

管子钳钳柄铝合金液态挤压工艺及模具设计

洪慎章

(上海交通大学 塑性成形工程系, 上海 200030)

摘要: 介绍了钳柄材料,进行了锻件设计、模具结构设计,分析了液态挤压的工艺参数及选择依据,以及产品技术经济性。结果表明,采用液态挤压工艺代替热模锻生产铝合金钳柄,可显著提高材料利用率,减少成形工序及降低产品成本。

关键词: 管子钳钳柄; 铝合金; 液态挤压; 模具结构

DOI: 10.3969/j.issn.1674-6457.2013.04.010

中图分类号: TG376.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-6457(2013)04-0040-03

Liquid Extrusion Technology and Die Design of Aluminium Alloy for the Pipe Wrench Grip

HONG Shen-zhang

(Department of Plastic Technology, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: The grip material, design of the forged part and structure of the die were introduced. The technological parameters for the liquid extrusion and the selection basis, and the technical economic property of the product were analyzed. Using liquid extrusion to manufacture the aluminium alloy grip, taking the place of hot die forging, can greatly increase the material utilization rate, reduce the processing procedures and lower the product cost.

Key words: pipe wrench grip; aluminium alloy; liquid extrusion; die structure

过去采用热模锻成形管子钳钳柄,不仅成形工序多(铝棒下料→毛坯加热→空气锤拔长→摩擦压力机开式模锻→切边→冲矩形孔),加工余量大,而且材料利用率很低,更重要的是因工人操作不慎,常常出现废品,致使产品成本较高。通过分析,采用新的液态挤压(也称液态模锻)成形工艺,在力学性能达到与热模锻件相等的情况下,成形工序少,加工余量小,材料利用率得到大大提高,明显降低了产品成本。液态挤压是一种借鉴于压力铸造和热模锻工艺而发展起来的新型金属加工工艺,对成形各种有色金属复杂零件是一种行之有效的新方法。

1 钳柄材料及其锻件设计^[1-3]

钳柄体零件如图1所示,它不仅具有较高的力学性能,而且形状较复杂。为了保证钳柄体的强度,材料应为LD锻造铝合金。力学性能要求: $\sigma \geq 420$ MPa, $\delta \geq 13\%$, 硬度大于105 HBW。

根据钳柄零件图及液态挤压工艺的要求,设计时应合理选择分模面。确定液态挤压件分模面的原则,与压力铸造工艺相同。通过液态挤压方法应把钳柄端部的长圆形孔制出,另外,采用水平分模可把

收稿日期: 2012-09-10

作者简介: 洪慎章(1932-),男,浙江鄞县人,教授,主要研究方向为塑性成形工艺和模具结构设计以及特种成形技术,曾获中国船舶工业总公司科技进步三等奖。

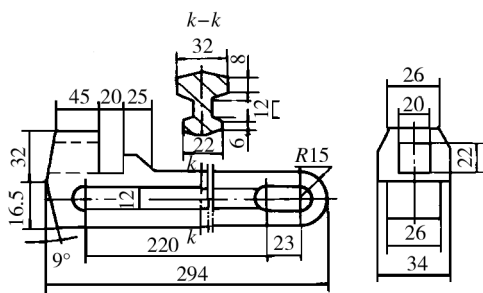


图1 钳柄零件

Fig. 1 Grip part

钳柄头部上的方形孔 20 mm×22 mm 制成盲孔。为了使制件容易从型腔中取出,并希望获得挤压充填成形的良好效果,同时便于模具加工及开模后制件留在下模,因此,该制件应具有 2 个分模面:一个是左右凹模组成的(图 2 左视图中心线);另一个是凸模与凹模组成的(图 2 中的 BCD),这样就把钳柄零件设计成如图 2 所示的挤压件。

