



#2 | 2011

# ESAB News



GLOBAL SOLUTIONS FOR LOCAL CUSTOMERS - EVERYWHERE

**Technologia spawania  
wąskoszczelinowego  
firmy ESAB  
zwiększa wydajność  
produkcji kotłów**



# Od redakcji

Szanowni Państwo,

Mijający rok zapisuje się w historii firmy ESAB jako czas ważnych zmian. Spośród wielu realizowanych projektów, największe znaczenie dla uczestników procesu produkcji i dystrybucji naszych wyrobów ma projekt Star. Prowadzony intensywnie od kilkunastu miesięcy, przyniósł istotne zmiany w europejskim „łańcuchu dostaw”, w znaczący sposób usprawniając realizację zamówień. Zastąpienie 17 magazynów poprzez tylko trzy centra dystrybucyjne i utworzenie zintegrowanego systemu zarządzania nimi - zaczyna przynosić oczekiwane korzyści. Czas dostawy wielu artykułów, zwłaszcza materiałów dodatkowych, uległ skróceniu. Dokładniejsze jest planowanie zapasów magazynowych, bardziej precyzyjne są informacje o dostępności produktów - co stwarza szansę na jeszcze lepszą obsługę wszystkich klientów. Ujednolicone usługi transportowe, pozwalają na zmniejszenie kosztów.

Firma ESAB prowadzi stałą kontrolę kosztów we wszystkich segmentach swojej działalności. Szczegółowa analiza kosztów, przeprowadzona na wydziale elektrod zakładu ESAB w Katowicach, wskazała na konieczność przeniesienia produkcji głównych, najbardziej popularnych na naszym rynku gatunków elektrod do innych jednostek, o niższym poziomie kosztów wytwarzania i nowocześniejszym parku maszyn. Pozostałe gatunki dawnej marki Baildon, które mają swoje odpowiedniki wśród oryginalnych produktów ESAB, zostaną wycofane z oferty. Katowicka fabryka będzie w dalszym ciągu prowadzić i rozwijać produkcję drutów rdzeniowych oraz topników aglomerowanych, które od wielu lat są jej specjalnością. W ten sposób, 78-letnia tradycja produkcji materiałów spawalniczych w tym miejscu będzie kontynuowana w unowocześnionej formie.

Całokształt światowej działalności firmy ESAB został niedawno uhonorowany prestiżowymi nagrodami organizacji Frost & Sullivan za „Najlepsze praktyki” oraz „Doskonałość w globalizacji” - a ściślej, za osiągnięcie wiodącej pozycji na rynku, wypracowanie zaufanej marki oraz skutecznych strategii obsługi klienta. Więcej informacji na ten temat zamieściliśmy na naszej stronie internetowej.

Nagrody zobowiązują, więc w bieżącym wydaniu naszego magazynu dominują nowoczesne technologie, urządzenia i materiały. Przykład wdrażania technologii spawania wąskoszczelinowego może zainspirować do podobnych zmian również w Państwa środowisku. Stawiamy tezę, że bez wysokiej jakości i wiedzy oraz odpowiednich urządzeń trudno jest skutecznie korzystać z takich materiałów jak aluminium, czy stal nierdzewna. Dowody na jej poparcie znajdziemy w kolejnych artykułach. Jeżeli nie udało się Państwu odwiedzić naszego objazdowego centrum wystawowego - to może nadarzy się taka okazja w przyszłym roku. Na razie podsumowujemy tegoroczną podróż, w której uczestniczył nasz Demo Bus - i jak zwykle, zapraszamy do lektury.

Z okazji Świąt Bożego Narodzenia oraz Nowego Roku w imieniu całego zespołu redakcyjnego składam Państwu serdeczne życzenia zdrowia i wszelkiej pomyślności.

Ryszard Urbowicz

#2 | 2011

**ESAB News**

**Wydawca:**

ESAB POLSKA Sp. z o.o., ul. Chorzowska 108,  
40 -101 Katowice

**Zespół redakcyjny:**

Ryszard Urbowicz, Michał Kozłowski,  
Leszek Gajówka, Jacek Windyś,  
Daniel Wiśniowski, Jan Chrzanowski,  
Robert Lazik, Marek Molędys,  
Dariusz Wojtaszewski - redaktor naczelny

**Dystrybucja:**

Ewa Wolany,  
tel. (32) 35 11 105, fax (32) 35 11 120

**e-mail:**

info@esab.pl

**Skład i druk:**

UNIPRINT, Rychnov nad Kneznou,  
Republika Czeska

© ESAB 2011

All rights reserved

**ESAB POLSKA Sp. z o.o.**

ul. Chorzowska 108  
40 -101 KATOWICE  
tel.: +48 32 3511 100  
fax: +48 32 3511 120  
e-mail: info@esab.pl



Technologia spawania wąskoszczelinowego firmy ESAB... str. 4 - 6

# Spis treści

**Technologia spawania  
wąskoszczelinowego firmy ESAB  
zwiększa wydajność  
produkcji kotłów**

str. 4 - 6

**Materiały odporne  
na korozję**

str. 7

**Spawanie aluminium  
- potrzebna jakość i wiedza**

str. 8 - 10

**Spawanie stali stopowych  
i aluminium urządzeniami ESAB**

str. 11 - 13

**Demobus Tour 2011  
Show Spawalniczy z firmą ESAB**

str. 14

**Aristo® Tech**

str. 15



Spawanie aluminium - potrzebna jakość i wiedza strony 8 - 10



Demobus Tour 2011 strona 14

# Technologia spawania wąskoszczelinowego firmy ESAB zwiększa wydajność produkcji kotłów

**Autorzy: Daniel Stano, SES a.s. Timače, Słowacja i Juraj Matejec, PhD, ESAB Słowacja s.r.o. Bratysława, Słowacja**

Firma SES a.s., słowacki producent kotłów, za pomocą technologii spawania wąskoszczelinowego ESAB zautomatyzował produkcję grubościennych zbiorników ciśnieniowych. Uzyskał powtarzalne spoiny wysokiej jakości i znaczący wzrost wydajności produkcji. Rozwiązanie opiera się na zastosowaniu nowej głowicy HNG-S umieszczonej na słupowysięgniku CaB 460 4x4, systemu sterowania PEH i obrotników CD100 / CI100 o nośności 200t, które produkuje firma ESAB w Singapurze. Proponowana technologia wykorzystuje topnik OK Flux 10.62, przeznaczony do zastosowań o wysokich wymaganiach, zwłaszcza do spawania wąskoszczelinowego i drut OK Autrod 12.24.



