Le celle a combustibile a scambio protonico (PEMFC) sono tra le tecnologie più promettenti e sfidanti nel settore automotive. La ricerca e lo studio approfondito di nuovi materiali e di soluzioni costruttive più efficienti sono oggetto di numerosi progetti. Dopo aver inquadrato la tematica ambientale in cui si collocano le fuel cells (FC), nell’introduzione sono elencate le varie tipologie di FC, i componenti costitutivi e i relativi principi teorici. Successivamente, si è focalizzata l’attenzione verso l’applicazione delle PEMFC ai veicoli, con particolare riferimento ai target fissati dal DOE per le prestazioni delle celle. L’obiettivo di questo lavoro è comprendere tramite un approccio modellistico i fenomeni che maggiormente influenzano la performance di una PEMFC a base PtCo. Con un modello semi-empirico, implementato in MATLAB, sono stati ricavati preliminarmente: la densità di corrente al catodo, la pendenza di Tafel, il crossover di idrogeno e la resistenza ohmica della cella. L’impiego di un modello 1D, più complesso e dettagliato, ha permesso di analizzare mediante simulazioni COMSOL l’effetto della variazione di parametri quali: porosità del GDL, area attiva del catodo e coefficiente di trasferimento catodico sulle curve di polarizzazione e di potenza. Infine, si è proposta una linea guida per l’ottimizzazione delle prestazioni di una PEMFC, con riferimento ai target fissati dal DOE. Dai risultati dell’analisi condotta è emerso che il target di attività catalitica a 0.8 V di 300 mA/cm2 viene ampiamente raggiunto; mentre, la potenza massima sviluppata si avvicina al target fissato di 1000 W/cm2. Pertanto, occorrono studi futuri volti a verificare, in particolare, la fattibilità delle strategie proposte per il miglioramento dei meccanismi che influenzano la resistenza al trasporto di ossigeno attraverso la membrana.

ABSTRACT

Proton Exchange Fuel Cells (PEMFCs) are among the most promising and challenging technologies in the automotive sector. Research and in-depth study of new materials and more efficient construction solutions are the subject of numerous projects. After framing the environmental issue in which the fuel cells (FC) are placed, the various types of FC, the constituent components and the related theoretical principles are listed. Subsequently, attention was focused on the application of PEMFCs to vehicles, with reference to the targets set by the DOE for cell performance. The objective of this work is understood through a modeling approach the phenomena that most influence the performance of a PtCo-based PEMFC. With a semi-empirical model, implemented in MATLAB, the following were preliminary obtained: the current density at the cathode, the Tafel slope, the hydrogen crossover and the ohmic resistance of the cell. The use of a more complex and detailed 1D model has allowed analysis by means of COMSOL simulations of the effect of the variation of parameters such as: porosity of the GDL, active area of ​​the cathode and cathode transfer coefficient on the polarization and power curves. Finally, a guideline was proposed for optimizing the performance of a PEMFC, with reference to the targets set by the DOE. From the results of the analysis carried out, it emerged that the catalytic activity target at 0.8 V of 300 mA/cm2 is largely achieved, while the maximum power developed approaches the fixed target of 1000 W/cm2. Therefore, future studies are needed aimed at verifying, in particular, the feasibility of the proposed strategies for the improvement of the mechanisms that influence the resistance to oxygen transport across the membrane.