

[制造·使用·改进]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2020.06.018

挤压成型零件表面处理一体化装置

赵小云¹, 龚红英¹, 曹磊¹, 施为钟¹, 钱勇¹, 廖泽寰²

(1. 上海工程技术大学材料工程学院, 上海 201620; 2. 上海东芙冷锻制造股份有限公司, 上海 201100)

摘要:用于挤压成型的传统润滑剂制备与涂层制备工艺的工序复杂且工时较长,存在无法进行滤油工作,易把杂质带入模具内部而损伤模具的情况,以及生产效率低、润滑效果差和生产成本高等问题,课题组基于 SolidWorks 2016 三维软件设计了一套集热处理、润滑剂制备、润滑剂二次处理及零件调运与表面润滑处理于一体的综合性实验装置。通过过滤池实现对润滑剂碎渣的粉碎及循环过滤使用;设计了零件起吊装置以实现处理过程中零件的转移。利用 UMT-3 型多功能摩擦磨损试验机,对传统润滑剂制备工艺和涂层制备工艺与课题组所设计装置的试样进行摩擦学测试,结果表明新装置的平均摩擦因数减小 7.3%;利用 VHX-600K 型超景深显微镜对磨损表面形貌进行观察与分析,验证了挤压成型零件表面处理一体化装置具有良好的润滑效果。新润滑装置的设计合理、有效,满足当下零件表面润滑工艺的实际生产需要。

关键词:表面处理;挤压成型;一体化装置;循环过滤;摩擦因数

中图分类号:TH117 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2020)06-0092-05

Surface Treatment Integrated Device for Extruded Parts

ZHAO Xiaoyun¹, GONG Hongying¹, CAO Lei¹, SHI Weizhong¹, QIAN Yong¹, LIAO Zehuan²

(1. School of Materials Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China;

2. Shanghai Dongfeng Cold Forging Co., Ltd, Shanghai 201100, China)

Abstract: Aiming at a series of problems of the traditional lubricant preparation and coating preparation process used for extrusion molding, such as the complicated process, long working hours, unable filtering of oil, mold damage due to the easily entered impurities, low production efficiency, poor lubrication effect, and high production cost, etc., a comprehensive experimental device integrating heat treatment, lubricant preparation, lubricant secondary treatment, parts transfer and surface lubrication treatment based on Solidworks 2016 3D software was designed. Through the filter tank, the smashing of the lubricant slag and the use of circulating filtration were realized; the parts lifting device was designed to realize the transfer of the processed parts. Using the UMT-3 multi-functional friction and wear testing machine, tribological tests were carried out on the traditional lubricant preparation process and coating preparation process and the sample of this designed device. The results show that the average friction factor of the new device was reduced by 7.3%. The VHX-600K super depth-of-field microscope was used to observe and analyze the worn surface morphology, and the good lubrication effect of the integrated surface treatment device of extruded parts was verified. The design of the new lubrication device is reasonable and effective to meet the actual production needs of the current surface lubrication process of the parts.

Keywords: surface treatment; extrusion forming; integrated device; circulating filtration; friction coefficient

汽车挤压类零件常用的传统磷化和皂化工艺将逐渐被新型高分子、石墨型润滑剂所替代。目前对零件坯料的热处理、润滑剂的制备和表面润滑处理均为分开进行,完成整个表面处理工作程序复杂,车间占地面积

收稿日期:2020-06-10;修回日期:2020-07-20

基金项目:上海工程技术大学研究生创新项目(19KY0502);上海工程技术大学校企产学研合作项目((17)CL-003)。

专利项目:赵小云,龚红英,施为钟,等:一种零件表面喷涂处理一体化装置(ZL2019 2 0283010.9)。

第一作者简介:赵小云(1995),女,山东青岛人,硕士研究生,主要研究方向为材料加工工程。通信作者:龚红英(1974),女,上海人,博士,教授,主要研究方向为金属材料先进成形工艺与模具先进制造技术。E-mail:ghyyw@163.com

积大,并且润滑剂的制备设备尺寸较大,结构复杂,制备的润滑剂质量也不尽如人意。因而行业内迫切需要配合现代表面润滑工艺的表面润滑处理装置。国内外专家以及相关公司都对自动润滑工艺及方式进行不断探索和改革。文献[1]指出现代工业中的许多润滑点是危险且难以接近的,Kluber(克鲁勃)公司设计研发的自动润滑系统,能够准确控制输送正确计量的润滑剂,以满足不同场合的特定要求。Li等^[2]研究设计了一种新型轴承润滑装置,该装置嵌入陀螺仪轴承系统中,既有效利用了轴承系统的有限空间,同时还降低了系统的整体质量,实现轻量化制造。基于压电微喷射系统实现按需滴落(DOD)润滑,满足了系统的长效润滑。薛智勇^[3]针对烟草制丝生产线储柜底带链条对底带起支撑与输送作用的特殊结构,设计出一套自动润滑装置,有效降低销轴与滚子间的磨损,消除运行噪音。底链润滑合格率提升至98%以上,消除了维护过程中的工艺及安全隐患。毛君等^[4]针对前装机手动润滑方式等缺点,设计了一种满足前装机工作要求的递进式自动润滑系统,有效降低了设备的故障率,既节约成本又提高了工作效率。

