

# Wstęp

Ciągłe odlewanie stali jest ostatnim etapem procesu jej wytwarzania. Z dotychczasowej praktyki przemysłowej wynika, że jakość wyrobów stalowych zależy w znacznej mierze od jakości półwyrobów, czyli jakości odlanych wlewków ciągłych.

W ostatnich latach w tworzeniu nowej technologii oraz modyfikacji już istniejącej ogromne znaczenie ma możliwość numerycznego modelowania procesów metalurgicznych, w tym procesu ciągłego odlewania stali. Modelowanie matematyczne procesów krzepnięcia z wykorzystaniem metod numerycznych najpełniej odtwarza złożoną fizyczną i chemiczną naturę tych procesów. Opracowanie numerycznego modelu procesu COS jest zadaniem niezwykle złożonym, ponieważ wymaga implementacji poprawnego zestawu parametrów materiałowych wraz z danymi technologicznymi. Modelowanie numeryczne procesu ciągłego odlewania stali jest stosowane zarówno w celu poprawy istniejącej technologii, jak i opracowania nowej technologii dla nowych gatunków stali. Modele numeryczne pozwalają również na przeprowadzenie analizy poszczególnych fragmentów procesu COS.

Najważniejszym parametrem technologicznym w procesie ciągłego odlewania stali jest natężenie przepływu wody chłodzącej w poszczególnych strefach maszyny COS skorelowane z prędkością odlewania wlewków ciągłych. W związku z potrzebą odlewania nowych gatunków stali oraz ulepszania już istniejących programów chłodzenia niezbędne jest opracowanie modelu numerycznego procesu COS, na podstawie którego możliwe będzie wyznaczenie nowych parametrów chłodzenia bez potrzeby prowadzenia wstępnych prób przemysłowych.

W pracy analizie poddano proces ciągłego odlewania stali na przykładzie maszyny z krystalizatorem łukowym służącej do odlewania wlewków płaskich. Opisano zjawiska towarzyszące procesowi krzepnięcia wlewków ciągłych wraz z wymianą ciepła w procesie COS. Omówione zostały główne mechanizmy wymiany ciepła dla strefy pierwotnego i wtórnego chłodzenia.

Praca opisuje stosowane metody numeryczne wykorzystywane w modelowaniu procesów odlewniczych, zwłaszcza metodę elementów skończonych, która została

wykorzystana do budowy modelu procesu COS. Opis budowy modelu numerycznego zawiera informacje dotyczące zastosowanej siatki elementów skończonych, parametrów materiałowych oraz warunków brzegowych i początkowych, które zostały zaimplementowane w modelu.

Punktem wyjścia w procesie wyznaczenia nowych parametrów chłodzenia dla strefy wtórnego chłodzenia w procesie COS jest prawidłowe określenie pola temperatury krzepnącego wlewka ciągłego zarówno w strefie pierwotnego, jak i wtórnego chłodzenia. Weryfikacja poprawności obliczeń na podstawie kontroli rozkładu temperatury na powierzchni krzepnącego wlewka ciągłego, grubości naskórka po wyjściu z krystalizatora oraz długości metalurgicznej wraz z analizą wrażliwości modelu pozwoliła na zastosowanie opracowanego modelu do wyznaczenia nowych parametrów chłodzenia. W pracy zaimplementowano rzeczywistą geometrię maszyny COS oraz format wlewków dla wybranego gatunku stali S235. Badania przemysłowe przeprowadzono w hucie ArcelorMittal Poland Oddział Kraków podczas rejestracji odlewanych wytopów z gatunku stali S235 na dwupasmowym urządzeniu COS przeznaczonym do odlewania wlewków płaskich.