**Rys.1. Widok klasycznego kotła parowego.**

## **Spawanie wąskoszczelinowe – logiczny wybór**

Spawanie jest jedną z najważniejszych technologii produkcyjnych przy produkcji urządzeń energetycznych, które nie tylko decydują o jakości gotowych wyrobów, ale także wpływają na ekonomikę procesu produkcji. Dla firmy SES a.s. (dalej SES) wprowadzenie spawania pod topnikiem grubościennych komponentów stało się kolejnym krokiem w ciągłym procesie doskonalenia metod spawania. Wytwarzanie medium roboczego w obiegach konwencjonalnych elektrowni odbywa się za pomocą kotłów parowych (rys.1). Są to elementy o mocnych ściankach, ponieważ muszą wytrzymać wysokie ciśnienie wewnętrzne. Podobne typy połączeń występują i w innych konstrukcjach – np. wymiennikach ciepła produkowanych w firmie SES. Spoiny obwodowe w płaszczu kotła i połączenie z dennicą, w przeszłości były wykonywane w firmie SES metodą TIG i ręcznym spawaniem łukowym elektrodami otulonymi. Spawali je bardzo dobrze wykwalifikowani spawacze. Ten sposób tradycyjnie spełnia bardzo wysokie wymagania w zakresie jakości - ale dzisiaj już nie może spełniać wymagań dotyczących produktywności,

które wymuszają rynki o dużej konkurencji. Przy powtarzającej się produkcji jest więc logicznym wyborem w tego typu połączeniach stosowanie spawania wąskoszczelinowego. Może być ono w pełni zautomatyzowane, zapewniając powtarzalną jakość i bardzo wysoką produktywność, dzięki wysokiej wydajności procesu spawania, przy mniejszej ilości połączeń. Rozmieszczenie jednostronnych złączy doczołowych również znacznie zmniejsza ryzyko niedokładności w porównaniu z dwustronnymi połączeniami. Zestawy parametrów spawania dla różnych połączeń mogą być zapisane w pamięci układu sterowania i można je użyć do spawania identycznych produktów, również mogą być przechowywane w pamięci dane statystyczne ze spawania, jako rejestracja zapisów o jakości. Główną charakterystyczną cechą spawania wąskoszczelinowego jest wysoki poziom mechanizacji, co pozwala na automatyczne tworzenie wielowarstwowych złączy. Wysoką jakość gwarantuje już samo urządzenie i nie zależy w tak dużym stopniu od pracy operatorów. Jest to szczególnie ważne przy wymaganej wysokiej jakości połączeń, ponieważ każda naprawa jest bardzo droga. Sto-

sując ten proces, należy zwrócić uwagę na koszty inwestycji oraz koszty przy przygotowaniu krawędzi do spawania. Wszystko to było rozważane przy analizie kosztów, w której brała udział firma ESAB. Spawanie wąskoszczelinowe posiada następujące zalety:

- Wysoka produktywność, skrócenie czasu spawania
- Zmniejszone zużycie materiałów dodatkowych
- Mniejsze zużycie energii
- Niższe koszty energii elektrycznej ze względu na skrócenie czasu spawania
- Mniejsze odkształcenia ze względu na niższą energię liniową spawania

### Przygotowanie połączenia wąskoszczelinowego

Połączenie z wąską szczeliną ma kształt litery U z kątem rowka od 2 do 10° (rys.2). Jego przygotowanie jest bardziej kosztowne, ale topnienie strefy grani jest bezpieczniejsze i lepsze jest usuwanie żużla. Przy danej grubości, objętość stopiwa jest około 2,5 razy mniejsza od objętości przy standardowym ukosowaniu z kątem 50°. Firma SES używa rowka z progiem 8mm. Połączenie wykonuje się najpierw od wewnętrznej strony przez ręczne spawanie łukowe, a następnie wypełnia się przez spawanie wąskoszczelinowe od zewnątrz. Obszar grani jest następnie żłobkowany od wewnątrz i uzupełniony przez spawanie pod topnikiem.

### Urządzenia ESAB do spawania wąskoszczelinowego

Firma ESAB opracowała dwa rodzaje zaawansowanych głowic do spawania dużych grubości, z oznaczeniem, HNG-S (pojedynczy drut) i HNG-T (dwa druty w układzie tandem). Są one przeznaczone do spawania w szczelinie od 20 do 25mm szerokości, przy czym poszczególne ściegi są ułożone na przemian po lewej i po prawej stronie rowka. Wszystkie elementy głowic, dysze dostarczające i odsysające topnik, czujniki położenia – są izolowane. To zapobiega zwarciom, przy przypadkowym zetknięciu z krawędziami rowka. Głowica HNG to podstawowy system



Rys.2. Widok rowka przy spawaniu wąskoszczelinowym.

do spawania wąskoszczelinowego, zaprojektowany przede wszystkim dla jednoelektrodowego spawania zbiorników ciśnieniowych o grubości ścianki do 350mm. Głowica musi być zamontowana na urządzeniu manipulacyjnym - zwykle na słupowysięgniku (CaB) - aby zapewnić jej prawidłowe położenie w stosunku do spawanej części. Firma ESAB produkuje i dostarcza szereg standardowych urządzeń CaB, ale również dostarcza urządzenia produkowane na zamówienie. To samo dotyczy obrotników rolkowych, które podtrzymują i obracają spawaną część zbiornika. Jednostka sterująca CHTIH jest „mózgiem” całego urządzenia do spawania wąskoszczelinowego. Steruje źródłem prądu, podawaniem topnika, słupowysięgnikiem i obrotnikiem rolkowym. Jej główne cechy to:

- Sterowanie kilkoma parametrami w zależności od metody spawania. Na przykład, prędkość obrotowa, a tym samym prędkość spawania jest regulowana w zależności od pozostałej do wykonania części połączenia, ponieważ prędkość obwodowa wzrasta przy stopniowym wypełnianiu rowka. Odpowiednio sterowane jest ułożenie każdego ściegu
- Programowanie stanów ostrzegawczych i awaryjnych
- Wyświetlanie aktualnych parametrów procesu spawania
- Automatyczne przesuwanie elektrody podczas obrotu części umożliwia automatyczne spawanie wielowarstwowe bez przerywania procesu.

- Automatyczne dotykowe monitorowanie położenia głowicy w dwóch osiach - pionowo względem grani i poziomo względem krawędzi rowka

### Spawanie płaszczą kotła

Zewnętrzna średnica płaszczka wynosi 2197mm a grubość ścianki 140mm. Wykonany jest ze stali niskostopowych żaroodpornych z zawartością 0.5% Mo (16Mo3, oznaczenie ASME SA 302). Temperatura międzyścigowa wynosi maksymalnie 350° C. Temperatura podgrzewania wstępnego wynosi 150 - 200°C. Na rys. 3 pokazany jest fragment złącza. Do spawania została wybrana kombinacja drutu i topnika OK Autrod 12.24/OK Flux 10.62. OK Autrod 12.24 to drut o średnicy 4mm do spawania pod topnikiem z zawartością 0.5% Mo. ESAB OK Flux 10.62 (EN 760: SA FB 1 55 AC H5 to wysoko zasadowy aglomerowany topnik do spawania wielowarstwowego złącza o wysokich



Rys.3. Złącze obwodowe płaszczka kotła wykonywane metodą spawania wąskoszczelinowego.

Tab.1.