1 零件表面处理一体化装置设计

1.1 传统润滑剂制备与涂层制备工艺

传统的润滑剂制备流程与零件表面润滑流程都是分开进行的,存在工时较长、工序繁琐和工步分散的问题,同时还需要多人协同操作。因为不同人员操作技艺不同,难免出现制备出的涂层成膜不均匀,润滑剂分散不够的现象,从而影响零件表面润滑效果,造成不必要的浪费。润滑剂与涂层的基本制备流程如图1所示。

1.2 零件表面处理一体化装置的设计

针对传统润滑剂制备方法与涂层制备工艺的不足,课题组研发设计出一套集热处理、润滑剂制备、润滑剂二次处理以及零件调运与表面润滑处理于一体的综合性实验设备。零件表面润滑处理一体化装置组成:润滑剂制备部件、加热炉、坯料滑道、润滑筐、电机、水泵、起吊机和润滑池^[5]。零件表面润滑处理装置结构示意图如图2所示,实体装配图如图3所示。

1.3 零件表面处理一体化装置工作原理

零件表面处理一体化装置主要由加热部分、润滑剂制备部分、润滑处理部分以及过滤循环部分组成^[6]。接通加热炉的启动开关,对清洁过的零件进行加热处理;通过进料口向润滑剂制备池注入制备润滑剂的组分,在注入完成之后,通过电控部分驱使搅拌机工作,将润滑剂组分进行混合搅拌均匀,将润滑剂通过

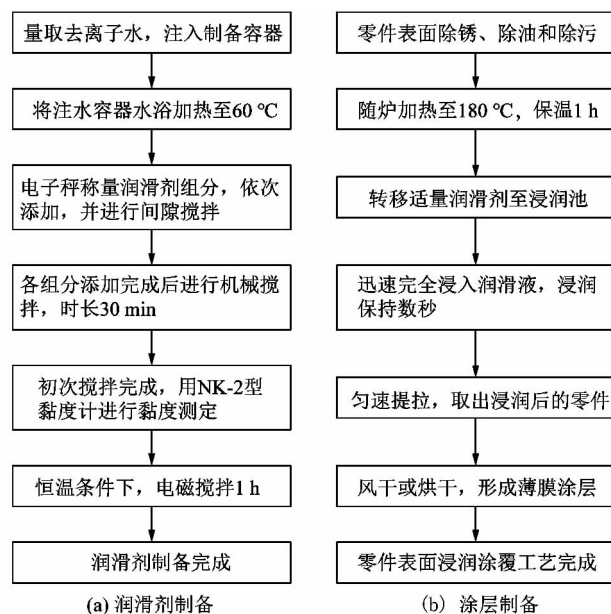
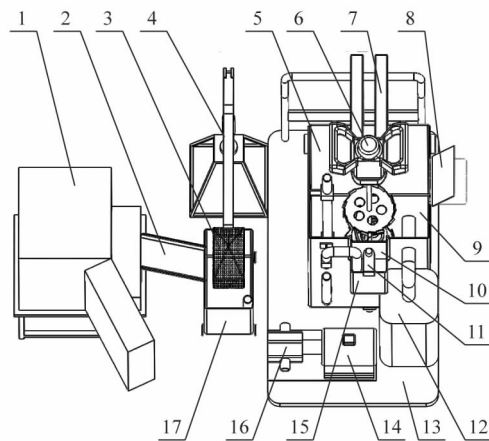


图1 润滑剂与涂层基本制备流程

Figure 1 Basic preparation process of lubricant and coating



1—加热炉;2—坯料滑道;3—润滑筐;4—起吊机;5—透明盖板;6—主搅拌机;7—搅拌机支架;8—翻转盖板;9—制备池;10—过滤网筛;11—粉碎搅拌机;12—加湿装置;13—拖车;14—电机;15—过滤池;16—水泵;17—润滑池。

