

SPIS TREŚCI

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW	6
1. WSTĘP	9
2. NIEZGODNOŚCI SPAWALNICZE I ICH WPŁYW NA WYTRZYMAŁOŚĆ ZŁĄCZY SPAWANYCH	11
3. WPROWADZENIE DO METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH	16
3.1. ZASADY DYSKRETYZACJI	18
3.1.1. <i>Warunki brzegowe</i>	20
3.1.2. <i>Zasady doboru elementu skończonego</i>	21
3.2. KONCENTRACJA NAPRĘŻENIA	23
3.3. OSOBLIWOŚCI NAPRĘŻENIA A ZASADA DE SAINT-VENANTA	25
3.4. PODSTAWOWE RÓWNAŃIA ROZWIĄZYWANE W SYMULACJI	26
3.5. PRZYKŁAD UŻYCIA MES W OBLICZENIACH STATYCZNYCH	31
3.5.1. <i>Podział obiektu na elementy skończone</i>	32
3.5.2. <i>Ogólny opis metody rozwiązania</i>	32
3.5.3. <i>Budowa równań dla pojedynczego elementu</i>	33
3.5.4. <i>Połączenie elementów skończonych i równań w obiekt wejściowy</i>	34
3.5.5. <i>Zastosowanie obciążeń oraz warunków brzegowych</i>	35
3.5.6. <i>Rozwiązanie układu równań – przykład</i>	35
4. PODSUMOWANIE PRZEGLĄDU LITERATURY DOTYCZĄCEJ OMAWIANEGO ZAGADNIENIA	39
5. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA	43
6. METODYKA BADAŃ	44
6.1. WALIDACJA SYMULACJI	44
6.2. KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ STATYCZNYCH	49
6.3. KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ ZMĘCZENIOWYCH	49
6.4. ELEMENTY MECHANIKI PĘKANIA	51
6.5. WERYFIKACJA PROGRAMU ZA POMOCĄ ROZWIĄZANIA ZAGADNIENIA PĘKANIA	54
7. BADANIE ZŁĄCZY	57
7.1. STATYCZNA PRÓBA ROZCIĄGANIA MATERIAŁU RODZIMEGO I DODATKOWEGO	57
7.2. WYKONANIE SPAWANYCH ZŁĄCZY PRÓBNYCH Z NIEZGODNOŚCIAMI	58

7.3. STATYCZNA PRÓBA ROZCIĄGANIA ZŁĄCZY SPAWANYCH	60
7.4. METALOGRAFICZNE BADANIA MIKROSKOPOWE	62
7.5. METALOGRAFICZNE BADANIA MAKROSKOPOWE	66
8. SYMULACJE	68
8.1. ODWZOROWANIE SWC SPOINY W SYMULACJACH MES	68
8.2. SYMULACJA NIEZGODNOŚCI GRUPY 100 – PĘKNIĘCIA	70
8.2.1. <i>Badanie istnienia osobliwości naprężenia</i>	71
8.2.2. <i>Omówienie wyników symulacji</i>	72
8.2.3. <i>Zastosowanie mechaniki pękania w ocenie niezgodności</i>	74
8.2.4. <i>Współczynnik K_1 w niezgodności typu pęknięcia</i>	76
8.2.5. <i>Analiza zmęczeniowa niezgodności nr 1014 i nr 617</i>	77
8.2.6. <i>Wyznaczanie wytrzymałości zmęczeniowej</i>	78
8.2.7. <i>Koncepcja wady równoważnej w aspekcie niezgodności nr 1014</i>	79
8.2.8. <i>Ocena zapisów normy Eurokod EN 1993 w świetle symulacji</i>	81
8.3. SYMULACJA NIEZGODNOŚCI NR 2011 – POROWATOŚĆ	82
8.3.1. <i>Badanie istnienia osobliwości naprężenia</i>	83
8.3.2. <i>Omówienie wyników symulacji</i>	84
8.3.3. <i>Zastosowanie mechaniki pękania w ocenie niezgodności nr 2011</i>	89
8.3.4. <i>Symulacje zmęczeniowe w ocenie niezgodności nr 2011</i>	90
8.4. SYMULACJA NIEZGODNOŚCI NR 2013 – GRUPA POROWATOŚCI	92
8.5. SYMULACJA NIEZGODNOŚCI NR 4011 – PRZYKLEJENIE	94
8.5.1. <i>Badanie istnienia osobliwości naprężenia</i>	95
8.5.2. <i>Omówienie wyników symulacji</i>	96
8.5.3. <i>Wyznaczenie współczynników K_1 niezgodności nr 4011</i>	98
8.5.4. <i>Analiza zmęczeniowa niezgodności nr 4011</i>	99
8.6. SYMULACJA NIEZGODNOŚCI NR 4021 – BRAK PRZETOPU	99
8.6.1. <i>Badanie istnienia osobliwości naprężenia</i>	100
8.6.2. <i>Omówienie wyników symulacji</i>	101
8.6.3. <i>Analiza zmęczeniowa</i>	102
8.7. ANALIZA WPLYWU NIEZGODNOŚCI NA CZĘSTOTLIWOŚĆ DRGAŃ WŁASNYCH	103
9. Dyskusja wyników	107
10. PRAKTYCZNE WYKORZYSTANIE SYMULACJI	110
10.1. PRZYPADEK NR 1 – ANALIZA NIEZGODNOŚCI NR 507	110
10.1.1. <i>Symulacja naprężenia w złączu</i>	111
10.1.2. <i>Wyniki symulacji</i>	112
10.2. PRZYPADEK NR 2 – ANALIZA PĘKNIĘCIA ZŁĄCZA	112
10.2.1. <i>Symulacja MES złącza</i>	115
10.2.2. <i>Kombinacja obciążenia</i>	115

10.2.3. Wyniki symulacji	117
10.2.4. Wnioski	117
10.3. PRZYPADEK NR 3 – UTRATA ZAPASU BEZPIECZEŃSTWA ŚCIANY SZCZELNEJ WSKUTEK OBECNOŚCI NIEZGODNOŚCI SPAWALNICZYCH	121
10.3.1. Badania mikroskopowe	122
10.3.2. Symulacja MES	125
11. ZAKOŃCZENIE	129
LITERATURA	130
STRESZCZENIE	138
ABSTRACT	140