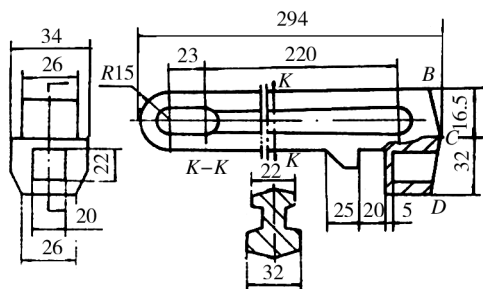


图2 钳柄挤压件

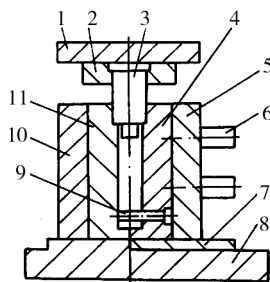
Fig. 2 Grip extrusion part

2 模具设计

2.1 液态挤压模具结构

铝合金钳柄液态挤压模具结构如图 3 所示。它主要由凸模 3、右凹模 4、芯轴 9 和左凹模 11 组成所要求的型腔。右凹模 4 和左凹模 11 分别用螺钉各自固定在上凹模动模板 5 和左凹模定模板 10 上,芯轴 9 通过其凸肩镶嵌在右凹模上,左凹模定模板 10 用螺钉紧固在下模板 8 上,右凹模动模板 5 经过侧缸在导柱 6 上实施开启及闭合。

采用 2000 kN 油压机改装进行液态挤压加工,其工作过程是:将定量的铝合金溶液浇入型腔后,固定在上滑块上的凸模以一定速度向下挤入型腔,



1. 上模板 2. 凸模固定板 3. 凸模 4. 右凹模 5. 右凹模动模板 6. 导柱 7. 垫板 8. 下模板 9. 芯轴 10. 左凹模定模板 11. 左凹模

图3 钳柄液态挤压模具

Fig. 3 Liquid extrusion die of grip

压力达一定数值后保压;铝合金凝固后卸压,凸模通过工作缸的回程向上移动,直至离开下凹模后,再用侧缸开启右凹模,使芯轴从制件长圆形孔中脱出,然后从左凹模上取出制件。

2.2 主要参数

为了保证挤压件的质量,设计模具参数时,必须考虑如下问题。

1) 间隙。凸模与左右两个凹模之间的间隙要适当,过小会因凸模与凹模的装配误差而相碰或咬住;过大则铝合金熔液会通过间隙喷出,造成事故,或者在间隙中产生纵向毛边,减小加压效果,且阻碍脱模。合理的间隙与加压开始时间、加压速度、压力大小、工件尺寸及金属材料有关。根据实际生产经验,单边间隙取 0.1 mm。

2) 排气。在左右两个凹模完全闭合后,铝合金熔液因缓慢地浇入型腔,型腔中气体可基本排出。液态挤压时,留在凸模导向部分的少量气体,通过凸模与凹模之间的间隙排出。

3) 脱模斜度。由于制件分模面位置位于其轴对称面上,开模后钳柄制件容易从型腔中取出,故可不设置脱模斜度。另外,铝合金熔液在冷却凝固成制件时,因冷却收缩紧包在长圆形芯轴上,为了便于从芯轴上脱出,故在芯轴上设有 1° 的脱模斜度。

4) 模具材料。液态挤压是在一定的压力和温度下进行的,不存在像压铸模那样会受到金属液的冲刷。工作压力比压铸时高,只要求模具在高温下有一定的抗压强度即可。另外,为了防止与铝合金熔液接触的模具表面产生热疲劳裂纹,凸模、左右凹模及芯轴均采用 4Cr5MoVSi 合金模具钢制造,热处

理后硬度为48~52 HRC,型腔表面进行低温氮碳共渗处理,硬度 ≥ 600 HV,渗层厚度为0.06 mm。

3 液态挤压的工艺参数^[2-3]

为了保证制件质量,就必须合理选择下列工艺参数。

1) 铝合金浇注温度。浇注温度对合金成形有明显影响,浇注温度过低则所需的单位压力大,因为这时铝合金极易凝固;过高则易产生缩孔。必须指出,液态挤压铝合金的浇注温度比砂型铸造浇注温度略低。因为希望在液态挤压时消除气孔、缩孔和疏松等缺陷,一般把浇注温度控制在比较低的数值。在浇注温度低时,气体易于从合金熔液内部逸出,极少留在金属中,易于消除气孔。此外,也可减少缩孔形成的机会,同时由于浇注温度较低,金属溢出较少,可减少纵向毛边。对该钳柄液态挤压的铝合金浇注温度选用700~740℃最合适。

