

真空度对镁合金散热器压铸件性能的影响

陈思涛

(佛山职业技术学院机电工程学院)

摘 要 通过设计含有主、副排气管道的真空抽气系统,结合 Flow-3D 仿真软件进行卷气分析,对镁合金散热器进行真空压铸。结果表明,采用主、副排气管道的真空抽气系统,能够获得外观完整、组织致密的镁合金真空压铸件,通过调节感应器的位置,能够获得不同的型腔真空度。提高型腔真空度能有效提高镁合金的充型能力,改善压铸件的气孔或缩松缺陷,在型腔真空度为 10 kPa 时,镁合金散热器的卷气量最少,其抗拉强度和伸长率提高。

关键词 真空度;卷气模拟;真空压铸

中图分类号 TG146.22;TG249.2

文献标志码 A

DOI10.15980/j.tzzz.2022.01.024

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Influence of Vacuum Degree on Performance of Magnesium Alloy Radiator Die Casting

Chen Sitao

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Foshan Polytechnic)

Abstract: By designing a vacuum extraction system with main and secondary exhaust pipes, and combining with the Flow-3D simulation software, the vacuum die casting of magnesium alloy radiator was carried out. The results show that the vacuum die casting of magnesium alloy with complete appearance and compact structure can be obtained by using the vacuum pumping system. By adjusting the position of the inductor, different cavity vacuum degrees can be achieved. The filling capacity of magnesium alloy can be improved effectively by increasing the vacuum degree of mold cavity, and the porosity or shrinkage defects in die castings can be eliminated. When the cavity vacuum is 10 kPa, the air volume of the magnesium alloy radiator die casting is the least, and the tensile strength and elongation of the die casting are improved correspondingly.

Key Words: Vacuum Degree, Air Entrained Simulation, Vacuum Die Casting

镁合金具有密度低、比强度和比刚度高、电磁屏蔽能力强、减震能力强、切削性能优良、易回收等特点,在工程中得到了广泛应用^[1]。AZ91D 镁合金由于具有良好的铸造性能和耐蚀性能,还具备一定的力学性能,因而在压铸镁合金中得到广泛运用^[2]。通过真空压铸能够减少镁合金压铸件中气孔及氧化夹杂物的产生,提高压铸件的致密性,同时减少金属液在模具型腔里的充型阻力,提高压铸件的常温力学性能。因此真空压铸可用于机械强度高甚至需要热处理的大型复杂薄壁件的生产,如 LED 灯用散热器。镁合金散热器肋片间空气的自然对流速度较大,有助于提高散热器的综合传热效率,因此,镁合金可替代铝合金,用于制备大功率 LED 散热器^[3]。

真空压铸成形工艺关键在于抽真空,即如何在充型过程的极短时间内快速把型腔内的气体抽出^[4]。目前

的真空抽气系统,存在抽气效率低、型腔真空度低,以及真空阀复杂、维护成本高和可靠性差的问题。因此,针对现有技术的不足,本课题设计了一种含有主、副排气管道,可靠性高、成本低的真空抽气系统^[5]。通过该真空抽气系统,结合 Flow-3D 软件,研究了不同真空度下 AZ91D 镁合金压铸件的成形性能。

1 真空抽气系统设计

由于真空压铸成形过程时间一般短于 1 s,因此对真空阀的响应速度要求较高^[6]。设计的真空抽气系统结构见图 1。主要工作原理是,当压射冲头通过浇口 1 时,通过 PLC 控制总阀 4 打开,这时副排气管道 3 和主排气管道 7 同时对模具型腔进行抽气,当压铸机由慢压射转为快压射时,触发感应开关,常开电磁阀 8 快速关

收稿日期:2021-06-18;修改稿收到日期:2021-07-19
基金项目:广东省科技计划基金资助项目(2017GkQNCX091);广东省科技创新战略专项资助项目(pdjh2020b1220)
作者简介:陈思涛,男,1987 年出生,讲师,广东佛山(528137),E-mail:352397543@qq.com
引用格式:陈思涛. 真空度对镁合金散热器压铸件性能的影响[J]. 特种铸造及有色合金, 2022, 42(1): 116-118.
CHEN S T. Influence of vacuum degree on performance of magnesium alloy radiator die casting[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2022, 42(1): 116-118.

