



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110273117 A

(43)申请公布日 2019.09.24

(21)申请号 201910381945.5

(22)申请日 2019.05.08

(71)申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路932号

(72)发明人 蔺永诚 钱树生 陈小敏 李新和 姜玉强

(51)Int.Cl.

C22F 1/10(2006.01)

G21D 9/00(2006.01)

B21D 22/14(2006.01)

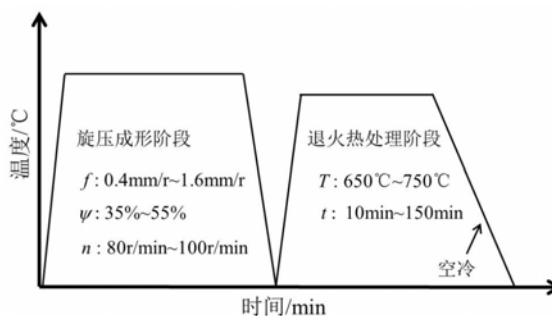
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

## (54)发明名称

一种消减HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套残余应力的退火热处理方法

## (57)摘要

本发明公开了一种消减HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套残余应力的热处理方法。该方法的步骤如下:(1)对HastelloyC-276薄壁屏蔽套坯料进行旋压,旋压成形的工艺参数为:进给比0.4mm/r~1.6mm/r,减薄率为35%~55%,芯模转速为80r/min~100r/min;(2)对旋压屏蔽套进行退火热处理,退火温度为650℃~750℃,保温时间10min~150min;(3)退火热处理结束后,将屏蔽套空冷至室温。本发明提出的方法可以通过退火热处理消减HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套的残余应力,为制造高性能的HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套提供了有效技术途径。



1. 一种消减HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套残余应力的退火热处理方法,其特征在于该方法可以通过退火热处理来有效地消减HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套的残余应力,包括如下步骤:

步骤1:对HastelloyC-276薄壁屏蔽套坯料进行旋压成形,旋压成形的工艺参数为:进给比 $0.4\text{mm/r}\sim 1.6\text{mm/r}$ ,减薄率为 $35\%\sim 55\%$ ,芯模转速为 $80\text{r/min}\sim 100\text{r/min}$ ;

步骤2:对旋压屏蔽套进行退火热处理,退火温度为 $650^{\circ}\text{C}\sim 750^{\circ}\text{C}$ ,保温时间 $10\text{min}\sim 150\text{min}$ ;

步骤3:退火热处理结束后,立即将屏蔽套取出,空冷至室温。

2. 通过本方法可以使HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套外表面轴向与内表面周向残余应力消减效果达 $85\%\sim 97\%$ ,外表面周向残余应力消减效果达 $65\%\sim 90\%$ 。

## 一种消减HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套残余应力的退火热处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于旋压技术领域,涉及一种消减HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套残余应力的退火热处理方法。

### 背景技术

[0002] HastelloyC-276合金具有优异的耐蚀性能,被广泛应用于在苛刻的腐蚀环境中,尤其是核主泵定/转子屏蔽套。

[0003] 较高的尺寸精度与良好的抗疲劳和耐腐蚀性能是核主泵屏蔽套制造的重要目标,旋压成形是制造高精度HastelloyC-276薄壁核主泵屏蔽套的一种新方法。在旋压成形过程中,坯料与芯模同步旋转,旋轮沿坯料母线方向进给,使金属材料产生塑性变形和流动,从而完成零件的成形。但是,由于摩擦、变形不均匀等因素的影响,旋压后的屏蔽套内部不可避免的会产生较大残余应力。在服役过程中,屏蔽套内的残余应力会逐渐释放,这会大大降低其尺寸稳定性,且旋压后产生的残余拉应力会严重劣化屏蔽套的疲劳性能与耐腐蚀性能,降低屏蔽套的服役寿命。因此,亟需发明一种能消减HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套残余应力的新方法。

