

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102172705 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 21

(21) 申请号 201110051478. 3

(22) 申请日 2011. 03. 04

(73) 专利权人 上海桦厦实业有限公司

地址 201405 上海市奉贤区航塘公路 1618 号

(72) 发明人 王以华 吴振清 王韧

(74) 专利代理机构 上海交大专利事务所 31201

代理人 王锡麟 王桂忠

(51) Int. Cl.

B21D 26/033(2011. 01)

(56) 对比文件

CN 1947877 A, 2007. 04. 18, 全文.

US 3379043, 1968. 04. 23, 说明书第 13-14 栏、附图 11.

JP 特开 2000-312946 A, 2000. 11. 14, 全文.

审查员 陈韦志

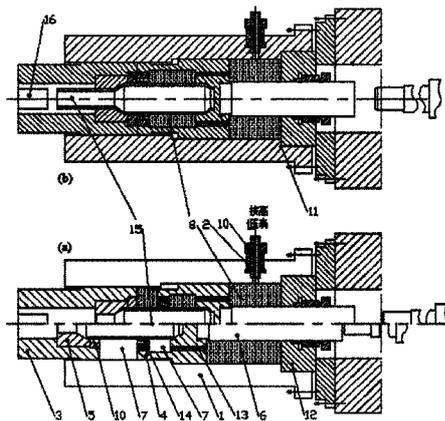
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

变截面薄壁钛管流体力学成形装置

(57) 摘要

一种薄壁管成型技术领域的变截面薄壁钛管流体力学成形装置,包括:密封壳体 and 与之相连的高压接头以及设置于密封壳体内的柱塞和模具,柱塞内部设有凹模,模具内套接有正对压力机顶杆的接杆,柱塞、密封壳体以及模具构成空腔且空腔内充满液压用工质,模具的上端和下端分别与柱塞和液压工质相接触。本发明用流体力学成形方法来完成沿轴向变截面薄壁管成形装置及工艺。流体力学成形的薄壁管与缩颈和在动芯棒上液体挤压相比,允许扩大变形程度达 30% 以上,增加制造零件的品种并提高劳动生产率。



1. 一种变截面薄壁钛管流体力学成形装置,包括:密封壳体和与密封壳体相连的高压接头以及设置于密封壳体内的柱塞和模具,其特征在于:柱塞内部设有凹模,模具内套接有正对压力机顶杆的接杆,柱塞、密封壳体以及模具构成空腔且空腔内充满液压用工质,模具的上端和柱塞相接触,模具的下端与液压工质相接触;该成形装置的成形方法包括以下步骤:

1) 柱塞位于原始位置且其内部的顶杆位于上限位置,在模具的锥面上安放润滑后的毛坯,之后向密封壳体内注入液压油至标定位置,接着控制压力机驱动顶杆下行到下限位置并接通压力机进行锻造;

2) 柱塞快速下行到密封壳体的上腔入口瞬间,开始以 2mm/s 速度工作行程,凹模、毛坯的端部和模具在接触的瞬间开始向下运动,此时液压油从密封壳体的下腔沿着模具的纵向孔流向上腔直至充满密封壳体的上型腔,升高液压油的压力同时模具停止下行;

3) 压力油作用在模具的一端和毛坯的侧面的同时,由于密封壳体容器的上腔直径小于下腔直径,对应的模具的上断面的环形面积小于下断面的环形面积;密封壳体的上下腔液体压力差将模具紧紧压向毛坯;

4) 按照措施要求,实现变形所必需达到的轴向应力和液体压力的值开始流体力学成形过程:柱塞沿密封壳体上腔下行且模具反向上行,上升的模具在恒定的压力下进行成形,在模具和柱塞接触的瞬间,成形过程结束并控制压力机压力上升;

5) 柱塞向原始位置运动使得锻件从模具中脱出并滞留在凹模中,直至由顶杆从凹模中顶出锻件,继而模具由压力机的顶杆安放到原始位置,锻件从工作区域取走,重复下一个成形周期。

