

# BIULETYN

INSTYTUTU SPAWALNICTWA



**Nr 4/2018**  
**Rocznik 62**

# BIULETYN

## INSTYTUTU SPAWALNICTWA W GLIWICACH

Nr 4

DWUMIESIĘCZNIK

Rocznik 62

### SPIS TREŚCI

■ Zastępca Dyrektora Instytutu Spawalnictwa dr inż. Bogusław Czwrónóg przechodzi na emeryturę .....	5
■ Konferencje, seminaria, targi .....	7
■ Sympozja spawalnicze firmy Linde .....	16
■ XXIV Naukowo-Techniczna Krajowa Konferencja Spawalnicza - Międzyzdroje, 15-17.05.2018 r. ....	23
■ XVIII Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Zapewnienie jakości w odlewnictwie i spawalnictwie 2018”, Wrocław - Trzebnica, 23 - 25 maja 2018 r. ....	26
■ ITM Polska - na drodze do Przemysłu 4.0 .....	28
■ Andrzej Szymański (1945-2018) - Wspomnienie .....	31
■ Badania:	
• M. ST. WĘGŁOWSKI, W. GROBOSZ, J. MARCISZ, B. GARBARZ - Charakterystyka złączy spawanych i zgrzewanych tarciovo wysokowęglowych stali nanobainitycznych .....	32
• R. KRAWCZYK - Ocena skuteczności ośrodków sprzęgających o małej gęstości w badaniach ultradźwiękowych ...	38
• M. KASIŃSKA, T. PIWOWARCZYK, W. DERLUKIEWICZ, P. FIJOLEK - Ocena makro- i mikrostruktury złączy spawanych ze stali P265GH z zastosowaniem różnych kombinacji materiałów dodatkowych .....	43
• A. WĘGŁOWSKA - Zastosowanie narzędzia szpulowego do zgrzewania metodą FSW blach ze stopu aluminium EN AW 6082 -T6 .....	49
• N. KONIECZNA, J. ADAMIEC - Skłonność do pęknięcia gorącego stopu IN617 .....	55
• J. TOMKÓW, J. HARAS - Wpływ rodzaju zanieczyszczenia powierzchni na jakość złączy lutowanych .....	59
• B. WICHTOWSKI, K. PYSIAK - Jakość spawanych połączeń doczołowych w stalowych mostach kolejowych Szczecina .....	62
■ Trwałe i kompaktowe pikosekundowe lasery włóknowe (IPG) .....	68
■ Zmechanizowane i automatyczne spawanie metodą TIG (POLYSOUDE) .....	70
■ Nowe władze Sekcji Spawalniczej SIMP .....	76
■ Polska Izba Konstrukcji Stalowych - wybory nowych władz .....	78
■ Nowe urządzenia firmy FRONIUS .....	80
■ Kolejne kursy Międzynarodowego Personelu Spawalniczego .....	84
■ Nowe książki .....	86
■ Nowe urządzenia i materiały .....	87
■ Komunikaty .....	92

### CONTENTS

■ Deputy Director of Instytut Spawalnictwa dr inż. Bogusław Czwrónóg has retired .....	5
■ Conferences, seminars, exhibitions .....	7
■ Welding seminars by Linde .....	16
■ XXIV Scientific-Technical National Welding Conference – Międzyzdroje 2018 .....	23
■ XVIII International Conference: “Assurance of quality in casting and welding”, Wrocław-Trzebnica 2018 .....	26
■ ITM Poland – on the way to the Industry 4.0 .....	28
■ Andrzej Szymański (1945-2018) - memory .....	31
■ Investigations:	
• M. St. WĘGŁOWSKI, W. GROBOSZ, J. MARCISZ, B. GARBARZ – Characteristics of fusion welded and friction welded joints made in high-carbon nanobainitic steels .....	32
• R. KRAWCZYK - Evaluation of the effectiveness of low-density couplants in ultrasonic tests .....	38
• M. KASIŃSKA, T. PIWOWARCZYK, W. DERLUKIEWICZ, P. FIJOLEK - Assessment of macro and microstructure of welded joints made of steel P265GH using various combinations of welding consumables .....	43
• A. WĘGŁOWSKA - The use of a bobbin tool in the friction stir welding of plates made of aluminium alloy EN AW 6082 –T6 .....	49
• N. KONIECZNA, J. ADAMIEC - Susceptibility of alloy IN617 to hot cracking .....	55
• J. TOMKÓW, J. HARAS - Types of surface impurities versus the quality of brazed joints .....	59
• B. WICHTOWSKI, K. PYSIAK – The quality of butt-welded joints in steel railway bridges in Szczecin .....	62
■ Durable compact picosecond fiber lasers (IPG) .....	68
■ Mechanized and automated TIG welding (POLYSOUDE) .....	70
■ New authorities in Polish Mechanical Engineers Association (SIMP) .....	76
■ Polish Chamber of Steelworks (PIKS) – election of new authorities .....	78
■ New welding equipment by FRONIUS .....	80
■ Another training of international welding staff .....	84
■ New books .....	86
■ New welding equipment and materials .....	87
■ Press releases .....	92



