

电磁感应加热技术在轮胎硫化机上的应用研究

潘星,王冠中*

(青岛科技大学 机电工程学院, 山东 青岛 266061)

摘要:研究电磁感应加热技术(简称电磁加热)在轮胎硫化机上的应用。在轮胎硫化机线圈板上开设若干圆孔以放置电磁线圈,并在线圈板上下设置隔热板,热板产生涡电流而感应生热,热量由热板传递到模具,实现对轮胎的硫化。电磁加热硫化可以保证轮胎硫化温度均匀,并节约能源,大幅提高轮胎的硫化质量。

关键词:电磁感应;加热技术;轮胎;硫化机;硫化温度

中图分类号:TQ330.4⁺7

文献标志码:B

文章编号:1000-890X(2020)09-0706-03

DOI:10.12136/j.issn.1000-890X.2020.09.0706



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

硫化是橡胶制品加工的最后一环,也是非常重要的一环,直接影响橡胶制品的质量。为使橡胶制品各部位硫化温度一致和各方向力学性能均匀,应严格控制其硫化温度、时间和压力^[1]。

近年来,随着新能源的使用与发展,橡胶硫化加热方式也在发生极大的变化。与传统的蒸汽加热和电阻加热方式相比,新型电磁感应加热技术(简称电磁加热)和微波加热技术在能源利用方面有着巨大的优势,由于其在温度控制、温度检测、加热效率、实时监控和操作流程等方面的突出表现,在现代化生产中得到了广泛应用。其中,电磁加热由于无需外部热源,具有生热快、传热均匀和易操作等优点,在橡胶硫化领域得到广泛认可。

本研究探讨电磁加热在轮胎硫化机上的应用。

1 电磁加热及电磁加热硫化

轮胎硫化机是轮胎生产中最主要的设备之一,也是最耗能的设备,轮胎企业中有60%的蒸汽能源用于轮胎的硫化^[2]。因此,节能增效是改善硫化工艺和提高轮胎生产效率亟待解决的问题之一。

21世纪初期,随着社会生产力的不断发展,

电磁加热凭借其超高的加热效率和较低的能源消耗,在橡胶硫化领域崭露头角,并且正在逐步取代蒸汽加热。

电磁加热与蒸汽加热对比如表1所示。

表1 电磁加热与蒸汽加热对比

项 目	电磁加热	蒸汽加热
加热效率/%	70~90	30~50
能源消耗	低	高
热量来源	自身	蒸汽锅炉
环境影响	无	冷却水回收困难,易形成水垢
加热方式	热板电磁感应生热	热板由蒸汽加热

从表1可以看出,与传统蒸汽加热相比,电磁加热加热效率高,能源消耗低,可节约能源,减小对环境的影响,具备良好的使用性能。

电磁加热在橡胶制品硫化中的应用即电磁加热硫化。电磁加热硫化的原理是利用电磁对金属模具进行加热,通过热传导的方式对模具内的橡胶制品进行加热,从而使橡胶制品硫化以获得更好的力学性能。

电磁加热硫化作为一种新的硫化趋势,加热启动快,没有外部热源,能极大地缩短硫化周期,节约能源,提高硫化效率^[3]。此外,电磁加热硫化直接在热板上产生热量,热量损失降低,工作环境也得以改善。刘肖英等^[4]将电磁加热应用到鼓式硫化机上对平带进行硫化,缩短了硫化周期,实现了高效节能。

作者简介:潘星(1995—),男,山东临沂人,青岛科技大学在读硕士研究生,主要从事高分子材料理论和应用的研究。

*通信联系人(1663264717@qq.com)

