

高真空压铸减震塔铸件力学性能的研究

刘付曙¹ 廖仲杰¹ 陈国恩¹ 张玉龙¹ 汪学阳¹ 黄志垣¹ 万里¹ 张俊超² 阚洪贵³

(1.广东鸿图科技股份有限公司; 2.中铝材料应用研究院有限公司苏州分公司; 3.安徽江淮汽车股份有限公司)

摘 要 研究了在高真空压铸状态下,不同热处理工艺对 AlSi10MnMg 减震塔力学性能的影响,分析了热处理工艺中各因素对减震塔力学性能的影响。结果表明,在同样热处理条件下铸件不同区域力学性能有所不同,靠近内浇口部位的性能好于填充末端位置。从 T6 热处理试验结果可以看出,较低的固溶温度和较长的人工时效时间可以获得较高的力学性能。另外,高真空压铸铸件中仍然存在少量气孔,厚大部位还有一些缩孔和缩松。

关键词 铝合金;减震塔;结构件;高真空压铸;T6 热处理

中图分类号 TG249.2 **文献标志码** A

DOI:10.15980/j.tzzz.2022.02.024

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Mechanical Properties of High Vacuum Die Casting Shock Tower Parts

Liu Fushu¹, Liao Zhongjie¹, Chen Guoen¹, Zhang Yulong¹, Wang Xueyang¹,
Huang Zhiyuan¹, Wan Li¹, Zhang Junchao², Kan Honggui³

[1.Guangdong Hongtu Technology(Holdings) Co., Ltd.; 2.Chinalco Materials Application Research
Institute Co., Ltd. Suzhou Branch; 3.Anhui Jianghuai Automobile Co., Ltd.]

Abstract: The effects of different heat treatment conditions on the mechanical properties of aluminum alloy AlSi10MnMg structural parts were investigated under high vacuum die-casting. The contribution of various factors on mechanical properties in the heat treatment process was analyzed. The results show that the mechanical properties of the parts at different positions are different on the same heat treatment conditions, and the mechanical properties of the parts near the inner gate are superior to those at the end position. After T6 heat treatment, a lower solution temperature and a longer artificial aging time contribute to desirable properties. In addition, a small amount of pores still exist in the high vacuum die castings, and shrinkage and cavities are also found in the thick areas of the castings.

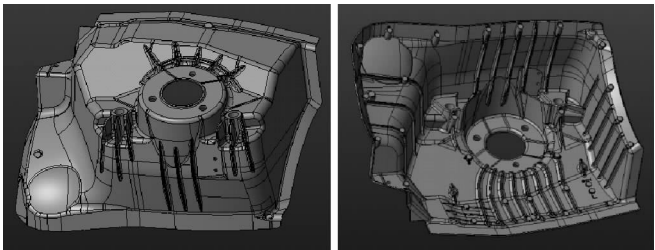
Key Words: Aluminium Alloy, Shock Tower, Structural Parts, High Vacuum Die Casting, T6 Heat Treatment

由于轻量化的要求,汽车结构件越来越多地使用铝合金,因此对其力学性能提出了更高的要求。高真空压铸件可以进行焊接和热处理强化,在需要焊接、受较大载荷或循环载荷的铝合金汽车结构件的生产中应用广泛^[1,2]。AlSi10MnMg 合金是一种适合于高真空压铸的强韧铝合金,具有抗拉强度高,伸长率高等特点^[3],可应用于汽车结构件。因此选取 AlSi10MnMg 合金来进行结构件力学性能的分析^[4~8]。对高真空压铸 Al-Si10MnMg 铝合金减震塔进行分析,研究热处理工艺对其力学性能的影响,旨在为其应用提供参考。

1 减震塔零件的压铸工艺

减震塔的外形见图 1。零件呈左右对称,单件质量

为 3.8 kg,平均壁厚为 3 mm,轮廓尺寸为 547 mm×337 mm×318 mm,投影面积为 1 802 cm²,采用 Al-Si10MnMg 压铸铝合金,采用意德拉 35 000 kN 压铸机生产(真空度为 2 000~2 400 Pa),一模两腔(左右对称



(a) 动模 (b) 定模
图 1 减震塔的三维结构示意图

Fig.1 Three dimensional diagram of shocking tower

收稿日期:2021-08-26;修改稿收到日期:2021-09-27
基金项目:国家重点研发计划资助项目(2016YFB0101603)
第一作者简介:刘付曙,男,1967 年出生,工程师,广东肇庆(526108),E-mail:liufushu@ght-china.com
引用格式:刘付曙,廖仲杰,陈国恩,等. 高真空压铸减震塔铸件力学性能的研究[J]. 特种铸造及有色合金,2021,42(2):246-248.
LIU F S, LIAO Z J, CHEN G E, et al. Mechanical properties of high vacuum die casting schock tower parts[J]. Special Casting &. Nonferrous Alloys, 2022, 42(2):246-248.