**INSTYTUT SPAWALNICTWA**  
**Członek Międzynarodowego Instytutu Spawalnictwa**  
**i Europejskiej Federacji Spawalniczej**



## STRESZCZENIA ARTYKUŁÓW

### **M. St. Węglowski, W. Grobosz, J. Marcisz, B. Garbarz - Charakterystyka złączy spawanych i zgrzewanych tarciovo wysokowęglowych stali nanobainitycznych**

Intensywne prace badawczo-rozwojowe w zakresie metalurgii stopów żelaza doprowadziły w ostatnim czasie do opracowania technologii wytwarzania wysokowęglowych stali nanobainitycznych. Stale te ze względu na skład chemiczny należą do materiałów trudno spawalnych. W celu określenia możliwości ich spawania metodami łukowymi oraz zgrzewania w stanie stałym, wykonano złącza próbne oraz przeprowadzono badania metalograficzne w ich obszarze. Wyniki badań wykazały możliwość uzyskania złączy spawanych i zgrzewanych pod warunkiem prowadzenia procesów łączenia blach w stanie zmiękczonym, tj. przed finalną obróbką cieplną. Następnie złącza można poddać obróbce cieplnej gwarantującej uzyskanie założonej mikrostruktury i rozkładu twardości w spoinie i w strefie wpływu ciepła.

### **R. Krawczyk Ocena skuteczności ośrodków sprzęgających o małej gęstości w badaniach ultradźwiękowych**

Przedstawiono analizę skuteczności sprzężenia akustycznego wymaganego w badaniach ultradźwiękowych kontaktowych. W analizie uwzględniono środki sprzęgające charakteryzujące się małą 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 wzorcach oraz próbkach stalowych o różnych rodzajach powierzchni badania.

### **M. Kasińska, T. Piwowarczyk, W. Derlukiewicz, P. Fijołek - Ocena makro- i mikrostruktury złączy spawanych ze stali P265GH z zastosowaniem różnych kombinacji materiałów dodatkowych**

Dokonano oceny makro- oraz mikrostruktury złączy spawanych ze stali P265GH z wykorzystaniem różnych kombinacji drutów spawalniczych i atmosfer ochronnych. W celu uzupełnienia oceny mikrostruktury dokonano pomiarów twardości wszystkich stref złącza: spoiny, SWC oraz materiału rodzimego. Dodatkowo, dla każdej z próbek wykonano analizę składu chemicznego obszaru spoiny oraz materiału rodzimego. Przeprowadzone badania pozwoliły na określenie stopnia zgodności morfologicznej materiałów dodatkowych z analizowaną stalą P265GH.

### **A. Węglowska - Zastosowanie narzędzia szpulowego do zgrzewania metodą FSW blach ze stopu aluminium EN AW 6082 -T6**

Przedstawiono wyniki badań zgrzewania metodą FSW blach ze stopu aluminium EN AW - 6082 o grubości 6,0 mm z zastosowaniem narzędzia szpulowego, zbudowanego z dwóch wieńców opory oraz trzpień. Przeprowadzono badania wpływu parametrów zgrzewania na przebieg procesu zgrzewania i jakość połączeń. Na podstawie wyników badań wizualnych oceniono wpływ narzędzia szpulowego na proces formowania zgrzeiny i występowanie niezgodności powierzchniowych oraz ciągłość materiałową w zgrzeinach złączy na podstawie wyników badań metalograficznych. Własności mechaniczne złączy oceniono w statycznej próbie rozciągania i badaniach twardości. Aby określić wpływ warunków zgrzewania na przebieg procesu zgrzewania i formowanie zgrzeiny, prowadzono pomiary temperatury na powierzchni zgrzeiny z zastosowaniem kamery termowizyjnej oraz pomiary sił i momentu obrotowego działających na narzędzie z zastosowaniem przyrządu pomiarowego LowStir. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że z zastosowaniem narzędzia szpulowego możliwe jest uzyskanie złączy charakteryzujących się zwartą strukturą zgrzeiny, ciągłością materiałową oraz wytrzymałością i powtarzalnością porównywalną z wytrzymałością złączy uzyskanych narzędziem konwencjonalnym.

