

ISSN 0867-583X

BIULETYN

INSTYTUTU SPAWALNICTWA



Nr 3/2018
Rocznik 62

BIULETYN

INSTYTUTU SPAWALNICTWA W GLIWICACH

Nr 3

DWUMIESIĘCZNIK

Rocznik 62

SPIS TREŚCI

■ Spotkanie specjalistów zdrowia, bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska przy spawaniu i procesach pokrewnych w ramach działalności Międzynarodowego Instytutu Spawalnictwa	5
■ Konferencje, seminaria, targi	6
■ 21. Konferencja „Spawanie. Energetyka, Konstrukcje, Przemysł maszynowy”, Jarnołtówek, 24-26 kwietnia 2018 r.	17
■ Prof. dr hab. inż. Władysław Karol Włosiński, członek rzeczywisty PAN, dr h.c. multi, 1931 - 2018	20
■ Badania:	
• M. ŁOMOZIK, E. TURYK - Właściwości mechaniczne złączy spawanych stali S1100QL po wielokrotnym spawaniu naprawczym	21
• Z. MIRSKI, T. WOJDAT, A. MARGIELEWSKA - Lutospawanie w łączeniu różnoimiennych materiałów ...	26
• M. St. WĘGŁOWSKI, J. MARCISZ, B. GARBARZ - Właściwości technologiczne i zastosowania wysokowęglowych stali nanobainitycznych	37
• J. GÓRKA, M. ŻUK - Spawanie naprawcze żeliwa sferoidalnego GJS 350-22 metodą MMA	47
• R. KRAWCZYK - Ocena skuteczności ośrodków sprzęgających o dużej gęstości w badaniach ultradźwiękowych	51
• J. PIKUŁA, M. St. WĘGŁOWSKI, J. DWORAK, G. ZIOBRO, A. SZAFRON - Analiza numeryczna MES spawania laserowego elementów instalacji klimatyzacyjnej ...	60
■ M. RESTECKA, J. TANDEJKO - Sytuacja i trendy rozwojowe w branży maszyn do cięcia CNC	67
■ Charakterystyka nowego produktu firmy IPG - lasera włóknowego emitującego wiązkę promieniowania o modzie podstawowym i szczytowej mocy impulsu 2,5 kW (IPG Photonics)	70
■ Spawanie cyrkonu i jego stopów (Huntingdon)	73
■ Najwyższa jakość prezentowana przez firmę Polysoude	75
■ Osłony argonowe rur i armatury ze stali wysokostopowej oraz tytanu (Intechmet)	76
■ Dariusz Fydrych doktorem habilitowanym nauk technicznych (Politechnika Gdańska)	79
■ Kolejne kursy Międzynarodowego Personelu Spawalniczego	80
■ Nowe książki	84
■ Nowe urządzenia i materiały	83
■ Komunikaty	86

CONTENTS

■ Meeting of the International Institute of Welding experts concerning health and safety and environmental protection during welding and related processes	5
■ Conferences, seminars, exhibitions	6
■ 21 st conference: „Welding. Power Engineering, Structures, Machine Industry”, Jarnołtówek, Poland	17
■ Memory of Prof. Władysław Karol Włosiński, member of Polish Academy of Science, dr h.c. multi (1931-2018)	20
■ Investigations:	
• M. ŁOMOZIK, E. TURYK - Mechanical properties of welded joints in steel S1100QL after multiple repair welding	21
• Z. MIRSKI, T. WOJDAT, A. MARGIELEWSKA - Braze welding of dissimilar materials	26
• M. St. WĘGŁOWSKI, J. MARCISZ, B. GARBARZ - Technological properties and applications of high-carbon nanobainitic steels	37
• J. GÓRKA, M. ŻUK - MMA repair welding of nodular cast iron GJS 350-22	47
• R. KRAWCZYK - Evaluation of the effectiveness of high-density couplants in ultrasonic tests	51
• J. PIKUŁA, M. St. WĘGŁOWSKI, J. DWORAK, G. ZIOBRO, A. SZAFRON - FEM-based numerical analysis of the laser welding of air conditioner components	60
■ M. RESTECKA, J. TANDEJKO - Current situation and development trends in CNC cutting machines sector ..	67
■ Characteristics of the new IPG fiber laser emitting laser beam with basic mod and ultimate pulse power 2.5 kW (IPG Photonics)	70
■ Welding of zirconium and its alloys (Huntingdon)	73
■ Highest quality represented by Polysoude	75
■ Argon shields of pipes and armature made of high-alloy steel and titanium (Intechmet)	76
■ Dr. Dariusz Fydrych (Gdańsk University of Technology) - habilitated doctor of technical sciences	79
■ Another training for International Welding Staff	80
■ New books	83
■ New welding equipment and materials	84
■ Press releases	86