2. 根据权利要求 1 所述的变截面薄壁钛管流体力学成形装置,其特征是,所述的柱塞的顶端与压力机滑块固定连接。

3. 根据权利要求 1 所述的变截面薄壁钛管流体力学成形装置,其特征是,所述的凹模位于柱塞的窝座内并采用螺母固定实现静配合。

4. 根据权利要求 1 所述的变截面薄壁钛管流体力学成形装置,其特征是,所述的密封壳体的底部设有台阶,该密封壳体与接杆相接触的位置设有堵头。

5. 根据权利要求 1 所述的变截面薄壁钛管流体力学成形装置,其特征是,所述的高压接头采用加厚螺母固紧在密封壳体的外壁上。

6. 根据权利要求 1 所述的变截面薄壁钛管流体力学成形装置,其特征是,所述的模具内设有导通油路。

7. 根据权利要求 1 或 6 所述的变截面薄壁钛管流体力学成形装置,其特征是,所述的模具的上端内部固定设有带纵向孔的螺帽,该螺帽的内部与工件的外壁相接触以实现轴向精确定位。

变截面薄壁钛管流体力学成形装置

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种薄壁管成形技术领域的装置,具体是一种变截面薄壁钛管流体力学成形装置。

背景技术

[0002] 钛是一种性能优良、在发展经济和国家安全中具有战略意义的金属,被称为“太空金属”、“海洋金属”。钛合金与其它结构材料比较,其最重要的优点是比强度高,热强性好,在 400℃~500℃温度范围内,钛合金的比强度超过了多数不锈钢和抗氧化钢。钛合金在低温下基本上不变脆(低碳钢在 -50℃冲击韧性只是室温时的 1/10), α 型钛合金在液氢温度(-253℃)下的强度为室温的 2 倍,同时具有满意的塑性。用钛合金代替不锈钢和高温合金等材料制造零件,可以大幅度地减轻产品质量,受到航空、航天工业的极大重视,已经在欧美多种先进型号的飞机上应用,40~50% 导管采用钛合金。同时,也越来越受到汽车、机车、电力、化工、舰船上热交换器和冷凝器等工业部门的青睐。近年来,随着各行业新材料及特性材料使用力度加大,航天航空、舰船、核电及海水管路领域钛材用量急剧增加,使钛合金管路配件中的高质量、高性能变截面薄壁管件用量也随之剧增。但是,它是一种难变形金属。目前,我国所需钛合金管材主要依赖进口。

[0003] 液体挤压法是制造沿轴向变截面管材的先进方法。但是存在所需液体压力高、耗能高、工件一次变形程度小,有时需要多次退火才能完成液体挤压或液压胀形。

[0004] 经过对现有技术的检索发现,在《钛合金管件成形与连接技术在航空工业中的应用及发展趋势》(2009 年 10 月 27 日“第十一届全国塑性工程学术年会论文集,第一届管材成形技术学术研讨会”P. 14~33) 中记载了制造钛合金管材的方法,列举了滚压法、胀形法、脉冲法等,未涉及本发明流体力学成形方法。但是该技术所涉及的成形方法使变形材料的变形程度低,效率不高,更重要的是未涉及变截面管的成形问题。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术存在的上述不足,提供一种变截面薄壁钛管流体力学成形装置,用流体力学成形方法来完成沿轴向变截面薄壁管成形装置及工艺。流体力学成形的薄壁管与缩颈和在动芯棒上液体挤压相比,允许扩大变形程度达 30% 以上,增加制造零件的品种并提高劳动生产率。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的,本发明包括:密封壳体 and 与之相连的高压接头以及设置于密封壳体内的柱塞和模具,其中:柱塞内部设有凹模,模具内套接有正对压力机顶杆的接杆,柱塞、密封壳体以及模具构成空腔且空腔内充满液压用工质,模具的上端和下端分别与柱塞和液压工质相接触。

