

BIULETYN

INSTYTUTU SPAWALNICTWA

Nr 2/2019
Rocznik 63



TruPrint



Kształt dopasowany do Państwa potrzeb

TRUMPF Polska Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp. k.
ul. Połczyńska 111, 01-303 Warszawa
tel.: +48 22 575 39 00, fax: +48 22 575 39 01

www.trumpf.com

BIULETYN

INSTYTUTU SPAWALNICTWA W GLIWICACH

Nr 2

DWUMIESIĘCZNIK

Rocznik 63

SPIS TREŚCI

■ Z życia Instytutu Spawalnictwa	
• Dr inż. Zygmunt Mikno nowym zastępcą dyrektora Instytutu Spawalnictwa	5
• Dr hab. Jacek Słania profesorem tytularnym	6
■ 47. Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących ...	8
■ Badania:	
• Zygmunt Mikno, Szymon Kowieski, Adam Pilarczyk - Zgrzewanie garbowe nakrętek z zastosowaniem systemu elektromechanicznego docisku elektrod	13
• Marek St. Węglowski - Pręty zbrojeniowe ze stali niestopowej - wytwarzanie	19
• Kamil Gądek, Lechosław Tuz - Ocena mikrostruktury i wybranych własności mechanicznych doczołowego złącza stali ferrytyczno-austenitycznej	28
• Anna Pocica - Geneza spawania w osłonie gazów ...	34
• Mateusz Kapler, Jerzy Nowacki, Adam Sajek - Stan i problemy zgrzewania kołków łukiem ciągnionym z użyciem pierścienia ceramicznego	38
• Antoni Sawicki - Modelowanie wpływu zaburzeń zewnętrznych charakterystyk statycznych o nieokreślonym i określonym napięciu zapłonu na charakterystyki dynamiczne łuku w obwodzie ze źródłem prądu. Cz. 1. Podstawowe zależności analityczne	46
• Lechosław Tuz, Krzysztof Sulikowski - Mikrostruktura i wybrane właściwości mechaniczne złączy spawanych w austenitycznych dnach sitowych wykonanych zautomatyzowaną metodą TOP TIG	52
■ Usługi certyfikacyjne Instytutu Spawalnictwa	57
■ Mariusz Prażmowski doktorem habilitowanym nauk technicznych	60
■ Rozprawy doktorskie	62
■ Spawalność - istotna cecha wyrobu (Polysoude)	64
■ Nowości w ofercie firmy EWM	67
■ Nowe książki	72
■ Nowe urządzenia i materiały	74
■ Komunikaty prasowe	79

CONTENTS

■ Reports on the Instytut Spawalnictwa Events	5
■ 47. National Conference of Non-Destructive Testing	8
■ Research	
• Zygmunt Mikno, Szymon Kowieski, Adam Pilarczyk - Projection welding of nuts with full projections with use of electromechanical operating force system	13
• Marek St. Węglowski - Fabrication of reinforcement bars in unalloyed steel	19
• Kamil Gądek, Lechosław Tuz - Microstructure and selected mechanical properties evaluation of ferritic-austenitic duplex steel butt-joint.	28
• Anna Pocica - The origin of gas-shielded welding ..	34
• Mateusz Kapler, Jerzy Nowacki, Adam Sajek - The current state of the art and the issues of the drawn arc welding of studs performed using a ceramic ferrule	38
• Antoni Sawicki - Modelling the effect of external disturbances in static characteristics of unspecified and determined ignition voltages on dynamic characteristics of arc in a circuit with the current source. Part. 1. Primary analytical correlations	46
• Lechosław Tuz, Krzysztof Sulikowski - Microstructure and selected mechanical properties of welded joints in austenitic perforated bottoms made using the automated TOP TIG method	52
■ Certification services by Instytut Spawalnictwa	57
■ Mariusz Prażmowski obtained title of habilitated Doctor of Science	60
■ PhD dissertations	62
■ Weldability - a significant product feature (Polysoude)	64
■ New welding equipment by EWM	67
■ New books	72
■ New welding materials and equipment	74
■ Press releases	79



