

Investigation on Environmental Change to PA6-GF15 Toughness Property

Shuying Li, Huimin Ding, Ge Guo, Huachun Gao, Lili Zhang

Changchun Faway-Adient Automotive Systems CO., LTD., Changchun Jilin
Email: lili.zhang@adient.com

Received: Mar. 29th, 2020; accepted: Apr. 14th, 2020; published: Apr. 21st, 2020

Abstract

PA composite always used by seats and interior parts, in which toughness property is a significant difference between the condition of dry and humid. In this paper, we studied the environmental temperature and humidity changes effect to PA6-GF15 samples performance such as water absorption and notched impact. The results show that water content of PA6-GF15 samples gradually reduced in the dry environment and increased in humid environment; at low temperature, notch impact strength was not obviously affected by water absorption but obviously at room temperature.

Keywords

Nylon PA6, Water Absorption, Environmental Temperature/Humidity, Notch Impact Strength

环境温湿度变化对PA6-GF15韧性影响

李淑莹, 丁慧敏, 国 鸽, 高华春, 张丽丽

长春富维安道拓汽车饰件系统有限公司, 吉林 长春
Email: lili.zhang@adient.com

收稿日期: 2020年3月29日; 录用日期: 2020年4月14日; 发布日期: 2020年4月21日

摘 要

汽车座椅及内饰产品中一些零件常用到PA复合材料, 其干态与湿态条件下的韧性差异很大。本文研究了PA6-GF15样条的含水率受环境温湿度的变化规律及对缺口冲击强度的影响, 结果表明随时间的变化, 在干燥的环境中含水率逐渐降低, 在湿润的环境中含水率会缓慢上升; 样条含水率发生变化后, 低温缺口冲击强度变化不大, 室温下的缺口冲击强度会随含水率的变化而发生显著变化。

关键词

尼龙PA6, 含水率, 环境温度/湿度, 缺口冲击强度

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

尼龙(PA, polyamides)是工程塑料中开发最早、产量最大的品种之一, 与其他功能塑料相比, 尼龙的力学强度高、耐磨、自润滑性好、耐油、耐腐蚀、加工流动性好, 具有优良的综合性能, 目前已被广泛应用于机械、化工、仪表、汽车等领域[1] [2]。无机填料对于降低尼龙制品的吸水率具有一定的效果, 它既可保持尼龙基体的优点, 又可利用其复合效应显著提高复合材料的性能, 降低材料的成本[3]。汽车座椅及内饰产品中一些零件常用的 PA 复合材料为 PA6(6)-GF15 (20, 25, 30), PA 制品在干态与湿态条件下的韧性差异很大, 在进行功能性试验时, 有时会发生断裂失效, 多数原因是 PA 制品含水率较低, 导致韧性变差, 不能满足功能试验要求。

本文以 PA6-GF15 材料为研究对象, 检测经调湿处理后的制件, 长期暴露在空气中, 随环境温度和湿度的变化规律, 并研究其含水率与制件韧性(缺口冲击强度)的关系, 进而对批量生产的尼龙制品进行监控, 保证产品质量。

2. 实验部分

2.1. 湿处理及吸水率

按照 VW50127 中对 PA 制件的调湿处理方法, 将实验样条在 70℃ 热水中煮 1 小时, 浸泡 3.5 小时后达到吸湿平衡, 取出试样用滤纸擦干表面, 称量制件吸水后的质量, 精确到 0.1 mg。再将制品放在鼓风干燥箱中(50 ± 2)℃ 干燥 24 h, 然后冷却称重, 同样精确到 0.1 mg, 按照式(1)计算吸水率。

$$W_p = (m_2 - m_1) / m_1 \times 100\% \quad (1)$$

式中: W_p 为试样的吸水率(%); m_2 为试样吸水后的质量(g); m_1 为试样吸水前的质量(g)。

2.2. 检测项目

将水煮后的样条自然暴露在空气中, 每 15 根样条为一份, 共 16 组。按实验设计周期送检: 将待检测的样条用铝箔纸密封好, 防止待检期间水分变化。

监控环境温度和湿度: 1~15 周对应冬季(2018 年 12 月~2019 年 4 月), 19~38 周对应春夏季(2019 年 4 月~8 月)。送检周期见图 1, 数字代表水煮后暴露在空气中的周数, 比如: “0” 代表水煮后未在空气中暴露, 立即送检, “7” 代表水煮后暴露在空气中 7 周后送检。

