

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102560037 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 06

(21) 申请号 201110453524. 2

2.

(22) 申请日 2011. 12. 30

CN 200985338 Y, 2007. 12. 05, 说明书第 2 页第 5 段、第 3 页第 1 段。

(73) 专利权人 豫西工业集团有限公司

地址 474678 河南省南阳市南召县云阳 101 信箱

审查员 王燕

(72) 发明人 郭十奇 马金海 谢宏 杨有才 柯美武

(74) 专利代理机构 南阳市智博维创专利事务所 41115

代理人 杨士钧

(51) Int. Cl.

C21D 1/773(2006. 01)

C21D 1/18(2006. 01)

C21D 9/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1563437 A, 2005. 01. 12, 说明书实施例

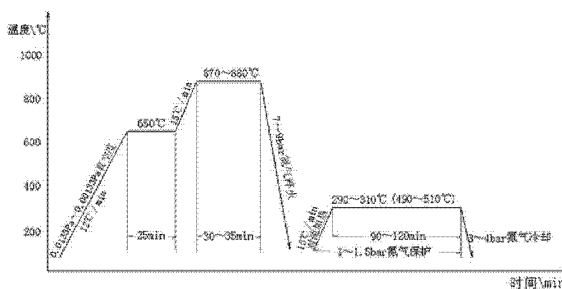
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

高强度钢制薄壁件真空热处理工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种高强度钢制薄壁件真空热处理工艺,该高强度钢制薄壁件真空热处理工艺包括真空淬火、真空回火。真空淬火是在 1.33×10⁻⁴Pa ~ 1.33×10⁻²Pa 真空度,加热至 650℃保温 25 分钟后,再加热至 870℃~ 880℃保温 30 ~ 35 分钟,之后向炉内充入 7 ~ 9bar 高纯度氮气进行气压淬火,冷却至 50℃~ 60℃;真空回火是在 1 ~ 1.5bar 高纯度氮气保护下,对流加热至回火温度保温 1.5 ~ 2 小时,之后向炉内充入 3 ~ 4bar 高纯度氮气进行气压冷却,冷至低温出炉。本发明的优点在于高强度钢制薄壁件真空热处理表面无氧化、无脱碳,尺寸精度高,硬度均匀,强度高,成本低。



1. 一种高强度钢制薄壁件真空热处理工艺,包括真空淬火、真空回火;其特征在于真空淬火是在 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 真空度,以 $12^\circ\text{C} / \text{分钟}$ 加热至 650°C 保温25分钟后,再以 $15^\circ\text{C} / \text{分钟}$ 加热至 $870^\circ\text{C} \sim 880^\circ\text{C}$ 保温30~35分钟,之后向炉内充入7~9bar高纯度氮气进行气压淬火,冷却至 $50^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$;真空回火是在 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 真空度,向炉内充入1~1.5bar高纯度氮气后,再以 $15^\circ\text{C} / \text{分钟}$ 对流加热至回火温度保温1.5~2小时,之后向炉内充入3~4bar高纯度氮气进行气压冷却,冷至 $50^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 出炉。

高强度钢制薄壁件真空热处理工艺

技术领域

[0001] 本发明属于真空热处理领域,具体涉及一种高强度钢制薄壁件真空热处理工艺。

背景技术

[0002] 真空热处理(高压气淬)具有无氧化、无脱碳、脱脂、变形小、自动化高、光洁度好等优点,是热处理行业长期以来追求的一种金属热加工方式。真空热处理(高压气淬)已广泛应用于模具钢热处理,但很少应用在高强度结构钢热处理。

[0003] 目前国内在高强度结构钢热处理方面,特别是高强度钢制小件,主要还是依靠盐浴加热等温淬火热处理工艺,此工艺是利用箱式炉预热,盐浴加热保温,碱(硝酸盐)浴等温淬火,该工艺流程繁琐、人为因素多、劳动强度大、安全系数小、成本高、有氧化、光洁度差、尺寸精度不高。

发明内容

[0004] 为此,本发明的目的是提供一种高强度钢制薄壁件真空热处理工艺,该工艺能够提高高强度钢制薄壁件的硬度均匀性、强度和尺寸精度。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采取以下具体技术方案:

[0006] 一种高强度钢制薄壁件真空热处理工艺,包括真空淬火、真空回火;真空淬火是在 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 真空度,以 $12^\circ\text{C} / \text{分钟}$ 加热至 650°C 保温 25 分钟后,再以 $15^\circ\text{C} / \text{分钟}$ 加热至 $870^\circ\text{C} \sim 880^\circ\text{C}$ 保温 30 ~ 35 分钟,之后向炉内充入 7 ~ 9bar 高纯度氮气进行气压淬火,冷却至 $50^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$;真空回火是在 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 真空度,向炉内充入 1 ~ 1.5bar 高纯度氮气后,再以 $15^\circ\text{C} / \text{分钟}$ 对流加热至回火温度保温 1.5 ~ 2 小时,之后向炉内充入 3 ~ 4bar 高纯度氮气进行气压冷却,冷至 $50^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 出炉。

