



RECENZJA

rozprawy doktorskiej pt.:

„Struktura i własności płyt ściernych napawanych łukowo drutem proszkowym samoosłonowym”

Autor: mgr inż. **Andrzej Stanisław Klimpel**

Uwagi wstępne

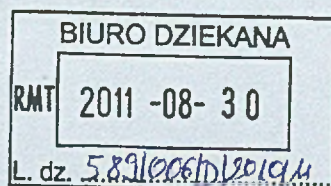
Niezwykle szeroki asortyment stosowanych powszechnie metod spawalniczych uzupełnia bogaty zestaw metod wchodzących w zakres technik pokrewnych spawaniu. Wśród nich wiodące miejsce zajmują metody napawania.

Metody napawania stosowane są od dawna. Najwcześniej zaczęto je wykorzystywać do odtwarzania narażonych na ścieranie, zużytych w eksploatacji zewnętrznych warstw części maszyn i urządzeń. Dokonywana w ten sposób regeneracja przynosi olbrzymie oszczędności ekonomiczne, jest też jedyną możliwością odtwarzania wyrobów już nie produkowanych. W wielu przypadkach metody napawania wykorzystywane są w naprawach wyrobów, na przykład odlewów, w których wystąpiły wady odlewnicze.

Obecne możliwości oferowane przez napawanie są bardzo szerokie. Do napawania można stosować różne metody spawalnicze oraz zróżnicowane materiały dodatkowe i dzięki temu otrzymywać po regeneracji napawane warstwy o lepszych, korzystniejszych właściwościach. Napawanie wykorzystuje się powszechnie w produkcji wyrobów nowych. Prefabrykaty walcowane, odkuwane lub odlewane napawa się materiałami dodatkowymi o praktycznie dowolnych składach chemicznych, uzyskując wyroby z warstwami zewnętrznymi o właściwościach odpowiadających dokładnie z góry narzuconym wymaganiom.

Wykorzystując możliwości oferowane przez nowoczesne napawanie można projektować elementy, części lub całe wyroby o dowolnych kształtach, wymiarach i grubościach, uzyskując nieosiągalne innymi sposobami właściwości: mechaniczne, wytrzymałościowe, korozyjne, czy odporność na ścieranie, wysokie temperatury lub udary.

Problematyka napawania stała się zachętą do podjęcia badań ujętych recenzowaną rozprawą doktorską. Jako metodę napawania wybrano automatyczne napawanie łukowe, jako materiał dodatkowy wytypowano druty proszkowe samoosłonowe zapewniające po napawaniu strukturę bardzo twardego żeliwa chromowego, natomiast celem napawania było otrzymanie płyt ściernych z warstwami zapewniającymi wysoką odporność na zużycie ściernie typu metal – materiał ceramiczny.



Dla tego przypadku mechanizmy powstawania materiałów napawanych nie zostały jeszcze dostatecznie poznane. Nie został też zbadany wpływ parametrów i czynników napawania na kształtowanie właściwości oraz wydajność procesu napawania.

Problematyka rozprawy doktorskiej jest istotna zarówno z naukowego, badawczego, jak i użytkowego punktu widzenia. Dlatego uważam, że tematyka rozprawy jest uzasadniona i aktualna.

Uwagi ogólne

Rozprawa rozpoczyna się tradycyjnie od przeglądu literaturowego. Obszerny zestaw 87 prawidłowo dobranych i pochodzących z ostatnich lat pozycji bibliograficznych został szczegółowo przeanalizowany. Przedstawiono sposoby zużywania się powierzchni narażonych na ścieranie. Omówiono metodę napawania łukowego drutem proszkowym samoosłonowym. Opisano technologie stosowane przez przodujące firmy światowe do wytwarzania płyt odpornych na ścieranie. Dużo uwagi poświęcono materiałom dodatkowym do napawania, przytaczając dane zawarte w licznych materiałach prospektowych firm produkujących te materiały. Nie ma wyraźnego podsumowania przeglądu literatury.

