

D. PODORSKA*, J. WYPARTOWICZ*

THE THERMODYNAMIC ANALYSIS OF ELEMENTARY PROCESSES IN MOLTEN OXIDE SLAG REDUCTION

TERMODYNAMICZNA ANALIZA PODSTAWOWYCH PROCESÓW PRZY REDUKCJI CIKŁYCH TLENKÓW W ŻUŻLU

The work deals with thermodynamic analysis applied to the elementary stages of the reduction of molten slag containing iron oxide. Reduction of liquid slag is possible through its interaction with solid carbon, gaseous carbon oxide and carbon dissolved in liquid iron. In the present work two chemical reactions of liquid slag with solid carbon and gaseous CO have been studied. The sets of thermodynamic equilibria in the systems: solid carbon-liquid slag-metallic iron-gas and liquid slag-metallic iron-gas were calculated by means of FACT software. Thus the simulation of the progress of reduction processes at the temperature 1800 K was obtained. The gaseous reduction products and solid iron were removed from consideration after each simulation step. The reduction with gaseous CO simulates the limiting case, where diffusion in gas is slow in comparison to surface reaction. The calculations revealed that consumption of reducing agent is much higher in the case of CO reduction. The dependences of FeO concentration in slag, CO₂ concentration in gas phase and the amount of obtained iron on the reaction progress are approximately linear in the case of reduction with carbon and parabolic in reduction with CO. The geometry of the reaction of carbon grains with slag is suggested, in which the solid carbon – slag reaction is the predominant mode of process.

Keywords: Iron oxide, molten slag, reduction, carbon, carbon oxide, thermodynamic equilibrium

Praca dotyczy analizy termodynamicznej stosowanej w podstawowych etapach redukcji ciekłych żużli zawierających tlenek żelaza. Redukcja ciekłych żużli jest możliwa przez ich współdziałanie ze stałym węglem, gazowym tlenkiem węgla i węglem rozpuszczonym w ciekłym żelazie. W tej pracy zostały zbadane dwie reakcje chemiczne ciekłego żużla ze stałym węglem i gazowym CO. Ustalenie termodynamicznych stanów równowagi w układach: stały węgiel – ciekły żużel – żelazo metaliczne – gaz oraz ciekły żużel – żelazo metaliczne – gaz zostało dokonane z wykorzystaniem oprogramowania FACT. Tym samym uzyskano symulację postępu procesów redukcji w temperaturze 1800 K. W kolejnych etapach symulacji nie rozpatrywano gazowych produktów redukcji i stałego żelaza z poprzedniego kroku. Redukcja gazowym CO symuluje proces limitujący, gdzie dyfuzja w gazie jest wolniejsza w porównaniu z reakcją na powierzchni. Obliczenia pokazują, że zużycie czynnika redukującego jest znacznie większe w procesie redukcji za pomocą CO. Zależności zawartości FeO w żużlu, zawartości CO₂ w fazie gazowej i ilości uzyskanego żelaza na postępie reakcji są w przybliżeniu liniowe w procesie redukcji węglem i paraboliczne przy redukcji za pomocą CO. Została zaproponowana geometria reakcji węgla z żużlem, w której reakcja stały węgiel – żużel jest dominującym czynnikiem procesu.

* FACULTY OF METALS ENGINEERING AND INDUSTRIAL COMPUTER SCIENCE, AGH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, 30-059 KRAKÓW, 30 MICKIEWICZA AV., POLAND