

Miesięcznik
Naukowo-Techniczny

Nr 11/2010

przegląd SPAWALNICTWA

Welding Technology Review

Rok założenia 1928

PL ISSN 0033-2364

Index 37125

Cena 16 zł



UDT-CERT

CERTYFIKACJA SPAJACZY

zgodnie z:

- PN-EN 287-1
- ISO 9606-1,
- PN-EN ISO 9606-2 ÷ 5
- PN-EN 1418
- PN-EN 13067
- PN-EN 13133
- EN 13121-3
- PN-EN ISO 14731
- AD 2000-Merkblatt HP-3

www.udt-cert.pl



Aerodag® CERAMISHIELD™

Innowacyjna powłoka odporna termicznie do ochrony urządzeń spawalniczych

Korzyści

- Zwiększenie wydajności do 10%
- Zmniejszenie kosztów materiałów eksploatacyjnych do 70%
- Wyeliminowanie kosztów czyszczenia urządzeń
- Łatwa aplikacja
- Doskonała adhezja powłoki

Właściwości produktu

- Ceramiczna powłoka niezawierająca silikonu
- Po natryśnięciu powłoka schnie w kilka sekund
- Chroni styki, dysze spawalnicze i przyrządy obróbkowe
- Niski koszt - jedynie kilkanaście groszy za aplikację
- Zapobiega przywieraniu odprysków spawalniczych przez cały 8-godzinny dzień pracy bez potrzeby ponownej aplikacji

Zastosowania

- Ręczne/automatyczne spawanie MIG/MAG
- Cięcie laserowe i plazmowe
- Przyrządy obróbkowe, urządzenia

Wyższa wydajność

- Odpryski spawalnicze nie przywierają do styków ani osłon gazowych
- Nie ma straty czasu na czyszczenie urządzeń
- Niezawodne działanie, proces spawania bez zbędnych przestoju

Niższe koszty

- Fizyczna i termiczna ochrona urządzeń spawalniczych
- Żywotność urządzeń spawalniczych zwiększona cztery do pięciu razy

Czystszy proces spawania

- Odpryski nie przylegają do osłony gazowej - przepływ gazu jest niezakłócony
- Idealne szwy spawalnicze



Wydawca

Redakcja PRZEGLĄD SPAWALNICTWA

Agenda Wydawnicza SIMP

ul. Świętokrzyska 14a, 00-050 Warszawa

tel./fax: 0-22 827 25 42, 0-22 336 14 79

e-mail: pspaw@ps.pl, www.pspaw.ps.pl

Adres do korespondencji: 00-950 Warszawa 1, skr. poczt. 56



Redaktor naczelny

prof. dr hab. inż. Jerzy Nowacki
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Z-ca redaktora naczelnego ds. naukowych

prof. dr hab. inż. Andrzej Klimpel – Politechnika Śląska

Z-ca redaktora naczelnego ds. współpracy z przemysłem

mgr inż. Włodzimierz Jacek Walczak – Linde Gaz Polska

Z-cy redaktora naczelnego ds. wydawniczych

mgr inż. Irena Wiśniewska, mgr inż. Lechosław Tuz

Redaktorzy działów

dr h.c. prof. dr hab. inż. Leszek Dobrzański – Politechnika Śląska (Materiały)

dr h.c. prof. dr hab. inż. Władysław Karol Włosiński – Polska Akademia Nauk (Zaawansowane technologie)

dr hab. inż. Zbigniew Mirski prof. PWR – Politechnika Wrocławska (Lutowanie i klejenie)

dr hab. inż. Jacek Słania – Instytut Spawalnictwa (Praktyka spawalnicza)

dr inż. Kazimierz Ferenc – Politechnika Warszawska (Konstrukcje spawane)

dr inż. Gracjan Wiśniewski – Urząd Dozoru Technicznego (Przepisy, normy)

mgr inż. Michał Wińcza – Rywał-RHC (Technologie)

Przewodniczący Rady Programowej

prof. dr hab. inż. Jan Pilarczyk – Instytut Spawalnictwa

Zastępca Przewodniczącego Rady Programowej

dr hab. inż. Andrzej Ambroziak prof. PWR – Politechnika Wrocławska

Rada Programowa

prezes Marek Bryś – Messer Eutectic Castolin Sp. z o.o.

dr inż. Hubert Drzeniek – Euromat

dyrektor Eugeniusz Idziak – KWB Bełchatów SA

prof. dr hab. inż. Andrzej Kolasa – Politechnika Warszawska

dr hab. inż. Jerzy Łabanowski prof. PG – Politechnika Gdańska

prezes Mirosław Nowak – Technika Spawalnicza Poznań

prezes Zbigniew Pawłowski – Lincoln Electric Bester

dr inż. Jan Plewniak – prezes ZG Sekcji Spawalniczej, Pol. Częstochowska

dr inż. Anna Pociąca – Politechnika Opolska

prezes Lesław Polak – Esab Polska

prezes Jacek Rutkowski – Kemppi Polska

prof. dr hab. inż. Jacek Senkara – Politechnika Warszawska

prezes Andrzej Siennicki – Cloos Polska

prof. dr hab. inż. Andrzej Skorupa – Akademia Górniczo-Hutnicza Kraków

prof. dr hab. inż. Edmund Tasak – Akademia Górniczo-Hutnicza Kraków

mgr inż. Włodzimierz Jacek Walczak – Linde Gaz Polska

prezes Marek Walczak – Urząd Dozoru Technicznego

dyrektor Jan Wójcik – Polski Rejestr Statków

Sekretarz redakcji

Michał Dudziński

Skład i druk

Skład i łamanie: Redakcja Przegląd Spawalnictwa AW SIMP

Druk: Drukarnia Piotra Włodarskiego – Warszawa

Stała współpraca



FORUM SPAWALNIKÓW POLSKICH

przeгляд SPAWALNICTWA

MIĘSIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY AGENDA WYDAWNICZA SIMP

rok założenia 1928

dawniej

SPAWANIE I CIĘCIE METALI

Nr 11/2010

PL ISSN 0033-2364

LXXXII

Spis treści – Contents

Prace doktorskie

Dr inż. Michał Urzyniec 2

Zbigniew Mirski, Tomasz Piwowarczyk *

Analiza aktualnego stanu rozwoju technologii lutowania w Polsce

The current state of brazing and soldering technologies development in Poland analysis 3

PoliTEST

Lincoln Electric Bester 10

Lincoln Electric Bester

Production Monitoring 2™ 11

Targi, konferencje, seminaria

ExpoSilesia – największe targi przemysłowe na Śląsku 12

Aleksander Łukomski, Bogdan Sobocki *

Główne przyrządy montażu spawalniczego – konduktory

Assembly – welding instruments 13

Tomasz Urbański *

Węzeł hybrydowy – technologiczność wielkogabarytowych konstrukcji spawanych – wprowadzenie

Hybrid node – technological aspects for welded large-size structures – introduction 21

Konferencje

52. Naukowo-Techniczna Konferencja, Sosnowiec 26

Energo diagnostyka 27

Instytut Fizyki Jądrowej PAN 27

Spawalnictwo.com.pl 27

Baltix 28

REGULA EWR® (Electronic Welding Regulator) 28

Resurs 30

SUT 30

ESAB 31

Michał Chłopek, Jerzy Haduch *

Naprawa żeliwnych elementów nośnych maszyn

Regeneration of cast iron load bearings parts of machines 32

Anna Pociąca *

Spawanie domu i dla domu (z teki Jacka Lassocińskiego)

Welding of houses and for houses (from Jacek Lassociński's portfolio) 38

Sekcja Spawalnicza

Zebrań Zarządu Głównego Sekcji Spawalniczej SIMP 41

3. Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Techniczna, Wrocław 42

XIV Spotkanie Spawalników Wybrzeża 44

XII Pomorskie Sympozjum Spawalnictwa 44

Odeszli

Profesor Roman Kensik (1931 – 2010) 45

Profesor Stanisław Piwowar (1920 – 2010) 46

Wydarzenia

Linde – Nowy zakład produkcyjny w Polsce 48

Firmy prezentujące się w numerze

Baltix Sp. z o.o.
81-321 Gdynia
ul. Podolska 12/1
www.regulasytem.pl

ESAB Sp. z o.o.
40-952 Katowice
ul. Żelazna 9
www.esab.pl

Laboratorium PoliTEST
Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny
70-310 Szczecin
Al. Piastów 19

Resurs
03-116 Warszawa
ul. Czardziejka 12
www.resurs.pl

SUT Sp. z o.o.
71-703 Szczecin
ul. Bizzińskiego 12
www.sut.com.pl

Energo diagnostyka
Sp. z o.o.
03-116 Warszawa
ul. Czardziejka 12
www.energo diagnostyka.pl

Instytut Fizyki
Jądrowej PAN
31-342 Kraków
ul. Radziwiłłowa 153
http://fdawki.ifj.edu.pl

Lincoln Electric Bester
41-605 Swietochłowice
ul. Imieli 14
www.lincolnelectric.eu

Taskoprojekt Sp. z o.o.
61-055 Poznań
ul. Warszawska 183/185
www.taskoprojekt.com.pl

Urząd Dozoru
Technicznego
02-353 Warszawa
ul. Szczeliwicka 34
www.udt.gov.pl

Henkel Polska Sp. z o.o.
02-672 Warsaw
ul. Domaniewska 41
www.icotite.pl

Instytut Spawalnictwa
44-100 Gilwice
ul. Bł. Czesława 16/18
www.is.gilwice.pl

KEMMPI Sp. z o.o.
03-565 Warszawa
ul. Borzymowska 32
www.kemppi.com

Spawalnictwo.com.pl
41-500 Chorzów
ul. Polska 21 lok. 11
www.p.info.pl

Zasopismo jest częściowo dotowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

* Artykuł recenzowany

18 czerwca 2010 r. przed komisją powołaną przez Radę Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Informatyki Politechniki Częstochowskiej miała miejsce publiczna obrona rozprawy doktorskiej mgr. inż. Michała Urzynicoka pt. *Analiza efektywności wybranych metod spawania rur kolektorowych ze stali do pracy w podwyższonych temperaturach*. Promotorem pracy był dr hab. inż. Jacek Ślania, a recenzentami: prof. dr hab. inż. Jan Pilarczyk – dyrektor Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach oraz dr hab. inż. Wiesława Piekarska, prof. Politechniki Częstochowskiej.



Dr inż. Michał Urzynicok

Dotychczas rury kolektorowe parowych kotłów wodnorurowych spawane były elektrodą nietopliwą w osłonie gazów obojętnych (warstwa graniowa) oraz elektrodą otuloną (warstwy wypełniające). Połączenie tych dwóch metod spawania umożliwia uzyskanie wysokiej jakości połączeń, ale wydłuża czas ich wykonania. Głównym czynnikiem wpływającym na ten czas są operacje dodatkowe, tj. usuwanie żużla oraz odprysków po spawaniu. Dodatkowo, spawanie elektrodą otuloną związane jest z wydzielaniem się dużej ilości dymów i gazów spawalniczych, szkodliwych dla zdrowia spawacza.

Dostępność materiałów dodatkowych w postaci drutów litych oraz nowoczesnych urządzeń spawalniczych umożliwiła podjęcie badań nad spawaniem materiałów do pracy w podwyższonych temperaturach za pomocą niskoenergetycznych metod spawania z kontrolowanym przeniesieniem metalu w łuku spawalniczym. Zastosowano spawanie elektrodą topliwą w osłonie gazów aktywnych, a w szczególności spawanie prądem pulsującym, spawanie łukiem zwarciovym ze sterowaniem przeniesienia metalu siłami napięcia powierzchniowego oraz kombinacje metod spawania elektrodą nietopliwą w osłonie gazu obojętnego i elektrodą topliwą w osłonie gazów aktywnych. W prowadzonych badaniach nie uwzględniono spawania drutami proszkowymi, głównie z powodu braku odpowiednich gatunków drutów.

Autor postawił następującą tezę pracy: *Zastosowanie niskoenergetycznych metod spawania z kontrolowanym przeniesieniem metalu w łuku spawalniczym i równoczesnym obniżeniem energii liniowej spawania oraz obniżeniem ilości wprowadzonego ciepła powoduje znaczne skrócenie czasu wykonywania*

połączeń doczołowych rur kolektorowych ze stali do pracy w podwyższonych temperaturach, w porównaniu z dotychczas najczęściej wykorzystywanymi metodami spawania, czyli elektrodą nietopliwą w osłonie gazu obojętnego oraz spawania elektrodą otuloną. Skrócenie czasu wykonania połączeń spawanych powoduje obniżenie kosztów wytworzenia całej konstrukcji przy jednoczesnym zachowaniu wymaganej jakości złączy spawanych niezbędnej do jej bezawaryjnej eksploatacji.

W badaniach zastosowano stale energetyczne z gatunków ferrytycznych, takich jak 16Mo3, 13CrMo4-5, 10CrMo9-10 oraz z gatunków martenzytycznych, takich jak P91 oraz P92. Dla wszystkich spawanych rur mierzono rzeczywiste czasy wykonania złączy spawanych oraz przeprowadzono wiele badań nieniszczących i niszczących zgodnie z obowiązującymi normami PN EN ISO 15614-1 oraz PN EN 12952. Wykonano również zaawansowane badania wytrzymałości na rozciąganie w podwyższonej temperaturze oraz badania fraktograficzne przełomów po próbie łamania wraz z mikroanalizą rentgenowską występujących wydzielen.

Wyniki badań wykazały, że zastosowanie alternatywnych metod spawania pozwala na ponad dwukrotne skrócenie czasu wykonania doczołowych złączy spawanych rur kolektorowych przy zachowaniu wysokich właściwości wykonanych połączeń. Wyniki przeprowadzonych badań stanowią podstawę do kwalifikacji technologii spawania i wystawienia dokumentów WPQR zatwierdzonych przez Urząd Dozoru Technicznego oraz TÜV, jak również na wdrożenie badanych technologii bezpośrednio do praktyki przemysłowej.

dr hab. inż. Jacek Ślania

Analiza aktualnego stanu rozwoju technologii lutowania w Polsce

The current state of brazing and soldering technologies development in Poland analysis

Streszczenie

Przedstawiono ocenę aktualnego stanu oraz kierunku rozwoju technologii lutowania w Polsce. Analiza została oparta na zebranych opiniach krajowych przedstawicieli ośrodków naukowo-badawczych oraz firm zajmujących się lutowaniem od strony marketingowej bądź usługowej. W celu zebrania danych do analizy opracowano kwestionariusze z pytaniami dotyczącymi rynku lutowania, rozesłano je do wybranych firm oraz ośrodków, a następnie przeanalizowano otrzymane wyniki i zestawiono je na wykresach. Pozwoliło to na uzyskanie szczegółowych informacji dotyczących stosowanych metod lutowania, problemów związanych z technologią lutowania, zapotrzebowania rynku na lutowanie oraz zapotrzebowania na badania dotyczące tej technologii. Poznano czynniki wpływające na stosowanie lutowania jako głównej technologii łączenia, a także zapotrzebowanie na wykwalifikowaną kadrę.

Abstract

The current state and direction of soldering and brazing technologies development in Poland are discussed in the article. The analysis based on collected opinions of domestic representatives of research centers and commercial companies involved in soldering/brazing. Relevant questionnaires to analyze soldering and brazing market were prepared and sent to selected companies and research centers. Afterwards, the obtained results were analyzed and summarized on the graphs. This allowed to obtain detailed information on used soldering and brazing methods, problems associated with soldering and brazing technologies, market demand for soldering/brazing and the need for research on this technology. Factors influencing the choice of soldering/brazing, as the main joining technology, as well as the demand for qualified staff were identified.

Wstęp

Lutowanie, obok spawania, zgrzewania czy klejenia, jest podstawową technologią spajania materiałów. Mimo że jest jedną z najstarszych technik łączenia (początki datowane są na ok. 4÷5 tysięcy lat p.n.e.), nadal dynamicznie się rozwija [1, 2]. Wdrażane są nowe rozwiązania technologiczne oraz nowoczesne materiały dodatkowe w różnej postaci, zgodnej z obowiązującymi wymaganiami ekologicznymi. Stosowane są innowacyjne metody aplikacji lutów i opracowywane skuteczniejsze oraz precyzyjniejsze sposoby nagrzewania.

Lutowanie zyskało tak ugruntowaną pozycję na rynku dzięki wielu zaletom [1, 3÷5]. Zapewnia:

- łączenie szerokiej grupy materiałów metalicznych i niemetalicznych, w tym również materiałów różnoimiennych, o znacznych różnicach we właściwościach fizykochemicznych;

- dopasowanie szerokiego zakresu temperaturowego (od 100 do ok. 1400°C) do spajanych materiałów, warunków procesu oraz stosowanych urządzeń;
- uzyskanie określonych właściwości połączeń (wytrzymałość mechaniczna, szczelność, przewodność elektryczna lub cieplna, odporność korozyjna, estetyka);
- wykonanie kilku połączeń w jednej operacji;
- łączenie elementów o zróżnicowanych kształtach i gabarytach;
- możliwość ograniczenia naprężeń wewnętrznych oraz odkształceń, co pomaga uzyskać duże dokładności wymiarowe;
- możliwość automatyzacji oraz mechanizacji.

Wstęp do analizy

Mimo ogromnej popularności technik lutowania w naszym kraju, brakowało statystycznych danych o zakresie ich stosowania, podstawowych problemach czy właściwych kierunkach rozwoju. Autorzy niniejszego artykułu postanowili uzupełnić tę lukę, dokonując analizy aktualnego stanu rozwoju technologii lutowania w Polsce. Na początku przygotowano

kwestionariusze zawierające 18 pytań dotyczących najistotniejszych zagadnień związanych z problematyką lutowania, po czym skonsultowano je ze specjalistami z branży. Następnie opracowano bazę firm i ośrodków naukowo-badawczych, do których wysłano kwestionariusze. Otrzymane odpowiedzi zebrano i pogrupowano, po czym przeprowadzono analizę uzyskanych wyników i wyciągnięto wnioski. Ostatecznie analizę przygotowano na podstawie 50 kwestionariuszy, z czego 8 pochodziło od uczelni i ośrodków naukowo-badawczych, a pozostałe 42 od firm lutowniczych działających na krajowym rynku (rys. 1).

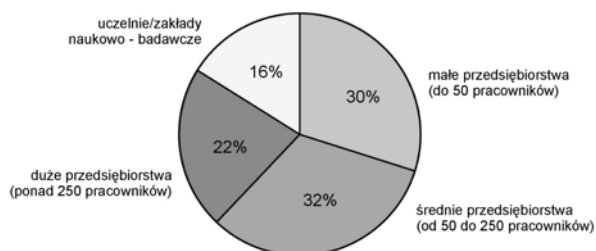


Rys. 1. Mapa respondentów
Fig. 1. Map of respondents

Analiza rynku lutowania w Polsce

Rodzaj i wielkość przedsiębiorstwa

Respondentów podzielono na 4 grupy: uczelnie i ośrodki naukowo-badawcze, małe przedsiębiorstwa zatrudniające do 50 pracowników, średnie przedsiębiorstwa zatrudniające 50÷250 pracowników oraz duże przedsiębiorstwa zatrudniające ponad 250 pracowników. W analizie nie uwzględniono mikroprzedsiębiorstw usługowych, sporadycznie świadczących usługi instalacyjno-naprawcze (naprawa sprzętu RTV-AGD, instalatorstwo sanitarne i gazowe). Rozkład rodzajów i wielkości przedsiębiorstw pokazano na rysunku 2. Jedną szóstą ankietowanych stanowili przedstawiciele



Rys. 2. Rodzaje i wielkość przedsiębiorstw
Fig. 2. Types and sizes of companies

uczelni i ośrodków naukowo-badawczych. Należy wspomnieć, że autorom udało się dotrzeć i uzyskać odpowiedź od większości uczelni i ośrodków naukowo-badawczych działających na terenie Polski, natomiast na pewno działa jeszcze wiele firm, zwłaszcza małej i średniej wielkości, które nie znalazły się w bazie, a do których wysłano kwestionariusze. Rozkład wielkości firm wypada na korzyść małych i średnich przedsiębiorstw, które przy uwzględnieniu błędów statystycznego mogą stanowić ok. trzy czwarte rynku.

Liczba osób związanych z procesem lutowania

Określenie liczby osób zajmujących się procesem lutowania jest bardzo istotne, gdyż nie musi być ona adekwatna do wielkości przedsiębiorstwa. Wiele firm, zwłaszcza większych produkcyjnych, traktuje lutowanie jako jeden z wielu etapów wytwarzania. Do osób związanych z lutowaniem zalicza się, oprócz pracowników stanowiskowych, osoby nadzorujące oraz opracowujące proces. W uczelniach i ośrodkach naukowo-badawczych zatrudnionych jest średnio 4÷6 osób związanych z lutowaniem (tabl. I). W przypadku firm liczba pracowników wzrasta wraz ze zwiększaniem się wielkości przedsiębiorstwa.

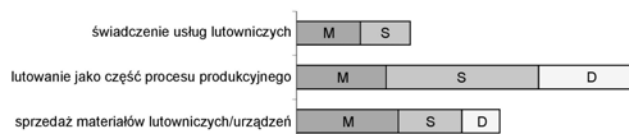
Tablica I. Liczba osób związanych z procesem lutowania w zależności od rodzaju i wielkości firmy

Table I. Number of employees involved in soldering/brazing process depending on type and size of company

Rodzaj i wielkość przedsiębiorstwa	Liczba osób związanych z lutowaniem
Uczelnie i ośrodki naukowo-badawcze	4÷6
Małe przedsiębiorstwa (do 50 pracowników)	5
Średnie przedsiębiorstwa (od 50 do 250 pracowników)	10÷11
Duże przedsiębiorstwa (ponad 250 pracowników)	20÷25

Rodzaje działalności

Wyróżniono trzy podstawowe rodzaje działalności związane z lutowaniem: firmy zajmujące się sprzedażą materiałów oraz oprzyrządowania do lutowania, firmy, w których lutowanie jest częścią procesu produkcyjnego oraz firmy, których działalnością główną lub dodatkową jest świadczenie usług lutowniczych. Zestawienie pokazane na rysunku 3 dodatkowo zróżnicowano w zależności od wielkości firm. Nie uwzględniono w nim uczelni i ośrodków naukowo-badawczych. Wyniki analizy wskazują, że ponad połowę prac związanych z lutowaniem stanowi cykl procesu produkcyjnego. Jedna trzecia ankietowanych prowadzi sprzedaż materiałów i urządzeń lutowniczych, a tylko ok. 17% świadczy usługi lutownicze. W przypadku małych przedsiębiorstw rozkład



Rys. 3. Rodzaje działalności w zależności od wielkości przedsiębiorstwa (M – małe, S – średnie, D – duże)

Fig. 3. Activities types depending on company size (M – small, S – middle, D – big)

prac jest dość równomierny, z niewielką przewagą sprzedaży, natomiast średnie i duże firmy w zdecydowanej większości wykorzystują lutowanie jako część procesu produkcyjnego. Duże przedsiębiorstwa nie świadczą usług lutowniczych.

Rodzaje prac lutowniczych

Ponad trzy czwarte prac lutowniczych w naszym kraju to prace związane z lutowaniem twardym. Ten stosunek jest zachowany niezależnie od wielkości przedsiębiorstwa. Proporcję na korzyść lutowania miękkiego zmieniają uczelnie i ośrodki naukowo-badawcze, w których z uwagi na szeroki profil działalności, lutowanie twarde obejmuje 60% prac. Należy podkreślić, że aż 30% respondentów zadeklarowało wykonywanie tylko i wyłącznie prac związanych z lutowaniem twardym. W przypadku lutowania miękkiego procent ten był pięciokrotnie mniejszy (6%).

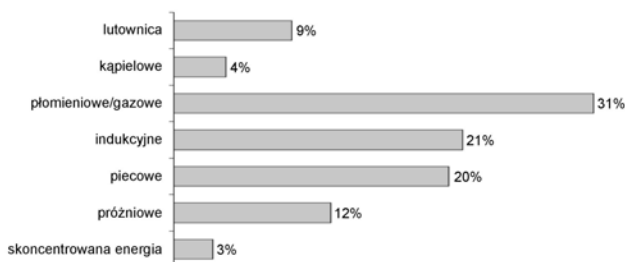


Rys. 4. Rodzaje prac lutowniczych w Polsce

Fig. 4. Types of soldering/brazing works in Poland

Stosowane techniki lutowania

Wyróżniono 7 podstawowych źródeł nagrzewania: lutownica, kąpielowe, płomieniowe/gazowe, indukcyjne, piecowe, próżniowe i skoncentrowaną energią (rys. 5). Niewielki udział technik charakterystycznych dla lutowania miękkiego (lutownica, kąpielowe) jest efektem generalnego mniejszego udziału prac związanych z lutowaniem miękkim (rys. 4). Najczęściej w Polsce wykorzystuje się płomień gazowy jako podstawowe źródło nagrzewania. Prawie co trzecie przedsiębiorstwo lutuje tą metodą. Chętnie wykorzystywane są również lutowanie indukcyjne oraz lutowanie piecowe (udział w rynku po ok. 20%). Nadal w naszym kraju nie są popularne techniki bardziej zaawansowane technologicznie i wymagające większych inwestycji w sprzęt, tj. lutowanie próżniowe czy skoncentrowaną energią (np. laser). Na uwagę zasługuje fakt, że ok. jedna trzecia firm produkcyjnych stosuje tylko jedną technikę nagrzewania, natomiast pozostałe dwie trzecie, niezależnie od wielkości przedsiębiorstwa, stosuje dwie lub więcej metod grzewczych. Uczelnie, ośrodki naukowo-badawcze i małe firmy w swoich pracach wykorzystują zasadniczo wszystkie metody, choć co zrozumiałe mają utrudniony dostęp do technik zaawansowanych (laser). Duże przedsiębiorstwa praktycznie nie stosują lutowania oraz lutowania kąpielowego.



Rys. 5. Stosowane techniki lutowania z uwagi na źródło nagrzewania

Fig. 5. Soldering/brazing techniques used because of heat source

W części pytań zaoferowano ankietowanym możliwość dodatkowego wyboru kategorii *inne*. W tej kategorii ankietowani wskazywali na lutowanie i lutozgrzewanie.

Gałęzie przemysłu stosujące techniki lutowania

Wyróżniono 6 podstawowych gałęzi przemysłu: mechanika i budowa maszyn (urządzeń), elektronika i elektrotechnika, energetyka, wymienniki ciepła, narzędzia oraz elementy precyzyjne (rys. 6). Na uwagę zasługuje wysoki udział procentowy branży związanych z produkcją wymienników ciepła (24%) oraz wytwarzaniem narzędzi (19%), które osiągnęły podobne wskaźniki jak bardzo ogólnie zdefiniowany przemysł mechaniczny (budowa maszyn i urządzeń). Spośród gałęzi przemysłu nieuwzględnionych w propozycjach wyboru, ankietowani wskazywali na budownictwo i lotnictwo. Interesujące jest również ukierunkowanie produkcji – prawie wszystkie firmy produkcyjne wytwarzają tylko dla jednej gałęzi przemysłu.

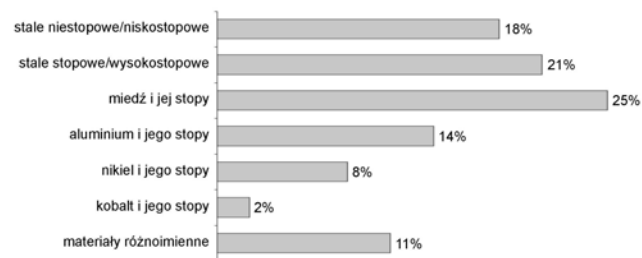


Rys. 6. Główne gałęzie przemysłu stosujące techniki lutowania

Fig. 6. Key industries using soldering/brazing techniques

Lutowane materiały

Zaproponowano do wyboru najczęściej lutowane materiały podstawowe, podzielone na następujące grupy: stale niestopowe/niskostopowe, stale stopowe/wysokostopowe, miedź i jej stopy, aluminium i jego stopy, nikiel, kobalt, jak również materiały różnoimienne (rys. 7). Około 80% wszystkich lutowanych materiałów stanowią: stale, miedź, aluminium i ich stopy. W małych przedsiębiorstwach liczba ta wzrasta nawet do ok. 90%. Co czwarta firma lutuje elementy wykonane z miedzi. Należy podkreślić wysoki wskaźnik połączeń wykonywanych z materiałów różnoimiennych, czyli znacznie różniących się między sobą właściwościami fizykochemicznymi. Aż 11% spośród wszystkich par materiałowych stanowią właśnie połączenia różnoimienne, szczególnie węgliki spiekane ze stalą, lutowane w przemyśle narzędziowym. Ankietowani dosyć często lutują elementy tytanowe, rzadziej ocynkowane i wykonane ze stopów magnezu.

