

微波预热过程中胶料焦烧的原因及解决措施

朱闰平,王荣勇,程海涛

(株洲时代新材料科技股份有限公司,湖南 株洲 412007)

摘要:介绍微波预热胶料技术的特点和常见问题。针对微波预热胶料的焦烧问题进行分析,指出影响微波预热胶料焦烧的因素主要有橡胶品种、配方、预成型胶料形状、微波炉设备、温度控制、预热功率及时间。使用微波预热可缩短胶料在模具中的预热时间,改善硫化胶质量,提高生产效率。

关键词:橡胶;微波预热;焦烧

中图分类号:TQ330.4⁺7 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-890X(2013)09-0560-03

橡胶制品硫化前对胶料进行预热的传统方法主要有开炼机机械热炼、烘箱预热以及模具预热等,而新兴高效节能的微波预热给胶料提供了一种新的快速预热方法。微波作为一种新的能源,目前已在橡胶微波连续硫化领域得到广泛应用;将微波单独用于胶料预热的研究历史很长,但真正掌握该项技术并应用于橡胶制品批量生产中的企业却不多^[1-4],株洲时代新材料科技股份有限公司经多年研究,已将微波预热胶料技术成功应用于产品硫化前的胶料预热中,大大提高了产品生产效率,取得了较好的经济效益。本文简要介绍微波预硫化过程中胶料焦烧的原因及解决措施。

1 微波预热胶料技术

微波是一种电磁波。微波预热是以电磁波为能源辐射胶料,胶料内部存在的极性分子借助于其自身的介电损耗特性将电磁能转换为热能得到预热,这一转换过程通过分子运动完成。微波预热属于内外均匀预热方式,将微波能量穿透到被预热介质内部直接进行整体预热,由于这个转换过程是在橡胶内外同时进行的,因此微波预热省去了热传导所需要的时间,可在几分钟内实现快速均匀预热,且热能损失小、热效率利用率高,比常规预热节能 1/3 以上。采用微波预热

方法可在较短时间(5~10 min)内使橡胶内外预热到一定温度(90~120 ℃),且预热迅速、高效、节能,是预热胶料和缩短橡胶硫化时间的有效措施。

2 微波预热常见问题

由于混炼胶固有的高温自硫化特性,当混炼胶温度上升到一定程度(120 ℃以上)后,胶料极有可能发生自硫化或焦烧,胶料经微波预热后,若工艺设置不当导致局部胶温上升过高,上述现象同样也会出现,即胶料经微波预热局部升温过高会发生焦烧。这是微波预热胶料技术难以推广应用的原因。

3 微波预热时胶料焦烧特点

试验统计结果表明,胶料经微波预热后发生焦烧的主要现象如下。

(1)焦烧部位:块状胶料的焦烧部位主要集中在胶料中间偏下;中空筒状胶料焦烧主要发生在内表面,叠层胶料焦烧易在胶层表面出现。

(2)焦烧现象:胶料发生焦烧后,会出现“冒烟”现象或有“胶臭味”;外观上胶料表面会出现鼓起、凸出、冒烟、粉化等现象,已焦烧的胶料出现海绵状硫化胶或炭黑粉末。

(3)焦烧形式:胶料焦烧主要是局部橡胶发生点状焦烧或小块焦烧,不是热炼或停放胶料出现的整块焦烧或胶料全部焦烧现象,焦烧部位的胶温可能达 130~200 ℃甚至更高。

作者简介:朱闰平(1969—),男,湖南湘阴人,株洲时代新材料科技股份有限公司高级工程师,学士,主要从事橡胶弹性元件新产品开发和产品制造工艺技术研究工作。

4 影响因素及解决方法

4.1 焦烧的形成

微波是电磁波,可以像光一样直线快速行进,遇到物体时也会反射、折射和散射,因此,当把微波施加于待预热胶料时,就会发生驻波现象,即胶料某处被微波集中预热,驻波的出现会引起胶料局部升温较高,胶料温度过高时引起胶料发生硫化反应,产生焦烧。