[0007] 所述的柱塞的顶端与压力机滑块固定连接。

[0008] 所述的凹模具体位于柱塞的窝座内并采用螺母固定实现静配合。

[0009] 所述的密封壳体的底部设有台阶,该密封壳体与接杆相接触的位置设有堵头。

- [0010] 所述的高压接头具有良好密封并用加厚螺母固紧在密封壳体的外壁上。
- [0011] 所述的密封壳体固定设置于压力机台面上。
- [0012] 所述的模具内设有导通油路以进一步加强液压工质的流动性。
- [0013] 所述的模具的上端内部固定设有带纵向孔的螺帽,该螺帽的内部与工件的外壁相接触以实现轴向精确定位。
- [0014] 本发明的优点在于:流体力学成形的薄壁管与缩颈和在动芯棒上液体挤压相比,允许扩大变形程度达 30%以上,增加制造零件的品种并提高劳动生产率。

附图说明

- [0015] 图 1 为本发明结构示意图;
- [0016] 图中:a) 毛坯端部与凹模接触瞬间(下侧)和液体压力建立瞬间(上侧);b) 变形结束瞬间并获得空心零件。
- [0017] 图 2 为工件 a) 及变截面管件 b) 示意图。

具体实施方式

[0018] 下面对本发明的实施例作详细说明,本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0019] 实施例 1

[0020] 如图 1 所述,本实施例包括:密封壳体 1 和与之相连的高压接头 2 以及设置于密封壳体 1 内的柱塞 3 和模具 4,其中:柱塞 3 内部设有凹模 5,模具 4 内套接有正对压力机顶杆 16 的接杆 6,柱塞 3、密封壳体 1 以及模具 4 构成空腔 7 且空腔 7 内充满液压用工质 8,模具 4 的上端和下端分别与柱塞 3 和液压工质 8 相接触。

[0021] 所述的柱塞 3 的顶端与压力机滑块 9 固定连接。

[0022] 所述的凹模 5 具体位于柱塞 3 的窝座内并采用螺母 10 固定实现静配合。

[0023] 所述的密封壳体 1 的底部设有台阶 11,该密封壳体 1 与接杆 6 相接触的位置设有堵头 12。

[0024] 所述的高压接头 2 具有良好密封并用加厚螺母 10 固紧在密封壳体的外壁上。

[0025] 所述的密封壳体 1 固定设置于压力机台面上。

[0026] 所述的模具 4 内设有导通油路 13 以进一步加强液压工质 8 的流动性。

[0027] 所述的模具 4 的上端内部固定设有带纵向孔的螺帽 14,该螺帽 14 的内部与工件 15 的外壁相接触以实现轴向精确定位。

[0028] 本装置通过以下方式实现成形:

[0029] 1) 柱塞 3 位于原始位置且其内部的顶杆位于上限位置,在模具 4 的锥面上安放润滑后的毛坯,之后向密封壳体 1 内注入液压油至标定位置,接着控制压力机驱动顶杆下行到下限位置并接通压力机进行锻造。

[0030] 2) 柱塞 3 快速下行到密封壳体 1 的上腔入口瞬间,开始以 2mm/s 速度工作行程。凹模 5、毛坯的端部和模具 4 在接触的瞬间开始向下运动,此时液压油从密封壳体 1 的下腔沿着模具 4 的纵向孔流向上腔直至充满密封壳体 1 的上型腔,升高液压油的压力同时模具

4 停止下行。

[0031] 3) 压力油作用在模具 4 的一端和毛坯的侧面的同时,由于密封壳体 1 容器的上腔直径小于下腔直径,对应的模具 4 的上断面的环形面积 F_1 小于下断面的环形面积 F_2 ;同样的,密封壳体 1 的上下腔液体压力差将模具 4 紧紧压向毛坯。

[0032] 4) 按照措施要求,实现变形所必需达到的 σ_z 和 p 的值开始流体力学成形过程:柱塞 3 沿密封壳体 1 上腔下行且模具 4 反向上行,上升的模具 4 在恒定的压力下进行成形,在模具 4 和柱塞 3 接触的瞬间,成形过程结束并控制压力机压力上升。

[0033] 5) 柱塞 3 向原始位置运动使得锻件从模具 4 中脱出并滞留在凹模 5 中,直至由顶杆从凹模 5 中顶出锻件,继而模具 4 由压力机的顶杆安放到原始位置,锻件从工作区域取走,重复下一个成形周期。