件,各一腔),总投影面积为 6 226 cm²,浇注质量为 9.27 kg。浇注系统设计见图 2。

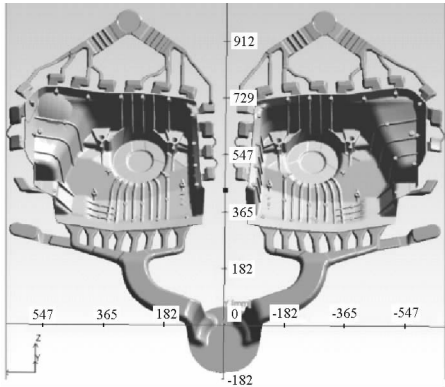


图 2 浇注系统设计示意图

Fig.2 Schematic diagram of gating system

2 试验方法

将高真空铸件放入高温电阻炉中进行 T6 热处理,然后按不同的热处理工艺进行编组,按组分别取样分析。试样均从模具右边型腔截取,取样位置和编号见图 3,随后用数控机床将其加工成标准拉伸试样,见图 4。铸件在 CMT5205 型拉伸试验机上进行力学性能测试。

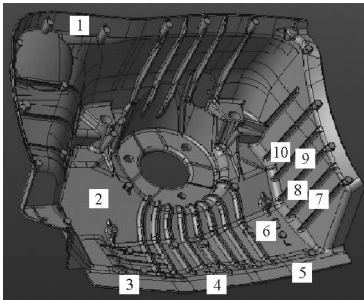


图 3 取样位置与编号

Fig.3 The sampling position and the number

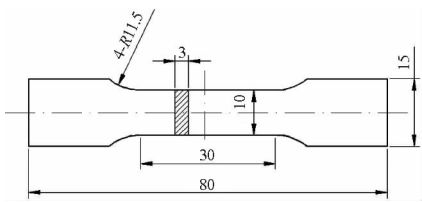


图 4 拉伸试样示意图

Fig.4 Schematic diagram of the tensile sample

3 试验结果及分析

试验采用的固溶温度为 490、500、510 ℃,保温 3 h,人工时效温度为 170、175、200 ℃,时效 3 h,分别制定的 7 种热处理方案见表 1,其力学性能见表 2。

典型位置 1、2、4、6、10 的力学性能数据分析,见图 5。

从图 5 可以看出,填充末端位置 1 处的抗拉强度、

表 1 热处理方案

Tab.1 Heat treatment plan

方案	固溶温度/℃	固溶时间/h	时效温度/℃	时效时间/h
1	490	3	170	3
2	500	3	170	3
3	510	3	170	3
4	490	3	170	3
5	490	3	200	2
6	490	3	200	3
7	490	3	175	3

表 2 不同热处理条件下的力学性能

Tab.2 Mechanical properties of the tested samples at different heat treatment condiitons

热处理方案	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率/%
1	313.60	249.50	9.16
2	323.00	267.00	7.88
3	337.30	276.30	7.97
4	315.30	260.40	9.32
5	284.10	226.80	8.49
6	278.80	226.90	8.95
7	310.70	242.70	8.90
未热处理	296.20	163.00	8.79

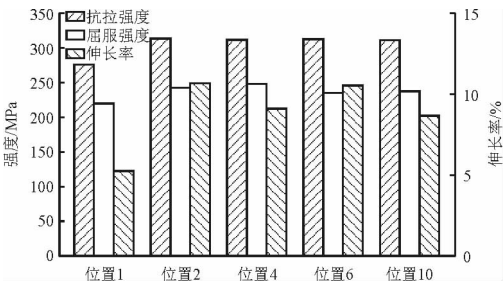


图 5 强度和伸长率分析曲线

Fig.5 Strength and elongation analysis curves

屈服强度、伸长率的数据相对于其他位置都比较低,内浇口附近如位置 4 处力学性能较高,说明铝合金液流动的最后位置材料力学性能较差,应在压铸过程中重点关注。另外可见结构件在压铸生产时不宜将零件的重要部位放置在合金液充填的末端而应该放置在内浇口附近。对比铸态和热处理方案 1~4 可以看出,热处理能将零件的屈服强度平均提高 60~110 MPa。

优化工艺条件下,相比未热处理,抗拉强度提高 20~40 MPa,伸长率基本稳定,分析热处理后的力学性能的数据,见图 6。通过图 6 可以看出,抗拉强度和屈

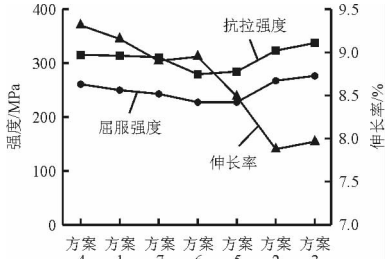


图 6 不同热处理条件下的力学性能

Fig.6 Mechanical properties of samples at differnt heat treatment

车用水箱弯管接头熔模铸件工艺优化

丁华锋^{1,2} 金先志^{1,2} 陈 涛³ 潘俊杰²

(1.湖北文理学院汽车与交通工程学院; 2.纯电动汽车电力系统设计及测试湖北省重点实验室;
3.襄阳市立强机械有限公司)

