynek (klienci) oczekuje niezawodnych produktów, z drugiej strony silna konkurencja, która w dobie globalizacji dotyka przedsiębiorstwa, zmusza producentów do obniżania cen produktów, a to z kolei powoduje konieczność obniżania kosztów wytwarzania. Koszty jakości stanowią nakłady, bądź straty ponoszone przez przedsiębiorstwo w związku z produkcją, oferowaniem i sprzedażą produktu o określonej jakości. Koszty jakości są elementem ogólnych kosztów wytwarzania, są sumą wszystkich kosztów operacyjnych składających się na osiągnięcie wymaganej jakości.

W niniejszej rozprawie doktorskiej przedstawiono wpływ parametrów cięcia plazmowego, tj. prędkości cięcia oraz natężenia prądu, na jakość i koszt wykonania wyrobu oraz na żywotność części eksploatacyjnych palnika i na ostateczny koszt wytwarzania. W tym kontekście Doktorant postawił problem, który sprowadza się do doboru parametrów cięcia plazmowego, które zapewnią uzyskanie określonej klasy jakości.

Potrzeba zwiększenia konkurencyjności jest sprawą naturalną. Zdobycie lepszej pozycji na rynku odbywa się zwykle przez działania i rozwój w kierunku innowacyjności, to zaś oprócz oczekiwanego awansu na konkurencyjnym rynku umożliwia tworzenia nowych ofert dla klientów. Zmiany innowacyjne zawsze są związane z dużymi nakładami inwestycyjnymi. Przedsiębiorstwa zaliczane do małych i średnich często nie są w stanie udźwignąć takiego wydatku. Nowoczesne, lepsze technologie, potencjalnie dostępne na rynku, nie są możliwe do zastosowania ze względu na koszty początkowe związane z kosztami inwestycji, takimi jak zakup bardzo drogiego urządzenia. Reprezentantem tej klasy przedsiębiorstw produkcyjnych jest firma AK ANATOL, na potrzeby której zostały wykonane badania i przygotowana niniejsza dysertacja doktorska. Przedsiębiorstwo produkuje wyroby stalowe, do tej produkcji wykorzystuje cięcie plazmowe. Taką technikę wybrało ze względu na niższe koszty urządzeń w porównaniu z cięciem laserowym oraz cięciem strumieniem wody. Konkurencyjność, o której już wspomniałam wcześniej, zmusiła Firmę do poszukiwania metod wpływających na wzrost wydajności oraz redukujących koszty procesu cięcia bez konieczności zmiany stosowanej technologii. Oceniana praca odpowiada na zaistniałą potrzebę, praca ma charakter dedykowany. Prezentowane podejście jest zgodne z ideą nieustannego ulepszania znaną z cyklu PDCA, czy techniki Kaizen.

Doktorant przedstawił krótkie charakterystyki kilkunastu programów wspomagających decyzje w procesie cięcia blach. Zauważył, że nie są one wyposażone w funkcje pozwalające na: kosztorysowanie przy zachowaniu pożądanej klasy dokładności, klasyfikację części eksploatacyjnych oraz ocenę ich żywotności, wspomaganie doboru odpowiednich elementów części zamiennych palnika oraz szybkie ofertowanie. Zmierzył się z tymi brakami realizując badania przedstawione w pracy doktorskiej.

Mgr A. Kałasznikow szczegółowo omówił proces cięcia plazmowego, wskazał wady i zalety takiego procesu. Ponadto wyspecyfikował elementy eksploatacyjne palnika, które muszą być wymieniane z częstotliwością zależną od parametrów cięcia, a więc mających wpływ na ostateczny koszt produkcji.

Znajomość praw rynku, analiza literatury oraz doświadczenie w zakresie cięcia plazmowego pozwoliły Mu na sformułowanie celu i określenie zakresu pracy. Celem jest opracowanie systemu wspomagającego operatora w podejmowaniu decyzji w doborze parametrów cięcia plazmowego, zapewniającego osiągnięcie określonych wymagań jakościowych, przez co ograniczających koszty związane z koniecznością dodatkowej obróbki. SWD ma również

szacować koszty procesu cięcia blach o grubości 4,8 i 12 mm przy natężeniu prądu 80 i 130 A. Przyjęto, że projektowany system wspomaganie decyzji powinien uwzględniać:

- wpływ parametrów na zmianę twardości krawędzi ciętej,
- wpływ na klasę tolerancji prostokątności i tolerancji wymiarowej,
- czas i koszt wykonania elementu,
- czas zużycia części palnika i koszty związane z koniecznością ich wymiany.

