

铝合金消失模铸造工艺参数的研究

张维兰

(达州职业技术学院 机械电子技术系,四川 达州 635001)

摘要:讨论了各工艺因素对消失模铝合金铸造质量的影响,分析了各工艺参数与铸造缺陷之间的关系。结果表明:保温涂料及一定的涂层厚度有利于提高铝液的充型速度;浇注温度越高、直浇道空心面积率越大,铝液充型速度越快;模样厚度太厚或太薄,均会使铝液充型速度降低;一定的直浇道长度及直浇道面积有利于提高铝液的充型速度;施加负压会使铝液的充型速度大大提高,但负压过大会增大铸造缺陷。

关键词:铝合金;消失模铸造;缺陷分析

中图分类号: TG249.6

文献标识码: A

文章编号: 1001-3814(2007)01-0056-03

Study of Process Parameter in Dissolved Mold Casting for Aluminium Alloy

ZHANG Wei-lan

(Dept. of Mechanical & Electronical Technology, Dazhou Vocational & Technical College, Dazhou 635001, China)

Abstract: The influence of technological factors on the quality of dissolved mold casting of aluminium alloy was discussed, the connection between the process parameters and the flaw in casting was analyzed. The results show that the heat preservation coating and its proper thickness are favorable to the enhancement of filling mold speed of aluminium alloy; the higher the pouring temperature is and the larger the ratio of hollow areas of vertical pouring is, the faster the speed of filling mold of aluminium alloy is; if the mold is too thick or too thin, it may decrease the speed of filling mold; the proper length and the area of vertical pouring are favorable to the enhancement of the speed of filling mold; although negative-pressure may improve filling the speed, too high negative-pressure may enlarge the flaw in casting.

Key words: aluminium alloy; dissolved mold casting; analysis of flaw

干砂负压消失模铸造技术(简称 LFC)是一项精确成形的铸造新技术,被铸造界的权威人士称为“代表 21 世纪的铸造新技术”,“使铸造技术在与其它成形方法和替代材料的竞争中立于不败之地的一张王牌”,是铸造工艺的一个重要发展方向,其成形理论不同于传统的湿砂型铸造^[1,2]。但对于铝合金干砂消失模铸造,有两个关键问题有待解决,一是铝合金液的比热容比钢液、铁液的小,因模样气化吸热,引起金属液流动前沿温度下降,充型速度减小而造成冷隔、浇不到;二是因铝液浇注温度高,铝合金的吸气严重,容易引起针孔、缩松等缺陷造成铝铸件针孔严重、晶粒粗大、气密性差^[3]。而铸造缺陷很大程度上与铝液的充型速度较低有关,因此,提高干砂消失模铸造铝液的充型能力并减少其针孔是需要迫切解决的一大难

题。有必要进一步研究各工艺因素与铝液充型速度及铸造质量之间的关系,以便为生产提供理论指导。

1 工艺因素对铝液充型速度及铸造质量的影响

1.1 涂料种类及涂层厚度的影响

干砂消失模铸造过程中,需要在模样表面涂挂一层耐火涂料。涂料对消失模铸造的成败起着关键性作用。涂料种类对铝液平均流速的影响较大,采用保温涂料比激冷涂料有利于提高铝液的充型速度。消失模铸造采用干砂造型,其激冷只有湿砂型的 1/3~1/2,但由于铝合金充型速度只有钢液、铁液的 1/4,铝合金充型时因涂层散热而损失的热量仍然很高,会造成冷隔、浇不到等缺陷,因此,其他条件一定时,涂层的保温性好坏,是减少热量损失提高金属充型能力的一个关键因素。为提高消失模铸造铝液的充型能力,应尽量采用保温涂料。

收稿日期:2007-01-16

作者简介:张维兰(1966-),女,四川大竹人,讲师,主要从事工程材料、铸造学及图形学的教学及研究工作;电话:13882899167;E-mail:oujiang2005@sina.com

涂层厚度对充型速度也有影响,当涂层厚度太小时,容易开裂剥落,且不利于抵抗模样变形,同时铝液散热快,充型速度较低。当涂层厚度太大时,由于泡沫塑料模样热解产物难以排除,在型腔内形成气压,这会阻碍铝液的充型,故充型速度也下降,并容易引起针孔、缩松缺陷。可见,为提高铝液的充型速度,减少铸造缺陷,应有一个合适的涂层厚度。由表1可知,一般涂层厚度不应超过0.5 mm,取0.2~0.5 mm比较合适。