Rodzaj stali	KV		CTOD	
	Minimalna średnica	Najniższa wartość	Grubość	Minimum
I	34J/-40°C	27J/-40°C	<76mm (3")	0,25mm/-10°C
			>76mm (3")	0,38mm/-10°C
II	34J/-18°C	27J/-18°C	<76mm (3")	0,5mm/-10°C
			>76mm (3")	0,38mm/-10°C

wymaganiach udarności przy niskich temperaturach, w stanie po spawaniu i po wyżarzaniu odpężającym (patrz tab.1). Kombinacja drut/topnik jest testowana także metodą CTOD. Daje stopiwo o wysokiej czystości, z niską zawartością tlenu (~ 300 ppm) i również z niską zawartością wodoru dyfundującego (mniej niż 5ml/100g stopiwa). Topnik ten jest często używany w produkcji urządzeń dla energetyki cieplnej i jądrowej. Podczas spawania wąskoszczelinowego, istotne jest, aby proces nie powodował powstania nieciągłości. Zwilżanie krawędzi rowka musi być idealne, w celu uniknięcia w kolejnych warstwach braków przetopu. Żużel musi być łatwy do usunięcia. Topnik OK Flux 10.62 spełnia wszystkie te kryteria przy spawaniu wąskoszczelinowym. Przy odpowiedniej pozycji i parametrach spawania, żużel oddziela się sam i z powodu rotacji opada w dół. Rys. 4 pokazuje stanowisko, która jest wykorzystywana w firmie SES do produkcji obwodowych połączeń płaszcza. Składa się ze słupowysięgnika ESAB CaB 460 4x4 z głowicą do spawania wąskoszczelinowego ESAB HNG, dwóch par synchronizowanych obrotników rolkowych ESAB CD100 i CI100 o łącznej nośności 200 ton, źródła prądu ESAB LAF 1000 DC z systemem sterowania CHTIH. Niewykorzystany



Rys.4. Widok stanowiska do spawania połączeń obwodowych pod topnikiem.

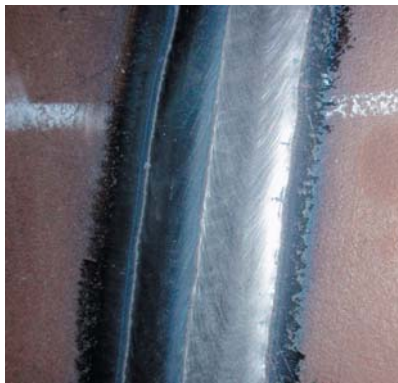
topnik jest odsysany stosunkowo blisko miejsca, gdzie pod warstwą topnika jarzy się tuk. Do wypełnienia całej zewnętrznej części złącza potrzeba 57 ściegów, układanych na przemian po lewej i prawej stronie rowka. Cała ta operacja trwa 17 godzin ciągłego spawania. Podczas stopniowego chłodzenia, żużel oddziela się sam od ściegu spawalniczego i wypada w dół ze szczeliny. Na powierzchni ściegu spawalniczego mogą być natychmiast położone kolejne warstwy bez żadnego oczyszczania. Po każdym obrocie głowica automatycznie przesuwa się na drugą stronę rowka. Po wypełnieniu połączenia wąskoszczelinowego (rys. 5), grań jest wycięta i od wewnętrznej strony jest ułożone 12 kolejne ściegów. Całkowite zużycie materiałów dodatkowych na jedno połączenie obwodowe wynosi 200kg drutu spawalniczego i taką samą ilość topnika.

Tab.2. Typowy skład chemiczny i właściwości mechaniczne stopiwa z kombinacji drutu OK Autrod 12.24 i topnika OK Flux 10.62.

Skład (%)	C	Si	Mn	Mo
OK 12.24 + 10.62	0,07	0,22	1,0	0,5

OK 12.24 + 10.62	Temp. bad. (°C)	R <sub>m</sub> (MPa)	R <sub>s</sub> (MPa)	A <sub>5</sub> (%)	KV (J)/°C				
					+20	0	-20	-40	-50
AW (po spawaniu)	20	580	500	25	140	115	80	60	45
SR (wyż. odpęż.) 580°C/1h	20	530	470	26	140	100	75	55	40



Rys.5. Warstwy wypełniające w złączu wąskoszczelinowym.

### Jakość i wydajność

Rys. 6 ilustruje idealny przekrój złącza z testów kwalifikacyjnych procesu spawania, a w tabeli 2 podane są właściwości mechaniczne, które w pełni spełniają wymagania klienta. Połączenia obwodowe są stuprocentowo testowane za pomocą kontroli rentgenowskiej. Wdrożenie technologii spawania wąskoszczelinowego ESAB do spawania połączeń obwodowych grubościennych płaszczy kotłów dostarczyło firmie SES metodę, która radykalnie skraca czas potrzebny do spawania i nadal spełnia wysokie wymagania jakościowe, które są w firmie SES długoletnią tradycją. Dostarczony system umożliwia bezproblemowe spawanie w ciągłym cyklu automatycznym. Wydział spawania uzyskał bardzo nowoczesną i wydajną technologię spawania.

O autorze:

inż. Daniel Stan jest szefem wydziału spawania i metalurgii w SES a.s., Tlmače. W SES rozpoczął pracę w 1972 roku.

Inż. Juraj Matejec, PhD., jest dyrektorem oddziału ESAB Slovakia s.r.o., Bratislava. W firmie ESAB rozpoczął pracę w 1996 roku.

Uwaga:

Tekst zmodyfikowano i skrócono z artykułu przygotowanego dla magazynu Svetsaren.



Rys.6. Widok przekroju gotowego połączenia.

# Materiały odporne na korozję



**Autor: inż. Jiří Martinec, IWE,  
Kierownik działu technicznego,  
ESAB VAMBERK, s.r.o.**

Spawanie stali odpornych na korozję jest trudne, ponieważ w porównaniu z niskostopowymi mają większą rozszerzalność cieplną, wyższą oporność elektryczną, ale mniejszą przewodność cieplną. Z tych powodów, należy podchodzić do każdego rodzaju stali indywidualnie.

## 1. Stal martenzytyczna

Martenzytyczne stale nierdzewne mają tetragonalną siatkę przestrzennie centrowaną oznaczoną  $\alpha'$ , która powstaje ze względu na wysoką zawartość chromu i przy niskich prędkościach chłodzenia. Zawartość Cr wynosi od 12 do 18%, zawartość węgla od 0,1 do 1%. Stale te są spawane w stanie odpuszczonym, wyżarzonym lub twardym. Temperatura podgrzewania, w zależności od składu chemicznego jest zalecana od 250 do 400 °C. Po spawaniu natychmiast powinno nastąpić wyżarzanie w temperaturze 600 do 700 °C. Celem tej obróbki cieplnej jest odpuszczanie martenzytu, a tym samym zmniejszenie jego twardości. Powoduje to częściowe zwiększenie ciągliwości i wytrzymałości. Stale te mogą być spawane austenicznymi, a także ferrytycznymi (martenzytycznymi) dodatkowymi materiałami spawalniczymi. Zaleca się stosować materiały dodatkowe do spawania

o mniejszych średnicach, aby warstwa następująca poddała cyklowi cieplnemu warstwę poprzednią.

Jeśli nie jest możliwe zapewnienie obróbki cieplnej po spawaniu, zaleca się spawać takie elementy materiałem austenicznym. Podczas spawania jest konieczne zminimalizowanie dostarczonego ciepła. Elementy do spawania należy właściwie przygotować, wykonując np. ukosowanie łączonych krawędzi. Następnie należy spawać bez wstępnego podgrzewania i końcowej obróbki cieplnej.

