



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 118060472 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 24

(21) 申请号 202410339333.0

(22) 申请日 2024.03.25

(71) 申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72) 发明人 王朝辉 张炎 杜文博 冯如毅

李淑波 杜宪

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理

有限公司 11203

专利代理师 张立改

(51) Int. Cl.

B21J 5/00 (2006.01)

B21J 5/08 (2006.01)

B21J 13/02 (2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种薄壁壳轴套件半固态墩粗-反挤压复合成形工艺及模具

(57) 摘要

一种薄壁壳轴套件半固态墩粗-反挤压复合成形工艺及模具,属于半固态锻造成形设备加工领域。墩粗-反挤压的复合成形工艺主要包括在模具内实现半固态坯料墩粗预变形及反挤压充型工艺,在半固态温度区间内可以实现薄壁壳铜合轴套件加工制备,工艺中的模具包括上模部分和下模部分以及顶出机构,其中上模部分由第一冲头、第二冲头、上模座组成,下模由凹模、凹模垫板组成,顶出机构为顶杆,在凹模内开有若干个加热孔。本发明可以有效避免铜合金材料成形差、易热裂等问题,整套模具结构简单、加工成本低且工艺流程短,可大幅度提升产品良品率、减少原料损耗。

1. 一种薄壁壳轴套件半固态墩粗-反挤压复合成形工艺及模具,其特征在于,复合成形工艺为:待模具到达设定温度并保温一段时间后,将制备好的铜合金半固态坯料放入凹模内,挤压机内外滑块下行,带动第一冲头、第二冲头同时进入成形腔,对坯料施加压力,坯料在第一冲头、第二冲头共同作用下被墩粗完成第一道次的变形,待墩粗完毕后第二冲头回撤,随后液压机内滑块带动第一冲头下行,对型腔中的坯料进行二次反挤压成形。完成铜合金轴套件的成形后,液压机外滑块上行带动第二冲头上行,而后第一冲头在内滑块作用下上行,完成轴套件脱模,下部液压缸再次向上运动,顶杆将铜合金轴套件顶出。

2. 如权利要求1所述的一种薄壁壳轴套件半固态墩粗-反挤压复合成形工艺及模具,其特征在于:工艺中所述模具包括上模部分和下模部分以及顶出机构,上模部分由第一冲头、第二冲头、上模垫板组成,下模由凹模、凹模垫板组成,顶出机构为顶杆,在凹模内开有若干个加热孔。所述凹模设置于所述冲头下方,所述的凹模垫板平放在双动液压机平台上表面,所述的凹模与凹模垫板装配在一起。

3. 如权利要求1所述的一种薄壁壳轴套件半固态墩粗-反挤压复合成形工艺及模具,其特征在于:模具中所述的第一冲头、第二冲头分别双动液压机的内外滑块相连。

4. 如权利要求1所述的一种薄壁壳轴套件半固态墩粗-反挤压复合成形工艺及模具,其特征在于:模具中所述凹模垫板与凹模表面加工有定位凹槽,凹模放置在凹槽内,并无水平方向移动空间。

5. 如权利要求1所述的一种薄壁壳轴套件半固态墩粗-反挤压复合成形工艺及模具,其特征在于:复合成形工艺中所述成形温度范围为 $880^{\circ}\text{C} \sim 950^{\circ}\text{C}$,位于合金半固态区间内。

6. 如权利要求1所述的一种薄壁壳轴套件半固态墩粗-反挤压复合成形工艺及模具,其特征在于:复合成形工艺中所述半固态坯料固相率范围为 $65\% \sim 75\%$,成形比压为 $200\text{MPa} \sim 300\text{MPa}$ 。

一种薄壁壳轴套件半固态墩粗-反挤压复合成形工艺及模具

技术领域：

[0001] 本发明涉及半固态锻造技术领域，具体涉及一种薄壁壳轴套件半固态墩粗-反挤压复合成形工艺及模具。

背景技术：

[0002] 铜合金由于其优良的导电、导热性、化学稳定性等性能，在汽车、航空、航天、造船、家电、机械等制造行业有着广泛应用，铜合金轴套作为一种重要耐磨抗爆的摩擦机构部件，目前主要加工方式为铸造、挤压等，通过传统加工方式加工出的成形件力学性能较差、组织致密程度不高且不易于成形，而半固态成形方法可以显著降低材料变形抗力但更易于发生开裂、固液相分离，对于薄壁壳类轴套零件一般采用多道次成形方法，而在多道次成形过程中易造成工件氧化。

