

应用理论

丁腈橡胶和氢化丁腈橡胶与金属的粘合性能研究

赵 晴

(中国航空工业集团公司 金城南京机电液压工程研究中心, 江苏 南京 211100)

摘要:采用不同的开姆洛克(Chemlok)双涂体系胶粘剂,对比研究航空燃油系统常用丁腈橡胶(NBR)和氢化丁腈橡胶(HNBR)与金属(钢30CrMnSiA和铝合金2A12)的粘合性能。结果表明:Chemlok双涂体系对NBR的粘合效果较好,NBR-金属粘合的破坏形式主要为橡胶破坏;橡胶-钢30CrMnSiA的粘合强度大于橡胶-铝合金2A12;面涂型胶粘剂的粘合效果与金属种类有关。

关键词:丁腈橡胶;氢化丁腈橡胶;金属;胶粘剂;粘合性能

中图分类号:TQ333.7;TQ339

文献标志码:A

文章编号:1000-890X(2021)03-0175-04

DOI:10.12136/j.issn.1000-890X.2021.03.0175



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

航空燃油系统常用金属压胶活门作为活动和固定密封件^[1-2],其设计根据工作环境,选择具有相应拉伸强度、耐介质性能和耐老化性能的橡胶粘结在金属骨架上,使其兼具橡胶的弹性和金属的刚性,该结构产品在减震、绝缘和密封上有着良好的表现^[3-4]。丁腈橡胶(NBR)价格低、综合性能特别是耐油性能较好,在航空燃油系统中广泛应用。氢化丁腈橡胶(HNBR)是将NBR分子链结构中碳-碳双键选择性地氢化处理而制得的,其耐热性能、耐候性能、耐化学介质性能较NBR提高,同时保持了NBR的易加工性,其应用越来越多^[5-6]。

橡胶与金属常采用胶粘剂粘合^[7-14],美国洛德公司开发的开姆洛克(Chemlok)胶粘剂以粘强度高、质量稳定、使用方便著称,能粘合多种橡胶与金属。常用的Chemlok胶粘剂可分为底涂型胶粘剂(简称底胶)、面涂型胶粘剂(简称面胶)和单涂型胶粘剂3类,其中面涂型和底涂型胶粘剂组合(即双涂体系)能在保证粘合强度的同时也能确保粘合件的耐环境性能和耐久性能^[15],实际生产中常采用双涂体系。针对具体产品,往往根据工作

条件先确定橡胶和金属材料,再根据经验选择相应的胶粘剂,因此选择合适的胶粘剂与橡胶和金属配合使用以获得良好的粘合效果,这极为重要。

本工作针对NBR和HNBR,采用不同的双涂体系胶粘剂,对比研究橡胶与常用金属的粘合情况,以期对橡胶-金属粘合的胶粘剂选择提供参考。

1 实验

1.1 主要原材料

NBR(混炼胶),凯迪西北橡胶有限公司产品;HNBR(混炼胶),日本瑞翁公司产品;胶粘剂(底胶Chemlok205,面胶Chemlok220和Chemlok233x),上海洛德化学有限公司产品;钢30CrMnSiA,抚顺特殊钢股份有限公司产品;铝合金2A12,东北轻合金有限责任公司产品。

1.2 试样制备

对钢30CrMnSiA和铝合金2A12金属试样表面进行喷砂处理,然后用汽油洗涤并晾干,再用画笔在粘合表面涂制一层薄且均匀的Chemlok205,晾放1 h后分别涂制上Chemlok220和Chemlok233x并

作者简介:赵晴(1984—),女,河北辛集人,中国航空工业集团公司金城南京机电液压工程研究中心工程师,硕士,主要从事橡胶产品模压硫化成型工艺研究工作。

E-mail:13739192626@139.com

引用本文:赵晴. 丁腈橡胶和氢化丁腈橡胶与金属的粘合性能研究[J]. 橡胶工业, 2021, 68(3): 175-178.

Citation: ZHAO Qing. Study on adhesion properties of NBR and HNBR to metal[J]. China Rubber Industry, 2021, 68(3): 175-178.

