

氧化氛围对铁铬铝中氢同位素渗透行为影响

徐玉平¹, 吕一鸣¹, 李小椿¹, 周海山¹, 罗广南¹

¹中科院等离子体物理研究所, 合肥 230031

Email: xuyp@ipp.ac.cn

摘要: 氧化铝是目前认为聚变堆中应用的最有前景的阻氚涂层材料之一。研究表明通过热氧化铁铬铝可以制备出高阻氚性能的氧化铝材料[1]。本研究中尝试通过调控铁铬铝材料氧化时的氧化气氛, 寻找出最优的铁铬铝氧化氛围以提高氧化铁铬铝的阻氚能力, 并控制氧化温度在 700°C, 低于低活化钢最终热处理温度。

通过气体驱动渗透实验对不同氧化氛围下氧化的铁铬铝材料进行了氚气渗透率测试。实验发现氧气含量为 1700ppm 的氩/氧混合气环境下氧化的铁铬铝材料 700°C 氚渗透率相比于低活化钢的渗透率降低了 10^4 倍, 如图 1 所示。借助扫描电子显微镜对氧化后的铁铬铝截面形貌进行了表征。并通过 X 射线光电子能谱对氧化层的成分进行了检测。实验发现氧化层的厚度约为 50~120nm, 成分主要为氧化铝、氧化铬、氧化铁的混合物。根据氧化层微观分析, 可以判断, 低氧氛围的环境能够抑制铁铬铝材料氧化层中氧化铁和氧化铬的生长, 从而形成一层纯度高具有高的阻氢能力的氧化铝层。

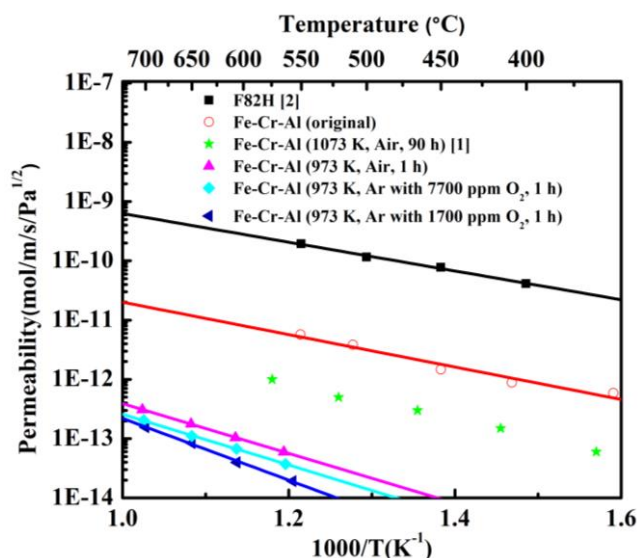


图 1. 不同氧化氛围下铁铬铝和 F82H 钢原样渗透率对比。

在未来的聚变包层应用中, 铁铬铝材料可以与包层结构材料连接, 然后在通过特定氛围下的热氧化获得可靠阻氚层。

关键词: 阻氚涂层; 铁铬铝; 氧化; 氢同位素; 氧化铝

参考文献

[1] Xu Y-P, Zhao S-X, Liu F, Li X-C, Zhao M-Z, Wang J, et al. Studies on oxidation and deuterium permeation behavior of a low temperature alpha-Al₂O₃-forming Fe-Cr-Al ferritic steel. *Journal of Nuclear Materials*. 2016;477:257-62.

[2] Zhou H, Hirooka Y, Ashikawa N, Muroga T, Sagara A. Gas- and plasma-driven hydrogen permeation through a reduced activation ferritic steel alloy F82H. *Journal of Nuclear Materials*. 2014;455:470-4.