INSTYTUT SPAWALNICTWA
Członek Międzynarodowego Instytutu Spawalnictwa
i Europejskiej Federacji Spawalniczej



Biuletyn Instytutu Spawalnictwa
PL ISSN 0867-583X

Wydawca:

Instytut Spawalnictwa w Gliwicach

Redaktor Naczelny: prof. dr hab. inż. Jan Pilarczyk

Sekretarz Redakcji: mgr Alojzy Kajzerek

Adres Redakcji:

44-100 Gliwice, ul. Bł. Czesława 16-18
tel. 32 3358201, 32 3358202, kom. 500 473364, fax: 32 2314652
e-mail: Alojzy.Kajzerek@is.gliwice.pl,
biuletyn@is.gliwice.pl; www.bis.is.gliwice.pl

Rada Naukowa Biuletynu:

Akademik Borys E. Paton - Instytut Elektrosvariki im. E.O.

Patona, Kijów; Nacionalnaia Akademia Nauk Ukrainy

Prof. Luisa Coutinho - European Federation for Welding,
Joining and Cutting, Lizbona, Portugalia

Dr Mike J. Russel - The Welding Institute (TWI),
Cambridge, Anglia

Dr Cécile Mayer - International Institute of Welding, Paryż, Francja

Prof. Slobodan Kralj - Faculty of Mechanical Engineering
and Naval Architecture, University of Zagreb, Chorwacja

Prof. Edmund Tasak - Akademia Górniczo-Hutnicza,
Katedra Metaloznawstwa i Metalurgii Proszków

Prof. Andrzej Klimpel - Politechnika Śląska,
Katedra Spawalnictwa, Gliwice

Prof. Jan Pilarczyk - Instytut Spawalnictwa, Gliwice

Rada Programowa Biuletynu:

Członkowie zewnętrzni:

Prof. dr hab. inż. Andrzej Ambroziak - Politechnika
Wrocławska, Katedra Materiałoznawstwa, Wytrzymałości
i Spawalnictwa

Prof. dr hab. inż. Andrzej Gruszczyk

- Politechnika Śląska, Katedra Spawalnictwa

Prof. dr hab. inż. Andrzej Kolasa - Politechnika Warszawska,
Zakład Inżynierii Spajania

Prof. dr hab. inż. Jerzy Łabanowski

- Politechnika Gdańska, Zakład Inżynierii Spajania

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Mirski - Politechnika Wrocławska,
Katedra Materiałoznawstwa, Wytrzymałości i Spawalnictwa

Prof. dr hab. inż. Jerzy Nowacki - Zachodniopomorski

Uniwersytet Technologiczny, Zakład Spawalnictwa

Dr inż. Jan Plewniak - Politechnika Częstochowska,
Zakład Spawalnictwa

Prof. dr hab. inż. Jacek Senkara - Politechnika Warszawska,
Zakład Inżynierii Spajania

Członkowie międzynarodowi:

Prof. Peter Bernasovsky - Výskumný ústav zvaračský -

Priemyselny inštitút SR, Bratislava, Słowacja

Prof. Alan Cocks - University of Oxford, Anglia

Dr Luca Costa - Istituto Italiano della Saldatura, Genua, Włochy

Prof. Petar Darjanow - Technical University of Sofia, Bułgaria

Prof. Dorin Dehelean - Romanian Welding Society,
Timisoara, Rumunia

Dr Hongbiao Dong - University of Leicester, Anglia

Dr Lars Johansson - Swedish Welding Commission,
Sztokholm, Szwecja

Ing. Peter Klamo - Výskumný ústav zvaračský

- Priemyselny inštitút SR, Bratislava, Słowacja

Akademik Leonid M. Łobanov - Instytut Spawania

Elektrycznego im. E. O. Patona, Kijów, Ukraina

Prof. Dr.-Ing. Hardy Mohrbacher - NiobelCon bvba, Belgia

Prof. Ian Richardson - Delft University of Technology, Holandia

Mr. Michel Rousseau - Institut de Soudure, Paryż, Francja

Prof. dr Aleksander Zhelew - Schweisstechnische Lehr- und
Versuchsanstalt SLV-München Bulgarien GmbH, Sofia

Członkowie z Instytutu Spawalnictwa:

dr inż. Bogusław Czwórny, dr hab. inż. Mirosław

Łomozik, prof. I.S., dr inż. Zygmunt Mikno,

dr inż. Adam Pietras, prof. dr hab. inż. Jacek Stania,

prof. I.S., dr hab. inż. Eugeniusz Turyk, prof. I.S.,

dr inż. Piotr Sędek, prof. I.S.

