

SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE	11
2. POJĘCIE NIEZGODNOŚCI, WADY I NIECIĄGŁOŚCI W PRAKTYCE SPAWALNICZEJ	13
3. BUDOWA I CHARAKTERYSTYKA ZŁĄCZY SPAWANYCH	14
4. BADANIA WIZUALNE	17
4.1. Podstawy badań wizualnych	17
4.2. Zasady ogólne badań wizualnych	29
4.3. Badania wizualne złączy spawanych według PN-EN ISO 17637	31
4.3.1. Warunki badań	31
4.3.2. Personel	32
4.3.3. Zakres badań	33
4.4. Protokół badań wizualnych	35
4.5. Wyposażenie do badań wizualnych	35
4.5.1. Sprawdziany, szablony, przymiary, przyrządy	36
5. BADANIA PENETRACYJNE	45
5.1. Podstawy badań penetracyjnych	45
5.1.1. Własności cieczy	46
5.1.2. Naprężenia w cieczach, lepkość, spójność i przyleganie	46
5.1.3. Napięcie powierzchniowe i kąt zwilżania	47
5.1.4. Zjawisko włoskowatości	48
5.2. Zasady ogólne badań penetracyjnych	50
5.3. Preparaty do badań penetracyjnych	52
5.4. Badania penetracyjne złączy spawanych wg PN-EN ISO 3452-1	54
5.4.1. Personel	55
5.4.2. Kolejność czynności w procesie badania	55
5.4.3. Badania powtórne	60
5.4.4. Protokół badania	60
5.5. Wyposażenie do badań penetracyjnych	61
6. BADANIA MAGNETYCZNO-PROSZKOWE	65
6.1. Podstawy badań magnetyczno-proszkowych	65
6.1.1. Terminologia	65
6.1.2. Magnetyczne pole rozproszenia	66
6.1.3. Wybór natężenia pola magnetycznego	68
6.1.4. Stałokierunkowe, zmiennokierunkowe, poprzeczne i podłużne pole magnetyczne	69
6.1.5. Podstawowe parametry pola magnetycznego	70
6.1.6. Własności magnetyczne materiałów i charakterystyki magnesowania	71
6.1.7. Podział materiałów ferromagnetycznych, wpływ temperatury na własności magnetyczne ferromagnetyków	73

6.1.8. Natężenie pola magnetycznego i indukcja magnetyczna na powierzchni granicznej ośrodka ferromagnetycznego	73
6.1.9. Demagnetyzacja obiektów	74
6.1.10. Ogólne zasady badań magnetyczno-proszkowych	75
6.2. Preparaty, urządzenia i wyposażenie do badań magnetyczno-proszkowych	78
6.2.1. Preparaty	78
6.2.2. Urządzenia	80
6.2.3. Wyposażenie dodatkowe	84
6.2.4. Próbkі odniesienia	87
6.3. Badania magnetyczno-proszkowe złączy spawanych według normy PN-EN ISO 17638	91
6.3.1. Wprowadzenie	91
6.3.2. Personel	91
6.3.3. Stan powierzchni i jej przygotowanie	91
6.3.4. Magnesowanie, stosowane techniki badania i środki wykrywające	91
6.3.5. Kontrola i warunki obserwacji	95
6.3.6. Wskazania pozorne, zapisywanie wskazań i rozmagnesowanie	96
6.3.7. Protokół badania	96
7. BADANIA RADIOGRAFICZNE	97
7.1. Podstawy badań radiograficznych	97
7.1.1. Powstawanie promieniowania X i γ	98
7.1.2. Własności promieniowania X i γ	101
7.2. Źródła promieniowania jonizującego	104
7.2.1. Aparaty rentgenowskie	104
7.2.2. Akceleratory	107
7.2.3. Aparaty gammagraficzne	109
7.2.4. Wybór aparatury radiograficznej	110
7.3. Powstawanie obrazu na błonie i jego jakość	111
7.3.1. Budowa błony radiograficznej	111
7.3.2. Krzywa charakterystyczna błony, gradient i kontrast radiogramu, czułość błony	112
7.3.3. Obróbka fotochemiczna błon radiograficznych	114
7.3.4. Klasyfikacja systemów błon dla radiografii przemysłowej	114
7.4. Powstawanie obrazu radiograficznego, wskaźnik kontrastu i okładki wzmacniające	115
7.5. Jakość obrazu radiograficznego	118
7.6. Badania radiograficzne złączy spawanych według PN-EN ISO 17636-1	120
7.6.1. Definicje	120
7.6.2. Klasyfikacja technik radiograficznych	121
7.6.3. Przygotowanie powierzchni i faza wytwarzania	122