INSTYTUT SPAWALNICTWA
Członek Międzynarodowego Instytutu Spawalnictwa
i Europejskiej Federacji Spawalniczej



STRESZCZENIA ARTYKUŁÓW

M. Łomozik, E. Turyk - Właściwości mechaniczne złączy spawanych stali S1100QL po wielokrotnym spawaniu naprawczym

Przedstawiono zastosowanie stali ulepszonych cieplnie o wysokiej wytrzymałości w różnych dziedzinach przemysłu oraz chronologiczny rozwój różnych gatunków tych stali. Scharakteryzowano proces napraw wadliwych fragmentów złączy spawanych, który wiąże się z usuwaniem tych fragmentów przy użyciu szlifowania, żłobienia lub obróbki skrawaniem, a następnie wykonaniem spoiny naprawczej. Niekiedy zachodzi konieczność ponownej lub nawet kilkakrotnej naprawy. Szczególnie istotny problem stanowi spawanie naprawcze stali o granicy plastyczności powyżej 700 MPa. W konstrukcjach ze stali wysokowytrzymałych potrzeba naprawy za pomocą usunięcia wady i wykonania ponownie złącza na odcinku wystąpienia wadliwości zachodzi przede wszystkim w przypadku stwierdzenia wad typu pęknięcia lub porowatość. Przedmiotem badań były złącza doczołowe płaskie stali ulepszonej cieplnie w gatunku S1100QL o grubości 18 mm, spawane metodą MAG przy użyciu drutu elektrodowego proszkowego o rdzeniu metalicznym (proces 138) w gatunku STEIN-MEGAFIL 1100 M. Wykonano trzy złącza spawane, tj. złącze produkcyjne oraz dwa złącza, które następnie poddano trzykrotnemu i czterokrotnemu spawaniu naprawczemu. Przedstawiono także metodykę i wyniki badań tych złączy, które obejmowały próby rozciągania próbek poprzecznych, badanie na zginanie poprzeczne, badanie udarności oraz badanie twardości.

Z. Mirski, T. Wojdat, A. Margielewska - Lutospawanie w łączeniu różniamiennych materiałów

Przedstawiono problematykę związaną z procesem lutospawania i omówiono podstawowe metody stosowane powszechnie w przemyśle. Wskazano charakterystyczne cechy procesu, rodzaje najczęściej wytwarzanych w przemyśle złączy pod względem ich konstrukcji oraz nowoczesne metody lutospawania umożliwiające wykonanie złączy spełniających duże wymagania jakościowe. Oceniono możliwość zastosowania technologii lutospawania do naprawy odlewów wykonanych z różnych stopów odlewniczych. Omówiono obszary zastosowania złączy lutospawanych materiałów o zróżnicowanych właściwościach fizykochemicznych i mechanicznych. Przedstawiono wyniki badań metalograficznych oraz mechanicznych przykładowych złączy lutospawanych wykonanych na zrobotyzowanym stanowisku do lutospawania metodą CMT (Cold Metal Transfer).

M. St. Węglowski, J. Marcisz, B. Garbarz - Właściwości technologiczne i zastosowania wysokowęglowych stali nanobainitycznych

Stal należy do najczęściej stosowanych materiałów konstrukcyjnych i w zależności od składu chemicznego oraz obróbki cieplnej lub obróbki cieplno-plastycznej (termomechanicznej) charakteryzuje się różnymi typami mikrostruktury oraz różnym poziomem właściwości mechanicznych i użytkowych. W ostatnich latach nastąpił znaczny rozwój w zakresie projektowania składu chemicznego i technologii wytwarzania stali nanostrukturalnych.