## 2. Stal ferrytyczna

Dla stali o niskiej zawartości węgla zaczyna się obszar stali czysto ferrytycznych od 17% Cr. Stale te posiadają dobrą odporność na korozję i odporność termiczną. Główną wadą jest niska plastyczność i wrażliwość na podtopienia. Stale te są spawane z podgrzaniem, temperatura jest dobierana w zależności od składu chemicznego stali. Zagrożeniem, jak i w stali martenzytycznej odpornej na korozję jest powstanie fazy  $\delta$  i podatność na korozję międzykrystaliczną (MKK). Dla spawania są stosowane materiały dodatkowe o takim samym składzie chemicznym lub austenityczne dodatkowe materiały spawalnicze.

## 3. Stal austenityczna Cr-Ni

### i stal Cr - Ni - Mo

Stale austenityczne krystalizują się w sieci płasko - centrycznej. Odporność na korozję jest wyższa niż w stalach martenzytycznych i ferrytycznych. W temperaturach w zakresie od 500 do 950 °C, w tych stalach dochodzi do eliminacji węgla  $Cr_{23}C_6$ , który zwiększa podatność na korozję międzykrystaliczną. Dlatego stale te są stabilizowane przez dodanie Ti, Nb, Ta, lub jest u nich zmniejszona zawartość węgla do 0,03%. Dalsze zwiększenie odporności na korozję należy zapewnić przez dodatek od 2 do 4,5% molibdenu. Stopowanie stali austenicznych jest ograniczone, ponieważ pierwiastki ferrytotwórcze Cr, Mo, Ti, Nb, Ta i dalsze zmniejszają stabilność austenitu. Z niego może wytrącać się przejściowa faza sigma, chi i eta, które powodują nie tylko kruchość, ale także spadek odporności na korozję.

Główne problemy, które mogą wystąpić podczas spawania stali austenicznych jest wytrącenie węgla chromu a tym samym podatność na korozję międzykrystaliczną, kruchość pod wpływem fazy  $\delta$  i podatność austenitu na pękanie pod wpływem ciepła. Decydującym czynnikiem w zmniejszaniu podatności na pękanie pod wpływem ciepła jest niska zawartość ferrytu delta w strukturze austenitu. W ferrycie delta rozpuszcza się fosfor, który inaczej wytworzyłby z Fe lub Ni eutektyk o niskiej temperaturze topnienia. Inne zanieczyszczenia np. siarkę można związać manganem - powstający MnS przechodzi do żużla. W celu określenia optymalnej zawartości ferrytu delta, w zależności od składu chemicznego wykorzystywane są wykresy Schaefflera, De Longa i WRC.

Wytrącanie węglików Cr występuje najczęściej w zakresie temperatur od 425 do 815 °C. Na granicy ziaren zaczynają wytrącać się węgliki typu  $Cr_{23}C_6$  i  $Cr_7C_3$  i obszar granicy ziaren traci bierną odporność na korozję. Z tego powodu, materiały są stabilizowane pierwiastkami Ti, Nb, Ta, które najlepiej wiążą węgiel w węgliki TiC, NbC lub TaC. Takie stale są nazywane stabilizowanymi. Drugim sposobem jest dla stali i dodatkowych materiałów spawalniczych, ograniczenie zawartości węgla poniżej 0,03%, są to stale niskowęglowe odporne na korozję. Faza sigma jest twarda a kruchy międzymetaliczny związek utworzony w zakresie temperatur od 500 do 800 °C, lokalnie stopowaniem Cr (zawartość chromu powyżej 25%). Na powstawanie tej fazy są podatne stale o podwyższonej zawartości Cr. Powodem powstawania fazy  $\delta$  może być i zbyt wysoka zawartość ferrytu delta w strukturze austenicznej.

Stale austeniczne są spawane materiałami dodatkowymi o tym samym lub podobnym składzie chemicznym. Jest niezbędne zapewnienie pełnej ochrony obszaru spawania, w tym części grani. Stale te są spawane bez podgrzewania i konieczne jest ograniczenie ilości ciepła. Temperatura międzyścięgowa nie powinna być wyższa niż 150 °C. Po spawaniu w większości przypadków nie stosuje się do obróbki cieplnej. Dla stali z dodatkiem Ti lub Nb może być zastosowane wyżarzanie rozpuszczające lub stabilizujące.

# Spawanie aluminium - potrzebna jakość i wiedza

**Autor: dr inż. Dariusz Wojtaszewski**  
**Menedżer produktu Materiały**  
**Spawalnicze**  
**ESAB Polska Sp. z o.o.**

Właściwości aluminium i jego stopów różnią się tak bardzo od stali, że doświadczenia zdobyte przy spawaniu materiałów stalowych są zwykle niewystarczające do skutecznego łączenia takich materiałów. Jest to spowodowane znacznie rzadszym dotąd stosowaniem aluminium jako materiału konstrukcyjnego, zwłaszcza w krajach naszego regionu. Jednak sytuacja ta zmienia się obecnie dość szybko i coraz więcej wytwórców spotyka się z koniecznością spawania aluminium.

**F**irma ESAB stara się wyjść na przeciw tym nowym potrzebom i wymaganiom, oferując zarówno urządzenia bardzo dobrze dostosowane do procesów spawania aluminium, jak i najwyższej jakości spoiwa do różnych stopów aluminium. Do tego oczywiście dysponujemy odpowiednią wiedzą i możliwością udzielania wsparcia technicznego. W tym artykule skoncentrujemy się na ogólnej charakterystyce materiałów spawalniczych do aluminium wytwarzanych w firmie ESAB, właściwym przygotowaniu elementów do spawania oraz przedstawimy nowe rozwiązania w zakresie opakowań masowych do drutów aluminiowych.

Udane spawanie aluminium rozpoczyna się od właściwego sposobu przygotowania elementów do spawania oraz wyboru optymalnego spoiwa. Proces przygotowa-

nia obejmuje bardzo często cięcie blach. Nie wszystkie metody cięcia termicznego stosowane do stali nadają się do aluminium. Nie przydatne jest popularne cięcie tlenowe, z uwagi na trudnotopliwą warstwę tlenków pokrywających zawsze powierzchnię elementów aluminiowych. Najczęściej stosowaną metodą jest cięcie plazmowe. Jeżeli miejsce cięcia ma być krawędzią złącza spawanego to przy niektórych gatunkach stopów konieczne jest mechaniczne usunięcie strefy wpływu ciepła, tak aby usunąć ewentualne mikropęknięcia. Do szlifowania i cięcia należy używać specjalnych tarcz do aluminium. Dalsze etapy przygotowania do spawania obejmują przede wszystkim usunięcie wszelkiej wilgoci, która jest najczęstszą przyczyną porowatości. Zarówno spawane elementy, jak i materiały spawalnicze powinny być składowane przez co najmniej 24 godziny w takiej samej temperaturze, jaka panuje na hali produkcyjnej, więc najlepiej w tym miejscu. W przeciwnym wypadku może dojść do kondensacji pary wodnej i w konsekwencji do porowatości spoin. Jest to zagadnienie bardzo często lekceważone – a wystarczy przypomnieć sobie, jak zachowuje się butelka z napojem wyjęta z lodówki. Podchodząc do tego zagadnienia bardziej „naukowo” warto zapoznać się tabelami temperatur punktu rosy oraz aktualną wilgotnością względną.

