

SPIS TREŚCI

WSTĘP	7
1. WPROWADZENIE DO SPAWANIA STALI METODĄ TIG	9
1.1. Ogólna charakterystyka spawania metodą TIG	9
1.2. Odmiany spawania metodą TIG	13
1.2.1. Spawanie zmechanizowane drutem zimnym lub gorącym	13
1.2.2. Spawanie punktowe metodą TIG	13
1.2.3. Spawanie wąskoszczelinowe metodą TIG	14
1.2.4. Spawanie łukiem pulsującym	15
1.3. Porównanie spawania TIG ze spawaniem innymi metodami	16
2. URZĄDZENIA DO SPAWANIA STALI METODĄ TIG	17
2.1. Stanowisko do spawania metodą TIG	17
2.2. Rodzaje źródeł prądu do spawania metodą TIG	20
2.3. Charakterystyka prądowo-napięciowa źródeł prądu do spawania metodą TIG	21
2.4. Źródła prądu do spawania metodą TIG	23
2.4.1. Transformatory spawalnicze	23
2.4.2. Prostowniki spawalnicze	23
2.4.3. Inwertory spawalnicze	23
2.5. Funkcje wspomagające w źródłach prądu do spawania metodą TIG	24
2.6. Przykład panelu sterowniczego w źródłach spawania metodą TIG	26
2.7. Sprzęt pomocniczy do spawania metodą TIG	26
2.7.1. Jonizator do bezstykowego zajarzania łuku	26
2.7.2. Uchwyty elektrodowe do spawania TIG	28
2.7.3. Butle na sprężone gazy osłonowe	31
2.7.4. Zawory butlowe	32

2.7.5. Butlowe reduktory ciśnienia gazu z przepływomierzem	32
2.8. Możliwe niesprawności urządzeń spawalniczych i działania naprawcze	34
3. ELEKTRODY WOLFRAMOWE DO SPAWANIA METODĄ TIG	36
3.1. Charakterystyka elektrod wolframowych	36
3.2. Kształt czoła elektrody – zalecane sposoby ostrzenia	38
4. ŁUK ELEKTRYCZNY W SPAWANIU STALI METODĄ TIG	41
4.1. Łuk spawalniczy i jego właściwości	41
4.2. Charakterystyka statyczna łuku spawalniczego	43
4.3. Ugięcie łuku spawalniczego	44
4.4. Parametry cieplne łuku i spawania	44
5. WŁAŚCIWOŚCI I SPAWALNOŚĆ STALI NIESTOPOWYCH, NISKO- I ŚREDNIOSTOPOWYCH	46
5.1. Podstawowe wiadomości o stalach	46
5.2. Klasyfikacja i oznaczanie stali niestopowych i niskostopowych	48
5.3. Uwagi o spawalności stali	52
5.4. Równoważnik węgla stali niestopowych i niskostopowych	53
5.5. Stale niestopowe (niskowęglowe) i ich spawalność	54
5.6. Stale drobnoziarniste	56
5.6.1. Stale drobnoziarniste normalizowane i walcowane normalizująco	57
5.6.2. Stale drobnoziarniste ulepszone cieplnie	58
5.6.3. Stale drobnoziarniste walcowane termomechanicznie	60
5.7. Stale konstrukcyjne trudnordzewiejące	61
5.8. Stale niestopowe i stopowe stosowane w niskiej temperaturze	62
5.9. Stale nisko- i średniostopowe do pracy w podwyższonej temperaturze	65
5.9.1. Charakterystyka stali do pracy w podwyższonej temperaturze	65
5.9.2. Spawanie stali do pracy w podwyższonej temperaturze	68
5.10. Staliwa niestopowe	69
6. SPOIWA DO SPAWANIA STALI KONSTRUKCYJNYCH METODĄ TIG	71
6.1. Charakterystyka drutów i prętów stalowych do spawania metodą TIG	71
6.2. Grupy materiałowe spoiw do spawania stali	72

6.3. Klasyfikacja i oznaczanie spoiw do spawania metodą TIG stali niestopowych, drobnziarnistych i o wysokiej wytrzymałości	74
6.4. Klasyfikacja i oznaczanie drutów do spawania metodą TIG stali odpornych na pękanie (do pracy w podwyższonej temperaturze)	74
6.5. Dobór spoiwa do spawania stali konstrukcyjnych	76
6.5.1. Dobór spoiwa pod względem zapewnienia własności mechanicznych połączenia	76
6.5.2. Dobór spoiwa pod względem uderzalności (odporności na kruche pękanie)	79
6.5.3. Uwzględnienie składu chemicznego stopiwa w spawaniu stali konstrukcyjnych	79
7. GAZY OSŁONOWE DO SPAWANIA STALI METODĄ TIG	80
7.1. Gazy osłonowe i ich stosowanie	80
7.2. Właściwości i stosowanie argonu	81
7.3. Właściwości i stosowanie helu	82
7.4. Wymagana czystość gazów osłonowych i ich wydatek	83
7.5. Zagrożenia argonem i helem oraz zasady postępowania	84
8. ZŁĄCZA SPAWANE I SPOINY	85
8.1. Rodzaje i właściwości złączy spawanych	85
8.2. Rodzaje spoin, ich nazwy i znaki umowne	86
8.3. Właściwości spoin	88
8.4. Przedstawianie połączeń spawanych na rysunkach	91
8.4.1. Zasady przedstawiania spoin na rysunkach	91
8.4.2. Wskazywanie położenia spoiny na rysunku	92
8.5. Wymiarowanie elementów złączy spawanych	93
8.6. Wymiarowanie spoin na rysunkach	96
8.7. Przykłady oznaczania umownego spoin na rysunkach	99
9. TECHNOLOGIA SPAWANIA METODĄ TIG STALI NIESTOPOWYCH, NISKO- I ŚREDNIOSTOPOWYCH	100
9.1. Wymagany stan powierzchni w obszarze złącza przed jego spawaniem	100
9.2. Przygotowanie brzegów złącza do spawania stali metodą TIG	101

9.3. Wpływ parametrów spawania na kształt i wymiary spoiny	105
9.4. Zalecane parametry technologiczne spawania	108
10. STRUKTURA I WŁAŚCIWOŚCI ZŁĄCZY ZE STALI NIESTOPOWYCH, NISKO- I ŚREDNIOSTOPOWYCH	111
10.1. Budowa strukturalna złączy spawanych	111
10.2. Zabiegi cieplne związane ze spawaniem stali niestopowych i niskostopowych	114
10.2.1. Podgrzewanie złączy przed spawaniem i w trakcie spawania	114
10.2.2. Obróbka cieplna złączy po spawaniu	116
11. TECHNIKA SPAWANIA STALI METODĄ TIG	117
11.1. Zajarzanie łuku	117
11.2. Czynniki wpływające na technikę spawania stali metodą TIG	118
11.3. Technika spawania ręcznego metodą TIG	120
12. NIEZGODNOŚCI ZŁĄCZY SPAWANYCH METODĄ TIG	124
12.1. Charakterystyka niezgodności spawalniczych	124
12.2. Poziomy jakości niezgodności spawalniczych	124
12.3. Przegląd niezgodności występujących w spawaniu stali metodą TIG	125
13. NAZWY, DEFINICJE, OBJAŚNIENIA	133
14. PRZYKŁADOWE PYTANIA EGZAMINACYJNE DOTYCZĄCE SPAWANIA METODĄ TIG STALI NIESTOPOWYCH, NISKO- I ŚREDNIOSTOPOWYCH	138
LITERATURA	149
NORMY	150