W artykule opisano sposoby wytwarzania stali nanostrukturalnych oraz przedstawiono charakterystyki wybranej klasy stali nanostrukturalnych - wysokowytrzymałych stali nanobainitycznych, w zakresie budowy mikrostrukturalnej oraz właściwości mechanicznych i użytkowych. W drugiej części artykułu podano obecne i perspektywiczne zastosowania wyrobów ze stali nanobainitycznych oraz podsumowano doniesienia literaturowe dotyczące technologii spawania tych stali.

J. Górka, M. Żuk - Spawanie naprawcze żeliwa sferoidalnego GJS 350-22 metodą MMA

Przedstawiono skutki procesu spawania naprawczego metodą MMA odlewów z żeliwa sferoidalnego GJS 350-22. Symulowane wady odlewnicze były wykonane poprzez proces mechaniczny (frezowanie), a spawanie naprawcze zostało przeprowadzone wytypowanymi spoiwami (spoiwo niskowęglowe, spoiwo austeniczne, stop Monela, spoiwo niklowe) metodą spawania ręcznego elektrodami otulonymi.

Uzyskane spoiny naprawcze poddano: badaniom wizualnym, penetracyjnym, makro i mikrostruktury, pomiarom twardości oraz porównaniu barwy napoiwy do barwy materiału rodzimego. Na podstawie badań określono wpływ procesu spawania naprawczego na zmiany strukturalne w obszarze SWC i skłonność do generowania pęknięć w tej strefie i w obszarze spoiny. Określono struktury spoin naprawczych oraz ich przydatność w naprawach odlewów żeliwnych. Przeprowadzone pomiary twardości potwierdziły efekty związane ze zmianami strukturalnymi wywołanymi procesem spawania naprawczego w SWC i w spoinach, a badania porównawcze dotyczące barwy spoiny i naprawionego żeliwa pozwoliły na wytypowanie spoiwa pozwalającego spełnić to kryterium. Przeprowadzone badania wykazały, że najlepsze własności spoin naprawczych pod względem zmian strukturalnych uzyskuje się w przypadku spoiw na osnowie niklu.

R. Krawczyk - Ocena skuteczności ośrodków sprzęgających o dużej gęstości w badaniach ultradźwiękowych

Przedstawiono analizę skuteczności sprzężenia akustycznego wymaganego w badaniach ultradźwiękowych kontaktowych. W analizie uwzględniono środki sprzęgające charakteryzujące się dużą gęstością mające na celu jak najskuteczniejsze przeniesienie wiązki fal ultradźwiękowych z głowicy do elementu badanego. Badania przeprowadzono głowicą normalną fal podłużnych i kątową fal poprzecznych na próbkach wzorcowych nr 1 i 2 i specjalnych próbkach stalowych o różnych rodzajach powierzchni badania.

J. Pikuła, M. St. Węglowski, J. Dworak, G. Ziobro, A. Szafron - Analiza numeryczna MES spawania laserowego elementów instalacji klimatyzacyjnej

Przedstawiono opracowany model numeryczny procesu spawania wiązką laserową z zastosowaniem metody elementów skończonych. Celem modelowania było określenie wpływu warunków technologicznych procesów spawania laserowego elementów na dynamikę nagrzewania i temperaturę maksymalną łączonych elementów. Modelowanie numeryczne przeprowadzono przy wykorzystaniu oprogramowania SYSWELD. Elementami łączonymi była złączka i wężek karbowany pierścieniowo ze stali odpornej na korozję w gatunku 316L i 304.