晾干,最后将橡胶贴合在金属试样粘合表面进行热硫化粘合。

1.3 性能测试

粘合强度按GB/T 11211—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶与金属粘合强度的测定 二板法》进行测试,试样结构如图1所示,为保证试验结果的准确性,每个试验条件下测试5个试样,结果取平均值。

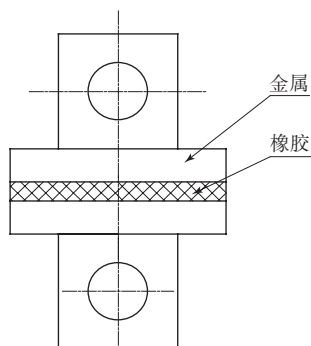


图1 试样结构示意图

Fig. 1 Diagram of sample structure

2 粘合原理

双涂体系的粘合机理见图2。底胶通过吸附作用与金属粘合,面胶、底胶与橡胶之间通过相互扩散和共交联作用实现粘合。

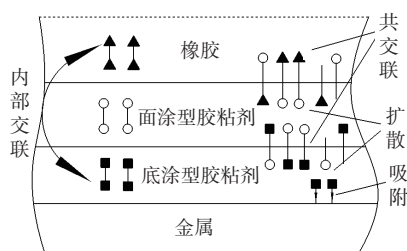


图2 双涂体系的粘合机理

Fig. 2 Adhesive mechanism of double coating adhesive system

3 结果与讨论

橡胶与金属的粘合情况如表1所示。

3.1 橡胶对橡胶-金属粘合强度的影响

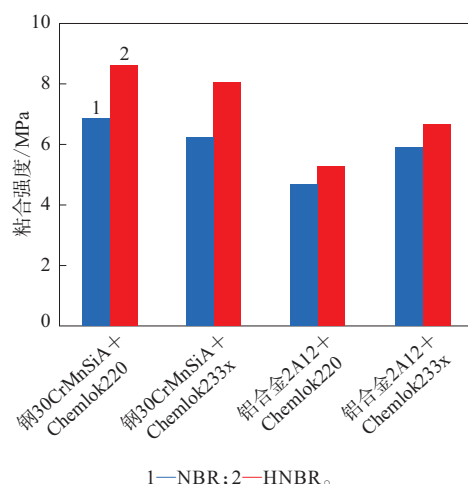
橡胶对橡胶-金属粘合强度的影响如图3所示。

从图3可以看出,在金属和胶粘剂相同的情况下,HNBR的橡胶-金属粘合强度较大。分析认为,NBR的极性比HNBR更强,理论上胶粘剂与NBR的粘合强度更大,但若其粘合强度大于橡胶本身

表1 橡胶与金属的粘合情况

Tab. 1 Adhesive situation between rubber and metal

橡胶	金属	面胶	橡胶-金属粘合强度/MPa
NBR	钢30CrMnSiA	Chemlok220	6.98
NBR	钢30CrMnSiA	Chemlok233x	6.26
NBR	铝合金2A12	Chemlok220	4.69
NBR	铝合金2A12	Chemlok233x	5.92
HNBR	钢30CrMnSiA	Chemlok220	8.60
HNBR	钢30CrMnSiA	Chemlok233x	8.05
HNBR	铝合金2A12	Chemlok220	5.23
HNBR	铝合金2A12	Chemlok233x	6.67



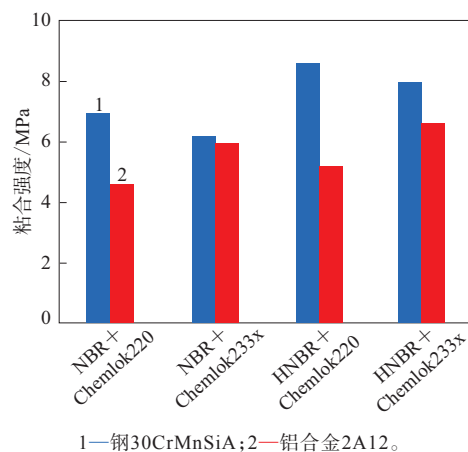
1—NBR; 2—HNBR。

图3 橡胶对橡胶-金属粘合强度的影响

Fig. 3 Influence of rubber on rubber-metal adhesive strength 的强度,橡胶-金属粘合的主要破坏形式为橡胶破坏,而NBR的拉伸强度小于HNBR,所以出现上述结果。

3.2 金属对橡胶-金属粘合强度的影响

金属对橡胶-金属粘合强度的影响如图4所示。



1—钢30CrMnSiA; 2—铝合金2A12。

图4 金属对橡胶-金属粘合强度的影响

Fig. 4 Influence of metal on rubber-metal adhesive strength

从图4可以看出:在橡胶和胶粘剂相同的情况下,钢30CrMnSiA的橡胶-金属粘合强度较大,说明在测试拉伸时,胶粘剂与金属之间的粘合发生了部分破坏;Chemlok220与钢30CrMnSiA的粘合效果较好。