[0004] 目前,在已公开的发明专利中,尚未有学者提出消减HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套残余应力的方法。因此,有必要提出一种低成本、低耗能、易于实施的方法,以达到消减HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套残余应力的目的。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种消减HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套残余应力的退火热处理方法,其工艺流程如图1所示。该方法可以通过退火热处理,有效地消减HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套的残余应力,解决了HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套残余应力难以消减的难题。

[0006] 本发明解决上述难题的方案是:

[0007] 步骤1:对HastelloyC-276薄壁屏蔽套坯料进行旋压成形,旋压成形的工艺参数为:进给比 0.4mm/r~1.6mm/r,减薄率为35%~55%,芯模转速为80r/min~100r/min;

[0008] 步骤2:对旋压屏蔽套进行退火热处理,退火温度为650℃~750℃,保温时间10min~150min;

[0009] 步骤3:退火热处理结束后,立即将屏蔽套取出,空冷至室温。

[0010] 本发明的有益效果为:该方法充分利用了退火热处理过程中静态回复/再结晶对旋压形成的高密度位错、变形储能、微观应变的消减作用,使得旋压后屏蔽套内的位错密度与变形储能降低,从而达到减小 HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套残余应力的目的。其原理为:旋压成形过程中,剧烈的塑性变形使得屏蔽套内产生了很高的位错密度和变形储能,且材料的不均匀变形会使屏蔽套内产生微观应变,这些因素的综合作用使得屏蔽套内产生了

较大的残余应力；在退火过程中，高密度位错发生运动，形变储能得到释放，且残留的微观应变逐渐减小，使得屏蔽套内的残余应力得到释放。最终达到消滅HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套残余应力的目的。

### 附图说明

- [0011] 图1工艺流程图；
- [0012] 图2实施例1的工艺流程图；
- [0013] 表1退火热处理前后HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套的残余应力；
- [0014] 图3实施例2的工艺流程图；

### 具体实施方式

[0015] 下面结合附图和具体实施案例对本发明进行详细说明。

[0016] 本发明为一种消滅HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套残余应力的退火热处理方法，实施案例中使用的材料为HastelloyC-276热轧板，需要经过旋压成形来完成屏蔽套的制造。

[0017] 实施例1

[0018] 步骤1：对HastelloyC-276薄壁屏蔽套坯料进行旋压成形，旋压成形的工艺参数为：进给比0.8mm/r，减薄率为44.1%，芯模转速为90r/min；

[0019] 步骤2：对旋压后的屏蔽套进行退火热处理，退火温度700℃，保温时间60分钟；

[0020] 步骤3：退火热处理结束后，立即将屏蔽套取出空冷至室温，实施例1的工艺流程示意图如图2所示。

[0021] 对旋压成形后及退火热处理后的薄壁屏蔽套进行残余应力测量，结果如表1所示。为证明本发明方法的可行性，对比表1中旋压成形后与实施例1屏蔽套残余应力的测量值可知，实施例1通过对旋压成形后的薄壁屏蔽套进行退火热处理，旋压后屏蔽套件外表面轴向残余应力消滅比例达91.99%，外表面周向残余应力消滅比例达66.30%，内表面周向残余应力消滅比例达87.70%。这说明本发明方法可以通过退火热处理来有效地消滅HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套的残余应力。

[0022] 实施例2

[0023] 步骤1：对HastelloyC-276薄壁屏蔽套坯料进行旋压成形，旋压成形的工艺参数为：进给比0.8mm/r，减薄率为44.1%，芯模转速为90r/min；