Wersją pierwotną Biuletynu Instytutu Spawalnictwa jest wersja elektroniczna:

<http://bulletin.is.gliwice.pl>

SPIS OGŁOSZEŃ REKLAMOWYCH

Air Liquide Polska Sp. z o.o.

www.airliquide.com/pl/polska

..... III s. okł.

Air Products Sp. z o.o.

www.airproducts.com.pl

..... s. 39

CLOOS Polska

www.cloos.pl IV s. okł.

Fronius Polska

www.fronius.com/pl-pl/poland

..... II s. okł.

Grupa MTP

www.grupamtp.pl s. 63

Instytut Spawalnictwa

www.is.gliwice.pl

- Seminaria s. 73

- Certyfikacja s. 12

IPG Photonics Sp. z o.o.

www.ipgphotonics.com/en

..... s. 11

Trumpf Polska

www.trumpf.com/pl_PL

..... I s. okł.

Praca

Lear Corporation Poland

o/Legnica

<https://www.lear.pl/> s. 61

Konferencje, Targi

- **XXV Naukowo-Techniczna Krajowa Konferencja Spawalnicza „Postęp, Innowacje i Wymagania Jakościowe Procesów Spajania”**, Międzyzdroje, 21-23.05.2019 r. s. 10
- **6. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Postęp w Technologiach Lutowania”**, Wrocław, 18-20.09.2019 r. s. 71
- **61. Naukowo-Techniczna Konferencja Spawalnicza „Spawanie w XXI wieku - Domena Ludzi czy Robotów?”**, Gdańsk-Sobieszowo, 14-16.10.2019 r. s. 45
- **Sympozja Spawalnicze (Linde Gaz Polska)** s. 69
- **48 Krajowa Konferencja Badań Nieniszczących**, Wisła, 22-24.10.2019 r., s. 10

WARUNKI PRENUMERATY NA 2019 R.

W związku z docierającymi do nas sygnałami o opóźnieniach w kolportażu prenumeraty Biuletynu Instytutu Spawalnictwa informujemy, że gwarancją terminowego otrzymywania naszego czasopisma jest zamówienie prenumeraty bezpośrednio w Instytucie Spawalnictwa. Dystrybucja Biuletynu przez Instytut Spawalnictwa zawsze następuje niezwłocznie po ukazaniu się czasopisma, z zachowaniem terminów przewidzianych cyklem wydawniczym. Cena prenumeraty na 2019 r., wynosi 222 zł brutto. Warunkiem przyjęcia prenumeraty jest przesłanie do Instytutu Spawalnictwa zamówienia oraz dokonanie odpowiedniej wpłaty na konto Instytutu. Można także zamawiać starsze wydania (do wyczerpania nakładu). Formularz zamówienia prenumeraty dostępny jest na stronie internetowej <http://biuletyn.instytutu.spawalnictwa.pl/strona-cms/prenumerata>.

Zamówienia należy kierować:

Instytut Spawalnictwa

44-100 Gliwice, ul. Bł. Czesława 16-18,

telefon 32 33-58-222, fax 32 33-16-105;

e-mail: iwona.kender@is.gliwice.pl

konto: BANK PEKAO S.A O/Gliwice

nr 59 1240 4272 1111 0000 4838 7224

Dodatkowych informacji dotyczących prenumeraty udziela Redakcja Biuletynu (tel. 32 33-58-201, 202) oraz Ośrodek Marketingu i Informacji Naukowej (tel. 32 33-58-222)