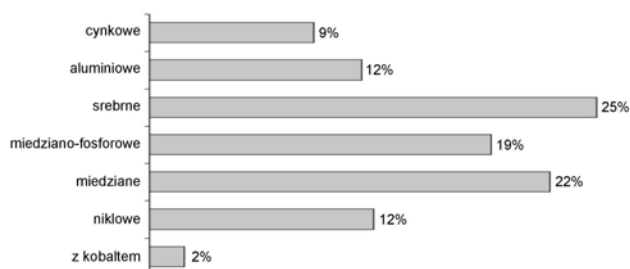


Rys. 7. Najczęściej lutowane materiały

Fig. 7. Often soldered/brazed materials

Stosowane luty/spoiwa

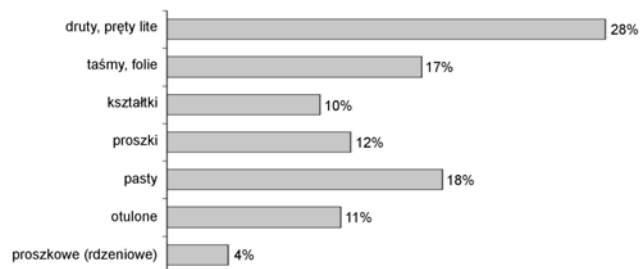
Zestawiono najczęściej stosowane luty miękkie i twarde: cynkowe, aluminiowe, srebrne, miedziane, miedziano-fosforowe, niklowe, kobaltowe (rys. 8). Największy udział procentowy wykazują luty srebrne, mimo stale rosnących cen srebra na świecie (aktualnie 680 \$/kg). Równie chętnie stosowane są luty miedziane (19%) i miedziano-fosforowe (22%). Analiza wykazała dodatkowo, że małe przedsiębiorstwa używają 2 razy więcej lutów cynkowych od pozostałych, najwięcej lutów na bazie aluminium stosują duże przedsiębiorstwa, natomiast firmy produkcyjne stosują bardzo mało lutów z dodatkiem kobaltu. W zestawieniu celowo nie ujęto lutów cynowych, zawierających dodatki ołowiu i kadmu, zakazanych w stosowaniu dyrektywą RoHS, jednak wiele firm, korzystając z okresowych dopuszczeń, nadal wskazywało na ich stosowanie. Inne luty, nieujęte w opcjach wyboru, a stosowane przez ankietowanych, to spoiwa na bazie złota.



Rys. 8. Stosowane luty
Fig. 8. Using solder alloys/brazing filler metals

Postać stosowanych lutów/spoiw

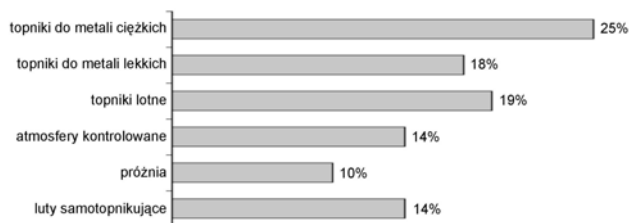
Oprócz materiału bazowego spoiw istotna jest również postać ich stosowania. Zaproponowano następujące możliwości wyboru: druty (pręty lite), taśmy (folie), kształtki, proszki, pasty, luty otulone oraz proszkowe (rdzeniowe). W tym zestawieniu zdecydowanie najlepiej wypadają druty i pręty lite (rys. 9). Ich udział procentowy, zarówno w produkcji, jak i pracach usługowych, wynosi 28%. W praktyce przemysłowej nadal stosuje się bardzo mało lutów proszkowych. Na uwagę zasługuje wysoki wskaźnik stosowania past lutowniczych. Przewodzą w tym duże przedsiębiorstwa, jednocześnie używające najmniej lutów w postaci folii/taśm, uzależniając ich stosowanie od rodzaju i kształtu lutowanych elementów. Niewielka część ankietowanych sygnalizowała stosowanie spoiw w postaci zawieszin.



Rys. 9. Typowe postacie lutów
Fig. 9. Typical form of solder alloys/brazing filler metals

Stosowane topniki/atmosfery kontrolowane

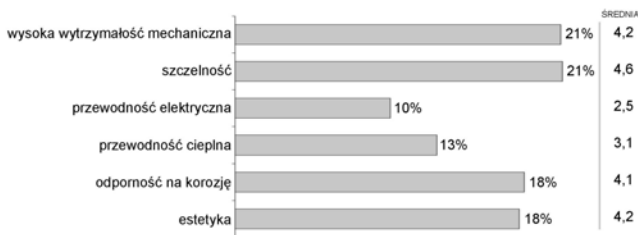
Po ustaleniu najczęściej stosowanych lutów i ich postaci należało określić zakres stosowania topników. Zestawiono je w następujące możliwości wyboru: topniki do metali ciężkich, topniki do metali lekkich, topniki lotne, atmosfery kontrolowane, próżnia oraz luty samotopnikujące (rys. 10). Zgodnie z przewidywaniami najczęściej stosowane są topniki do metali ciężkich (25%), gdyż te materiały są najczęściej lutowane (rys. 7). Jednakże na szczególną uwagę zasługuje duże użycie topników lotnych, które są produktem stosunkowo nowym. Szczególnie chętnie stosują je firmy produkcyjne wytwarzające wymienniki ciepła (np. grzejniki łazienkowe). Małe przedsiębiorstwa stosują przede wszystkim klasyczne topniki. Duże przedsiębiorstwa oraz ośrodki naukowo-badawcze stosują w podobnym zakresie wszystkie rodzaje ochrony przed utlenianiem (z wyjątkiem próżni). Podobny zakres stosowania wykazują atmosfery kontrolowane i luty samotopnikujące.



Rys. 10. Stosowane topniki i atmosfery kontrolowane
Fig. 10. Applied fluxes and controlled atmospheres

Oczekiwania wobec połączeń lutowanych

Zagadnienie to rozpoczęło grupę pytań, w której ankietowani mieli możliwość stopniowania znaczenia danej opcji wg wymagań produkcyjnych lub własnego uznania, kierując się podstawową zasadą: 1-nieistotne, 5-bardzo istotne. Zaproponowano 6 możliwości wyboru oczekiwań wobec połączeń lutowanych: wysoka wytrzymałość mechaniczna, szczelność, przewodność elektryczna, przewodność cieplna, odporność na korozję, estetyka (rys. 11). Największy udział procentowy wykazują wytrzymałość mechaniczna i szczelność, natomiast zauważalna była tendencja wyboru oczekiwań w zależności od branży. Producenci wymienników ciepła i firmy z nimi współpracujące oczekują szczelności, traktując na równi wytrzymałość, estetykę i odporność korozyjną. Firmy produkcyjne związane z przemysłem narzędziowym wybierały głównie wytrzymałość, pozostałe właściwości traktując podobnie,

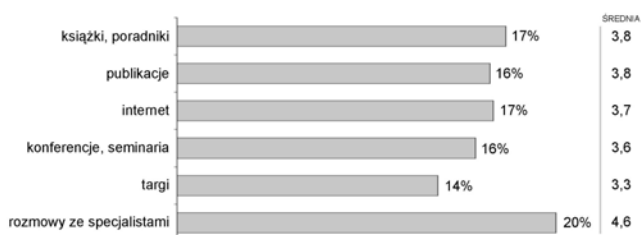


Rys. 11. Oczekiwania wobec połączeń lutowanych
Fig. 11. Expectations for soldered/brazed joints

jednak uważając je za trzy razy mniej istotne. Co ciekawe, firmy z branży elektrycznej/elektronicznej nie wybierały jako głównej właściwości przewodności elektrycznej/ciepłej, prawdopodobnie traktując ją jako oczywistą. Najwięcej odpowiedzi „bardzo istotne” (35/50) było dla kryterium szczelności, natomiast najwięcej odpowiedzi „nieistotne” (13/50) uzyskano dla wymagania przewodność elektryczna. Należy podkreślić, że 100% dużych przedsiębiorstw uważa szczelność za właściwość bardzo istotną. Różnice między proporcjami procentowymi i średnich głosów spowodowane są niezaznaczeniem wszystkich opcji wyboru przez niektórych ankietowanych.

Główne źródła informacji dotyczące tematyki lutowania

Zaproponowano 6 możliwości wyboru: książki i poradniki, publikacje w czasopismach naukowo-technicznych, internet, konferencje i seminaria, targi oraz rozmowy ze specjalistami (rys. 12). Zdecydowanie najwyżej ocenione zostały rozmowy ze specjalistami, które uzyskały bardzo wysoką średnią: 4,6 na 5 możliwych. Odpowiedź ta uzyskała status „bardzo istotnej” dla aż 34 z 49 ankietowanych. Szczególnie duże przedsiębiorstwa prowadzą swoją działalność opierając się w razie problemów na rozmowach ze specjalistami, pozostałe źródła informacji traktując na równym poziomie. Małe firmy produkcyjne słabo oceniają konferencje i seminaria, a pracownicy uczelni i ośrodków naukowo-badawczych czerpią wiedzę głównie z publikacji w czasopismach naukowo-technicznych, najniżej oceniając targi. Zasadniczo, w zestawieniu pokazanym na rysunku 12, najsłabiej wypadły targi, otrzymując najniższą średnią 3,3.



Rys. 12. Główne źródła informacji dotyczące tematyki lutowania
Fig. 12. Main sources of information concerning soldering/brazing subjects

Liczba artykułów/opracowań na temat technologii lutowania publikowanych przez firmę/jednostkę rocznie

Informacja ta miała na celu określenie aktywności publikacyjnej firm i ośrodków w porównaniu ich z zapotrzebowaniem na informacje dotyczące techniki lutowania. Niestety, zgodnie z przewidywaniami, liczba publikacji w naszym kraju jest bardzo mała. Mimo że publikacje w czasopismach naukowo-technicznych przez ogół uznane zostały za istotne (rys. 12), aż 95% (22 na 24) firm produkcyjnych w ogóle nie jest zainteresowanych publikowaniem. Gdyby temat potraktować czysto statystycznie (całkowita liczba publikacji dzielona przez liczbę ankietowanych), to w Polsce publikuje się ok. 1,5 artykułu rocznie na jednostkę. Z tego uczelnie publikują ok. 4÷5 artykułów rocznie, ośrodki naukowo-badawcze ponad 5 artykułów

rocznie, małe i średnie przedsiębiorstwa w ogóle nie publikują, a z grona dużych przedsiębiorstw publikuje ok. 50%, statystycznie 1 artykuł rocznie. Wśród małych przedsiębiorstw zdarzały się pojedyncze przypadki aktywności publikacyjnej, jednak głównym autorem zawsze był były pracownik uczelni. Gdyby z powyższej statystyki wyliczyć uczelnie i ośrodki naukowo-badawcze, w Polsce publikuje się pół artykułu rocznie na jednostkę. Należy tu nadmienić, że prawdopodobnie statystyka ta jest jeszcze bardziej niekorzystna, gdyż jak już wspomniano, autorom udało się dotrzeć do większości uczelni i ośrodków naukowo-badawczych działających na terenie Polski, natomiast na pewno istnieje wiele firm, zwłaszcza małej i średniej wielkości, które nie znalazły się w bazie, a które albo nie publikują albo publikują niewiele.

Kierunki rozwoju technologii lutowania

Celem tego pytania było określenie przyszłości techniki lutowania. Zaproponowano następujące możliwości wyboru: obniżanie temperatur topnienia materiałów dodatkowych, zwiększenie wytrzymałości połączeń lutowanych, zwiększona zwilżalność / rozplýwność / kapilarność lutów, opracowanie topników niekorozyjnych, materiały niewpływające niekorzystnie na środowisko naturalne, kontrolę jakości połączeń, automatyzację procesów lutowniczych oraz bhp procesów lutowniczych (rys. 13). Najwięcej pozytywnych odpowiedzi uzyskały prace nad zwiększaniem zwilżalności i rozplýwności lutów (średnia ocena 4,3), jednak zasadniczo rozkład głosów dla wszystkich opcji wyboru był zbliżony. Ankietowani nie wskazali jednoznacznie kierunku, w którym powinna się rozwijać technologia lutowania. Na uwagę zasługuje stosunkowo niska ocena dla popularnego, szczególnie w ostatnich latach, tematu związanego z obniżaniem temperatur topnienia materiałów dodatkowych.



Rys. 13. Kierunki rozwoju technologii lutowania
Fig. 13. Development directions of soldering/brazing technology

Powód wyboru lutowania jako technologii spajania

Ze względu na znaczną popularność techniki lutowania postanowiono określić powody wyboru tej metody łączenia. Pytanie to skierowano tylko do firm produkcyjnych i świadczących usługi. Jako najpopularniejsze wskazano: brak alternatywy z uwagi na wymagania konstrukcyjne, niewielkie obciążenie cieplne materiałów łączonych, brak wysokich wymagań wytrzymałościowych, możliwość



Rys. 14. Powód wyboru lutowania jako technologii spajania
Fig. 14. Selection reason of soldering/brazing as a joining technology

wykonywania kilku złączy w jednej operacji, niewielkie rozmiary/grubości łączonych materiałów, wymaganą precyzją wykonania oraz koszty (rys. 14). Najwięcej odpowiedzi „bardzo istotne” (17/30) padło dla powodu: brak alternatywy z uwagi na wymagania konstrukcyjne (średnia ocena 4,3). Brak wysokich wymagań wytrzymałościowych wg ankietowanych nie jest istotnym powodem wyboru techniki lutowania. Pozostałe opcje wyboru kształtują się na podobnym poziomie. Interesujący, aczkolwiek spodziewany był brak odpowiedzi „nieistotne” dla opcji: koszty.

Rzeczywiste zapotrzebowanie firm na badania naukowo-techniczne dotyczące nowych zastosowań i poszerzenia rynku lutowania

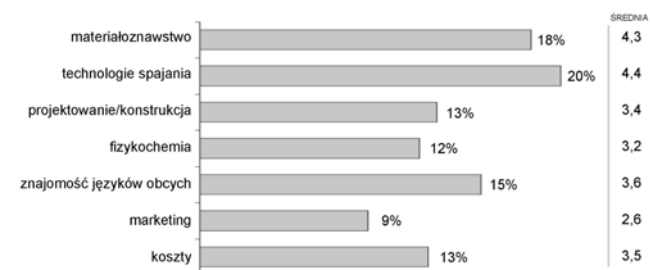
W tym pytaniu respondenci mieli możliwość wyrażenia swojej opinii na temat zasadności wykonywania badań i ekspertyz, których głównym tematem są nowatorskie rozwiązania z dziedziny lutowania. Zaproponowano 5-stopniową skalę ocen, gdzie 1 oznaczało brak zapotrzebowania, 5 – duże zapotrzebowanie. Odpowiedzi podzielono w zależności od rodzaju i wielkości przedsiębiorstwa (tabl. II). Zauważalny jest trend spadkowy zapotrzebowania na badania naukowo-techniczne wraz ze zmniejszaniem wielkości firmy. Oczywiście największą zasadność wykonywania badań zgłaszają uczelnie i ośrodki naukowo-badawcze, które bardzo często są wykonawcami tego typu zleceń. Małe firmy sygnalizują bardzo małe zapotrzebowanie na badania (średnia ocen 2,6).

Tablica II. Zapotrzebowanie firm na badania naukowo-techniczne
Table II. Corporate demand for scientific and technical research

Rodzaj i wielkość przedsiębiorstwa	Zapotrzebowanie na badania (skala 1-5)	Liczba głosów na „5”	Liczba głosów na „1”
Uczelnie i ośrodki naukowo-badawcze	4,3	2	4
Duże przedsiębiorstwa (ponad 250 pracowników)	3,8	4	3
Średnie przedsiębiorstwa (od 50 do 250 pracowników)	3,2	4	1
Małe przedsiębiorstwa (do 50 pracowników)	2,6	5	0

Wiedza kadry zajmującej się technologią lutowania

To i następne pytanie dotyczy kształcenia przyszłej kadry związanej z technologią lutowania. W pierwszej kolejności starano się określić niezbędny zakres wiadomości wymagany przy zatrudnianiu pracowników zajmujących się lutowaniem. Zaproponowano następujące możliwości wyboru: materiałoznawstwo, technologie spajania, projektowanie/konstrukcja, fizykochemia, znajomość języków obcych, marketing oraz koszty (rys. 15). Spośród nich najwyższą oceniono wiedzę z zakresu technologii spajania (średnia odpowiedzi 4,4) oraz materiałoznawstwo (4,3). Co ciekawe, znajomość języków obcych zajmuje wyższą pozycję niż fizykochemia czy projektowanie/konstrukcja, co jest prawdopodobnie wynikiem ogólnokrajowego trendu w kierunku rozwijania zdolności językowych, a niekoniecznie dotyczy wyłącznie techniki lutowania. Wynik znajomości języków obcych zdecydowanie spada w przypadku firm produkcyjnych. Dla uczelni i ośrodków naukowo-badawczych mało istotna jest wiedza z zakresu kosztów i marketingu. Słaba ocena zapotrzebowania na wiedzę z zakresu fizykochemii pozostaje w sprzeczności z wyborem najpopularniejszego kierunku rozwoju, za jaki uznano poprawę zwilżalności (rys. 13).

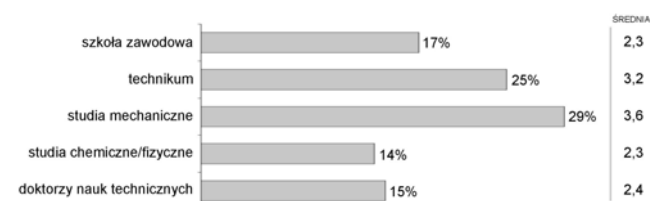


Rys. 15. Zakres wiadomości kadry zatrudnianej przy pracach związanych z technologią lutowania

Fig. 15. Information range of staff working in operation related to soldering/brazing technology

Zapotrzebowanie na pracowników przedsiębiorstw/jednostek naukowo-badawczych zajmujących się lutowaniem

Znając już wymagania dotyczące zakresu posiadanej wiedzy, należało określić rzeczywiste zapotrzebowanie na pracowników. Możliwości wyboru podzielono w zależności od stopnia wykształcenia kadry: po szkole zawodowej, technicy, po studiach mechanicznych, po studiach



Rys. 16. Zapotrzebowanie firm na pracowników zajmujących się lutowaniem

Fig. 16. Corporate demand for workers involved in soldering/brazing

chemicznych/fizycznych, doktorzy nauk technicznych. Przedstawione na rysunku 16 zestawienie procentowe nie obrazuje w pełni problemu zatrudnienia, sygnalizuje tylko generalny podział. Rzeczywiste zapotrzebowanie na pracowników obrazują poszczególne średnie uzyskanych ocen, które nie są niestety zbyt optymistyczne. Jedynie absolwenci wydziałów mechanicznych wyższych uczelni mogą w większym stopniu liczyć na zatrudnienie, choć i ta opcja oceniona została jako „średnia”. Największe możliwości zdobycia pracy byłym studentom kierunków mechanicznych oferują duże przedsiębiorstwa. Małe firmy nie zatrudniają doktorów i magistrów innych kierunków. Uzyskano tu aż 50 odpowiedzi „małe zapotrzebowanie” (ocena 1). Tylko 26 ankietowanych określiło możliwości zatrudnienia jako wysokie (ocena 5), jednak należy uwzględnić tu pozytywne głosy pracowników uczelni i ośrodków naukowo-badawczych, którzy promując studentów, nie zawsze racjonalnie określają zapotrzebowanie rynku.

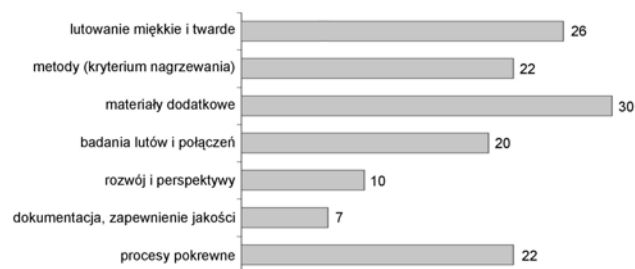
Analiza artykułów publikowanych w czasopismach naukowo-technicznych

Drugą część analizy stanowiła tematyka artykułów publikowanych w czasopismach naukowo-technicznych. Miała ona na celu wskazanie najistotniejszych kierunków prac związanych z technologią lutowania, realizowanych w naszym kraju. Przeanalizowane zostały artykuły zamieszczone w miesięczniku *Przegląd Spawalnictwa* oraz dwumiesięczniku *Biuletyn Instytutu Spawalnictwa* z ostatnich 10 lat, tj. od 1999 roku. W *Przeglądzie Spawalnictwa* opublikowano w tym czasie 85 artykułów związanych z technologią lutowania, z czego aż 54 stanowiły publikacje wydane w numerach specjalnych, w związku z organizacją 1. i 2. Konferencji Lutowniczej (odpowiednio lata 2004 i 2007). W *Biuletynie Instytutu Spawalnictwa* opublikowano w tym czasie 37 artykułów.

Podsumowanie

Należy zaznaczyć, że zestawione dane są statystyczne, a rozkład odpowiedzi jest nierównomierny i specyficzny dla każdej jednostki. Na podstawie analizy wyników przeprowadzonych badań można jednak sformułować następujące wnioski:

- Rozkład prac związanych z technologią lutowania na terenie Polski nie jest równomierny.
- Techniki lutowania wymagające większych nakładów finansowych oraz bardziej zaawansowane technologicznie (lutowanie próżniowe, skoncentrowaną energią) wciąż są na terenie kraju terenem rzadko stosowane.
- Spośród źródeł wiedzy o lutowaniu bardzo wysoko oceniane są rozmowy ze specjalistami.
- Mimo uznania artykułów naukowo-technicznych za istotne źródło wiedzy, nadal aktywność publikacyjna firm jest niewielka.
- Najłatwiej znaleźć pracę związaną z technologią lutowania, mając wiedzę z zakresu technik spajania i materiałoznawstwa.



Rys. 17. Tematyka publikacji związanych z lutowaniem
Fig. 17. Subject area of publications related to soldering/brazing

Na rysunku 17 pokazano rozkład poszczególnych tematów związanych z tematyką lutowania, które podzielono na następujące grupy: lutowanie miękkie i twarde, metody lutowania (kryterium nagrzewania), materiały dodatkowe, badania lutów i połączeń, rozwój i perspektywy, dokumentacja i zapewnienie jakości, procesy pokrewne. Wzięto pod uwagę artykuły publikowane w *Przeglądzie Spawalnictwa* oraz +. Zdarzało się, że publikacja odpowiadała więcej niż jednej kategorii, wówczas kwalifikowana była podwójnie. Najczęściej poruszana tematyka (aż 30-krotnie) związana była z materiałami dodatkowymi do lutowania. Również opis metod lutowniczych, badań lutów i połączeń czy ogólnie lutowania miękkiego/twardego był stosunkowo często publikowany (20÷26 artykułów). Rzadziej pojawiające się artykuły dotyczyły rozwoju technologii lutowania oraz dokumentacji i zapewnienia jakości. Spośród dość ogólnych grup należy szczególnie wyróżnić tematykę lutospawania (18), lutowania narzędzi (13) oraz lutowania stopów lekkich (12), które pojawiały się wyjątkowo często. Stosunkowo mało publikowanych jest tematów związanych z automatyzacją procesów lutowniczych, chociaż wiele firm działa na rynku w tej branży.

Mimo niezadowolającej aktywności publikacyjnej, szczególnie firm, liczba artykułów powoli rośnie. Oczywiście były lata, kiedy publikowało się bardzo dużo artykułów z tematyki lutowania oraz takie, gdy nie było ich prawie wcale, ale trend publikowania jest rosnący.

Literatura

- [1] Lison R.: Lutowanie i jego miejsce wśród metod spajania, *Przegląd Spawalnictwa*, 2002, nr 8-10, s. 73-80.
- [2] Peter H.J.: Prastara technika łączenia – lutowanie, *Przegląd Spawalnictwa*, 2006, nr 4, s.19-22.
- [3] Nowacki J., Chudziński M., Zmitrowicz P.: Lutowanie w budowie maszyn, WNT, Warszawa 2007.
- [4] Pilarczyk J.: Procesy spajania, *Poradnik Inżyniera. Spawalnictwo*, t. II, WNT, Warszawa 2005.
- [5] Radomski T., Ciszewski A.: Lutowanie, WNT, Warszawa 1985.

Autorzy dziękują dr. inż. Hubertowi Drzeńkowi za merytoryczną pomoc w przygotowaniu kwestionariusza.

PoliTEST

Laboratorium Badań Struktury
i Właściwości Mechanicznych Materiałów

Laboratorium PoliTEST realizuje:

- badania składu chemicznego (stal, żeliwo, aluminium)
- badania makroskopowe
- badania mikroskopowe
- badania wytrzymałości (np. R_m , R_e , Z15)
- badania udarności
- badania twardości
- ...i wiele innych



Laboratorium posiada uznanie Polskiego Rejestru Statków

Laboratorium PoliTEST
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, Zakład Spawalnictwa
Al. Piastów 19, 70-310 Szczecin
Tel. 91 449 4245, 91 449 4440, 91 449 47451
email: politest@ps.pl



Zakład
Spawalnictwa

Zachodniopomorski
Uniwersytet
Technologiczny

Lincoln Electric jest światowym liderem w projektowaniu, rozwoju oraz wytwarzaniu produktów do spawania łukowego, systemów do spawania zrobotyzowanego, produktów do cięcia plazmowego i gazowego. Lincoln był i jest pionierem w rozwoju technologicznym oraz w udoskonalaniu urządzeń i materiałów dla spawalnictwa. Nadal pozostaje najbardziej zaangażowanym producentem w badania i rozwój produktów branżowych.

Starania te zostały docenione podczas tegorocznego największego w Europie Środkowej spotkania branży spawalniczej ExpoWELDING 2010. Firma Lincoln Electric Bester, część koncernu Lincoln Electric, została nagrodzona w kategorii najlepszy produkt zaprezentowany podczas targów ExpoWELDING 2010 oraz wyróżniona za efektywną formę prezentacji.

Production Monitoring 2™ – nowoczesny system monitoringu produkcji i jakości w spawalnictwie

Wstęp

W artykule przedstawiono opis oprogramowania służącego do monitorowania i rejestrowania parametrów procesów spawania na urządzeniach Power Wave® oraz SpeedTec® nagrodzonego Medalem Targów ExpoWELDING 2010 w Sosnowcu.

System Production Monitoring 2™ jest oparty na technologiach przetwarzania i analizy danych wspomagając zarządzanie produkcją i dostarczając danych dla potrzeb systemów zarządzania jakością.

Dowolny użytkownik, np. spawalniki lub inspektor, znajdując się, dowolnym miejscu na kuli ziemskiej w ma dostęp do informacji o rzeczywistych parametrach i wydajności procesu spawania przez przeglądarkę internetową (adres serwera) umożliwiającą pobieranie danych z serwera, na którym zainstalowano oprogramowanie i do którego podłączone są urządzenia wyposażone w kartę sieciową.

Zakres rejestrowanych parametrów

Oprócz klasycznych parametrów (napięcie, natężenie, prędkość podawania drutu, masa stopiwa) system pełni funkcję bazy danych oraz umożliwia uzyskanie precyzyjnych informacji o wartości energii wydzielonej w łuku w trakcie spawania – *True Energy*™.

True Energy™ jest wyliczana na podstawie wartości napięcia i natężenia zmierzonych na wyjściach spawalniczych urządzenia. Pozwala to na obliczenie mocy, która w funkcji czasu daje informację o energii w J lub kJ. Pomiary wykonywane są z częstotliwością 10 kHz, pozwalającą na podawanie bardzo precyzyjnych wartości i przebiegów zmian wartości energii w procesie. Taki sposób obliczania rzeczywistej



Okno dialogowe programu Production Monitoring 2™
 (www.powerwavesoftware.com)

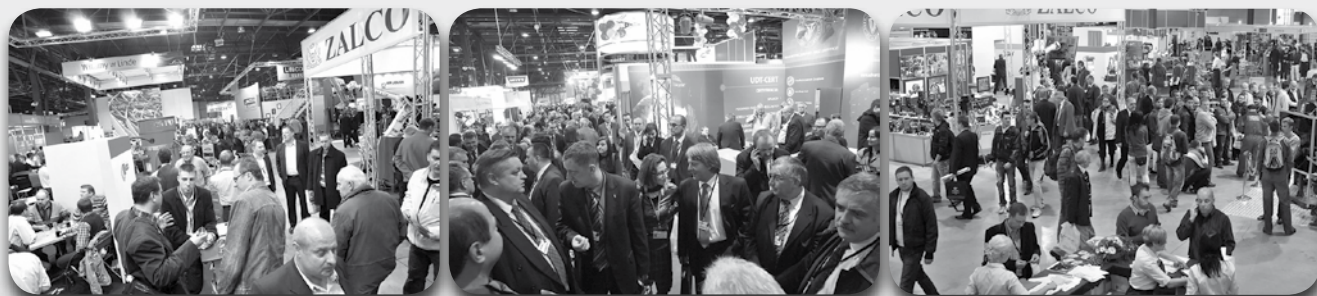
energii liniowej znacznie poprawia dokładność oceny wpływu parametrów procesu spawania na właściwości złączy spawanych, szczególnie w przypadku spawania łukiem zwarciovym, programami impulsowymi czy też tzw. metodami spawania MAG o niskiej energii.

Podsumowanie

Narzędzie udostępniane bezpłatnie klientom Lincoln Electric na stronie www.powerwavesoftware.com pozwala ograniczyć parametry wg danej procedury spawalniczej, dostarczając jednocześnie danych dotyczących wydajności procesu spawania. Może być stosowany dla urządzeń Lincoln Electric Power Wave® oraz SpeedTec® w klasycznych aplikacjach półautomatycznych, zrobotyzowanych i zmechanizowanych.

