

SPIS TREŚCI

WYKAZ PODSTAWOWYCH OZNACZEŃ	7
1. WSTĘP	9
1.1. Wybrane modele matematyczne procesów transportu masy	9
1.2. Znaczenie i istota problemu	14
1.3. Podstawowe założenia badawcze	17
1.4. Układ, cel i oryginalne elementy pracy	19
2. STACJONARNE I NIESTACJONARNE PROCESY DYFUZJI WILGOCI W POROWATYM MATERIALE BUDOWLANYM	25
2.1. Fizyczne uwarunkowania molekularnego przepływu wilgoci	25
2.1.1. Klasyfikacja wody w materiale porowatym o matrycy cementowej	25
2.1.2. Struktura porowatych materiałów budowlanych i jej wpływ na transport wilgoci	27
2.1.3. Mechanizmy molekularnego transportu wilgoci w materiałach porowatych	31
2.2. Opis kontynuacyjny dyfuzyjnego przepływu wilgoci	35
2.2.1. Podstawowe równania dyfuzji	35
2.2.2. Wpływ wilgotności, temperatury i struktury na kinetykę wysychania porowatych materiałów budowlanych	37
2.2.3. Próby ilościowej oceny współczynnika dyfuzji porowatych materiałów budowlanych	43
2.2.4. Zdefiniowanie podstawowych wilgotnościowych parametrów materiałowych ...	48
2.3. Przebieg stabilizowania się jednowymiarowego, stacjonarnego pola wilgoci	54
2.4. Niestacjonarne, jednowymiarowe pola wilgoci kształtujące się w procesach sorpcji i desorpcji	62
2.4.1. Równanie dyfuzji stowarzyszonej z reakcją wiązania lub rozkładu	62
2.4.2. Przebieg sorpcji i desorpcji w fazie początkowej i zaawansowanej procesu	66
2.4.3. Sformułowanie warunków granicznych	68
2.4.4. Opis zmian koncentracji zachodzących w trakcie sorpcji i desorpcji wilgoci w równoległościenną płytce materiału hydrofilowego	70
3. BADANIA WSPÓŁCZYNNIKA DYFUZJI WILGOCI D_c W PROCESACH STACJONARNYCH	77
3.1. Metodyka stacjonarnych pomiarów współczynnika dyfuzji	77
3.1.1. Założenia teoretyczne metody badawczej	77
3.1.2. Opis techniki pomiarowej	80
3.2. Badania współczynnika dyfuzji zapraw cementowych techniką Cup Method	82