图2 零件表面润滑处理装置结构示意图

Figure 2 Schematic diagram of parts surface lubrication treatment device

电动抽水泵导入到润滑池中,然后将加热炉中的零件转移到润滑池中,实现零件表面润滑工作;在规定时间内,利用润滑筐起吊零件转移风干。同时通过电控部分实现润滑剂的残渣过滤以及循环利用,既保证了润滑剂的均匀纯净,又节约原料实现绿色循环生产。零件表面处理一体化装置的工作原理如图4所示。



图3 零件表面润滑处理装置实体装配图
Figure 3 Solid assembly drawing of surface lubrication treatment device

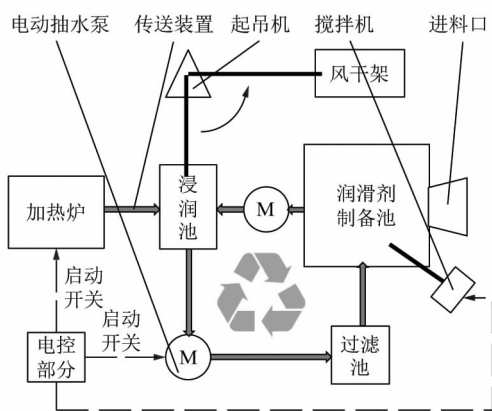


图4 零件表面润滑处理装置工作原理
Figure 4 Working principle of parts surface lubrication treatment device

1.3.1 加热部分功能

加热部分包括:控制电源,对坯料进行加热的加热炉及将坯料从加热炉传送到润滑池的滑道等零部件。主要是负责为系统提供加热动力、为后续润滑提供加热完成的坯料工作。

1.3.2 润滑剂制备部分功能

润滑剂制备部分是由搅拌机、进料部分、润滑剂制备池以及相连的电动机组成。该制备部分的功能是润滑剂的制备并将其导入到润滑池中。

1.3.3 润滑处理部分功能

润滑处理部分包括润滑池及转移坯料零件的起吊装置。润滑池负责对加热坯料进行表面润滑处理,起吊机负责对处理完成的零件调运进行风干工作。完成表面润滑处理并转移风干 24 h 的零件坯料如图 5 所示。



图5 表面润滑处理完成 24 h 的零件坯料
Figure 5 Parts billet after finishing surface lubrication treatment for 24 h

2 零件表面润滑一体化装置应用试验

2.1 球盘摩擦试验

课题组采用 UMT-3 型摩擦磨损仪 (Bruker-CETR, USA) 进行了摩擦试验。摩擦磨损仪的工作原理如图 6 所示^[7]。摩擦副的 2 个构件由直径为 9.50 mm 的 GCr15 合金钢球与 45 号钢圆片试样组成,试样在常温常压下旋转,旋转速度 560 r/min,旋转半径 2 mm,施加载荷 200 g,工作时间 30 min。每次试验前,先用酒精冲洗和超声清洗钢球并烘干。在摩擦学试验中,UMT-3 型摩擦学仪自动记录平均摩擦因数。每项测试条件重复 3 次,取摩擦因数的平均值记录。

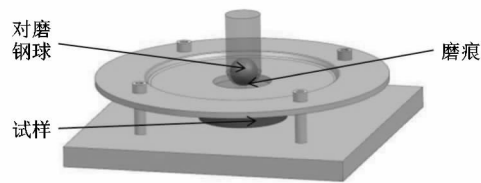


图6 球盘摩擦仪试验原理示意图
Figure 6 Schematic diagram of ball disc tribometer

2.2 试样制备

实验前,课题组用砂纸对 45 号钢试样进行打磨和抛光,用无水乙醇对试样进行超声波清洗,去除表面油污,放入到烘干炉内加热到指定温度并保温一段时间。随后分 2 种工序进行:①传统表面润滑处理方法(传统润滑剂制备方法与涂层制备工艺),试样编号为 A;②表面润滑一体化装置处理方法,试样编号为 B。

2.3 试验结果分析

图 7(a)说明了在同一接触压力与转速工况下,球盘摩擦副试样接触表面平均摩擦因数在 2 种不同的表面润滑处理方法下随时间变化情况。在对磨开始前 10 min 之内,由于润滑涂层的不均匀脱落,A 试样和 B

