



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104060203 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201410292743. 0

审查员 聂晓雪

(22) 申请日 2014. 06. 25

(73) 专利权人 攀钢集团江油长城特殊钢有限公司

地址 621701 四川省绵阳市江油市江东路 195 号

(72) 发明人 高首磊 何云华 邝素军 苏承龙 曲敬龙

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286

代理人 钟莹洁

(51) Int. Cl.

G22F 1/10(2006. 01)

G22C 19/05(2006. 01)

B21C 23/08(2006. 01)

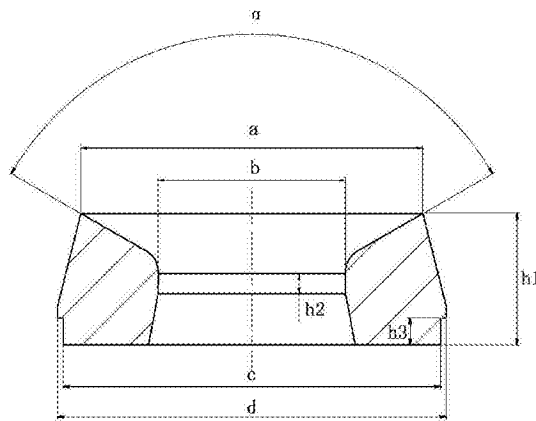
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种合金挤压棒材的生产工艺

(57) 摘要

本发明公开的 GH720Li 合金挤压棒材的生产工艺包括依次进行的坯料预处理、坯料热挤压和棒材后处理,在坯料预处理的步骤中,将 GH720Li 合金坯料分段锯切为预定长度的坯料并对预定长度的坯料表面进行包套;将包套后的坯料加热至 1135 ~ 1145℃并保温 90 ~ 120 分钟,将包套后的坯料迅速加热至 1170 ~ 1180℃并保温 3 ~ 5 分钟后出炉;将出炉后的坯料润滑得到待挤压坯料;在坯料热挤压的步骤中,预热挤压筒至 100 ~ 300℃后对待挤压坯料进行热压得到待处理棒材,采用锥形模具并控制挤压速率为 120 ~ 300mm/s 且控制坯料的挤压变形比为 4 ~ 5;将待处理棒材进行棒材后处理之后得到 GH720Li 合金挤压棒材。



1. 一种GH720Li合金挤压棒材的生产工艺,其特征在于,所述生产工艺包括依次进行的坯料预处理、坯料热挤压和棒材后处理,

在坯料预处理的步骤中,将GH720Li合金坯料分段锯切为预定长度的坯料,对所述预定长度的坯料表面进行包套并保证包套后的坯料的直径等于或略小于挤压筒的直径;将所述包套后的坯料加热至1135~1145℃并保温90~120分钟,之后将所述包套后的坯料迅速加热至1170~1180℃并保温3~5分钟后出炉;将出炉后的坯料进行润滑,得到待挤压坯料;

在坯料热挤压的步骤中,预热挤压筒至100~300℃后对所述待挤压坯料进行热压,得到待处理棒材,其中,采用锥形模具作为挤压模具并控制挤压速率为120~300mm/s且控制坯料的挤压变形比为4~5;

将所述待处理棒材进行棒材后处理的步骤之后,得到GH720Li合金挤压棒材。

2. 根据权利要求1所述的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺,其特征在于,以重量百分比计,所述GH720Li合金坯料含有C 0.01~0.02%、Cr 15.5~16.5%、Co 14~15.5%、Mo 2.75~3.25%、W 1~1.5%、Ti 4.75~5.25%、Al 2.25~2.75%、Zr 0.025~0.05%以及余量的镍。

3. 根据权利要求1所述的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺,其特征在于,所述预定长度为300~500mm。

4. 根据权利要求1所述的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺,其特征在于,在坯料预处理的步骤中对所述预定长度的坯料表面进行碳钢层包套并在棒材后处理的步骤中通过冷加工去除碳钢层,并且在进行碳钢层包套之后还在包套后的坯料的两端焊接钢垫。

5. 根据权利要求1所述的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺,其特征在于,采用箱式电加热炉对所述包套后的坯料进行加热。

6. 根据权利要求1所述的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺,其特征在于,采用粒度在0.125mm以上的玻璃粉进行润滑。

7. 根据权利要求1所述的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺,其特征在于,所述锥形模具由作为入料口的上段、作为工作带的中段和作为出料口的下段构成,所述锥形模具的入料口的锥度为120°。