7.6.4. Umieszczenie spoiny na radiogramie, identyfikacja radiogramów, znakowanie obiektu, nakładanie się błon.	123
7.6.5. Wskaźniki jakości obrazu i ocena jakości obrazu radiograficznego	124
7.6.6. Układy geometryczne badań radiograficznych	126
7.6.7. Wybór napięcia lampy rentgenowskiej, źródeł promieniowania gamma oraz promieniowania X o wysokiej energii	131
7.6.8. Systemy błon i okładek	132
7.6.9. Usytuowanie wiązki promieniowania, zmniejszenie wpływu promieniowania rozproszonego	135
7.6.10. Odległość źródła promieniowania od obiektu	136
7.6.11. Gęstość optyczna radiogramu	137
7.6.12. Obróbka fotochemiczna błon	137
7.6.13. Warunki przeglądania radiogramów	137
7.6.14. Protokół badania	137
8. BADANIA ULTRADŹWIĘKOWE	140
8.1. Podstawy badań ultradźwiękowych – wprowadzenie	140
8.2. Fale ultradźwiękowe, rodzaje	140
8.2.1. Fala podłużna (L)	140
8.2.2. Fala poprzeczna (T)	141
8.2.3. Fala powierzchniowa (R)	142
8.2.4. Fala podpowierzchniowa	142
8.2.5. Fala Lamba	142
8.2.6. Fala Love'a	143
8.3. Generowanie fal ultradźwiękowych	144
8.4. Właściwości fali ultradźwiękowej	146
8.4.1. Parametry pola bliskiego	146
8.4.2. Parametry pola dalekiego	148
8.4.3. Kąt rozbieżności wiązki	148
8.4.4. Szerokość wiązki ultradźwiękowej	149
8.4.5. Tłumienie fali ultradźwiękowej	150
8.4.6. Zjawiska zachodzące na granicy ośrodków	152
8.4.6.1. Kąty graniczne fal ultradźwiękowych	154
8.5. Aparatura do badań ultradźwiękowych	154
8.5.1. Próbkі odniesienia – wzorce ultradźwiękowe	155
8.5.2. Defektoskopy ultradźwiękowe	157
8.5.3. Głowice ultradźwiękowe	159
8.5.4. Środki sprzęgające	167
8.6. Techniki badań ultradźwiękowych	167
8.6.1. Przygotowanie do badań	171
8.6.2. Wybór rodzaju badań	174
8.6.3. Ruchy głowicy podczas badania	178
8.6.4. Lokalizacja niezgodności	178
8.6.5. Określenie wymiarów niezgodności	180

8.7. Przykłady interpretacji wskazań	182
8.8. Badanie spoin pachwinowych	190
8.9. Badanie złączy ze stali austenitycznych.	191
8.10. Protokół badania	192
9. OCENA JAKOŚCI ZŁĄCZY SPAWANYCH NA PODSTAWIE PODSTAWOWYCH METOD BADAŃ NIENISZCZĄCYCH	194
9.1. Poziomy jakości złączy spawanych	194
9.2. Poziomy akceptacji wskazań	211
9.3. Korelacja między poziomami jakości a poziomami akceptacji wskazań	223
10. INNE METODY BADAŃ NIENISZCZĄCYCH ZŁĄCZY SPAWANYCH.	225
10.1. Badania elektromagnetyczne	225
10.1.1. Metoda magnetograficzna.	225
10.1.2. Metody wykorzystujące przetworniki pomiarowe.	226
10.1.3. Metody wiropądowe.	227
10.2. Wybrane metody badań szczelności	230
10.2.1. Zasady wyboru badań szczelności	232
10.2.2. Próba naftą i kredą	235
10.2.3. Metoda pęcherzykowa z przyssawką próżniową	235
10.2.4. Metoda spektrometryczna.	238
10.2.5. Metoda akustyczna	241
10.2.6. Badania ciśnieniowe	241
10.2.6.1. Próba wodna	242
10.2.6.2. Próba pneumatyczna	244
10.3. Wybrane metody niekonwencjonalnych badań nieniszczących.	246
10.3.1. Termowizja	246
10.3.2. Metoda magnetycznej pamięci metalu	246
10.3.3. Magnetyczny rezonans jądrowy.	249
10.3.4. Mikroskopia akustyczna	249
10.3.5. Technika radiografii tangensowej	250
10.3.6. Radiografia neutronowa	250
10.3.7. Promieniowanie synchrotronowe	253
10.3.8. Badania penetracyjne metodą cząstek odsączalnych, zwilżania wstępnego, fuksyny lub błękitu metylenowego	254
10.3.9. Reflektometria.	256
LITERATURA	257
WYKAZ NORM WYKORZYSTANYCH I ZWIĄZANYCH	260