STRESZCZENIA ARTYKUŁÓW

Z. Mikno, Sz. Kowieski, A. Pilarczyk - Zgrzewanie garbowe nakrętek z zastosowaniem systemu elektromechanicznego docisku elektrod

Zgrzewanie garbowe nakrętek przeprowadzano za pomocą systemu pneumatycznego docisku elektrod (SPD) i poddano analizie numerycznej i eksperymentalnej umożliwiającej identyfikację akceptowalnego okna parametrów zgrzewania z uwzględnieniem warunków brzegowych, w tym ekspulsji, wytrzymałości na skręcanie, odkształcenia gwintu nakrętki. Proces zgrzewania poddano optymalizacji polegającej na zastosowaniu nowego układu dociskowego, tzw. systemu elektromechanicznego docisku (SED). Optymalizacja polegała na zmniejszeniu prądu zgrzewania i wydłużeniu czasu jego przepływu w porównaniu z SPD. Założono, że kryterium odbioru będzie moment skręcający nie mniejszy niż uzyskany dla najkorzystniejszych warunków zgrzewania dla SPD. Badania obejmowały obliczenia numeryczne (oprogramowanie SORPAS) dla dwóch analizowanych systemów docisku, tj. SPD i SED. Technologiczne próby zgrzewania przeprowadzono na zgrzewarkach inwertorowych (1 kHz) wyposażonych w analizowane systemy docisku elektrod. Wykonano badania metalograficzne, wytrzymałościowe (na skręcanie). Dla SED i specjalnego innowacyjnego algorytmu hybrydowego sterowania siłą lub/i przemieszczeniem elektrod uzyskano i) większą i wyższą średnicę jądra zgrzeiny, ii) większą głębokość wtopienia do blachy, co w rezultacie wpływa na wzrost wytrzymałości (o 30%). Technologiczne próby zgrzewania dla nowego SED przeprowadzono dla niższego prądu zgrzewania o 25% w porównaniu do SPD. Pomimo tego dla SED energia zgrzewania była porównywalna z SPD.

M. St. Węglowski - Pręty zbrojeniowe ze stali niestopowej - wytwarzanie

Nowoczesne budownictwo wymaga coraz większej ilości prętów do zbrojenia betonu, co wiąże się z potrzebą spełnienia coraz wyższych wymagań eksploatacyjnych, projektowych i inwestycyjnych. Z tego punktu widzenia konstruktorzy i wykonawcy, w tym spawalnicy, mają do czynienia z prętami wytwarzanymi przy zastosowaniu odmiennych technologii, mających wpływ na ich własności i budowę mikrostrukturalną. W pracy zostały przedstawione podstawowe informacje dotyczące poszczególnych technologii wytwarzania prętów do zbrojenia betonu, ich mikrostruktury oraz własności mechanicznych.

K. Gądek, L. Tuz - Ocena mikrostruktury i wybranych własności mechanicznych doczołowego złącza stali ferrytyczno-austenicyznej typu duplex.

Przedstawiono wyniki badań metalograficznych oraz badań własności mechanicznych złącza doczołowego wykonanego metodą MAG(136) stali dwufazowej ferrytyczno-austenicyznej (duplex) X2CrNiMoN22-5-3 (1.4462). Przeprowadzono badania metalograficzne materiału rodzimego, strefy wpływu ciepła i spoiny oraz pomiary twardości metodą Vickersa, próbę statycznego jednoosiowego rozciągania, próbę zginania bocznego oraz pomiar zawartości fazy magnetycznej za pomocą ferrytoskopu. Na podstawie otrzymanych mikrostruktur z poszczególnych stref złącza, analizy ilościowej występujących faz oraz wyników badań własności mechanicznych wyciągnięto wnioski na temat mikrostruktury badanego złącza oraz jego własności.

A. Pocica - Geneza spawania w osłonie gazów

Przedstawiono techniki opracowane w latach trzydziestych XX wieku, które dały początek współczesnym metodom spawania w osłonie gazów. Było to spawanie w osłonie gazów redukujących

(par metanolu lub wodoru), łukowo-wodorowe oraz elektryczno-gazowe. Metody te przyczyniły się do powstania obecnie stosowanych technik spawania w osłonie gazów.

