

分段式电磁感应加热牵伸辊筒涡流分布规律的仿真研究

宫海钰¹, 李慧¹, 王晓东²

1. 北京服装学院, 北京, 中国

2. 中国科学院大学, 北京, 中国

简介: 针对“三河市汇诚光电有限公司”生产的 热牵伸辊筒存在的加热线圈易烧断问题进行理论分析。本次课题主要分析: 热牵伸辊筒中线圈的温度本身过高, 即现有机械结构和材料参数等影响。利用有限元法进行计算, 通过 COMSOL Multiphysics 建立热牵伸辊筒二维和三维物理模型, 进行了多物理场设置, 边界条件的设定和材料参数的选定, 模拟仿真不同条件下的不同点的磁通密度模、感应电流(涡流)以及热功率和温度, 以及辊筒和线圈的热量分布, 分析热牵伸辊筒线圈寿命短的原因, 并提出相应的解决方案。

建模: 建立二维仿真模型, 并对其进行磁场设置, 以及相关边界条件和材料参数的设置。仿真分析相对磁导率、电导率、频率对磁力线的影响。找到磁力线分布最优时的相关材料参数和频率参数。

在根据二维数据, 建立三维仿真模型, 并进行磁场和温度场的多物理场耦合, 对边界条件以及参数设置, 通过有限元的算法, 得出不同条件下的不同点的磁通密度模、感应电流(涡流)以及热功率和温度, 以及辊筒和线圈的热量分布。

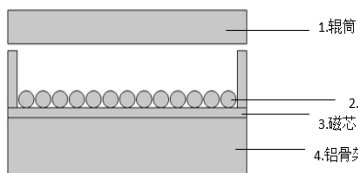


图1 热辊的二维模型剖面图

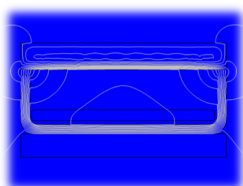


图2 f = 1kHz时的二维磁通密度模

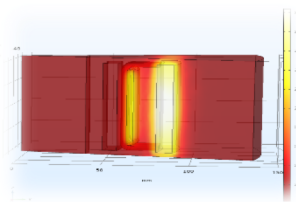


图3 50号钢的三维温度效果图

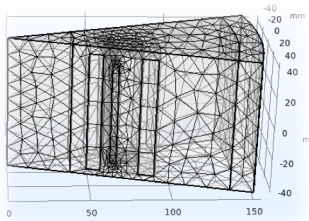


图4 热辊的三维模型网格图

结果: 二维模型仿真:

①根据图5分析可知: 磁芯相对磁导率在不同参数下对辊筒壁上磁通密度大小影响很小。

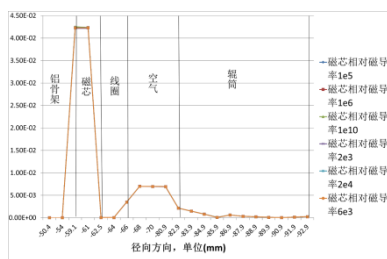


图5 磁芯相对磁导率不同时磁通密度模分布图 (辊筒用45号钢)

②根据图6分析可知, 辊筒采用50号钢(电导率小)时, 辊筒上的磁通密度比采用45号钢(电导率高)要大。

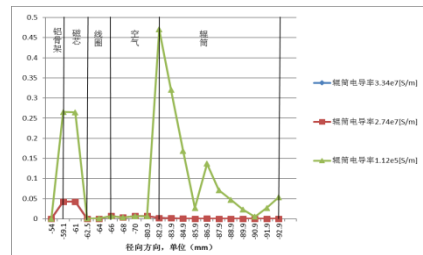


图6 辊筒电导率对比图

③由图7分析: 在磁芯和辊筒上当频率增加时, 磁通密度模减小, 但6kHz~8kHz之间磁通密度模随频率增大而减少, 在频率为500Hz

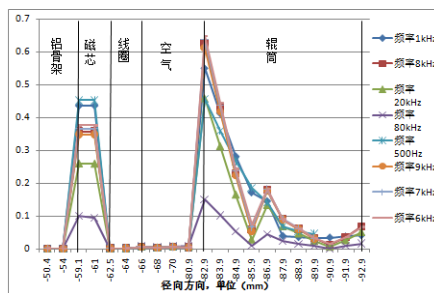


图7 频率对比分析图

时, 磁通密度模反而小。另外在辊筒上磁通密度模分布不均匀, 从内壁到外壁具有减小趋势。越靠近内壁其磁通密度模越大。

三维仿真中 对45号钢和50号钢的热效率进行对比分析(如图8), 发现50号钢的热效率明显高于45号钢。

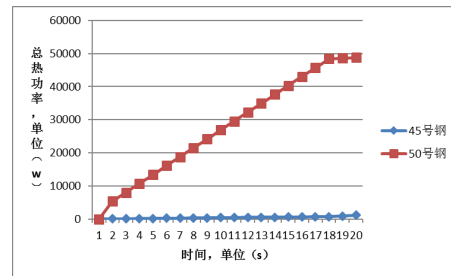


图8 不同材料的热功率与时间的关系

结论:

根据本次仿真分析得出: ①磁芯和辊筒相对磁导率的大小, 对辊筒上磁通密度模没有显著影响, 在选择磁芯材料时应选择剩磁较小的材料, 这样磁损耗小, 热量更多地在线圈上产生。②当辊筒的电导率大时, 由于磁屏蔽, 则磁通密度模小, 热功率主要集中在圈上, 线圈的温度高于辊筒上的, 容易烧毁加热线圈。建议辊筒选择电导率相对小的材料50号钢。③随着频率的增大, 虽然磁通密度模减小, 但是感应电流增加, 热效率增加, 温度升高快。④相对介电常数对磁损耗几乎无影响。