Dr inż. Krzysztof Sadurski
 Lincoln Electric Bester Sp. z o.o.
 Centrum Technologiczne Spawalnictwa Weldtech

ExpoSilesia – największe targi przemysłowe na Śląsku



W dniach 19-21 października 2010 r. w Expo Silesia odbyły się trzy imprezy targowe o charakterze przemysłowym: Międzynarodowe Targi Spawalnicze ExpoWELDING, Międzynarodowe Targi Stali, Metali Nieżelaznych, Technologii i Produktów SteelMET oraz Targi Zabezpieczeń Powierzchni SURFPROTECT, łączące pokrewne sektory gospodarki. Podczas tegorocznych targów swoją ofertę zaprezentowało ponad 200 wystawców, m.in. z Polski, Niemiec, Czech, Białorusi oraz Chin. Targi odwiedziło ponad sześć tysięcy zwiedzających, głównie z branży, którzy wzięli udział nie tylko w wystawie, ale także w specjalistycznych konferencjach i seminariach prowadzonych równocześnie z wystawą targową. Nie zabrakło również stoiska Przeglądu Spawalnictwa na którym prowadzone były ciekawe dyskusje spawalników, jak również rozdawano numery czasopisma.

Międzynarodowe Targi Spawalnicze ExpoWELDING zorganizowane pod patronatem Ministra Gospodarki i Instytutu Spawalnictwa, doceniane są nie tylko w Polsce, ale w całej środkowo-wschodniej Europie. Tegoroczne wydarzenie było okazją do prezentacji technologicznych innowacji i urządzeń przeznaczonych do zastosowań przemysłowych. Nie zabrakło także niespodzianek i nowości branżowych. Targom towarzyszyła 52. Naukowo-Techniczna Konferencja Spawalnicza *Zaawansowane technologie spawalnicze* zorganizowana przez Instytut Spawalnictwa, pod patronatem naukowym Komitetu Budowy Maszyn PAN.

W programie targów znalazły się kursy spawania i przecinania tlenowego zorganizowane przez gliwicki Ośrodek Kształcenia Spawaczy oraz konkurs dla specjalistów z branży: Mistrz Spawania, w którym oceniane były prawidłowość i dokładność wykonania spoin. W tym samym terminie odbyły się Międzynarodowe Targi Stali, Metali Nieżelaznych,

Technologii i Produktów SteelMET. Głównym wydarzeniem towarzyszącym tym targom była największa w Polsce konferencja organizowana przez PUDS Rynek stali w Europie środkowo-wschodniej, w której wzięło udział blisko 300 specjalistów z branży. Konferencja, nad którą patronat objęło Ministerstwo Gospodarki, dotyczyła obecnej kondycji branży stalowej oraz kierunku jej rozwoju. Wśród wystąpień znalazły się prezentacje Janusza Piechocińskiego, Tadeusza Syryjczyka, a także przedstawicieli firm dystrybucji stali reprezentowanych przez: Roberta Wojdynę, prezesa Konsorcjum Stali oraz Jerzego Bernharda, prezesa Stalprofilu. Można było także wysłuchać prezentacji m.in. członka Zarządu Arcelor-Mittal Poland, Stefana Dzienniaka.

Targom SteelMET i ExpoWELDING towarzyszyły już czwarte Targi Zabezpieczeń Powierzchni SURFPROTECT, będące okazją do prezentacji nowoczesnych urządzeń, maszyn i technologii polimeryzacji oraz nanoszenia powłok galwanicznych celem zabezpieczenia powierzchni płaskich przed ścieraniem oraz korozją. W ramach targów odbyło się międzynarodowe seminarium Powłoki metalowe w ochronie przed korozją, którego organizatorem był Instytut Mechaniki Precyzyjnej w Warszawie. Dyskusje i wykłady toczyły się wokół wymagań konstrukcyjno-technologicznych konstrukcji stalowych przeznaczonych do cynkowania zanurzeniowego, odporności korozyjnej oraz kosztów eksploatacji powłok na bazie cynku.

Branże: hutnicza, antykorozyjna i spawalnicza są ze sobą ściśle powiązane, a niekiedy przenikają się. Możliwość spotkania ich przedstawicieli w jednym miejscu i czasie może zatem przynieść wiele korzyści zarówno dla rozwoju gospodarki, jak i poszczególnych firm.

Ewelina Kozielska





Główne przyrządy montażu spawalniczego – konduktory

Assembly – welding instruments

Streszczenie

Przyrządy główne do montażu spawalniczego pudeł nadwozi, czy to pojazdów szynowych, czy też pojazdów samochodowych, mają pewną specyfikę różniącą je od innego oprzyrządowania spawalniczego. Są duże, przestrzenne i przeważnie bardzo dokładne, nierzadko pracują w liniach technologicznych, a więc powiązane są z transportem technologicznym. Konduktory mają decydujący wpływ na geometrię pojazdu, często kompensując pewne niedokładności wynikające z wcześniejszych operacji technologicznych. Widać więc, że budowa tych przyrządów może być trudna. Wypracowano jednak sporo rozwiązań konstrukcyjnych, które powinny sprostać stawianym im wymaganiom. W artykule omówiono te rozwiązania, na podstawie doświadczeń autorów w budowie takich przyrządów.

Abstract

Devices for assembling and welding the body of rail vehicles and vehicles, have a degree of specificity that differs them from other welding equipment. They are big, spacious and usually very accurate, often working on production lines, and thus related transportation technology. Docks have a decisive influence on the geometry of the vehicle, often compensate for some inaccuracy due to previous technological operations. The construction of these instruments can be difficult. It has been developed a number of structural solutions, which should attain the expected demands from these instruments. These solutions, based on the authors' experience in the construction of such instruments are presented.

Wstęp

Konduktor, dok, stacja geometrii, stacja geo, przyrząd główny, katedra i często jeszcze inne nazwy zwyczajowe funkcjonujące w fabrykach dotyczą przyrządu do montażu głównego wyrobu, jakim jest pudło nadwozia pojazdu szynowego (lokomotywy, wagonu, tramwaju itp.), pudło nadwozia pojazdu drogowego (dostawczego, osobowego, autobusu itp.) lub kontenera. Przyrząd ten, który w zasadzie powinien nosić nazwę: *główny przyrząd montażu spawalniczego pudła* (GPMSP), przeznaczony jest do montażu – w całość pudła pojazdu składającego się z części podwoziowej w motoryzacji nazywanej podłogą w nadwoziach samonośnych lub ramą nośną w pojazdach o konstrukcji ramowej, a w taborze szynowym – ramą podwozia lub ostoją, ze ścianami bocznymi i dachem oraz z częścią przednią i tylną, a dla pudeł lokomotyw często z osobno wykonaną kompletną kabiną maszynisty.

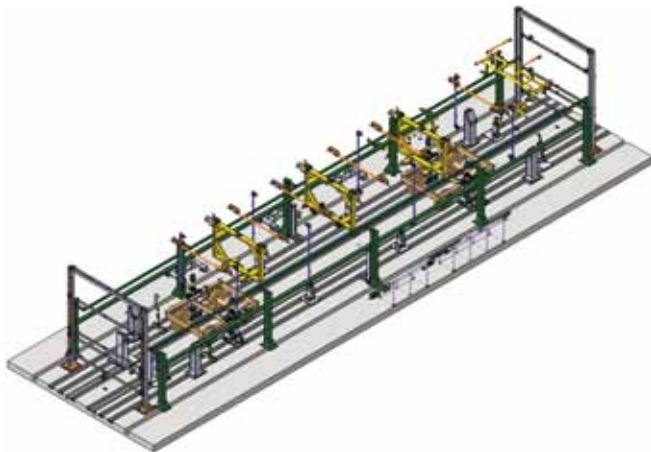
Aleksander Łukomski – prezes, **Bogdan Sobocki** – prezes techniczny – Taskoprojekt Sp. z o.o, Poznań.

Opracowano wiele rozwiązań uwarunkowanych konstrukcją pudła, technologią wykonania oraz innymi doświadczeniami producentów pojazdów. Większość konstrukcji sprowadza się do pewnych grup rozwiązań, ze względu na budowę.

Przyrządy główne budowane są jako sztywne konstrukcje wsporcze, wyposażone w zespoły ustalająco-mocujące elementy pudła. Mogą być przelotowe (rys. 1, 2, 5, 7, 9÷14), załadowywane suwnicą lub specjalnymi urządzeniami transportowymi, gdzie pudło transportowane jest na wózkach technologicznych, skidach lub rzadziej suwnicą z tawersą, albo nieprzelotowe (rys. 3, 4, 6), najczęściej załadowywane i rozładowywane od góry suwnicą.

Wózek technologiczny i skid mogą stanowić ruchomą część przyrządu głównego (rys. 1, 7, 9÷14), wobec którego bazowany jest element pudła, a zamocowanie wózka realizowane jest na każdym stanowisku montażowym (rys. 8) lub może być tylko środkiem transportu pomiędzy stanowiskami (rys. 11), gdzie pudło zdejmowane jest z wózka i dopiero zabazowane.

Konstrukcja konduktora nierzadko uzależniona jest od programu produkcji i związanego z nim taktu pracy. Czas taktu może wynosić od ok. 50 s w przemyśle



Rys. 1. Wizualizacja przyrządu głównego do montażu spawalniczego pudła lokomotywy bez opomostowania. W części środkowej przyrządu widoczne dwa wózki transportowe stanowiące część przyrządu do bazowania podwozia, wyżej trzy ramy ustawcze do ścian bocznych. Z przodu i tyłu bramki systemu pomiarowego

Fig. 1. Visualization of the locomotive body dock without operating floor. In the central part of dock two block carriages as the part of the dock to the base the chassis frame, above three actuators to the side walls. In front and back are located measurement system gates



Rys. 2. Przyrząd główny do montażu trzech członów pudła tramwaju N-116. W płaszczyźnie dolnej i górnej widoczne przesuwane ręcznie kolumny ustalające i mocujące słupki szkieletów ścian bocznych

Fig. 2. Dock for three body segments of tram N-116 assembling in the plane of the upper and lower, hand sliding down the column assembly frames for bars of the side walls



Rys. 3. Przyrząd główny do montażu kontenera 20-stopowego, zmagazynowane słupki oraz belki z narożami

Fig. 3. The instrument for assembling of the 20-feet container, stored bars and beams with corners



Rys. 4. Konduktor z rozsuwanymi suportami, w których osadzone są wędrujące ramy montażowe. Odsunięte suporty ułatwiają osadzenie w nich ram montażowych ze ścianami pudeł oraz wyjęcie całego pudła po zespawaniu

Fig. 4. The instrument with the sliding supports, in which the assembly sliding frames are embedded. Moved away supports facilitate assembly framework of the walls of body embedding in it and body removal after welding



Rys. 5. Dok do montażu pudeł autobusu. Podesty górne do montażu części dachowej. Regały z elementami pudła oraz zawieszono spawarki

Fig. 5. Bus bodies assembling dock. Upper platforms for the roof assembling. Shelving with body elements and suspended welding torch



Rys. 6. Konduktor do montażu prototypów i do serii próbnej pudeł samochodów dostawczych typu furgon. Ramy montażowe na odsuwanych suportach

Fig. 6. The instrument for prototypes and a test series of bodies of van assembly. Assembling frames on sliding supports



Rys. 7. Linia konдукtorowa czterostanowiskowa:
 Stan. 1. – załadunek podłogi na wózek technologiczny;
 Stan. 2. – montaż ścian i zgrzewanie;
 Stan. 3. – montaż dachu i zgrzewanie;
 Stan. 4. – zdjęcie pudła furgonu.
 Ramy montażowe ścian bocznych odchylane siłownikami pneumatycznymi

Fig. 7. Instrument line with four bench:
 Bench 1. – floor loading on block carriage;
 Bench 2. – the walls assembly and welding;
 Bench 3. – the roof assembly and welding;
 Bench 4. – unloading the body of van.
 Assembling frames of the side walls pneumatic actuators reclining



Rys. 8. Wózek technologiczny i zarazem przyrząd do bazowania podłogi. Ustalanie i mocowanie wózka na stanowisku montażowym w konдукtorze
Fig. 8. Block carriage and also an instrument for the floor basing. The block carriage at the assembly point in the instrument determining and fixing



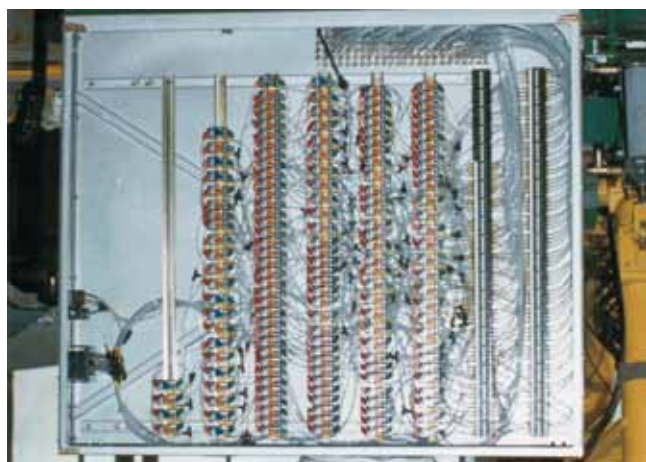
Rys. 9. Linia konдукtorowa do montażu i zgrzewania nadwozia samochodu VW-T4 dla serii 150 szt./dzień. Odsuwane supory z ramami montażowymi do ścian bocznych, transport skidowy w obiegu zamkniętym, powrót kanałem pod przyrządami. Skidy z nadwoziem bazowane na każdym stanowisku w linii
Fig. 9. Instrument line for assembling and welding of VW T4 car body for a series of 150 pieces/day. The framework of mounting slides to the side walls, skidded transport in closed circuit a return channel under devices. Skid with the body on any position on the line are based



Rys. 10. Konдукtor do montażu i zgrzewania nadwozia samochodu Peugeot 405. Wewnątrz „Master model”, a na zewnątrz odchylona rama montażowa ściany bocznej
Fig. 10. Car body of Peugeot 405 instrument for assembling and welding. Inside the „Master Model” and the outside the side wall frame assembly of side wall inclined



Rys. 11. Konдукtor do montażu i zgrzewania pudła karoserii samochodu Peugeot 309 w trakcie montażu i dopasowania baz do „Master model”
Fig. 11. Car body of the Peugeot 309 instrument during assembly and matching bases for the „Master Model”

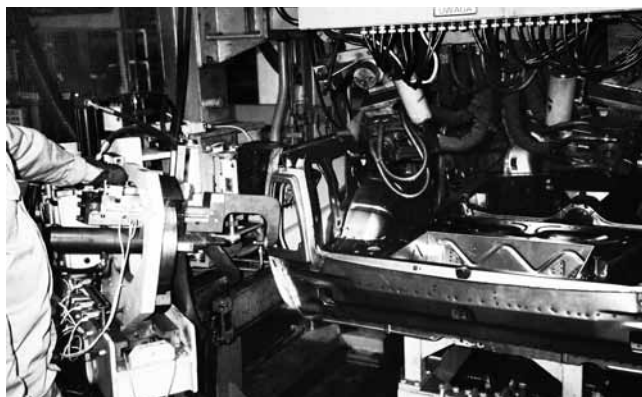


Rys. 12. Szafa z wmontowanym pneumatycznym układem logicznym sterowania konдукtora samochodu Peugeot 309
Fig. 12. Integrated pneumatic logic control circuit in Peugeot 309 assembling instrument



Rys. 13. Linia konдукtorowa FSO Polonez w trakcie modernizacji pod pudło nadwozia Polonez Caro

Fig. 13. FSO Polonez instrument line in the course of modernization of the Polonez Caro (estate car) body



Rys. 14. Linia konдукtorowa FSO POLONEZ w trakcie modernizacji pod pudło nadwozia Polonez Kombi

Fig. 14. FSO Polonez instrument line in the course of modernization of the Polonez Kombi (estate car) body

motoryzacyjnym, do nawet kilkudziesięciu godzin w budowie taboru szynowego, co powoduje, że stosowany przyrząd może być bardzo prosty, zmechanizowany lub złożony dla technologii spawania zrobotyzowanego lub zautomatyzowanego. Krótkie takty, np. w przemyśle samochodowym, wymuszają wykonywanie operacji zgrzewania lub spawania równocześnie przez kilka robotów, a budowa takiego przyrządu oraz sterowanie nim jest złożone i skomplikowane. Przy długich taktach stosuje się najczęściej spawanie ręczne, a niekiedy zmechanizowane, np. przez zastosowanie samojazdnej głowicy (tzw. traktora) do spawania ściany bocznej z ramą podwozia, w montażu pudła taboru szynowego, w celu wykonania długiej, prostej spoiny.

Wzrost wydajności osiągany jest poprzez montaż w linii kilku spawalniczych przyrządów montażowych, wyposażonych w zmechanizowany transport zasilający stanowiska w elementy pudła oraz przemieszczający pudła między kolejnymi przyrządami. Wówczas operacje montażowe i spawalnicze ulegają podzieleniu pomiędzy kilka przyrządów.

Wszystkie rozwiązania cechują się znacznymi wymiarami gabarytowymi przy zachowaniu dokładności geometrycznej montowanego w nich pudła, co jest jednym z głównych celów stosowania tych przyrządów. Gabaryty przyrządu i wymagana dokładność geometryczna wyrobu decydują w znacznym stopniu o trudności wykonania przyrządu, gdzie należy uwzględnić: pomiary przyrządów z dokładnością często w dziesiątych częściach milimetra, a także konstrukcyjne rozmieszczenie zespołów mocujących i ustalających w celu zachowania niezbędnej przestrzeni dla operatorów spawarek, zgrzewarek lub robotów. Duży problem stanowi również wprowadzanie do konдукtora ścian bocznych, wykonanych najczęściej w całości w osobnych przyrządach. Rozmiary i wiotkość konstrukcji ścian bocznych wymagają zachowania szczególnych zabiegów transportowych.

Stanowiska konдукtorowe są często wyposażane w urządzenia zautomatyzowane transportu technologicznego (zwłaszcza w motoryzacji) obejmującego zespół kompletnej podłogi, ścian bocznych, pobierania

i wybierania (w zależności od typu) elementów z magazynów, a także odbierania gotowego, po spawaniu, pudła.

Ze względu na wiele różnic w budowie i działaniu konдукtorów stosowanych w przemyśle taboru szynowego i kontenerów oraz konдукtorów w przemyśle motoryzacyjnym omówione one zostaną osobno.

Konдукtory w przemyśle taboru szynowego

Konдукtory stosowane w przemyśle taboru szynowego charakteryzują się znacznymi gabarytami, tzn.: długością ok. 30 000 mm, szerokością do 5000 mm i nierzadko więcej, wysokością do 6000 mm oraz dużej masie dochodzącej do 60 ton. Największy program produkcji w taborze szynowym znany autorom, to produkcja (do końca ubiegłego wieku) w Niemczech wagonu osobowego pierwszej i drugiej klasy typu pulman o długości 27 000 mm w liczbie 1000 sztuk rocznie. Produkcja tego wagonu była bardzo mocno zmechanizowana. Poszczególne zespoły, jak dach, czy ściany boczne, wykonywano na zautomatyzowanych lub mocno zmechanizowanych urządzeniach. Technologia ta oraz całe oprzyrządowanie powstało w Polsce w firmie Taskoprojekt. Prawdopodobnie była to jedyna na świecie taka technologia, gdyż na ogół nie produkuje się w tak dużych seriach wagonów jednego typu. W Polsce w tym czasie wykonywano w jednej fabryce (H. Cegielski) ok. 150 wagonów osobowych rocznie.

Znane są różne rozwiązania konstrukcyjne konдукtorów. Najczęściej przyrząd główny składa się z elementów ustalających i mocujących ramę podwozia (konstrukcja skomplikowana i ciężka, szczególnie w przypadku pudła lokomotywy), zespołów mocowania ścian bocznych i dachu oraz grupy elementów odpowiedzialnych za strzałkę ugięcia ramy podwozia, która musi być uzyskana po zespawaniu pudła w całość. Nadawanie strzałki ugięcia nie zawsze jest konieczne, ale gdy występuje taka potrzeba, to stwarza ona

konstruktorom przyrządu wiele problemów. Strzałka ugięcia jest najczęściej realizowana wg specjalnej, teoretycznie wyznaczonej krzywej, składającej się z łuku koła o dużym promieniu i dwóch stycznych. Dla każdego typu pudła jest inna. Znane są sposoby uzyskiwania takiej strzałki przez odpowiednio rozmieszczone i ukształtowane podpory oraz elementy dociskowe, stosowane w miejscach podpór i na końcach ramy. Docisk może być wówczas realizowany za pomocą śrub lub rzadziej za pomocą siłowników hydraulicznych. Ściany boczne ustalane są najczęściej za pomocą ram z elementami bazującymi i zaciskami śrubowymi lub rzadziej pneumatycznymi, tzw. kolanowymi. Ściany pudła bazowane są na elementach przyrządu, tzw. wewnętrznych ramach ustawczych, wkładanych, przy zastosowaniu suwnicy, do wnętrza pudła bezpośrednio na ramę podwozia lub w zespołach ustalająco-mocujących w rozsuwanych ramach montażowych. Najczęściej dach wykonany jest osobno i jako kompletny nakładany na zespawane już z ramą podwozia ściany, które przeważnie są wyposażone w odpowiednie elementy bazowe, tzw. zamki. Prawie zawsze stanowisko konduktorowe wyposażone jest też w odpowiednie zespoły pomiarowe, niezależnie od tego, że do odbioru kompletnego pudła pojazdu musi być oddzielne stanowisko pomiarowo-odbiorcze geometrii. Pomiaru te najczęściej wykonywane są przy zastosowaniu rozpiętych w odpowiednich miejscach strun stalowych oraz specjalnych przyrządów pomiarowych. W tym celu zbudowane są na obu końcach przyrządu bramki, umożliwiające rozpinanie strun w odpowiednich miejscach wraz z możliwością niezbędnej korekty za pomocą precyzyjnych mechanizmów śrubowych. Są to znane od wielu lat metody pomiarowe i nadal stosowane, mimo znacznego postępu w technikach pomiarowych (np. pomiary laserowe, optyczne). Wynika to z jednej strony z przyzwyczajenia w tym przemyśle, ale też z trudności związanych z wkomponowaniem ich w duże przyrządy. Podejmowane są próby budowy takich specjalnych urządzeń pomiarowych dla konkretnych zespołów spawanych, produkowanych seryjnie.

Budowa dużych zespołów spawanych w produkcji małoseryjnej i seryjnej, a takimi są niewątpliwie pojazdy szynowe, jest związana z wieloma różnymi problemami i koniecznością zastosowania unikalnych rozwiązań. Jednym z takich problemów, mimo że nie dotyczącym bezpośrednio pojazdu szynowego, lecz zabudowy samochodu ciężarowego – śmieciarki (zrealizowanej w fabryce wagonów), jest technologia spawania tej zabudowy przy zastosowaniu konstrukcji konduktora z wędrującymi ramami montażowymi ścian bocznych i czołowych. Wiotkość konstrukcji ścian i ich krzywizna (beczkowy kształt ścian bocznych) powodowały, że spawanie ścian odbywało się w ramie montażowej osadzonej w osobnym przyrządzie, każda w swoim, a następnie razem z tą ramą, bez odmocowywania, transportowanie suwnicą i osadzanie na suportach w konduktorze. Po zespawaniu pudła w całość konstrukcja zabudowy uzyskuje wymaganą stabilność i sztywność, co umożliwia,

po odsunięciu suportów wyjęcie jej, a następnie wędrujących ram montażowych z konduktora (rys. 4).

Przyrządy wielosekcyjne stosowane są np. do montażu pudeł tramwajowych, zapewniając jednoczesny montaż wszystkich członów tramwaju, albo stosuje się przyrząd uniwersalny, umożliwiający kolejne montowanie w nim poszczególnych członów pudeł tramwaju (rys. 2).

Skurcz spawalniczy jest niezwykle istotny przy budowie konduktorów dla taboru szynowego, ponieważ pojazdy szynowe budowane są z profili i blach o znacznej grubości oraz niskiej dokładności wymiarowej detali i zespołów wchodzących w skład konduktora. Niska dokładność wymiarowa detali i zespołów jest skutkiem stosowania technologii produkcji małych serii realizowanej na stanowiskach słabo oprzyrządowanych, gdzie odkształcenia spawalnicze liczone są w dziesiątkach milimetrów. Konduktory, w których realizowany jest montaż tych detali, wyposażane są głównie w dociski śrubowe, zamiast np. pneumatycznych i hydraulicznych, umożliwiające korekty i dopasowanie podzespołów spawanych (wykonanych wcześniej). Oprócz skurczu spawalniczego istotny wpływ na niedokładność podzespołów mają również operacje technologiczne obróbki plastycznej realizowane na krawędziarkach i giętarek w przeciwieństwie do wycinania i wypalania blach. Niedokładność wymiarowa podzespołów wymusza zaprzeczenie zasady, że konduktor zapewnia tylko geometrię, a nie powinien być prasą korygującą niedokładności.

Konduktory w przemyśle motoryzacyjnym

W przemyśle motoryzacyjnym, szczególnie przy produkcji autobusów, gabaryty i programy produkcji są zbliżone do tych, które są stosowane przy pojazdach szynowych, pomimo odmiennej konstrukcji pudeł pojazdów i technologii montażu. Konduktor jednak w tych zastawaniach nazywany jest najczęściej *dok*. Główną różnicą jest technologia klejenia blach poszyciowych do szkieletowej konstrukcji ścian bocznych, a więc w dołu łączy się z podwoziem, najczęściej o konstrukcji kratownicowej, tylko szkielet ścian bocznych i montuje kompletny dach. Ściany boczne autobusów wykonywane są w wielu wariantach, zależnych od rodzaju i rozmieszczenia drzwi i okien oraz od oferowanych przez producenta typów pudeł. W większości fabryk autobusów dok ma mało skomplikowaną budowę. Złożony jest ze stalowej konstrukcji ramowej wyposażonej w podesty obsługowe do montażu dachu. Podesty często umożliwiają regulację wysokości, w zależności od rodzaju pudła autobusu, przy jednoczesnym zapewnieniu możliwości obsługi i montażu z poziomu posadzki. Transport pudła i bazowanie w przyrządzie odbywa się na szynowych lub jeżdżących po posadzce wózkach technologicznych, na których wprowadzane podwozie i wyprowadzane jest kompletne pudło z doku (rys. 5).

W firmie FESTO skonstruowano specjalne, zmechanizowane zespoły mocujące ściany boczne. Zespoły (kolumny) mocujące są automatycznie ustawiane wzdłuż przyrządu wg programu, zgodnie z aktualnie produkowanym modelem. Konieczność takiego ustawiania wynika ze wspomnianego powyżej wymogu rozmieszczenia drzwi wg zamówienia klienta, konstrukcji modelu oraz długości pudła. Montaż bocznych słupków karoserii realizowany jest automatycznie przez pneumatyczne elementy mocujące. Przyrząd zbudowany z tych zespołów jest znacznie droższy, a więc opłacalne jest stosowanie go przy dłuższych programach produkcji, np. 4000 szt. pudeł autobusów rocznie. Polskie fabryki wykonują maksymalnie ok. 1000 szt. lub nieco powyżej autobusów rocznie, a więc prawdopodobnie takich przyrządów u nas jakiś czas jeszcze w fabrykach autobusów nie będzie.

Pomimo że konduktory w przemyśle motoryzacyjnym są nieco mniejsze od konduktorów w przemyśle taboru szynowego, to niekiedy całe stanowisko wraz z automatycznymi urządzeniami transportu technologicznego, magazynami zespołów i robotami zajmuje dużą powierzchnię. Najmniejsze serie nadwozi, na potrzeby których opłacalna jest budowa skomplikowane konduktorów, to ok. 12 000 szt. rocznie. Na taką serię zbudowane zostało oprzyrządowanie dla produkowanego w Polsce samochodu Peugeot 405, pokazane na rysunku 10.

