

Technologia spawania drutami rdzeniowymi (proszkowymi) jest w zasadzie taka sama, jak technologia MIG/MAG. Jedyną różnicą jest materiał dodatkowy. W metodzie MIG/MAG używany jest drut lity, natomiast w opisywanej technologii spawania używany jest drut elektrodowy, który składa się z zewnętrznej metalowej powłoki, zwiniętej z taśmy, mający postać cienkościennej rurki wypełnionej wewnątrz topnikiem, metalicznym proszkiem lub niezbędnymi dodatkami stopowymi. W przeciwieństwie do drutów litych, druty rdzeniowe mogą mieć różne właściwości stopiwa lub specyficzne właściwości spawalnicze osiągnięte poprzez różny skład wypełnienia. Znacznie większa gęstość prądu (A/mm²) w przewodzącej części drutu rdzeniowego (w powłoce), pozwala na znacznie szybsze jego stapianie, w porównaniu z drutem litym o takiej samej średnicy, przy takich samych parametrach spawania. Tym samym osiągnięta jest wyższa wydajność procesu wraz z łatwiejszą kontrolą jeziora spawalniczego. Druty rdzeniowe używane są najczęściej w osłonie gazu ochronnego. Wypełnienie niektórych rodzajów drutów rdzeniowych może być również zaprojektowane w taki sposób, że podczas spawania tworzy się własna atmosfera ochronna i udział dodatkowego gazu nie jest wymagany. Są to druty rdzeniowe samoosłonowe.

Druty z wypełnieniem rutyłowym

Druty rdzeniowe rutyłowe zapewniają najlepszy wygląd lica spoiny, głęboki przetop materiału spawanego i łatwe usunięcie powstałego żużlu. Większość gatunków zapewnia dobre własności w każdej pozycji spawania.

Drutami tego typu można spawać łukiem natryskowym, przy stosunkowo małym natężeniu prądu, z minimalnym rozpryskiem. Dostępne są również specjalnie gatunki do spawania z dużą prędkością oraz gatunki o zwiększonej wydajności stopiwa, przeznaczone głównie do spawania w pozycji podłonej lub nabocznej. Druty rutyłowe pokrywają zastosowaniem bardzo szeroki zakres rodzajów stali, łącznie ze stalami energetycznymi oraz nierdzewnymi. Najczęściej używane są w osłonie mieszanek gazowych (np. M21), rzadziej w CO₂ (C1). Najczęściej używanymi przedstawicielami tej grupy drutów rdzeniowych są druty OK Tubrod 15.14 i PZ 6113.

Druty z wypełnieniem zasadowym

Druty rdzeniowe zasadowe zapewniają stopiwo o wysokiej jakości i udarności w niskich temperaturach, podobnie jak elektrody z otuliną zasadową. Wiele z nich jest testowanych metodą CTOD, osiągając doskonałe wyniki. Stosowane są w konstrukcjach pracujących w temperaturach do - 50°C. Do tej grupy należą również druty do spawania stali o wysokiej wytrzymałości i stali żarowytrzymałych. Aby uzyskać najlepsze wyniki spawania zaleca się odpowiednie szkolenie. Wymagane jest posiadanie właściwych uprawnień przez spawaczy. Z tego powodu, jak

również konieczności bardziej rygorystycznego przestrzegania wymaganych parametrów spawania, są mniej popularne. Są bardzo wydajne przy spawaniu połączeń doczołowych, zwłaszcza w pozycji PC oraz przy jednostronnym spawaniu na podkładkach ceramicznych w pozycji PA i PB. Znajdują często zastosowanie w produkcji zbiorników ciśnieniowych, profili konstrukcyjnych, budowie mostów i platform morskich itp., często w połączeniu z drutami rutyłowymi, używanymi w pozycjach PE i PF. Najczęściej stosowanymi przedstawicielami tej grupy są druty OK Tubrod 15.00 i PZ 6125.