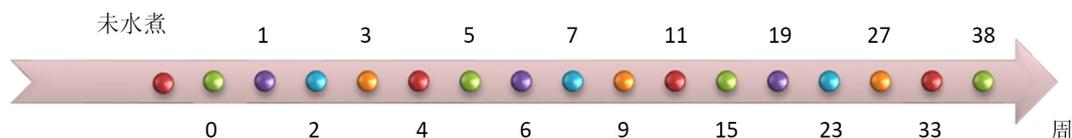


Figure 1. PA6-GF15 samples test plan

图 1. PA6-GF15 样条检测时间表

对 0~38 号制品的缺口冲击强度(室温)、缺口冲击强度(-30℃)进行检测, 如表 1。

Table 1. Test items and standard

表 1. 试验项目及检测标准

检测项目	检测设备	设备型号	检测标准
缺口冲击强度 - 室温	Zwick 冲击试验机	HIT5.5	DINENISO 179-1eA
缺口冲击强度 - (-30℃)	Zwick 冲击试验机	HIT5.5	DINENISO 179-1eA

3. 结果与讨论

3.1. 原理分析

关于填料改性尼龙制品的吸水率降低机理主要包括以下三种, 图 2 为 PA6 分子结构示意图。

1) 极性屏蔽作用: 填料的极性或非极性基团与尼龙的极性基团相互作用加强, 削弱了水与尼龙的作用[4];

2) 结晶屏蔽作用: 尼龙 6 是半结晶性材料, 水分子只进入尼龙 6 的非晶区, 因而尼龙吸水主要取决于非晶部分聚酰胺结构上的极强性酰胺基、端氨基和羧基; 填料的加入则提高了材料的结晶度和结晶速度, 而结晶度的提高将降低非晶区的吸水几率[5];