Zdarzają się mniejsze serie, np. do budowy prototypów lub serii próbnych, ale jest to margines produkcji i często takie przyrządy są niezwykle proste lub wręcz budowane z elementów uniwersalnych. Taki prosty przyrząd pokazany jest na rysunku 6. Zbudowany został w ciągu kilku dni w celu zmontowania prototypowych pudeł samochodu dostawczego Lubo, które musiały w krótkim czasie zostać zaprezentowane na targach w Hanowerze. Technologia montażu pudła samochodu (dostawczego czy osobowego) wynika ze znacznie większego programu produkcji niż w taborze szynowym, a więc krótkich czasów taktów produkcji, od ok. 55 s. Najczęściej jest to, dla dużych serii w fabrykach samochodów, czas taktu pomiędzy 55 a 120 s dla mniejszych serii może to być kilkanaście minut. Samo łączenie odbywa się głównie za pomocą zgrzewania, chociaż coraz częściej do montażu pudła karoserii stosuje się spawanie laserowe. Realizacja tych połączeń ze względu na zapewnienie bezpieczeństwa nie odbywa się na stanowisku konduktorowym, lecz w osobnej, odizolowanej kabinie. Spawaniem laserowym wykonuje się połączenia dachu z nadwoziem lub pojedyncze spoiny w zespołach. W konduktorze wykonywane są niekiedy krótkie spoiny lub spoiny otworowe w miejscach łączenia np. kilku blach lub blach o zróżnicowanej grubości. Dla mniejszych serii, gdy czas taktu jest większy i wynosi kilka lub kilkanaście minut, możliwe jest i stosowane spawanie lub zgrzewanie ręczne. W zasadzie budowa konduktora i mała przestrzeń dla obsługi umożliwia pracę najwyższej czwórki spawaczy, a więc mogą oni wykonać ściśle

określoną liczbę zgrzein podczas taktu. Przy krótkich taktach spawanie musi być zautomatyzowane, najczęściej za pomocą robotów, ale również przez zabudowane w przyrządzie zgrzewarki. Taka niezwykle skomplikowana linia konduktorowa, składająca się z trzech konduktorów i wielu stanowisk do zgrzewania uzupełniającego, pracowała w FSO do montażu nadwozia Poloneza (rys. 13 i 14). W tamtym okresie było to rozwiązanie stosowane w wielu fabrykach. Przyrządy wyglądały bardzo „groźnie”, bo ze wszystkich stron znajdowały się przewody zasilające do kilkudziesięciu zabudowanych zgrzewarek – cały przyrząd wyglądał jak olbrzymi jeź. Roboty wykorzystywane były do zgrzewania uzupełniającego. Obecnie w przyrządach konduktorowych dla krótkich czasów taktu stosuje się tylko roboty, które wyposażone są w zgrzewadła, często wymienne, których wymiana odbywa się w sposób automatyczny w zależności od zgrzewanej odmiany pudła lub niekiedy podczas taktu w celu wykonania przez robot innych zgrzein.

W konduktorach do pudeł samochodów stosowane są dociski pneumatyczne o działaniu automatycznym lub półautomatycznym, tzn. wstępnie dociskane ręcznie, a po ustaleniu zespołu (np. ściany bocznej) za pomocą sterowania. Odmocowanie też odbywa się automatycznie. Przeważnie stosuje się dociski kolanowe firm DESTACO lub TUNKERS, które mają budowę i działanie bardziej bezpieczne niż zmontowane z osobnych siłowników pneumatycznych i napędzanych nimi specjalnych dźwigni i docisków, chroniące przed zmięgnięciem palców rąk.

Przyrządy automatyczne wyposażane są w czujniki położenia krańcowych, umożliwiające kontrolę zamknięcia i otwarcia docisków, oraz czujniki obecności odpowiednich części (detali), zwłaszcza gdy w konduktorze budowanych jest wiele odmian tego samego pudła nadwozia (nawet dwadzieścia i więcej). W momencie zastosowania innej niż zaprogramowana w systemie automatycznego wyboru części z magazynu zlokalizowanego np. nad konduktorem części nadwozia przez służbę sterowania produkcją, zatrzymany zostaje transport technologiczny lub cały cykl zgrzewania. Wówczas mają zastosowanie specjalne procedury zmiany lub, gdy pudło zostałoby mimo złego wyboru zgrzane, złomowania.

Dzięki precyzyjnemu wykonaniu konduktorów nie są wykonywane w nich pomiary nadwozi, dodatkowo ze względu na krótki czas taktu nie ma na to czasu. Ponadto wszystkie elementy nadwozia są wykonywane za pomocą obróbki plastycznej w tłocznikach i wykrojnikach, a po zgrzaniu w podzespoły sprawdzane na maszynach pomiarowych, co daje gwarancję ich dobrej jakości. Kontrola jakości pudła przeprowadzana jest na pojedynczych egzemplarzach i realizowana przez usunięcie z linii pudła i wykonanie kompleksowych konstrukcji.

W ściśle określonych odstępach czasowych, gdzie jest brana pod uwagę liczba wykonanych konstrukcji i czas pracy konduktora, przeprowadzana jest kalibracja

przryządu. Konduktory dla pudeł samochodowych powinny być tak zbudowane, aby zapewniały tylko właściwą geometrię, a nie „przeprężały” pudła, aby nie wprowadzać dodatkowych, niekontrolowanych naprężeń. Po włożeniu blach i zaciśnięciu docisków powinien być w miejscach zacisku na całym obwodzie zespołu zaciskowego, pomiędzy blachą pudła a dociskiem i bazą, luz w granicach 0,1 mm. Wartość ta uzależniona jest od wymagań stawianych przez producenta pojazdów. Podczas odbioru przryządu wartość luzu sprawdzana jest przez kontrolerów inwestora przy użyciu szczelinomierza. Kontrola polega na włożeniu w szczelinę szczelinomierza o grubości 0,1 mm i przesuwaniu go przy całkowitym zamknięciu zacisków dookoła blachy zaciśniętej w bazie i docisku przryządu. W przypadku stwierdzenia zbyt małej szczeliny wykonywana jest korekta kształtu baz i elementów dociskowych albo ręcznie, przy zastosowaniu pilnika, albo maszynowo wg zadanego programu. Do korekcy używa się też systemu podkładek (blaszek) korygujących, tzw. *simsów*, które umieszczone są w tym celu pomiędzy bazą a jej wspornikiem. Najczęściej pakiet takich blaszek umieszczony jest od razu w konstrukcji przryządu pod każdą bazą. Składa się z blaszek w kształcie grzebienia, w celu ułatwienia wkładania i wyjmowania ich spod bazy, przy tylko poluzowaniu śrub mocujących bazę, o grubościach: 0,5, 1 i 2 mm. Razem grubość pakietu wynosi 5 mm. Stosuje się takie rozwiązania pomimo konstruowania karoserii i oprzyrządowania w sposób skomputeryzowany, najczęściej za pomocą programu CATIA, czyli teoretycznie w sposób idealny wg tego programu sterowane są obrabiarki wykonujące bazy w CAD/CAM, ale w praktycznych rozwiązaniach osiągnięcie założonego ideału nie jest możliwe z różnych powodów.

Oprogramowanie procesu projektowania, tworzenie modeli matematycznych karoserii znacznie udoskonaliło i przyspieszyło proces wdrażania produkcji nowego modelu oraz pozwoliło na osiągnięcie powtarzalnej dokładności karoserii w granicach 2 mm. Kiedyś było to trudniejsze i dlatego stosowano ustawienie konduktorów na tzw. „Master model”. Ta technologia stosowana jest obecnie tylko w niektórych fabrykach samochodów, dla mniejszych serii i polega na tym, że w prototypowni wykonuje się wzorcowe pudło samochodowe, które jest wzmacniane i usztywniane od wewnątrz. Kolejnym etapem jest wykonanie dokładnych pomiarów na maszynie pomiarowej (ok. 200 pkt. pomiarowych) i naniesienie odchyłki wymiarowej od teoretycznego kształtu. Tak wykonane pudło wkłada się do wstępnie ustawionego konduktora w celu dopasowania i korekcy baz i docisków, często przez ręczne dopiłowywanie i szlifowanie precyzyjnymi, ręcznymi szlifierkami. W tej technologii są wykonane konduktory pokazane na rysunkach 10 i 11.

Elementy dociskowe i bazowe wykonywane są z miękkiej stali lub poliamidu, ponieważ nie powinny podlegać ścieraniu i innym uszkodzeniom, a jednocześnie nie powinny „kaleczyć” blach nadwozia.

Z przedstawionych w artykule funkcji, jakie muszą być spełnione w konduktorze, a więc: automatyczne

mocowanie, wybór właściwych części, transport technologiczny, zrobotyzowane zgrzewanie, bezpieczeństwo operatorów, a nawet wentylacja, wynika, że sterowanie tymi procesami jest bardzo skomplikowane. Realizowane jest za pomocą sterowników i dużej ilości różnej aparatury prezentującej najwyższy w technice poziom światowy. W Polsce jest niewielu projektantów i programistów, posiadających odpowiednie doświadczenie, którzy potrafią takie systemy sterowania stworzyć. Poza wiedzą teoretyczną i praktyczną ze sterowania, muszą znać dobrze problemy technologiczne i współpracować w zespole przy optymalizacji czasu taktu, często w dużym stresie, wynikającym z ograniczonego czasu na realizację wdrożenia – są na końcu łańcucha wdrożeniowego. Pewnym ułatwieniem są programy komputerowe wspomagające proces projektowania stanowisk, jak np. program ROBCAD, pozwalający, z dużym prawdopodobieństwem, na wyznaczenie optymalnych trajektorii ruchów ramion robotów. Sterowanie konduktorem dla modelu Peugeot 309, budowanym przez Trancorproject dla fabryki w Indiach było realizowane całkowicie w oparciu o pneumatyczne układy logiczne. Szafę sterowniczą takiego konduktora pokazano na rysunku 12.

Kilka lat wstecz w niektórych fabrykach pojawiła się obawa, że zgrzewarki mogą zakłócać pracę sterowników elektrycznych, co spowodowało wybór takiego sterowania, które w tropikalnym klimacie działało bardzo dobrze.

Poważnym problemem utrudniającym pracę technologom i konstruktorom konduktorów są dymy spawalnicze. Nadwozia w zdecydowanej większości wykonywane są z blach ocynkowanych, wydzielających podczas procesu spajania znaczne ilości dymów, zagrażających zdrowiu operatorów. W przryządzie, który jest mocno zagęszczony dociskami, bazami, zakryty zgrzewanymi blachami pudła, rozprowadzenie przewodów odciągających i umieszczenie ssawek w odpowiednich miejscach jest bardzo trudne, ale konieczne.

Powyższy opis nie wyczerpuje zagadnienia, ale trudno w ramach artykułu zamieścić ogromną ilość wiedzy praktycznej koniecznej przy wykonywaniu tak trudnego oprzyrządowania, zwłaszcza że zdarzają się odstępstwa od opisanych zasad lub różne kompilacje rozwiązań. Podany opis podaje więc ogólne zasady budowy konduktorów, dające wyobrażenie o problemach w budowie tych niezwykle trudnych i ważnych przryządów ze względu na wymaganą geometrię pojazdu.

Podsumowanie

Jak wynika z przedstawionego powyżej opisu zagadnień występujących przy budowie konduktorów, są to specyficzne przryządy, często bardzo trudne w projektowaniu i budowie. Projektant musi przewidzieć problemy, które mogą wystąpić w trakcie budowy pudeł oraz wziąć pod uwagę całą wcześniejszą technologię budowy poszczególnych części i podzespołów wchodzących w skład konduktora oraz skutków występujących po niewłaściwym zmontowaniu

pułdła. Przy dużych pułdłach pojazdów szynowych znaczący wpływ mają odkształcenia spawalnicze, w tym skurcze spawalnicze. Nieuzyskanie właściwej geometrii praktycznie może zdyskwalifikować pułdło, a jest to często 20 ton, a niekiedy więcej, stali, na tym etapie mocno już przetworzonej – poniesiono już wysokie nakłady materiałowe i pracy. Często trudno jest naprawić błędy wynikające np. tylko z odkształceń spawalniczych. Znany jest przypadek, gdy pułdło lokomotywy po montażu spawalniczym wygięło się w górę na końcach o 70 mm, mimo wykonawstwa wg założonej technologii i solidnego przyrządu. Udało się je naprawić, chociaż bardzo dużym kosztem.

Niezwykle istotna jest właściwa technologia wykonania wszystkich detali i zespołów spawalniczych przed wejściem do konduktora, a także ustalenie właściwych tolerancji wykonania poszczególnych detali oraz nadatków. Szczegółowa analiza kolejności bazowania dla tych zespołów, odpowiedniego wyboru podzespołów spawalniczych, niekiedy innych niż przewidywał konstruktor pojazdu – również ma wpływ na efekt końcowy. Współpraca technologa z konstruktorem pojazdu jest konieczna i to nawet na wczesnym etapie konstrukcji pułdła. Często zdarza się, że konstruktor życzy sobie w dokumentacji nierealnych i nieosiągalnych tolerancji geometrii pułdła. Stąd istotna jest analiza technologiczna konstrukcji w kontekście możliwych do osiągnięcia, w odniesieniu do aktualnego stanu techniki spawalniczej, a przede wszystkim kosztów, tolerancji. Bardzo ważne jest właściwe zaprojektowanie kart pomiarowych poszczególnych zespołów i kompletnego pułdła, zastosowanie odpowiednich metod pomiarowych przy użyciu właściwego sprzętu pomiarowego do dokładnego mierzenia dużych, przestrzennych konstrukcji, jakimi są konduktory i same pułdła. W produkcji samochodów spotkaliśmy się z pułdłami karoserii, których wymiary rzeczywiste przekroczone były o 10 mm, np. lewa strona była dłuższa o 9 mm od prawej. Niemożliwe było zlikwidowanie tej wady, gdyż w dużym uproszczeniu, wg niewłaściwej technologii (podziału technologicznego) zbudowane zostały tłoczniaki, a koszt zmiany tłoczniaków byłby ogromny. Spowodowało to wprowadzenie na kompletnie zmontowanym samochodzie naprężeń. Takich pułdła zbudowano kilkaset tysięcy. W tych samochodach zdarzało się niekiedy, że podczas dużych mrozów pękały szyby przednie. Inny znany nam przypadek dotyczył błędu osi wzdłużnej pułdła samochodu typu furgon, którego oś wzdłużna, rzeczywista przesunięta była o 10 mm od założonej.

Okazuje się, że mimo wielkiego postępu w projektowaniu, w zasadzie dzisiaj całkowicie skomputeryzowanego, doświadczenie przy budowie tak dużego i często skomplikowanego oprzyrządowania odgrywa ogromną rolę. Wiąże się to z pewną nieprzewidywalnością w procesach spawania, którą trudno jest skatalogować.

Innym istotnym problemem jest koszt budowy oprzyrządowania, niska cena i dobra jakość są w sprzeczności, gdyż nie można wykonać przyrządu dobrze i tanio. Dobry przyrząd musi kosztować. Zaprojektowany

i wykonany przez doświadczoną firmę, w której pracownicy mają odpowiednią wiedzę, odpowiedni sprzęt pomiarowy: tachimetry lub trackery komputerowo-lasrowe o dużej dokładności i mogą poświęcić odpowiednią ilość czasu na spokojne wykonanie i wdrożenie, zaowocuje dobrymi wynikami później w trakcie produkcji – tam będzie efekt i duży zysk na pracochłonności. W budowie seryjnej pojazdów w zasadzie o kosztach produkcji decyduje materiałochłonność i pracochłonność. Cena oprzyrządowania ma mniejsze znaczenie, powinna więc być korzystna, ale nie najniższa. Przy analizowaniu kosztów budowy i ceny oprzyrządowania należy zawsze brać to pod uwagę.

Ważnym aspektem, w Polsce nie zawsze przestrzegającym, jest bezpieczeństwo maszyn. W tym wypadku konduktorów. Niestety jest to też związane z kosztami. Zapewnienie bezpieczeństwa kosztuje, ale nie ma wyjścia. Przepisy są jednoznaczne. Spełnienie Zasadniczych Wymagań (Dyrektywy Maszynowej i innych dyrektyw) oraz innych przepisów jest trudne. Z doświadczenia wynika, że konstruktor na projekt oprzyrządowania poświęca połowę czasu, a drugą połowę na spełnienie wymagań bezpieczeństwa stosowanych w tym oprzyrządowaniu. Można założyć, że w przemyśle motoryzacyjnym te wymagania są zrealizowane. Do budowy oprzyrządowania w dużych renomowanych fabrykach samochodów dopuszczane są firmy dobre, tzn. takie, które poza dużym doświadczeniem w budowie takiego oprzyrządowania, znają dobrze przepisy bezpieczeństwa maszyn i potrafią je zastosować. Inaczej wygląda to w przemyśle kolejowym. Takiego oprzyrządowania ostatnio w Polsce nie buduje się dużo. Polska była kiedyś potentatem światowym w produkcji taboru szynowego i wtedy obowiązywały przepisy bezpieczeństwa, też trudne do spełnienia. Dzisiaj, głównie ze względu na koszt zapewnienia bezpieczeństwa maszyn, przy stosunkowo małych seriach, często rezygnuje się nawet z podstawowych elementów bezpieczeństwa. Innym powodem rezygnacji z ich przestrzegania jest też brak znajomości wymagań bezpieczeństwa przez pracowników wykonujących sporadycznie takie oprzyrządowanie, często na zlecenie menedżerów, którzy również niezbyt dobrze się na tym znają. Sprawa bezpieczeństwa maszyn jest tematem bardzo obszernym i mimo dużego rozgłosu wokół tej sprawy, znajomość, a przede wszystkim świadomość stosowania odpowiednich zabezpieczeń jest porażająco niska. Nie rozwijając dalej tego tematu, który omówiony został w wielu publikacjach, sugerujemy z naszego doświadczenia, stosowanie we wszystkich przyrządach – maszynach, gdzie tylko to możliwe, skanera laserowego, jako najlepszego zabezpieczenia przestrzeni niebezpiecznej. Jest to rozwiązanie z przemysłu motoryzacyjnego, tam powszechnie stosowane w spawalniach. Skaner wraz z odpowiednim sterowaniem jest drogi, ale rozwiązuje większość problemów związanych z bezpieczeństwem przyrządu zmechanizowanego.

Fotografie pochodzą z archiwum Taskoprojekt Sp. z o.o. i przedstawiają niektóre charakterystyczne przyrządy główne wykonane w tej firmie.

Węzeł hybrydowy – technologiczność wielkogabarytowych konstrukcji spawanych – wprowadzenie

Hybrid node – technological aspects for welded large-size structures – introduction

Streszczenie

W artykule przedstawiono charakterystykę nowego węzła konstrukcyjnego – węzła hybrydowego. Ten nowy fragment konstrukcji powstaje w wyniku połączenia innowacyjnego elementu konstrukcyjnego – spawanego laserowo panelu *sandwich*, z elementem konwencjonalnym – płytą stalową. Wdrożenie konstrukcji hybrydowych wymaga rozwiązania licznych problemów, zwłaszcza natury technologicznej. Do najistotniejszych należą deformacje spawalnicze, powstające na etapie prefabrykacji modułowych, wielkogabarytowych elementów konstrukcji. W artykule zidentyfikowano odkształcenia spawalnicze powstałe w wybranym węźle hybrydowym.

Abstract

The underlying article presents characteristics of a new type of structural node – the hybrid node. This new structure element is created as a result of joining an innovative structural element – laser-welded sandwich panel, with a conventional element – steel plate. Introduction of hybrid structures requires that a number of problems are solved, especially those related to technology. The most important problem in this field are welding distortions arising at the prefabrication stage of modular, large-size elements of structures. The article presents identification of welding distortions formed in chosen hybrid node.

Wstęp

Wdrożenie do cyklu produkcyjnego wielkogabarytowych konstrukcji spawanych innowacyjnego elementu konstrukcyjnego, zwanego powszechnie panelem *sandwich*, stwarza szerokie możliwości zwiększenia korzyści ekonomicznych. Osiągnięcie wymienionych profitów wynika ze zmniejszenia liczby prac montażowych oraz naprawczych nowobudowanych konstrukcji.

Możliwości zwiększenia wydajności pracy w oparciu o konwencjonalne rozwiązania napotykają wiele trudności nieodzwrotnie związanych z procesami technologicznymi. Jest to szczególnie widoczne w produkcji stoczniowej, gdzie występuje m.in. duża pracochłonność obróbki, prefabrykacji usztywnień pierwszego rzędu (profilu walcowanych) oraz detali konstrukcyjnych. Duża liczba elementów konstrukcji wiąże się z większą koncentracją ciepłą, szczególnie nasiloną podczas procesów spawania oraz prostowania. Prowadzi to do dużych odkształceń oraz naprężeń własnych, co w znacznej mierze pogarsza dokładność montażową wielkogabarytowych sekcji (np. bloków kadłuba

statku). Nakłady finansowe ponoszone na usuwanie odkształceń spawalniczych są znaczące i stanowią niekorzystny czynnik dla konkurencyjności zakładów produkcyjnych.

Zmniejszenie liczby elementów konstrukcji, a tym samym zredukowanie opisanych problemów, umożliwia zastosowanie innowacyjnych elementów konstrukcyjnych – określanymi jako panele *sandwich*.

Panel *sandwich* jest cienkościenną sztywną konstrukcją, składającą się z dwóch płyt wierzchnich oraz systemu wewnętrznych usztywnień, zwanego rdzeniem. Różnice konstrukcyjne między poszczególnymi typami paneli wynikają z kształtów oraz rodzajów materiałów użytych na elementy rdzenia i sposobu ich łączenia z płytami wierzchnimi.

Panele takie dostarczane są jako sprefabrykowane elementy pozbawione niemal całkowicie deformacji spawalniczych – eliminują one stosowanie profili walcowanych usztywniających płyty poszycia.

Jednak użycie paneli *sandwich* niesie ze sobą wiele niespotykanych dotąd problemów i wymaga należytego przygotowania konstrukcyjno-technologicznego.

Należy podkreślić, że używane w artykule sformułowanie: *panel sandwich* odnosi się tylko do struktur mogących znaleźć zastosowanie na elementy konstrukcyjne (przenoszące obciążenia), a nie na elementy wyposażeniowe (nieprzenoszące obciążień).

Dr inż. Tomasz Urbański – Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny w Szczecinie.

Panelem *sandwich*, wchodzącym w skład węzła hybrydowego, jest spawany laserowo stalowy panel typu I-core (bez wypełnienia w strukturze rdzenia). Więcej informacji na temat podstawowych struktur panelowych, które można zastosować w wielkogabarytowych konstrukcjach stalowych, można znaleźć w literaturze [1÷4] oraz na stronach internetowych producentów konkretnych typów paneli [5÷6].

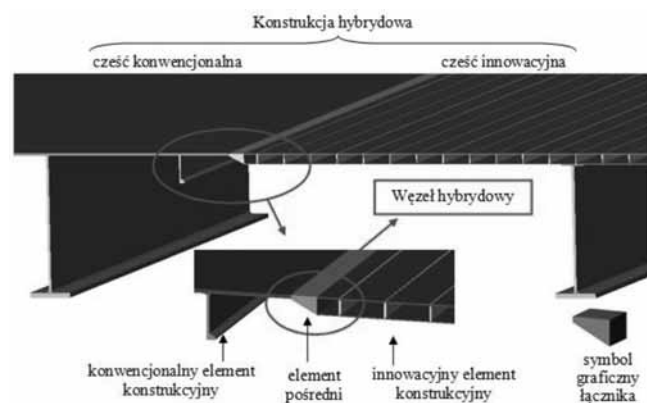
Charakterystyka węzła hybrydowego

Węzeł hybrydowy jest fragmentem wielkogabarytowej konstrukcji stalowej (w tym np. kadłuba statku), w którym łączą się dwie odmienne pod względem konstrukcyjno-technologicznym części (elementy) tej konstrukcji. Węzeł hybrydowy jest integralną częścią konstrukcji hybrydowej (mieszanej). W jego skład wchodzi: innowacyjny element konstrukcyjny (panel sandwich) utworzony przez dwie powłoki zewnętrzne połączone rdzeniem, konwencjonalny element konstrukcyjny (płyta poszycia usztywniona jednorzędowo, najczęściej płaskownikami łebkowymi) oraz element pośredni, pełniący zadanie tzw. łącznika między odmiennymi częściami (elementami) konstrukcji (rys. 1) [4].

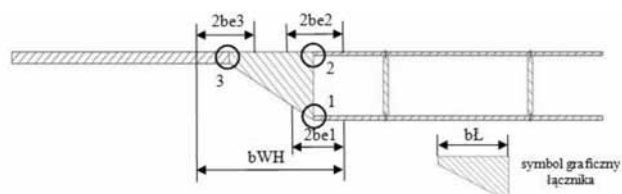
Niejednorodność konstrukcyjna (różnorodność geometrii) elementów węzła hybrydowego, które mają być połączone ze sobą, tj. panelu sandwich oraz konwencjonalnej płyty poszycia sprawia, że do prawidłowego wykonania tej operacji technologicznej konieczne jest zastosowanie pośredniego elementu scalającego – łącznika [4].

Ważnym zagadnieniem jest określenie szerokości węzła hybrydowego, a więc innowacyjnego obszaru aktywności technologicznej w konstrukcji hybrydowej. Obszar ten zobrazowano na rysunku 2 [4].

W aspekcie technologicznym szerokość węzła hybrydowego równa jest sumie: szerokości łącznika oraz szerokości stref deformacji plastycznych. Szerokość



Rys. 1. Węzeł hybrydowy – elementy składowe [4]
Fig. 1. Hybrid node – constituent elements [4]



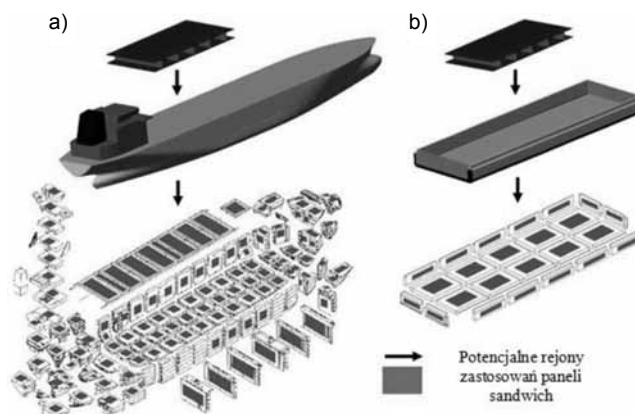
oznaczenia:
1,2,3 – miejsca styku elementu scalającego z innowacyjnym oraz konwencjonalnym elementem konstrukcyjnym – miejsca spawania,
be1,2,3 – szerokości stref deformacji plastycznych, odpowiednio przy spoinie nr 1, 2 i 3,
bL – szerokość łącznika (pośredniego elementu scalającego),
bWH – szerokość węzła hybrydowego.

Rys. 2. Szerokość węzła hybrydowego (podstawowe zależności/związki technologiczne charakteryzujące węzeł hybrydowy) [4]
Fig. 2. Width of a hybrid node (basic relations/technology parameters characterising a hybrid node) [4]

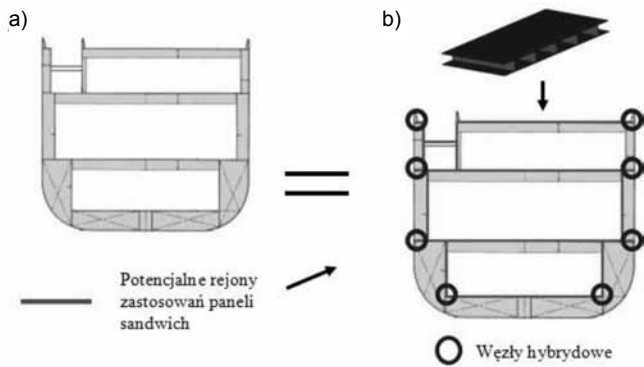
strefy deformacji plastycznej może być wyznaczona za pomocą kilku przytaczanych w literaturze fachowej zależności matematycznych [7÷10].

Panele sandwich, jako elementy wielkogabarytowych konstrukcji stalowych, mogą być użyte przede wszystkim w rejonach nie posiadających krzywizn, głównie budowali z gałęzi przemysłu typu offshore. Możliwości zastosowania paneli sandwich w konstrukcjach okrętowych są ogromne. Dotyczy to zarówno budowy nowych, jak i remontów jednostek już eksploatowanych. Innowacyjny element konstrukcyjny może być potencjalnie zastosowany: w kadłubie statku pełnomorskiego, jako element burt i den wewnętrznych w rejonie wstawki cylindrycznej, pokładów, grodzi, pokryw lukowych, ścianek zewnętrznych nadbudówek oraz klatek schodowych, szybów maszynowych i mostków kapitańskich (rys. 3a), jak również w kadłubie barki śródlądowej, są prawie wszystkie jej elementy poza obłami i skrajnikami (rys. 3b) [4, 11].

Panele sandwich mogą również znaleźć zastosowanie jako elementy innych konstrukcji oceanotechnicznych, w szczególności platform wiertniczych, głównie jako pokłady i ściany nadbudówek, a także konstrukcji budowlanych, np. jako elementy wielopiętrowych parkingów samochodowych.



Rys. 3. Zastosowanie paneli sandwich w konstrukcji kadłuba: a) statku pełnomorskiego, b) barki śródlądowej [4, 11]
Fig. 3. Sandwich panel applications in hull structures: a) seagoing ship, b) inland barge [4, 11]



Rys. 4. Węzły hybrydowe na przykładzie zładu poprzecznego jednostki typu Con-Ro: a) rozwiązanie konwencjonalne, b) propozycja rozwiązania hybrydowego [4]

Fig. 4. Hybrid nodes in the example of Con-Ro ship midship section: a) conventional solution, b) a proposal of hybrid solution [4]

Ponieważ nie da się całkowicie wyeliminować konwencjonalnych płyt poszycia z wielkogabarytowych budowli stalowych, waga węzła hybrydowego, jako integralnego fragmentu konstrukcji, nabiera ogromnego znaczenia. Ilustruje to zład poprzeczny jednostki typu Con-Ro, na którym zaznaczono potencjalne węzły hybrydowe (rys. 4). Całkowita liczba węzłów hybrydowych w kadłubie konkretnego statku zależy od jego typu oraz określonego rozwiązania konstrukcyjnego.

