

[首页](#) | [所况简介](#) | [机构设置](#) | [科研成果](#) | [科研队伍](#) | [国际交流](#) | [所地合作](#) | [党群工作](#) | [创新文化](#) | [图书馆](#) | [研究生博士后](#) | [信息公开](#)

新闻动态

您当前所在位置: [首页](#)>[新闻动态](#)>[科研进展](#)[图片新闻](#)[综合新闻](#)[学术活动](#)[科研进展](#)[媒体报道](#)

邮箱登录

用户名:  @ iet.cn   
密 码:  

科研机构

[国家能源风电叶片研发\(实验\)中心](#)[能源动力研究中心](#)[轻型动力实验室](#)[循环流化床实验室](#)[分布式供能与可再生能源实验室](#)[储能研发中心](#)[传热传质研究中心](#)[先进燃气轮机实验室](#)[无人飞行器实验室](#)[新技术实验室\(筹\)](#)

## 研究所在纳米流体强化开放式微通道毛细性能方面取得进展

发稿时间: 2021-03-10 作者: 付融 来源: 传热传质研究中心 【字号: 小 中 大】

微槽群相变换热技术因其具有取热能力强、无需外力驱动以及重量轻等优点,在能源、电力、光电子等诸多领域有着广阔的应用前景。其原理是建立一种开放式微细尺度通道结构热沉(又名微槽群热沉)。高热流密度下,在槽壁与槽底区域会同时存在蒸发与核态沸腾取热,从而形成极具特色的复合式相变换热。强化热沉的毛细性能将有效提高其取热能力,对实现大功率高功率密度电子芯片及元器件的高效散热,推动计算、通讯、照明等产业的快速发展具有重要意义。

纳米流体是纳米固体粒子的胶体悬浮液。目前已发现,当纳米流体在受热表面上形成弯月面时,蒸发薄液膜区域内的纳米颗粒会倾向于形成层状排列,致使该区域产生额外的结构脱离压力,从而达到强化流体润湿的效果。同时,使用纳米流体还可以产生边界滑移效应,减小流体与壁面间的摩擦阻力,显著提高渗透率。另外,纳米流体在相变换热过程中产生的粒子沉积也会改变表面粗糙度及润湿性,在一定程度上改善毛细及沸腾换热特性。

为此,中科院工程热物理研究所传热传质研究中心光电系统热管理团队的研究人员深入研究了纳米流体对微槽群热沉内的润湿与传热的影响。发现使用羧基化处理的 $Fe_3O_4$ 水基纳米流体可显著强化热沉内的复合式相变换热,相比无粒子情况,最佳浓度下壁面过热度可以降低40%。证明了高热流密度下粒子沉积与悬浮粒子共同作用产生“钉扎”效应,阻碍润湿长度降低,其毛细润湿强化比例超过20%。该研究成果已发表在国际传热传质期刊中(International Journal of Heat and Mass Transfer, 2019, 144, 118674)。基于前期研究经验,此次我们采用毛细上升法研究了该纳米流体对微槽内流动的影响规律,定量分析了不同温度下纳米流体对毛细力与渗透率的强化差异,揭示了纳米流体强化开放式微通道毛细性能的机理。

研究人员通过实验研究发现,纳米流体可极大地提升槽道毛细性能参数与渗透率,且强化比例都随粒子浓度呈先增加后减少的趋势。室温下,相较于基液,使用纳米流体后毛细性能参数平均增大了47%,渗透率提高了40%。在最佳浓度下,毛细性能参数与渗透率的提升均达到了60-80%。介于纳米流体对毛细压的平均强化比例仅为5%左右,可知纳米流体主要通过降低流动阻力强化槽道的毛细性能。同时,在不考虑边界滑移效应的情况下,纳米流体对渗透率的影响无法用现有理论解释。此外,我们还发现提高温度更有利于纳米流体改善槽道表面润湿,但严重影响其降阻特性。结合目前文献报道,可知纳米流体强化开放式微通道内毛细润湿特性与粒子的定向迁移及粒子聚集密切相关。

该研究工作受到了国家重点研发计划(2017YFB0403200)的支持,相关成果已于近日发表在国际知名学术期刊 *Applied thermal engineering* 上: Rong Fu\*, Xuegong Hu\*, Hanjia Zhang, Yuying Yan, Wenbin Zhou, and Jihui Wang, Investigation of the influence of  $Fe_3O_4$ -water nanofluids on capillary performance in microgrooves wick, *Applied thermal engineering*, 2020, 182, 115889. 文章链接:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431120333810>.

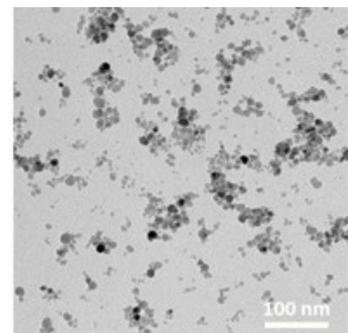
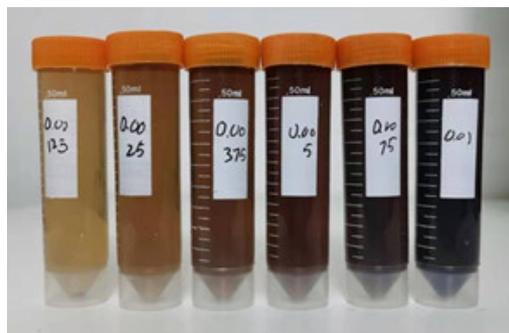


图1 各个浓度下羧基化处理的Fe3O4纳米流体照片及粒子微观形貌

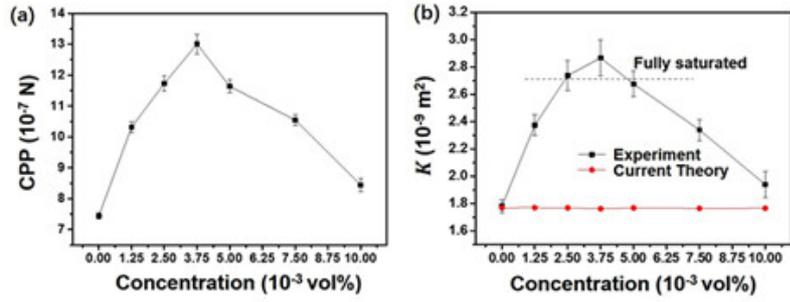


图2 室温下羧基化处理的Fe3O4纳米流体对微槽道的毛细性能与渗透率的强化规律 (CPP与K分别代表毛细性能参数和渗透率)

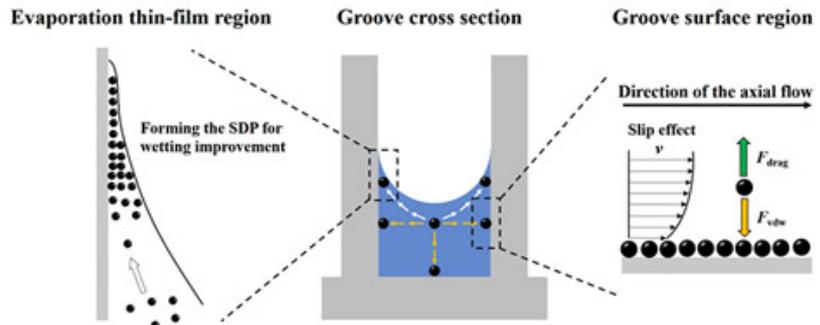


图3 纳米流体强化微槽道内表面润湿与流动机理示意图

评论

相关文章