3) 结构屏蔽作用: 尼龙为连续相、填料为分散相, 其相界面结合较强, 而填料的非极性长链起到了阻水作用, 从而抑制了水的渗透, 起到结构屏蔽的作用[5]。

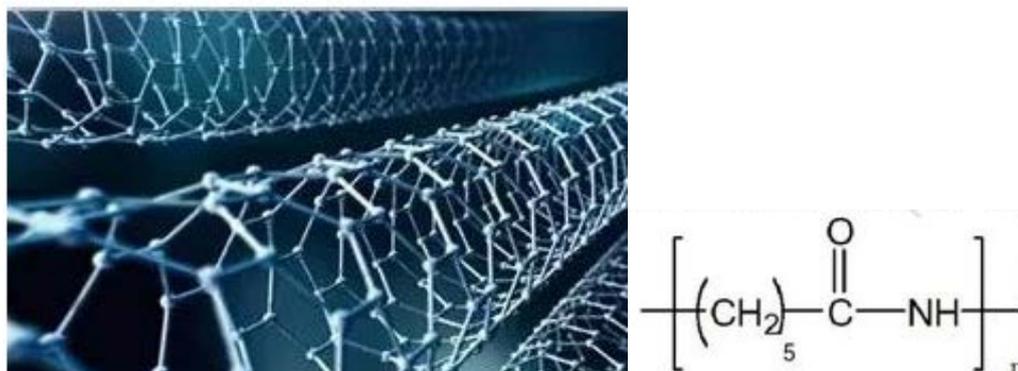


Figure 2. PA6 molecular structure diagram

图 2. PA6 分子结构示意图

3.2. 含水率随环境温湿度变化研究

图 3 是对 PA6-GF15 样条环境温湿度的监控情况, 1~15 号对应冬季(2018 年 12 月~2019 年 4 月), 19~38 号对应春夏季(2019 年 4 月~8 月)。由图表中的检测值可以看出, 冬季环境相对湿度在 20% 以下, 比较干燥; 夏季环境湿度在 40% 以上, 比较湿润。图 4 为制品在不同环境温湿度下的含水率变化情况。结合图 3 和图 4, 根据式(1)计算结果, PA6-GF15 样条的含水率受环境的相对湿度影响显著, 随着暴露的时间增长, 在干燥的环境中含水率逐渐降低, 在湿润的环境中, 含水率逐渐上升。PA6-GF15 样条从干态到达到吸水饱和, 含水率增加到 5 倍, 当环境湿度在 20% 以下时, PA6-GF15 样条的含水率在最初的两周内以 0.3% 的速度降低, 随后的 5 周内均以 0.1% 的速度降低, 接下来的一个月, 含水率基本稳定在最初达到吸水饱和时的含水率的一半。当环境湿度升高到 40% 以上后, PA6-GF15 的含水率基本以每个月 4% 的速度升高, 直至几乎达到最初吸水饱和时的含水率。

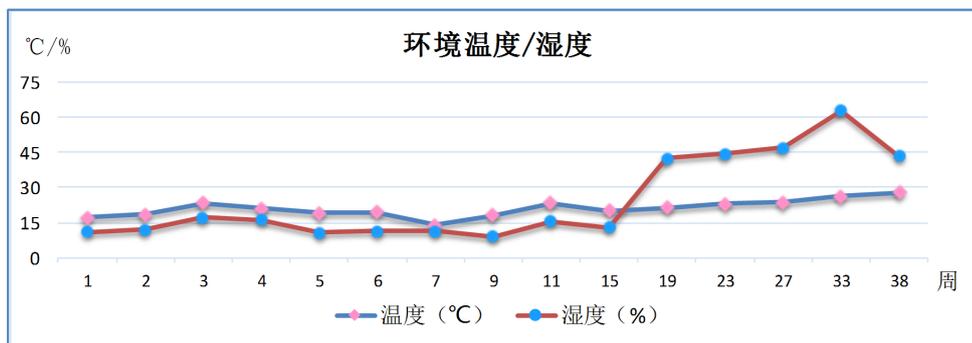


Figure 3. Samples environmental temperature and humidity monitor table

图 3. 样条环境温湿度监控表

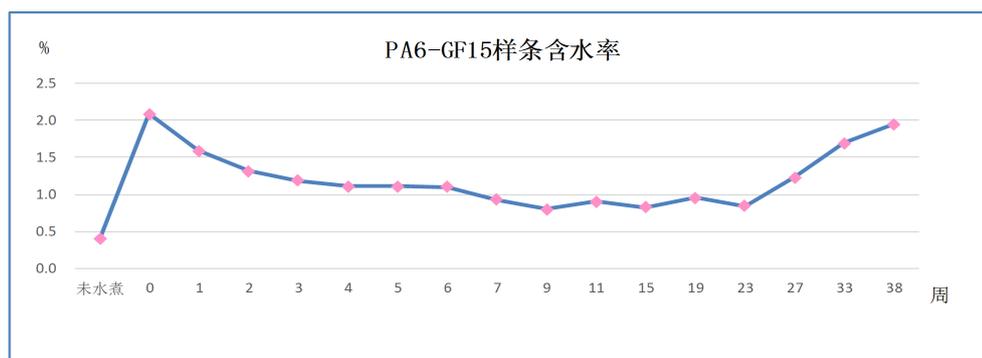


Figure 4. PA6-GF15 samples water absorption changes according to environmental temperature and humidity