[0034] 实施例 2

[0035] 为了研究力的规范甚至分析过程的特点,完成了工件 15 的流体力学成形试验。使用冷拉高质量薄壁管 $\phi 16 \times 1 \times 100 \text{mm}$ (附图 2a),其材质为工业纯钛 TA1,按照 GB/T3624-1995 标准制造,交货状态为按标准规范退火的软状态。

[0036] 为了对各种变形程度的工件 15 进行试验,用 Cr12MoV 钢制造了 4 个凹模 5,热处理硬度为 56 ~ 61HRC,凹模 5 的锥角为 $2\alpha = 40^\circ$,工作带孔径依次为 13、12、11 和 10mm。工件 15 外表面涂上润滑层,润滑材料为覆膜 + 水基石墨。

[0037] 工件 15 的流体力学成形在图 1 所示装置中实现。所用容器的上腔直径为 40mm,下腔直径为 50mm;支柱直径为 20mm。在容器这样上下腔面积下,对于薄壁管 $\phi 16 \times 1 \text{mm}$ 轴向应力为 $\sigma_z = 6.7p$ 。

[0038] 在用规定变形程度成形工件 15 时的液体压力精度控制在 $\pm 3 \text{MPa}$,所用高压表度量范围达到 500MPa。在试验中,球阀与容器的型腔相连,容器还装有开启的压力表。同时能够观察瞬间稳定的变形过程中压力表的指针所指数据,并且能够据此计算出工件 15 液压挤压所必需的力。这个力的一部分消耗在柱塞 3、模具 4 和支柱密封的摩擦上。

[0039] 如果工件 15 的流体力学成形计算力建立在高压表所示数据与压力机表所示的力作比较,则其差值在克服装置密封的摩擦力。管坯变形程度 ε 用下式确定

$$[0040] \quad \varepsilon = (f_0 - f_1) / f_0 \quad (1)$$

[0041] 式中 f_0 、 f_1 ——分别表示管坯变形前后横断面积, mm^2

[0042] 工件 15 变形程度 ε 用式 (1) 确定。对每一个 ε 成形 3 个工件 15,故在装置中安装了相应的凹模 5。试验结果列于表 1。

[0043] 表 1 工件 $15\phi 16 \times 1 \times 100 \text{mm}$ 流体力学成形与液体挤压试验结果比较

[0044] 工件 15 变形段 尺寸 /mm	变形 程度 ε	延伸 系数 λ	$\ln\lambda$	液体压力 P /MPa		$K = \frac{D_0}{D}$	
				流体力 学成形	液体挤 压 成形	流体力学 成形	液体挤压 成形
$\phi 13 \times 1 \times 50$	0.2	1.25	0.166	23	30	1.23	1.23
$\phi 12 \times 1 \times 55$	0.266	1.36	0.307	30	40	1.33	1.33
$\phi 11 \times 1 \times 60$	0.333	1.5	0.405	40	50	1.45	1.45(管子 被压扁)
$\phi 10 \times 1 \times 65$	0.4	1.66	0.507	48		1.6(管子 被压扁)	

[0045] 注 :D- 缩颈后管的外径。

[0046] 随着变形程度由 $\varepsilon_1 = 0.2$ 增加到 $\varepsilon_4 = 0.4$, 液体压力由 23 增加到 48MPa。在 $\varepsilon_4 = 0.4$ 时, 工件 15 材料充填凹模 5 锥形表面之后, 压力达到临界值 $p_k = 48\text{MPa}$, 并且工件 15 被压扁。对工业纯钛 TA1 软状态

[0047] $\sigma_b = 330\text{MPa}$ 条件下, 按下式计算的临界值: $P_k = \sigma_b \ln(D_0/d_0)$, (2)

