

煤油基纳米流体导热系数的预测模型¹⁾

范文慧^{*, +}, 仲峰泉^{*, +, 2)}

* (中国科学院力学研究所 高温气体动力学国家重点实验室 北四环西路 15 号, 北京 100190)

+ (中国科学院大学 工程科学学院, 北京 100049)

摘要: 燃料冷却是目前航天航空发动机公认的主要热防护形式之一。燃料冷却是以对流传热为主要的传热方式。因此如何提高对流传热效率成为进一步提高燃料冷却性能的关键。1995 年, 纳米流体的概念被首次提出, 即向基础液体中添加纳米颗粒, 获得稳定悬浮的纳米流体。通过颗粒自身的热物性以及其对流动的影响, 提高基础液体的传热性能。针对水等简单流体的研究显示, 纳米颗粒的添加能够大幅度提高流体的对流传热系数并且对流动阻力的影响很小。本文通过在航空煤油中添加金属纳米颗粒, 实验研究纳米颗粒对煤油热物性的影响规律, 提出了煤油基纳米流体导热系数的预测模型。

本文选取了粒径 30~50nm 的氧化铝颗粒, 基于两步法制备了悬浮稳定性良好的煤油基纳米流体。通过以一维非稳态热传导为理论基础的瞬态双热线法对上述纳米流体进行了导热系数测量, 研究了颗粒体积分数、流体温度对纳米流体导热系数的影响规律。同时, 采用旋转粘度计测量纳米流体粘度, 获得了室温至 100℃ 条件下不同纳米流体的粘性系数变化。实验结果表明, 添加金属纳米颗粒能够大幅度提高航空煤油的导热系数, 煤油粘性系数也有所增大。导热系数作为纳米流体最重要的热物性参数, 关系到纳米流体的传热性能。因此, 本文对纳米流体导热系数的变化规律进行了重点研究。基于吸附层理论与普朗运动原理, 本文提出了一种煤油基纳米流体导热系数的理论预测模型, 并通过实验数据的验证, 证明该模型能够较好的预测煤油基纳米流体的导热系数。

关键词: 纳米流体; 航空煤油; 导热系数; 预测模型

1) 资助项目 (国家自然科学基金项目 11672307)