2) 挤压压力。压力大小对制件的物理力学性能、铸造缺陷、组织、偏析、熔点及相平衡等都有直接的影响,所以确定成形时必须的单位压力是很重要的。如果压力过小,制件表面与内在质量则不能达到所要求的技术指标;压力过大,对性能的提高又不十分明显,还容易使模具损坏,且要求采用较大吨位的设备,增加了成本。合适的单位压力与加压方式、工件形状、壁厚、高度以及合金材料有关。到目前为止,所需压力大小尚无精确的理论计算方法,主要是通过试验获得。对该铝合金钳柄来说,液态挤压的单位压力达到100 MPa左右即可保证获得良好的力学性能。

3) 模具预热温度。模具若不预热,铝合金熔液注入型腔后会很快凝固,导致来不及加压;预热温度也不能过高,否则会延长保压时间,降低生产率,同时也不利于涂润滑剂。此外,模具预热还可以减少温差,降低热应力。对该铝合金钳柄液态挤压模具的预热温度应取200~300℃,通常采用煤油喷灯进行加热。

4) 加压开始时间。液态金属注入型腔至加压开始的时间间隔为加压开始时间,加压早晚对加压效果有很大影响。对于不同合金,可在熔融或半熔融状态加压,加压开始时间以合金冷却到不低于其固相线温度为准。一般当合金呈半熔融状态时开始

加压效果较好,因此加压开始时间可迟一些,过早会使合金溅出,而难以在合金上施加压力。从该铝合金钳柄液态挤压试验的结果来看,其加压开始的时间间隔越长,制件的强度及伸长率则降低。现用的开始加压时间是4~6 s较为合适。

5) 加压速度。如果加压速度快,则凸模能很好地将压力施加于合金上,便于成形、结晶和塑性变形。加压速度也不宜过快,否则易使合金熔液产生飞溅及卷入气体,使制件产生缺陷,以及从模具间隙中流出过多的合金熔液。由于现使用的油压机工作进给速度较慢,故利用工作行程的速度进行挤压。

6) 保压时间。升压阶段一结束便进入稳定的加压阶段,直至加压结束(卸压),这一段时间间隔为保压时间。压力保持的长短主要取决于制件厚度,在保证成形及结晶凝固条件下,保压时间以短为好。若保压时间过短,则制件内部容易产生缩孔;如果保压时间过长,则会延长生产周期,增加变形抗力,降低模具使用寿命。对该钳柄的壁厚情况,液态挤压的保压时间取14 s左右。

7) 润滑剂。润滑剂的作用是保护模具,提高制件表面质量及便于从模具内取出制件。对该铝合金钳柄液态挤压采用机油石墨润滑剂,即将质量分数为5%的200~300目的石墨粉加入到95%的机油中,搅拌均匀即可,然后喷涂在模具型腔表面,其厚度为0.05~0.1 mm。润滑剂必须喷涂均匀,不可涂得太多,过多的润滑剂会使制件表面形成气孔和粗糙等缺陷。

8) 冷却。液态挤压卸压后,一般应立即脱模,故制件的出模温度较高。为了防止高温的制件在空冷时产生裂纹等缺陷,应将出模后的制件立即放入砂堆中,待冷却到150℃以下时再取出空冷。

4 工艺分析

采用先进的液态挤压工艺进行生产,具有如下优点。

1) 产品质量高。液态挤压时,铝合金熔液是直接注入模具型腔内,由于浇注速度低,而且凸模下降速度缓慢而稳定,气体可以完全从型腔中排出。液态金属在高压下结晶成形,不会因体积收缩而产生缩孔。另外,由于所施加的压力传递均匀,使金属组

(下转第50页)