W oparciu o dane literaturowe i posiadane doświadczenia własne sformułowana została teza rozprawy: – *„odpowiedni dobór warunków technologicznych zrobotyzowanego napawania wybranym drutem proszkowym samoosłonowym, w tym zastosowanie kontrolowanego chłodzenia wodnego dolnej powierzchni napawanej blachy z wybranej stali niestopowej zapewni zwiększenie wydajności napawania, umożliwi sterowanie szybkością i kierunkiem krystalizacji metalu napoiny z żeliwa chromowego oraz otrzymanie korzystniejszego składu fazowego warstwy wierzchniej, w celu zwiększenia odporności na zużycie ściernie i zużycie erozyjne w porównaniu do dostępnych płyt przemysłowych”*.

Tezę należy uznać jako prawidłową. Jasny i sensowny jest zakres badań oraz założony aplikacyjny cel rozprawy. Badania zostały przeprowadzone na specjalnie przygotowanym doświadczalnym, zrobotyzowanym stanowisku badawczym. Cechą charakterystyczną tego stanowiska był stół wodny zapewniający kontrolowane chłodzenie dolnej powierzchni napawanej blachy według koncepcji Doktoranta.

Wytworzone z zastosowaniem zróżnicowanych parametrów i warunków napawania płyty poddane zostały szczegółowym badaniom metalograficznym, mającym na celu ocenę składów fazowych i składów chemicznych. Przeprowadzono również dokładne pomiary twardości i wnikliwe badania odporności na zużycie ściernie napawanych warstw wierzchnich. Na podkreślenie zasługuje liczba wykonanych prób, pomiarów i badań.

Zebrane wyniki badań częściowo były analizowane statystycznie.

Uważam, że Doktorant wykazał się dobrą umiejętnością samodzielnego korzystania z różnorodnych metod badawczych oraz z nowoczesnej aparatury badawczej. Większość badań została wykonana przez Doktoranta samodzielnie, w części badań Doktorant korzystał z wyspecjalizowanego laboratorium dysponującego mikroskopami wysokiej klasy.

Rozprawę zamyka analiza wyników przeprowadzonych badań własnych oraz zebranych doświadczeń. Analiza potwierdziła osiągnięcie założonego celu oraz upoważniła do sformułowania wniosków o charakterze poznawczym i użytkowym.

Rozprawa ma zadowalający poziom merytoryczny. Poszczególne rozdziały, ułożone w logicznej kolejności są proporcjonalne do wagi prezentowanej w nich problematyki. Tekst jest poparty licznymi rysunkami, wykresami i tablicami wyjaśniającymi lub ilustrującymi opisywane problemy.

Uwagi szczegółowe

Moja ocena ogólna rozprawy jest pozytywna, jednak wnikliwe przeczytanie tekstu nasunęło mi trochę uwag szczegółowych, które przedstawiam.

Próby napawania prowadzono na płytkach o wymiarach 150 x 200 x 6 mm. To wymiary znacznie mniejsze od wymiarów płyt napawanych w praktyce przemysłowej (1000 x 2000 mm). Warunki chłodzenia małych płytek i dużych płyt będą zapewne inne. Inny będzie też stan naprężeń i odkształceń w trakcie i po napawaniu. Rozumiem, że stanowisko laboratoryjne nie pozwoliło na wykonanie płyt przemysłowych, jednak oczekiwałbym teoretycznej analizy porównawczej i wykazanie, że chłodzenie dużych płyt nie tylko jest możliwe, ale ma szansę na zapewnienie tym płytom wysokich, jednolitych właściwości.

Wykonując badania na zużycie ściernie odnoszono się do płyt CDP 4666 firmy Castolin. To dobra firma i dobre ma produkty, ale płyty produkowane są też przez inne firmy (np. polską firmę ZBUS Sp. z o.o. w Gliwicach). Warto przeprowadzić badania porównawcze w różnych kierunkach.