图 4. PA6-GF15 样条不同环境温度湿度条件下含水率变化

3.3. 缺口冲击强度(常温、低温-30°C)随环境温湿度变化

图 5 为 PA6-GF15 样条不同环境温度湿度条件下缺口冲击强度变化。从图中可以看出, PA6-GF15 样条低温缺口冲击强度(-30°C)随环境温湿度变化不明显, 测量值均在 5~6 KJ/m² 之间, 这是因为水分子在低温时会失去增韧作用。而在常温状态下, 缺口冲击强度测量值受环境温湿度的影响变化很大, 在第 27 周~30 周时, 缺口冲击强度达到了 16 KJ/m², 与最低值未水煮状态下缺口冲击强度检测值 6.2 KJ/m² 差值为 9.8 KJ/m², 这是因为当样条在潮湿环境中达到吸湿平衡后, PA 材料酰胺基结合了大量的水分子, 同时也体现了环境温湿度的变化对缺口冲击强度的影响极大, 这对制件的质量影响很大。建议制件时材料要充分干燥, 制件表面质量满足要求, 制件后需调湿处理, 使材料的韧性满足功能性要求。

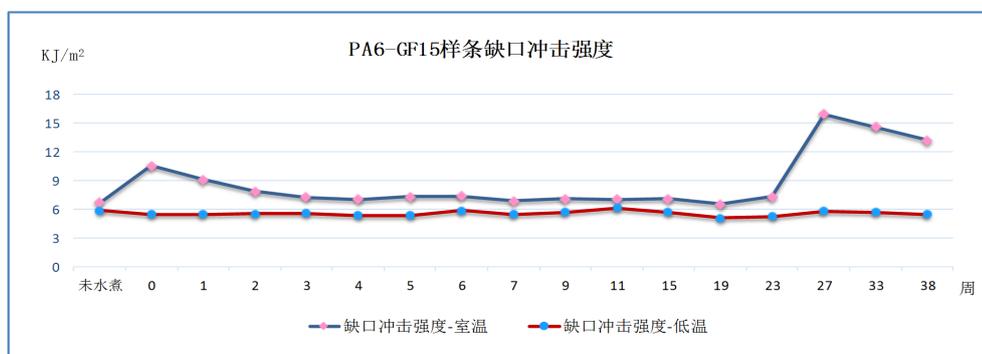


Figure 5. PA6-GF15 samples notch impact strength changes according to environmental temperature and humidity

图 5. PA6-GF15 样条不同环境温度湿度条件下缺口冲击强度变化

4. 结论

本文研究了 PA6-GF15 样条含水率随环境温湿度的变化, 结果表明随着样品在环境中暴露的时间增长, 在干燥的环境中含水量逐渐降低, 在湿润的环境中含水率缓慢上升; 由于水分子在低温时失去增韧作用, PA6-GF15 样条吸水后低温缺口冲击强度随环境温湿度的变化较小; 当样条在潮湿环境中缓慢吸水后, 由于酰胺基结合了大量的水分子, 韧性会显著增强, PA6-GF15 样条吸水后对室温下缺口冲击强度影响较大。

参考文献

- [1] 吕桂英, 朱华, 林安, 等. 现代测试技术在尼龙 6 老化研究中的应用[J]. 工程塑料应用, 2006, 34(2): 64-66.
- [2] 谭寿再, 杨崇岭, 李建刚. 纳米碳酸钙对 PA6/PP 共混合金的性能影响[J]. 工程塑料应用, 2011, 39(12): 31-34.
- [3] 黄虹文, 刘长维, 韦加崇. 原位聚合 La₂O₃/MC 尼龙复合材料的制备与性能[J]. 塑料, 2008, 37(3): 69-71.
- [4] 杨明山. 尼龙 6 与改性 PP 的共混研究[J]. 高分子材料科学与工程, 1996, 12(3): 85-89.
- [5] 宁冲冲, 崔益华, 吴银财, 徐娟, 等. 降低尼龙制品吸水率的研究进展[J]. 塑料科技, 2013, 41(1): 105-108.