M. Kapler, J. Nowacki, A. Sajek - Stan i problemy zgrzewania kołków łukiem ciągnionym z użyciem pierścienia ceramicznego

Dokonano oceny stanu zagadnienia w obszarze dotychczasowych osiągnięć w dziedzinie zgrzewania kołków łukiem ciągnionym z użyciem pierścienia ceramicznego obejmującą problematykę: przygotowania powierzchni, parametrów technologicznych, ograniczeń procesu, materiału rodzimego oraz magnetycznego ugięcia łuku. Ze względu na złożoność i wzajemne powiązanie elementarnych zjawisk elektromagnetycznych w czasie zgrzewania oraz brak łatwego do zaadoptowania w praktyce opisu teoretycznego ich wpływu na wynik zgrzewania, dostrzeżono zapotrzebowanie na narzędzia symulacyjne do prognozy wyniku zgrzewania w warunkach przemysłowych. Umożliwić to mógłby model sztucznej sieci neuronowej, który wykorzystując metody regresji, powinien sprostać tak sformułowanemu zadaniu w oparciu o dane empiryczne uzyskane w czasie rzeczywistym za pomocą prostych układów pomiarowych służących do kontroli procesu.

A. Sawicki - Modelowanie wpływu zaburzeń zewnętrznych charakterystyk statycznych o nieokreślonym i określonym napięciu zapłonu na charakterystyki dynamiczne łuku w obwodzie ze źródłem prądu. Cz. 1. Podstawowe zależności analityczne

Przedstawiono zbiór funkcji przydatnych do aproksymowania nieliniowych charakterystyk napięciowo-prądowych statycznych łuku zaburzanego przez czynniki zewnętrzne. W tym celu wykorzystano zmodyfikowane funkcje Ayrtony i Nottinghama. Uwzględniono przypadki charakterystyk z nieokreślonym i określonym napięciami zapłonu łuku. Do odwzorowania takiego łuku i symulowania procesów w obwodzie elektrycznym ze źródłem prądowym zastosowano uogólniony model matematyczny Pentegowa. Wykorzystano w nim odpowiednio przekształcone składowe funkcje aproksymujących charakterystyki napięciowo-prądowe statyczne łuku. Uwzględniają one wpływ zaburzeń jednoparametrowych długości kolumny, strumienia masy lub ciśnienia gazu.

L. Tuz, K. Sulikowski - Mikrostruktura i wybrane właściwości mechaniczne złączy spawanych w austenicyznych dnach sitowych wykonanych zautomatyzowaną metodą TOP TIG

Artykuł przedstawia wybrane wyniki badań uzyskane na etapie prób spawania przed kwalifikowaniem technologii spawania przy zastosowaniu zrobotyzowanego stanowiska do spawania metodą TOP TIG. Wyniki badań wskazują na uzyskanie poprawnej geometrii złączy spawanych oraz poprawną austenicyzną strukturę złączy spawanych. Przedstawiono również typowe niezgodności spawalnicze obserwowane podczas doboru parametrów spawania, tj. pęknięcia gorące w obszarze grani spoiny i pustki gazowe.

SUMMARIES OF THE ARTICLES

Z. Mikno, Sz. Kowieski, A. Pilarczyk - Projection welding of nuts with full projections with use of electromechanical operating force system

The projection welding of nuts performed using the pneumatic force system (PFS) was subjected to numerical and experimental analysis enabling the identification of the window of welding parameters taking into consideration boundary conditions including expulsion, torsional strength and the deformation of the nut thread. The welding process was subjected to optimisation involving the use of a new, i.e. electromechanical force system (EFS). The optimisation-related approach involved the reduction of welding current

and the extension of a welding current flow time in comparison with those obtained when using the pneumatic force system. It was assumed that the acceptance criterion would be the breaking torque not lower than that obtained under the most favourable welding conditions performed using the PFS. The research work involved comparative numerical calculations (performed using the SORPAS software) in relation to both, i.e. the PFS and EFS. The technological welding tests were performed using inverter welding machines (1 kHz) provided with various (electrode) force systems. The research work also included metallographic tests and torsional strength tests. As a result of the application of EFS and a special innovative hybrid algorithm for controlling the initial electrode force, a wider and higher weld core was obtained. The depth of "penetration" into the sheet was also greater. As a result, the welded joint has a higher strength (by 30%). Technological welding tests for the new EFS system were carried out for a 25% lower welding current compared to PFS. Despite the lower welding current for EFS, the welding energy is slightly lower but the welding quality for EPS is significantly higher.