8. 根据权利要求7所述的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺,其特征在于,所述挤压筒的直径为220mm,所述待挤压坯料经所述锥形模具挤压后得到的待处理棒材的直径为110mm。

一种合金挤压棒材的生产工艺

技术领域

[0001] 本发明属于高温合金型材的生产技术领域,更具体地讲,涉及一种GH720Li合金挤压棒材的生产工艺。

背景技术

[0002] GH720Li合金是一种高强度镍基难变形高温合金,它具有优异的综合力学性能及良好的抗腐蚀抗氧化性能,是新一代高性能航天航空发动机涡轮盘用关键材料之一,还可应用于导弹、火箭等动力装置中。

[0003] 现阶段,我国采用快锻的方式进行GH720Li合金棒材的生产,但GH720Li合金作为一种难变形高温合金,因其塑性变形温度区间窄,因此锻造加工时的温度控制非常重要,通常需要采用软包套锻造技术对坯料表面进行保温。但又由于锻造过程中包套材料容易伴随着震动而脱落,因此无法有效地保证坯料表面的锻造温度。

[0004] 随后,另一种称作为等温锻造的措施被应用在难变形高温合金的生产中,但等温锻造在我国应用在铝合金及Ti合金领域较多,高温合金的等温锻造目前同样处于试验摸索阶段。

[0005] 挤压工艺在国外难变形高温合金棒材生产已经有了一定的发展,因为挤压的生产过程时间很短,通常几秒钟生产过程完成,因此坯料的温度得到了很好的保证,进而有利于保证难变形高温合金的塑性变形能力。因此,挤压生产难变形高温合金是一种比较理想的生产方法。

发明内容

[0006] 针对现有技术中的不足,本发明的目的在于解决上述技术问题中的一个或多个。

[0007] 本发明的目的在于提供一种新的GH720Li合金棒材的生产工艺,以解决GH720Li合金棒材锻造生产难度大的问题,并以期提高GH720Li合金的成材率。

[0008] 为了实现上述目的,本发明提供了一种GH720Li合金挤压棒材的生产工艺,所述生产工艺包括依次进行的坯料预处理、坯料热挤压和棒材后处理,在坯料预处理的步骤中,将GH720Li合金坯料分段锯切为预定长度的坯料,对所述预定长度的坯料表面进行包套并保证包套后的坯料的直径等于或略小于挤压筒的直径;将所述包套后的坯料加热至1135~1145℃并保温90~120分钟,之后将所述包套后的坯料迅速加热至1170~1180℃并保温3~5分钟后出炉;将出炉后的坯料进行润滑,得到待挤压坯料;在坯料热挤压的步骤中,预热挤压筒至100~300℃后对所述待挤压坯料进行挤压,得到待处理棒材,其中,采用锥形模具并控制挤压速率为120~300mm/s且控制坯料的挤压变形比为4~5;将所述待处理棒材进行棒材后处理的步骤之后,得到GH720Li合金挤压棒材。

[0009] 根据本发明的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺的一个实施例,以重量百分比计,所述GH720Li合金坯料含有C 0.01~0.02%、Cr 15.5~16.5%、Co 14~15.5%、Mo 2.75~3.25%、W 1~1.5%、Ti 4.75~5.25%、Al 2.25~2.75%、Zr0.025~0.05%以及余量的

镍。

[0010] 根据本发明的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺的一个实施例,所述预定长度为300~500mm。

[0011] 根据本发明的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺的一个实施例,在坯料预处理的步骤中对所述预定长度的坯料表面进行碳钢层包套并在棒材后处理的步骤中通过冷加工去除碳钢层,并且在进行碳钢层包套之后还在包套后的坯料的两端焊接钢垫。

[0012] 根据本发明的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺的一个实施例,采用箱式电加热炉对所述包套后的坯料进行加热。

[0013] 根据本发明的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺的一个实施例,采用粒度在0.125mm以上的玻璃粉进行润滑。

[0014] 根据本发明的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺的一个实施例,在坯料热挤压的步骤中采用的挤压模具为锥形模具,并且所述锥形模具的入料口的锥角为120°。

[0015] 根据本发明的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺的一个实施例,所述挤压筒的直径为220mm,所述待挤压坯料经所述锥形模具挤压后得到的待处理棒材的直径为110mm。