[0003] 对于高性能的铜合金轴套件的制备，常规固态成形时，铜合金材料流动性差、变形抗力大，导致成形困难或尺寸精度低，零部件的二次机加工量大，半固态墩粗-反挤压复合成形技术可以显著降低成形温度，缩短成形流程、减少成形道次，且经过墩粗完成部分变形量后，坯料组织变得更加致密，塑性变形能力增强，降低了后续成形难度，是成形铜合金轴套件的理想工艺方法。

发明内容：

[0004] 本发明的目的是提供一种薄壁壳轴套半固态墩粗-反挤压复合成形工艺及模具，通过发明能够实现半固态锻件复合一体锻造成型及退取件，且生产成本低，得到的锻件质量稳定、使用寿命长。

[0005] 为实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

[0006] 本发明提供一种薄壁壳轴套半固态墩粗-反挤压复合成形工艺及模具，模具包括上模部分和下模部分以及顶出机构，其中上模部分由第一冲头(1)、第二冲头(2)、上模垫板(3)组成，下模由凹模(4)、凹模垫板(7)组成，顶出机构为顶杆(8)，凹模上部设置有导正定位销(5)。

[0007] 在凹模(4)为上端开口的桶状结构，四周桶壁内开有周向环绕的加热孔(6)，在加热孔(6)内用于插入加热线圈，加热线圈与PID控温装置电连接；第一冲头(1)为下部一周具有横向延展凸台的直立圆柱状结构；第二冲头(2)为上下端开口的直立的桶状结构，桶外表面的下部分相对上部分为具有缺失的凹台结构；第一冲头(1)用于同轴位于第二冲头(2)的桶内，第二冲头(2)的下部分用于同轴位于凹模(4)内；第二冲头(2)的桶内表面为光滑无变径，第一冲头(1)直径与第二冲头(2)桶空腔直径相等匹配，第二冲头(2)下部分凹台外径与凹模(4)桶空腔直径相等匹配；

[0008] 凹模(4)顶部与第二冲头(2)为凹台结构凹台的顶端下上相对，两者之间并采用导正定位销(5)定位；第二冲头(2)的上端面为中间设有圆孔的上模垫板(3)，上模垫板(3)圆孔与第二冲头(2)桶腔向下相对且两者直径相等；

[0009] 凹模垫板(7)上表面加工有圆凹槽,凹模(4)的下端匹配坐落在圆凹槽内,同时凹模(4)和凹模垫板(7)采用压板螺栓固定,采用通过圆凹槽实现对凹模定位防止转动,同时实现在水平和竖直方向上的定位;

[0010] 凹模(4)的中心和凹模垫板(7)设有上下贯通的圆孔,圆孔内匹配顶出杆(8)。

[0011] 采用上述模具实现一种薄壁壳轴套半固态墩粗-反挤压复合成形工艺,其特征在于,包括以下步骤:

[0012] 通过PID控温装置设置温度,使得凹模(4)的温度范围 $880^{\circ}\text{C} \sim 950^{\circ}\text{C}$,位于合金半固态区间内;待模具到达设定温度并保温一段时间后,将制备好的铜合金半固态坯料放入凹模内,下压第一冲头、第二冲头使得第一冲头的下端、第二冲头的下端同时进入凹模腔内即成型腔,第一冲头的下端面和第二冲头的下端面齐平同时对坯料施加压力,坯料在第一冲头、第二冲头共同作用下被墩粗完成第一道次的变形,待墩粗完毕后第二冲头凹台上端面与凹模上端面采用导正定位销定位并接触,此时驱动第一冲头继续下行,对成型腔中的坯料施加压力,对坯料部分实现二次反挤压成形,材料在型腔中完成二次充型,提升了轴套件成形质量;完成铜合金轴套件的成形后,使第二冲头上行,而后使第一冲头行,所得轴套留在凹模内,然后使顶杆向上运动,顶杆将铜合金轴套件顶出。

[0013] 进一步:将整套模具安装在双动液压机上,上模部分与下模部分都通过定位销导正,在加热孔内插入加热棒或加热丝,加热棒或加热丝与PID控温装置连接,设置成形腔的加热/保温装置温度在适宜范围,待模具到达设定温度并保温一段时间后,将制备好的铜合金半固态坯料放入凹模内,挤压机内滑块下行,带动第一冲头、第二冲头进入成形腔,对坯料施加压力,坯料在第一冲头、第二冲头共同作用下被墩粗完成第一道次的变形,待墩粗完毕后第二冲头与凹模导正销接触,此时液压机内滑块带动第一冲头下行,对型腔中的坯料施加压力,实现对坯料部分实现二次反挤压成形,实现材料在型腔中的二次充型,提升了轴套件成形质量;完成铜合金轴套件的成形后,液压机内滑块上行,第二冲头随外滑块上行,而后第一冲头在内滑块作用下上行,轴套件留在凹模内,下部液压缸再次向上运动,顶杆将铜合金轴套件顶出。