W każdym z przypadków zastosowania paneli sandwich pojawi się problem łączenia tych elementów, zarówno między sobą, jak i z konstrukcją konwencjonalną.

Uznano, że drugi z przypadków połączenia stanowi bardzo istotny problem, dotychczas nierozpoznany wystarczająco [4]. Połączenie panelu z tradycyjną płytą stalową może wystąpić we wszystkich wymienionych przykładach zastosowania paneli sandwich (oczywiście w różnych wariantach konstrukcyjno-technologicznych). Rozwiązanie przedstawionego problemu od strony technologicznej w znacznym stopniu warunkuje możliwość zastosowania paneli sandwich w wielkogabarytowych konstrukcjach stalowych.

Technologiczność węzła hybrydowego

Wykonanie węzła hybrydowego związane jest z koniecznością: wyboru kształtu pośredniego elementu scalającego, wyboru metody łączenia poszczególnych elementów węzła oraz opracowania technologii montażu węzła hybrydowego na akceptowalnym poziomie jakościowym, tj. technologicznej przydatności montażowej. Przydatność montażowa jest to zdolność konstrukcji, bądź jej fragmentu, do połączenia z inną konstrukcją, lub jej fragmentem, najlepiej bez dodatkowych

zabiegów korekcyjnych [12]. Wszystkie wymienione aspekty są ze sobą ściśle powiązane i tworzą szeroko rozumiany obszar technologiczności węzła hybrydowego.

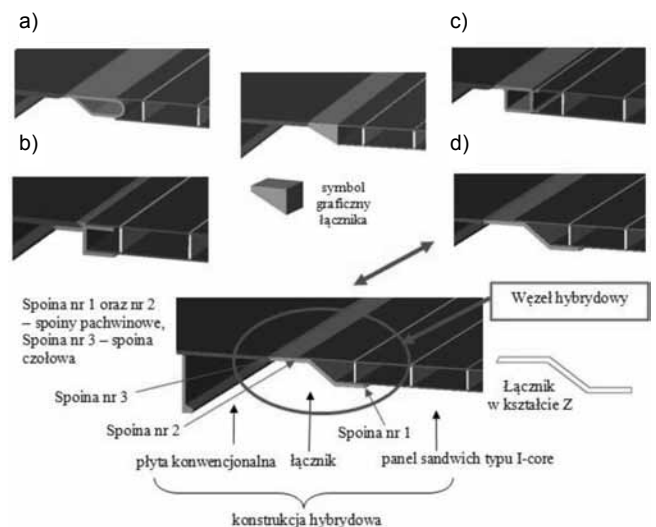
Wybór kształtu elementu scalającego jest zagadnieniem kompleksowym i trudnym. Wymaga bowiem spojrzenia na problem z wielu punktów widzenia (m.in. konstrukcyjno-wytrzymałościowego, technologicznego, ekonomicznego), tak aby maksymalnie zwiększyć obiektywność wyboru. Próba kompleksowego spojrzenia wymaga sformułowania zbioru odpowiednich kryteriów oceny. Postanowiono ograniczyć się tylko do przedstawienia propozycji kilku kształtów łączników węzłów hybrydowych analizowanych w pracy [4] (rys. 5).

Kształt łącznika w znacznej mierze decyduje o ilości i jakości postaci deformacji spawalniczych węzła hybrydowego. Przykłady deformacji spawalniczych wybranego węzła hybrydowego przedstawiono w tabelicy I i na rysunku 6.

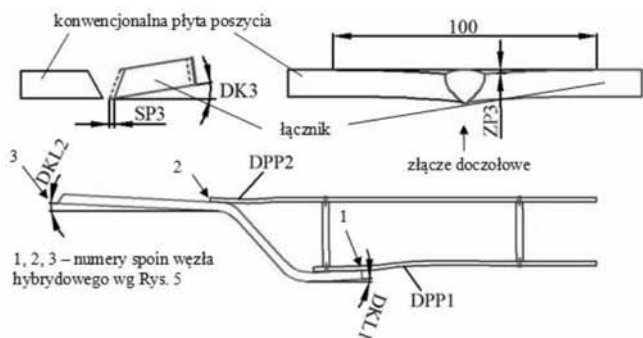
Najlepszym rozwiązaniem dla zakładu wytwórczego, który planuje prefabrykować węzeł hybrydowy, jest zastosowanie, jako metody łączenia elementów węzła, jednej z konwencjonalnych odmian spawania łukowego. Ponieważ jest to powszechnie stosowana w budowie wielkogabarytowych konstrukcji stalowych (zwłaszcza okrętowych) grupa metod spawania, nie wymaga dodatkowych nakładów finansowych, które trzeba by ponieść, wdrażając którąś z innowacyjnych metod spawania.

Z opracowaniem właściwej technologii montażu węzła hybrydowego nieodzownie związany jest problem odkształceń spawalniczych. Z naukowego oraz praktycznego punktu widzenia istotnym zagadnieniem jest opracowanie metody prognozowania tych odkształceń, co pozwoli na dokładne określenie tzw. przydatności montażowej wspomnianego węzła. Umożliwi to sterowanie technologicznością wielkogabarytowej konstrukcji na etapie jej wytwarzania.

Celem łatwiejszej lokalizacji wyróżnionych w węźle postaci odkształceń spawalniczych, przyporządkowano je poszczególnym spoinom (rys. 5d).



Rys. 5. Propozycje kształtów łączników w węźle hybrydowym [4]
Fig. 5. Proposals of connecting member shapes in hybrid node [4]



Rys. 6. Wybrane postacie odkształceń spawalniczych wyróżnionych w węźle hybrydowym przedstawionym na rysunku 5d [4]

Fig. 6. Chosen types of welding distortions distinguished in hybrid node introduced on figure 5d [4]

Szczególnie istotne są postacie odkształceń powstałe na powierzchni innowacyjnych elementów konstrukcji (DPP1 oraz DPP2) z uwagi na ogromne trudności związane z ewentualnymi pracami naprawczymi tych elementów (prostowaniem), gdzie blachy paneli sandwich są bardzo cienkie w stosunku do pozostałych elementów wielkogabarytowej konstrukcji.

Przytoczona we wstępie artykułu rozprawa doktorska przedstawia metodę prognozowania odkształceń spawalniczych węzła hybrydowego, zobrazowanego na rysunku 5d, opartą na badaniach eksperymentalnych [4].

Tablica I. Przykłady odkształceń spawalniczych wyróżnionych w węźle hybrydowym przedstawionym na rysunku 5d [4]

Table I. Types of welding distortions distinguished in hybrid node introduced on figure 5d

Lp.	Numer spoiny węzła hybrydowego	Wyznaczona eksperymentalnie deformacja spawalnicza	Symbol postaci deformacyjnej
1	1	deformacja poprzeczna poszycia panelu (pofalowanie powierzchni)	DPP1
2	1	deformacja wzdłużna poszycia panelu (strzałka ugięcia)	DWP1
3	1	deformacja kątowa łącznika	DKL1
4	1	deformacja wzdłużna łącznika (strzałka ugięcia)	DWL1
5	2	deformacja poprzeczna poszycia panelu (pofalowanie powierzchni)	DPP2
6	2	deformacja wzdłużna poszycia panelu (strzałka ugięcia)	DWP2
7	2	deformacja kątowa łącznika	DKL2
8	2	deformacja wzdłużna łącznika (strzałka ugięcia)	DWL2
9	3	skurcz poprzeczny przy spoinie czołowej	SP3
10	3	deformacja kątowa przy spoinie czołowej	DK3
11	3	załamanie poszycia przy spoinie czołowej	ZP3
12	3	deformacja wzdłużna przy spoinie czołowej (strzałka ugięcia)	DW3
13	3	prostolinowość wolnej krawędzi konwencjonalnej płyty poszycia	PWK3
14	3	przesunięcie wolnej krawędzi płyty konwencjonalnej w kierunku poprzecznym	PRK3
15	1, 2, 3	deformacja poprzeczna węzła hybrydowego (strzałka ugięcia)	DPWH

Wnioski

Panele sandwich stwarzają nowe możliwości w budowie wielkogabarytowych konstrukcji spawanych. W wyniku funkcjonowania obok siebie konwencjonalnych oraz innowacyjnych elementów konstrukcyjnych powstaje nowy węzeł, tj. węzeł hybrydowy. Węzeł ten stanowi jednocześnie nowy obszar technologiczności konstrukcji spawanych (w szczególności okrętowych).

Pojawienie się węzła hybrydowego, jako integralnego elementu wielkogabarytowej konstrukcji

stalowej, niesie ze sobą wiele problemów, zwłaszcza natury technologicznej, z których za najbardziej istotny uznano opanowanie odkształceń spawalniczych.

Opanowanie odkształceń spawalniczych na określonym poziomie jakościowym (tzn. akceptowalnym poziomie technologicznej przydatności montażowej) przyczyni się znacząco do opracowania technologii wytwarzania węzła hybrydowego.

Badania eksperymentalne zrealizowane zostały w ramach projektu promotorskiego na Wydziale Techniki Morskiej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie w latach 2007-2009.

Literatura

- [1] Kujala P., Romanoff J., Tabri K., Ehlers S.: All Steel Sandwich Panels – Design Challenges for Practical Application on Ships, 9th Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures, Lubeck-Travemuende, Germany 2004.
- [2] Pyszko R.: Zastosowanie stalowych paneli typu sandwich w konstrukcjach okrętowych i oceanotechnicznych, Rozprawa doktorska, Katedra Technologii Okrętu, Systemów Jakości i Materiałoznawstwa, Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2006.
- [3] Urbański T.: Identyfikacja problemów technologicznych w oceanotechnicznych konstrukcjach innowacyjnych, Praca dyplomowa magisterska, Zakład Technologii Okrętów, Wydział Techniki Morskiej Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 2003.
- [4] Urbański T.: Metoda prognozowania odkształceń spawalniczych węzła hybrydowego na podstawie badań eksperymentalnych, Rozprawa doktorska, Zakład Konstrukcji, Mechaniki i Technologii Okrętów, Wydział Techniki Morskiej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Szczecin 2009.
- [5] www.ie-sps.com.
- [6] www.meyerwerft.de.
- [7] Jakubiec M., Lesiński K., Czajkowski H.: Technologia konstrukcji spawanych, WNT, Warszawa 1980.
- [8] Metschkow B.: Ocena wielkości odkształceń spawalniczych na podstawie obliczeniowej metody inżynierskiej, Dwudziesta sesja naukowa okrętowców, Gdańsk 2002.
- [9] Myśliwiec M.: Ciepłno-mechaniczne podstawy spawalnictwa, Wyd. 2, WNT, Warszawa 1972.
- [10] Ranatowski E.: Elementy fizyki spajania metali, Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej, Bydgoszcz 1999.
- [11] Urbański T., Graczyk T.: Application of innovative materials in waterborne transport means – identification of technological problems, International Conference on Innovative Materials and Technologies for Surface Transport (INMAT 2005), Gdańsk, Poland, 7-8 November, 2005.
- [12] Urbański T., Metschkow B. G.: The influence of welding technology on the quality of welding joints, 11th International Conference on Human Aspects of Advanced Manufacturing: Agility and Hybrid Automation (HAAMAHA 2007), Poznań, Poland, 9-12 July 2007.

Sekcja Spawalnicza

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich Oddział Warszawski

Sekcja Spawalnicza

ODCZYTY I WYCIEZKI TECHNICZNE

organizowane przez Sekcję Spawalniczą OW SIMP w czwartym kwartale 2010 roku,
dostępne dla członków SIMP, NOT oraz sympatyków spawalnictwa

Odczyty Techniczne		
Gmach Stary Technologiczny Wydziału Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej, ul. Narbutta 86, pok. nr 145, dojazd tramwajami 10, 17 i 33		
Data i godzina	Prelegent, temat odczytu	Zakres tematyczny
18.11.2010 godz. 17 ⁰⁰	Dr inż. MAREK WĘGŁOWSKI – <i>Efektywność spawania w pozycji pionowej z wykorzystaniem metody SpeedUp</i>	Badania właściwości nowoczesnych urządzeń inwertorowych. Odmiana metody MIG/MAG wykorzystywana do spawania stali niestopowych, stopowych oraz aluminium i jego stopów.
16.12.2010 godz. 17 ⁰⁰	Mgr inż. MAREK DOBROWOLSKI – <i>Z radiografią przez świat</i> (Spotkanie świąteczne)	Informacje na temat rozwoju i stosowania badań radiograficznych złączy spawanych w blisko 30 krajach świata. Własne doświadczenia prelegenta.

Wycieczki Techniczne		
Data i godzina	Nazwa instytucji, adres	Zakres zwiedzania
25.11.2010 godz. 11 ⁰⁰	Danone Sp. z o.o. ul. Redutowa 9/23, Warszawa	Linia produkcyjna przetwórstwa mleka oraz problemy związane ze spawaniem urządzeń wykorzystywanych w przemyśle mleczarskim.
09.12.2010 godz. 11 ⁰⁰	Instytut Chemii Fizycznej ul. Kasprzaka 44/52, Warszawa	Laboratorium nanotechnologii.

52. Naukowo-Techniczna Konferencja Zaawansowane Technologie Spawalnicze

W dniach 19 – 21 października 2010 r. podczas Międzynarodowych Targów Spawalniczych ExpoWELDING odbyła się zorganizowana przez Instytut Spawalnictwa w Gliwicach 52. Konferencja Naukowo-Techniczna nt. *Zaawansowane technologie spawalnicze*. Podczas konferencji wygłoszonych zostało 28 referatów w 6 sesjach referatowych oraz zaprezentowano 17 posterów podczas sesji posterowej. Konferencja miała charakter międzynarodowy. Wzięli w niej udział autorzy referatów pochodzących z Europy i Azji, w tym: Anglii, Belgii, Iranu, Japonii, Niemiec, Polski, Słowacji, Turcji i Ukrainy wywodzący się zarówno z przemysłu, jak i ośrodków naukowych.



Otwarcie 52. Naukowo-Technicznej Konferencji Spawalniczej przez prof. dr hab inż. Jana Pilarczyka



Prowadzący sesję referatów prof. dr hab. inż. Jacek Senkara i dr hab. inż. Jacek Słania



Zakończenie Konferencji prof. dr hab. Edmund Tasak i dr inż. Bogusław Czwórnyg

Wśród polskich autorów referatów i posterów dominowali pracownicy Instytutu Spawalnictwa, ale wyniki swojej pracy zaprezentowali również naukowcy z największych polskich uczelni technicznych, w tym Politechnik: Częstochowskiej, Gdańskiej, Poznańskiej, Śląskiej, Warszawskiej, Wrocławskiej oraz Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Tematyka wygłoszonych referatów dotyczyła spawania nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych i właściwości złączy, właściwości materiałów dodatkowych, techniki i technologii spawania przy zastosowaniu nowoczesnych źródeł energii, obróbki cieplnej złączy, przetwarzania obrazu, robotyzacji procesów spawalniczych oraz gazów technicznych stosowanych w procesach spajania. W referatach poruszana była również problematyka związana z regeneracją i naprawą części maszyn przy zastosowaniu metod spajania. Istotnymi zagadnieniami konferencji były również kwestie związane z kompetencjami spawalników i ergonomią pracy.



Uroczyste otwarcie Międzynarodowych Targów Spawalniczych ExpoWELDING 2010




Stoiska wystawowe na Międzynarodowych Targach Spawalniczych ExpoWELDING 2010


Tekst: Lechosław Tuz
Fot: Dariusz Olszewski


Energodiagnostyka Sp. z o.o.

ul. Czarodzieja 12
03-116 Warszawa
tel. 22 819-42-60
fax. 22 819-45-25

Laboratorium prowadzi prace badawczo-rozwojowe
w dziedzinie diagnostyki nieniszczącej

 Laboratorium badawcze II^o
nr LB - 186/27

 Uznanie Bureau Veritas
nr SMS.LAB.320/80286/A.0

 Uznanie Det Norske Veritas
nr GDA-10-1752

- badania nieniszczące metodą Magnetycznej Pamięci Metalu
- badania ultradźwiękowe
- badania magnetyczno-proszkowe
- badania penetracyjne
- badania wizualne
- badania prądami wirowymi
- repliki metalograficzne
- określenie twardości
- ekspertyzy techniczne
- doradztwo techniczne

www.energodiagnostyka.pl



KONTROLA DAWEK

w badaniach radiograficznych

TLD

Nowoczesna kontrola
dawek gamma i RTG
<http://dawki.ifj.edu.pl>



 **INSTYTUT FIZYKI JĄDROWEJ PAN**
Laboratorium Dozymetrii
Indywidualnej i Środowiskowej

ul. Radzikowskiego 152 Tel. 012 6628457, Fax: 012 6628158
31-342 Kraków e-mail: ladts@ifj.edu.pl



SPAWALNICTWO.com.pl

SERWIS BRANŻOWY

PORTAL INTERNETOWY
GIEŁDA BRANŻY SPAWALNICZEJ

- Giełda pracy
- Giełda sprzętu i usług
- Branżowy katalog firm
- Forum spawalnicze
- Aktualności
- Technologie
- Leksykon

Szukasz pracy, pracownika, sprzętu, firmy...
Oferujesz usługi lub sprzęt spawalniczy...
Odwiedź www.spawalnictwo.com.pl



tel./fax: 032 2413 793



KSIĘGARNIA WYSYŁKOWA
SPAWALNICZA.pl

DLA TYCH...
KTÓRZY SPAWAJĄ

REGULA EWR® (Electronic Welding Regulator)

– 50% korekta kosztów za gazy techniczne

W dobie ogólnoświatowego kryzysu gospodarczego poszukiwane są skuteczne sposoby ratowania przedsiębiorstw przed zwolnieniami pracowników lub bankructwem firmy. Wielu specjalistów zastanawia się, czy nie zrobić tego kosztem jakości materiałów spawalniczych. Skutecznym rozwiązaniem jest nowa technologia szwedzkiej firmy Regula Systems AB.

Automatyczny regulator gazu Regula EWR® jest innowacyjnym i opatentowanym urządzeniem pozwalającym na redukcję, nawet do 60%, gazu osłonowego w procesie spawania metodami MIG/MAG i TIG. Rozwiązanie Regula EWR® jest nowym, oryginalnym sposobem podejścia do problemu redukcji zużycia gazu, wynikającym z innowacyjnej techniki kierowania współmiernymi zaworami magnetycznymi. Za procesem kryje się zaawansowana elektronika i oprogramowanie, tworzące łącznie *inteligentny zawór gazu*.

Zawór odbiera cyfrowy sygnał ze źródła spawalniczego, a następnie za pomocą oprogramowania reguluje ilość oraz czas przepływu gazu wprost proporcjonalnie do natężenia prądu dostarczanego do spawarki. Przepływ gazu jest utrzymywany na odpowiednim poziomie, aby zapewnić jednakowe spoiny spawalnicze przy zmniejszonym zużyciu gazu.

Dotychczasowa metoda redukcji gazu

Metoda ręcznego ustawiania ciśnienia i przepływu gazu na reduktorze lub na oszczędzaczach w praktyce oznaczała, że wartości te były ustawione na stałe. Przy takim rozwiązaniu, ilość przepływającego gazu pozostawała niezmienna, niezależnie od zmian prądu stosowanego w czasie spawania. Taka sytuacja wymuszała na spawacza ustawienie stałego przepływu gazu, tak aby dawał odpowiednią osłonę nawet przy najwyższej wartości prądu. Stara metoda generuje zatem ogromne straty gazu i jego złą utylizację – to fakt, z którego mogą być zadowoleni jedynie dostawcy gazów technicznych.

Niewielkim wysiłkiem w kierunku redukcji zużycia gazu jest zastosowanie, dostępnych na rynku, oszczędzaczy gazowych, niwelujących skok ciśnienia gazu na początku procesu spawania. Tradycyjne oszczędzacze mają tylko zmniejszyć ciśnienie gazu, co powoduje w efekcie gromadzenie się gazu w węzłach. Zwolnienie elektrozaworu w urządzeniach, powoduje wyrzucenie w atmosferę, bez żadnej kontroli, nagromadzonego gazu z przepływem ok. 80 l/min przez uchwyty spawalnicze. Powstają wówczas zawirowania pomiędzy dyszą a spawanym materiałem, dochodzi do zassania powietrza atmosferycznego i – co za tym idzie – wytworzenia wadliwej spoiny oraz utraty dużej ilości gazu osłonowego.

Opatentowana metoda Regula EWR®

Metoda EWR® oznacza zupełnie nowy sposób myślenia. Z jednej strony powoduje redukcję początkowego skoku ciśnienia gazu, a z drugiej – ciągłą kontrolę i korektę przepływu ilości gazu przez dyszę aparatu spawalniczego. Z bocznika elektrycznego, umieszczonego na przewodzie masowym, aktualna wartość prądu spawalniczego natychmiast zostaje przesłana w postaci sygnału do aparatury elektronicznej EWR®, a następnie do oprogramowania kontrolującego zawór gazowy. Reakcja zaworu, oparta na opatentowanej technologii, jest natychmiastowa i odnotowywana nawet przy minimalnej zmianie wartości prądu, a podczas przerwy w spawaniu, całkowicie zamyka dopływ gazu.

Po początkowej kalibracji, urządzenie EWR reguluje się samoczynnie, dostarczając odpowiednią ilość gazu potrzebną w procesie spawalniczym. Przy użyciu EWR® zapotrzebowanie na gaz przy natężeniu prądu wynoszącym 150 A jest mniejsze niż przy natężeniu 200 A i nie ma wpływu na jakość spawania.

Zgodnie z zasadą: więcej prądu – więcej gazu, mniej prądu – mniej gazu, strumień gazu jest regulowany automatycznie podczas całego procesu spawania. Niezmiernie szybki zawór gazowy otwiera i zamyka się nawet przy bardzo krótkich przerwach w spawaniu. Spawacz, korzystając z urządzenia EWR®, może w pełni skoncentrować się na procesie spawania i być pewnym, że zużycie gazu jest zawsze zsynchronizowane z wartością prądu używanego przy spawaniu. Jest to szczególnie istotne przy spawaniu palnikiem z użyciem selektora programowego lub zdalnego sterowania.

Używając EWR® do spawania manualnego lub automatycznego, można stosować ciśnienie przepływu gazu wchodzącego 2÷6 barów i wydatek 3÷27 l/min.

Ponadto urządzenie EWR® jest tak zaprogramowane, aby zapełniać przewody gazowe w momencie przerwy w spawaniu i wykryć wszelkie nieszczelności instalacji gazowej, alarmując użytkownika zapaleniem się czerwonej diody w przypadku spadku ciśnienia gazu poniżej 1 bara.

Dzięki doskonałemu dostosowaniu ilości gazu w zależności od jego zapotrzebowania technologia EWR® niesie ze sobą: oszczędności ekonomiczne, mniej odprysków spawalniczych, wzrost wydajności jakościowej produkcji, ochronę środowiska i pracowników.

Oszczędności gazu uzyskane dzięki urządzeniu Regula EWR® są udokumentowane i poparte testami wykonanymi w warunkach produkcyjnych. Coraz więcej użytkowników jest zdania, że Regula EWR® redukuje zużycie gazu nawet o 50÷60%.

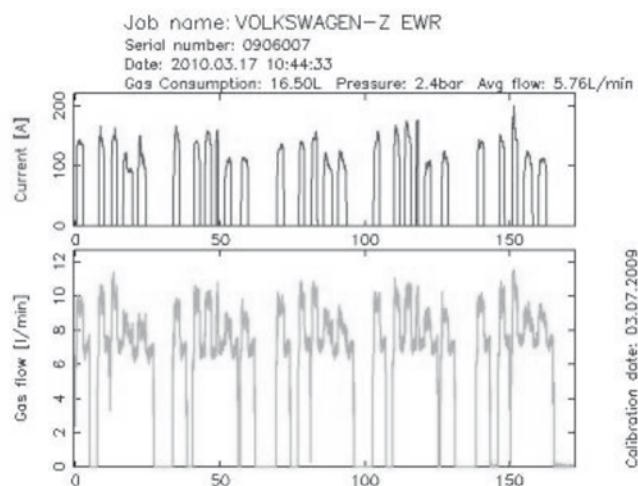
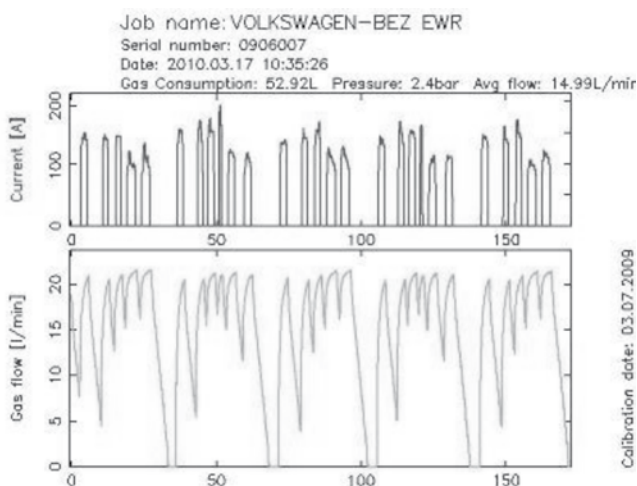
Przykłady pomiarów redukcji gazu

Wyniki pomiarów przedstawione na wykresach uzyskano na zrobotyzowanym stanowisku spawalniczym AFO181 w zakładzie Volkswagen-Poznań. Cykl produkcyjny obejmuje wykonanie pięciu spoin w podwoziu samochodu VW Caddy przy natężeniu prądu 180 A w czasie 180 s każda.

Pierwszy wykres (Bez EWR) pokazuje wyniki pomiarów przeprowadzone bez zastosowania urządzenia EWR®. Wówczas przepływ gazu maleje w trakcie procesu spawania jedynie w przerwach pomiędzy ko-

lejnymi sekwencjami. Przepływ gazu jest nastawiony na 21 l/min, a jego całkowite zużycie, do momentu uzyskania gotowego elementu, wyniosło 52,92 l.

Spawanie tego samego elementu z zamontowanym (Z EWR) urządzeniem EWR® dopasowującym się do zmiennych warunków spawania powoduje, że przepływ zmalał średnio do 5,76 l/min. Natychmiastowa reakcja zaworu regulującego przepływ gazu przy każdej sekwencji spawalniczej spowodowała, że końcowe zużycie gazu wyniosło 23,19 l, co pozwoliło na osiągnięcie całkowitej oszczędności gazu na poziomie 68,80%.



Jeżeli Twoja firma jest zainteresowana oszczędnością gazów technicznych – zadzwoń !

Przyjedziemy i wykonamy pomiar redukcji gazu

Konsultant ds. Sprzedaży, Marcin Pękała 662 186 249

www.regulasystems.pl

Baltix Sp. z o.o.; 81-321 Gdynia, ul. Podolska 12/1; tel.: +48 58 698 83 04 lub +48 58 698 83 24; fax.: +48 58 698 83 02

W następnym numerze

Jerzy Łabanowski

Eksplatacyjne uszkodzenia stali austenitycznych w urządzeniach energetycznych

Krzysztof Kudła, Kwiryn Wojsyk

Normalizowana energia liniowa a ilość ciepła wprowadzanego podczas spawania

Wojciech Jamrozik, Marek Fidali, Anna Bzymek, Anna Timofiejczuk

Ocena przydatności zastosowania fuzji obrazów wizyjnych i termowizyjnych dla potrzeb monitorowania i diagnozowania procesu spawania

Zbigniew Szefner

Sterowanie synergiczne wydatkiem gazu osłonowego

Jerzy Niagaj

Zalety spawania metodą A-TIG austenitycznych stali nierdzewnych

Benedykt Ślęzak, Marek Fidali

Zastosowanie szybkiej transformaty Fouriera (FFT) do opisu i analizy procesu spawania elektrodą otuloną



RESURS
Andrzej Radziszewski
www.resurs.pl

RESURS
to specjalistyczna firma wykonująca powłoki eksploatacyjne na częściach maszyn i urządzeń techniką natryskiwania ciepłego (metalizacji natryskowej). Firma wykonuje ekspertyzy oraz oferuje doradztwo techniczne - w oparciu o badania nieniszczące w tym ujawniamy stan naprężeń na urządzeniach metodą magnetycznej pamięci metalu (MPM.)

RESURS wykonuje ekspertyzy techniczne stanu urządzeń , wykorzystując badania nieniszczące:

Metody Magnetycznej Pamięci Metalu (MPM) - metoda ta jest wykorzystywana do badania stanu naprężeń w metalach i stopach metali. Metoda ta jest wykorzystywana do badania stanu naprężeń w metalach i stopach metali.

Ultradźwiękowe - metoda ta jest wykorzystywana do badania stanu naprężeń w metalach i stopach metali.

Penetracyjna - metoda ta jest wykorzystywana do badania stanu naprężeń w metalach i stopach metali.

Wizualna - metoda ta jest wykorzystywana do badania stanu naprężeń w metalach i stopach metali.

Replikowanie struktury - metoda ta jest wykorzystywana do badania stanu naprężeń w metalach i stopach metali.