为保证制件在冲孔切边过程中的平稳性,该模具采用弹性卸料结构。此结构有敞开的工作空间,操作方便,生产效率高^[8]。冲压时,弹性卸料板 29 (依图 9 成形工序件设计成阶梯状)先接触制件,有预压作用,冲压后也可使冲压件平稳卸料,废料直接从下模漏出。为防止切断凸模 25 和卸料板 29 冲压时由于单侧受力发生错移,在下模设计靠块 2 和 11 分别平衡其侧向力,靠块与凸模和卸料板接触面均为无间隙配合起导向作用。

该冲孔切边模具经使用证明能保证 2 个 $\phi 5.15$ mm 孔的中心距(176 ± 0.1) mm 和边部的整齐。

5 结语

Dynaform 软件的运用可提供最佳零件工序尺寸及成形工序,使模具结构、工艺得到优化,减少了试模时间及费用,缩短了生产周期。该模具中镶拼结构的应用使修模方便,降低了模具的成本,有效保证了制件质量的稳定性。该产品到目前已冲压生产

50 万件,满足了客户的使用要求。

参考文献:

- [1] 李志宏. 型材弯曲模设计[J]. 模具工业, 2005(4): 33-34.
- [2] 聂福荣, 黄彩霞, 王帆. 冲模设计与制造技术的发展现状及前景[J]. 模具技术, 2005(4): 60-63.
- [3] 姜立忠, 张建营, 周耀东, 等. 汽车结构件多工位精密级进模排样及模具设计[J]. 锻压技术, 2009, 34(6): 41-43.
- [4] 徐政坤. 冲压模具及设备[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [5] 冲模设计手册编写组. 冲模设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [6] 朱东波, 孙琨, 李涤尘, 等. 板料成形回弹问题研究新进展[J]. 塑性工程学报, 2000, 7(1): 11-17.
- [7] 王桂英, 徐磊. 电器接片多工位级进模设计[J]. 模具制造, 2008(4): 21-29.
- [8] 朱兴华, 蔡炳芳. 轻型载货汽车纵梁模具设计及成形性仿真分析[J]. 锻压技术, 2008, 33(12): 54-56.

(上接第 42 页)

织致密均匀,晶粒细化,故具有良好的力学性能。

2) 节约金属材料。与热模锻工艺相比,由于没有毛边及冲孔连皮所损耗的金属材料,故金属材料利用率可达 95% 以上。与压铸工艺相比,液态挤压工艺不需要设置浇口套、喷嘴、浇注系统等消耗金属材料的装置(占制件质量的 20% ~ 30%)。

3) 模具结构简单,费用低。与热模锻相比,省去了切边模及冲孔模 2 副模具。如与压铸工艺相比,由于没有浇口套、喷嘴、浇注系统等结构,因此液态挤压模具结构大为简化,明显降低了模具的加工费用。

4) 设备投资小。热模锻工艺采用热模锻压力机或摩擦压力机等设备,其设备投资较高。压力铸造需要专门的压铸机,设备昂贵,而液态挤压既可用专用油压机,也可用通用油压机,设备便宜,这对于推广应用液态挤压工艺是一个极为有利的因素。

5) 制件成本低。由于大大提高了制件的材料利用率,明显降低了设备投资和模具费用,以及减少了加热所要消耗的热能,故制件成本比旧工艺降低了 30% ~ 35%。

5 结语

随着手工工具的结构零件逐步向轻型化方向发展,用铝合金代替钢材做上述零件的研究是今后的发展方向。由热模锻技术和铸造技术有机结合的先进的液态挤压成形工艺,在技术和经济上明显优于热模锻及压铸工艺,简化了生产工序,提高了产品质量和合格率,减少了投资,降低了产品成本,经济效益显著。该工艺特别适合于形状复杂,带有多孔或台阶形状类制件的成形,是有较大推广价值的新工艺。

参考文献:

- [1] 洪慎章, 曾振鹏. 铝合金接头挤压铸造工艺[J]. 特种铸造及有色合金, 2002(3): 47-49.
- [2] 洪慎章. 汽车铝合金零件液态模锻[J]. 锻造与冲压, 2007(1): 50-52.
- [3] 洪慎章. 特种成形实用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.