[0014] 轴套空腔的直径由第一冲头的下部直径决定,轴套的侧壁后可以由第二冲头下端面壁厚决定。

[0015] 在凹模壁的加热线圈,所述加热线圈通过电阻丝加热以保持模腔内温度稳定,且与PID控制模块连接实现精准控温。

[0016] 在下凹模垫板以及凹模中对应设置有供顶杆通过的通孔,所述顶杆上端穿过通孔与凹模型腔下表面接触。

[0017] 优选的,所述凹模垫板直接放置在凹模模体内腔底部。

[0018] 顶杆下半部分与锻压设备顶出缸连接,在锻造合模完毕后,顶出工件。

[0019] 在凹模与第二冲头台阶面上设置有导正定位销,导正定位销能够对第二冲头起导向作用并且可以进行限位。

[0020] 所述上模垫板通过螺栓固定在安装在锻造设备的上工作台上,所述的第一冲头、第二冲头分别与上模垫板、双动挤压机内外滑块相连。

[0021] 通过本发明的锻造模具能够实现一体式扩孔触变成型锻压,实现了高度较高的轴套锻件锻造成型,解决了铜合金轴套锻件锻造成型难以及性能差的问题。

[0022] 锻件成型后,顶杆在锻压设备顶出装置的驱动下上移,从而将锻件一起从模体内部顶出。与现有发明相比,本发明有以下效果:

[0023] 1、采用墩粗-反挤压的复合成形方法,大大降低了半固态铜合金的成形难度,墩粗使得坯料在三向压应力作用下组织变得更为致密,先完成一部分变形,能够有效避免铜合金在半固态触变成形时的固液分离问题,通过反挤压能够实现铜合金轴套件筒部内腔的充型,提高成形件质量。

[0024] 2、采用墩粗-反挤压的复合成形的方法,能够避免铜合金在多道次长时间加热过程中发生氧化的问题,降低了铜合金热裂的风险,提高了成形件的质量。

[0025] 3、采用墩粗-反挤压的复合成形的方法,能够有效降低生产成本、优化生产工艺方法、缩短生产流程,且能够大大降低锻造过程中坯料的损耗,成形效率高。

附图说明:

[0026] 图1为本发明提出的一种墩粗-反挤压复合成形的半固态触变成形模具正面结构剖视图;

[0027] 图2为本发明提出的一种墩粗-反挤压复合成形工艺墩粗过程示意图;

[0028] 图3为本发明提出的一种墩粗-反挤压复合成形工艺反挤压过程示意图;

[0029] 图4为本发明提出的一种墩粗-反挤压复合成形工艺工件顶出过程示意图;

[0030] 图1中:1第一冲头,2第二冲头,3上模垫板,4凹模,5导正定位销,6加热孔,7凹模垫板,8顶出杆,9半固态坯料。

具体实施方式:

[0031] 下面通过实施例,结合附图,对本发明的实施方案进行进一步的说明。

[0032] 实施例1:

[0033] 本铜合金轴套件触变成形模具包括上模部分和下模部分以及顶出机构,其中上模部分由第一冲头1、第二冲头2、上模垫板3组成,下模由凹模4、凹模垫板7组成,顶出机构为顶杆8,且在凹模内开有若干个加热孔6。

[0034] 下模部分包括凹模4、凹模垫板7;凹模4内设置加热孔容纳加热线圈;凹模垫板7上部加工有凹圆台以放置凹模4,起到水平限位的作用;凹模4通过螺栓与凹模垫板7装配在一起。

[0035] 凹模与上模的工作部分形成锻造型腔,顶出机构8放置在凹模与凹模垫板中,顶出机构下部与液压机顶出缸接触,加热/保温装置线圈放入加热孔6中连接PID控温装置。凸模第一冲头1与第二冲头2为阶梯式圆柱体,第二冲头在凹模内的外径50mm,内径为42mm,第一冲头与第二冲头配合部分直径42mm,且第一冲头与第二冲头之间为间隙配合。