03-116 Warszawa
ul. Czarodzieja 12 e-mail: resurs@resurs.pl tel. +48/226140570 fax +48/226140572

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich Zachodniopomorska Sekcja Spawalnicza



Zachodniopomorska Sekcja Spawalnicza SIMP oraz SLV – GSI Polska

zapraszają na seminarium:

Nowe wymagania przy wytwarzaniu spawanych konstrukcji budowlanych na rynek niemiecki i polski

Seminarium odbędzie się w dniu 17.11.2010, o godz. 10⁰⁰, w siedzibie O/SIMP w Szczecinie, ul. Sabaty 11A (boczna Unii Lubelskiej), wstęp wolny.

Na seminarium zostaną omówione wymagania związane z wprowadzeniem nowej normy EN 1090, zastępującej dotychczasowe: DIN 18.800-7 (uznanie SLV w Niemczech); PN-87/M-69009 i PN-B-06200 (uznanie IS w Polsce).

Program seminarium:

- Krajowe przepisy budowlane dotyczące konstrukcji spawanych.
- Aktualny stan norm, przepisów i aktów prawnych w zakresie stalowych konstrukcji budowlanych na rynek niemiecki.
- Wykonywanie konstrukcji spawanych w oparciu o nową normę EN 1090-2.
- Nowa norma EN 1090-1. Wymagania dla wytwórcy.

Uczestnicy seminarium otrzymają imienne zaświadczenia o uczestnictwie, wystawione przez SLV – GSI. Ze względów organizacyjnych wymagane jest zgłoszenie zamiaru uczestnictwa z podaniem: imienia, nazwiska, firmy oraz telefonu kontaktowego przesłane na adres: biuro@saperski.com.pl (tel.: 601 669 521) do dnia 12.11.2010 r.



**Spawalnictwo i Urządzenia Techniczne
dla Ochrony Środowiska Spółka z o.o.**

71-703 Szczecin, ul. Blizińskiego 12
tel. 91 8-148-148, fax 91 8-148-149
e-mail: sut@sut.com.pl www.sut.com.pl

Działająca na rynku szczecińskim od 1993 roku firma prowadzi handel i usługi w zakresie:

- urządzenia spawalnicze
- materiały spawalnicze
- wentylacja i filtrowentylacja przemysłowa
- sprzęt i wyposażenie spawacza
- doradztwo techniczne w dziedzinie opracowania technologii spawania oraz doboru materiałów spawalniczych, a także w wielu innych zagadnieniach związanych z technologiami spajania, cięcia gazowego i plazmowego, automatyzacją i robotyzacją procesów spawalniczych, maszynami CNC do cięcia krzywoliniowego
- ośrodek szkolenia i odnawiania uprawnień spawalniczych dla spawaczy certyfikowany przez towarzystwa klasyfikacyjne TÜV, PRS, GL, DNV, BV, UDT. Organizator kursów spawania i cięcia wszystkimi metodami, a także punkt testowania zdobytych wcześniej kwalifikacji spawalniczych
- specjalistyczny autoryzowany serwis urządzeń spawalniczych wielu producentów krajowych i zagranicznych: ESAB, LINCOLN ELECTRIC, KEMPPI, KJELLBERG, HYPERTHERM, HILBIG, ESS.



Caddy® Mig C160i Caddy® Mig C200i



Caddy® Mig C160i - półautomat do spawania stali węglowej, oraz do lutowania materiałów ocynkowanych. Zasilanie z sieci 230V 50Hz, masa urządzenia 11,4kg, moc pozorna 3,9kVA.

Caddy® Mig C200i - półautomat do spawania stali węglowej, wysokostopowej, aluminium i jego stopów oraz do lutowania materiałów ocynkowanych. Zasilanie z sieci 230V 50Hz, masa urządzenia 11,5kg, moc pozorna 5,2kVA.

Urządzenia wyposażone są w intuicyjną i prostą nastawę parametrów spawania, które dedykowane są praktycznie dla każdego użytkownika, przy zachowaniu najwyższej jakości wykonywanych prac spawalniczych w warsztacie oraz w terenie.

QSet - automatyczna nastawa parametrów spawania

To unikatowa i wyjątkowa w pełni automatyczna funkcja do optymalizacji parametrów spawania w zakresie stosowania dowolnej kombinacji drutu spawalniczego, gazu osłonowego oraz pozycji spawania.

W urządzeniach zastosowano blok mocy, który oparty jest na najnowszej technologii inwertorowej kompatybilnej z system PFC (Power Factor Correction), który daje 30% więcej mocy w zasilaniu łuku spawalniczego.



ESAB Sp. z o. o.

ul. Żelazna 9, 40-952 Katowice, NIP 634-00-23-457,
e-mail: info@esab.pl, www.esab.pl

Biuro Handlowe:

ul. Chorzowska 108, 40-101 Katowice,
tel. +48 32 351 11 00, fax +48 32 351 11 20

Naprawa żeliwnych elementów nośnych maszyn

Regeneration of cast iron load bearings parts of machines

Streszczenie

W artykule przedstawiono analizę przyczyn degradacji elementów nośnych maszyn oraz ocenę możliwości naprawy metodami spawalniczymi na zimno i na gorąco elementów żeliwnych. Zwrócono uwagę na warunki wykonywania napraw spawaniem oraz problemy z tym związane. Omówiono technologię naprawy metodą spawania na zimno na przykładzie pękniętego korpusu żeliwnego zniszczonego elementu nośnego gilotyny do cięcia blach. Uzyskane doświadczenia przy realizacji tej regeneracji mogą mieć praktyczne zastosowanie w pracach remontowych i naprawczych.

Abstract

This article analyzes the causes of degradation of load-bearing machines. There are examined methods of welding cast iron components for hot and cold. Attention is given to the conditions of repair welding, and problems associated with it. The article discusses technology of repair in cold welding method on example of a broken body iron carrier of a damaged item cutter for cutting sheet metal. Experience gained in the implementation of this recovery may have practical application in the renovation and repair works.

Wstęp

Wymagana trwałość obrabiarek oraz maszyn służących do obróbki plastycznej wynosi zazwyczaj 18 000-24 000 h. Po przekroczeniu tego okresu urządzenie może być poddane remontowi kapitalnemu mającemu na celu przedłużenie pracy, podczas którego wymienia się bądź regeneruje elementy podlegające zużyciu, takie jak np. prowadnice czy przekładnie oraz przeprowadza się legalizację połączeń rozłącznych. Sporadycznie przeprowadzana jest ocena stanu korpusów pod kątem obecności pęknięć, przy czym generalnie problem zmęczenia w takiej konstrukcji jest pomijany. Wynika to z faktu, że korpusy maszyn obliczane są pod kątem sztywności, a więc zapewnienia jak najmniejszych odkształceń pod wpływem obciążenia roboczego.

Pomimo ciągłego rozwoju konstrukcji obrabiarek oraz maszyn do obróbki plastycznej, obniżenie walorów użytkowych starszych urządzeń nie jest znaczące, gdyż koszt zakupu nowego urządzenia często przekracza cenę remontu i ewentualnej modernizacji starego urządzenia.

Zasadne jest zatem opracowanie metod regeneracji wytrzymałościowej i przywracanie zdolności eksploatacyjnej przez wymianę lub regenerację części i zespołów lub w systemie mieszanym [1]. Wymiana uszkodzonych części zwykle jest wykonywana w przypadku napraw nagłych, kiedy czas trwania naprawy musi zostać ograniczony do minimum. System ten jest drogi, szczególnie ze względu na konieczność wcześniejszego zakupu i magazynowania zapasu części. Regeneracja części może być tańsza, gdyż nie ma konieczności ich magazynowania, ale za to jest czasochłonna. Dodatkowo nie każda część nadaje się do regeneracji, szczególnie wówczas, gdy koszt regeneracji przewyższa koszt zakupu nowych części. Przykładem użyteczności regeneracji elementów jest zatem sytuacja, gdy cena wykonania nowego elementu lub jego zakupu jest wysoka.

Naprawy w systemie mieszanym łączą cechy obu wyżej wymienionych metod i wydają się być najbardziej rozsądną ekonomicznie metodą. Do regeneracji zniszczonych elementów maszyn można wykorzystać: metody spawalnicze, odlewnicze, nakładanie powłok, obróbkę plastyczną i mechaniczną. Metod naprawy uszkodzonych detali jest bardzo wiele, dlatego w artykule skoncentrowano się tylko na naprawie pękniętych żeliwnych odlewów korpusów maszyn.

Mgr inż. Michał Chłopek, dr inż. Jerzy Haduch
– Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie.

Analiza możliwości naprawy zniszczonych elementów maszyn

Zniszczenie korpusu w wyniku pęknięcia może nastąpić wskutek zmęczenia materiału z powodu wad materiałowych lub jako wynik przeciążenia urządzenia. Rodzaj uszkodzenia określany jest na podstawie powierzchni i charakteru przełomu [2]. Niezależnie od przyczyny powstania uszkodzenia, korpus należy dokładnie sprawdzić pod kątem obecności innych pęknięć i deformacji [3]. Wydaje się, że spawanie jest optymalną metodą łączenia pękniętych części.

Ogromna większość korpusów wykonywana jest z żeliwa lub innych stopów o dobrej lejnioci. Są to materiały sprawiające kłopoty przy próbie ich spawania [3-5]. W celu zredukowania generacji naprężeń spawalniczych zwykle konieczne jest podgrzewanie elementu przed spawaniem. Metoda ta znajduje również zastosowanie wówczas, gdy istotne jest uzyskanie szczelności naprawianych elementów, np. cylindrów. Spawanie na gorąco dużych detali jest kłopotliwa, a w pewnych przypadkach niewykonalne, np. gdy detal ma znaczne wymiary. Wówczas spawanie należałoby przeprowadzić w zamocowaniu, wykorzystując ostoję maszyny jako uchwyt spawalniczy. Warto podkreślić, że żeliwo sferoidalne po podgrzaniu i ostygnięciu zwiększa swoje wymiary, nie powracając do wymiarów sprzed podgrzania, co powoduje, że często niezbędna jest obróbka mechaniczna zespalanych elementów.

Prostszą metodą naprawy uszkodzonego korpusu żeliwnego w stosunku do spawania na gorąco jest spawanie na zimno. W tej technologii istotne jest unikanie zbyt intensywnego nagrzewania spawanych elementów. Spoinę należy układać krótkimi ściegami, kontrolując temperaturę spawanych elementów, a w przypadku, gdy temperatura naprawianego korpusu w pobliżu układanego ściegu może przekroczyć dopuszczalną wartość 80°C, należy przerwać spawanie, pozostawiając korpus do ostygnięcia do temperatury otoczenia.

W przypadku stwierdzenia pęknięć w naprawianym elemencie należy zahamować ich propagację przez nawiercanie otworów na końcach pęknięcia i jeśli to możliwe, pęknięcie należy zaspawać lub zakleić, a obszar wystąpienia pęknięcia wzmocnić nakładką. W technologii naprawy bloków silników spalinowych czasem stosuje się rozwiercanie szczeliny pęknięcia i zabijanie jej kołkami z miękkiego metalu, np. miedzi lub aluminium. Sposób ten zapewnia szczelność połączenia, ale nie przywraca właściwości wytrzymałościowych [1, 5]. Brzegi pęknięć należy ukosować i w pierwszej kolejności napawać elektrodami zapewniającymi łatwość spawania oraz mającymi dobre powinowactwo do podłoża, a następnie tak przygotowane brzegi pęknięcia wypełniać stopiwem tańszych i bardziej wydajnych elektrod [3, 5]. W trakcie układania ściegów, gdy są one gorące i plastyczne, korzystne jest ich młotkowanie. Zmniejsza to naprężenia rozciągające w spoinie, pozwalając na uniknięcie powstawania kolejnych pęknięć.

Jeżeli lico spoiny ma zostać obrabiane mechanicznie, należy do ułożenia warstwy wierzchniej zastosować elektrody miękkie. Natomiast w przypadku napraw wykonywanych przez spawanie trudno spawalnych żeliw, można na zukosowanych ściankach pęknięcia wkręcić śruby z łatwo spawalnej stali. Po zalaniu pęknięcia stopiwem śruby będą przenosić obciążenie niezależnie od tego, czy spoina jest dobrze związana z podłożem.

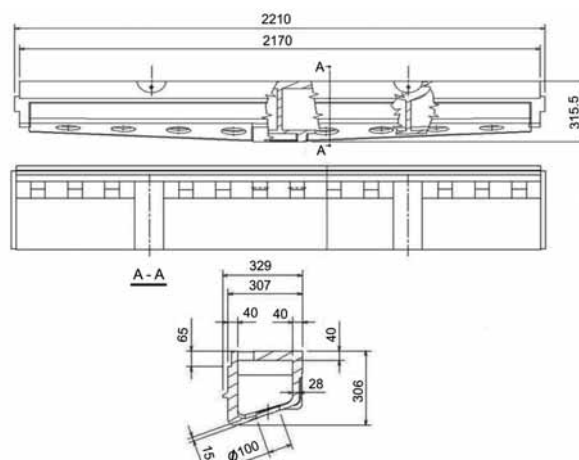
Trudności ze spawaniem żeliw spowodowały, że często rezygnuje się z litego korpusu, stosując wiele elementów łączących, przykręcanych za pomocą śrub. Nakładki przenoszą obciążenia z innych fragmentów korpusu, przy czym otwory pod śruby stanowią karb powodujący nowe pęknięcia, a sztywność połączeń śrubowych jest mniejsza niż litego korpusu, co może w konsekwencji doprowadzić do utraty geometrii w naprawianej maszynie.

W miejscu spawania mogą występować niezgodności spawalnicze. Należy zatem bardzo dokładnie sprawdzać każdy ścieg pod kątem ich występowania, pamiętając o pęknięciach mogących rozwijać się w warstwie przyspoinowej.

Jeżeli korpus w przeszłości był intensywnie obciążony, to jego wytrzymałość uległa pogorszeniu. Na skutek nieumiejętnego spawania w korpusie pojawiają się naprężenia skurczowe powodujące obniżenie jego nośności. Wówczas można się spodziewać pojawienia nowych pęknięć. Dlatego wykonywanie napraw wymaga od spawającego doświadczenia, gdyż niewłaściwie pospawane korpusy mogą pęknąć pod wpływem naprężeń własnych.

Naprawa żeliwnego korpusu

Naprawie poddano uszkodzony element korpusu gilotyny mechanicznej, o wymiarach przedstawionych na rysunku 1, wyprodukowanej w latach 70. w austriackich zakładach Hesse.



Rys. 1. Belka dolna gilotyny
Fig 1. The bottom beam of sheet metal cutter



Rys. 2. Pęknięcie na dolnej belce gilotyny

Fig. 2. Appearance of crack in the bottom beam of sheet metal cutter

Maszyna umożliwiała cięcie blach o wytrzymałości do $R_m = 600$ MPa na maksymalnej długości 2050 mm i grubości do 3 mm. Noże mocowano do ruchomej belki górnej i nieruchomej belki dolnej. Ruch belki górnej zapewniał mechanizm korbowy napędzany silnikiem o mocy 3 kW za pośrednictwem przekładni pasowej i zębatej łożyskowej w żeliwnych nogach gilotyny. Stan przekładni, sprzęgła i łożysk uznano za zadowalający.

W gilotynie przed remontem stwierdzono pęknięcie na wskroś w belce podpierającej dolny nóż (rys. 2). Pęknięcie wystąpiło w pobliżu osi symetrii belki, w miejscu osłabionym otworami technicznymi. Belka była w tym miejscu obciążona siłami cięcia, składową normalną i styczną oraz momentem starającym się obrócić cięty materiał [6]. Belka podlegała więc zginaniu i skręcaniu. W celu oceny stanu powierzchni i ewentualnej identyfikacji innych pęknięć oczyszczono korpus gilotyny z powłok lakierniczych. Nie stwierdzono wystąpienia innych wad na powierzchni pęknięcia oraz na powierzchniach odlewów. W okolicy pęknięcia nie stwierdzono także odkształcenia plastycznego. Stwierdzono natomiast zerwanie śruby łączącej nogi gilotyny wskutek pęknięcia oraz wyszczerbienia na krawędzi tnącej noża przytwierdzonego do belki w pobliżu wystąpienia pęknięcia.

Naprawa belki nośnej

Spawanie żeliwa jest bardzo trudne, ponieważ wysoka temperatura podczas spawania sprzyja intensywnemu wypalaniu grafitu, powodując obniżenie wytrzymałości materiału rodzimego w strefie przyspoinowej oraz zwiększenie podatności na pęknięcia. Dodatkowo podczas spawania na zimno może wystąpić podhartowanie strefy przejściowej (SP) i strefy wpływu ciepła (SWC) sprzyjające powstaniu pęknięć. Istotą problemu są naprężenia wewnętrzne powstające w wyniku używania spoiwa nieżeliwnego, o innej niż żeliwo rozszerzalności cieplnej. Niskie przewodnictwo ciepłe żeliwa sprzyja generacji naprężeń cieplnych w wyniku nierównomiernego rozszerzania i skurczu materiału. Trudnością w naprawianiu metodami spawalniczymi



Rys. 3. Przygotowanie do spawania belki dolnej zamocowanej na gilotynie

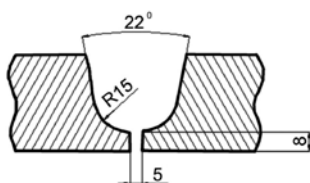
Fig. 3. Preparation of mounted in the cutter bottom beam for welding

elementów żeliwnych jest konieczność prowadzenia spawania w pozycji podolnej.

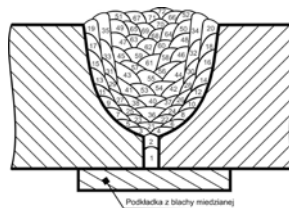
Dla poprawnego spawania belki należało prowadzić proces spawania tak, aby uniknąć nagrzania materiału. Dostarczenie do łączonych części zbyt dużej ilości ciepła wiązałoby się z dużymi naprężeniami, a szybkie chłodzenie niemal na pewno byłoby przyczyną pęknięć zarówno spoiny, jak i żeliwa. Natomiast pęknięcia mogą się uwidocznic zarówno tuż po spawaniu, jak i po pewnym czasie. W niektórych przypadkach spoiny łączące element naprawiany, z pozoru poprawne, pękają dopiero pod obciążeniem roboczym.

Uszkodzoną belkę należało połączyć w miejscu pęknięcia oraz wzmocnić. Połączenie to oraz nakładki wzmocniające zespawano na zimno, używając elektrod otulonych. Uznano, że zastosowanie połączeń śrubowych jest zbyt ryzykowne, gdyż może dojść do zmiany geometrii belki, a w efekcie zmiany układu sił przy cięciu materiału i w konsekwencji zniszczenia urządzenia, przy czym stosowanie nakładek może powodować przeszywnienie belki, co w przyszłości również może być przyczyną awarii. Wymiary belki, brak nadatków na obróbkę, niebezpieczeństwo utraty geometrii belki w następstwie wymontowania jej z gilotyny w celu przeprowadzenia spawania spowodowały, że zdecydowano się na zespawanie belki zamocowanej w gilotynie (rys. 3). Należało więc zabezpieczyć części belki przed spawaniem i dokładnie ustawić względem siebie. Jako szablon montażowy posłużyła belka górna, względem której ustawiano elementy. Ze względu na przyjętą metodę naprawy, przed spawaniem nie można było podgrzać elementów.

Korpus belki jest przekrojem zamkniętym z otworami technologicznymi do wybijania masy formierskiej po spodniej stronie, na wierzchu zaś mieszczą się prostokątne otwory umożliwiające swobodny dostęp do śrub mocujących nóż. Otwory umożliwiały tylko ograniczony dostęp do pęknięcia od wewnątrz. Ścianki korpusu miały w miejscu pęknięcia grubość od 15 do 40 mm. Przed spawaniem brzegi pęknięcia na wierzchu belki oraz od frontu gilotyny ukosowano na U (rys. 4). Od wewnętrznej strony, tj. od strony grani spoiny założono podkładki spawalnicze w postaci płaskowników mosiężnych o grubości 3 mm. Do połączenia belki



Rys. 4. Sposób przygotowania rowka do spawania
Fig. 4. Preparation of the groove for welding



Rys. 6. Schemat wypełniania rowka spawalniczego ściegami
Fig. 6. Scope of the groove filling by bead runs

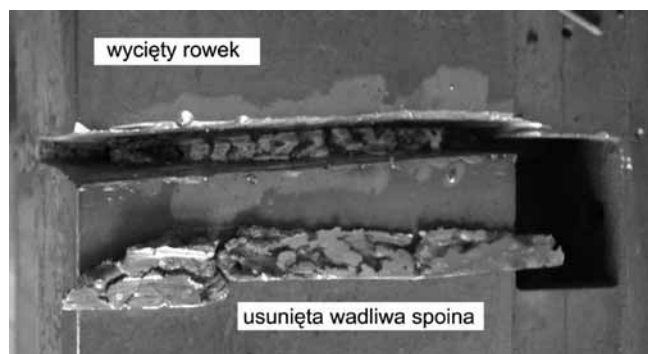
wybrano metodę spawania na zimno, elektrodami otulonymi. Spośród elektrod dostępnych na rynku, najlepsze efekty uzyskano spawając elektrodami żelazo-niklowymi EŻFeNi oraz niklowo-miedziowymi EŻM o parametrach przedstawionych w tabelicy I.

Elektrody te pozwalają na uzyskanie relatywnie miękkiej spoiny o strukturze austenitycznej, zmniejszającej ryzyko powstania pęknięć.

Pierwsze, próbne ściegi w pozycji podolnej położono elektrodą EŻFeNi. Ponieważ materiał rodzimy nie był nagrzewany, na powierzchni lica spoiny oraz na granicy z materiałem rodzimym wystąpiły pęknięcia.

Tablica I. Elektrody do spawania żeliwa produkcji ESAB-BAILDON
Table I. Electrodes made by ESAB-BAILDON for iron cast welding

Sposób spawania	na zimno	
Oznaczenie elektrody	EŻM	EŻFeNi
Barwa rozpoznawcza	pomarańczowa	zielona
Klasa wg ZN-86/0671-17 AWS a5.15 DIN 8573	E NiCu E Nicuj E NiCu-BG34	E NiFe E NiFe-Cl E NiFe-1-BG 34
Skład chemiczny stopiwa ok.	65% Ni, 30% Cu	55% Ni, reszta Fe
Orientacyjne właściwości mechaniczne R _{p0,2} , N/mm ² R _m , N/mm ² A ₅ , % HB	> 300 > 450 > 10 160-200	> 300 > 450 > 10 ok. 200
Rodzaj prądu spawania i biegunowość	DC (+ / -) do elektrody, AC (U _o > 70 V)	



Rys. 5. Niezgodności spawalnicze w ściegach ułożonych elektrodami EŻFeNi

Fig. 5. Appearance of welding defects in the EŻFeNi electrodes bead runs

W procesie usuwania wad i wycinania spoin ujawniły się inne niezgodności spawalnicze, takie jak pęcherze gazowe i żuźle (rys. 5).

Próby spawania elektrodami EŻM pozwoliły na uzyskanie zbliżonych rezultatów jak w przypadku elektrod EŻFeNi. Także wstępne próby spawania w pozycji pionowej na powierzchniach czołowych belki nie dawały zadowalających rezultatów, gdyż w spoinie występowały niezgodności spawalnicze.

Położenie ściegów wypełniających elektrodami innymi niż przeznaczone do żeliwa dawało również złe rezultaty. Pęknięcia opóźnione uwiadczały się zwykle po kilkudziesięciu godzinach od zakończenia spawania.

Po ponownym ukosowaniu brzegów, nowe ściegi kładziono na długości do 40 mm i bardzo dokładnie oczyszczano z żuźla, usuwając szlifierką ewentualne wady spawalnicze.

Sposób wypełniania rowka kolejnymi ściegami w przekrojach o grubości 40 mm przedstawiono na rysunku 6. Technologię naprawy spawaniem przedstawiono w tabelicy II. Ściegi (poz. 1, tabl. II) położono na belce posadowionej jeszcze na gilotynie. Poprawne położenie ściegów przetopowych 1 i 2 elektrodą EŻFeNi było trudne ze względu na ograniczony dostęp do spoiny od wnętrza belki i brak możliwości rozcięcia grani spoiny.

Kolejne warstwy napoiny 3-35 układano na przemian na ukosowanych brzegach. Pozostałe ściegi wypełniające układano zwykle elektrodami EŻM. Trudności w spawaniu w pozycjach innych niż podolna spowodowały, że po zdemontowaniu belki z gilotyny niektóre fragmenty spoiny musiały zostać wykonane ponownie. Podczas spawania starano się, aby temperatura nie była wyższa niż 80°C, bowiem wyższe temperatury materiału w rejonie spawania mogły spowodować znaczne odkształcenia. Aby nie dopuścić do przekroczenia założonej temperatury, spawanie przerywano, a strefę spawania izolowano termicznie, w celu zapewnienia powolnego studzenia belki, redukując w ten sposób ewentualne naprężenia.

Najlepsze rezultaty uzyskiwano, gdy po wstępnym napawaniu brzegów jednym z typów elektrod i wygładzeniu lica brzegów szlifierką, kładziono ściegi wypełniające. Do napawania brzegów stosowano elektrody EŻFeNi. Ściegi wypełniające układano elektrodami EŻM. Technologię naprawy spawaniem pękniętej belki zamieszczono w tabelicy II. Belkę, już częściowo pospawaną, zdemontowano z uchwytu, którym była gilotyna i ułożono na stanowisku spawalniczym. Belkę

Tablica II. Parametry technologiczne procesu spawania na zimno stosowane podczas naprawy pękniętej belki gilotynej
Table II. Technological parameters of cold welding in the cutter broken beam used in renovation process

Nr	Rodzaj i grubość spoiny	Liczba ściegów	Długość spoiny, mm	Technika układania ściegów ¹	Położenie belki podczas spawania ²	Natężenie prądu spawania	Rodzaj elektrody	Średnica elektrody, mm	Temperatura, °C	Uwagi
1	40 U	38	200	skokowo-spiralnie	belka zamontowana na gilotynie	80-100 A	EŻM, EŻFeNi	5	40-70	
2	40 U	32	200	jw.	belka zamontowana na gilotynie, wymontowana, położona na boku B					
3	40 U	42	306	jw.	jw.					
4	15 U	17	100	jw.	belka zdemontowana, położona na boku A					
5	12 ▽	14	200	skokowo-równolegle	belka zdemontowana, położona na boku B					
6	10 ▽	9	140	jw.	jw.					
7	12 ▽	9	280	jw.	jw.					
8	12 ▽	12	200	jw.	jw.					
9	12 ▽	11	270	jw.	belka zdemontowana, położona na boku A i C					
10	12 ▽	13	320	jw.	belka zdemontowana, położona na boku A					
11	5 ▽	6	270	jw.	belka zdemontowana, położona na boku A i C					
12	10 ▽	10	30	schodkowo-równolegle	belka zdemontowana, położona na boku A					
13	8 ▽	9	160	skokowo-równolegle	jw.					
14	8 ▽	10	160	jw.	jw.					
15	12 ▽	7	90	schodkowo-równolegle	jw.	120 A	EB 146	6	150-170	spawano inną elektrodą, gdyż łączono części stalowe

¹ Wszystkie ściegi, z wyjątkiem spoin 12 i 15, dokładnie przekuwano i szlifowano przed ułożeniem kolejnej warstwy spoiny.

² Umowne oznaczenia płaszczyzn bocznych belki znajdują się na rysunku 2.

obracano w celu ułożenia ściegów na powierzchniach bocznych oraz od spodu w pozycji podolnej (rys. 7).

W przypadku wystąpienia niezgodności, spoiny na tych powierzchniach były poprawiane lub wykonywane od nowa. W celu zwiększenia sztywności połączenia w miejscu spawania zastosowano wzmocnienie z blach S235JR o grubości 20 mm, które umieszczono wewnątrz belki. Na rysunku 8 zaznaczono wkładki z blachy (A) oraz lico spoiny łączącej pęknięte części belki (B). Blachy spawano do żeliwa elektrodami EŻM i EŻFeNi.

W celu ułatwienia prac spawalniczych wzmocnienia przykręcono do korpusu wkrętami M16 z łbem stożkowym. Ze względu na ograniczony dostęp nie była możliwa dokładna kontrola jakości wykonanej spoiny.



Rys. 7. Spawanie belki zamocowanej w urządzeniu w pozycji podolnej

Fig. 7. The mounted in cutter beam welding in gravity position



Rys. 8. Dodatkowe wzmocnienia wspawane wewnątrz belki

Fig. 8 Additional strengthening parts welded inside the beam

Po zespawaniu belkę zamontowano na gilotynie. Pomimo starań, podczas spawania połówki belki przemieściły się względem siebie. W płaszczyźnie poziomej krótszy fragment belki ugiął się o $0,8^\circ$, a w osi belki części uległy skręceniu względem siebie o ok. $1,2^\circ$. Przemieszczenia kątowe na tak ważnym dla poprawnej pracy gilotyny gnieździe noża zniwelowano podczas montażu za pomocą podkładek z taśmy aluminiowej.