试样的摩擦因数均呈现波动变化。10 min 之后,2 个试样波动平稳,其中 B 试样相对于 A 试样平均摩擦因数减小了 7.3%,原因是 B 试样采用零件表面润滑装置得到的润滑剂更加均匀,在一定程度上也体现了所得涂层的减摩、耐磨稳定性。图 7(b)用一段时长内的平均摩擦因数变化率来反映该时间内的摩擦因数波动幅度。当基体表面的润滑涂层及氧化层在一定次数的循环摩擦、剪切破坏后,对磨的钢球与基体材料内表面直接接触的面积增大,摩擦因数便会呈正相关系以小波幅上升^[8-9]。通过 VHX-600K 型超景深三维数码显微镜对微观磨损形貌进行观察和分析,得到图 8 所示的 B 试样在球盘摩擦仪条件下的对磨钢球磨损痕迹。对磨球表面划痕较浅,这表明在摩擦过程中存在轻微的磨粒磨损,磨粒磨损在法向压应力的作用下又将引起黏着磨损^[10-12],因此在磨痕方向上出现金属毛刺或者磨损碎片。由于润滑剂中纳米颗粒的团聚,这些团聚可能形成一些微凸体,导致形成较低凹坑存在的磨损表面^[13-14]。在 B 试样上也出现一些浅梨沟等磨损痕迹,如图 9 所示。钢球平均磨痕直径 d (mm) 以及试样的磨痕宽度^[15] D (mm) 与传统润滑处理工艺相比差异甚微。

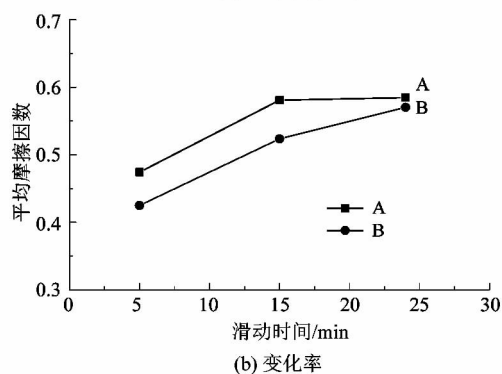
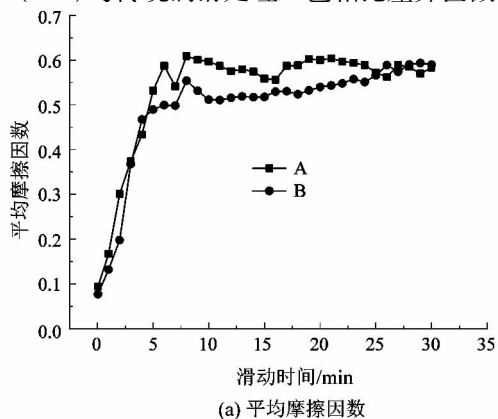


图 7 2 种润滑方法的平均摩擦因数及其变化率

Figure 7 Average friction coefficient and change rate of two lubrication methods

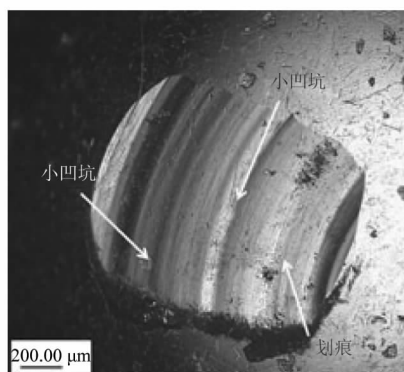


图 8 试样 B 对磨球钢磨痕表面光学谱图

Figure 8 Spectral optical spectrum of wear scar surface of sample B

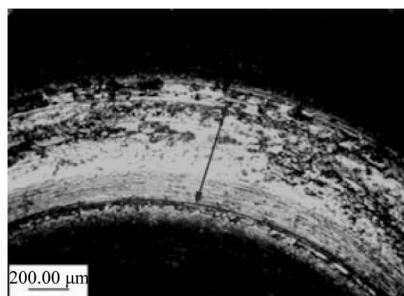


图 9 试样 B 的磨痕图

Figure 9 Actual wear scar of sample B

3 结论

课题组设计了零件表面润滑工艺一体化装置,可以完成润滑剂的制备、零件加热及润滑处理,研究结果表明:

1) 零件表面润滑工艺一体化装置的应用可以减少零件从加热到润滑过程中所需的时间,提高操作效率。

2) 润滑剂制备部件不但能对制备的润滑剂进行充分搅拌,还可通过过滤池对一次搅拌不均匀的部分进行二次粉碎与搅拌,保证润滑剂的品质以及润滑效果;润滑完成后,可以实现剩余润滑剂回收,循环再利用,环保节能。

3) 零件表面润滑工艺一体化装置具有比传统表面处理工艺更便捷的工序及更优的表面润滑减摩效果,平均摩擦因数较后者减小 7.3%,且摩擦因数波动幅度也相对较小。从磨损程度分析,表现为轻微的磨粒磨损,磨损体积损失也是在合理的规范内。

零件表面处理工艺一体化装置具有替代传统表面处理工艺的使用价值和经济价值。

(下转第 99 页)