4.2 影响因素及解决方法

4.2.1 橡胶品种

不同橡胶中不可避免地都存在微量的极性物质,如水分等,因此,非极性橡胶和极性橡胶一样都能利用高频微波进行预热。橡胶的极性以及橡胶中极性物质的含量越高,对微波预热的利用率越高,预热升温的速度越快。但橡胶中过高的极性物质的非均匀分布会使橡胶在微波预热后出现局部胶温过高,相对非极性橡胶而言,微波预热在极性橡胶混炼胶中出现焦烧的风险较大。

4.2.2 配方

配方是胶料是否出现焦烧的一个重要影响因素。绝大多数橡胶配方中均加有炭黑,炭黑表面带有羟基、羧基等极性基团,是极性物质,炭黑结构越低、比表面积越大,吸收微波能力越强。炭黑的添加量是有一定限度的,随着添加量的增大,胶料最终会变成导体,失去介电性能,就像金属一样,对微波发生反射和产生电火花,使胶料烧毁。另一方面,配方中应尽量少加或不加高活性促进剂或反应温度较低的促进剂,一般情况下,焦烧时间越短的胶料微波预热的安全性越差。

4.2.3 预成型胶料形状

经验表明,通过预成型胶料形状设计可以有效地控制胶料焦烧。一般情况下,经微波预热胶料的厚度不宜超过 140 mm,否则微波可能无法穿透橡胶而出现底层橡胶不能被预热的现象;将胶料制成中空环状、片状有利于微波穿透和反射而均匀预热。同时应尽量减少胶层和胶层的叠加,层过多时,在胶层之间的表面胶料因驻波效应也易发生焦烧,这种情况对邵尔 A 型硬度 60 度以上的炭黑补强胶料比较明显。胶料中尽量避免夹带金属件一起预热,否则因金属对微波的反射极易引起局部胶料升温过快而发生焦烧。

4.2.4 微波炉设备

微波炉所用磁控管功率一般为 800 和 1 500 W 两种,需要较大功率的微波炉时,建议用多个磁控管串联集中发射以达到大功率要求。多个磁控管在微波炉中以对称或均匀分布为宜。放置胶料的贮料盘通过电动机控制带动胶料在微波炉中旋转可实现胶料均匀加热,在微波炉中设计金属微波干扰装置可打乱微波的定向发射。以上结构的微波炉设计均可提高胶料预热的温度均匀性,避免胶料焦烧。

4.2.5 温度控制

微波预热胶料的允许最高温度与胶料中的硫化促进剂活性高低和胶料的焦烧时间有关,一般情况下焦烧时间较长、硫化速度较慢的胶料安全性较好。预热时应采用间歇式微波预热方法,使胶料局部集中的热量得以向周围扩散,以控制胶料局部升温过快。利用微波预热胶料的最高温度以不超过 120 °C 为宜。

4.2.6 微波炉预热的功率和时间

微波预热胶料速率较烘箱预热和硫化机模具预热快很多。利用微波预热胶料达到相同的温度可以有两种方法:①用较高的微波预热功率在较短的时间内预热到所需温度;②使用较低的微波预热功率在较长的时间内预热到所需的温度。经验表明,由于胶料吸收微波能量的不均匀性以及胶料自身的配方特性,采用高微波输出功率以较短的预热时间预热胶料时,温度分布的不均匀引起焦烧的风险较大。采用较低的微波输出功率以较长的预热时间预热胶料时,温度分布的均匀性和焦烧的安全性较好。不同配方和质量的胶料用微波预热的工艺参数必须通过试验确定。

4.2.7 预热后胶料的停放安全性

胶料经微波预热后,其温度可能达 100 °C 以上,若不能尽快硫化,因胶料温度较高且长时间停放可能有自硫化或焦烧风险;预热后的胶料因异常原因不能及时用于硫化时,应将胶料在开炼机上下片停放,以利于胶料快速散热,避免焦烧。