Kolejnym ważnym zabiegiem jest dokładne odtłuszczenie powierzchni, które mają być spawane. Zwykle do tego celu używa się rozpuszczalników na bazie toluenu. Po odtłuszczeniu, bezpośrednio przed spawaniem wykonuje się jeszcze mecha-

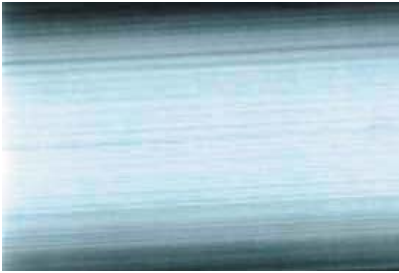
niczne oczyszczanie krawędzi za pomocą szczotki drucianej (ręcznej lub mechanicznej) wykonanej ze stali nierdzewnej. Nie jest wcale przesadną ostrożnością wykonywanie wszystkich tych czynności w bawełnianych rękawicach ochronnych. Zachowanie czystości to podstawowy warunek prawidłowego spawania aluminium. Podejście do zagadnienia doboru stopiwa jest też inne niż w przypadku stali, gdzie najczęściej staramy się uzyskać skład zgodny z materiałem rodzimym. W przypadku aluminium bardzo często odchodzimy od tej zasady, z różnych powodów. Przede wszystkim niektóre stopy mają ograniczoną spawalność i skłonność do pęknięć krystalizacyjnych (tzw. gorących). Gdyby użyć do nich spoiw o tym samym składzie, co materiał rodzimy – to w niektórych przypadkach trudno byłoby uniknąć pęknięć. Użycie stopu z innego gatunku, dzięki wymieszaniu stopiwa, stwarza korzystniejsze warunki metalurgiczne i pozwala uniknąć trudności w spawaniu. Dość często konstruktorzy potrzebują też łączyć ze sobą gatunki aluminium o zróżnicowanych własnościach, a wtedy występuje konieczność spawania ze sobą różnych stopów i zadanie doboru spoiwa jeszcze bardziej się komplikuje. Możemy jednak dobór spoiwa usystematyzować ze względu na cechy połączenia, na których najbardziej nam zależy:

**W - spawalność** (możliwość unikania gorących pęknięć),

**S - wytrzymałość** (stan - po spawaniu, dotyczy oceny wytrzymałości spoin pachwinowych),

Materiał rodzimy	Gatunek spoiwa	1100
Właściwości	OK Autrod	W S D C T M
3003	1100 4043/4047 4145	B B A A A A A A B A A A A C B A

**Tab. 1. Fragment tabeli doboru spoiw do stopów Al**



Fot. 1. Bardzo czysta powierzchnia drutu ze stopu Al

- D - plastyczność** (ocena bazuje na wynikach próby gięcia),
- C - odporność na korozję** (przy oddziaływaniu stężonej wody),
- T - przydatność do pracy w podwyższonej temperaturze** (powyżej 65 °C),
- M - dopasowanie koloru** (po anodowaniu).

Dla każdej priorytetowej cechy istnieje optymalne spoiwo do połączenia danej pary materiałów rodzimych. Oczywiście takich kombinacji jest bardzo wiele i dlatego firma ESAB opracowała specjalne tabele ułatwiające dobór spoiwa. Poszczególne cechy oceniane są w umownej skali malejącej (A, B, C, D) dla każdej kombinacji stopów i spoiwa, co pozwala na dokonanie najkorzystniejszego wyboru. Tabelę doboru spoiw można znaleźć np. w broszurze „Spawanie aluminium - potrzebna jakość i wiedza”, na naszej stronie internetowej. Dla ilustracji zamieszczono fragment tabeli, odnoszący się do połączenia mieszanego stopów 1100 i 3003 (Tab.1). Wybór pary materiałów - 3003 i 1100 - prowadzi do określonego pola danych. Dane w tym polu umożliwiają ocenę właściwości złącza wykonanego jednym z zalecanych spoiw. Wybór drutu OK Autrod 1100 wskazuje na ocenę „A”, czyli bardzo dobrą - dla plastyczności (D), przydatności do pracy w podwyższonej temp. (T), odporności na korozję oraz dopasowania koloru po anodowaniu. Ocenę „B”, czyli dobrą - nadano spawalności (W) i wytrzymałości połączenia. Jeżeli spawalność i wytrzymałość na ścinanie są ważne, to kosztem pogorszenia plastyczności możemy użyć do łączenia stopu 4043 lub 4047. W tabeli widoczny jest też nowy, właśnie wprowadzany do sprzedaży, gatunek spoiwa



Fot. 2. Rodzina opakowań Marathon Pac™ - Micro, Jumbo i Midi

OK Autrod 4145, przeznaczony głównie do stopów z serii 2xxx (Al-Cu). W firmie ESAB produkcja drutów aluminiowych rozpoczyna się od selekcji surowców o możliwie jak najniższej zawartości wodoru - głównej przyczyny porowatości. Opracowany unikalny proces skórowania pozwala usunąć tlenki i nierówności mogące zatrzymywać zanieczyszczenia i powodować porowatość. Specjalna technologia obróbki pozwala na osiągnięcie bardzo czystej powierzchni drutu dla zmniejszenia oporów posuwu i zapewnienia „rentgenowskiej” jakości połączeń (Fot.1). Na obrabianą powierzchnię drutu nanoszona jest bardzo cienka warstwa opatentowanego środka smarującego, który zapewnia doskonały posuw i zmniejsza ilość dymów. Te wyjątkowe cechy drutów firmy ESAB umożliwiają ich zastosowanie również w procesach podatnych na porowatość, takich jak spawanie hybrydowe laserem. W celu podniesienia wydajności produkcji i eliminacji przestoїв związanych z wymianą zwykłych szpul - można skorzystać z drutów aluminiowych w opakowaniach masowych Marathon Pac™. Jest to najbardziej niezawodny i najbardziej ekologiczny system opakowań masowych na świecie. Początkowo był opracowany tylko dla drutów stalowych, lecz bardzo szybko włączono do systemu także druty nierdzewne, następnie rdzeniowe a nawet druty do spawania pod topnikiem. Druty aluminiowe, z uwagi na specyficzne właściwości mechaniczne, nie są łatwym materiałem do umieszczania w masowych opakowaniach, jednak firma ESAB pokonała te trudności techniczne już kilka lat temu i nadal rozwija rodzinę Marathon Pac (Fot 2).