Druty z wypełnieniem metalicznym

Druty metaliczne zwykle wypełnione są sproszkowanym żelazem, z niewielką ilością składników odtleniających i stabilizujących. Druty tego typu mogą zawierać także dodatki stopowe, w celu regulacji składu chemicznego stopiwa (np. druty do napawania). Właściwości spawalnicze tych typów drutów rdzeniowych można przyrównać do właściwości spawania drutem litymi. Ich uzysk wynosi około 90%, ale wydajność stapiania jest znacznie większa niż drutów litych, ze względu na większą gęstość prądu. Oprócz małych wysepek szklawi, na powierzchni lica spoin nie powstaje żużel, co jest korzystne, zwłaszcza jeżeli chodzi o spoiny wielowarstwowe i spawanie zmechanizowane. Dlatego też bardzo często są wykorzystywane w procesach spawania za pomocą robotów przemysłowych. Posiadają doskonałe właściwości spawalnicze i mogą pracować we wszystkich pozycjach. Po zastosowaniu prądu impulsowego

nadają się do spawania cienkich blach oraz do przetopów graniowych, jako metoda zastępcza do TIG. Przedstawicielami tego typu drutów rdzeniowych są np.: OK Tubrod 14.12, PZ 6102 i OK Tubrod 14.11.

Druty rdzeniowe samoosłonowe

Druty z tej grupy zawierają w rdzeniu składniki gazotwórcze i odtleniające stopiwo. Podczas jarzenia się łuku same wytwarzają atmosferę ochronną i blokują dostęp powietrza do jeziora spawalniczego, dzięki czemu zbędna jest instalacja gazu ochronnego. Wytwarzają jednak duże ilości dymów oraz składników gazowych, szkodliwych dla zdrowia, więc powinny być używane tylko w przypadku sprawnie działającej instalacji odciągowej i wentylacyjnej lub przy pracy na zewnątrz. Ten rodzaj wypełnienia jest często stosowany w drutach służących do napraw i regeneracji.

Porównanie z innymi technologiami spawania

Spawanie ręczne elektrodą otuloną:

- nawet kilkakrotny wzrost wydajności spawania
- znacznie niższe koszty procesu spawania, w przeliczeniu na 1 m złącza
- bardzo niska zawartość wodoru dyfundującego w stopiwie - zwykle poniżej 5 ml/100g stopiwa
- doskonała jakość stopiwa, z minimalnym występowaniem porowatości lub wtrąceń żużla

Metoda MIG/MAG:

- znaczny wzrost wydajności spawania, przede wszystkim w pozycjach przymusowych
- niższe koszty procesu spawania, w przeliczeniu na 1 m złącza
- doskonałe wykorzystanie zmechanizowanych i zrobotyzowanych stanowisk pracy
- lepsza jakość stopiwa
- większa możliwość wprowadzania dodatków stopowych
- ograniczona możliwość wykonywania przetopów graniowych bez użycia podkładki

Opakowania drutów rdzeniowych

Druty rdzeniowe dostarczane są na szpulach typu S200, B300 i BS300 o wadze od 5 kg do 16 kg, w zależności od rodzaju i średnicy. Niektóre typy dostarczane są w dużych opakowaniach typu MARATHON PAC™. Informacje dotyczące opakowań znajdują się w rozdziale L, a zalecenia dotyczące przechowywania - w rozdziale M.

PN-EN ISO 14175: 2009

Materiały dodatkowe do spawania – Gazy i mieszaniny gazów do spawania i procesów pokrewnych.

PN-EN ISO 17632: 2011

Materiały dodatkowe do spawania – Druty elektrodowe proszkowe do spawania łukowego elektrodą metalową, w osłonie gazu i bez osłony gazu, stali niestopowych i drobnziarnistych – Klasyfikacja.

