

SPIS TREŚCI

Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów	3
Wstęp	5
1. GENEZA NAPRĘŻEŃ WŁASNYCH W ZŁĄCZACH CERAMICZNO-METALOWYCH	6
1.1. Spajane złącza ceramiczno-metalowe	10
1.2. Kompozyty ceramiczno-metalowe	13
1.3. Warstwy powierzchniowe ceramiczno-metalowe	19
2. PRZEGLĄD NAJWAŻNIEJSZYCH METOD WYZNACZANIA NAPRĘŻEŃ WŁASNYCH	25
2.1. Metoda rentgenowska (XRD)	25
2.2. Metoda dyfrakcji synchrotronowej	28
2.3. Metoda dyfrakcji neutronowej	28
2.4. Metody magnetyczne	29
2.5. Metoda emisji akustycznej	32
2.6. Metoda ultradźwiękowa	34
2.7. Metoda nawiercania otworów	35
2.8. Metoda usuwania warstw i pomiaru krzywizny wygięcia	36
2.9. Metoda piezospektroskopowa	38
2.10. Podsumowanie	38
3. MODELOWANIE NUMERYCZNE NAPRĘŻEŃ WŁASNYCH	43
4. PROPOZYCJA METODYKI ANALIZY NAPRĘŻEŃ W ZŁĄCZACH CERAMICZNO-METALOWYCH Z WYKORZYSTANIEM METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH	49
4.1. Specyfika modelowania numerycznego naprężeń w spajanych złączach ceramiczno-metalowych	49
4.2. Budowa modelu obliczeniowego	51
4.3. Obciążenie modelu	53
4.4. Model konstytutywny materiałów złącza	55
4.5. Właściwości materiałów złącza	56
4.6. Wielkość kroku obliczeniowego w analizie nieliniowej	58
4.7. Kryterium zbieżności rozwiązania	59
4.8. Podsumowanie	61
5. MODELOWANIE NUMERYCZNE NAPRĘŻEŃ WŁASNYCH W ZŁĄCZACH CERAMICZNO-METALOWYCH	64
5.1. Spajane złącza ceramiczno-metalowe (C-M)	64
5.1.1. Kształt złącza spajanego	70
5.1.2. Właściwości cieplno-fizyczne i mechaniczne materiałów spajanych	76
5.1.3. Wpływ naprężeń własnych na wytrzymałość złącza	82
5.1.4. Rola przekładek w złączach ceramika-metal	85

5.2. Kompozyty ceramiczno-metalowe (MMC)	90
5.2.1. Konfiguracja modeli kompozytów MMC	92
5.2.2. Metoda homogenizacji	103
5.3. Warstwy powierzchniowe	112
6. WYKORZYSTANIE METOD OBLICZENIOWYCH NAPRĘŻEŃ WŁASNYCH W KONSTRUKCJACH I TECHNOLOGII ZŁĄCZY CERAMICZNO-METALO- WYCH	122
6.1. Spajane złącza ceramiczno-metalowe	122
6.1.1. Metody hybrydowe w badaniach złączy ceramiczno-metalowych	126
6.1.2. Przykłady zastosowania metod hybrydowych	127
6.2. Struktury kompozytowe typu MMC	136
6.2.1. Modelowanie struktur rzeczywistych	136
6.2.2. Modelowanie geometrii komórki reprezentatywnej metodą cyfrowego przetwarzania obrazu	139
6.3. Warstwy powierzchniowe ceramiczno-metalowe	144
7. WNIOSKI KOŃCOWE	155
Bibliografia	158
Summary. Modelling of residual thermal stresses in ceramic-metals joints	167