

## **Streszczenie rozprawy w języku polskim**

Rozprawa dotyczy oceny wpływu i usystematyzowania wiedzy na temat przekuwania o wysokiej częstotliwości złączy doczołowych i teowych spawanych z wykorzystaniem powszechnie stosowanej w przemyśle techniki GMAW na ich własności i strukturę. W ramach przeprowadzonych badań opracowano także technologię wykonywania przekuwania międzyściegowego w trakcie i po spawaniu. Jako istotny parametr opracowanej technologii przyjęty został rodzaj materiału podstawowego i dodatkowego do spawania, a przede wszystkim jego granica plastyczności. Badania pozwoliły na zestawienie, ocenę i weryfikację różnic w skutkach zastosowania technologii HFMI, klasycznej obróbki cieplnej – wyżarzanie odprężające oraz stanu po spawaniu wytypowanych stali konstrukcyjnych.

W celu osiągnięcia wyżej wymienionych rezultatów dokonano szczegółowej oceny makrostruktury oraz mikrostruktury złączy spawanych. Dzięki wykonanym badaniom dokonano opisu zmian w zależności od zastosowanych zabiegów w trakcie i po spawaniu, a następnie powiązano je z testami mechanicznymi, obejmującymi testy gięcia bocznego, wytrzymałości na rozciąganie, badanie udarności w materiale spoiny i strefy wpływu ciepła oraz pomiaru twardości. Przeprowadzono również analizę zmian w zakresie rozkładu naprężeń własnych i resztkowych z wykorzystaniem efektu Barkhausena. Aby zapewnić zbliżone warunki spawania opracowano technologię spawania na stanowisku zrobotyzowanym. W dalszej części opracowania została przedstawiona szczegółowa analiza wpływu technologii HFMI na stan odkształcenia teowego złącza spawanego z obustronną spoiną pachwinową wykonana na tej samej grupie materiałowej co w przypadku złączy doczołowych. W tym przypadku spawanie odbyło się w trybie półautomatycznym z wykorzystaniem rejestracji parametrów spawalniczych poprzez wbudowany układ pomiarowy w urządzeniu spawalniczym co umożliwiło bardzo precyzyjne zestawienie danych. Przeprowadzone badania pozwoliły na opracowanie technologii przekuwania HFMI w wymiarze wdrożeniowo – przemysłowym. Technologia ta jeszcze przed opracowaniem wszystkich wyników znalazła szerokie zastosowanie w zakresie napraw i poprawy układu geometrycznego w przypadku nieprzewidywalnych zmian w układzie odkształceń i naprężeń wielkogabarytowych i bardzo precyzyjnie obrabianych elementów będących krytycznymi elementami odpowiedzialnymi konstrukcji generatorów prądotwórczych w elektrowniach wiatrowych, wodnych czy też energetyki węglowej, gazowej i jądrowej.



## **Streszczenie rozprawy w języku angielskim (abstract)**

The dissertation concerns the evaluation of the impact and systematisation of the knowledge of high-frequency hammer peening of butt and T-joints welded using the GMAW technique commonly used in industry on their properties and structure. The research also included the development of a technology for performing inter-layer HFMI process during and after welding. The type of base material and welding consumable type to be welded, and above all its yield strength, was adopted as an important parameter of the developed technology. The research made it possible to collate, evaluate and verify the differences in the effects of applying HFMI technology, classical heat treatment - stress relief annealing and the post-weld condition of selected structural steels.

In order to achieve the aforementioned results, the macrostructure and microstructure of welded joints were evaluated in detail. Thanks to the tests performed, a description of the changes depending on the treatments applied during and after welding was made and then related to mechanical tests, including side-bending tests, tensile strength, impact testing in the weld material and heat affected zone, and hardness measurements. An analysis of the variation in inherent and residual stress distribution using the Barkhausen effect was also carried out. In order to ensure similar welding conditions, a robotised bench welding technology was developed. A detailed analysis of the effect of the HFMI technology on the deformation state of a T-joint welded with a fillet weld on both sides performed on the same material group as for butt joints is presented in the following section. In this case, the welding was carried out in semi-automatic mode using the recording of welding parameters via the built-in measuring system in the welding machine, which enabled very precise data compilation.

The research carried out allowed the development of an HFMI forging technology with an implementation and industrial dimension. This technology, even before all the results were compiled, found wide application in the field of repair and improvement of the geometric layout in the case of unpredictable changes in the deformation and stress system of large-size and very precisely machined components, which are critical elements of the most responsible structures of power generators in wind, hydroelectric or coal, gas and nuclear power plants.