闭,而副排气管道 3 继续对型腔进行抽气,直到金属液流入副排气管道冷却凝固为止,最后获得真空压铸件。通过主、副排气管道同时对型腔进行抽气,能够迅速地把型腔内的空气抽出,达到理想的真空度。

副排气管道 3 设计成齿状结构,主要目的是延长进入该管道的金属液流动距离,确保金属液在通过狭窄的排气管道时冷却凝固,副排气管道在整个压铸过程一直处于抽气状态。主排气管道 7 里面设置有常开电磁阀 8。因此,通过对常开电磁阀 8 的控制就可以实现对主排气管道的抽气控制。试验中通过改变感应开关的位置就能改变常开电磁阀 8 关闭的时间,从而控制主排气管道的抽气时间。

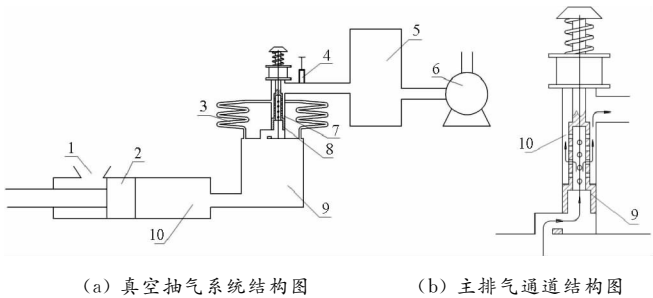


图 1 真空抽气系统示意图

Fig.1 Schematic diagram of vacuum pumping system

1.浇口 2.冲头 3.副排气管道 4.总阀 5.真空罐 6.真空泵
7.主排气管道 8.电磁阀 9.型腔 10.压室

2 模拟分析

2.1 压铸件模型分析

采用 Solidworks 三维软件对散热器进行三维建模,散热器模型(含浇口和溢流槽)和模具结构见图 2。铸件材质为 AZ91D 镁合金,其物性参数见表 1。

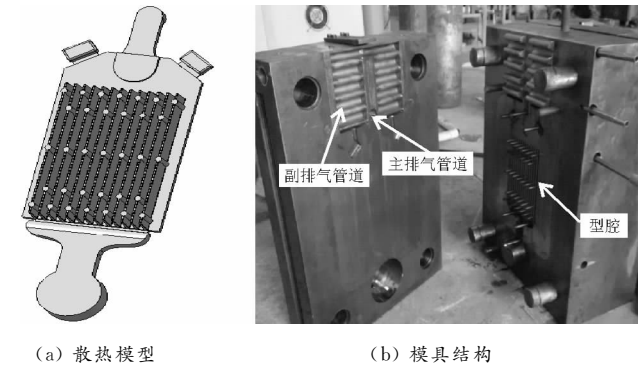


图 2 散热器模型与模具结构图

Fig.2 Radiator model and die structure

表 1 AZ91D 合金的物性参数

Tab.1 Physical parameters of AZ91D alloy			
密度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	热导率/ ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	熔化潜热/ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	比热容/ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
1.702	84	341.6	1.42

2.2 压铸件卷气模拟分析

针对 AZ91D 镁合金的特点,经过试验验证,在浇注温度为 680 ℃下,选择最佳压铸工艺参数^[7,8],见表 2,对散热器进行卷气模拟分析。

表 2 压铸工艺参数

Tab.2 Die casting technological parameter			
慢压射速度/ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	慢压射距离/ mm	快压射速度/ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	压射比压/ MPa
0.2	120	4	84