Fot. 3. Opakowanie drutu serii 4xxx wyposażone w zespół wspomagający odwijanie



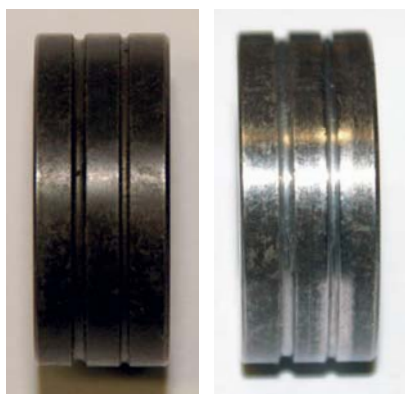
Fot. 4. Urządzenia do formowania drutów ze stopów serii 5xxx – PAK TRAK oraz zespół rolek



Fot. 5. Niezawodne układanie długich spoin przy użyciu drutu z opakowania Marathon Pac



**Fot. 6. Urządzenie wspomagające podawanie - zmechanizowany PAKTRAK**



**Fot. 7. Rolki napędowe podajnika drutu - standardowa i polerowana**



**Fot. 8. Zestaw do uzdatniania końcówek prądowych**

W sposobie działania systemu Marathon Pac zaznacza się wyraźny podział, w zależności od gatunku aluminium. Druty ze stopów serii 5xxx (najczęściej 5356 i 5183) wykazują wystarczającą sprężystość do odwijania w sposób podobny jak w przypadku drutów stalowych. W najprostszym wyposażeniu opakowania drutu serii 5xxx jest tylko plastikowy kaptur i zamocowany do niego przewodnik podłączony do podajnika drutu. Druty z serii 4xxx (najczęściej 4043) są na tyle mało sprężyste, że potrzebny jest dodatkowy element umieszczony wewnątrz opakowania – zespół wspomagający odwijanie, potocznie nazywany „asystentem” (Fot. 3). Reszta wyposażenia jest taka sama, jak dla stopów serii 5xxx.

Dla zapewnienia prostoliniowości długich spoin wykonywanych przy użyciu drutów z serii 5xxx przeznaczone są dodatkowe akcesoria – zespół formujący Pak Trak oraz zespół rolek prostujących (Fot. 4, 5). Pak Trak mocowany jest bezpośrednio na opakowaniu, a rolki prostujące zwykle w pobliżu wlotu drutu do podajnika. Oba te podzespoły są urządzeniami działającymi bez zewnętrznego napędu. Z kolei problem skutecznego podawania drutu na dużą odległość (do ok. 30 m) rozwiązany został za pomocą nowego, zmechanizowanego zespołu Powered Pak Trak (Fot. 6). Jest to urządzenie zasilane sprężonym powietrzem, wspomagające w inteligentny sposób odwijanie i zabezpieczające jednocześnie przed zapętleniem drutu, zaprojektowane i opatentowane przez naszą firmę.

Firma ESAB opracowała kilka wariantów wielkości masowego opakowania dla drutów aluminiowych: podstawowy - Jumbo MarathonPac, zawierający 141kg drutu, średni – Midi Marathon Pac 80kg oraz najmniejszy – Micro Marathon Pac 25kg (Fot. 2). Dzięki temu użytkownik jest w stanie optymalnie dopasować rodzaj opakowania do natężenia pracy i wyposażenia stanowiska spawalniczego. Większe opakowania bardziej nadają się do robotów i automatów, najmniejsze – także do pracy ręcznej. Co bardzo ważne – wszystkie akcesoria pasują do każdej wielkości opakowania. Zaletą opakowań Micro Marathon Pac jest możliwość ręcznego ich przenoszenia.

Przeprowadzane wielokrotnie kalkulacje kosztów spawania dowodzą, że stosowanie masowych opakowań drutu przynosi wymierne korzyści przede wszystkim wynikające z mniejszej straty czasu na wymianę szpul. Dzięki stabilnemu podawaniu prostego drutu z opakowania Marathon Pac - spoiny są układane zawsze we właściwym miejscu, z dobrym przetopem i wyglądem lica, z mniejszym rozpryskiem oraz mniejszą ilością braków. Znacznie ograniczone są braki spowodowane osiągnięciem końca drutu na szpuli. Wszystko to pozwala znacząco zmniejszyć nakłady ręcznej pracy wykonania poprawek oraz związane z nią koszty.

Do niezawodnego działania całego toru podawania drutu konieczne jest zadbanie o najbardziej newralgiczne miejsca – rolki napędowe podajnika i końcówkę prądową w uchwycie. Firma ESAB dostarcza zestaw do polerowania rolek w celu odtwarzania prawidłowego stanu ich powierzchni (Fot. 7). Ostre krawędzie rowków rolki powodują skrawanie drutu i gromadzenie się zanieczyszczeń w całym torze prowadzenia, a w efekcie prowadzą do zaburzeń w stabilnym podawaniu drutu. Dla ułatwienia oceny stanu rolek i skuteczności polerowania w zestawie znajduje się szkło powiększające. Obróbkę powierzchni rolek przeprowadza się dostarczoną diamentową pastą polerską, obracając rolkę umieszczoną w adaptorze np. za pomocą zwykłej ręcznej wiertarki. Drugi z zalecanych zestawów - do uzdatniania końcówki prądowej (Fot. 8) - zawiera proste narzędzia do usuwania ostrych krawędzi wokół otworu oraz oczyszczania jej wnętrza w celu unikania upalania drutu i przestojów w spawaniu. Akcesoria te doskonale obrazują precyzję i czystość, jaka zawsze powinna towarzyszyć spawaniu materiałów aluminiowych.

Połączenie wysokiej jakości materiałów dodatkowych i dobrze wyposażonych, nowoczesnych urządzeń z głęboką wiedzą o prowadzonych procesach, uzupełnione wsparciem technicznym naszej firmy - gwarantuje sukces w spawaniu szerokiej gamy wyrobów aluminiowych.

# Spawanie stali stopowych i aluminium urządzeniami ESAB

**Autorzy: mgr inż. Leszek Gajowka**  
**Menedżer Produktu Urządzenia**  
**Spawalnicze, ESAB Region Centralny,**  
**inż. Robert Lazik**  
**Menedżer Produktu**  
**Urządzenia Spawalnicze**  
**ESAB Polska Sp. z o.o.**

Wzrost zastosowania nowoczesnych stali stopowych oraz aluminium w różnych gałęziach przemysłu, stawia wysokie wymagania zarówno dla materiałów dodatkowych, jak również dla źródeł prądu spawania. Nawiązując do poprzednich artykułów dotyczących materiałów dodatkowych do spawania, chcielibyśmy przedstawić usystematyzowane wiadomości dotyczące innowacyjnych oraz niskoenergetycznych funkcji dostępnych w naszych urządzeniach standardowych, które są pomocne i przydatne w spajaniu materiałów ze stali stopowych oraz aluminium.

## Metoda MIG/MAG

Metoda MIG/MAG jest metodą uniwersalną pozwalającą uzyskiwać stopiwo z bardzo dużą szybkością i we wszystkich pozycjach. Jest szeroko stosowana do spawania cienkich i średnich elementów stalowych oraz do spawania stopów aluminium, zwłaszcza gdy jest wymagana duża wydajność spawania ręcznego oraz zmechanizowanego.



### QSet™

Automatyczna nastawa parametrów spawania w zakresie łuku zwarciowego za pomocą jednego pokrętki, bez względu na rodzaj zastosowanego gazu osłonowego oraz typu i średnicy drutu. System optymalnie w sposób dynamiczny kontroluje wartość napięcia w zależności od pozycji spawania i długości elektrody. Funkcja szczególnie znajduje swoje zastosowa-

nie w spawaniu blach cienkich do 4 mm w przemyśle samochodowym, przy produkcji wszelkiego rodzaju konstrukcji lekkich oraz w lutowaniu materiałów z powłokami galwanicznymi.

Funkcja **Qset™** przeznaczona jest do spawania metodą MIG/MAG do spawania wysokowydajnego różnych elementów ze stali niskowęglowej, **nierdzewnej i aluminium**. Jest wykorzystywana przede wszystkim na liniach seryjnej produkcji do wykonywania spoin w trudnych, niedostępnych miejscach, do połączeń rurowych.