3.2.1. Przebieg pomiarów	82
3.2.2. Wyniki stacjonarnych pomiarów współczynnika dyfuzji zapraw cementowych	83
3.2.3. Ocena uzyskanych wyników	84
4. BADANIA WSPÓŁCZYNNIKÓW DYFUZJI D_m ZAPRAW CEMENTOWYCH W NIESTACJONARNYCH PROCESACH SORPCJI	89
4.1. Teoretyczne podstawy sorpcyjnych pomiarów współczynnika D_m	89
4.1.1. Ogólne założenia	89
4.1.2. Faza wstępna procesu — reguła typu $\sqrt{t}$	90
4.1.3. Faza zaawansowana procesu — reguła typu logarytmicznego	92
4.1.4. Reguła logarytmiczna a czas trwania procesu	94
4.2. Opis uwarunkowań badawczych	96
4.2.1. Ocena metod niestacjonarnych w świetle wybranych badań	96
4.2.2. Uzasadnienie i cel badań	98
4.2.3. Podstawowe założenia badawcze i zakres eksperymentu	98
4.3. Przebieg sorpcyjnych pomiarów współczynnika D_m	100
4.4. Wyniki uzyskane w pomiarach sorpcji	101
4.4.1. Zastosowanie procedury typu $\sqrt{t}$ do wyznaczania wartości współczynnika D_m ...	101
4.4.2. Określenie formalnych ograniczeń czasowych co do zastosowania reguły logarytmicznej	107
4.4.3. Zastosowanie procedury logarytmicznej do wyznaczania wartości współczynnika D_m	109
4.4.4. Ustalenie wartości liczb sorpcyjnych	115
4.5. Analiza wyników uzyskanych w pomiarach sorpcyjnych	116
4.5.1. Porównanie procedur typu $\sqrt{t}$ i typu $\ln$	117
4.5.2. Wpływ temperatury na współczynniki D_m	117
4.5.3. Wpływ wilgotności na współczynniki D_m	118
4.5.4. Wpływ struktury materiału na współczynniki D_m	119
4.6. Porównanie współczynników D_c wyznaczonych w niestacjonarnych pomiarach sorpcyjnych i stacjonarnych pomiarach Cup Method	121
5. ZASTOSOWANIE NIESTACJONARNYCH METOD DESORPCYJNYCH DO WYZNACZANIA WSPÓŁCZYNNIKA DYFUZJI D_m	133
5.1. Wprowadzenie	133
5.2. Wyznaczanie współczynnika D_m z badań desorpcji	134
5.2.1. Opis eksperymentu	134
5.2.2. Przykład zastosowania reguły typu $\sqrt{t}$ do wyznaczania współczynnika D_m	135
5.2.3. Wyznaczanie współczynnika D_m za pomocą reguły logarytmicznej	135
5.2.4. Zastosowanie metody czasów połówkowych	138
5.2.5. Zastosowanie metody średnich do wyznaczania współczynnika D_m	141
5.3. Ocena poszczególnych metod obliczeniowych	143
5.3.1. Metoda typu $\sqrt{t}$	143
5.3.2. Metoda logarytmiczna	144
5.3.3. Metoda typu $t_{0,5}$	144
5.3.4. Metoda średnich	145
5.4. Analiza porównawcza zastosowanych metod	145

6. PROCESY KAPILARNEGO PRZEPŁYWU WODY W POROWATYCH MATERIAŁACH BUDOWLANYCH	149
6.1. Podstawy fizyczne zjawiska podciągania kapilarnego	149
6.2. Próby doświadczalnego zdefiniowania procesu podciągania kapilarnego w materiałach budowlanych	154
6.3. Współczynniki podciągania kapilarnego wody	155
6.4. Transport kapilarny w warunkach występującego gradientu koncentracji	160
6.5. Współczynnik transportu kapilarnego	162
7. BADANIA WSPÓŁCZYNNIKÓW DYFUZJI KAPILARNEJ ZAPRAW CEMENTOWYCH METODAMI STACJONARNYMI	167
7.1. Wprowadzenie	167
7.2. Ogólne założenia badawcze	168
7.3. Opis metod badawczych	169
7.3.1. Technika Wet-Cup Method	169
7.3.2. Technika Inverse-Wet-Cup Method	170
7.4. Badania uzupełniające dotyczące materiałowych wilgotności równowagowych	171
7.5. Przebieg badań	172
7.5.1. Pomiary Wet-Cup Method	172
7.5.2. Pomiary Inverse-Wet-Cup Method	173
7.6. Wyniki badań otrzymane technikami Wet-Cup Method oraz Inverse-Wet-Cup Method	173
7.6.1. Wyniki pomiarów Wet-Cup Method	173
7.6.2. Wyniki pomiarów Inverse-Wet-Cup Method	174
7.7. Analiza uzyskanych wyników	179
7.7.1. Porównanie wyników uzyskanych technikami Wet-Cup Method i Inverse-Wet-Cup Method	179
7.7.2. Wpływ temperatury na współczynniki D_m oraz D_k	180
7.7.3. Wpływ struktury na współczynniki D_m oraz D_k	182
8. BADANIA WSPÓŁCZYNNIKÓW PODCIĄGANIA KAPILARNEGO ZAPRAW CEMENTOWYCH — PROCESY NIESTACJONARNE	185
8.1. Wprowadzenie	185
8.2. Wyznaczanie współczynników podciągania kapilarnego metodą tradycyjną	186
8.2.1. Opis badań	186
8.2.2. Wyniki pomiarów współczynnika $\mathcal{A}$ metodą tradycyjną	187
8.2.3. Wyniki pomiarów współczynnika $\mathcal{B}$ metodą tradycyjną	192
8.3. Wyznaczanie współczynników podciągania kapilarnego metodą nasadkową	193
8.3.1. Opis badań	193
8.3.2. Wyniki pomiarów współczynnika $\mathcal{A}$ metodą nasadkową	193
8.3.3. Wyniki pomiarów współczynnika $\mathcal{B}$ metodą nasadkową	195
8.4. Analiza współczynników wchłaniania wody $\mathcal{A}$	195
8.4.1. Porównanie wyników metody nasadkowej i tradycyjnej	195
8.4.2. Wpływ temperatury na współczynnik $\mathcal{A}$	196
8.4.3. Wpływ struktury na współczynnik $\mathcal{A}$	197

