

ÖZET

REDOKS TÖLERANSLI KATI OKSİT YAKIT PİLİ GELİŞTİRİLMESİ

TİMURKUTLUK, Bora Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mahmut Dursun MAT

Farklı özelliklere sahip anot destekli katı oksit yakıt pilleri (KOYP) geliştirilmiş ve anot destek üretim parametrelerinin hücre performansına ve redoks dayanımına olan etkisi deneysel ve teorik olarak incelenmiştir. Deneysel programda itriyum oksit ile stabilize edilmiş zirkonyum oksit (YSZ) temelli anot destekli membran elektrot grupları (MEG) şerit döküm, birlikte sinterleme ve ipek baskı teknikleri kullanılarak geliştirilmiştir. Karşılaştırma amaçlı, farklı anot gözenekliliğine ve elektrolit kalınlığına sahip anot destekli hücreler de imal edilmiştir. Hücrelerin redoks öncesi ve sonrasındaki performanslarının ve redoks dayanımlarının belirlenmesi için bir deneysel düzenek hazırlanmıştır. Deneysel sonuçlar anot destek gözenekliliği ve elektrolit kalınlığının hem hücre performansı hem de redoks dayanımını göz önüne alarak belirlenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Teorik programda KOYP içerisinde akış, ısı transferi, madde transferi, elektrokimyasal reaksiyonları ifade eden matematiksel bir model geliştirilmiştir. Ayrıca, elektrokimyasal reaksiyon bölgelerinde redoks kaynaklı mekanik hasarları ifade eden bir redoks modeli de geliştirilmiştir. Modelde tanımlanan hasar fonksiyonu gerinme bağımlı olarak ifade edilmiştir. Diferansiyel denklemler ticari bir sonlu elemanlar programı yardımı ile sayısal olarak çözülmüştür. Anot destek gözenekliliği ve elektrolit kalınlığının hücre performans ve redoks dayanımı üzerindeki etkileri sayısal olarak incelenmiştir. Deneysel ve sayısal sonuçlar, matematiksel modeli doğrulamak için karşılaştırılmıştır. Matematiksel modelin deneysel verilerle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

SUMMARY

DEVELOPMENT OF REDOX TOLERANT SOLID OXIDE FUEL CELLS

TİMURKUTLUK, Bora Niğde University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Mechanical Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Mahmut Dursun MAT

Anode supported solid oxide fuel cells (SOFCs) having various properties are developed and the effects of fabrication parameters on the cell performance and redox behavior of the cell are investigated experimentally and theoretically. In the experimental program, an yttria stabilized zirconia based anode supported membrane electrode group (MEG) is developed with the tape casting, co-sintering and screen printing methodology. For comparison, various anode supported cells with different electrolyte thickness and anode support porosities are also fabricated. An experimental setup is devised for the performance measurement of the cells before and after redox cycling. The effects of anode fabrication parameters on the cell performances and the redox stability of the cells are investigated. The mechanical performance of the cell before and after redox cycling is also measured via three point bending tests. Experimental results reveal that the porosity of the anode support and the thickness of the electrolyte should be carefully decided by considering not only the cell performances but also the redox stability. In theoretical study a mathematical model is developed to represent the fluid flow, the heat transfer, the species transport and the electrochemical reaction in solid oxide fuel cells. In addition, a redox model representing the mechanical damage in the electrochemical reaction zones due to redox cycling is developed by defining a damage function as a function of strains and a damage coefficient. The differential equations are solved numerically with a commercial code which employs a finite element based approach. The effects of anode porosity and the electrolyte thickness on the cell performance and redox stability of the cells are numerically investigated. The experimental and numerical results are compared to validate the mathematical model. The mathematical model is found to agree reasonable with experimental data.