Funkcja **Qset™** dostępna jest w urządzeniach wyposażonych w panele sterowania:

MA23A, MA24, U6, Aristo™ U8<sub>2</sub>, Aristo™ U8<sub>2</sub> Plus

**Linie Synergiczne** – zainstalowane w panelach MA 24, U6, U8<sub>2</sub>, U8<sub>2</sub> Plus,

## Przykładowe urządzenia wyposażone w powyższą funkcję to:

Kompaktowe	Nr katalogowy
Origo™ Mig C3000i MA23A Qset	0459750881
Aristo™ Mig C3000i MA6	0459750882
Podajniki kompatybilne ze źródłami prądu Mig 4002c, 5002c, 6502c	
Origo™ Feed 3004 MA24 Qset	0460526889
Origo™ Feed 3004w MA24 Qset	0460526899
Origo™ Feed 4804w MA24 Qset	0460526999
Aristo™ Feed 3004 U6	0460526886
Aristo™ Feed 3004w U6	0460526896
Aristo™ Feed 4804 U6	0460526986
Aristo™ Feed 4804w U6	0460526996
Aristo™ Feed 3004 U0*	0460526881
Aristo™ Feed 3004w U0 *	0460526891
* Panel sterowania U8 <sub>2</sub> (do podajnika U0)	0460820880
* Panel sterowania U8 <sub>2</sub> Plus (do podajnika U0)	0460820881

dodatkowo zwiększają walory użytkowe w zakresie optymalizacji parametrów spawania w metodzie MIG/MAG głównie do spawania łukiem impulsowym oraz natryskowym. Odpowiednia linia synergiczna w ilości 230 różnych programów (panel U82 Plus) uzależniona jest gatunku i średnicy materiału oraz gazu osłowego.

Panel	ilość linii synergicznych
MA24	24
U6	59
U8 <sub>2</sub>	92
U8 <sub>2</sub> Plus	230



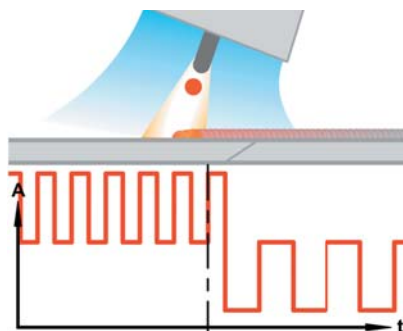
#### Aristo™ SuperPulse™

Funkcja, która posiada trzy rodzaje łuku modulowanego z przeznaczeniem do różnych typów i grubości spawanych materiałów, szczególnie do spawania materiałów z aluminium i stali wysokostopowej. Podstawowym zadaniem tej funkcji jest ograniczanie ciepła spajanych elementów oraz zwiększenie wydajności spawania. Wartości modulacji pozwalają na pełną kontrolę całego procesu przy zachowaniu wysokojakościowego połączenia, a wygląd lica porównywalny jest do spawania metoda TIG. Funkcja znajduje swoje zastosowanie wszędzie, gdzie liczy się jakość i wydajność.

**Puls** - zastosowanie do spawania materiałów ze stali chromowo-niklowej oraz aluminium. Modelowanie przebiegu prądu falą prostokątną pozwala na uzyskanie małego rozprysku.

- niższej temperatura niż w łuku natryskowym
- prąd bazowy zapewnia poprawne jarzenie się łuku
- małej liczby odprysków

**Puls/Puls** - modulacja przebiegu prądu zastosowana do spawania cienkich materiałów ze stali chromowo-niklowej oraz aluminium. (3-6 mm)

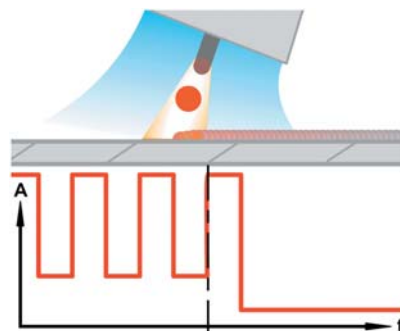


- Zastosowanie przebiegu pulsacyjnego o innej amplitudzie w obydwu fazach przebiegu prądu
- większa moc łuku w fazie pierwotnej
- mniejsza moc łuku w fazie wtórnej
- schłodzenie jeziora w fazie wtórnej
- możliwe spawanie we wszystkich pozycjach

- wygląd lica spoiny jak przy spawaniu metoda TIG

#### Puls/Łuk zwarciový

- modulacja przebiegu prądu zastosowana do spawania bardzo cienkich materiałów ze stali chromowo-niklowej oraz aluminium (do 3 mm)



- puls w fazie pierwotnej przebiegu prądu
- łuk zwarciový w fazie wtórnej
- bardzo niska temperatura nagrzewania
- wygląd lica spoiny jak przy spawaniu metoda TIG
- możliwe spawanie we wszystkich pozycjach
- niewrażliwość na zmienność szczeliny
- łatwość kształtowania grani
- zastosowanie do spawania bardzo cienkich materiałów



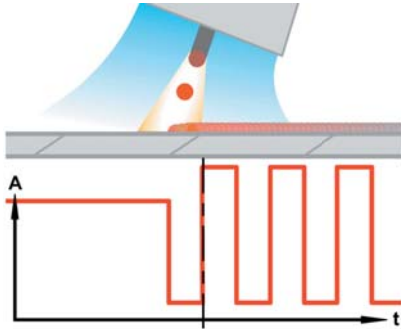
**Origo™ Mig c3000i**



**Origo™ Feed 3004, 4804**

### Natrysk/Puls

- modulacja przebiegu prądu zastosowana do spawania materiałów grubych, które wymagają dużej ilości ciepła ze stali chromowo-niklowej oraz aluminium (od 8 mm)



- łuk natryskowy w fazie pierwotnej przebiegu prądu
- puls w fazie wtórnej
- dobre wtopienie
- przeznaczenie głównie do pozycji PA i PB
- brak podtopień
- głęboka penetracja i równomierna strefa wtopienia
- zastosowanie do spawania aluminium i stali wysokostopowej

Urządzenia wyposażone w powyższe funkcję to wszystkie źródła prądu wyposażone w panel sterowania Aristo U8<sub>2</sub> Plus np.

Mig 3001i, 4001i  
Aristo™ Mig 5001i  
Aristo™ Mig U4001i, U5001i  
Mig 4002c, 5002c, 6502c

### Metoda TIG

Metoda ta nadaje się do spawania niemal wszystkich metali, przy czym najczęściej stosowana jest do spawania stopów alu-

minium i stali nierdzewnych, gdzie jednorodność złącza ma krytyczne znaczenia dla jakości połączenia.

Wykorzystując metodę TIG uzyskuje się bardzo czyste, wysokiej jakości złącza. Ponieważ w procesie nie powstaje żużel, wyeliminowane jest ryzyko zanieczyszczenia spoiny jego wtrąceniami, a i gotowa spoina nie wymaga dużego nakładu pracy przy jej obróbce.

Spawanie metodą TIG może odbywać się przy użyciu prądu stałego (DC) lub prądu przemiennego (AC). Spawanie prądem stałym jest głównie stosowane w przypadku stali stopowej lub materiałów niebędących stopami, podczas gdy spawanie prądem przemiennym jest stosowane dla aluminium oraz stopów aluminium.