Podsumowanie

Spawanie żeliwa elektrodą otuloną na zimno wymaga szczególnych umiejętności i staranności spawającego. Niezmiernie ważne jest, aby nie nagrzać spawanego materiału. Istotne również jest dokładne młotkowanie spoiny. Należy bardzo uważnie dobierać elektrody. Jest to proces czasochłonny, wymagający wielu roboczogodzin dla uzyskania oczekiwanych rezultatów.

Prawidłowe ustawienie elementów do spawania ma bardzo duże znaczenie. Niewątpliwie spawanie belki byłoby łatwiejsze, gdyby była możliwość osadzenia jej w przyrządzie spawalniczym. Ewentualne przemieszczenia elementów po spawaniu dobrze

jest usunąć – gdy są odpowiednie naddatki – za pomocą obróbki mechanicznej. Ułatwi to montaż i późniejszą obsługę urządzenia.

Wyremontowana gilotyna po naprawie, przedstawiona na rysunku 9, pracuje bezawaryjnie od 2007 roku. Po remoncie na gilotynie cięte są blachy o grubości do 3 mm. Na powierzchni belki oraz w obszarze spoiny nie pokazały się nowe pęknięcia. Brak awarii w pracy gilotyny wskazuje, że naprawa przeprowadzona została w sposób poprawny.

Na podstawie przeprowadzonej naprawy elementu żeliwnego można przyjąć następujące zalecenia:

- Elektrody do spawania należy dobierać starannie i suszyć przed spawaniem w temperaturze $120 \pm 150^\circ\text{C}$ przez $1,5 \pm 2$ h.
- Przed rozpoczęciem naprawy wskazane jest wykonanie prób spawalności.
- Istotne jest zamocowanie elementów przed spawaniem w sposób zapewniający możliwie duży dostęp do miejsca układania spoin.
- W czasie spawania należy kontrolować temperaturę, by łączone części w pobliżu spoiny nie nagrzewały się powyżej 80°C . W przypadku wzrostu temperatury powyżej tej wartości proces spawania należy przerwać do momentu ostudzenia elementów do temperatury otoczenia.
- Układanie ściągów należy prowadzić odcinkami o maksymalnej długości do 40 mm.
- Podczas spawania należy na bieżąco kontrolować spoinę metodą wizualną.



Rys. 9. Gilotyna po naprawie i odnowieniu

Fig. 9. The sweet metal cutter after reparation and renovation

Literatura

- [1] Grzegórski Z.: Eksploatacja i naprawa maszyn i urządzeń. W SiP, Warszawa 1984.
- [2] Kocańda S.: Zmęczeniowe pękanie metali. WNT, Warszawa 1985.
- [3] Kou S.: Welding Metallurgy. Hoboken. John Wiley & Sons, 2003.
- [4] Butnicki S.: Spawalność i kruchość stali. WNT, Warszawa 1975.
- [5] Mistur L.: Technologia spajania i cięcia żeliwa. WNT: Warszawa 1972.
- [6] Kołakowski J.: Maszyny do obróbki plastycznej na zimno (nożyce i prasy mechaniczne). Politechnika Częstochowska, Częstochowa 1973.
- [7] Praca zbiorowa pod red. J. Pilarczyka: Poradnik Inżyniera – Spawalnictwo T. 1. WNT, Warszawa 2003.

Spawanie domu i dla domu (z teki Jacka Lassocińskiego)

Welding of houses and for houses (from Jacek Lassociński's portfolio)

Streszczenie

W artykule przedstawiono zastosowanie spawania do produkcji różnego rodzaju wyrobów wyposażenia domów i biur oraz w budownictwie, przy wykonywaniu okien, zadaszeń, czy też całych domów. Prezentowane wyroby i konstrukcje realizowane były na początku XX wieku w Polsce i krajach europejskich.

Abstract

The use of welding for production of different types of house and office furniture as well as in building for windows, roofs and whole houses is presented. In the article presented goods and constructions were produced in the beginning of 20th century in Poland and in the European countries.

Wstęp

Rozwój przemysłu hutniczego na początku XX wieku spowodował rozszerzenie asortymentu produktów metalowych wykorzystywanych w codziennym życiu. Nastąpiła moda na przedmioty artystyczne, meble, okna, drzwi, daszki, czy też całe budynki wykonane z metalu. Łączenie elementów tych wyrobów realizowane było przez skręcanie lub nitowanie, jednak wraz z rozwojem technik spawania obserwowano wzrost zainteresowania tym sposobem wykonywania połączeń.

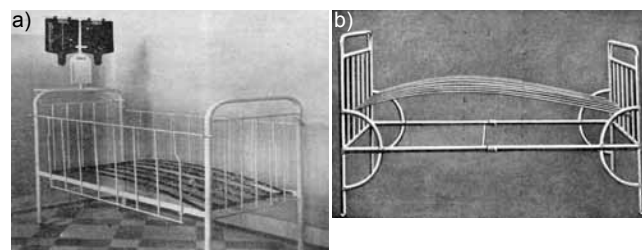
W latach dwudziestych XX wieku umeblowanie więzień, szkół, szpitali, urzędów itp. składało się przeważnie z mebli metalowych, które były tańsze, mocniejsze, lżejsze i lepiej odpowiadały wymaganiom higieny niż drewniane [1].

Meble metalowe wykonywano z profili stalowych, rur i blach łączonych metodą spawania płomieniem acetylenowo-tlenowym umożliwiającym w sposób tani i prosty, z możliwie małą ilością dodatkowych części, wykonywanie trwałych połączeń [2].

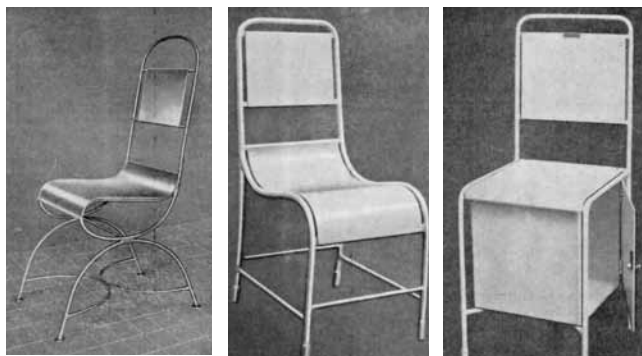
W przypadku, gdy realizowano seryjną produkcję mebli, dla unieruchomienia części spawanych i zmniejszenia odkształceń podczas spawania, stosowano specjalne urządzenia i uchwyty, dzięki którym, przy niewielkich nakładach finansowych, można było zwiększyć szybkość spawania oraz ułatwić wykonywanie robót spawalniczych.

W 1926 roku zużycie stali do wyrobu mebli w Stanach Zjednoczonych wynosiło ok. 600 000 ton, w Niemczech 10 000 ton, a w Polsce było znacznie mniejsze, przy czym obserwowano stały wzrost ilości oraz asortymentu produkowanych wyrobów [1].

Z metalu wykonywano głównie łóżka (rys. 1), krzesła (rys. 2) i ławki (rys. 3), stoły i stoliki (rys. 4, 5) oraz szafy (rys. 6).

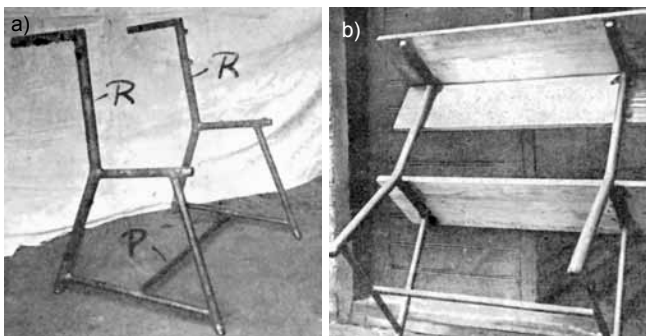


Rys. 1. Łóżko spawane: a) dla dziecka, b) dla osoby dorosłej [2, 4]
Fig. 1. Welded bed: a) for a child, b) for an adult [2, 4]



Rys. 2. Krzesła z rur spawanych [2, 4]
Fig. 2. The pipe welded chairs [2, 4]

Dr inż. Anna Pocica – Politechnika Opolska.



Rys. 3. Ławki szkolne: a) szkielec z rur spawanych, b) gotowa ławka [5]
Fig. 3. Desks: a) pipe welded framework, b) ready for use desk [5]

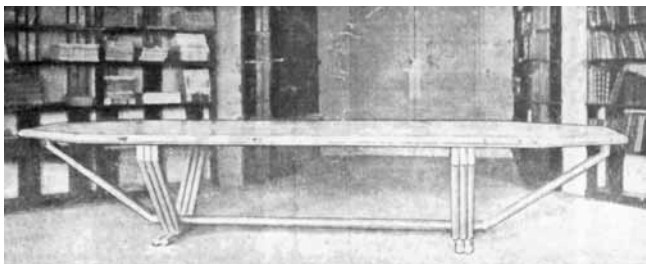
Łóżka przedstawione na rysunku 1 stanowiły wyposażenie szpitali. Łóżko dla osoby dorosłej ważyło 50 kg, a dzieciinne 40 kg i wykonywane było w niecałe 3 godziny z prętów okrągłych o średnicy 10 mm łączonych sześćdziesięcioma spoinami.

Krzesła spawane (rys. 2) o różnych kształtach i wymiarach wykonywano całkowicie z rur spawanych z innymi elementami metalowymi.

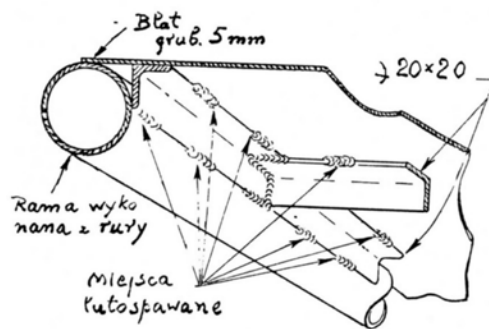
Czasami łączono konstrukcję z rur spawanych z elementami drewnianymi. Takie rozwiązanie zastosowano w Warszawskiej Szkole Spawania do wykonania ławek szkolnych [5]. Ławki zaprojektowano w ten sposób, że do spawanego szkieletu (rys. 3a) składającego się z dwóch pionowych elementów *R*, łączonych poprzeczką *P*, mocowano, za pomocą śrub, trzy deski sosnowe, tworzące siedzenie, oparcie i pulpit (rys. 3b).

Konstrukcja stołu, przedstawionego na rysunku 4, o długości ponad 4 m, mogącego swobodnie pomieścić 18 osób, była bardziej skomplikowana. Stół wykonano z rur i blach spawanych. Kolanowe zagięcia rur tworzących nogi stołu uzyskiwano przez spawanie acetylenowo-tlenowe ukosowanych elementów, a następnie nogi, tą samą techniką spawania, mocowano do górnej ramy. Do połączenia blachy tworzącej blat stołu z lekką ramą z kątownika stosowano lutowanie palnikiem acetylenowym. Całość konstrukcji była spawana od zewnątrz do ramy stołu, ale nie na całym obwodzie, lecz szeregiem krótkich spoin (rys. 5). Stół był stosunkowo lekki (110 kg) i wykonywany niewielkim kosztem, ponieważ wymagał tylko 30 godzin pracy jednego robotnika.

Niewielki był również koszt wykonania metalowych szaf spawanych. Szafa ubraniowa przedstawiona na rysunku 6a składa się z blach duraluminiowych obciągniętych na szkielecie z profilowanej stali niskowęglowej,



Rys. 4. Stół spawany [3]
Fig. 4. The welded table [3]



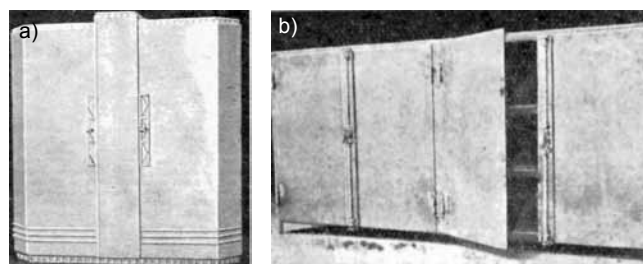
Rys. 5. Sposób łączenia blatu stołu z ramą z rur [3]
Fig. 5. The table top and pipe framework welding instruction [3]

łączonym przez spawanie [3]. Jedynie do mocowania elementów ozdobnych zastosowano śruby.

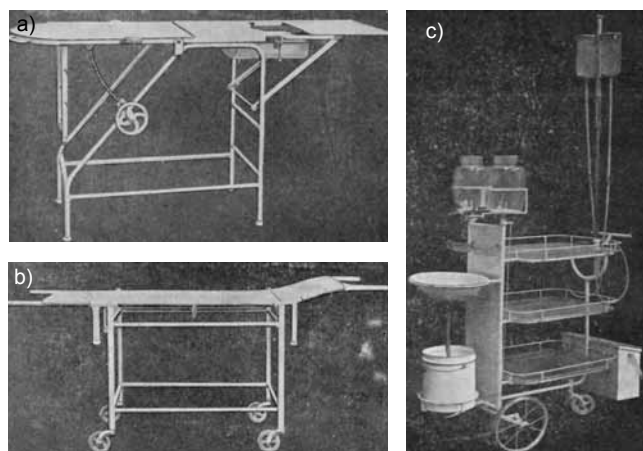
Szafa warsztatowa (rys. 6b) była całkowicie spawana. Szkielec wykonywano z kątowników spawanych gazowo, a następnie metodą spawania elektrycznego mocowano blachy ścian. Zawiasy i urządzenia zamykające lutowano do blach palnikiem, co nie wpływało na powstawanie odkształceń materiałów.

Spawanie wykorzystywano również do wytwarzania mebli specjalistycznych, np. noszy szpitalnych (rys. 7a), stołów operacyjnych (rys. 7b), czy kombinacji stołu z umywalką (rys. 7c).

Palnik acetylenowo-tlenowy stosowano do wytwarzania wyrobów artystycznych. Spawanie pozwalało na niezauważalne łączenie elementów, umożliwiając uzyskiwanie przedmiotów o bardzo skomplikowanych kształtach (rys. 8÷11) [6].



Rys. 6. Szafy spawane: a) ubraniowa, b) warsztatowa [3]
Fig. 6. a) Welded wardrobe, b) welded cupboard for workshop [3]



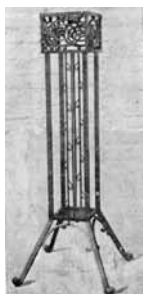
Rys. 7. Meble specjalistyczne: a) nosze szpitalne, b) stół operacyjny, c) stół z umywalką [2]
Fig. 7. a) The hospital stretcher, b) the operating table, c) the table with wash-basin [2]



Rys. 8. Żyrandol [6]
Fig. 8. The chandelier [6]



Rys. 9. Ornamentacja okna [6]
Fig. 9. The window ornamentation [6]



Rys. 10. Żardinierka [6]
Fig. 10. The flower-stand

Żyrandol, przedstawiony na rysunku 8, a także górną i dolną część okna z rysunku 9 wykonano w Szkole Przemysłu Artystycznego w Padwie. Wykonywano je z cienkiej blachy, rur oraz profili stalowych łączonych ze sobą poprzez spawanie. Całość konstrukcji charakteryzowała się lekkością, przy odpowiedniej trwałości i jakości wykonania.

Żardinierka przedstawiona na rysunku 10 została wykonana w zakładzie Corrio w Brukseli, a waza z rysunku 11 w zakładzie Albian w Algierze. Za pomocą palnika do górnej części wazy mocowano uchwyty, jak również wykonano całkowity montaż przedmiotu. Pozwoliło to na skrócenie czasu produkcji oraz obniżenie kosztów wytwarzania.

Właśnie oszczędność czasu i kosztów były przyczyną rozpowszechnienia się w Anglii i Niemczech nowej gałęzi budownictwa wykonującego metalowe domy (rys. 12) [2].

Wbrew obawom, domy te dobrze chroniły przed chłodem w zimie i przed ciepłem w lecie dzięki zastosowaniu podwójnych ścian. Nie wchodząc w szczegóły konstrukcji, warto podkreślić, że domy te były przygotowywane w fabryce, a następnie montowane w ciągu



Rys. 12. Dom wykonany ze stali [2]
Fig. 12. House made by steel [2]



Rys. 11. Waza z brązu [6]
Fig. 11. The bronze vase [6]



Rys. 13. Elementy ram i okien z cienkiej blachy przeznaczone do spawania [8]
Fig. 13. Thin metal parts of window and window for welding [8]

2-3 tygodni na placu budowy. Zastosowanie spawania do łączenia konstrukcji ułatwiło pracę, zapewniając jednocześnie szczelność połączeń.

Spawanie w budownictwie stosowano przede wszystkim do wykonywania mniejszych elementów, tj. drzwi, okien, czy daszków [7, 8].

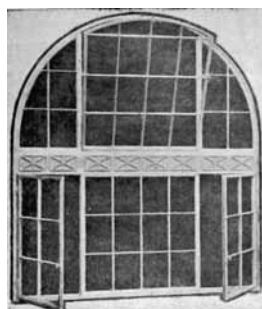
Budowa okien polegała na łączeniu cienkich kształtowników stalowych za pomocą spawania (rys. 13). Odkształcenia, jakie powstawały w wyniku procesu, łatwo można było usunąć przez lokalne nagrzewanie lub zastosowanie specjalnych uchwytów.

Metodę tę można stosować zarówno do okien prostych, jak i bardziej skomplikowanych, podwójnie oszklonych z otwieraniem górnej części (rys. 14) [8].

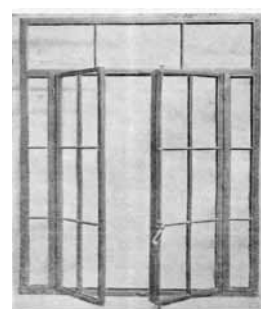
Zabezpieczenie konstrukcji przed korozją realizowano również metodą spawalniczą, przy użyciu płomienia acetylenowo-tlenowego, przez pokrycie powierzchni aluminium [8].

Do wyrobów spawanych galanterijnych można zaliczyć zadaszenia umieszczone nad wejściem frontowym i nad wejściem kuchennym, wykonane przez fabrykę Tow. Akc. „Perun” w willi na Saskiej Kępie w Warszawie [7]. Do wykonania połączeń spawanych daszku większego, trójspadowego, o długości 3480 mm i wysięgu 900 mm zużyto 5 m³ tlenu, 29 kg karbidu i 2 kg drutu. Mniejszy daszek został wykonany w podobny sposób, a zużycie produktów było o ok. 50% mniejsze.

W artykule przedstawiono jedynie kilka wybranych elementów wytwarzanych metodą spawania. Zastosowanie palnika spawalniczego umożliwiło osiągnięcie oszczędności czasu i materiału, ułatwiając pracę i zwiększając szybkość jej wykonania.



Rys. 14. Okna spawane [8]
Fig. 14. The welded windows [8]



Literatura

- [1] Spawanie i rozwój przemysłu hutniczego. Spawanie i Cięcie Metali, nr 8/1929, 128-130.
- [2] Meble spawane. Spawanie i Cięcie Metali, nr 6/1928.
- [3] Wytwarzanie mebli metalowych z pomocą spawania. Spawanie i Cięcie Metali, nr 2/1934, 23-25.
- [4] Meble spawane. Spawanie i Cięcie Metali, nr 1/1928, 13-16.
- [5] Szupp B.: Spawane ławki szkolne. Spawanie i Cięcie Metali, nr 12/1938, 241-243.
- [6] Zastosowanie spawania w żelaznym przemyśle artystycznym. Spawanie i Cięcie Metali, nr 5/1928, 15-16.
- [7] Daszki spawane. Spawanie i Cięcie Metali, nr 20/1931.
- [8] Zastosowanie spawania w budownictwie. Spawanie i Cięcie Metali, nr 2/1928, 18-19.

Zebranie Zarządu Głównego Sekcji Spawalniczej SIMP

19 października 2010 r. podczas Międzynarodowych Targów Spawalniczych ExpoWelding w Sosnowcu odbyło się zebranie ZG Sekcji Spawalniczej SIMP z następującym porządkiem obrad:

1. Wstępne podsumowanie działalności Sekcji w 2010 roku.
2. Przygotowania do 53. Krajowej Konferencji Spawalniczej w Poznaniu.
3. Informacja o nowych Oddziałach Sekcji.
4. Omówienie przebiegu obrad i uchwał podjętych podczas XXXII Walnego Zjazdu delegatów SIMP.
5. Sprawy bieżące i wolne wnioski.

W obradach, oprócz Zarządu, uczestniczyli przedstawiciele: Przeglądu Spawalnictwa – redaktor naczelny prof. Jerzy Nowacki, Biuletynu Instytutu Spawalnictwa – mgr inż. Alojzy Kajzerek oraz Prezes Polskiego Towarzystwa Spawalniczego – dr inż. Janusz Adamiec.

Zebrani uczcili minutą ciszy osoby zmarłych profesorów: Romana Kensika i Stanisława Piwowara, w przeszłości Przewodniczących Sekcji Spawalniczej, wybitnych spawalników – specjalistów w dziedzinach: urządzeń spawalniczych i technologii spajania. Następnie Prezes Jan Plewniak omówił tegoroczny dorobek Sekcji, na który złożyły się m.in. konferencje: XVI w Międzyzdrojach, 3. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna we Wrocławiu, XIV Spotkanie Spawalników Wybrzeża w Gdańsku, a także IX Szczecińskie Seminarium Spawalnicze w Szczecinie.

W czasie zebrania Prezes Poznańskiej Sekcji Mirosław Nowak przedstawił założenia organizacyjne i stan przygotowań do 53. Konferencji Spawalniczej w Poznaniu. Organizacji konferencji podjęli się: Poznańska Sekcja Spawalnicza SIMP, Rywal RHC, Technika Spawalnicza – Poznań oraz – co wyniknęło w trakcie zebrania – Urząd Dozoru Technicznego. Konferencja odbędzie się w dniach 12–14 października 2011 r. w Ośrodku „Delicjusz” pod Poznaniem. Planowany program obejmuje m.in. wizyty w Zakładach im. Hipolita Cegielskiego oraz na nowym, przygotowanym na EURO 2012 stadionie poznańskim (ocena konstrukcji trybun i zadaszenia oraz zapoznanie się z techniką montażu). Honorowe przewodnictwo naukowe objął prof. Jan Pilarczyk. Tytuł konferencji brzmi „Kierunki w rozwoju spajania i cięcia metali”. Referaty zostaną opublikowane w miesięczniku Przegląd Spawalnictwa.

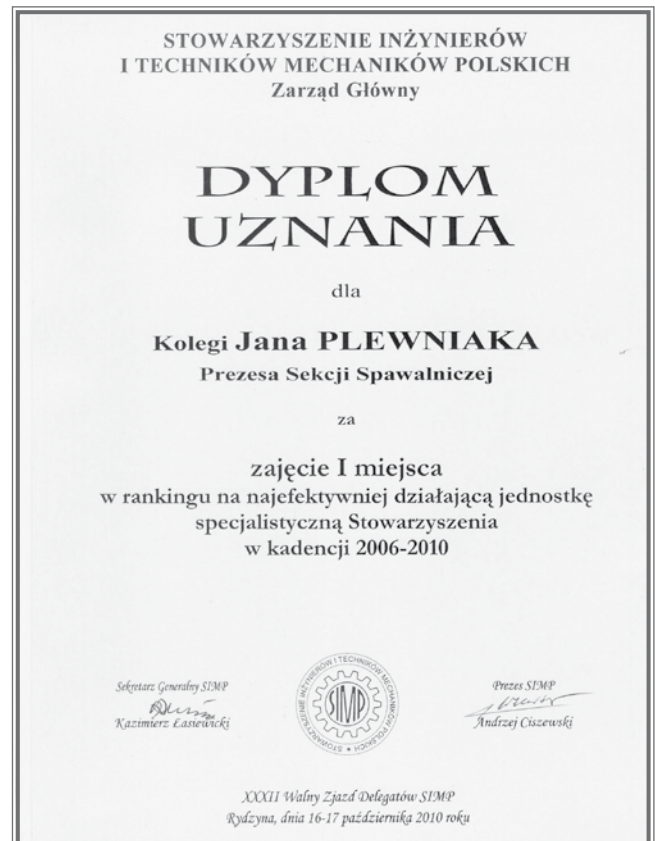
Inne konferencje planowane w 2011 roku, sygnowane przez Sekcję Spawalniczą, to:

- XVII Konferencja w Międzyzdrojach organizowana przez Zachodniopomorską Sekcję Spawalniczą w dniach 31.05–02.06. 2011 r.
- Monotematyczna konferencja poświęcona napawaniu, organizowana we Wrocławiu przez Dolnośląską Sekcję Spawalniczą ok. 20 września 2011 r.

- XV Spotkanie Spawalników Wybrzeża w Gdańsku i X w Szczecinie (początek września 2011 r.)

W dalszej części obrad Jan Plewniak poinformował o powstaniu dwóch nowych Oddziałów: w Gorzowie Wielkopolskim i Zielonej Górze (Lubuska Sekcja Spawalnicza) oraz w Kielcach (Świętokrzyska Sekcja Spawalnicza). Obecnie trwają prace organizacyjne. Zebrani w głosowaniu jawnym uchwalili powstanie Oddziałów oraz powiększenie Zarządu o dwie osoby – prezesów nowo powstałych Oddziałów.

W kolejnym punkcie zebrania Prezes Sekcji zreferował przebieg XXXII Zjazdu SIMP oraz omówił podjęte przez delegatów uchwały zjazdowe, a także zmiany w statucie SIMP. Poinformował także o rankingu na najefektywniej działającą jednostkę specjalistyczną Stowarzyszenia w kadencji 2006–2010. Spośród działających 21 jednostek najwyższą ocenioną została Sekcja Spawalnicza. Omówiono również kwestie dotyczące szerszej promocji spawalników polskich.



Dyplom za zajęcie I miejsca w rankingu na najefektywniej działającą jednostkę Sekcji

Jan Plewniak, Kwiryn Wojsyk

3. Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Techniczna Postęp w technologiach lutowania



Przewodniczący Komitetu Naukowego Konferencji prof. W. Włosiński podczas mowy powitalnej, od lewej prof. Z. Mirski, prof. W. Kollek, dr T. Boratyński, prof. E. Rusiński, rektor PWr prof. T. Więckowski, prof. A. Ambroziak

Już po raz trzeci, i jak zapewniają organizatorzy na pewno nie ostatni, odbyła się we Wrocławiu Międzynarodowa Konferencja Lutownicza pod hasłem *Postęp w technologiach lutowania*. W tym roku mury Politechniki Wrocławskiej gościły ok. 120 gości z kraju i zagranicy, będących wybitnymi specjalistami z tematyki lutowania. Podobnie jak w latach 2004 i 2007 największy udział w przygotowaniu konferencji miał Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego dr hab. inż. Zbigniew Mirski, prof. nadzw. PWr., który pierwsze prace przygotowawcze rozpoczął już latem 2009 roku. Organizatorami konferencji byli: Zarząd Główny SIMP, Dolnośląska Sekcja Spawalnicza SIMP, Zakład Spawalnictwa Instytutu Technologii Maszyn i Automatykacji PWr oraz Wydział Mechaniczny Politechniki Wrocławskiej.

Konferencja miała na celu zapoznanie środowiska technicznego z najnowszymi osiągnięciami z lutowania i dziedzin pokrewnych. Głównym zadaniem organizowanej konferencji była wymiana doświadczeń i osiągnięć z zakresu nowoczesnych technologii lutowania, procesów pokrewnych, materiałów dodatkowych i urządzeń. Tematyka konferencji skierowana była przede wszystkim do pracowników z przemysłu. Konferencja miała również na celu zintegrowanie środowiska zajmującego się zawodowo procesami lutowniczymi z całej Europy. Program konferencji włączony został w obchody XXXVI Wrocławskich Dni Nauki i Techniki. Tematyka konferencji obejmowała następujące dziedziny: procesy lutowania miękkiego, twardego i wysokotemperaturowego, wykorzystanie źródeł ciepła o skoncentrowanej energii, nowe materiały lutownicze, lutowanie aluminium i jego stopów oraz metali lekkich, lutowanie materiałów zaawansowanych, lutowa-

nie w elektronice i elektrotechnice, automatyzacja i robotyzacja w technologiach lutowania, a także procesy pokrewne: klejenie, lutospawanie, lutozgrzewanie, zapewnianie jakości, szkolenie i certyfikacja.

Punktualnie o godzinie 9.00 w poniedziałek 20 września Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego Konferencji przywitał licznie zgromadzonych Uczestników. Oficjalnego otwarcia Konferencji dokonał JM Rektor Politechniki Wrocławskiej prof. dr hab. inż. Tadeusz Więckowski, który bardzo dobrze odniósł się do organizowanych przez Zakład Spawalnictwa ITMiA konferencji. Gościem Honorowym był przewodniczący Komitetu Naukowego prof. dr hab. inż. dr h.c. Władysław Karol Włosiński. Pan Profesor podkreślił znaczenie konferencji monotematycznych, szczególnie w aspekcie współpracy z przemysłem, wskazał aktualne problemy oraz kierunki rozwoju technologii lutowania. Następnie gości powitali przedstawiciele jednostek uczelni będących współorganizatorami konferencji: prodziekan Wydziału Mechanicznego dr hab. inż. Andrzej Ambroziak, prof. nadzw. PWr i zastępca dyrektora Instytutu Technologii Maszyn i Automatykacji dr inż. Tomasz Boratyński, którzy w postaci krótkich prezentacji przedstawili działalność i osiągnięcia Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej oraz Instytutu Technologii Maszyn i Automatykacji Politechniki Wrocławskiej. W dalszej kolejności głos zabrali przedstawiciele SIMP: zastępca Prezesa Oddziału SIMP we Wrocławiu prof. dr hab. inż. Waclaw Kollek i prezes Zarządu Głównego Sekcji Spawalniczej SIMP dr inż. Jan Plewniak, którzy podkreślili rolę i znaczenie stowarzyszenia SIMP w organizowaniu konferencji.



