

HP5 电加热云母板废料的处理方法研究*

朱瀛波, 张小伟, 刘淑鹏, 张翼

(武汉理工大学资源与环境工程学院, 武汉, 430070)

摘要:要回收再利用云母板废料就要使云母板开解为云母鳞片。比较了煅烧裂解、高温蒸煮、化学浸泡三种开解方法, 化学浸泡法不需要加温, 操作方便, 工艺流程简单, 开解率可达98%以上。

关键词:云母板; 化学浸泡; 煅烧裂解; 高温蒸煮; 开解率

中图分类号: X76 文献标识码: B 文章编号: 1001-0076(2007)06-0015-04

The Recovery Study of HP5 Mica Plate Waste Materials

ZHU Ying-bo, ZHANG Xiao-wei, LIU Shu-peng, et al.

(School of Resources and Environmental Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: The recovery of Mica plate waste material needs to decompose Mica plate into mica flake. There are three ways can be used to do it which are calcination, steaming in high temperature and Chemical immersion. All of them the chemical immersion process is simple without heating and easy to operate, and its decompose rate can reach 98%.

Key words: mica plate; Chemical immersion; calcination; steaming in high temperature; decomposition rate

云母是一种重要的非金属矿, 具有优良的耐热、绝缘性能, 广泛用于现代工业的各个部门。长期以来, 云母一直是电气行业中不可缺少的绝缘材料。例如: 一台10万kW、10kV级的两极汽轮发电机要用1000kg云母带, 其中云母约450kg。目前, 虽然已经出现很多新型材料, 但还没有任何一种绝缘材料能够取代云母。随着电气行业的发展, 对云母的需要量不断增长。但云母资源越来越少, 尤其大直径片状云母越来越匮乏。解决这一矛盾的有效途径是提高云母本身的利用率, 其中重要的途径是云母纸的制造和应用。

1 云母纸

云母纸即是以碎云母片为原料, 经制浆、在圆网造纸机较慢的车速下抄造、成型等工艺制成的, 它保

持了天然云母的多种优良性能, 且厚度均匀、介电强度波动范围小、电晕起始电压高而稳定。其介质损耗的电压特性比天然片云母绝缘稳定得多, 在许多领域可取代天然片云母, 被广泛地应用于电气工业, 可以说云母纸的出现某种程度上推动了电气工业特别是电机制造业的发展。云母纸制造技术与大规模集成电路、高温塑料、光导纤维并驾齐驱, 在国外被誉为对当代电气电子工业做出重要贡献的四大技术之一。

2 云母板

在我国, 耐热云母板从1976年开始研制, 到1980年已取得很大成绩, 研制成功了几种耐高温云母板。云母板是由几层云母纸用合适的粘结剂复合而成的云母绝缘材料, 其中云母起耐热绝缘作用, 粘

* 收稿日期: 2007-06-30; 修回日期: 2007-09-21

作者简介: 朱瀛波(1944-), 男, 吉林敦化人, 教授, 博士生导师, 主要从事矿物加工研究。

结剂将云母纸粘合在一起,它决定云母制品的耐热等级。

本试验所用的云母板是 HP5 电热设备云母板,由多层厚度为 0.05 ~ 0.1 mm 的云母纸,用合适的粘结剂有机硅树脂在一定的温度、压力下粘合而成,具有独特的耐高温性能、优良的介电性能和较高的机械性能。在 550 ~ 800℃ 内可以长期使用,广泛用于冶金、化工、电器等行业。

然而,云母板在使用时,通常会被剪切或冲压成各种形状以满足实际需要,而剪切或冲压过程中会产生大量的云母板废料。本试验探讨的是这些剪切或冲压下来的云母板废料的处理技术。云母已经成为一种紧俏矿产品,大的片状云母资源已经枯竭,人们转而利用碎云母来生产各种云母制品,并可以达到很好的效果。随着碎云母产品的不断发展,特别是云母纸制品在电气行业的广泛应用,人们会越来越重视云母资源的回收利用。因此,云母板废料作为一种资源应该被回收再利用,这就需要一种方法来很好解决这个问题。本课题就是要寻找这样的一种方法。