摘 要 经验法熔模铸造成形的弯管接头零件在通孔内壁和底座圈上都普遍存在缩松。利用 ProCAST 软件,对弯管接头铸件进行缺陷分析,分别从浇注系统的优化和增设冒口及冷铁入手,研究两种可以降低铸件缩松率的方案。对比发现,对浇注系统进行优化为最优方案,并在此基础上设计了正交试验。结果表明,在浇注温度为 1 520 ℃、浇注速度为 0.6 kg/s、型壳预热温度为 1 120 ℃下,缩松率最大为 1.44%,有效提高了产品品质。

关键词 熔模铸造;ProCAST;弯管接头;工艺优化

中图分类号 TG249.5 **文献标志码** A

DOI:10.15980/j.tzzz.2022.02.025

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Investment Casting Process Optimization of Water Tank Elbow Joint for Vehicle

Ding Huafeng^{1,2}, Jin Xianzhi^{1,2}, Chen Tao³, Pan Junjie²

(1.School of Automotive and Traffic Engineering, Hubei University of Arts and Science; 2.Hubei Key Laboratory of Power System Design and Test for Electrical Vehicle; 3.Xiangyang Liqiang Machinery Co., Ltd.)

Abstract: The shrinkage porosities in elbow joint parts formed by empirical investment casting generally exists on the inner wall of hole and base ring. The ProCAST simulation software was utilized to analyze the defects of elbow joint castings. With the optimization of gating system and the addition of riser and cold iron, two schemes for reducing the shrinkage rate were proposed. The comparative analysis reveals that the optimization of gating system is the optimal scheme and the orthogonal test is designed. The results indicate that when the pouring temperature is 1 520 ℃, pouring speed is 0.6 kg/s and shell preheating temperature is 1 120 ℃, the maximum shrinkage rate is 1.44%, effectively improving the quality of the product.

Key Words: Investment Casting, ProCAST Software, Elbow Joint, Process Optimization

收稿日期:2021-06-21;修改稿收到日期:2021-08-30

基金项目:湖北省教育厅科学技术研究计划青年人才资助项目(Q20202602)

第一作者简介:丁华锋,男,1986 年出生,讲师,湖北襄阳(441053),E-mail:hfding86@163.com

引用格式:丁华锋,金先志,陈涛,等. 车用水箱弯管接头熔模铸件工艺优化[J]. 特种铸造及有色合金,2022,42(2):248-252.

DING H F, JIN X Z, CHEN T, et al. Investment casting process optimization of water tank elbow joint for vehicle[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2022, 42(2):248-252.

服强度变化不明显,伸长率随固溶处理温度的升高和人工时效温度的升高呈下降趋势,另外可以看出,延长人工时效时间和降低固溶热处理温度可以提高材料伸长率。

4 结 语

高真空压结构铸件在热处理后内浇口附近的力学性能好于填充末端的。较低的固溶温度和较长的人工时效时间以及较低的人工时效温度可以取得较好的力学性能。

参 考 文 献

[1] 万里,赵芸芸,潘欢,等.铝合金高真空压铸技术的开发和应用[J].特种铸造及有色合金,2008,28(11):858-861.

[2] 万里,潘欢,罗吉荣.高真空压铸技术及高强韧压铸铝合金开发和应用的现状 & 前景[J].特种铸造及有色合金,2007,27(12):939-942.

[3] 张百在,徐飞跃,余亮,等.一种高强度高韧性压铸铝合金及其制品.中国:201510830880.X[P].2015-11-25.

[4] 张百在,刘学强,万里,等.型腔真空度及热处理对 AlSiMgMn 压铸件性能的影响[J].特种铸造及有色合金,2016,36(7):673-676.

[5] 徐飞跃,安肇勇,万里,等.压铸高强韧铝合金汽车底盘结构件的组织和力学性能[J].特种铸造及有色合金,2016,36(6):616-619.

[6] 万里,刘学强,胡祖麒,等.高真空压铸 AlSi10MnMgFe 合金的组织和力学性能[J].特种铸造及有色合金,2014,34(5):499-503.

[7] 卢宏远,卢敏,宋青,等.汽车结构件的压铸[J].特种铸造及有色合金,2012,32(3):251-254.

[8] 李四娣,安肇勇,黄明军,等.高真空压铸汽车底盘结构件的热处理[J].特种铸造及有色合金,2017,37(9):975-978.

(编辑:张正贺)