5 应用分析

图 1 所示为微波预热胶料后硫化与传统加热胶料硫化温度曲线比较,图 2 所示为株洲时代新

材料科技股份有限公司设计制造的胶料加热用微波炉。目前,微波预热胶料技术已实现工业化并批量用于橡胶弹性元件产品用胶料在硫化前的微波预热。

由图1可知,当胶料从同一起始温度 T_0 加热至相同的硫化温度范围(即区间 $T_1 \sim T_2$)时,微波预热后(胶料已升温至 T_3)胶料在模具中的升

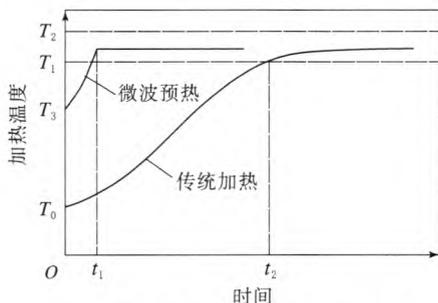


图1 微波预热胶料后硫化与传统加热胶料硫化温度曲线比较



图2 胶料加热用微波炉

温时间 t_1 远较传统硫化升温时间 t_2 短得多。在实际应用中,胶料的升温时间($t_2 - t_1$)就是微波能量转换为热能的积累时间。因此,胶料经微波预热到一定温度后,可以显著缩短胶料在模具中的预热时间,大大缩短橡胶厚制品在模具或热平板硫化机上的硫化时间——即升温预热时间,从而达到缩短厚橡胶制品硫化时间、改善硫化胶质量、提高生产效率的目的。

6 结语

微波预热后可缩短胶料在模具中的加热时间和硫化时间,提高生产效率。解决不同胶料经微波预热后的焦烧问题是微波预热胶料技术在生产中成功应用的关键。随着微波预热胶料技术的深入研究,其技术和经验将日趋成熟,在胶料预热中的应用将会越来越广泛。

参考文献:

- [1] 佚名. 橡胶微波连续硫化[J]. 刘世平,译. 世界橡胶工业, 2004,31(12):21-26.
- [2] 周淑杰,张连伟. 三元乙丙胶在复合体密封条中的应用[J]. 辽宁化工,2001,30(2):73-74.
- [3] 唐伟强,郑月军,张海,等. 橡胶轮胎胎坯硫化前微波预热的研究[J]. 特种橡胶制品,2005,26(4):56-58.
- [4] 杨建华,姜成玉. 乙丙橡胶的微波硫化[J]. 弹性体,1998,8(1):10-13.

收稿日期:2013-03-09

橡胶工业专业图书陆续出版

中图分类号:TQ33 文献标志码:D

2012年2月以来,化学工业出版社已陆续出版现代橡胶技术丛书和橡胶工业手册(第3版)。这两套丛书可供橡胶工业从事科研、设计、生产、应用、管理的人员使用,也可供高等院校相关专业的教师、研究生、本科生阅读和参考,简介如下。

(1)现代橡胶技术丛书。本套丛书包括10个分册,目前已出版橡胶压延与挤出、轮胎、橡胶硫化、橡胶助剂、橡胶制品与杂品、橡胶分析与检验及橡胶塑炼与混炼7个分册,主要介绍各类橡胶制品与杂品的种类、成型设备、原材料、结构、配方、制造工艺及应用等方面,也介绍橡胶分析与检验、橡胶塑炼与混炼的有关知识,同时,还介绍了

相关橡胶助剂的化学名称、分子结构、特性、用途用法及一些新的研究成果等。生胶及其共混物、橡胶补强填充剂及功能橡胶制品3个分册将于2013年陆续出版。

(2)橡胶工业手册(第3版)。第3版在秉承前两版实用性、简明性、全面性的基础上,重点突出了新牌号、新助剂、新工艺、新设备、新产品、新检测手段,旨在推陈出新,体现新发展。橡胶工业手册第3版包括9个分册,其中试验与检验、橡胶制品(上册)及橡胶制品(下册)3个分册已出版。生胶与骨架材料、配合材料、配方与基本工艺、轮胎、橡胶机械(上册)和橡胶机械(下册)6个分册将于2013年陆续出版。

(化学工业出版社 科技出版公司 卢萌萌)