3.3 面胶对橡胶-金属粘合强度的影响

面胶对橡胶-金属粘合强度的影响如图5所示。

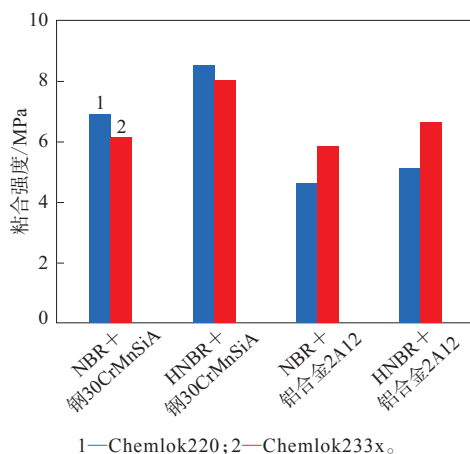


图5 面胶对橡胶-金属粘合强度的影响

Fig.5 Influence of surface coating adhesive on rubber-metal adhesive strength

从图5可以看出,在橡胶相同和金属为钢30CrMnSiA的情况下,Chemlok220的橡胶-金属粘合强度较大;在橡胶相同和金属为铝合金2A12的情况下,Chemlok233x的橡胶-金属粘合强度较大,说明相同双涂体系对不同金属的粘合效果不同。

4 结论

(1) Chemlok双涂体系对NBR的粘合效果较好,NBR-金属粘合破坏形式主要为橡胶破坏;HNBR的拉伸强度更大,HNBR-金属的粘合强度较大。

(2) Chemlok双涂体系对钢30CrMnSiA的粘合效果较好,橡胶-钢30CrMnSiA的粘合强度较大。

(3) 面胶的粘合效果与金属种类有关,当金属为钢30CrMnSiA时,面胶Chemlok220的橡胶-金属粘合强度较大;当金属为铝合金2A12时,面胶Chemlok233x的橡胶-金属粘合强度较大。

参考文献:

[1] 李亚平,游全营,陈建冬. 航空用闭锁活门的研制[J]. 特种橡胶制

品,2018,39(3):51-53.

LI Y P, YOU Q Y, CHEN J D. Development of locking valve for aviation[J]. Special Purpose Rubber Products, 2018, 39 (3): 51-53.

[2] 王在俊,刘显超. Cessna 172R飞机燃油放油活门结构缺陷分析及改进[J]. 润滑与密封,2007,32(5):180-181.

WANG Z J, LIU X C. Analysis and improvement on structural defects of fuel drain valve of Cessna 172R aircraft[J]. Lubrication Engineering,2007,32(5):180-181.

[3] 苏正涛,钱黄海,郑诗建,等. 航空硅橡胶用热硫化型胶粘剂的性能研究[J]. 橡胶工业,2003,50(3):151-153.

SU Z T, QIAN H H, ZHENG S J, et al. Properties of heat-curable adhesive for air silicone rubber[J]. China Rubber Industry, 2003, 50 (3):151-153.

[4] 张静,张涛. 汽车底盘用橡胶铰链常见粘合失效形式的分析[J]. 橡胶科技,2019,17(5):250-253.

ZHANG J,ZHANG T. Analysis of common adhesion failure forms of rubber hinge for vehicle chassis[J]. Rubber Science and Technology, 2019,17(5):250-253.

[5] 刘明举. 空中加油飞机内套组件工艺技术研究[J]. 特种橡胶制品, 2001,22(3):23-26.

LIU M J. Study on technology of the inside sleeve subassembly of aerial refuelling plane[J]. Special Purpose Rubber Products,2001,22 (3):23-26.

[6] WANG H, YANG L J, REMPEL G L. Homogeneous hydrogenation art of nitrile butadiene rubber:a review[J]. Polymer Reviews,2013, 53(2):192-239.

[7] MILCZAREKR R, ZELLNERA A. Rubber-to-metal bonding agents[J]. Rubber World, 1996,214(4):41-46.

[8] 黄蓉蓉,颜录科,李力,等. 丁腈橡胶与金属粘结的研究进展[J]. 粘接,2015(9):87-91.

HUANG R R, YAN L K, LI L, et al. Advance in bonding metal to nitrile rubber[J]. Adhesion,2015(9):87-91.

[9] 胡胜超. 金属表面处理工艺对橡胶与金属黏合性能的影响[J]. 云南化工,2019,46(8):160-161.

HU S C. Effect of metal surface treatment process on adhesive properties between rubber and metal[J]. Yunnan Chemical Technology,2019,46(8):160-161.

[10] 李想,徐明会,魏军光. 丁腈橡胶与钛合金粘结工艺研究[J]. 材料开发与应用,2006,21(1):31-33.

LI X, XU M H, WEI J G. Bonding of NBR and Ti80 alloy[J]. Development and Application of Materials,2006,21(1):31-33.

[11] 郑晖,曾凡伟,刘志坡,等. 改善橡胶与金属骨架粘合性能的工艺研究[J]. 特种橡胶制品,2012,33(5):57-60.

