

浅析无溶剂复合产品摩擦因数的变化

赵素芬, 刘晓艳, 潘斌, 张莉琼, 涂志刚

(中山火炬职业技术学院, 中山 528436)

摘要: **目的** 研究无溶剂复合过程中热封膜摩擦因数的变化。 **方法** 从不同热封层薄膜厚度、不同热封层配方结构及熟化控制等3方面研究无溶剂复合摩擦因数的变化规律。 **结果** 无溶剂复合用热封膜的厚度越厚, 摩擦因数的变化越小。在实际生产中膜厚必须在35 μm 以上, 摩擦因数的变化才容易控制。采用抗迁移性能好的热封膜可以减缓摩擦因数的上升, 在生产过程中温度的变化对摩擦因数的变化影响很大。 **结论** 改善无溶剂复合摩擦因数可以从改进爽滑剂配方、热封膜结构及无溶剂复合工艺等方面着手, 使无溶剂复合产品的摩擦因数控制在0.25以下。

关键词: 无溶剂复合; 摩擦因数; 异氰酸酯基; 爽滑剂

中图分类号: TB484.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)05-0056-03

Variation of Friction Coefficient of Solvent-free Composite Products

ZHAO Su-fen, LIU Xiao-yan, PAN Bin, ZHANG Li-qiong, TU Zhi-gang

(Zhongshan Torch Polytechnic, Zhongshan 528436, China)

ABSTRACT: The aim of this study was to investigate the variation of the friction coefficient of heat sealable film during the solvent-free compounding process. The variation rule of the friction coefficient was studied from three aspects, including the film thickness of the heat sealable layer, the formula of the heat sealable film, and curing process control. The thicker the heat sealable film used for solvent-free compounding, the smaller the variation of the friction coefficient. In practical production, the thickness of the heat sealable film must be above 35 μm , in order to control the variation of the friction coefficient. Application of heat sealable film with good anti-migration properties could slow down the increase of the friction coefficient, and the temperature change during the production had great influence on the variation of the friction coefficient. In order to improve the friction coefficient of solvent-free compounding, the slipping agent formula, the structure of heat sealable film, and the solvent-free compounding technology should be improved to control the friction coefficient of the solvent-free composite product below 0.25.

KEY WORDS: solvent-free compounding; friction coefficient; NCO; slipping agent

无溶剂复合是采用质量分数为100%的无溶剂型胶黏剂, 利用其固化反应将2种及以上不同类型的基材粘接在一起, 从而获得具有新功能性材料的一种技术。无溶剂复合技术进入21世纪以来, 新增的无溶剂复合设备数量占新增复合设备的80%~90%, 尤其是近3年呈跨越式上升态势^[1]。摩擦因数是度量包装材料滑动特性的指标, 随着自动包装设备运行速度的不断提高, 软包装应用企业对软包装材料热封层的摩擦因数提出了越来越严格的要求^[2], 但PE的爽滑剂(常见

芥酸酰胺或油酸酰胺^[3])迁移到复合层表面后, 易与无溶剂胶黏剂中的NCO反应^[4-6], 引起薄膜摩擦因数上升。由此, 通过技术或工艺手段解决无溶剂复合产品摩擦因数的变化具有重要意义。

1 实验

1.1 材料

实验材料: 无溶剂胶水, WD8118A/B通用型双组

收稿日期: 2014-08-12

作者简介: 赵素芬(1978—), 女, 浙江绍兴人, 硕士, 中山火炬职业技术学院高级工程师, 主要研究方向为软包装。

分无溶剂复膜胶,上海康达化工有限公司;PE热封膜,普通空白卷膜,自制。

1.2 方法

薄膜/复合膜摩擦因数检测参照GB 10006—88。

2 无溶剂复合产品对摩擦因数的影响

2.1 热封层薄膜的厚度对摩擦因数的影响

无溶剂复合热封层的表面摩擦因数上升是因为热封层中爽滑剂在较高温度下,部分向热封层薄膜的复合胶层面发生“内迁”^[7],与无溶剂胶黏剂中的异氰酸酯基反应。PE热封膜常采用3层共挤结构(A/B/C),A层为靠近复合面,B层为中间层,C层为靠近包装对象。通常只在C层添加爽滑剂,爽滑剂内迁需要经过A层和B层,因此在内迁过程中,爽滑剂到达胶水层的阻力越大,迁移到胶水层的爽滑剂越少,与胶水反应的爽滑剂就越少,摩擦因数的增加量就越少。采用C层厚度相同但总厚度分别为46,37 μm 的PE3层共挤热封膜,见图1,PE热封膜在复合前与复合后动/静摩擦因数都呈上升趋势,在复合前后,厚度为46 μm 的动/静摩擦因数分别上升了41.9%和34.4%,厚度为37 μm 的动/静摩擦因数分别上升了55.6%和53.6%,因此增加A层或B层厚度可以减缓摩擦因数的上升率。在实际生产中发现,膜厚小于30 μm ,摩擦因数的变化太大,不适合生产要求,建议膜厚在35 μm 以上。