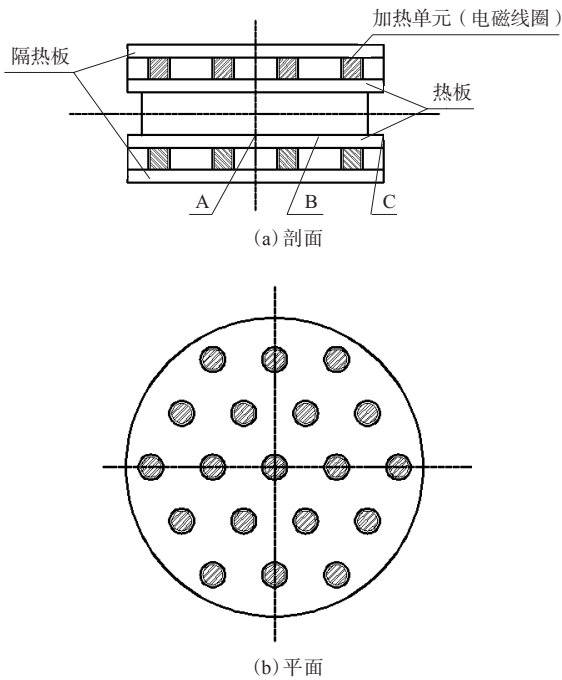
2 轮胎硫化机的电磁加热装置

在轮胎硫化机上,采用电磁加热装置对热板进行加热,热量向内传递到模具,实现对轮胎的硫化。

本研究所用轮胎电磁加热硫化机如图1所示。在线圈板上开设若干的圆孔放置电磁线圈(见图2),热板产生涡电流而感应生热,热量由热板传递到模具,实现对轮胎的硫化。同时在线圈板上下设置隔热板,隔热板为绝磁材料,在加热过程中只有热板生热,无外部热源,热量损失



图1 轮胎电磁加热硫化机



A,B,C部位分别对应热板内部、中部和外部。

图2 热板电磁加热示意

降低。

电磁线圈在线圈板上交错排布,使得产生的磁场叠加,可极大地改善磁场分布;加热方式为点加热,使得热板均匀受热,温度分布改善。以255/30R22轮胎为例,其电磁加热硫化与蒸汽硫化情况对比如表2所示。

表2 255/30R22轮胎电磁加热硫化与蒸汽硫化对比

项 目	电磁加热硫化	蒸汽硫化
温模时间/h	2	4
硫化周期 ¹⁾ /min	15	15
热板耗能 ¹⁾ /kJ	1.15	1.98
硫化成本 ¹⁾ /元	0.97	1.24

注:1)按每条轮胎计。

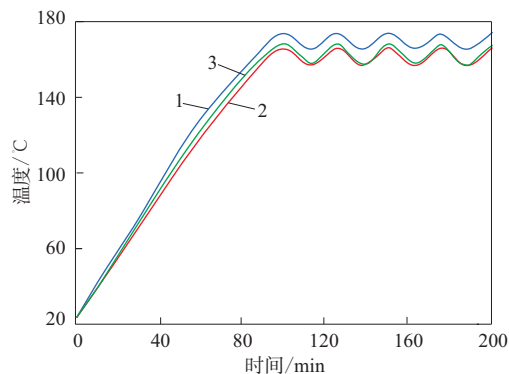
从表2可以看出:采用相同硫化工艺,电磁加热硫化可以缩短温模时间,减少耗能,节约成本,提高生产效率^[5];电磁加热硫化每条轮胎的硫化成本降低0.27元,如生产线年产100万条轮胎,每年可降低成本约27万元。

3 电磁加热硫化温度分析

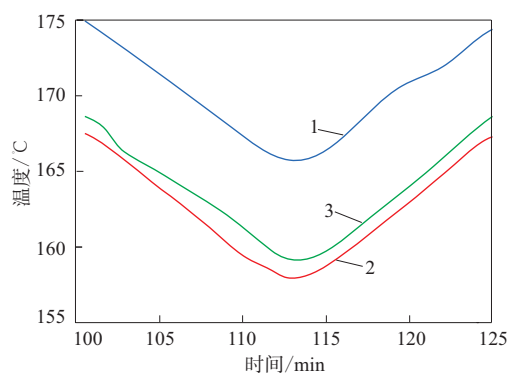
硫化温度是决定硫化质量的重要因素。在热板上放置温度传感器,可以探测热板在整个硫化过程中的温度变化,进而验证轮胎在硫化过程中的温度均匀性。在255/30R22轮胎电磁加热硫化时,测得热板中部、外部与内部的温度变化,得到硫化时间与热板温度曲线,如图3所示。

