

[补充信息]

铅铋共晶合金的流动速度对 CLAM 钢腐蚀行为的影响

陈 钢, 雷玉成✉, 鞠 娜, 朱 强, 王 丹, 李天庆

江苏大学材料科学与工程学院, 镇江 212013

[Supplementary Information]

Corrosion Behavior of CLAM Steel in Various Flow Velocities of Pb-Bi Eutectic Alloy

CHEN Gang, LEI Yucheng✉, JU Na, ZHU Qiang, WANG Dan, LI Tianqing

School of Material Science and Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013

试验材料

试验所用 CLAM 钢材料是由中国科学院核能技术研究所 FDS 团队提供, 炉批号: HEAT-1506。腐蚀试验介质选择核用高纯铅铋共晶合金, 其主要成分为: 44.5 wt.%铅+55.5 wt.%铋, 杂质总含量 \leq 100 ppm, 单个杂质元素含量 \leq 10 ppm。

试样制备

在 5 mm 厚的 CLAM 钢板上用线切割设备切割出需要进行腐蚀试验的多个试样, 试样尺寸为长 \times 宽 \times 厚: 35 mm \times 10 mm \times 5 mm。试验之前, 依次用丙酮、酒精对试样进行超声清洗, 以去除试样表面的杂质及油污, 然后分别用 180 #、400 #、800 #、1200 #、1500 #和 2000 #的砂纸对试样进行打磨, 再用金刚石抛光剂对打磨好的试样进行机械抛光。最后, 将处理好的试样, 用酒精超声清洗并用吹风机吹干。

腐蚀试验

腐蚀试验是在我们自主研发设计的腐蚀试验装置中进行, 此试验装置可以模拟核工业中 LBE 流动腐蚀试验条件。腐蚀试验装置主要由主体部分以及附属设备组成。主体部分主要包括真空电阻熔炼炉炉体、旋转搅拌电机、升降系统、真空系统以及氩气保护系统。附属设备主要由电源控制柜、控制柜及数显系统和冷却水循环系统组成。腐蚀试验装置示意图, 如图 S1 所示。腐蚀试验设备的主体和附属设备图分别为图 S2 和图 S3。

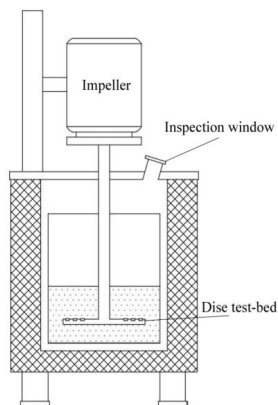


图 S1 试验装置示意图
Fig.S1 Schematic diagram of test equipment



图 S2 腐蚀试验装置主体部分
Fig. S2 The main part of corrosion test equipment



图 S3 腐蚀试验装置附属设备
Fig. S3 The auxiliary part of corrosion test equipment

试验时,将制备好的试样安装在圆盘不同位置,试样距离转轴轴心距离(L)分别为 58 mm、78 mm、98 mm,位置分别标记为 P1、P2、P3,如图 S4 所示。根据公式(1)进行计算:

$$V=2\pi NL \quad (1)$$

式中: V 为线速度, N 为转速, L 为试样距离转轴轴心距离。

首先,通过调节电机的转速来控制样品盘上腐蚀试验试样位置处的线速度。经过计算分别得出试样 1 到试样 5 位置处的中心线速度 (V_1) 分别为 0 m/s、2.21 m/s、3.73 m/s、4.46 m/s 和 5.60 m/s。

并且，采用 FLUENT 模拟软件模拟液态 Pb-Bi 流速，根据腐蚀试验条件，湍流模型选用标准 $k-\epsilon$ 模型，多相流模型选取 VOF 模型，最终模拟计算得到试样 1 到试样 5 位置处的液态 LBE 流速 (V_2) 分别为 0 m/s、0.51 m/s、0.75 m/s、0.77 m/s 和 0.83 m/s，因此试样 1 到试样 5 在液态 LBE 中的相对流速 (V) 分别为 0 m/s、1.70 m/s、2.98 m/s、3.69 m/s、4.77 m/s，如表 S1 数据所示。

表 S1 相对流速的详细数据

Table S1 Detail data on relative flow velocity

Sample	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5
Label	BM-0 m/s	BM-1.70 m/s	BM-2.98 m/s	BM-3.69 m/s	BM-4.77 m/s
Position	P1	P1	P3	P2	P3
The distance to the axis L/mm	58	58	98	78	98
rotate speed N/r·min ⁻¹	0	364	364	546	546
The line speed of sample $V_1/m \cdot s^{-1}$	0	2.21	3.73	4.46	5.60
The velocity of LBE $V_2/m \cdot s^{-1}$	0	0.51	0.75	0.77	0.83
The relative velocity $V/m \cdot s^{-1}$	0	1.70	2.98	3.69	4.77

在相对流速分别为 0 m/s、1.70 m/s、2.98 m/s、3.69 m/s 和 4.77 m/s 的 550 °C 液态 LBE 中进行 500 h 的腐蚀试验，CLAM 钢腐蚀试样分别命名为 BM-0 m/s、BM-1.70 m/s、BM-2.98 m/s、BM-3.69 m/s 和 BM-4.77 m/s。

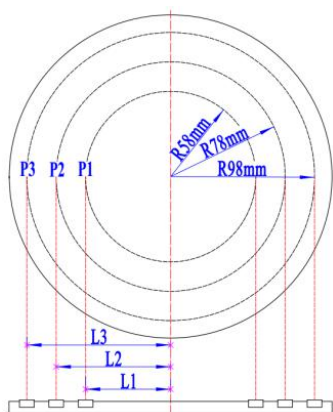


图 S4 试验圆盘和试样放置位置示意图

Fig.S4 Diagram of disc test-bed and the placement of specimen