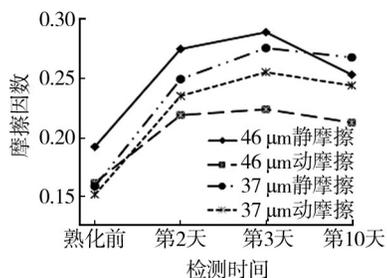


图1 不同厚度对摩擦因数的变化情况

Fig.1 Variation of the friction coefficient with hickness

2.2 不同结构的热封层对摩擦因数的影响

不同生产厂家的热封膜对摩擦因数的影响相差很大,除了与热封膜厚度有关外,还与热封层的结构有关。采用厚度为46 μm 的2种不同结构的PE热封膜,A热封膜3层结构(外层/中间层/热封层)的配方分

别为:线型低密度聚乙烯(LLDPE,50%)+低密度聚乙烯(LDPE,50%)/线型低密度聚乙烯(LLDPE,100%)/线型低密度聚乙烯(LLDPE,35%)+低密度聚乙烯(LDPE,30%)+茂金属聚乙烯(MPE,30%)+爽滑母料(5%),各层厚度分别为15,15,16 μm 。B热封膜3层结构的配方为LLDPE(50%)+LDPE(50%)/LLDPE(70%)+回收料(含MDPE,30%)/LLDPE(35%)+LDPE(30%)+MPE(30%)+爽滑母料(5%),各层厚度分别为15,15,16 μm 。从图2可知,含中密度聚乙烯(MDPE)回收料的摩擦因数比没有添加回收料的低,这主要与回收料中MDPE的相对结晶度较高有关^[8-9],一部分内层爽滑剂的内迁被阻止,同时也可能与MDPE回收料中本身含有一定量爽滑剂有关。由此,在生产PE薄膜进行配方设计时,在外层或中间层材料加入一定比例MDPE,可以在一定程度上阻止爽滑剂的内迁,从而减少摩擦因数的急剧上升。

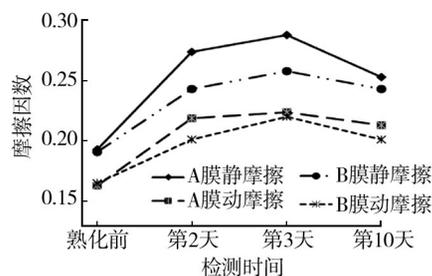


图2 不同热封膜结构对摩擦因数的变化情况

Fig.2 Variation of the friction coefficient with structure of heat sealable film

2.3 熟化工艺对摩擦因数的影响

熟化工艺控制包括熟化温度和熟化时间,温度会影响爽滑剂的迁移速度和PE薄膜对爽滑剂的相容性,及胶黏剂与爽滑剂的反应速度^[10]。从图3可以看出,30 $^{\circ}\text{C}$ 时PE薄膜的摩擦因数比23 $^{\circ}\text{C}$ 时的有所增加,这是因为温度上升会提高PE薄膜对爽滑剂的相容性,促使爽滑剂向PE膜“内迁”,爽滑剂迁移率增

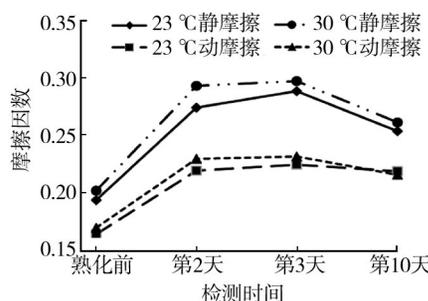


图3 不同熟化温度对摩擦因数的变化情况

Fig.3 Variation of the friction coefficient with curing temperature

加,并且会加剧与异氰酸酯基的反应,此外,也可能与一些低熔点的爽滑剂,在温度提高时出现粘连而失去爽滑的作用有关。在熟化过程中,摩擦因数在熟化24 h后达到最高值,随着熟化完全,摩擦因数逐步下降,这可能与完全熟化后放置室温时爽滑剂的外迁有关,因为胺类爽滑剂的迁移规律是高温情况下内迁,而在低温情况下外迁。

3 改善摩擦因数的措施

3.1 热封膜爽滑剂配方改进

经过无溶剂复合后,摩擦因数升高的根本原因是PE爽滑剂中的油酸酰胺或芥酸酰胺与无溶剂胶黏剂中的NCO反应,因此采用酯类等爽滑剂替代油酸酰胺或芥酸酰胺,可以从根本上解决摩擦因数的上升。此外,在研制爽滑剂配方的设计中,考虑爽滑剂与PE树脂的相容性、卫生性、耐高温性、加工适性及摩擦因数的时效性等,也是解决无溶剂复合摩擦因数上升的关键技术。