### **N. Konieczna, J. Adamiec - Skłonność do pękania gorącego stopu IN617**

Przedstawiono wyniki badań skłonności stopu IN617 do pękania gorącego. W tym celu wykonano próby przetopienia płyt z badanego stopu elektrodą wolframową w osłonie gazu obojętnego w warunkach wymuszonych odkształceń. Proces przetapiania prowadzony był na płytach

próbnych o grubości 3 i 5 mm. Badania złączy spawanych obejmowały analizę makro- i mikrostruktury przetopienia, materiału rodzimego i strefy wpływu ciepła. Na podstawie uzyskanych wyników z analizy różnicowej DTA przeprowadzono badania na symulatorze Gleeb 3800. W ten sposób wyznaczono zakres kruchości wysokotemperaturowej (ZKW) stopu IN617, a także określono wpływ odkształceń na rozwój pęknięć gorących w próbie Transvarestraint. Uzupełnieniem badań była wykonana analiza fraktograficzna obszaru pęknięcia. Wykazano, że zjawisko pęknięcia gorącego zachodzi w zakresie kruchości wysokotemperaturowej stopu i zależy od wielkości odkształcenia oraz obecności cudek tworzących się w stanie stało-ciekłym.

### **J. Tomków, J. Haras - Wpływ rodzaju zanieczyszczenia powierzchni na jakość złączy lutowanych**

Lutowanie twarde jest jednym z podstawowych procesów spajania stosowanym coraz szerzej w przemyśle. Ze względu na własności wytrzymałościowe często wykorzystuje się złącza zakładkowe. Zastosowanie połączeń lutowanych na odpowiedzialne konstrukcje determinuje konieczność szczególnego dbania o jakość złączy m.in. przez odpowiednie oczyszczenie łączonych powierzchni. W pracy przedstawiono wyniki badań nieniszczących połączeń lutowanych na twardo ze stali S235JRG2. Niektóre z łączonych powierzchni celowo zanieczyszczono dla wywołania obecności niezgodności lutowniczych. Próbkę poddano następnie badaniom nieniszczącym (wizualnym oraz radiograficznym), których celem było określenie wpływu zanieczyszczenia powierzchni na jakość złączy lutowanych.

### **B. Wichtowski, K. Pysiak - Jakość spawanych połączeń doczołowych w stalowych mostach kolejowych Szczecina**

W roku 2018 mija 40 rocznica śmierci prof. Andrzeja Fabiszewskiego (1924-1978), prekursora prowadzenia badań rentgenograficznych spoin czołowych w konstrukcjach eksploatowanych mostów kolejowych na terenie całego kraju. W artykule przedstawiono wyniki badań złączy spawanych 11 mostów kolejowych usytuowanych na terenie miasta Szczecina. W tym mieście Profesor spędził większą część okresu swojej działalności zawodowej. Znajomość wyników może być wykorzystana w nowo wprowadzonej wielopoziomowej procedurze oceny nośności mostów będących w eksploatacji.

## SUMMARIES OF THE ARTICLES

### **M. St. Węglowski, W. Grobosz, J. Marcisz, B. Garbarz – Characteristics of fusion welded and friction welded joints made in high-carbon nanobainitic steels**

Intense research on the metallurgy of iron alloys have recently resulted in the development of technologies enabling the making of high-carbon nanobainitic steels. Because of their chemical composition, the above-named steels belong to hard-to-weld materials. To identify the possibility of welding such steels using arc-based methods and welding in the solid state it was necessary to make test joints and perform related metallographic tests. The test results revealed that it is possible to obtain both fusion and pressure welded joints if the process was performed in the softened state, i.e. before the final heat treatment. Afterwards, joints should be subjected to a heat treatment ensuring the obtainment of a previously assumed microstructure and required hardness distribution in the weld and HAZ.