[0036] 触变成形的铜合金材料为CuSn10锡青铜,成形时凹模外加热线圈的加热/保温装置的设定温度为880℃,此时温度位于半固态区间内,此时坯料固相率为65%,将制备好的铜合金半固态触变坯料放入凹模4内,液压机内外滑块驱动第一冲头1、第二冲头2下行,对铜合金坯料进行第一步的墩粗,墩粗完后坯料变形量为40%,凸模工作部的下行挤压速度为5mm/min,设定的成形比压为200MPa,完成墩粗后第二冲头2停止下行,第二冲头回撤,双动液压机内滑块下行带动第一冲头1下行完成反挤压工序,此时下行挤压速度5mm/min,成

形比压250MPa,坯料进入型腔充型完毕最终实现铜合金轴套件的触变成形。

[0037] 完成触变成形后,液压机内滑块上行,凸模工作部中第二冲头随外滑块上行,随后第一冲头随内滑块上行,下部液压顶出缸向上运动,推动顶出杆,将铜合金触变成形的轴套形件顶出,最终获得外径50mm,内径42mm,壁厚4mm的铜合金触变成形的轴套件。

[0038] 实施例2:

[0039] 本实施例模具结构与实施例1类似,不同在于成形件尺寸不同,铜合金材料不同,触变成形过程温度不同,成形工艺参数不同。凹模的工作部分为圆柱体,外径100mm,内径50mm,凸模的工作部分第一冲头外径44mm,第二冲头模内部分内径44mm、外径50mm。所用铜合金材料为QSn6.5-0.1,凹模外的加热/保温装置设定温度为900℃,温度处于半固态区间内,此时坯料固相率为75%,将制备好的铜合金半固态触变坯料放入凹模中,第一、第二冲头的挤压速度为4mm/min,设定的成形比压为260MPa,当第一、第二冲头同时下行完成坯料镦粗,此时坯料变形量为45%,第一、二冲头回撤后,第一冲头立即以4mm/min的速度向下实现二次反挤压,反挤压设定的成形比压为280MPa,最终实现铜合金轴套件的触变成形。完成触变成形后,双动液压机按照第二冲头上行、第一冲头上行、顶缸顶出的工序实现开模取件,最终获得QSn6.5-0.4铜合金触变成形的轴套形件,成形件为外壁直径50mm,内径44mm,壁厚3mm的轴套成形件。

[0040] 实施例3:

[0041] 本实施例模具结构与实施例1类似,不同在于成形件尺寸不同,铜合金材料不用,触变成形过程温度不同,成形工艺参数不同。凹模的工作部分为圆柱体,外径100mm,内径50mm,凸模的工作部分第一冲头外径45mm,第二冲头模内部分内径45mm、外径50mm。所用铜合金材料为QSn7Zn7,凹模外的加热/保温装置设定温度为950℃,温度处于半固态区间内,此时坯料固相率为70%,将制备好的铜合金半固态触变坯料放入凹模中,第一、第二冲头的挤压速度为3mm/min,设定的成形比压为270MPa,当第一、第二冲头同时下行完成坯料镦粗,此时坯料变形量为45%,第一、二冲头回撤后,第一冲头立即以4mm/min的速度向下实现二次反挤压,反挤压设定的成形比压为290MPa,最终实现铜合金轴套件的触变成形。完成触变成形后,双动液压机按照第二冲头上行、第一冲头上行、顶缸顶出的工序实现开模取件,最终获得QSn7Zn7铜合金触变成形的轴套形件,成形件为外壁直径50mm,内径45mm,壁厚2.5mm的轴套成形件。

[0042] 尽管这里已详细说明了本发明的优选实施例,但并不限于以上实施例,凡是在本发明的精神和原则之下进行各种改进、添加、等同替换等,这些内容都将视为处于权利要求所限定的本发明的保护范围之内。

