

**Recenzja pracy doktorskiej p. Tomasza Mościckiego pt.  
„Badanie właściwości fizycznych obłoku plazmowego powstającego przy spawaniu  
laserowym stali”.**

Praca doktorska mgr inż. Tomasza Mościckiego o objętości 98 stron składa się z 8 rozdziałów i poświęcona jest badaniom właściwości fizycznych obłoku plazmowego powstającego przy głębokim spawaniu laserowym stali.

Spawanie takie ma miejsce, gdy natężenie wiązki laserowej na powierzchni próbki przekracza  $1 \text{ MW/cm}^2$ . Wówczas tworzy się głęboki kanał parowy, z którego wypływają zjonizowane pary metalu, których ciśnienie podtrzymuje kanał w stanie otwarcia. Strumień tych par zderza się ze strumieniem gazu osłonowego, którym jest zazwyczaj argon lub hel napływający z przeciwnej strony. W ten sposób ograniczany jest obłok plazmowy, który się tworzy ponad powierzchnią próbki pochłania energię wiązki laserowej. Tak więc obłok plazmowy ma istotny wpływ na proces spawania. Plazma z jednej strony pomaga w transporcie energii z wiązki laserowej do obrabianego materiału dzięki wysokiej temperaturze i dużej przewodności cieplnej, z drugiej zaś strony, ponieważ silnie pochłania promieniowanie laserowe, to ta część energii, która jest absorbowana przez plazmę poza kanałem, a więc przez obłok jest tracona. Plazma obłoku także rozogniskowuje wiązkę w skutek refrakcji, co zmniejsza gęstość energii w wiązce.

Oddziaływanie wiązki laserowej z obłokiem plazmowym nie daje się łatwo opisać. Dodatkową trudność stanowi fakt, że obserwowany proces jest wysoce niestacjonarny. Eksperymenty są trudne, czego dowodem jest rozbieżność wyników doświadczalnych. Nie wyjaśniony w dalszym ciągu pozostaje problem głębokości przetopienia przy użyciu różnych gazów osłonowych. Ponadto brak jest informacji dotyczących składu i stopnia wymieszania par metalu z gazem osłonowym. Taka informacja jest niezbędna ze względu na dobór parametrów procesu spawania, a także przy wykorzystaniu promieniowania plazmy do kontroli tego procesu.

Informacji takich może dostarczyć model teoretyczny, którego wyniki pozwoliłyby na analizę własności obłoku, to znaczy na wyznaczenie jego składu, rozkładów przestrzennych temperatury i gęstości elektronów w zależności od użytego gazu osłonowego.

Dotychczasowe nieliczne próby modelowania obłoku plazmowego zawierały szereg uproszczeń, co w rezultacie prowadziło do dużych błędów. Przede wszystkim uzyskane wyniki nie pokazywały istnienia plazmy argonu, co jest niezgodne z obserwacjami eksperymentalnymi.

Recenzowana praca przedstawia wyniki modelowania plazmy powstającej podczas spawania żelaza laserem  $\text{CO}_2$  w warunkach, gdy gazem osłonowym jest argon lub hel. Autor formułuje tezę, że poprawnie sformułowany model powinien pokazywać istnienie plazmy argonu w sytuacji, gdy gazem osłonowym jest argon. Główną część pracy stanowią wyniki dotyczące modelu stacjonarnego, który dostarcza uśrednionych informacji o obłoku i jego własnościach. Zdaniem doktoranta uwzględnienie niestabilności plazmy jest trudnym zadaniem, przede wszystkim dlatego, że przyczyna oscylacji nie jest dobrze znana. W tej sytuacji wyniki modelu stacjonarnego mają dużą wartość, ponieważ parametry obłoku i tak oscylują wokół pewnych wartości średnich.

Po krótkim wstępie zwracającym uwagę na motywy zajęcia się opisanym powyżej problemem autor w rozdziale 2-m. przedstawia model teoretyczny obłoku plazmowego.