真空压铸的真空度介于 0~101 kPa 之间。把表 2 工艺参数输入到 Flow-3D 仿真软件中,同时设置了 3 组不同的型腔真空度,卷气模拟结果见图 3。可以看出,该压铸件在靠近浇口处的卷气量比远离浇口处的卷气量要低,而压铸件中心部位由于最后填充成形,故其卷气量最多。型腔真空度为 101 kPa 的普通压铸件卷气量较其他两组真空压铸件多,且主要集中在压铸件心部。当型腔真空度为 50 kPa 时,压铸件的卷气量有所下降,但心部卷气区域仍然比较大,当型腔真空度为 10 kPa 时,压铸件的整体卷气量明显下降,心部卷气情况也明显得到改善。这说明提高型腔真空度能有效提高金属液的充填能力改善压铸件的气孔或疏松缺陷,有利于散热器压铸件获得外形完整、组织致密的压铸件。

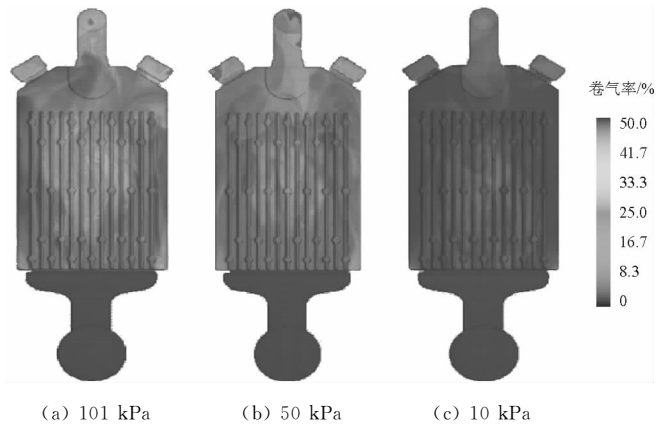


图 3 不同真空度下的卷气结果

Fig.3 The results of entrained air at different vacuum degrees

3 试验验证

在最佳工艺参数下,采用主、副排气管道的真空抽气系统进行压铸试验。试验中通过改变感应开关的位置,从而改变主排气管道的抽气时间,使模具型腔形成不同的真空度,分别进行压铸试验。从试验中选取型腔真空度为 101 kPa(1 号)、50 kPa(2 号)、10 kPa(3 号)的压铸件进行分析,见图 4。从外观上看,这 3 组压铸件外形都比较完整,结合卷气模拟分析结果,分别取散热器卷气量最大的心部位置相同的散热片,制备金相试