Doktorant postanowił stworzyć system wspomagający podejmowanie decyzji i za R. Knosalą przyjął, że „...zadaniem takiego systemu jest pomoc kadrze zarządzającej w modelowaniu oraz w rozwiązywaniu problemów we wszystkich obszarach...” Ta definicja jest odpowiednia w odniesieniu do systemów wspomaganie decyzji na poziomie strategicznym, w przypadku postawionego problemu należałoby przyjąć definicję odpowiadającą decyzji na poziomie operacyjnym.

W rozdziale zatytułowanym „Metodyka i program badań” przedstawione zostały jedynie wymagania wynikające z norm oraz została opisana metoda delficka. Uważam, że przedstawienie wyników badań należy poprzedzić planem, określić założenia, cel badań, przyjęte kryteria oceny, sposób postępowania i przedstawić wyniki wraz z oceną. W pracy nie przyjęto schematu badawczego, zamiast tego przedstawiono cele szczegółowe oraz obowiązujące normy. W tym miejscu pracy można było przedstawić uniwersalne podejście do badań dla określonej klasy zagadnień i dopiero później je uszczegółowić, podając przykład zastosowania metody dla przedsiębiorstwa AK ANATOL, podkreślając w ten sposób jej dedykowany charakter. Uważam, że zawartość rozdziału nie odpowiada jego tytułowi. Zaprezentowane w pracy działania przedstawiają metodę (świadomie stosowany sposób postępowania mający prowadzić do osiągnięcia zamierzonego celu) a nie, jak to nazwano, metodykę (zbiór zasad dotyczących sposobów wykonywania jakiejś pracy lub trybu postępowania prowadzącego do określonego celu¹).

W części badawczej opisano stanowiska, na których prowadzone były poszczególne badania. Spośród 9 parametrów istotnych dla procesu cięcia (nie jest powód wybrania tych do analizy) ostatecznie wybrano dwa z nich uznane za najważniejsze, są to: natężenie prądu i prędkość cięcia. Ich wyłonieniu posłużyła metoda delficka. Ankiety przeprowadzono w 15 przedsiębiorstwach, każde z nich wskazało pracownika, z min. 5 letnim stażem, do wypełnienia ankiety. Założeniem metody delfickiej jest anonimowość ekspertów. Ankiety (w szczególności pierwsze) są otwarte, dopiero na podstawie ich wyników przygotowuje się

¹ Słownik Języka Polskiego

ankietę o charakterze zamkniętym. W związku z tym uważam, że przedstawione w pracy badania ankietowe należałoby raczej nazwać oceną punktową dokonaną z wykorzystaniem ankiet.

Doktorant przygotował stanowisko badawcze, próbki do badań oraz zaproponował prowadzenie badań zgodnie ze schematem, który jest nieczytelny i nie określa zależności czasowej poszczególnych eksperymentów. Przedstawił wyniki rekomendowane przez producenta i te, które zostały uznane za najlepsze przez operatorów. Wykonał pomiary twardości oraz na podstawie skanu 3D ocenił geometrię. Przeprowadzone badania wykazały, że we wszystkich przypadkach, niezależnie od przyjętych parametrów, konieczna jest dodatkowa obróbka powierzchni ciętych. Następne badania polegały na wykonaniu pomiaru chropowatości i mikrotwardości zgodnie z wymaganiami normy. Doktorant wykonał serie pomiarów chropowatości Rz zgodnie z kierunkiem cięcia. Wartość jednego z pomiarów (dla płyty 4/8/1 i prędkości 3600 mm/min) w znacznym stopniu odbiega od pozostałych wyników. Szkoda, że nie zinterpretowano tego wyniku. Uważam, że pomiary tego typu powinny być powtarzane, żeby wyeliminować przypadkowe błędy. Kolejnym badaniem było modelowanie zużycia energii elektrycznej. Wyniki pomiarów dokonanych w trakcie cięcia 122 blach poddano analizie statystycznej. Rozkład zużycia energii przedstawiono w postaci wykresów pudełkowych, jednakże ich nie zinterpretowano. Ostatnim aspektem, który poddano badaniu była zależność żywotności części eksploatacyjnych od przyjętych parametrów cięcia. Przeprowadzone badania stanowią największą wartość niniejszej pracy. Uzyskane wyniki zostały wykorzystane do utworzenia systemu wspomagania decyzji w doborze parametrów obróbki w procesie cięcia plazmowego.