PN-EN ISO 17634: 2006

Materiały dodatkowe do spawania – Druty proszkowe do spawania łukowego w osłonie gazów stali odporne na pękanie – Klasyfikacja

PN-EN ISO 7633: 2010

Materiały dodatkowe do spawania – Druty elektrodowe proszkowe i pręty do spawania łukowego w osłonie gazu i bez osłony gazu elektrodą metalową stali nierdzewnych i żaroodpornych – Klasyfikacja.

PN-EN ISO 18276: 2008

Materiały dodatkowe do spawania – Druty proszkowe do spawania łukowego elektrodą metalową, w osłonie gazu i bez osłony gazu, stali o wysokiej wytrzymałości – Klasyfikacja.

PN-EN ISO 1071: 2005

Materiały dodatkowe do spawania. Elektrody otulone, druty, pręty i druty proszkowe do spawania żeliwa. Klasyfikacja.

PN-EN 14700: 2008

Materiały dodatkowe do spawania – Materiały dodatkowe do napawania utwardzającego.

ASME SFA/AWS A 5.9

ANSI/AWS A5.9/A5.9M:2006

Specification for Bare Stainless Steel Welding Electrodes and Rods, 2nd Printing

ASME SFA/AWS A5.15

ANSI/AWS A5.15-90 (R2006)

Specification for Welding Electrodes and rods for Cast Iron

ANSI/AWS A5.17/A5.17M-97 (R2007)

Specification for Carbon Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding

ANSI/AWS A5.18/A5.18M:2005

Specification for Carbon Steel Electrodes and Rods for Gas Shielded Arc Welding

ANSI/AWS A5.20/A5.20M:2005

Specification for Carbon Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding

ANSI/AWS A5.22-95 (R2005)

Specification for Stainless Steel Electrodes for Flux Cored Arc welding and Stainless Steel Flux Cored Rods for Gas Tungsten Arc Welding (fifth printing, February 2008 for errata on Table 1)

ANSI/AWS A5.23/A5.23M:2007

Specification for Low-Alloy Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding

ANSI/AWS A5.29/A5.29M:2005

Specification for Low-Alloy Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding

Druty rdzeniowe do spawania stali niestopowych, niskostopowych i energetycznych

Nazwa	EN/ISO	SFA/AWS	Strona
OK Tubrod 14.01	T 42 2 Z M M 2 H10/T 42 2 Z M M 2 H10	E70C-GM	E6
OK Tubrod 14.03	T 69 4 Mn2NiMo M M 2 H5	E110C-G	E7
OK Tubrod 14.11	T 42 4 M M 3 H5	E70C-6M H4	E8
OK Tubrod 14.12	T 42 2 M M 1 H10/T 42 2 M C 1 H10	E70C-6M/E70C-6C	E9
OK Tubrod 14.13	T 42 2 M M 2 H5	E70C-6M	E10
OK Tubrod 15.00	T 42 3 B M 2 H5/T 42 3 B C 2 H5	E71T-5M H4/E71T-5C H4	E11
OK Tubrod 15.09	T 69 4 2NiMo P M 2 H5	E111T1-K3MJ-H4	E12
OK Tubrod 15.12	T 42 0 R C 3 H10	E 70T-1C	E13
OK Tubrod 15.14	T 46 2 P M 2 H5/T 46 2 P C 2 H5	E71T-1M/E71T-1C	E14
OK Tubrod 15.17	T 46 3 1Ni P C 2 H5 /T 46 4 1Ni P M 2 H5	E81T1-Ni1M	E15
PZ 6102	T 46 4 M M 2 H5	E70C-6M H4	E16
PZ 6111	T 46 2 1Ni R M 3 H10/T 42 2 1Ni R C 3 H10		E17
PZ 6111HS	T 42 2 1Ni R C 3 H10/T 46 2 1Ni R M 3 H10	E70T-1C H8/ E70T-1M H8	E18
PZ 6113	T 46 2 P M 1 H10/T 42 2 P C 1 H5	E71T 1M H8/E71T 1C H4	E19
PZ 6113S	T 46 3 P C 2 H5	E71T-9C H4	E20
PZ 6114	T 46 4 P M 1 H5	E71T-1MJ H4	E21
PZ 6125	T 42 6 1Ni B M 1 H5	E71T5-K6M H4	E22
PZ 6138	T 50 6 1Ni P M 1 H5	E81T1-Ni1M JH4	E23
PZ 6138SR	T 46 6 1Ni P M 1 H5	E81T1-Ni1M J	E24
Dual Shield MoL	T MoL P M 2 H5	E81T1-A1M	E25
Dual Shield CrMo1	T CrMo1 P M 2 H5	E81T1-B2M	E26
Dual Shield CrMo2	T CrMo2 P M 2 H5	E91T1-B3M	E27
Coreshield 8	T 42 2 Y N 2	E71T-8	E28
Coreshield 15	-	E71T-GS	E29
Coreweld 46 LS	T 46 4 MM 2 H 5	E 70 C-6 MH 4	E30
Pipeweld 91T-1	T 55 4 Z P M 2 H5	E 91T1-G	E31
Pipeweld 101T-1	-	E 101T1-G	E32