[0016] 本发明能够实现对难变形高温合金GH720Li合金的挤压生产,并且能够生产出合格的GH720Li合金棒材,提供了一种传统锻压以外的热加工方法,并且该方法对此类难变形的高温合金棒材生产提供了一种新的思路,可操作性强、制得的产品性能优良,有很好的应用前景。

附图说明

[0017] 图1是本发明GH720Li合金挤压棒材的生产工艺中所使用的锥形模具的结构示意图。

具体实施方式

[0018] 在下文中,将对本发明的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺进行详细说明。

[0019] 由于GH720Li合金属于难变形高温合金,其高温变形抗力大并且塑性变形温度区间窄,因此一方面需要对坯料进行包套以保证坯料从加热炉到挤压设备的转移过程中的表面温度,另一方面还需改进挤压模具的结构以减小变形抗力,同时还需要优化坯料加热温度、挤压变形比和挤压速度等多项挤压参数,以最终实现挤压得到符合性能要求的GH720Li棒材的目的。

[0020] 本发明的生产工艺主要适用于GH720Li合金,其中,以重量百分比计,所述GH720Li合金坯料含有C 0.01~0.02%、Cr 15.5~16.5%、Co 14~15.5%、Mo 2.75~3.25%、W 1~1.5%、Ti 4.75~5.25%、Al 2.25~2.75%、Zr0.025~0.05%以及余量的镍。但事实上,本发明还适用于其它具有类似性能的难变形高温合金的棒材生产,例如可以通过调整部分加热参数或挤压参数来实现。

[0021] 根据本发明的示例性实施例,所述GH720Li合金挤压棒材的生产工艺包括依次进行的坯料预处理、坯料热挤压和棒材后处理,其中,坯料预处理的步骤包括将GH720Li合金坯料进行切割、加热和润滑等子步骤,以获得能够直接进行热挤压处理的待挤压坯料;坯料热挤压的步骤则是利用包括挤压模具的挤压机将待挤压坯料直接挤压成接近成品规格的

棒材即待处理棒材；棒材后处理则是利用如淬火、切头尾、时效、表面处理等子步骤将待处理棒材加工为棒材成品，但本发明对后处理的子步骤不作具体限定，只要最终能够获得符合要求的棒材成品即可。

[0022] 下面对本发明中GH720Li合金挤压棒材的生产工艺的各步骤进行详细说明。

[0023] 在坯料预处理的步骤中，需先将GH720Li合金坯料分段锯切为预定长度的坯料。根据本发明的一个实施例，预定长度为300~500mm。若坯料的长度过长，可能会导致所需求的挤压力太大并出现闷车事故，故限定为300~500mm为宜。

[0024] 然后，对预定长度的坯料表面进行包套并保证包套后的坯料的直径等于或略小于挤压筒的直径。为了保证坯料从加热炉到挤压机的转移过程中的表面温度并继而保证加工塑性，需要对坯料表面进行全包套。根据本发明的一个实施例，在坯料预处理的步骤中对预定长度的坯料表面进行碳钢层包套并在棒材后处理的步骤中通过冷加工去除碳钢层。此外，在进行碳钢层包套之后还在包套后的坯料的两端焊接钢垫以避免加工损伤。保证包套后的坯料的直径等于或略小于挤压筒的直径是为了使包套后的坯料能够放入挤压机的挤压筒中并进行热挤压，根据本发明的一个实施例，挤压筒的直径为220mm，此时控制包套后的坯料的直径也为220mm为宜，但本发明不限于此。

[0025] 之后，将包套后的坯料加热至1135~1145℃并保温90~120分钟，之后将所述包套后的坯料迅速加热至1170~1180℃并保温3~5分钟后出炉。其中，上述加热制度是根据GH720Li合金的塑性变形温度区间制定的，通过上述加热处理获得的坯料能够满足挤压的塑性变形要求，GH720Li合金的最佳塑性变形温度在1120~1170℃之间，考虑到挤压过程中坯料心部受挤压力的瞬时升温效果(约30~50℃)，将加热温度设置为1135~1145℃为宜，过高的加热温度将导致晶界脆化并易产生挤压裂纹，若加热温度过低，则GH720Li合金的变形抗力急剧增大，易出现挤压闷车现象(即因抗力过大挤不动的情况)。同时，保温90~120分钟能够确保坯料的内外温度均匀。另外，出炉前使坯料迅速升温至1170~1180℃并保温3~5分钟是为了将坯料表面温度升高一定的温度，以弥补坯料在出炉到挤压机转移过程中的表面温降，此时的加热温度过高同样会导致坯料表层组织过热而导致挤压裂纹。