[0048] 式中 σ_b ——工件 15 材料拉伸时流动极限; D_0 和 d_0 分别为工件 15 的外径和内径。

[0049] 则有 $p_k = 330 \cdot \ln(16/14) = 45\text{MPa}$ 。

[0050] 在试验结果的基础上确定, 流体力学成形薄壁管的工艺过程与缩颈和空心毛坯在可动芯棒上的液体挤压 (允许变形 26%) 相比 (见表 1), 允许实现增加一次有效变形范围 (到 33 ~ 35%), 甚至能够改变相应的 σ_z 和 p 值, 因此能够扩大各种相对变形厚度 S_0/D_0 的工件 15 的变形范围。

[0051] 在空心零件流体力学成形的周期中, 变形前工件 15 型腔没有芯棒或堵头 12 装置, 变形后不需要从零件的型腔中抽出芯棒或堵头 12。

[0052] 在流体力学成形的条件下与液体挤压一样, 管材实现自动监控, 在外压力 20 ~ 40MPa 条件下, 没有微裂纹。在高于上述压力 2 ~ 3 倍条件下作工件 15 成形后零件试用, 没有出现任何问题, 因此保证了产品质量。在考虑工件 15 润滑和装料并从压力机工作区域运走产品所花的时间后, 大约生产率——40 ~ 50 件 / 小时。

[0053] 因此, 本实施例用流体力学成形的薄壁管与缩颈和在动芯棒上液体挤压相比, 允许扩大各种变形区域, 增加制造零件的品种并提高劳动生产率。

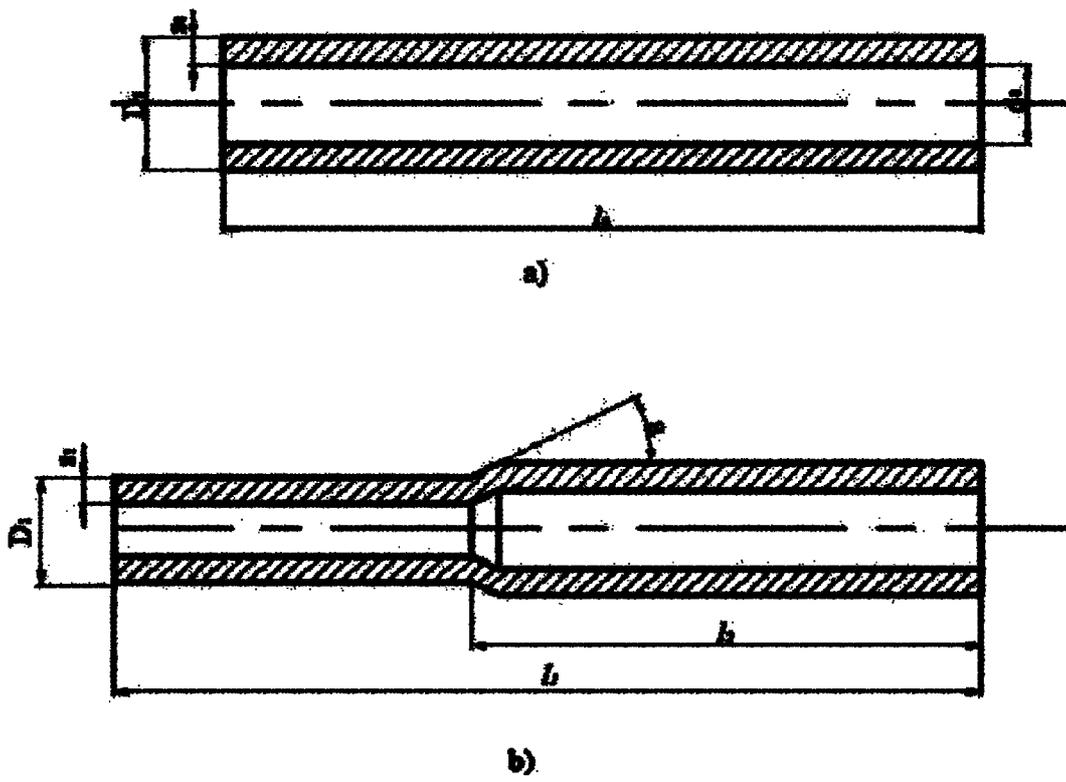


图 2