[0024] 步骤2：对旋压后的屏蔽套进行退火热处理，退火温度700℃，保温时间120分钟；

[0025] 步骤3：退火热处理结束后，立即将屏蔽套取出空冷至室温，实施例2的工艺流程示意图如图3所示。

[0026] 对旋压成形后及退火热处理后的薄壁屏蔽套进行残余应力测量，结果如表1所示。为证明本发明方法的可行性，对比表1中旋压成形后与实施例2的屏蔽套残余应力的测量值可知，实施例2通过对旋压成形后的薄壁屏蔽套进行退火热处理，旋压后屏蔽套件外表面轴向消滅比例达95.94%，外表面周向残余应力消滅比例达69.88%，内表面周向残余应力消滅比例达96.51%。

[0027] 本发明方法可以通过退火热处理有效地消滅HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套的

残余应力。同时,本方法仅仅是在薄壁屏蔽套旋压成形结束后添加一道退火热处理工序,利用退火过程中的静态回复/再结晶来消减HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套产生的残余应力,相比其他通过预拉伸、振动时效等来消减残余应力的方法,具有操作简便,效率高,成本低,易于实施且可有效的保持薄壁旋压屏蔽套的结构精度等优势。

[0028] 上面结合附图对本发明的实例进行了描述,但本发明不局限于上述具体的实施方式,上述的具体实施方式仅是示例性的,不是局限性的,任何不超过本发明权利要求的发明创造,均在本发明的保护之内。

[0029] 表1退火热处理前后HastelloyC-276薄壁旋压屏蔽套的残余应力

	外表面轴向残余 应力 (MPa)	外表面周向残余 应力 (MPa)	内表面周向残余 应力 (MPa)
[0030] 旋压成形后	265.12	300.32	-800.29
实施例 1	21.23	101.26	-98.51
实施例 2	10.76	90.46	-27.95

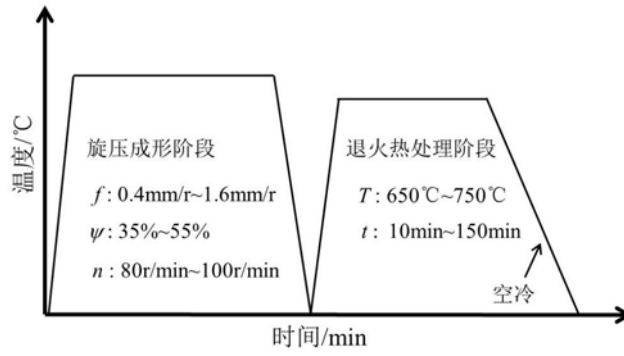


图1

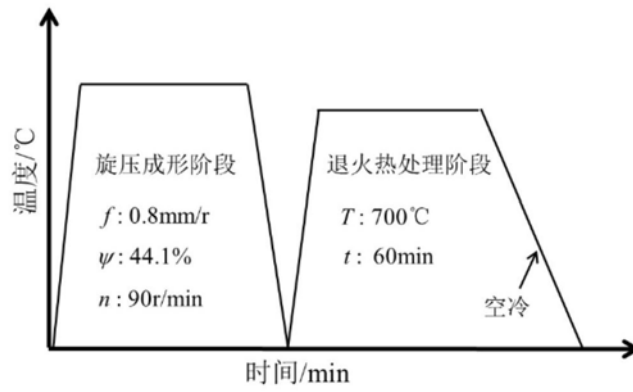


图2

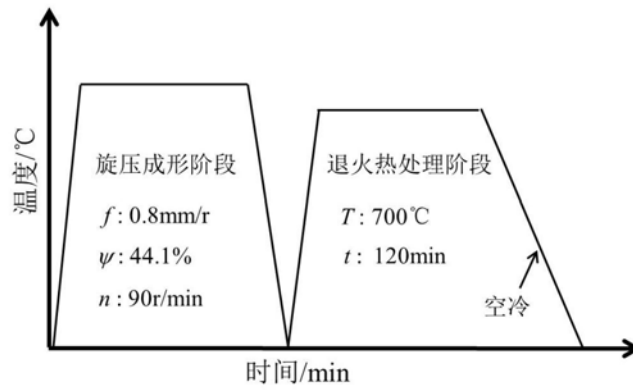


图3