

Wybrane zagadnienia z eksploatacji kotłów energetycznych / Sławomir Grądziel. – Kraków, 2023

Spis treści

Od autora	7
Oznaczenia	9
1. Kotły energetyczne - wprowadzenie	13
1.1. Kotły z naturalnym obiegiem wody	13
1.2. Kotły z obiegiem wspomaganym	18
1.3. Kotły z obiegiem wymuszonym	19
1.4. Kotły bezwalczakowe	20
1.5. Kotły fluidalne	21
1.6. Kotły na parametry nadkrytyczne	25
2. Warunki cieplne w komorze paleniskowej kotła	27
2.1. Obliczanie komory paleniskowej kotła	27
2.1.1. Metoda CKTI	28
2.1.2. Metoda strefowa	30
2.2. Mierniki gęstości strumienia ciepła	33
2.3. Weryfikacja eksperymentalna metody strefowej	45
2.3.1. Analiza niepewności	45
2.3.2. Kocioł OP-210	48
2.3.3. Kocioł OP-380	55
2.3.4. Kocioł BB-2400	61
3. Obliczenia ciepłno-przepływowe parownika kotła	64
3.1. Model matematyczny parownika kotła	64
3.1.1. Zasada zachowania masy	66
3.1.2. Zasada zachowania pędu	67
3.1.3. Zasada zachowania energii	68
3.1.4. Rozwiązanie równań bilansowych	71
3.1.5. Równanie bilansu energii dla ścianki	76
3.2. Eksperymentalna weryfikacja proponowanej metody	78
3.2.1. Parownik kotła z naturalnym obiegiem wody	78
3.2.2. Rury ekranowe kotła na parametry nadkrytyczne	93
4. Badania i modelowanie zjawisk przepływowo-cieplnych w rurach spiralnie wewnętrznie ożebrowanych (ryflowanych)	104
4.1. Wprowadzenie	104
4.2. Wyznaczanie współczynnika strat tarcia i współczynnika wnikania	

ciepła w rurze wewnętrznie ożebrowanej	112
4.2.1. Współczynnik strat tarcia	113
4.2.2. Współczynnik wnikania ciepła	116
4.3. Stanowisko badawcze do eksperymentalnego wyznaczania strat ciśnienia i współczynnika wnikania ciepła w rurach ryflowanych	119
4.4. Symulacja zjawisk cieplno-przepływowych w rurach gładkich i wewnętrznie żebrowanych	124
4.5. Eksperymentalne wyznaczanie współczynnika strat tarcia	131
4.6. Eksperymentalne wyznaczanie współczynnika wnikania ciepła	138
4.7. Modelowanie zjawisk przepływowo-cieplnych w rurach wewnętrznie spiralnie ożebrowanych za pomocą CFD	144
5. Analiza cieplno-przepływowa i wytrzymałościowa pracy ekranów komór paleniskowych	152
5.1. Wprowadzenie	152
5.2. Analiza wymiany ciepła w stanie nieustalonym w kilku sąsiednich rurach	154
5.3. Analiza numeryczna cieplno-wytrzymałościowa w połączonych rurach ekranowych	169
5.3.1. Analiza rozkładu temperatury i naprężeń cieplnych dla rur ogrzewanych równomiernie	171
5.3.2. Analiza rozkładu temperatury i naprężeń cieplnych dla rur ogrzewanych nierównomiernie	176
6. Bezpośrednie zagadnienia nieustalonego przewodzenia ciepła	182
6.1. Ochładzanie (lub nagrzewanie) długiego prostokątnego pręta	182
6.2. Ochładzanie (lub nagrzewanie) prostopadłościanu oraz walca	188
6.3. Ciało półnieskończone	192
6.4. Ochładzanie (lub nagrzewanie) półnieskończonych prętów, walców oraz płyt	198
7. Identyfikacja pola temperatury i naprężeń cieplnych w elementach grubościennych kotła	202
7.1. Analityczne rozwiązanie nadokreślonego nieustalonego zagadnienia (odwrotnego w elementach cylindrycznych)	205
7.2. Rozwiązanie numeryczne nadokreślonego nieustalonego odwrotnego zagadnienia przewodzenia ciepła	213
7.3. Stabilność rozwiązań zagadnień odwrotnych	218
7.4. Zastosowanie analitycznej i numerycznej metody rozwiązywania nadokreślonych odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła przy kołowo-symetrycznym rozkładzie temperatury	222
7.4.1. Metoda analityczna	222
7.4.2. Metoda numeryczna	228
7.5. Identyfikacja nieustalonych pól temperatury w elementach o złożonych kształtach	233

7.5.1. Zagadnienie identyfikacji wielowymiarowego nieustalonego pola temperatury przy jednym parametrze poszukiwanym	234
7.5.2. Zagadnienie wielowymiarowe przy wielu parametrach Poszukiwanych	235
7.6. Zastosowanie numerycznej metody identyfikacji wielowymiarowego nieustalonego pola temperatury	236
7.6.1. Wyznaczenie nieustalonego pola temperatury w płycie płaskiej	237
7.6.2. Wyznaczenie nieustalonego pola temperatury	241
7.6.3. Wyznaczenie nieustalonego pola temperatury i naprężeń cieplnych w poziomym elemencie cylindrycznym	245
7.7. Eksperymentalna weryfikacja opracowanej metody odwrotnej	249
7.7.1. Wyznaczanie pola temperatury i naprężeń w elemencie cylindrycznym na podstawie pomiaru temperatury na powierzchni zewnętrznej	250
7.7.2. Nagrzewanie modelu walczaka kotła	252
7.7.3. Nagrzewanie walczaka kotła OP-230	259
7.7.4. Nagrzewanie trójkąta w kotle BP-1150	265
Bibliografia	270
Streszczenie	285
Summary	287

oprac. BPK