表1 涂层厚度对充型速度的影响

涂层厚度/mm	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
铝液流速/mm·s ⁻¹	100	108	116	125	115	105	95

1.2 浇注温度的影响

浇注温度越高,铝液平均流速越大,见表2。这是因为浇注温度越高,铝液所含的热量越多,粘度也越小,有助于铝液的充型。但对于铝合金干砂消失模铸造,若浇注温度太高,则铝液熔炼、精炼和变质的难度大大增加,铝液吸气严重,且会降低铝液的凝固速度,从而使铝件针孔增加,气密性下降。一般浇注温度以760~780℃为宜。

表2 浇注温度对充型速度的影响

浇注温度/℃	740	750	760	770	780	790	800
铝液流速/mm·s ⁻¹	95	98	101	104	110	116	122

1.3 模样厚度和密度的影响

模样厚度对铝液平均流速的影响比较复杂,模样厚度太大,则铝液充型速度越慢,这是因为模样越厚,模样热解需消耗较多热量,此外流动截面增大,均引起铝液平均流速有所下降,造成冷隔。而模样太薄,也会引起铝液平均流速有所下降,造成冷隔,这就要求熔化、浇注温度较高。众所周知,温度越高,铝合金的吸气越严重,越容易引起针孔、缩松缺陷。目前,模样厚度对铸造质量的影响还有待进一步研究。

铝合金铸件通常采用EPS作模样材料,对其密度大小的选择应加以重视。实验证明,EPS的密度越高,铝铸件的针孔越严重,为了抑制铝铸件的针孔、缩松缺陷,建议采用密度为18~22 kg/m³的EPS。

1.4 直浇道长度的影响

随着直浇道长度的增大,铝液平均流速开始增大,但在直浇道长度增大到一定程度后,其平均流速又变小,见表3。这可解释为直浇道越长,铝

表3 直浇道长度对充型速度的影响

浇道长度/mm	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
铝液流速/mm·s ⁻¹	100	108	116	124	132	140	128	116	104	92	80

液静压头越大,对铝液充型的推动力越大,有使平均流速增大的作用。但直浇道过长,由于要热解的EPS量增加,铝液需消耗较大的热量,从而温降多,使平均流速有所下降。直浇道太短,静压力小,容易发生浇不透。直浇道太长,由于温降多,要求熔化、浇注温度高,引起铝合金的吸气越严重,越容易引起针孔、缩松缺陷。因此,直浇道长度要适当,实验证明直浇道长度取120~170 mm为宜。

1.5 直浇道面积的影响

当直浇道面积太小时,由于其表面积小,铝液散热快,故充型速度低,而当直浇道面积过大时,则由于需要热解的泡沫塑料多,即消耗的铝液热量多,不利于充型速度的提高,故直浇道面积对平均流速的影响有一个峰值,当直浇道面积适当时,铝液充型速度最大,见表4。试验证明,直浇道面积为500~800 mm²时较合适。

表4 直浇道面积对充型速度的影响

浇道面积/mm ²	400	500	600	700	800	900
铝液流速/mm·s ⁻¹	80	108	135	125	115	105

1.6 直浇道空心面积率的影响

随着直浇道空心面积比率提高,铝液的平均流速增加。这是因为直浇道空心面积越大,则需要热解的泡沫塑料越少,铝液在充型过程中消耗的热量越少,故有利于充型速度的提高,但当空心率超过50%,铝液流速提高不多,见表5,因此为提高铝液的充型能力,应当采用空心直浇道,以空心率为50%左右为宜。

表5 直浇道空心面积率对充型速度的影响

空心率(%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
铝液流速/mm·s ⁻¹	90	95	100	105	110	115	116	117	118