SUMMARIES OF THE ARTICLES

M. Łomozik, E. Turyk - Mechanical Properties of Welded Joints in Steel S1100QL after Multiple Repair Welding

The article presents the use of high-strength toughened steels in various industries and the chronological development of various grades of the above-named steels. In addition, the article discusses the repair of defective fragments of welded joints by means of grinding, grooving or machine cutting followed by the making of a repair weld. Occasionally, the repair process must be repeated or performed many times. An issue of particular importance is the repair welding of steels having a yield point of above 700 MPa. Typically, in structures made of high-strength steels the process of repair consist in the removing of an imperfection (primarily having the form of cracks or porosity) followed by the making of another joint in the area of the previously removed imperfection. The tests described in the article were concerned with flat butt joints made of 18 mm thick toughened steel S1100QL using the MAG method and metallic flux-cored wire grade STEIN-MEGAFIL 1100 M (process 138). The tests involved the making of three welded joints, i.e. one production joint and two joints subsequently subjected to three and four-fold repair welding. In addition, the article presents the methodology and results of transverse tensile tests, transverse bend tests, impact strength tests and hardness tests.

Z. Mirski, T. Wojdat, A. Margielewska - Braze Welding of Dissimilar Materials

The article presents issues related to the braze welding process, discusses primary methods applied in industry as well as indicates characteristic features of the process, discusses the structure of joints most commonly used in industry and advanced braze welding methods enabling the obtainment of joints satisfying strict quality requirements. In addition, the article assesses the possibility of using the braze welding

technology when repairing casts made of various casting alloys, discusses application areas for braze welded joints of materials characterised by different mechanical and physicochemical properties as well as presents metallographic and mechanical test results concerning brazed welded joints made using a robotic CMT (Cold Metal Transfer) braze welding station.

M. St. Węglowski, J. Marcisz, B. Garbarz - Technological Properties and Applications of High-Carbon Nanobainitic Steels

Steels belong to the most popular structural materials. Depending on their chemical compositions and applied heat or thermo-mechanical treatment, steels are characterised by various microstructures as well as diverse mechanical and functional properties. Recent years have seen the significant development related to the design of chemical compositions and manufacturing technologies used in the production of nanostructural steels. The article describes the methods used when manufacturing nanostructural steels and presents characteristics of selected i.e. high-strength nanobainitic steels in terms of their microstructure as well as mechanical and functional properties. The second part of the article is concerned with the present and prospective applications of nanobainitic steel products as well as summarises information found in related reference publications regarding the above-named steels.

J. Górka, M. Żuk - MMA Repair Welding of Nodular Cast Iron GJS 350-22

The article presents results of the MMA repair welding of nodular cast iron GJS 350-22. Casting defects were simulated mechanically (through milling), whereas repair welding was performed using selected filler metals (low-carbon filler metal, austenitic filler metal, Monel alloy and nickel alloy) and the manual metal arc welding method (MMAW). Test welds were subjected to visual, penetrant, macro and microscopic tests as well as hardness measurements and were compared in terms of the colour with that of the base material. The tests made it possible to

identify the effect of the repair welding process on structural changes in the HAZ area and the susceptibility to crack generation both in the HAZ and in the weld. The tests also enabled the determination of structures of repair welds and their usability when repairing iron casts. The hardness measurements confirmed effects related to structural changes triggered by repair welding in the HAZ and in the weld. In turn, the comparative tests concerning the colour of the weld and that of the repaired cast iron enabled the selection of a filler metal satisfying the above-named criterion. The tests revealed that the highest properties of the repair weld in terms of structural changes were obtained using nickel-based filler metals.

R. Krawczyk - Evaluation of the Effectiveness of High-Density Couplants in Ultrasonic Tests

The article presents the analysis of the effectiveness of acoustic feedback required in ultrasonic contact tests. The analysis included high-density couplants, the use of which aimed to provide the most effective transfer of the beam of ultrasonic waves from the probe to an element subjected to an ultrasonic test. The tests involved the use of standard specimens nos. 1 and 2 and special steel specimens having various test surfaces. The tests were performed using a normal probe emitting longitudinal waves and an angle probe emitting transverse waves.

J. Piłkuła, M. St. Węglowski, J. Dworak, G. Ziobro, A. Szafron - FEM-Based Numerical Analysis of the Laser Welding of Air Conditioner Components

The article presents the FEM-based numerical model of the laser beam welding process. The modelling aimed to identify the effect of technological conditions of the laser welding of elements on the heating dynamics and the maximum temperature of elements being joined. The numerical modelling was performed using the SYSWELD software programme. The elements to be joined were a connector and a ring-like crimped conduit made of corrosion resistant steel grade 316L and 304.