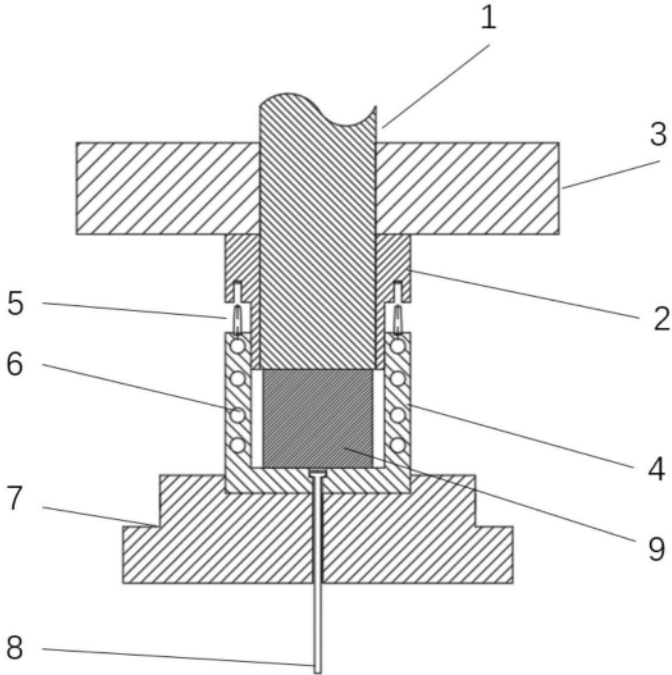


图1

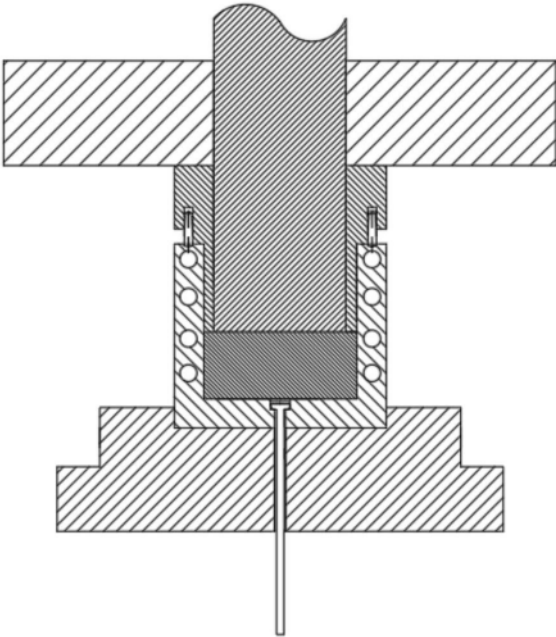


图2

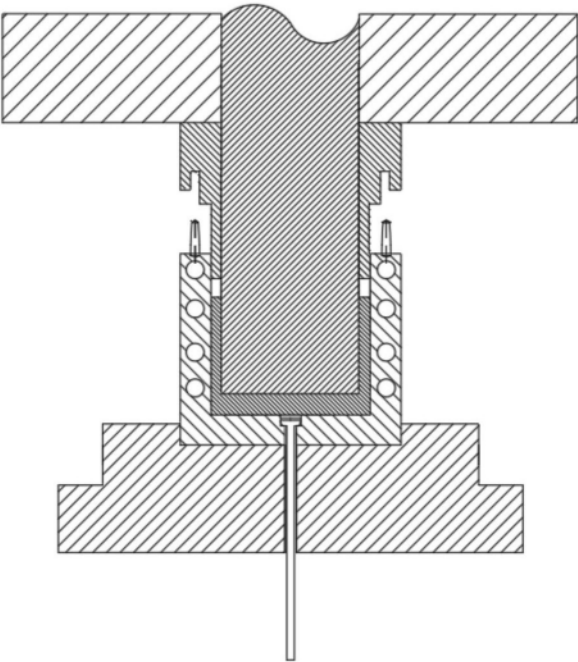


图3

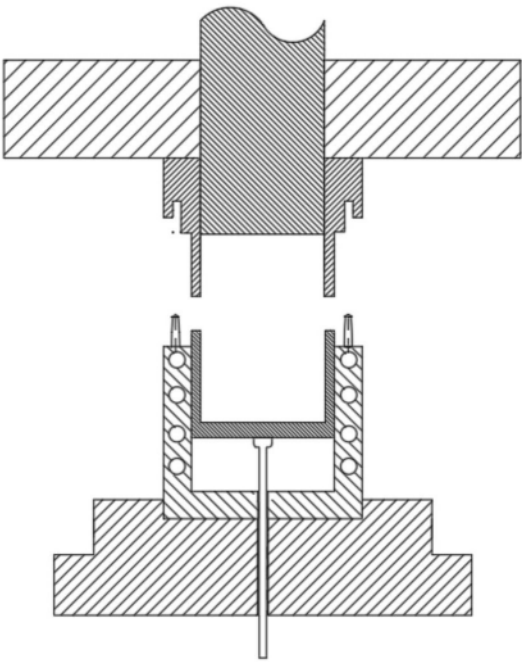


图4