[0026] 根据本发明的一个实施例，采用箱式电加热炉进行加热，并使包套后的坯料随炉升温进行加热，本发明不限于此。

[0027] 最后，为了减小挤压时的接触摩擦力，需将出炉后的坯料进行润滑得到待挤压坯料后再进行挤压。其中，采用粒度在0.125mm以上的玻璃粉对出炉后的坯料进行润滑，同时还需对挤压时的挤压玻璃垫也进行润滑。其中，优选地采用M1型玻璃粉进行润滑，这是因为M1型玻璃粉能够附着在热坯料的表面并在受热后熔化形成油状液，该油状液充填在热坯料和模具之间，一方面起到隔热作用并保护设备，另一方面起润滑作用并降低挤压过程的摩擦力。但本发明不限于此。

[0028] 在坯料热挤压的步骤中，需先将挤压筒预热至100~300℃以减少挤压过程中的温降，之后再对所述待挤压坯料进行挤压得到待处理棒材，其中控制挤压速率为120~300mm/s且控制坯料的挤压变形比为4~5。由于挤压比决定坯料的最终组织及性能，当挤压比小于4时，坯料的变形量小，无法充分破碎坯料的原始组织，易导致材料组织不均匀；并且，由于GH720Li合金的变形抗力很大，当挤压比过大时，需要很大的挤压力进行挤压，可能超出设备的负荷。

[0029] 由于GH720Li合金的高温变形抗力大,采用直筒型模具根本无法满足挤压要求。根据本发明的示例性实施例,为了减小挤压抗力,本发明采用锥形模具进行棒材的挤压。

[0030] 图1是本发明GH720Li合金挤压棒材的生产工艺中所使用的锥形模具的结构示意图。如图1所示,所述锥形模具入料口的锥角 α 为 120° 。根据本发明的一个实施例,挤压筒的直径为220mm,待挤压坯料经该锥形模具挤压后得到的待处理棒材的直径为110mm,由此控制坯料的挤压变形比为4,但本发明不限于此。此外,如图1所示,本发明所使用的锥形模具与普通平模的主要差别在于锥形模具上段的入料口具有锥角 α ,锥形模具可以有效地减小挤压阻力,减轻工装负荷;锥形模具中段与平模一样,为实际工作带,锥形模具中段的直径b是控制成品材料最终尺寸的有效参数;模具下段的出料口与普通模具一样设计为具有 10° 左右的锥度,其直径较锥形模具中段的直径b稍大可以有效降低出料阻力。并且,本发明所使用的锥形模具较平模增大了模具总厚度h1,例如增大20mm,主要是为了增加模具的强度,弥补锥度部分的强度损失并提高模具的使用寿命。此外,如入料口的直径a、中段的高度h2、安装部的直径c、d和h3等其余参数可以根据挤压筒的参数、挤压机模座尺寸配套进行设计确定的。需要说明的是,该锥形模具的材质和表面粗糙度要求可以与现有的挤压模具相同,例如采用3Cr2W8V等模具钢制造,本发明不限于此。

[0031] 最后,将待处理棒材进行棒材后处理的步骤之后,得到GH720Li合金挤压棒材。其中,本发明主要是对待处理棒材进行冷加工除去表面的碳钢层,但还可以包括其它后处理步骤,本发明不对此进行具体限定。

[0032] 下面结合具体示例进一步对本发明进行说明。

[0033] 本示例采用 $\phi 200\text{mm}$ 的GH720Li合金坯料进行挤压,该坯料的化学成分见下表1,将GH720Li合金坯料锯切为长度400mm的坯料,并通过上述的方法进行表面碳钢包覆及两端碳钢垫焊接后进行挤压试验。

[0034] 表1 GH720Li合金坯料的化学成分(wt%)

[0035]

元素	C	Cr	Co	W	Mo	Al	Ti	Ni
含量	0.017	15.96	14.76	1.48	3.06	2.68	5.07	余量
元素	B	Zr	Si	Mn	Fe	S	P	其它
含量	0.018	0.036	0.08	0.054	0.24	0.001	0.003	

[0036] 将上述锯切后的坯料在箱式电加热炉中加热,设定加热温度为 1140°C ,到温后保温2h,之后继续加热使坯料冲温到 1180°C 并保温2min后马上出炉进行挤压。