3.2 热封膜的工艺配方改进

根据图2分析,采用阻隔性好的PE可以阻止一部分爽滑剂的内迁。目前的做法是在靠近胶黏剂层(即外层)共挤一层HDPE,HDPE结晶度高,拉伸强度大,但其拉伸率和透明性没有LDPE,LLDPE等树脂的好^[11-12],在应用方面受到一定限制。

3.3 无溶剂复合工艺控制

有研究表明,每平方米增加1 g上胶量,摩擦因数大约上升0.025^[13],主要是由于胶黏剂中的异氰酸酯基吸收爽滑剂和生产中磨损或消耗掉一部分爽滑剂所致,因此在满足表观要求和剥离强度的前提下,上胶量应尽可能地少。

生产过程中温度的上升会引起摩擦因数的急剧上升,这与爽滑剂在高温情况下内迁有关,所以在生产过程中的复合辊温度、熟化温度和摩擦因数测定温度等都要控制适当。由于无溶剂复合的初粘力比较低,在收卷过程中设置的锥度比较小,使无溶剂复合膜尽量收紧,但此时热封膜与印刷膜之间的距离变小,压力变大,PE膜的爽滑剂会“外迁”转移到印刷膜上^[14-15],从而导致PE膜的摩擦因数上升,因此在设置锥度时,在防止隧道现象产生的前提下,收卷张力不要太大。

4 结语

PE膜采用芥酸酰胺或油酸酰胺为爽滑剂,在无溶剂复合过程中,爽滑剂易与胶黏剂中的异氰酸酯基发生反应,从而导致无溶剂复合产品摩擦因数变大。一般情况下PE膜的摩擦因数经过无溶剂复合后,由低于0.18上升到0.23以上。实际应用中,若摩擦因数超过0.25将会对后序的制袋或自动包装造成影响。文中从PE膜厚度、PE树脂配方及无溶剂复合熟化工艺等方面探讨了其对摩擦因数的变化,并提出了改善摩擦因数的措施,采用酯类等爽滑剂取代芥酸酰胺或油酸酰胺将是最有效的措施,也是今后的研究方向。

参考文献:

- [1] 郑恒. 软包装无溶剂复合工艺控制要点[J]. 广东包装, 2013(5):38—39.
ZHENG Heng. The Process Control of Flexible Packaging Solvent-free Laminating[J]. Guangdong Package, 2013(5):38—39.
- [2] 陈广忠. BOPP薄膜摩擦因数研究[J]. 包装工程, 2003, 24(3):51—53.
CHEN Guang-zhong. Study on Friction Coefficient of BOPP Film[J]. Packaging Engineering, 2003, 24(3):51—53.
- [3] 曹胜先, 吕红丽, 汪涵. 新型开口爽滑剂母料在聚烯烃薄膜中的应用[J]. 塑料科技, 2009(37):59—62.
CAO Sheng-xian, LYU Hong-li, WANG Han. Application of New-type Anti-blocking and Slip Masterbatch in Polyolefin Film[J]. Plastics Technology, 2009(37):59—62.
- [4] CHEN Shuang-lian, CHEN Guang-xue. The Preparation of Solvent-free Polyurethane Laminating Adhesive with Mixed-Polyols[J]. Advanced Materials Research, 2012(549):177—182.
- [5] WANG Qing, CHEN Guang-xue. Research on Synthesis and Performance of Solvent-free Aluminum-plastic Composite Polyurethane Adhesive[J]. Advanced Material Research, 2012(583):9—13.
- [6] BIANCA B R S, RUTH M C S, MARIA M C. A Solventless Castor Oil-based PU Adhesive for Wood and Foam Substrates[J]. International Journal of Adhesion and Adhesives, 2010(30):559—662.
- [7] 赵世亮. 爽滑剂对复合制品表面摩擦因数的影响[J]. 广东包装, 2012(2):49—51.
ZHAO Shi-liang. Slipping Agent Effect on the Surface Friction Coefficient of the Composite Products[J]. Guangdong Package, 2012(2):49—51.

