

SPIS TREŚCI

Ważniejsze oznaczenia.....	5
1. Wprowadzenie	9
2. Charakterystyka oddziaływań termicznych w analizie konstrukcji.....	12
2.1. Zasady ogólne	14
2.2. Pożary standardowe (krzywe nominalne).....	15
2.3. Modele naturalne pożaru.....	19
3. Wpływ temperatury pożarowej na beton w konstrukcji	33
3.1. Właściwości termiczne i fizyczne betonu w warunkach pożarowych	37
3.1.1. Rozszerzalność cieplna betonu.....	38
3.1.2. Ciepło właściwe betonu.....	40
3.1.3. Przewodnictwo cieplne betonu.....	44
3.1.4. Przenikalność cieplna betonu	47
3.2. Wytrzymałość i odkształcalność betonu w podwyższonej temperaturze.	48
3.2.1. Odkształcenia betonu podczas ogrzewania	55
3.2.2. Właściwości betonu przy ściskaniu	58
3.2.3. Właściwości betonu przy rozciąganiu	63
3.3. Uszkodzenia pożarowe betonu oraz zabezpieczanie konstrukcji z betonu przez szkodliwymi efektami wysokiej temperatury.....	63
3.3.1. Typy uszkodzeń pożarowych.....	65
3.3.2. Wybuchowe odpadanie betonu.....	67
3.3.3. Mechanizmy zniszczenia elementów konstrukcyjnych z betonu.	73
3.3.4. Analiza konstrukcji po pożarze.....	74
4. Właściwości stali zbrojeniowej w temperaturze pożarowej	79
4.1. Właściwości termiczne	79
4.1.1. Wydłużalność termiczna stali zbrojeniowej	80
4.1.2. Ciepło właściwe stali zbrojeniowej	80
4.1.3. Przewodnictwo cieplne stali zbrojeniowej	81
4.2. Wytrzymałość i odkształcalność stali zbrojeniowej w podwyższonej temperaturze	81
4.2.1. Zależność naprężenie–odkształcenie dla stali zbrojeniowej	82
4.2.2. Wytrzymałość na rozciąganie stali zbrojeniowej	83
5. Analiza konstrukcji z betonu w warunkach pożarowych.....	86
5.1. Podstawowe wymagania i procedury projektowe.....	86
5.2. Analiza termiczna i profile temperatury.....	91

5.2.1. Fizyczny opis zjawiska przepływu ciepła	92
5.2.2. Wykorzystanie programów MES do prowadzenia analizy termicznej	93
5.2.3. Uproszczone metody szacowania pól termicznych	96
5.2.4. Normowe profile temperatury	97
5.3. Metody weryfikacji odporności pożarowej stosowane w analizie konstrukcji z betonu	98
5.4. Wybrane szczegółowe zagadnienia analizy konstrukcji z betonu w warunkach pożarowych	107
5.4.1. Analiza wybranych metod obliczeniowych na poziomie przekroju	109
5.4.2. Redystrybucja sił wewnętrznych w statycznie niewyznaczalnych konstrukcjach z betonu w warunkach pożarowych	122
6. Podsumowanie i wnioski końcowe	147
Literatura	152
Streszczenie	167
Summary	170
Résumé	174