[0037] 采用3150MN挤压机以及上述结构的锥形模具,控制挤压速度为300mm/s。

[0038] 将挤压之后的棒材经矫直机矫直并采用车光方式去除表面碳钢层,得到 $\phi 100\text{mm}$ 的GH720Li合金棒材。

[0039] 所得GH720Li合金棒材的表面质量良好,产品检验结果如下表2和表3,从检验数据来看,所得GH720Li合金棒材的性能良好,符合技术标准要求。

[0040] 表2 GH720Li合金棒材的物理性能

项目	抗拉强度	屈服强度	延伸率	面缩率
	R_m /MPa	$R_{p0.2}$ /MPa	A/%	Z/%
[0041] 标准	≥ 1530	≥ 1100	≥ 9	≥ 10
1号样品	1505	1206	11.0	10.0
2号样品	1521	1152	11.0	11.0

[0042] 表3 GH720Li合金棒材的650℃光滑持久性能

项目	650℃光滑持久			
	σ	$\sigma_{p0.2}$	τ	δ
	MPa	MPa	h	%
[0043] 标准	≥ 1350	≥ 1025	≥ 30	4
[0044] 1号样品	1450	1060	74	12.5
2号样品	1400	1035	70	12

[0045] 综上所述,本发明的GH720Li合金挤压棒材的生产工艺能够生产出合格的GH720Li合金棒材,提供了一种传统锻压以外的热加工方法,并且该方法对此类难变形的高温合金棒材生产提供了一种新的思路,可操作性强、制得的产品性能优良,有很好的应用前景。

[0046] 尽管上面已经通过结合示例性实施例描述了本发明,但是本领域技术人员应该清楚,在不脱离权利要求所限定的精神和范围的情况下,可对本发明的示例性实施例进行各种修改和改变。

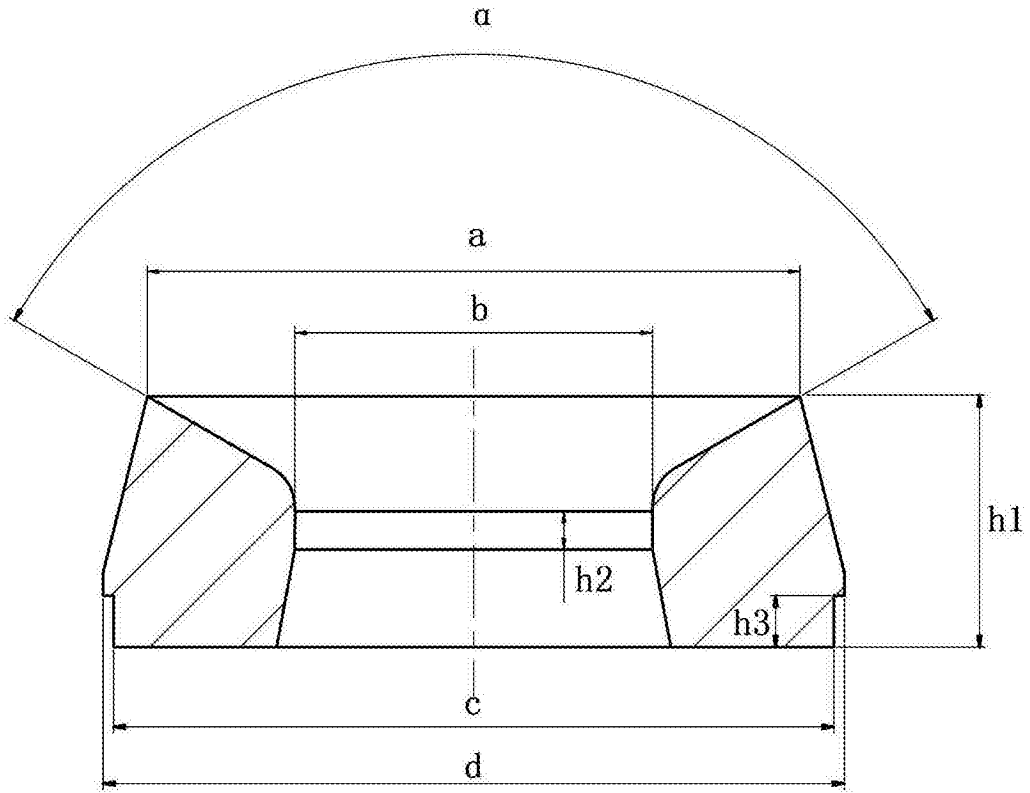


图1