3 试验方案

要回收再利用云母板废料就要使得云母板开解为可利用的云母鳞片。制作云母板所用的云母纸靠范德华力和静电引力将云母片结合在一起,很容易开解。要解决云母板废料问题的关键是云母纸与云母纸之间所用的粘结剂,即本试验云母板废料中的有机硅树脂。要使得粘结剂失去作用才可以使云母纸之间开解,从而使得云母板整体开解获得可再利用的云母浆料,可采用的方案如下。

3.1 煅烧裂解

云母板所用的有机硅树脂是一种耐热粘结剂,在较高的温度下可以保持其稳定性,在 500 ~ 700℃ 内可以长期使用。但是作为一种有机粘结剂,所耐受的温度是有极限的,所以施加一个超过极限的温度,就可以使得有机硅树脂失去效用,从而可以使云母纸之间开解。要使得有机硅树脂粘结剂失去效用,需要选择一个合适的温度及保温时间,既要破坏粘结剂的结构又要保护云母的结构。当粘结剂的粘结作用被破坏后,再在适当外力的作用下,获得循环再利用的云母片。

3.1.1 试验方法

试验选取 4 组制作好的云母板废料各 200 g,分别在 760℃、770℃、780℃、790℃、800℃ 下煅烧 60 min、80 min,观察试验效果。煅烧好的云母脱去 50% 左右的结晶水,失去原有的透明性,可呈现白色、银灰色、棕黄色等,有光泽。检验煅烧质量的定量标准是吸水率,吸水率的测定方法是:取定量的煅烧物料,全部浸入水中自然浸润 15 min,然后捞出自然过滤 1 min,称其重量,计算出浸润前后的重量比,就是吸水率。吸水率在 2.5 ~ 4.5 之间为合格。

煅烧后云母板废料置于搅拌罐中,用高速打浆机打浆,在机械力的帮助下开解云母板。

3.1.2 煅烧质量

煅烧后的云母板呈灰黑色,有光泽,云母纸与云母纸之间出现开缝,云母板变脆,易碎。称取煅烧后的云母板各 50 g,全部浸入水中自然浸润 15 min,然后捞出自然过滤 1 min,称其重量,计算出浸润前后的重量比,计算煅烧云母的吸水率。

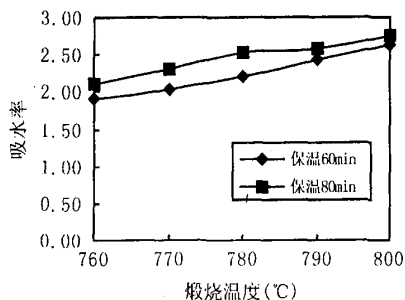


图1 煅烧后云母板的吸水率

从图1可以看出,随着煅烧温度的升高,煅烧后云母板的吸水率增大;同样保温时间增加,吸水率也有不同程度的增大。保温时间为 80 min、煅烧温度在 780℃ 时,煅烧云母板的吸水率在 2.5 ~ 4.5 之间,符合煅烧云母的吸水率;而保温时间为 60 min 时,煅烧温度要到达 800℃ 煅烧云母板的吸水率才达到 2.5 ~ 4.5 之间。

3.1.3 煅烧温度与保温时间对云母板废料开解的影响

取煅烧后的云母板废料 100 g 置于搅拌罐中,用高速打浆机打浆,在机械力的帮助下开解云母板。打浆浓度为 20%,打浆时间 30 min。打好的浆料过 16 目的筛网,筛下产品作为开解产物,计算筛下产

品的产率作为开解率。

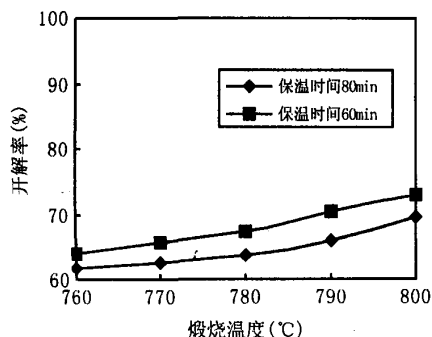


图2 不同煅烧条件下煅烧后云母板的开解率

从图2可以看出,随着煅烧温度的升高,云母板的开解率逐渐增加,保温80 min的煅烧云母板的开解率略大于保温60 min的煅烧云母板的开解率,但总体开解率的变化不大,开解效果并不明显。