Schemat działania SWD przedstawiono na (rys.8.59) jest on jednak zbyt ogólny. Założono, że aplikacja powinna być tak zaprojektowana, by nie wymagała od operatora umiejętności z zakresu obsługi komputera. Aplikacja umożliwi dobór parametrów obróbki dla zadanej grubości blach oraz wymaganej klasy jakości cięcia. Aplikacja będzie ponadto śledziła zużycie części eksploatacyjnych oraz szacowała koszty i czas realizacji. Ta ostatnia funkcja jest ważna na etapie wczesnego ofertowania zamówienia.

System wspomagania decyzji opisany w rozdziale 8.9.2 został przedstawiony dosyć pobieżnie, a tematem pracy jest „System wspomagania decyzji...”. Uważam, że to ważne zadanie, mające wartość naukową (mechanizm wnioskowania wykorzystujący wyniki uzyskane w trakcie badań) jak i użyteczne powinno być precyzyjnie przedstawione wraz

z logiką wnioskowania, która została „wbudowana” do systemu. Taka dokumentacja w razie potrzeby pozwala na późniejszy rozwój systemu o inne przydatne funkcje.

Praca ma charakter użyteczny i z wielkim prawdopodobieństwem jej wyniki zostaną wykorzystane w przedsiębiorstwie AK ANTOL, dla którego została wykonana. W kontekście doktoratu (nadania stopnia naukowego) oceniany jest również aspekt naukowy. Uważam, że największą słabością przedstawionej pracy doktorskiej jest brak uogólnienia procedury badawczej, brak opisu metodyki badawczej, w niektórych przypadkach niewystarczająca interpretacja wyników. Wszystkie badania, ale również metoda ich prowadzenia zostały podporządkowane ściśle zdefiniowanemu zakresowi (3 grubości blach, oraz 2 natężenia prądu). Pracę kończy opis opracowanego SWD. Żałuję, że nie przedstawiono spostrzeżeń i wniosków jakie nasuwają się w związku z jego zastosowaniem.

3. Oryginalne osiągnięcia

Za oryginalne osiągnięcia uzyskane w ramach realizowanej pracy doktorskiej uznaję:

- Ocenę zużycia elementów eksploatacyjnych, która może być też wykorzystana do planowania przestojów eksploatacyjnych, szybszego przygotowania elementów mających ulec wymianie oraz przyspieszenie tej czynności.
- Przeprowadzenie licznych eksperymentów w warunkach produkcyjnych, które pozwoliły na określenie zależności pomiędzy parametrami a jakością obrabianego elementu.
- Weryfikację parametrów cięcia zalecanych przez producentów i wykazanie, że parametry te są zawyżone, co naraża przedsiębiorstwo na ponoszenie dodatkowych kosztów.
- Opracowanie prostego systemu wspomagającego operatora urządzenia do cięcia plazmowego i niewymagającego specyficznych kwalifikacji.

4. Podsumowanie i wnioski

Praca doktorska mgr Anatola Kałasznikowa ma charakter badawczy i dedykowany. Została przygotowana w związku z zaistniałą potrzebą utworzenia SWD wspomagającego operatora w doborze parametrów cięcia plazmowego, a dobrane parametry powinny zapewnić lepszy wynik jakościowy i korzyści ekonomiczne.

Przytoczone przeze mnie uwagi na ogół mają charakter dyskusyjny i porządkujący, i nie podważają mojej pozytywnej oceny pracy.

W moim odczuciu pan mgr inż. Anatol Kałasznikow wykazał się niezbędnym zasobem wiedzy z zakresu inżynierii produkcji, technologii cięcia, znajomości urządzeń, metod badawczych, statystyki oraz znajomości budowy systemów wspomagających podejmowanie decyzji. Przedstawił oryginalne rozwiązanie problemu naukowego o dedykowanym charakterze. Pokazał, że potrafi samodzielnie prowadzić badania naukowe. Przedstawiona rozprawa spełnia warunki Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Uważam, że praca spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w dyscyplinie inżynieria produkcji. Stawiam wniosek o dopuszczenie do dalszego postępowania.

Bożena Skolmowska