8.5. Analiza współczynników wnikania wody $\mathcal{B}$	199
8.5.1. Porównanie wyników metody nasadkowej i tradycyjnej	199
8.5.2. Wpływ temperatury na współczynnik $\mathcal{B}$	200
8.5.3. Wpływ struktury na współczynnik $\mathcal{B}$	201
9. BADANIA POROZYMETRYCZNE	205
9.1. Wprowadzenie	205
9.2. Badania struktury zapraw	206
9.2.1. Przebieg badań	206
9.2.2. Wyniki badań zapraw wykorzystywanych w sorpcyjnym zakresie wilgotności ...	207
9.2.3. Wyniki badań zapraw wykorzystywanych w ponadsorpcyjnym zakresie wilgotności	208
9.3. Analiza porównawcza uzyskanych wyników	210
10. OCENA DOKŁADNOŚCI STACJONARNYCH I NIESTACJONARNYCH METOD POMIAROWYCH Z WYKORZYSTANIEM PRAWA PRZENOSZENIA NIEPEWNOŚCI MAKSYMALNYCH	213
10.1. Wprowadzenie	213
10.2. Zastosowanie prawa przenoszenia niepewności maksymalnych do poszczególnych metod pomiarowych	214
10.2.1. Wyznaczanie współczynnika dyfuzji wilgoci D_c w pomiarach stacjonarnych — realizowanych techniką Cup Method	214
10.2.2. Wyznaczanie współczynnika dyfuzji D_m w pomiarach niestacjonarnych za pomocą procedury typu $\sqrt{t}$	216
10.2.3. Wyznaczanie współczynnika dyfuzji D_m w pomiarach niestacjonarnych za pomocą procedury typu $\ln$	218
10.2.4. Wyznaczanie współczynnika dyfuzji w procesach stacjonarnych za pomocą Wet-Cup Method	219
10.2.4.1. Pomiary współczynnika $D_c(c)$	219
10.2.4.2. Pomiary współczynnika $D_m(c_m)$	220
10.2.5. Wyznaczanie współczynnika dyfuzji kapilarnej D_k w pomiarach stacjonarnych za pomocą Inverse-Wet-Cup Method	222
10.2.6. Wyznaczanie kapilarnego współczynnika $\mathcal{A}$ wchłaniania wody metodami niestacjonarnymi	223
10.2.6.1. Pomiary współczynnika $\mathcal{A}$ techniką nasadkową	224
10.2.6.2. Pomiary współczynnika $\mathcal{A}$ techniką tradycyjną	224
10.2.7. Wyznaczanie kapilarnego współczynnika $\mathcal{B}$ wnikania wody metodami niestacjonarnymi	225
10.3. Analiza i ocena dokładności poszczególnych metod pomiarowych	225
11. WNIOSKI	233
BIBLIOGRAFIA	241
SUMMARY	259
ZUSAMMENFASSUNG	261