3.2 高温蒸煮

根据有机硅树脂的聚合物的化学性质,硅树脂可遇水发生水解作用。只是水解需要条件,催化药剂可以作为水解发生的条件,同样高温也可以作为水解反应发生的条件。本方案选择在水环境中,施以适当的温度,使粘结剂在蒸煮的作用下失去粘合作用,达到开解的目的。

3.2.1 试验方法

取制备好的云母板废料100 g,放入水中全部浸没,加热至沸腾。蒸煮时间选择2 h、4 h、6 h、8 h、10 h,蒸煮好的云母板废料在20%的物料浓度下,用高速打浆机打浆30 min,打好的浆料过16目的筛网,筛下产品作为开解产物,计算筛下产品的产率作为开解率。

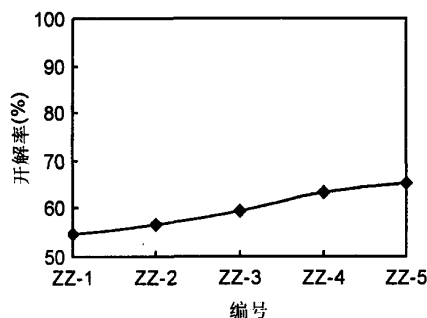


图3 蒸煮时间对云母板开解的影响

3.2.2 试验效果

蒸煮后的云母板边角料变软,易弯曲,蒸煮溶液微泛黄,云母纸与云母纸之间有一定的开解裂缝,经打浆机打浆后,有一定的开解效果,具体的五组试验(编号ZZ-1、ZZ-2、ZZ-3、ZZ-4、ZZ-5蒸煮时间分别对应2、4、6、8、10 h)所得的开解率见图3。

从图3可以看出,随着蒸煮时间的增加,云母板的开解率一直在增大,总体开解率的变化不大,开解的效果并不明显。

3.3 化学浸泡

完全固化的硅树脂粘结剂,对化学药品具有一定的抵抗能力。由于硅树脂不含极性取代基,且成为立体网状结构,具有更少的Si-C键(即更多的Si-O键),因而硅树脂的耐化学药品性能优异。硅树脂漆膜在25℃下,可耐50%的硫酸、硝酸乃至浓盐酸达100 h以上,对氯及稀碱液等有良好的抵抗力,对一些氧化剂(如O₂、O₃)及某些盐类等也比较稳定,但强碱能断裂Si-O-Si键,使树脂漆膜遭到破坏。如前所述,由于硅树脂分子间作用力较弱,而且有效交联密度不如有机树脂,固化不十分完全,漆膜的耐溶剂性能,特别是抵抗芳烃溶剂的能力较差。芳香烃、酯和酮类以及卤代烃等溶剂,几分钟内就可导致漆膜完全破坏。硅树脂漆膜对于石油烃和低级醇具有良好的抵抗力,汽油可引起漆膜软化,但通常是可逆的软化。

鉴于以上性能,可以选择合适的化学药剂对云母板废料进行浸泡,虽然有机硅树脂有较强的耐化学药剂的性能,但总可以找到合适的药剂,使其在合适的条件下部分或者完全破坏粘结剂的粘结功能,找到一个合理开解云母板废料问题的方法。

3.3.1 试验方法

试验中可使得云母板废料开解的药剂选择开解剂1、开解剂2、开解剂3、开解剂4、开解剂5。取制备好的云母板废料100 g,五组,配制10%浓度的开解剂1、开解剂2、开解剂3、开解剂4、开解剂5溶液。将100 g云母板废料分别浸入开解剂1、开解剂2、开解剂3、开解剂4、开解剂5溶液中,浸泡物料浓度为30%,浸泡时间24 h。浸泡完成的云母板废料放入高速打浆机中打浆30 min,打好的浆料过16目的筛子,筛下产品作为开解产品,计算筛下产品产率作为开解率。