Uhonorowani medalem inż. St. Olszewskiego; od lewej: dr inż. Wiesław Derlukiewicz, dr inż. Jan Nadwyczawski i inż. Andrzej Dziatkiewicz



Uczestnicy 3. Międzynarodowej Konferencji Lutowniczej

Przy okazji konferencji, podobnie jak w jej dwóch wcześniejszych edycjach, przyznano największe honorowe odznaczenia w polskim spawalnictwie, medale im. inż. Stanisława Olszewskiego. Za zasługi wniesione w rozwój technologii lutowania w tym roku kapituła pod przewodnictwem prof. Andrzeja Ambroziaka postanowiła odznaczyć: dr. inż. Wiesława Derlukiewicza z Politechniki Wrocławskiej oraz dr. inż. Jana Nadwyczawskiego i inż. Andrzeja Działkiewicza z firmy Alfa we Wrocławiu.

Bardzo cieszy fakt, że znakomitą większość uczestników stanowili przedstawiciele rodzimego przemysłu, czyli osoby związane z technologią lutowania od strony praktycznej. Organizatorom udało się również zaprosić przedstawicieli wszystkich czołowych krajowych uczelni oraz ośrodków naukowo-badawczych, prowadzących badania związane z technologią lutowania: Instytut Spawalnictwa w Gliwicach, Instytut Metali Nieżelaznych, Instytut Metalurgii Inżynierii Materiałowej PAN w Krakowie, Instytut Tele- i Radiotechniczny, Instytut Mechaniki Precyzyjnej, Instytut Zaawansowanych Technologii Wytwarzania, Politechnikę Warszawską, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Politechnikę Gdańską, Politechnikę Częstochowską. Spośród gości zagranicznych przyjechali przedstawiciele ośrodków i firm lutowniczych: Uniwersytetu Technicznego w Berlinie, Centrum Badania Energii Jądrowej w Jülich, firmy Fontargen z Eisenberg oraz firmy JSC Alarm z Moskwy.

Podczas 3 dni trwania konferencji wygłoszono 32 referaty (8 zagranicznych), które zaprezentowano zgodnie z programem w 8 sesjach konferencyjnych. Specjalnie dla gości zagranicznych organizatorzy przygotowali tłumaczenia symultaniczne w języku niemieckim i angielskim. Poziom wygłaszanych referatów i prezentacji był bardzo wysoki, a tematyka niezwykle interesująca, o czym może świadczyć burzliwa dyskusja, którą w przypadku niektórych wystąpień, z uwagi na ograniczenia czasowe, musieli przerwać prowadzący sesje, przenosząc ją do rozmów kularowych.

Konferencja była również okazją do spotkań biznesowo-towarzyskich. W pierwszym dniu obrad organizatorzy konferencji zaprosili uczestników na uroczysty bankiet do restauracji Spiż, będącej obowiązkowym punktem na trasie turystów odwiedzających Wrocław. W tym prestiżowym miejscu położonym tuż przy Ratuszu w ścisłym centrum miasta goście mieli okazję w nieco mniej formalnej atmosferze wymienić poglądy na tematy związane z lutowaniem i nie tylko. Drugiego dnia odbyła się kolacja grillowa, która również stanowiła dla uczestników dobrą okazję do spotkania.

Przez 3 dni trwania obrad konferencji towarzyszyły jej cieszące się dużą popularnością wśród przybyłych gości wystawy prezentujące osiągnięcia firm z lutowania i dziedzin pokrewnych. Organizatorom udało się zaprosić siedem firm: AGAM (Książyno k. Białegostoku), EUROMAT (Wrocław), FONTARGEN (Eisenberg, Niemcy), NEDERMANN (Katowice), OLYMPUS (Warszawa), SENTESBIR A.S. (Łomianki k. Warszawy), TECHNIKA SPAWALNICZA (Poznań). Ich obecność nadała konferencji bardziej praktyczny wymiar, umożliwiając uczestnikom zapoznanie się z nowościami w materiałach dodatkowych i stosowanych technologiach lutowania.

Podsumowania dokonał inicjator konferencji monotematycznych i stały uczestnik wszystkich edycji dr inż. Hubert Drzeniek, były pracownik naukowy Politechniki Wrocławskiej i RW Technische Hochschule Aachen. Podkreślił on wysoki poziom konferencji i szczególnie interesującą w aspekcie zastosowań przemysłowych tematykę prezentowanych wystąpień. Konferencję zakończył przewodniczący Komitetu Organizacyjnego Konferencji Z. Mirski, dziękując za pomoc w organizacji tego bardzo udanego przedsięwzięcia. Profesor Mirski podziękował autorom referatów za ciekawe prezentacje, a wszystkim uczestnikom za szeroki i aktywny udział w konferencji, wyrażając nadzieję, że w jeszcze większym gronie wszyscy spotkają się w roku 2013, przy okazji czwartej już edycji konferencji lutowniczej.

Sekretarz Organizacyjny Konferencji
dr inż. Tomasz Piwowarczyk

XIV Spotkanie Spawalników Wybrzeża XII Pomorskie Sympozjum Spawalnictwa

2 września 2010 r. w auli Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej odbyło się XIV Spotkanie Spawalników Wybrzeża zorganizowane przez Katedrę Technologii Materiałów Maszynowych i Spawalnictwa Politechniki Gdańskiej oraz firmę Linde Gaz Polska. Patronat nad spotkaniem objęła Sekcja Spawalnicza przy Oddziale gdańskim SIMP. Spotkaniu spawalników towarzyszyło zorganizowane równolegle naukowe XII Sympozjum Spawalnictwa.

Sympozjum otworzyli prof. dr hab. inż. Jerzy Łabanowski oraz mgr inż. Włodzimierz Jacek Walczak. Po powitaniu przedstawicieli władz Wydziału Mechanicznego, sponsorów spotkania i przybyłych gości, prof. J. Łabanowski przedstawił zmiany organizacyjne przeprowadzone na Wydziale Mechanicznym PG. Od 1 września 2010 r. powołana została Katedra Inżynierii Materiałowej i Spajania, w skład której wchodziły zakłady, m.in. Zakład Inżynierii Spajania. Następnie prowadzący przypomniał zebranym sylwetkę zmarłego w lipcu prof. dr. hab. inż. Romana Kensika, związanego przez wiele lat z Wydziałami Mechanicznym i Elektrycznym Politechniki Gdańskiej.

Podczas Sympozjum przeprowadzono cztery sesje, na których zaprezentowano 16 referatów i prezentacji dotyczących postępów w technice spawalniczej, bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, nowych urządzeń i materiałów oraz innowacyjnych metod szkolenia spawaczy.

W pierwszej sesji prezentacje przedstawili przedstawiciele firm: Technika Spawalnicza, Nederman Polska oraz GCE. Z dużym zainteresowaniem wysłuchano referatu wygłoszonego przez prof. J. Łabanowskiego (współautor: dr M. Głowacka) pt. *Eksploatacyjne uszkodzenia stali austenitycznych w urządzeniach energetycznych*.

Sesję drugą rozpoczęła inż. Aleksandra Świerczyńska, przedstawiając referat pt. *Badania struktury i właściwości spawanych austenitycznych rur wymienników ciepła* (współautorzy: dr inż. G. Rogalski i dr inż. D. Fydrych), a następnie przedstawione zostały prezentacje firm Spaw-Expert i Abicor Binzel.

Po zakończeniu drugiej sesji wykonano pamiątkowe zdjęcie uczestników przed budynkiem Wydziału Mechanicznego, które – jak co roku – zostanie umieszczone

w kalendarzu na następny rok (kalendarz otrzymują wszyscy uczestnicy Sympozjum).

Podczas przerwy w obradach w laboratorium spawalnictwa przeprowadzono pokazy sprzętu i materiałów spawalniczych oferowanych przez wystawców oraz konkurs na „najlepszego spawacza wśród spawalników”, cieszący się niezmiennie wielkim zainteresowaniem uczestników. W tym roku do wykonania były złącza z blach ze stopu aluminium wykonane metodą TIG w pozycji PG. Podczas pokazów można było również zapoznać się z działaniem symulatora spawalniczego prezentowanego przez Technikę Spawalniczą, umożliwiającego wirtualne spawanie. Podobną tematykę zaprezentowała również firma Lincoln Electric Bester w odniesieniu do możliwości symulatora VRTEX 360. Oba urządzenia umożliwiają szkolenie spawaczy w zakresie prowadzenia i podtrzymania jarzenia łuku spawalniczego w spawaniu ręcznym przy wykonywaniu różnego typu połączeń w różnych pozycjach.

Na dwie ostatnie sesje referatowe składały się wystąpienia przedstawicieli firm: Belzona, ESAB, Figel, Lincoln Electric Bester, Eckert AS, Rywał RHC, Instytut Łączenia Metali, 3M Poland i Linde Gaz Polska. Szczególne wrażenie na obecnych wywarł referat wygłoszony przez mgr. inż. Włodzimierza Jacka Walczaka dotyczący wypadków, do których doszło podczas ostatniego roku w trakcie eksploatacji lub przevożenia gazów technicznych, a spowodowanych nieprzestrzeżeniem podstawowych warunków bezpieczeństwa.

Po sesjach referatowych odbyło się spotkanie towarzyskie zorganizowane we „Wróblówce”, gdzie dyskutowano aktualne problemy nurtujące środowisko spawalników.

Spotkania Spawalników Wybrzeża, mające charakter naukowy, informacyjny oraz integracyjny, są od wielu lat wydarzeniem oczekiwanym przez środowisko spawalników. Świadczyć może o tym frekwencja na XIV Spotkaniu Spawalników Wybrzeża wynosząca ok. 220 uczestników. W zgodnej opinii obecnych na Sympozjum, kolejne coroczne spotkania spawalników powinny być kontynuowane.

Dr inż. Dariusz Fydrych



Profesor Roman Kensik (1931 – 2010)

Wiadomość o śmierci Romana Kensika spadła na mnie dosłownie jak grom z jasnego nieba. Dawno już nie odebrałem tak szokującej informacji! Potem nadeszły chwile refleksji. Wróciły w pamięci lata siedemdziesiąte w Stoczni Gdańskiej, gdzie od pewnego momentu coraz częściej i coraz więcej ciekawych informacji o niejakim Kensiku zaczęło do mnie docierać. Przygotowując w Wydziale Remontowym remont maszyny do cięcia, znanej w stoczni jako „Schichau Monopol”, trochę z duszą na ramieniu wybrałem się do Działu Głównego Spawalnika do osoby najbardziej autorytatywnej w tych kwestiach – do dr. inż. Romana Kensika. Pamiętam, że kiedy wszedłem do sekretariatu Głównego Spawalnika, aby zapytać, gdzie mam szukać dr. Kensika, zauważyłem obok sekretarki stojącego ze słuchawką w ręku szczupłego pana, który właśnie przedstawiał się swojemu telefonicznemu rozmówcy – Meine Name ist Kensik. I już wiedziałem, gdzie znajdę dr. Kensika. Ten pierwszy moment utkwił mi szczególnie w pamięci, chociaż brak racjonalnego uzasadnienia takiego stanu rzeczy. Remont maszyny „Schichau Monopol” był pierwszą okazją do bliższego poznania doktora inżyniera – był to pierwszy tytuł doktorski w przemyśle okrętowym. Muszę przyznać, że Doktor zaimponował mi – wyczuwało się w każdym zdaniu, że on naprawdę wie, o czym mówi. Może to dziwne, ale niestety do dziś aktualne – nie wszystkich specjalistów można tak prosto scharakteryzować.

Po kilku latach nasze drogi znowu się spotkały – tym razem na poligonie wojskowym koło Ustki, gdzie odbywaliśmy kilkunastodniowe ćwiczenia oficerów rezerwy. Zawodowe zajmowanie się elektrotechniką i podobne widzenie otaczającej nas rzeczywistości, w czym pewnie nie bez znaczenia był fakt, że obaj pochodziliśmy z Pomorza, obaj też w czasie wojny straciliśmy naszych Ojców, zbliżyło nas do siebie. Musiałem na Romanie – bo już na tym poziomie znajomości zakończyliśmy ćwiczenia rezerwy – zrobić dość dobre wrażenie, również zawodowe, bo kiedy w prowadzonej przez Niego komórce Działu Spawalniczego powstał wakat, Roman zaproponował mi przeniesienie właśnie do niego. Było to połączone z dość dużymi trudnościami ze strony zatrudniającego mnie dotychczas Wydziału Remontowego, ale osobista interwencja Romana – osoby cieszącej się dużym autorytetem – u dyrektora naczelnego stoczni sprawiła, że trudności zostały pokonane i od roku 1975 rozpocząłem pracę jako bezpośredni podwładny Romana, co sprawiło mi wielką satysfakcję. Był to okres wykonywania pierwszej serii 10 szt. automatów ASG-1000, automatów do spawania pod topnikiem – było to moje pierwsze, tak szczegółowe

zestknięcie się z urządzeniami spawalniczymi. Wszystko to przebiegało pod czujnym i bardzo życzliwym okiem dr. inż. Kensika. Głównym powodem zatrudnienia w Dziale Spawalniczym było podjęcie prac konstrukcyjnych, a następnie wykonawczych budowy ośmiogłowicowego urządzenia do spawania w pionie w osłonie CO₂ sekcji dna podwójnego statku.

Okres zatrudnienia w Dziale Spawalniczym to dla mnie okres wejścia do grona spawalników. Towarzysząc Romanowi Kensikowi w wielu wyjazdach służbowych, w tym oczywiście również w wielu konferencjach spawalniczych, poznałem ludzi zajmujących się konstruowaniem i produkcją urządzeń w Ozas w Opolu czy w Besterze w Bielawie. Dzięki Romanowi nawiązałem również kontakty z pracownikami Instytutu Spawalnictwa, bo wszędzie tam dr. inż. Roman Kensik był znany i bardzo poważany. Kontakty, a tak naprawdę to dyskretne, ale ciągłe prowadzenie mnie przez Romana nie zmniejszyło się nawet po jego przejściu do pracy w Promorze, a następnie w Politechnice Gdańskiej. Kontakty z Romanem rozciągnęły się również na zainteresowania pozazawodowe – wspólnie uczestniczyliśmy w wędrownkach Śladami Remusa organizowanych przez Zrzeszenie Kaszubsko-Pomorskie. Tam również zarówno atencja, z jaką traktowany był Roman, jak rozległość Jego kontaktów, mogła wpędzić w kompleksy.

Po rozwiązaniu Stoczni Gdańskiej znalazłem zatrudnienie w firmie Figel Technika Spawalnicza w Gdańsku, gdzie wiedza wpojona mi przez Romana została w dość dużym stopniu skapitalizowana. Dotychczas zdobytą wiedzę, uzupełnianą w dalszym ciągu dzięki kontaktom z dr. inż. Romanem Kensikiem, wykorzystywałem w konstruowaniu półautomatów spawalniczych do spawania MAG, których produkcję wznawiano w FTS. Współpraca między Wydziałem Elektrycznym PG, gdzie pracował dr. inż. Roman Kensik, a firmą Figel Technika Spawalnicza, w kolejnych latach nabrała oficjalnego charakteru – w Wydziale Elektrycznym PG przeprowadzano badania kolejnych prototypów półautomatów i zgrzewarek punktowych przygotowanych do produkcji w FTS.

W tym wspomnianiu moich kontaktów z dr. inż. Romanem Kensikiem pozornie jest może zbyt wiele o mnie, a za mało o Romanie, ale to tylko z tego powodu, abym mógł całość spointować stwierdzeniem – Zostaniesz w mojej pamięci po prostu jako Roman! Bo taki zawsze byłeś – uczynny, życzliwy i koleżeński. Profesor Roman Kensik zmarł w dniu 29 lipca 2010 r,

Andrzej Balk

Profesor Stanisław Piwowar (1920 – 2010)

22 września 2010 roku opuścił nagle i na zawsze grono spawalników prof. dr hab. inż. Stanisław Piwowar.

Niespełna trzy miesiące przed tym smutnym wydarzeniem uroczyste obchodziliśmy 90-lecie Jego urodzin, życząc Mu długich lat życia, w zdrowiu i radości z rozwoju spawalnictwa, któremu zawsze był wierny. Wyrazy szacunku dla Profesora wyrażaliśmy w okolicznościowych wspomnieniach na łamach Przeglądu Spawalnictwa (nr 7/2010) i Rurociągów (nr 3/61/2010).

Stanisław Piwowar urodził się 30 czerwca 1920 r. w Warszawie. W 1938 r. ukończył Państwową Szkołę Średnią Techniczną Kolejową i rozpoczął pracę w Państwowych Zakładach Tele- i Radiotechnicznych jako kontroler w narzędziowni.

W okresie wojny był słuchaczem Szkoły im. Wawelberga i Rotwanda, a po wywiezieniu do Niemiec na roboty przymusowe, rozpoczął w 1942 r. – za zgodą Związku Walki Zbrojnej – studia na Politechnice Wiedeńskiej.

Dyplom magistra inżyniera uzyskał na Wydziale Mechanicznym Politechniki Warszawskiej w 1952 r. Od września 1951 r. jako młodszy asystent rozpoczął pracę w nowo utworzonej Katedrze Spawalnictwa PW, kierowanej przez prof. Zygmunta Dobrowolskiego, który powierzył Mu opracowanie przedmiotu (wykładów i laboratorium) z Metalurgii procesów spawalniczych. Wykłady prowadził Profesor nieprzerwanie, aż do przejścia na emeryturę.

Z metalurgią spawania były związane jego prace: doktorska (1961) i habilitacyjna (1964). Dotyczyły one spawalności wybranych gatunków austenitycznych i ferrytycznych stali kwaso- i żaroodpornych. Badania nad nimi prowadził m.in. w Hucie Baildon



w Katowicach, w Moskiewskiej Wyższej Szkole Technicznej im. Baumana i Instytucie Spawania Elektrycznego im. Patona w Kijowie. Efektem pracy doktorskiej było opracowanie i wdrożenie nowego gatunku stali kwasoodpornej, w której nikiel został częściowo zastąpiony manganem i azotem. Opracował też nowy gatunek elektrod i pełną technologię jej spawania.

Będąc jeszcze docentem, w 1964 r., został kierownikiem Katedry Spawalnictwa i pełnił tę funkcję nieprzerwanie do 1981 r. Tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego uzyskał w 1971 r. W latach 1975-1978 był Dziekanem Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Warszawskiej.

Profesor Stanisław Piwowar wypromował 13 doktorantów i 139 inżynierów spawalników, był autorem licznych książek: *Spawanie i zgrzewanie elektryczne* i *Kontrola procesów spawalniczych* oraz współautorem trzech innych o tematyce spawalniczej. Wśród studentów Profesor cieszył się przede wszystkim opinią bardzo dobrego wykładowcy, znającego temat i przekazującego wiedzę w sposób tak logiczny, zwięzły



Stanisław Piwowar (siedzi, pierwszy po prawej stronie) wśród pracowników Katedry Spawalnictwa Politechniki Warszawskiej (1961 r.)

i jasny, że odnosiło się wrażenie, iż przed chwilą kilkakrotnie przeczytał przygotowany wykład. W tej materii był perfekcjonistą. Zawsze dbał o formę, a przede wszystkim o godne i rzetelne pełnienie roli Nauczyciela.

Profesor Piwowar pracował jako *visiting professor* w Toronto, Akwizgranie i w Japonii, gdzie na uniwersytetach w Osace i Sendai podczas siedmiu pobytów spędził 17 miesięcy, prowadząc głównie prace badawcze oraz wykładając wybrane zagadnienia z metalurgii spawania. Owoce nawiązanej współpracy Profesora z uniwersytetem w Osace były nie tylko staże naukowe dla kilku młodych pracowników Zakładu Spawalnictwa, ale również krzewienie kultury japońskiej w Polsce. W latach 1985-1992 był Prezesem Towarzystwa Polsko-Japońskiego, a od 2000 r. członkiem honorowym tego Towarzystwa. Za tę działalność został uhonorowany *Orderem Wschodzącego Słońca Złoty Promień ze Wstęgą na Szyi*, nadanym Mu przez Cesarza Japonii w 1988 r.

W okresie pełnienia przez Profesora Piwowara funkcji wiceprezydenta Międzynarodowego Instytutu Spawalnictwa (1974-1977) odbył się w Warszawie doroczny Kongres MIS, w którego organizacji brał czynny udział.

Zawsze starał się łączyć teorię z praktyką przemysłową. Równoległe z pracą naukową w Politechnice Warszawskiej był w latach 1952-1955 głównym spawalnikiem w Warszawskich Zakładach Budowy Urządzeń Przemysłowych im. Waryńskiego, a w latach 1964-1981 konsultantem ds. spawalnictwa w Mazowieckich Zakładach Rafineryjnych i Petrochemicznych w Płocku.

Dwie prace Profesora zasługują na specjalne wyróżnienie. Pierwsza to konstrukcja, wykonanie i zastosowanie zespołu urządzeń do powierzchniowego hartowania płomieniowego kół zębatach koparek w Zakładach im. L. Waryńskiego, zrealizowana w latach 1952-1953, nagrodzona przez Ministra Przemysłu Maszynowego. Druga to zainicjowanie i kierowanie budową prototypu i przygotowaniem partii pilotowej 5 zgrzewarek dyfuzyjnych, uhonorowana nagrodą zespołową NOT I stopnia.

Po przejściu na emeryturę (1981) Profesor nie stracił swojej aktywności. Bywał częstym gościem w Zakładzie Inżynierii Spajania. Uczestniczył nie tylko we wszystkich ważnych wydarzeniach, jak obrony prac doktorskich, jubileusze, wizyty gości zagranicznych, ale także w seminariach Zakładu, będąc bardzo zaangażowanym dyskutantem. Brał udział w prawie wszystkich posiedzeniach Rady Wydziału Inżynierii Produkcji, ożywiając je konstruktywnymi propozycjami.

Profesor Stanisław Piwowar przez całe życie był społecznikiem, głęboko zaangażowanym w sprawy, których się podejmował. Przez wiele lat był prezesem Sekcji Spawalniczej SIMP, a od 1998 r. prezesem honorowym Sekcji i członkiem honorowym SIMP.

Nie było dla Niego ważniejszej sprawy, niż wysoka pozycja spawalnictwa w kraju oraz jego rozwój technologiczny i kadrowy. Profesor był osobą pomocną

ludziom, zwłaszcza młodym, wstępującym w życie zawodowe. Cieszył się z każdego ich sukcesu. Jego zaangażowanie w działalność stowarzyszeniową, w tym promowanie i wspieranie młodych spawalników sprawiły, że Sekcja Spawalnicza od kilku lat jest wyróżniającą się sekcją w Oddziale Warszawskim SIMP.



Prof. dr hab. inż. S. Piwowar (w środku pierwszego rzędu) wśród członków Sekcji Spawalniczej Oddziału Warszawskiego SIMP, rok 2002

Obok wspomnianych już wyróżnień międzynarodowych, Profesor Piwowar był uhonorowany także licznymi odznaczeniami krajowymi, w tym: Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski, Medalem Edukacji Narodowej, Złotymi Odznakami SIMP i NOT, medalem im. Stanisława Olszewskiego, Złotą Odznaką „Za Zasługi dla Warszawy” oraz Złotą Odznaką „Zasłużony dla Politechniki Warszawskiej”.

Pogrzeb Profesora Stanisława Piwowara odbył się 30 września 2010 r. na Cmentarzu Bródnowskim w Warszawie. Jego prochy spoczęły w grobie rodzinnym w kwaterze 87, rząd 4, grób 30. Pożegnała Go najbliższa rodzina, znajomi oraz duże grono spawalników, dla których był Nauczycielem i Przyjacielem.

*Obecni i emerytowani pracownicy
Zakładu Inżynierii Spajania Politechniki Warszawskiej*

Nowy zakład produkcyjny w Polsce

W Biskupicach Podgórnych w gminie Kobierzyce koło Wrocławia firma Linde uruchomiła nowoczesną wytwórnię gazów technicznych. Wartość tej inwestycji to ponad 45 milionów euro. Nowy zakład wybudowany na terenie Tarnobrzeskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej produkuje ciekły tlen, azot i argon z wydajnością 600 ton gazów dziennie z możliwością dalszej rozbudowy. Wyprodukowane gazy będą przeznaczane dla odbiorców w Polsce i krajach ościennych, dlatego lokalizacja obiektu jest korzystna ze względu na bliskość granic z Czechami i Niemcami.

Oprócz gazów technicznych stosowanych powszechnie w przemyśle, nowy zakład produkuje również wysokiej czystości azot i tlen, wykorzystywane między innymi w bardziej wymagających procesach przemysłowych oraz w przetwórstwie żywności. W wytwórni produkowany będzie także tlen medyczny, niezastąpiony w leczeniu szpitalnym oraz terapii domowej.

Instalacja produkcyjna zakładu, wykorzystująca kriogeniczną metodę separacji powietrza, została zaprojektowana i wybudowana przez Linde Engineering, spółkę należącą do Grupy Linde, będącą potentatem w zakresie projektowania i konstrukcji najbardziej zaawansowanych technicznie instalacji przemysłowych, w tym separacji powietrza.

Najważniejsze elementy instalacji, takie jak kolumny kriogeniczne i wymienniki ciepła, zostały wyprodukowane

w zakładach Linde, co gwarantuje najwyższą jakość w procesie wytwórczym oraz niezbędne *know-how*.

Proces produkcji w zakładzie Linde jest nadzorowany przez najnowocześniejszy system sterowania, umożliwiający automatyczne utrzymanie wybranego trybu pracy, zdalną kontrolę i zmianę parametrów pracy, jak również bezobsługową dystrybucję produktów. W zakładzie zastosowano wiele innowacyjnych i proekologicznych rozwiązań, np. ogrzewanie pomieszczeń socjalnych ciepłem odzyskanym z wody obiegowej, przy zastosowaniu pompy ciepła.



innowacyjnych i proekologicznych rozwiązań, np. ogrzewanie pomieszczeń socjalnych ciepłem odzyskanym z wody obiegowej, przy zastosowaniu pompy ciepła.

The Linde Group to wiodący na świecie koncern zajmujący się produkcją i dystrybucją gazów oraz technologii gazowych, a także budową instalacji przemysłowych.

Mający ponad 100-letnią historię koncern zatrudnia ok. 48 tys. pracowników, działa w ponad 100 krajach na świecie, a w Polsce jest obecny od 1993 roku. Spółka Linde Gaz Polska zatrudnia ponad 600 pracowników, a jej obroty w 2009 roku wyniosły 397 mln PLN. Jako jedna z wiodących firm na rynku oferuje kompleksowe rozwiązania w zakresie dostaw gazów i technologii gazowych dla niemal wszystkich gałęzi przemysłu, medycyny, ochrony środowiska oraz placówek naukowo-badawczych.



Fot. Linde



Fot. Linde

Ośrodek Certyfikacji Instytutu Spawalnictwa

oferuje:

Kwalifikowanie/certyfikowanie personelu spawalniczego:

Międzynarodowych Inżynierów, Technologów,
Inspektorów, Mistrzów i Spawaczy

Certyfikowanie personelu badań nieniszczących według normy PN-EN 473

w metodzie: wizualnej, penetracyjnej,
magnetycznej, radiograficznej i ultradźwiękowej

Certyfikowanie systemów zarządzania jakością według normy PN-EN ISO 9001 oraz spawalniczych systemów jakości według norm serii PN-EN ISO 3834

Certyfikowanie procesów spawalniczych

celem potwierdzenia spełnienia wymagań jakościowych
zgodnie z PN-EN ISO 3834 / EN ISO 3834

Certyfikowanie wytworów spawalniczych: sprzętu, urządzeń, materiałów dodatkowych do spawania

INSTYTUT SPAWALNICTWA

Polskie Spawalnicze Centrum Doskonałości



ul. Bł. Czesława 16-18; 44-100 Gliwice
tel.: 32 231 00 11; fax: 32 231 46 52
e-mail: is@is.gliwice.pl; www.is.gliwice.pl



Dzięki FastMig Pulse 350/450 każdy statek może pływać



Inteligentne rozwiązania do wymagających środowisk.

Zbuduj idealne urządzenie do spawania impulsowego MIG/MAG. Zestawy chłodzone gazem lub płynem można łączyć z nowatorskimi urządzeniami do podawania drutu na duże odległości i zdalnym sterowaniem, uzyskując doskonałe wyniki spawania. Produkty Kemppi Wise zwiększają możliwości wyboru i oferują rozwiązania dostosowane do rzeczywistych zastosowań, zapewniając szybkie spawanie oraz wysoką jakość i dużą wytrzymałość spoin.

www.kemppi.com

