

Spis treści

Wykaz oznaczeń	5
Wstęp	9
1. Proces ciągłego odlewania stali	11
1.1. Rodzaje i budowa maszyn COS	11
1.2. Proces krzepnięcia wlewka ciągłego w maszynie COS	20
2. Wymiana ciepła w procesie COS	23
2.1. Wymiana ciepła w strefie chłodzenia pierwotnego	23
2.2. Wymiana ciepła w strefie chłodzenia wtórnego	29
3. Matematyczne modelowanie procesu ciągłego odlewania stali	35
3.1. Dyskretyzacja modelowanego obszaru i siatka elementów skończonych.....	36
3.2. Przekształcenie równań różniczkowych do układu równań linowych.	37
3.3. Opis Eulera i Lagrange’a	39
4. Teza i cel pracy	41
5. Badania przemysłowe	43
6. Budowa numerycznego modelu procesu COS	51
6.1. Model procesu COS wraz z siatką elementów skończonych.....	53
6.2. Parametry materiałowe	57
6.2.1. Entalpia oraz ciepło właściwe	60
6.2.2. Współczynnik przewodzenia ciepła	62
6.2.3. Gęstość i lepkość.....	64
6.3. Warunki brzegowe i początkowe zaimplementowane w modelu	66
6.3.1. Warunki brzegowe w strefie pierwotnego chłodzenia.....	68
6.3.2. Warunki brzegowe w strefie wtórnego chłodzenia.....	70
6.4. Prędkość odlewania.....	72
7. Symulacja numeryczna rozkładu temperatury w procesie COS wraz z weryfikacją wyników	78
8. Analiza wrażliwości modelu numerycznego procesu COS	84
8.1. Siatka elementów skończonych	84
8.2. Parametry materiałowe	85

9. Wyznaczenie nowych parametrów chłodzenia	
dla strefy wtórnego chłodzenia	94
10. Podsumowanie i wnioski	102
Literatura	105
Streszczenie	109
Summary	110