(下转第116页)

- estry University, 2013.
- [4] PFISTER H, ZWICKER M, VANBAAR J. Surfels: Surface Elements as Rendering Primitives[C]// Annual Conference on Computer Graphics, 2000:335—342.
- [5] 何理想. 基于SFS方法的单幅图像的三维原型重建的研究[D]. 沈阳:沈阳工业大学, 2009.
HE Li-xiang. Research on 3D Reconstruction of a Single Image Based on SFS Methods[D]. Shenyang: Shenyang University of Technology, 2009.
- [6] 李杨军. 基于单幅数字图像灰度三维物体形状表面恢复的研究[D]. 南昌:华东交通大学, 2009.
LI Yang-jun. Research on 3D Object Surface's Shape Recovery Based on a Single Image's Gray-scale[D]. Nanchang: East China Jiaotong University, 2009.
- [7] ROBLESKELLY A, HANCOCK E R. A Graph-spectral Approach to Shape from Shading[J]. Image Processing, IEEE Transactions, 2004, 13(7):912—926.
- [8] 蔡钦涛. 基于图像的三维重建技术研究[D]. 杭州:浙江大学, 2004.
CAI Qin-tao. Research of Image Based 3D Reconstruction[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2004.
- [9] 俞鸿波, 赵荣椿, 王兵, 等. 单幅图像三维表面重建中的共轭梯度算法[J]. 计算机工程与应用, 2003(35):24—25.
YU Hong-bo, ZHAO Rong-chun, WANG Bing, et al. Analysis and Realization of the Gradient Algorithms of SFS[J]. Computer Engineering and Applications, 2003(35):24—25.
- [10] TOSHIHARU E, DMITRY I, AKIRA I. Three-dimensional Distribution of Ink-jet Inks in Paper Acquired by Confocal Laser Scanning Microscope[C]// 58th APPITA Annual Conference & Exhibition Proceedings, 2004:577—588.
- [11] LEE M Y. 3D Shape Reconstruction of Hybrid Reflectance Using LMS Algorithm[J]. International Journal of Pattern Recognition & Artificial Intelligence, 2001:15(4):723—734.
- [12] YANG L. A Unified Model of Optical and Physical Dot Gain in Print Color Reproduction[J]. Journal of Imaging Science and Technology, 2004, 48(4):347—353.
- [13] LUO Zhi. Automatic Color Printing Inspection by Image Processing[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2003, 139:373—378.
- [14] CAPRARI R. Duplicate Document Detection by Template Matching[J]. Image and Vision Computing, 2000(18):633—643.
- [15] 王琪, 周小凡. 基于网点结构形态的印刷色彩再现研究[J]. 包装工程, 2012, 33(23):110—111.
WANG Qi, ZHOU Xiao-fan. Research of Printing Color Reproduction Based on Dot Structure Form[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(23):110—111.

(上接第58页)

- [8] 李朋朋, 梁天珍. 茂金属中密度聚乙烯的性能及加工应用[J]. 工程塑料应用, 2012(6):39—42.
LI Peng-peng, LIANG Tian-zhen. Properties and Application of Metallocene Medium Density Polyethylene[J]. Engineering Plastics Application, 2012(6):39—42.
- [9] 冯普凌. 国外聚乙烯催化工艺研究进展[J]. 高分子通报, 2010(1):28—33.
FENG Pu-ling. Progress of Catalysts for Polyethylene Abroad [J]. Polymer Bulletin, 2010(1):28—33.
- [10] 徐梅林. 材料的摩擦因数与温度[J]. 广东印刷, 2005(6):46.
XU Mei-lin. The Friction Coefficient and the Temperature of the Material[J]. Guangdong Printing, 2005(6):46.
- [11] 叶华, 曾宪通. HDPE/LLDPE/POE薄膜性能的研究[J]. 合成树脂及塑料, 2008(4):58—62.
YE Hua, ZENG Xian-tong. Study on Properties of HDPE/LLDPE/POE Blown Films[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2008(4):58—62.
- [12] 左建东, 庞纯. UHMWPE共混改性HDPE薄膜性能的研究[J]. 塑料工业, 2006(8):12—15.
ZUO Jian-dong, PANG Chun. Study on Property of HDPE/UHMWPE Blown Film[J]. Plastics Industry, 2006(8):12—15.
- [13] 田立云. 无溶剂胶复合产品摩擦因数研究[J]. 广东包装, 2011(6):49—50.
TIAN Li-yun. Study on Friction Coefficient of Solvent-free Adhesive Composite Products[J]. Guangdong Package, 2011(6):49—50.
- [14] 王东京. 谈谈复合包装膜摩擦因数的问题[J]. 广东包装, 2013(6):56—59.
WANG Dong-jing. Study on the Coefficient of Friction of Composite Packaging Film[J]. Guangdong Package, 2013(6):56—59.
- [15] 黄少云, 李东立, 许文才, 等. 软包装材料摩擦性能实验参数研究[C]// 中国印刷与包装学术会议, 2010:434—438.
HUANG Shao-yun, LI Dong-li, XU Wen-cai, et al. Experimental Parameter Research on Friction Properties of Flexible Packaging Materials[J]. Proceeding of CACPP, 2010:434—438.