1.7 负压度的影响

负压度提高,铝液充型速度提高,见表6,这是因为负压加快了热解产物的排除,并降低了型腔内的压力,从而有利于铝液的充型,故充型速

表6 负压度对充型速度的影响

负压/MPa	0	0.01	0.02	0.03	0.04
铝液流速/mm·s ⁻¹	35	85	140	143	145

度大大提高。但当负压力太大时,在充型过程中产生的紊流可能把热解产物卷入铝液中形成针孔,而使铝件的密度降低,并且高的负压会降低氢在铝液中的溶解度,加剧铝液中氢的析出而增加铝件的气孔,从而进一步降低铝件的密度。当负压力较低时,有利于热解产物透过涂层的排出,减少热解产物对铝件针孔的影响,另一方面,充型的铝液不致于形成紊流,不易将热解产物卷入铝液中形成针孔,因此较低的负压力有利于减少铝件的针孔,提高其密度。试验结果表明,对于铝合金消失模铸造,为减少铝件的针孔,负压力不能太高,由于负压大于0.02 MPa后,铝液的流速增大变缓,所以以小于0.02 MPa的低负压为宜。由此可见,在考虑工艺因素对铝液充型速度影响的同时,应同时考虑其对铝件密度的影响。

2 结论

(1)保温涂料有利于提高铝液的充型速度。为提高铝液的充型能力,应有一定的涂层厚度,但不能太厚,取0.2~0.5 mm比较合适。

(2)浇注温度越高,铝液充型速度越大,但容易引起针孔和缩松缺陷,一般浇注温度以760~

780℃为宜。

(3)模样厚度过大或过小,铝液充型速度均越慢。模样材料密度越大,铸件针孔越严重。EPS作模样材料时,建议采用密度为18~22 kg/m³的EPS。

(4)一定的直浇道长度及直浇道面积有利于提高铝液的充型速度。直浇道空心面积率越大,铝液充型速度越快。试验证明,直浇道长度取120~170 mm,直浇道面积取500~800 mm²,直浇道空心率取50%左右为宜。

(5)施加负压有利于提高铝液的充型速度。但负压力不能太高,否则会使铝液产生紊流而增加铝件的针孔,所以负压以小于0.02 MPa为宜。

参考文献:

- [1] Lessiter M J. Innovations in controlling the lost foam process[J]. *modern casting*, 1996, (1): 45-58.
- [2] Dion J L, Warda R D. Production of aluminum alloy castings using evaporative pattern and vacuum techniques [J]. *AFS transactions*. 1990, 130: 131-140.
- [3] 黄乃瑜. 消失模铸造原理及质量控制[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2004. [3]

(上接第55页)虹吸脱脂已经脱除了部分PW,在成形坯内部已经初步形成了细微的孔道,这为后续热脱脂过程中产生的气体的逸出提供了路径,有效的避免了缺陷的产生;而对于直接热脱脂来说,升温速率过快时,由PW的蒸发、分解产生的气体来不及及时的逸出,当压力超过成形坯的强度时就会产生鼓泡甚至裂纹等缺陷。

Wiech^[9]的研究表明,将MIM成形坯放于虹吸料上经虹吸脱脂后,再放于炉中进行热脱脂,可以用较快的速率升温而不会产生缺陷,整个脱脂过程约10 h左右。

3 结论

此虹吸法的特点为脱脂过程无须搬运,虹吸料无须清除,可以快速脱除大部分低熔点组元,这将有利于推动虹吸脱脂以及MIM的发展。

(1)虹吸脱脂参数包括虹吸温度和虹吸时间,在140℃脱脂3 h条件下,PW的脱除率可达73%。

(2)先经虹吸脱脂的成形坯,在后续热脱脂中可以采用较快的速率升温而不产生脱脂缺陷。

参考文献:

- [1] Dobrzanski L A, Matula G, Herranz G, *et al.* Metal injection moulding of HS12-1-5-high-speed steel using a PW-HDPE based binder [J]. *Journal of Material Processing Technology*, 2005, (4): 1-6.
- [2] Eric Nyberg, Megan Miller, Kevin Simmons, *et al.* Microstructure and mechanical properties of titanium components fabricated by a new powder injection moulding technique [J]. *Materials Science and Engineering C*, 2005, (25): 336-342.
- [3] Newell M A, Davies H A, Messer P F, *et al.* Metal injection molding of Scissors using hardenable stainless steel powder [J]. *Power Metallurgy*, 2005, 48(3): 227-230.
- [4] Kim Y H, Yoo K P, Lim J S, *et al.* Removal of paraffin wax bind from metal injection molded part by supercritical fluids [J]. *Separation Science and Technology*, 2004, 39(8): 1967-1987.
- [5] Wiech R E. Method of forming shaped metal alloy parts from metal or compound particles of metal alloy compacts and compositions. US patent 4415528. 1983. [5]