样进行对比研究,见图 4b。

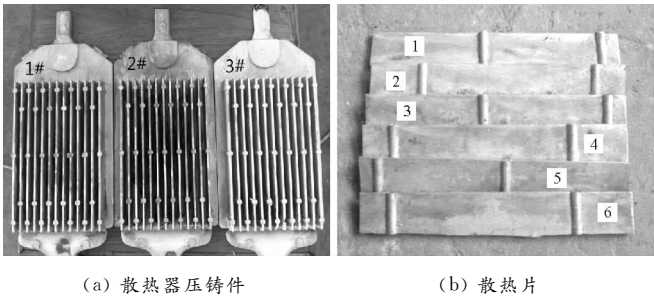


图 4 不同真空度下压铸件宏观形貌

Fig.4 Macroscopical images of die casting at different vacuum degrees

图 5 为不同真空度下镁合金散热器的微观组织。可以看出,不管是真空压铸还是普通压铸都存在气孔或

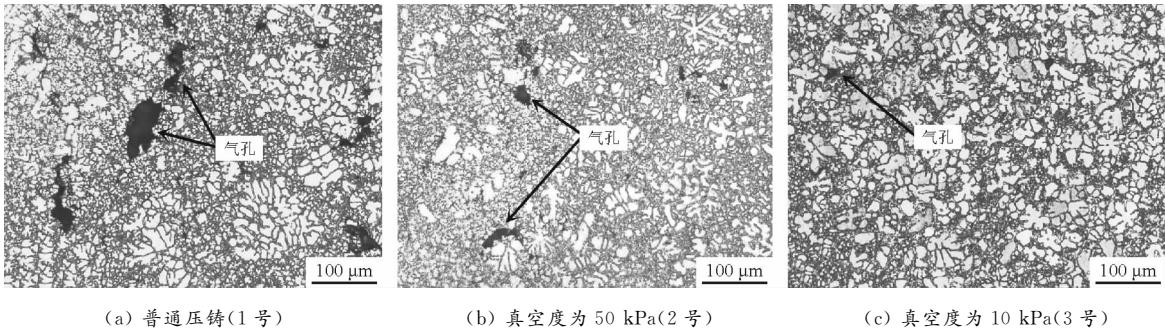


图 5 不同真空度下压铸件的微观组织

Fig.5 Microstructure of die castings with different vacuum degree

分别取相同位置的散热片进行测试,得到的力学性能见表 3。可以看出,随着型腔真空度增大,压铸件的抗拉强度和伸长率也得到相应的提高。

表 3 AZ91D 镁合金散热器片力学性能对比

Tab.3 Comparison of mechanical properties of die casting

AZ91D magnesium alloy radiator			
编号	真空度/kPa	σ_b /MPa	δ /%
1	101	193	3.5
2	50	207	4.3
3	10	226	4.9

4 结 论

(1)通过设计主、副排气管道的真空抽气系统,配合 PLC 进行控制,能够实现高真空压铸成形。通过试验验证,该真空抽气系统下 AZ91D 镁合金散热器能够获得外观完整、组织致密、力学性能优于普通压铸的镁合金真空压铸件。

(2)通过仿真软件,模拟不同真空度下,AZ91D 镁合金散热器的卷气量大小,并通过试验得知,型腔真空度能够改变金属液的充型能力,真空度越高,金属液的充型能力也相应得到提高,同时铸件成分偏析程度减少,组织更为致密。从力学性能分析可知,真空度为 10

缩松缺陷,普通压铸件的气孔相比于真空压铸件来说,其分布范围较广且气孔尺寸较大,同时存在较多的氧化夹杂缺陷;而型腔真空度为 50 kPa 时,其气孔尺寸变小、数量变少,气孔或缩松面积较普通压铸降低超过 50%,氧化夹杂缺陷得到明显改善;当型腔真空度为 10 kPa 时,压铸件的气孔尺寸和气孔数量大幅降低,其气孔面积较普通压铸件降低 70% 以上,偏析程度明显减缓。这表明型腔真空度能够改善压铸件的气孔或缩松缺陷,并且真空度越高,压铸件的气孔数量就越少,尺寸越小。同时真空压铸件的组织较为致密,结合试验成品,分析认为真空压铸能够减少金属液的充型阻力,真空度越高,阻力越小,铸件成分偏析程度减少,组织更加致密。

kPa 的压铸件,其抗拉强度较真空度为 50 kPa 的压铸件提高了 9.2%,较普通压铸件提高了 17.1%,伸长率较真空度为 50 kPa 的压铸件提高了 13.9%,较普通压铸件提高了 40%。

参 考 文 献

[1] 雷勇,范广涵,廖俊俊,等.功率型白光 LED 的热特性研究[J].光子·激光,2006,17(8):945-947.
[2] 刘雁潮,付桂翠,高成,等.照明用大功率 LED 散热研究[J].电子器件,2008,31(6):1 716-1 719.
[3] 牛萍娟,王景祥,张建新,等. LED 工矿灯镁合金散热器的性能分析[J].天津工业大学学报,2015,34(2):84-88.
[4] 饶磊,朱炼兵,刘勇,等.镁合金转向器铸件真空压铸过程的模拟研究[J].特种铸造及有色合金,2012,32(7):637-640.
[5] 戚文军,宋东福,蔡畅,等.镁合金散热器真空压铸的抽真空技术研究[J].铸造,2014,63(15):328-329.
[6] 宋东福,蔡畅,戚文军,等.真空压铸辅助系统的研制与试验验证[A].2013 年广东铸造·压铸新技术年会[C].广州,2013.
[7] 宋东福,戚文军,王海燕,等.LED 用镁合金散热器压铸工艺的研究[J].铸造,2015,64(5):403-404.
[8] 李彬,黄美莲,陈木荣.基于数值模拟的铝合金链条盖压铸工艺设计[J].特种铸造及有色合金,2018,38(7):742-743.

(编辑:张正贺)