

浸漆绝缘工艺对电子变压器质量的影响

李欣伦

(昆明船舶设备研究试验中心 云南昆明 650000)

摘要: 本文旨在探讨浸漆绝缘工艺对电子变压器质量的影响。电子变压器作为重要的电能转换设备,在电力输配系统中具有广泛应用。优质的绝缘层能够保护变压器的内部元件免受外部环境和电场的干扰,从而提高其性能和可靠性。浸漆绝缘工艺是一种常见的绝缘方法,本文将重点讨论浸漆绝缘工艺对电子变压器质量的影响,包括绝缘层的电性能、机械强度和热稳定性等方面,并提出了一些改进浸漆绝缘工艺的措施。

关键词: 浸漆绝缘工艺; 电子变压器质量; 影响

Influence of paint immersion insulation technology on the quality of electronic transformer

Xinlun Li

Kunming Ship Equipment Research and Test Center, Kunming, Yunnan 650000

Abstract: This paper aims to investigate the effect of immersion insulation technology on the quality of electronic transformers. As an important power conversion equipment, electronic transformer is widely used in power transmission and distribution system. High-quality insulation protects the internal components of the transformer from interference from the external environment and electric fields, thereby improving its performance and reliability. Lacquered insulation technology is a common insulation method, this paper will focus on the effect of lacquered insulation technology on electronic transformer

The effects of the quality of the insulator include the electrical properties, mechanical strength and thermal stability of the insulation layer, and some measures to improve the impregnated insulation technology are put forward.

Key words: impregnated insulation technology; Electronic transformer quality; influence

电子变压器是电力输配系统中不可或缺的设备,其性能和可靠性直接影响到电力系统的稳定运行。绝缘层在电子变压器中起着至关重要的作用,可以保护内部元件免受外界电场、湿气、灰尘等因素的影响。而浸漆绝缘工艺是一种常见的实现绝缘的方法,通过将电子变压器浸泡在绝缘液中,形成均匀、致密的绝缘层,提高绝缘效果。因此,研究浸漆绝缘工艺对电子变压器质量的影响具有重要意义。

一、电子变压器概述

电子变压器是一种将电能从一种电压级别转换到另一种电压级别的电力设备。其工作原理基于电磁感应和电能传递的原理。电子变压器由两个或多个线圈(称为主线圈和副线圈)以及一个铁芯组成。主线圈通常连接到电源,而副线圈连接到负载。

二、浸漆绝缘工艺的工艺流程

1. 材料准备: 准备好浸漆所需的材料,包括绝缘树脂、溶剂、固化剂等。确保所选材料质量可靠,并按照配方要求进行准备和混合。

2. 清洗和预处理: 清洗电子元件或变压器的表面,去除污垢、油脂和其他杂质。可以采用机械清洗、溶剂清洗或超声波清洗等方法。清洗后,进行干燥和预热处理,以去除残留的水分和挥发性物质^[1]。

3. 浸漆涂布: 将预处理过的电子元件或变压器浸入浸漆容器中,使其完全浸泡在浸漆液中。可以采用手工浸漆、自动浸漆或真空浸漆等方式。确保浸漆液充分覆盖整个元件表面,并且形成均匀的涂层。

4. 滴干和固化: 从浸漆液中取出元件后,将其放置在通风良好的环境中,让多余的浸漆液滴干。随后,根据浸漆液的固化要求,进行固化处理。可以采用自然固化、烘烤固化或热固化等方法,确保浸漆层固化成形。

5. 检验和测试: 对浸漆绝缘层进行质量检验和测试。常见的测试项目包括绝缘耐压测试、耐热性测试、抗湿性测试等。确保浸漆绝缘层符合相关标准和规范要求。

6. 包装和存储: 对浸漆绝缘处理完成的电子元件进行包装,并在适当的环境条件下存储。避免暴露于潮湿、高温、阳光直射等不利的环境中,以防止浸漆层的老化和损坏。

三、浸漆绝缘对电子变压器质量的影响

1. 浸漆绝缘工艺对变压器绝缘性能的影响

浸漆绝缘工艺可以提供良好的绝缘保护层,有效地提高变压器的绝缘性能。通过浸入浸漆液中并固化形成的绝缘层可以阻止潮气、尘埃和其他外界介质的侵入,降低变压器表面的电气导通风险。同时,浸漆绝缘层具有较高的绝缘强度和耐电压能力,可以提高变压器在电场应力下的绝缘能力。

2. 浸漆绝缘工艺对变压器热性能的影响

浸漆绝缘层具有一定的绝缘导热性能,可以帮助变压器散热,提高其热性能。浸漆绝缘层可以提供一定的隔热效果,减少电子元件或变压器表面与周围环境的热交换。这样可以有效地降低变压器在工作过程中的温度升高,提高其热稳定性和可靠性。