### QWave™

Funkcja ta opracowana przez ESAB łączy w sobie zalety fali sinusoidalnej oraz fali prostokątnej. Funkcja QWave™ umożliwia spawanie prądem przemiennym (AC) przy zachowaniu stabilnego łuku oraz najniższy możliwy poziom hałasu przy minimalnych stratach mocy. Dzięki zastosowaniu funkcji QWave™, więcej ciepła jest przekazywanego do materiału spawanego (przy takim samym ustawieniu prądu) jako, że poziom krzywej schodkowej przebiegu prądu jest dostosowywany do ustawionego natężenia.

**Zastosowanie: wszystkie źródła AC/DC Caddy™ TIG, Origo™ TIG, Aristo™ TIG**

**Pulse** – zastosowanie modulacji przebiegu prądu falą prostokątną oraz moż-

liwość zmiany parametrów przebiegu prądu pozwala na kontrolę wpływu ciepła w spoinie, a zatem bezpośrednio na budowę strukturalną spoiny i możliwość jej modyfikacji, zmniejszenie naprężeń spawalniczych i odkształceń oraz stabilność jarzenia łuku.

**Micro Pulse DC** - funkcja pozwalająca zmieniać czas trwania fali prostokątnej w zakresie od 0,0001s i mniej.

**Zastosowanie w panelu sterowania TA4, TA6, TA 24, TA34.**

### Balans i częstotliwości prądu AC

#### Balans

Ustawienie balansu to stosunek pomiędzy czasem cyklu ujemnego i dodatniego. Dłuższy cykl dodatni zapewnia lepsze oczyszczanie powłok tlenkowych oraz wyższą temperaturę elektrody.

Dłuższy czas cyklu ujemnego zapewnia gorsze oczyszczanie powłok tlenkowych, niższą temperaturę elektrody oraz głębszy przetop / penetrację. Półokres ujemny musi wynosić minimum 50%.

#### Częstotliwość

Pozwala ustawić, przy jakiej częstotliwości prąd przejdzie z fazy dodatniej do ujemnej.

Przy wyższej częstotliwości łuk jest zwężony, ale zapewnia głębszy przetop. Przy niższej częstotliwości łuk jest szerszy, ale przetop jest mniejszy

**Zastosowanie w panelu sterowania TA 24, TA34.**



**MA24**



**U6**



**U8<sub>2</sub>**

# Demobus Tour 2011

## Show Spawalniczy z firmą ESAB

Inwestuj w siebie i pracowników!

**D**uże zainteresowanie wśród inżynierów spawalników, bezpośrednich użytkowników-spawaczy, rzemieślników, majsterkowiczów oraz dystrybutorów naszą formą prezentacji wyrobów i treningów za granicą sprawił, że w roku 2011, w dniach 6-10 czerwca mieliśmy zaszczyt gości Państwa w programie objazdowych, profesjonalnych zajęć teoretycznych i praktycznych prowadzonych przez naszych specjalistów. Szkoleniom towarzyszyły prezentacje asortymentu będącego w ofercie naszej firmy. Postoje naszej objazdowej szkoly miały miejsce w wybranych miastach a program dzienny obejmował prezentacje, kilka sesji teoretycznych oraz możliwość bezpośredniego testowania urządzeń spawalniczych z wykorzystaniem oferowanych przez nas materiałów. W tym roku, miejscami gdzie zawiatał nasz DemoBus, były głównie uczelnie techniczne. Odwiedziło nas ponad 400 osób, głównie studentów różnych wydziałów: mechanicznego, spawalnictwa, budowy maszyn, transportu, budowy statków i materiałoznawstwa.

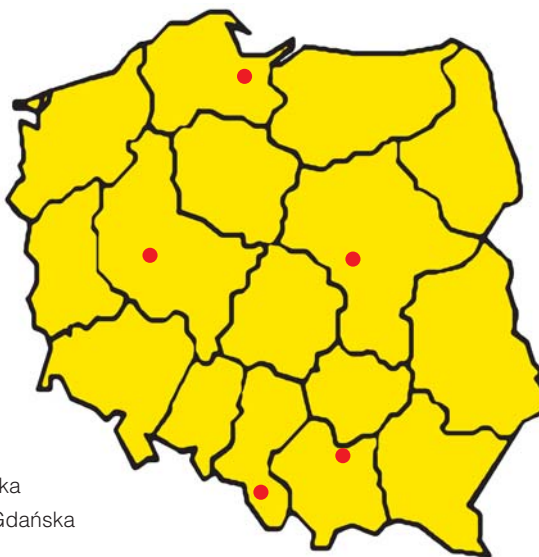
Jeżeli jesteście Państwo zainteresowani wsparciem przez nasz DemoBus własnych akcji marketingowych w roku 2012



- prosimy o kontakt z naszymi przedstawicielami, odpowiedzialnymi za Wasz rejon sprzedaży, w celu uzyskania szczegółowych informacji oraz ustalenia warunków i rezerwacji terminów.

#### Terminarz trasy 2011:

- 06.06 Katowice, Spodek
- 07.06 Kielce, Politechnika Świętokrzyska
- 08.06 Warszawa, Politechnika Warszawska
- 09.06 Gdańsk, Politechnika Gdańska
- 10.06 Poznań, teren MPT



# Aristo<sup>®</sup> Tech

## WYSOKA JAKOŚĆ ZA PRZYSTĘPNĄ CENĘ!

Przyłbica spawalnicza Aristo<sup>™</sup> Tech przeznaczona jest dla profesjonalistów, charakteryzując ją wysoki stopień ochrony oraz duży komfort użytkowania.

**L**ekki korpus i ergonomiczne nagłowie pozwala na spawanie we wszystkich pozycjach przy większym komforcie i mniejszym zmęczeniu spawacza. Przyłbica spawalnicza Aristo<sup>™</sup> Tech skonstruowana jest w oparciu o najnowszą technologię filtrów samo-

ściemniających ADF wraz z wbudowanym wewnętrznym cyfrowym wyświetlaczem LCD, pozwalającym na pełną kontrolę ustawień zaciemnienia, czułości i opóźnienia rozjaśniania. Przeznaczona do stosowania we wszystkich aplikacjach spawalniczych.



Aristo Tech = 450 g

Dostarczana w trzech kolorach: czarna, żółta i biała



Numery katalogowe:

0700 000353

0700 000354

0700 000355



## Mocne, wytrzymałe, proste!

Wysokowydajne źródło plazmowe Power Cut™1600 przeznaczone zarówno do cięcia ręcznego i jak i do zastosowania w systemach zmechanizowanych. Zapewnia wysoką jakość i wydajność cięcia przy niskich kosztach eksploatacyjnych. Jest łatwe w obsłudze, solidne i niezawodne!

- Szybka zmiana uchwytu bez użycia narzędzi.
- Technologia Blowback - technologia zajarzania łuku eliminująca wysoką częstotliwość, nie zakłócająca sterowników CNC oraz innych urządzeń elektronicznych w tym komputerów.
- Cyfrowy wyświetlacz pozwala na łatwy odczyt wielkości prądu i ciśnienia powietrza.
- Cięcie jakościowe stali węglowej do 45 mm.