Doktorant poświęcił znaczną ilość czasu na zbadanie wielu zmiennych czynników: ustawienia uchwytu elektrodowego (kąt pochylenia, wolny wylot elektrody), prowadzenia uchwytu elektrodowego (ruch wahadłowy), parametrów spawania (regulowane natężenie prądu spawania). Badając zmienne czynniki stosował chłodzenie wodne. I tu nasuwają się pytania: czy zmieniająca się (zwiększająca) temperatura wody chłodzącej (w zbiorniku o stałej pojemności 80 litrów) i brak pomiarów temperatury płyty w trakcie napawania nie wpłynęły na zniekształcenie wyników badań? Jaki był zamierzony mechanizm chłodzenia? Z całą pewnością chodziło o intensywne chłodzenie warstwy napawanej w celu osiągnięcia możliwie najwyższej twardości. Tymczasem woda schładzała najpierw płytę (gdzie pożądana jest jak największa plastyczność), a poprzez płytę dopiero warstwę napawaną.

Ciekawy jest pomysł wymuszonej krystalizacji metalu napoiny dzięki odprowadzaniu ciepła prostopadle do napawanej powierzchni. Efekty tej krystalizacji były sprawdzane wnikliwymi badaniami sprawdzającymi, łącznie z rentgenowską jakościową analizą fazową i pomiarem rozkładu pierwiastków stopowych. Podkreślając zaangażowanie badawcze trzeba jednak zwrócić uwagę na mało pogłębioną analizę zależności pomiędzy wynikami badań metaloznawczych a efektami krystalizacji.

Redakcja i opracowanie graficzne rozprawy są ogólnie poprawne. Jednak Doktorant nie uniknął dużej liczby błędów redakcyjnych, porządkowych i literowych. Trochę przykładów przytaczam:

Str. 4, 9 w. od góry: powinno być „wysoką”, a nie „wysoka”

Str. 5, 3 w. od góry: powinno być „zadaniem”, a nie „zdaniem”

Str. 5, 4-7 w. od góry: w sformułowaniu „... jest przeprowadzenie badań ... użytkowych warstw wierzchnich, a w tym spawalności metalurgicznej (pęknięcia, pęcherze ..”), błędnie napisano „a w tym spawalności”, bo dla warstw wierzchnich nie określa się spawalności, a wyjaśnienie w nawiasie „pęknięcia ...” jest zbytnim uproszczeniem (pęknięcia to nie spawalność)

Str. 5, 12 w. od góry: powinno być „ocenę”, a nie „ocena”

Str. 5, 16 w. od dołu: powinno być „eksploatacyjnych”, a nie „eksploatacyjne”

Str. 6, w tytule tablicy 1 użyto skrótu „SSA”, natomiast jego wyjaśnienie można znaleźć dopiero na str. 18

Str. 7, 17 w. od dołu: powinno być „zresztą”, a nie „z resztą”

Str. 7, 12 w. od dołu: powinno być „ścierne”, a nie „ścieranie”

Str. 9, 10 w. od góry: powinno być albo „części ... ulegają”, ewentualnie „część ... ulega”, a nie „część ... ulegają”

Str. 9, 15-16 w. od góry: złe sformułowanie „... rozpadu ... zbliżającego się skład ...”

Str. 12, 5 w od góry: złe sformułowanie „Typowym przykładem ... jest gdy ...”

Str. 17, podpis pod rys. 6: używane jest określenie „erodent” bez wyjaśnienia jego znaczenia, niejasne jest „... erodent Zużycie erozyjne ...”, trzeba się domyślić, co znajduje się na 6 kolejnych fotografiach

Str. 17, 4 w. od góry: powinno być „stanowiska użytego do”, a nie „stanowiska do użytego do”

Str. 18, podpis pod rys. 7: brak odsyłaczy do poszczególnych fotografii

Str. 19, 7 w. od góry: powinno być „wydzielane”, a nie „wydzielanie”

Str. 19, 10 w. od góry: powinno być „żużel”, a nie „żużla”

Str. 19, 1 w. od dołu: powinno być „skład chemiczny”, a nie „składu chemicznego”

Str. 19, rys. 8: czy poprawnie zamieszczono odnośnik „osłona gazowa”? – jeśli drut jest samoosłonowy, to dlaczego „osłona gazowa”?

Str. 21, 2 w. od góry: powinno być „z uwagi na brak”, a nie „z uwagi brak”

Str. 23, 9 w. od dołu: powinno być „i głębokości”, a nie „i głębokość”

Str. 24, 1-2 w. od dołu: złe sformułowania „... udział materiału podłoża ... Zwiększona długość ... a jednocześnie odpowiednio większym natężeniu ...”