ZHENG H, ZENG F W, LIU Z P, et al. Study on process of improving adhesion between rubber and metal framework[J]. Special Purpose Rubber Products,2012,33(5):57-60.

[12] 颜录科,寇开昌,哈恩平. 新型硅烷类胶黏剂在氟橡胶与钢粘结中

- 的应用研究[J]. 材料工程, 2007(7): 40-43.
- YAN L K, KOU K C, HA E P. Research on the application of a newly silane adhesive in bonding fluorine rubber to steel[J]. Journal of Materials Engineering, 2007(7): 40-43.
- [13] 于勤勤. 橡胶-金属粘接性能影响因素研究[J]. 橡胶工业, 2018, 65(10): 1164-1168.
- YU Q Q. Research on influencing factors of rubber-to-metal bonding properties[J]. China Rubber Industry, 2018, 65(10): 1164-1168.
- [14] 刘华, 董秀玲, 谷宁, 等. 钢丝帘布附胶粘合性能及动态粘弹性能研究[J]. 轮胎工业, 2018, 38(1): 31-34.
- LIU H, DONG X L, GU N, et al. Study on adhesion and dynamic viscoelasticity of bonding rubber of steel cord[J]. Tire Industry, 2018, 38(1): 31-34.
- [15] 彭程纪, 鲍跃进, 陈林. 开姆洛克 (CHEMLOK) 系列胶粘剂的性质及选用[J]. 特种橡胶制品, 1989, 10(1): 23-31.
- PENG C G, BAO Y J, CHEN L. Properties and selection of CHEMLOK series adhesives[J]. Special Purpose Rubber Products, 1989, 10(1): 23-31.
- 收稿日期: 2020-10-16

Study on Adhesion Properties of NBR and HNBR to Metal

ZHAO Qing

(AVIC Jincheng Nanjing Engineering Institute of Aircraft System, Nanjing 211100, China)

Abstract: The adhesion properties between nitrile-butadiene rubber (NBR) and hydrogenated nitrile-butadiene rubber (HNBR) and metals (steel 30CrMnSiA and aluminum alloy 2A12) which were commonly used in aviation fuel system were studied by using different Chemlok double-coating adhesive systems. The results showed that Chemlok double-coating adhesive system had better adhesion effect to NBR, and the failure form of NBR-metal adhesion was mainly rubber failure. The adhesive strength of rubber-steel 30CrMnSiA was greater than that of rubber-aluminum alloy 2A12. The adhesion effect of surface coating adhesive was related to metal type.

Key words: NBR; HNBR; metal; adhesive; adhesion property

为绿色轮胎制造提供优选材料——合成橡胶液相混炼新技术开发及其在绿色轮胎中的应用
由怡维怡橡胶研究院有限公司、益凯新材料有限公司和赛轮集团股份有限公司联合完成的合成橡胶液相混炼新技术开发及其在绿色轮胎中的应用项目, 获得2020年中国石油和化学工业联合会科学技术奖技术发明一等奖。

传统橡胶混炼技术存在能耗高、污染重、填料分散不均、橡胶与填料相互作用弱等缺点。尤其是随着绿色轮胎技术的发展, 通常要求添加大量白炭黑进行补强, 易造成白炭黑聚集、胶料粘辊、设备磨损等问题, 严重影响橡胶材料的应用性能。

为此, 怡维怡橡胶研究院王梦蛟团队提出应用合成橡胶溶液和白炭黑浆液在液相状态进行混炼的思路, 通过设计填料体系的分散技术、表面处理技术、新型分散工艺及配套装备开发, 成功开发了合成橡胶液相混炼新技术, 并获国内外授权

发明专利34件。该技术实现了白炭黑的高用量添加, 且白炭黑分散度可达最高等级, 大幅提升了橡胶材料的综合性能, 为绿色轮胎制造提供了一种优选材料。

该项技术成果已完成产业化转化, 制造出橡胶/白炭黑高性能复合材料。该项目已经通过了由中国石油和化学工业联合会组织的科技成果鉴定, 多位行业专家一致认为该技术达到国际领先水平。量产的绿色轮胎经西班牙IDIADA实验室测试, 滚动阻力和抗湿滑性能达到欧盟标签法规A级标准。

该项技术成果实现了轮胎滚动阻力、抗湿滑性能、耐磨性能同时提高, 解决了困扰业界多年的胶料性能“魔三角”难题, 也实现了从原材料、加工工艺、材料应用到产品使用等各环节的绿色化, 助推我国橡胶轮胎产业转型升级和高质量发展。

(摘自《中国化工报》, 2021-01-13)