### **R. Krawczyk - Evaluation of the effectiveness of low-density couplants in ultrasonic tests**

The article presents the analysis of the effectiveness of acoustic feedback required in ultrasonic contact tests. The analysis included low-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 were performed using a normal probe emitting longitudinal waves and an angle probe emitting shear waves. The tests involved the use of standard specimens as well as steel specimens having various test surfaces.

### **M. Kasińska, T. Piwowarczyk, W. Derlukiewicz, P. Fijołek – Assessment of macro and microstructure of welded joints made of steel P265GH using various combinations of welding consumables**

The article presents the assessment of the macro and microstructure of welded joints made in steel P265GH using various combinations of filler metal wires and shielding gases. In addition to microstructural analysis, tests involved hardness measurements of all of the joint zones, i.e. the weld, HAZ and the base material. In addition, each specimen (i.e. the weld and the base material) was subjected to the analysis of chemical composition. The performed analysis made it possible to determine the degree of morphological conformity of welding consumables with steel P265GH.

#### **A. Węglowska – The use of a spool tool in the friction stir welding of plates made of aluminium alloy EN AW 6082 –T6**

The article presents test results concerning the friction stir welding of 6 mm thick plates made of aluminium EN AW – 6082. The welding process was performed using a tool consisting of two shoulders and a probe. The tests were concerned with the effect of welding parameters in the process of welding and the quality of joints. Related visual test results enabled the assessment of the effect of a spool tool on the formation of a weld, the presence of surface imperfections and the continuity of material in welds (based on metallographic tests). Mechanical properties of the joints were identified in a static tensile tests and in hardness measurements. The effect of welding conditions on the welding process and weld formation was determined through measurements of temperature on the weld surface, performed using a thermographic camera, and measurements of force and torque affecting the tool, performed using a LowStir device. The test results revealed that the use of the spool tool enabled the obtainment of joints characterised by the compact structure of welds, material continuity, strength and repeatability comparable with those obtained using the conventional tool.

#### **N. Konieczna, J. Adamiec – Susceptibility of alloy IN617 to hot cracking**

The article presents results of tests concerning the susceptibility of alloy IN617 to hot cracking. The research-related tests required the inert gas-shielded melting of test alloy sheets using a tungsten electrode in forced strain conditions. The process of melting involved 3 mm

and 5 mm thick test sheets. The tests of the welded joints included the macro and microstructural analysis of the molten area, base material and heat affected zone. Results obtained in the DTA differential analysis were used to perform tests using a Gleeble 3800 simulator. In the above-presented manner it was possible to determine the high-temperature brittleness range (HTBR) of alloy IN617 as well as to identify the effect of strains on the development of hot cracks in the Transvarestraint test. The tests were supplemented with the fractographic analysis of the crack area. It was revealed that the hot cracking phenomenon occurred within the high-temperature brittleness range of the alloy and depended on the size of strain as well as on the presence of eutectics formed in the solid-liquid state.

#### **J. Tomków, J. Haras – Types of surface impurities versus the quality of brazed joints**

Brazing is one of the primary joining processes increasingly often applied in industry. Because of their mechanical properties, overlap joints are particularly popular when making brazed structures. The use of brazed joints in structures of critical importance requires that particular attention be paid to joint quality, e.g. by the appropriate cleaning of surfaces to be joined. The article presents results of non-destructive tests of brazed joints made in steel S235JRG2. Surfaces used in the tests were deliberately contaminated to simulate the presence of welding imperfections. Afterwards, the test specimens were subjected to non-destructive (visual and radiographic) tests aimed to determine the effect of surface impurities on the quality of brazed joints.

#### **B. Wichtowski, K. Pysiak – The quality of butt-welded joints in steel railway bridges in Szczecin**

This year marks the 40-th anniversary of Professor Andrzej Fabiszewski's death (1924–1978). He was a forerunner of the X-ray testing of butt welds in railway bridges in Poland. Professor Fabiszewski spent most of his life in Szczecin. The paper presents results of welded joint tests of 11 railway bridges located in the city of Szczecin. The results can be used for a new multi-level procedure of load-bearing capacity assessment of bridges in operation.