

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	7
2. MATERIAŁY STOSOWANE NA KONSTRUKCJE SPAWANE I ZGRZEWANE	11
2.1. Stale węglowe i niskostopowe	11
2.2. Stale stopowe	32
2.3. Staliwa	36
2.4. Aluminium i jego stopy	36
2.5. Metody badań odporności materiałów na kruche pękanie	38
2.5.1. Teoretyczne podstawy	38
2.5.2. Próby odporności na kruche pękanie	45
3. WYTRZYMAŁOŚĆ ZŁĄCZY SPAWANYCH I ZGRZEWANYCH	67
3.1. Rozkład naprężeń w złączach spawanych	69
3.2. Wytrzymałość statyczna złączy spawanych	75
3.3. Wytrzymałość zmęczeniowa połączeń spawanych. Rodzaje obciążeń. Wykresy zmęczeniowe	78
3.4. Wpływ kształtu złącza spawanego, błędów spawania, materiału, metody i pozycji spawania oraz naprężeń własnych na wytrzymałość doraźną i zmęczeniową	84
3.5. Metody podwyższania wytrzymałości zmęczeniowej	94
3.6. Rozwój pęknięć zmęczeniowych w złączach spawanych	109
3.7. Wytrzymałość zmęczeniowa złączy spawanych w zakresie małej liczby cykli	115
3.8. Wytrzymałość złączy zgrzewanych przy obciążeniach stałych	119
3.9. Wytrzymałość złączy zgrzewanych przy obciążeniach zmiennych	130
4. SKURCZ I ODKSZTAŁCENIE W KONSTRUKCJACH SPAWANYCH	145
4.1. Analogia nagrzanego pręta	147
4.2. Tworzenie się naprężeń w konstrukcjach spawanych	153

4.2.1.	Wpływ naprężeń własnych na własności eksploatacyjne konstrukcji spawanej	161
4.2.2.	Regulacja i usuwanie naprężeń własnych	162
4.3.	Skurcz złączy spawanych	167
4.3.1.	Skurcz poprzeczny spoiny	167
4.3.2.	Skurcz podłużny spoiny czołowej	171
4.4.	Odkształcenia w konstrukcjach spawanych	172
4.4.1.	Odkształcenie kątowe	174
4.4.2.	Wyginanie podłużne	175
4.5.	Prostowanie na gorąco	176
5.	METODY OBLICZEŃ KONSTRUKCJI SPAWANYCH I ZGRZEWA- NYCH	180
5.1.	Metoda naprężeń dopuszczalnych	180
5.1.1.	Naprężenia dopuszczalne w konstrukcjach naczyń ciśnieniowych	183
5.1.2.	Naprężenia dopuszczalne w konstrukcjach maszyn	184
5.2.	Metoda stanów granicznych	188
5.2.1.	Metoda stanów granicznych w budownictwie stalowym	188
5.2.2.	Metoda stanów granicznych w budowie dźwignic i urządzeń transportowych	194
5.3.	Obliczenia wielkości dopuszczalnych wad lub naprężeń w elementach konstrukcyjnych na podstawie kryteriów mechaniki pękania	197
5.4.	Obliczanie trwałości elementów konstrukcyjnych na podstawie prędkości pękania	198
5.5.	Obliczenia elementów konstrukcyjnych w przypadku obciążeń sinusoidalnie zmiennych	200
5.6.	Obliczanie trwałości w zakresie małej liczby cykli	204
6.	OBLICZANIE ZŁĄCZY SPAWANYCH I ZGRZEWANYCH	207
6.1.	Wymiary obliczeniowe spoin i zgrzein	207
6.2.	Przykłady obliczeń złączy spawanych i zgrzewanych	212
6.2.1.	Złącza doczołowe spawane i zgrzewane	213
6.2.2.	Złącza ze spoinami pachwinowymi	221
6.2.3.	Złącza zgrzewane ze zgrzeinami punktowymi i liniowymi	228
6.2.4.	Złącza ze stopów aluminium	234
7.	TECHNOLOGICZNOŚĆ KONSTRUKCJI SPAWANYCH I ZGRZE- WANYCH	236
7.1.	Dobór materiału konstrukcyjnego	237
7.2.	Dobór rozwiązania konstrukcyjnego	240
7.3.	Dobór i kształtowanie złączy spawanych oraz sposób ich rozmieszczenia	241
7.4.	Dobór metod spawania i zgrzewania oraz materiałów dodatkowych	242

7.4.1.	Spawanie gazowe	243
7.4.2.	Spawanie łukowe ręczne elektrodami otulonymi	243
7.4.3.	Spawanie łukiem krytym	246
7.4.4.	Spawanie żuźłowe	248
7.4.5.	Spawanie łukowe w osłonie gazów ochronnych	248
7.4.6.	Spawanie drutami proszkowymi samoosłaniającymi	250
7.4.7.	Spawanie wąskoszczelinowe	251
7.4.8.	Spawanie plazmowe	252
7.4.9.	Spawanie wiązką elektronów	252
7.4.10.	Spawanie laserowe	253
7.4.11.	Zgrzewanie oporowe zwarciove	253
7.4.12.	Zgrzewanie oporowe iskrowe	254
7.4.13.	Zgrzewanie oporowe punktowe	254
7.4.14.	Zgrzewanie oporowe garbowe	255
7.4.15.	Zgrzewanie oporowe liniowe	256
7.4.16.	Zgrzewanie oporowe prądami wielkiej częstotliwości	256
7.4.17.	Zgrzewanie tarciove	257
7.4.18.	Zgrzewanie wybuchowe	258
7.5.	Pracochłonność i zużycie materiałów	258
7.6.	Przykłady charakterystyczne	261
8.	PRZYKŁADY KONSTRUKCJI SPAWANYCH I ZGRZEWANYCH	266
8.1.	Konstrukcje pełnościennie	266
8.1.1.	Przenoszenie sił obciążenia belek	279
8.2.	Konstrukcje kratowe	289
8.3.	Rurociągi i zbiorniki	293
8.4.	Konstrukcje spawane i zgrzewane w budowie maszyn	307
8.4.1.	Spawane i zgrzewane części maszyn	309
8.4.2.	Korpusy maszyn	315
8.5.	Konstrukcje zgrzewane	324
	LITERATURA	345
	WYKAZ NORM	350