3. 浸漆绝缘工艺对变压器机械性能的影响

浸漆绝缘层可以增加变压器的机械强度和刚度,提高其抗振动和抗冲击能力。浸漆涂覆在变压器表面后固化形成的绝缘层能够牢固地粘附在电子元件或变压器表面,增加其机械稳定性。这样可以有效地减少外力对变压器的损害和影响,提高其使用寿命和可靠性。

四、浸漆绝缘工艺的质量控制和改进

1. 浸漆液的配制和搅拌

浸漆液的配制是浸漆绝缘工艺中的关键环节之一。浸漆液的配制要考虑到绝缘性能、固化性能、耐热性、粘度等方面。具体而言,需要控制绝缘漆液中绝缘树脂、溶剂、固化剂等成分的配比和质量。合理选择和调控配方中的成分比例可以有效改善绝缘漆液的性能,从而提高浸漆绝缘的质量。浸漆液的搅拌是浸漆绝缘工艺中的另一个重要环节。搅拌的目的是使绝缘漆液中的各种成分充分混合,确保涂层膜的均匀性和一致性。搅拌不充分或不均匀可能导致绝缘漆液中出现局部固化不良、颗粒、泡沫等问题,影响绝缘膜的质量。因此,搅拌的时间、速度、方式等要适当控制,确保绝缘漆液充分混合且无明显离析。为了质量控制和改进浸漆液的配制和搅拌,需要进行以下方面的工作:

建立配方和工艺规范: 根据实际需要和要求,合理设计浸漆液的配方和工艺参数,制定配制和搅拌的规范。这包括确定采用的绝缘树脂、溶剂和固化剂的种类和比例,以及搅拌过程中的时间、速度和方式等。

选用优质原料: 优质原料是保证浸漆液质量的基础。选择具有稳定性和良好性能的绝缘树脂、溶剂和固化剂,确保浸漆液的稳定性和一致

性。同时,定期对原料进行质量检测和评估,以确保原料的可靠性和稳定性^[2]。

严格控制配制和搅拌过程:在配制和搅拌的过程中,要控制好各项参数和条件。严格按照规范和工艺要求进行操作,避免配方比例偏差、搅拌不充分或时间过长等问题的发生。随时监测搅拌过程中的液体状态和均匀性,并及时调整和优化。

2.浸漆温度和浸泡时间的控制

浸漆温度的控制是为了确保绝缘漆液在浸漆过程中能够充分流动和渗透到部件的表面和间隙中。过低的温度会使绝缘漆液的粘度增加,影响涂层的均匀性和致密性,导致涂层不够充实和附着力不足。而过高的温度则可能引发绝缘漆液的挥发、固化过快和产生气泡等问题。因此,需要根据绝缘漆液的性质和工艺要求,合理控制浸漆温度,并确保稳定和适宜的温度范围。浸泡时间的控制是为了保证绝缘漆液能够充分渗透并形成均匀和可靠的绝缘膜。过短的浸泡时间可能导致涂层薄而不均匀,无法充分填充缺陷和间隙,降低绝缘性能。而过长的浸泡时间则可能引起绝缘漆液固化过度,甚至堵塞设备和导致涂层表面粗糙。因此,合理控制和调整浸泡时间是至关重要的。浸泡时间的确定应综合考虑绝缘漆液的性能、浸漆液温度、部件的尺寸和形状等因素。质量控制和改进浸漆温度和浸泡时间的关键包括以下几点:

确定最佳温度和时间范围:通过实验和试验,根据绝缘漆液的性能和部件的要求,确定最佳浸漆温度和浸泡时间的范围。这要求对不同绝缘漆液和电子器件的性质和要求有深入了解。

控制浸漆温度和保持稳定:采用合适的加热设备和温度控制系统,确保浸漆温度在可控制的范围内保持稳定,避免温度的剧烈波动和变化。

监测浸漆温度和浸泡时间:在浸漆过程中,应定期监测浸漆温度和浸泡时间,确保其符合规范和要求。可以依靠自动控制和监测系统来实现实时监测和调整。

根据质量检测结果进行改进:定期对浸漆质量进行检测和评估,收集相关数据和结果。根据检测结果,对浸漆温度和浸泡时间进行调整和改进,以提高浸漆绝缘质量和效果。

3.浸漆层的厚度和均匀性的控制

浸漆层的厚度是浸漆绝缘工艺中的关键参数之一。合适的绝缘层厚度能够提供足够的电气绝缘性能,并保护电子器件免受外界环境的影响。过薄的绝缘层容易导致电气绝缘强度不足,增加电气击穿的风险。过厚的绝缘层则可能导致应力集中和开裂等问题。因此,需要根据电子器件的要求和使用环境,合理控制和调整浸漆层的厚度,确保绝缘层的性能和可靠性。浸漆层的均匀性是指绝缘涂层在部件表面的分布均匀性。均匀的浸漆层可以提供更好的保护和绝缘性能,并且保证器件的一致性和可靠性。浸漆层的不均匀性可能导致涂层的薄厚不一,局部电气绝缘性能差,甚至可能导致涂层面上出现气泡、缺陷或裂纹。因此,保证浸漆层的均匀性非常重要。为了控制和改进浸漆层的厚度和均匀性,可以采取以下措施:

优化浸漆液的流动性:优化绝缘漆液的流变性能,使其在浸漆过程中更容易流动和渗透。可以通过控制绝缘漆液的粘度、流动性和表面张力等来实现。

控制浸漆速度:控制浸漆过程中的下降速度或浸泡速度,确保绝缘漆液充分润湿部件表面,并在表面上均匀地分布。

确定浸漆时间:根据部件的尺寸、形状和要求,确定合适的浸漆时间,使绝缘涂层能够充分渗透并形成均匀的涂层。

均匀搅拌液体:在浸漆过程中,对绝缘漆液进行适当的搅拌,以保证其中的成分均匀混合,避免出现凝聚、分层或离析现象。

使用适当的浸漆设备和工艺控制系统:选择合适的浸漆设备,如浸漆槽和涂敷机,确保操作的稳定性和控制性。使用先进的自动控制系统

来实时监测和调整浸漆层的厚度和均匀性。

4.浸漆层的机械强度与振动抗性

机械强度是绝缘层夹在电子器件和外部环境之间起到的保护作用中的一个重要环节。涂层耐磨性和耐剥离性不佳时,易受到外力冲击造成破裂,导致内部元器件损坏。而在浸漆过程中,机械强度的提高需要采用合适的粘度和流动性绝缘漆,目的是尽可能在里面填满空气孔,提高涂层的致密性。此外,需避免在浸漆过程中堆积物块、不当出水等现象,这会影响到涂层均匀性和致密性,从而影响到绝缘层的机械强度。振动抗性是指涂层在振动环境下保持完好和稳定的能力。在电子器件中,受到振动和震动的影响时,绝缘层需要具有一定的柔软性和可变形性,以缓冲和吸收振动的冲击力。要提高涂层的振动抗性,需要选择适当的绝缘漆和控制合适的厚度来实现。另外,也需要定期进行涂层的检查和维护,避免出现脆性、老化和开裂等损坏。质量控制和改进浸漆层的机械强度和振动抗性的关键包括以下几点:

适当控制浸漆层的厚度:浸漆层的厚度的大小和均匀性会影响机械强度和振动抗性。因此,控制浸漆层的厚度应该是有意义的,以确保涂层均匀和完整。

选择合适的绝缘漆:需要根据电子器件和运营环境的要求,选择合适的绝缘漆。特别是耐磨性、抗剥离和柔软性等性能特征应当在选择绝缘漆过程中予以考虑^[3]。

安装和维护电子器件:安装和维护电子器件时应该尽量避免机械损害,避免涂层受到外界振动和冲击的影响而损坏。

5.质量检测和测试

内部检验:内部检验主要是在器件制造过程中检查浸漆层的性能和质量。这种方法可以使用透射性检验、毛细管吸附等测量夹杂、气泡、裂缝和裂纹的方法,可以使用电流-电压(I-V)测试和电流-时间(Q-t)测试检测承压下的电力设备。同样,还可以通过高压耐磨性测试,来检测浸漆绝缘层的耐磨性和耐压能力。

表面检验:表面检验是在器件完成后检查绝缘涂层质量的过程。这个过程可以使用光学显微镜来检查涂层的表面和断口细节。定量或半定量的方法(例如扫描电子显微镜和X射线能谱)可以测试样品的斑点,表面粗糙度,形状,尺寸和微量元素的分布等属性。

机电测试:机电测试是通过机械和电学的实验来评估绝缘涂层的质量。对于机械测试,可以采用硬度测试,拉伸测试来检测涂层的强度和柔韧性。同时,对于电学测试,可以使用电介质谐振测试(DEA,电容质量测试),交流(AC)和直流(DC)击穿测试和雷电流脉冲测试来评估绝缘层的电学性能。

热处理和冲击测试:这种测试可以模拟器件使用工作时发生的条件来评估浸漆绝缘层的行为。其中,热处理测试通过将样品加热至一定温度来观察样品的裂纹、初始损伤和老化现象。冲击测试则可以用于模拟器件运行过程中可能遭受的撞击和裂纹。

结束语:

本文探讨了浸漆绝缘工艺对电子变压器质量的影响,总结了绝缘层的电性能、机械强度和热稳定性等方面的影响。合理选择绝缘漆和控制涂层的厚度是改进浸漆绝缘工艺的关键措施。通过改进浸漆绝缘工艺,可以提高电子变压器的绝缘质量,增强其性能和可靠性,从而有效保障电力系统的正常运行。

参考文献:

- [1]黄毅.浸漆绝缘工艺对电子变压器质量的影响[J].电子技术与软件工程,2019(03):96.
- [2]李新满.浸漆绝缘工艺对电子变压器质量的影响[J].工业设计,2016(12):152+154.
- [3]李新满.浸漆绝缘工艺对电子变压器质量的影响[J].工业设计,2016(11):184-185.