Str. 25, 13 w. od dołu: powinno być „prowadzenie”, a nie „prowadzenia”

Str. 25, 11-12 w. od dołu: stosowane są określenia „palnik” i „głowica”; „palnik” występuje wielokrotnie w tekście; tymczasem słownik spawalniczy podaje określenie „uchwyt drutu elektrodowego”; „palnik” ma zupełnie inne zastosowanie

Str. 26, 5-12 w. od dołu: powinno być „Obie techniki”, „wykonywanej ruchem”, „materiału podłoża”, a nie „Obie technika”, „wykonywanej z ruchem”, „materiału podłoża”

Str. 27-28: używane są przemiennie: „ściegi kotwiące” i „ściegi kotwiczące”; w górnej części str. 28 zmieniono odstęp między wierszami

Str. 30, rys. 15: brak odsyłaczy do poszczególnych fotografii

Str. 34, 2 i 7 w. od góry: powinno być „zwiększenie zawartości” i „tworzenie się pęknięć”, a nie „zwiększenie zawartość” i „tworzenie się w pęknięć”

Str. 44 występuje dwukrotnie

Str. 44 (druga), 3-5 w. od góry: są błędy „przeglądu ... poświęconemu” (zamiast „poświęconego”), „z resztą” (zamiast „zresztą”)

Str. 45, w. od góry: użyto czasu przyszłego „będą”; rozprawa zawiera sprawozdanie z badań, a więc należy użyć „zostały”

Str. 46, 4 w. od góry: powinno być „stanowisko ... wyposażone”, a nie „stanowisko ... wyposażonego”

Str. 46, 3 w. od dołu: powinno być „System ... cechuje”, a nie „System ... cechuję”

Str. 47, 5 – 9 w. od góry: powinno być „z umieszczoną ... podporą”, „zapewnione jest ... chłodzenie”, a nie „z umieszczoną ... podpora”, „zapewnione jest ... chłodzenia”

Str. 48 i 49, rys. 26 jest powtórzeniem rys. 12 ze str. 26

Str. 50, 4 w. od dołu: powinno być „drutem ... samoosłonowym”, a nie „drutem ... samoosłonowy”

Str. 59, tytuły nad fotografiami na rys. 34 (jeden tytuł z małej litery, drugi z dużej): to nie są badania, tylko fotografie napoin – podobnie na rys. 35 (str. 60)

Str. 61, podpis pod rys. 36: według obowiązujących norm spawalniczych nie używa się terminu „wada”, tylko „niezgodność spawalnicza”

Str. 98, 7 w. od dołu: powinno być „opracowania receptur topnikowych” lub „opracowania receptury topnikowej”, a nie „opracowania receptury topnikowe”

Str. 101, 8 w. od góry: powinno być „wzrost ... wyższy”, a nie „wyższą”, poza tym „wzrost wydajności” nie może być wyższy od „uzyskiwanych”

Str. 107, 11 – 14 w. od góry: złe sformułowania „... napoiny wysoka jakość, cechujących się ...”, „odporność ... o ok..”

Str. 107, 1 w. od dołu: co znaczy „... and II higher ...”?

Wnioski końcowe

Rozprawa jest interesująca i zawiera szereg ciekawych wyników. Na podkreślenie zasługuje zakres przeprowadzonych badań oraz ilość wykonanych próbek i pomiarów. Poprawnie sformułowana została teza rozprawy. Prawidłowy jest ogólny układ rozprawy.

Szczegółowa analiza rozprawy przyniosła trochę uwag szczegółowych nie wpływających jednak na ocenę ogólną rozprawy.

Biorąc pod uwagę:

- ciekawą i aktualną tematykę rozprawy,
- jasny cel i prawidłową tezę rozprawy,
- obszerne i dogłębne badania,
- interesujące wyniki badań,
- wysnute wnioski naukowe i aplikacyjne

stwierdzam, że rozprawa spełnia wymagania stawiane ustawą o stopniach i tytule naukowym i może być dopuszczona do publicznej obrony.