Druty rdzeniowe do spawania stali nierdzewnych i wysokostopowych

Nazwa	EN/ISO	SFA/AWS	Strona
Shield-Bright 308L	T 19 9 L P M 2 - US/T 19 9 L P C 2 - US	E308LT1-4/E308LT1-1	E33
Shield-Bright 308L X-tra	T 19 9 L R M 3/T 19 9 L R C 3	E308LT0-4/E308LT0-1	E34
Shield-Bright 309L	T 23 12 L P M 2 - US/T 23 12 L P C 2 - US	E309LT1-4/E309LT1-1	E35
Shield-Bright 309L X-tra	T 23 12 L R M 3/T 23 12 L R C 3	E309LT0-4/E309LT0-1	E36
Shield-Bright 309LMo		E309LMoT1-4/E309LMoT1-1	E37
Shield-Bright 309LMo X-tra	T 23 12 2 L R M 3/T 23 12 2 L R C 3	E309LMoT0-4/E309LMoT0-1	E38
Shield-Bright 316L	T 19 12 3 L P M 2 - US/T 19 12 3 L P C 2 - US	E316LT1-4/E316LT1-1	E39
Shield-Bright 316L X-tra	T 19 12 3 L R M 3/T 19 12 3 L R C 3	E316LT0-4/E316LT0-1	E40
OK Tubrod 14.27	T 22 9 3 N L P M 2/T 22 9 3 N L P C 2	E2209T1-4/E2209T1-1	E41
OK Tubrod 15.30	T 19 9 L M M 2/T Fe12	(E308L)	E42
OK Tubrod 15.31	T 19 9 L M M 2	(E316L)	E43
OK Tubrod 15.34	T Fe10/T 18 8 Mn M M 2	(E307)	E44

Druty rdzeniowe do napraw, regeneracji, połączeń różniamiennych i żeliwa

Nazwa	EN/ISO	SFA/AWS	Strona
OK Tubrodur 14.70	T Z Fe14		E45
OK Tubrodur 14.71	T Fe10		E46
OK Tubrodur 15.40	T Fe1		E47
OK Tubrodur 15.41	T Z Fe3		E48
OK Tubrodur 15.42	T Z Fe2		E49
OK Tubrodur 15.43	T Z Fe3		E50
OK Tubrodur 15.50	T Z Fe2		E51
OK Tubrodur 15.52	T Fe6		E52
OK Tubrodur 15.60	T Fe9		E53
OK Tubrodur 15.65	T Fe9		E54
OK Tubrodur 15.73	T Z Fe7		E55
OK Tubrodur 15.81	T Z Fe6		E56
OK Tubrodur 15.82	T Z Fe16		E57
OK Tubrodur 15.84	T Z Fe3		E58
NICORE 55	TNiFe-1		E59
PZ 6159	T Fe3		E60
PZ 6163	T Fe7		E61
PZ 6166	T Fe7/T 13 4 M M 2		E62