M. St. Węglowski - Fabrication of reinforcement bars in unalloyed steel

Modern civil engineering requires increasingly many concrete reinforcing bars, necessitating the satisfaction of increasingly restrictive operational, design and investment-related requirements. As a result, design engineers and contractors, including welding engineers, deal with bars fabricated using various technologies affecting both the properties and the structure of bars. The article presents basic information concerning individual technologies used in the production of concrete reinforcing bars as well as their microstructure and mechanical properties.

K. Gądek, L. Tuz - Microstructure and selected mechanical properties evaluation of ferritic-austenitic duplex steel butt-joint.

The paper presents the results of microscopic and mechanical properties examinations of duplex steel- X2CrNiMoN22-5-3 (1.4462) welded butt-joint welded by MAG(136). In research the metallographic examination of base material, heat affected zone, and weld metal, hardness measurements by the Vickers method, static tensile test, bending test and testing the ferrite content by ferritoscope were carried out. On the basis on obtained microstructure of the particular zones of the weld joint, quantitative analysis of occurring phases and results of the mechanical properties examinations the conclusions regarding microstructure and mechanical properties of the examined joint and its influence of the joint properties were drawn.

A. Pocica - The origin of gas-shielded welding

The article presents welding techniques developed in the 1930s, giving rise to modern methods of gas-shielded welding, i.e. redu-

cing gas-shielded (methanol or hydrogen vapour), arc-hydrogen welding and arc-gas welding. The above-named methods have contributed to presently apply gas-shielded welding techniques.

M. Kapler, J. Nowacki, A. Sajek - The current state of the art and the issues of the drawn arc welding of studs performed using a ceramic ferrule

The authors performed the state-of-art analysis of recent achievements concerned with drawn arc stud welding involving the use of ceramic ferrules. The research focused on surface preparation, technological parameters, process limits and magnetic arc blow. Because of the complexity and correlations of primary electromagnetic phenomena in stud welding processes as well as due to the lack of simple and practically applicable theoretical explanation of their effect on welding results, emphasis was given to demand for industrially applicable simulation tools enabling the forecasting of stud welding results. It is believed that the above-named goal could be achieved using the non-linear regression model of an artificial neural network based on empirical data obtained on a real-time basis from simple process controlling measurement circuits.

A. Sawicki - Modelling the effect of external disturbances in static characteristics of unspecified and determined ignition voltages on dynamic characteristics of arc in a circuit with the current source. Part. 1. Primary analytical correlations

The article presents a set of functions useful when approximating non-linear current-voltage characteristics of static arc disturbed by external factors. To this end, modified Ayrton and Nottingham functions were used. The study involved characteristics with undefined and determined arc ignition voltages. The mapping of the above-named arc and the simulation of processes in the electric circuit with the current source were performed using the generalized Pentegov model, involving the use of appropriately transformed components of functions approximating static current-voltage characteristics of arc (taking into consideration the effect of single-parameter disturbances of the column length, mass stream or gas pressure.

L. Tuz, K. Sulikowski - Microstructure and selected mechanical properties of welded joints in austenitic perforated bottoms made using the automated TOP TIG method

The article presents selected test results obtained during welding tests preceding a Welding procedure Qualification, performed using a robotic TOP TIG welding station. The test results revealed the obtainment of welded joints characterised by proper geometry and proper austenitic structure. In addition, the article presents typical welding imperfections observed in relation to the adjustment of welding process parameters, i.e. hot cracks in the weld root area and cavities.