从图3可以看出,在温模期间,随着加热时间的延长,前期热板温度基本呈线性上升,在100 min左右达到最高(热板中部温度为173 ℃),此时电磁装置停止工作,热板温度缓慢降低,当热板中部温度降到157 ℃时,电磁装置再次启动,对热板进行二次加热,当热板温度再次达到最高时,进行装模硫化。在整个硫化过程中,电磁加热装置直接加热热板,这样即可节省能源,又可使热板温度相对稳定(类似正弦变化)。

从图3还可以看出,热板中部温度最高,外部与内部相差不大,这是由于磁场叠加^[6]主要在产生在中部。热量经过热传递到达模具,由于本研究热板温度梯度较小,模具采用双面电磁加热,热量由两侧向内传递,可保证轮胎硫化温度均匀。



(a) 整体



(b) 局部放大

1—热板中部; 2—热板外部; 3—热板内部。

图3 硫化时间与热板温度曲线

4 结语

电磁加热具有精度高、效率高、成本低、便于

控制以及安全性好和工作环境好等优点,在多个领域得到广泛应用,在冶金熔炼、金属锻造及热处理方面更具有极大的优势。但电磁加热具有明显的集肤效应,导致加热温度分布不均匀,在对形状复杂的橡胶制品进行硫化时,很难在同一时间使制品各部位的温度达到相同,通过改变线圈参数或采用等效硫化的方式可以解决这个问题。

本研究在轮胎硫化机线圈板上开设若干圆孔放置电磁线圈,并在线圈板上下设置隔热板,热板产生涡电流而感应生热,热量由热板传递到模具,实现对轮胎的硫化。电磁加热硫化可以保证轮胎硫化温度均匀,并节约能源,大幅提高轮胎的硫化质量。

参考文献:

- [1] 郭梦华. 轮胎定型硫化机的发展现状及趋势[J]. 现代橡胶技术, 2006(4): 36-41.
- [2] 吴畏,伍先安,杨卫民,等. 轮胎硫化设备及工艺研究进展[J]. 橡胶工业, 2018, 65(6): 711-716.
- [3] 刘彦旭,刘保国. 电磁加热技术在机械加工中的应用[J]. 现代制造技术与装备, 2016(4): 95-96.
- [4] 刘肖英,何雪涛,张金云,等. 电磁感应加热鼓式硫化机[J]. 橡塑技术与装备, 2014, 40(3): 24-27.
- [5] 于清溪. 轮胎硫化机的现状与展望[J]. 中国橡胶, 2007, 23(22): 8-19.
- [6] 李博,焦志伟,张金云,等. 电磁感应加热在轮胎硫化机上的应用研究[J]. 橡胶工业, 2018, 65(10): 1155-1159.

收稿日期: 2020-04-20

Study on Application of Electromagnetic Induction Heating Technology in Tire Vulcanizing Machine

PAN Xing, WANG Guanzhong

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China)

Abstract: The application of electromagnetic induction heating technology in tire vulcanizing machine was studied. A number of circular holes were arranged on the coil plate of the tire vulcanizing machine to place the electromagnetic coil, and heat insulation plates were placed on both sides of the coil plate. With the formation of eddy current, the hot plate generated heat which was transferred to the mold, and the tire vulcanization was achieved. Electromagnetic induction heating vulcanizing could ensure the uniformity of the tire vulcanizing temperature and save energy. So, the vulcanizing quality of the tire was greatly improved.

Key words: electromagnetic induction; heating technology; tire; vulcanizing machine; vulcanizing temperature