

Ultrasonic time-domain reflectometry for level measurement in molten metals

Ultraschall-Impulsreflektometrie zur Niveaumessung von Metallschmelzen

O. G. H. Nygaard and K. S. Mylvaganam

Keywords: Level measurement, ultrasonic instrumentation, time-domain reflectometry, ultrasonic sensor, high temperature

Schlagwörter: Niveaumessung, Ultraschallmeßtechnik, Ultraschall-Impulsreflektometrie, Ultraschall-Sensor, Hochtemperatur

In an aluminium reduction cell, the interpolar distance between cathode and anode is crucial for process optimisation. The sensor meant for such an electrolysis cell should be able to withstand the corrosive environment. Ultrasonic time-domain reflectometry with carbon rod as temperature buffer and wave guide, used in conjunction with controlled insertion of the buffer, to eliminate spurious pulses generated in the buffer, gives the velocity of sound in electrolyte, and hence, also the required distance.

Für Prozeßoptimierungszwecke in der Aluminiumindustrie ist der Interpolarabstand zwischen der Kathode und Anode im Reduktionsbadkasten des häufig angewandten Hall-Hèroult-Verfahrens ein wichtiger Parameter, der am besten fortlaufend gemessen und, abhängig vom Istwert, gegebenenfalls reguliert werden muß. Eine Meßprobe für

das Einsetzen im Reduktionsbadkasten muß aber gegen die hohe Temperatur des Badkastens und die außergewöhnlich korrodierende Einwirkung der Metallschmelze und des Elektrolyts widerstandsfähig sein. Ultraschallniveaumessung mit einem Kohlebuffer als gleichzeitig wärmeabstoßendes Medium und Ultraschallwellenleiter bietet sich hierfür an, besonders wegen des schon üblichen Einsatzes von Kohlezylindern als Anode im Reduktionsbadkasten. Die Anwendung von Buffern bei der Messung von Reflexion des Ultraschalls kann allerdings unerwünschte Störsignale erzeugen, die sich durch die Kohlezylinderwand des Buffers als Echos den gewünschten Signalreflexionen überlagern und so die Niveaumessung auf Echo-Basis erschweren oder unmöglich machen werden. Hierbei erweist sich das gesteuerte Einsetzen von Kohlebuffern einschließlich Ultraschallwandlern im Badkasten als zweckmäßig, da sowohl der Interpolarabstand als auch die Phasengeschwindigkeit des Ultraschalls im Elektrolyten damit leicht ermittelt werden können. Ein entsprechendes Verfahren wird in diesem Aufsatz beschrieben.

1 Introduction

The world aluminium production rate is today the largest among the nonferrous metal types. Different methods were used to produce aluminium in the last century, but since 1886, the so-called Hall-Hèroult process has

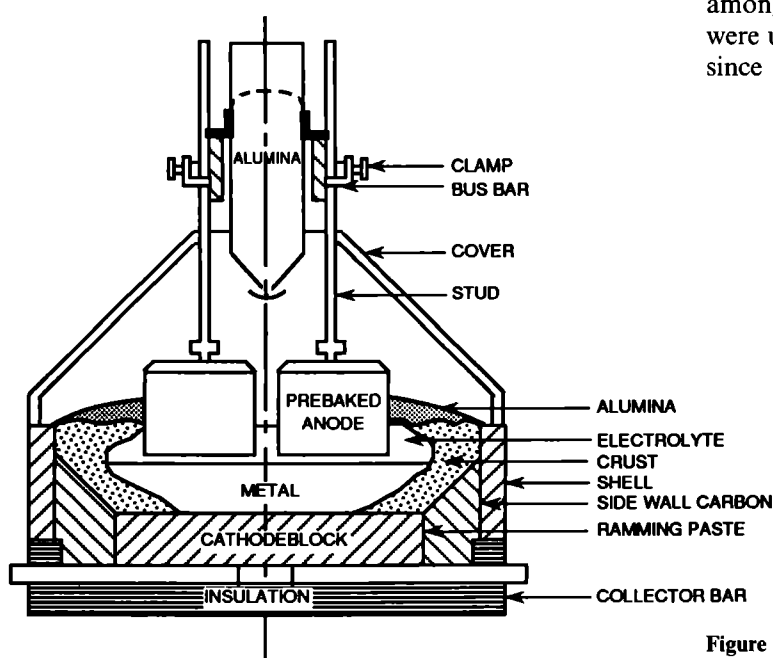


Figure 1a. Schematic representation of an aluminium reduction cell based on Hall-Hèroult process using pre-baked anodes (from [1]).

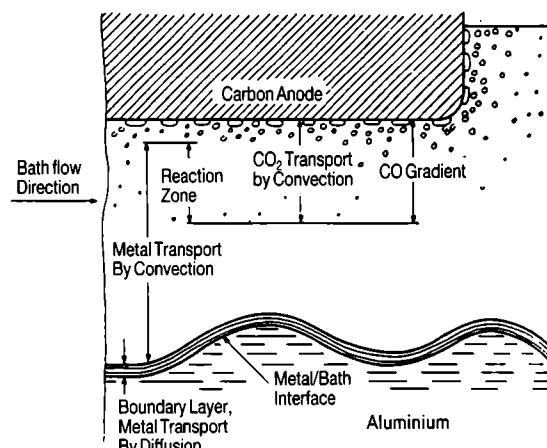


Figure 1b. Reaction zone between the liquid aluminium cathode and the carbon anode in an aluminium reduction cell. Wavy molten aluminium surface due to the electromagnetic forces created by the cell current distribution (from [1]).