3.3.2 试验效果

在开解剂 1、开解剂 2 溶液中浸泡 24 h 后的云母板并无明显的软化,溶液依然澄清,打浆后会有明显的大片存在于浆料中,肉眼观测开解效果不好;开解剂 4 浸泡 24 h 后的云母板有少许的软化,溶液变化不明显,打好的浆料中也有较大的片存在;而开解剂 3 和开解剂 5 浸泡的云母板软化明显,浸泡溶液出现一定程度的混浊现象,打好的浆料中看不到明显的大片存在。

不同的药剂对云母板边角料会有不同开解效果,具体所得的开解率见图 4。

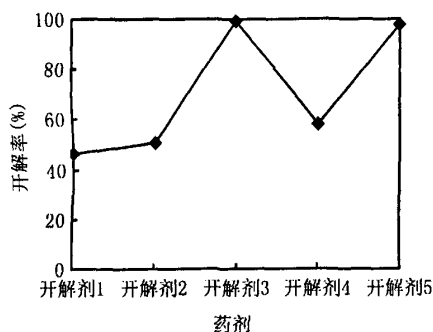


图 4 不同的开解剂对云母板废料开解的影响

从图 4 可以看出,开解剂 1 浸泡开解云母板的效果并不明显(开解率 46.6%)。不添加药剂,只是在水中浸泡云母板废料,试验条件与上述试验相同,即:浸泡浓度 30%,浸泡时间 24 h,打浆浓度 20%,打浆时间 30 min,获得的开解率可达 43.9%。同样开解剂 2 浸泡开解云母板边角料开解的效果也不明显。开解剂 4 的效果稍好,开解率达到 58.4%,只是效果远没有开解剂 3 和开解剂 5 的效果明显,两者的开解率均在 98% 以上,开解剂 3 的效果要稍好于开解剂 5。因此,综合考虑可选择开解剂 3 作为化学浸泡法开解云母板的开解剂。

4 结论

综合以上试验方法,从试验效果来看,化学浸泡开解云母板废料的方法要明显优于煅烧裂解和高温蒸煮的方法。煅烧裂解和高温蒸煮法开解云母板废料都需要在一定温度下进行,操作不方便。煅烧裂解后的云母板废料,颜色灰黑,且没有简单有效的办法可以除去,给生产带来不利影响;高温蒸煮法开解率太小,不能满足生产需要;化学浸泡法开解云母板废料不需要加温,只要在室温下就可进行,操作方便,工艺流程简单,是一种比较有效、可行的处理云母板废料的办法。

随着电气行业的蓬勃发展,云母板的应用必将越来越广泛。在云母板成型过程中剪切、冲压下来的云母板废料以及报废的云母板电器中的云母板废料必将成为亟待解决的环境问题。化学浸泡法处理云母板废料是一种比较有效的方法,且可以回收利用大量的云母资源。厂家利用开解后的云母鳞片返回生产线再造纸,生产的云母纸拉伸强度达 10 N/cm,在可行性方面可以达到生产的要求。鉴于每年产生的大量的云母板废料需要回收利用,相信化学浸泡法处理云母板废料将会有广阔的前途,市场前景巨大。

参考文献:

- [1] 云母综合利用编写组. 云母综合利用[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1984.
- [2] 袁楚雄, 田中凯, 刘奇. 云母及其深加工[J]. 国外金属矿选矿, 1996, (4): 42-46.
- [3] 戴为胜. 我国云母纸和湿磨云母粉工业现状及展望[J]. 非金属矿, 1995, (5).
- [4] 吴自强, 魏鹏, 唐四丁. 云母纸的性能及其主要制品[J]. 化工时刊, 1997, (4): 7-12.
- [5] 黄鸿. 云母纸的生产工艺及应用[J]. 中华纸业, 2004, (11): 29-31.
- [6] 刘庆瑞. 新型耐高温云母板及其在电热器具中的应用[J]. 家电科技, 1982, (6): 29-32.