[0007] 这种工艺得到的钢制薄壁件的抗拉强度在 1550Mpa 以上,断后伸长率在 10% 以上。在高强度结构钢制薄壁件热处理中,采用真空热处理(高压气淬)工艺,在高真空度中以一定的加热速度加热并保温,之后向炉内充入 7bar 以上高纯度 N_2 进行气压淬火,然后在 1bar 左右高纯度 N_2 的保护下进行对流加热并保温,最后向炉内充入 3bar 左右高纯度 N_2 进行回火冷却,这种工艺不仅避免了盐浴加热等温淬火热处理工艺的缺点,而且抗拉强度和断后伸长率分别可达到 1570Mpa 和 10% 以上,提高了钢制薄壁件综合机械性能,采用上述技术方案的高强度钢制薄壁件真空热处理工艺方法,其特点是:

[0008] 1. 加热温度高于现行等温淬火加热温度,从而能使高强度钢中铬、钼、钒、镍、锰、硅等元素充分溶入奥氏体中,因此固溶强化效果增加,体现为薄壁件硬度和硬度均匀性增加。

[0009] 2. 真空淬火冷却介质采用高纯度氮气,淬火压力为 7 ~ 9bar,其冷却速度接近于油淬速度,从而使高强度钢充分发生马氏体相变,因此相变强化效果增加,体现为薄壁件抗拉强度增加。

[0010] 3. 薄壁件真空淬火加热过程中,真空度控制在 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$,加热

速度控制在 12℃ / 分钟 ~ 15℃ / 分钟,并在 650℃保温 25 分钟进行预热,从而使薄壁件均匀加热、表面无脱碳、无氧化、脱气、脱脂,因此尺寸精度高,表面无污染。

[0011] 4. 相比盐浴加热等温淬火工艺操作过程,真空热处理工艺操作过程自动化程度高,可避免人工冷却操作、清洗操作、淬火冷却时盐液溅出伤人现象,从而形成大批量生产和降低生产成本。

[0012] 综上所述,本发明工艺与现有技术相比,可增加高强度钢固溶强化效果和相变强化效果,从而增加薄壁件的硬度、硬度均匀性和抗拉强度,消除人工冷却操作和清洗操作,降低生产成本,提高生产效率。

附图说明

[0013] 下面结合附图与具体实施方式,对本发明作进一步详细说明。

[0014] 图 1 是本发明高强度钢制薄壁件真空热处理工艺曲线。

[0015] 图 2 是本发明高强度钢制薄壁件支承筒结构图。

[0016] 图 3 是本发明高强度钢制薄壁件挡板结构图。

具体实施方式

[0017] 一种高强度钢制薄壁件真空热处理工艺,包括真空淬火、真空回火;真空淬火是在 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 真空度,以 12℃ / 分钟加热至 650℃保温 25 分钟后,再以 15℃ / 分钟加热至 870℃ ~ 880℃保温 30 ~ 35 分钟,之后向炉内充入 7 ~ 9bar 高纯度氮气进行气压淬火,冷却至 50℃ ~ 60℃;真空回火是在 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 真空度,向炉内充入 1 ~ 1.5bar 高纯度氮气后,再以 15℃ / 分钟对流加热至回火温度保温 1.5 ~ 2 小时,之后向炉内充入 3 ~ 4bar 高纯度氮气进行气压冷却,冷至 50℃ ~ 60℃出炉。

[0018] 参看图 1,其中横坐标是时间(分钟)坐标,纵坐标是温度(℃)坐标。高强度钢制薄壁件真空淬火是在真空度 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 中,以 12℃ / 分钟加热至 650℃保温 25 分钟后,再以 15℃ / 分钟加热至 870℃ ~ 880℃保温 30 ~ 35 分钟,之后向炉内充入 7 ~ 9bar 高纯度氮气进行气压淬火,冷却至 50℃ ~ 60℃;真空回火是在 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 真空度,向内炉充入 1 ~ 1.5bar 高纯度氮气后,再以 15℃ / 分钟对流加热至回火温度保温 1.5 ~ 2 小时,之后向炉内充入 3 ~ 4bar 高纯度氮气进行气压冷却,冷至 50℃ ~ 60℃出炉。

[0019] 当热处理高强度钢制薄壁件(支承筒,参看图 2,材料 35CrMnSiA)时,真空淬火是在 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 真空度,以 12℃ / 分钟加热至 650℃保温 25 分钟后,再以 15℃ / 分钟加热至 870℃保温 35 分钟,之后向炉内充入 8.5bar 高纯度氮气进行气压淬火,冷却至 60℃;真空回火是在 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 真空度,向炉内充入 1bar 高纯度氮气后,再以 15℃ / 分钟对流加热至 290℃ ~ 310℃保温 2 小时,之后向炉内充入 3bar 高纯度氮气进行气压冷却,冷至 50℃ ~ 60℃出炉。

[0020] 当热处理高强度钢制薄壁件(挡板,见图 3,材料 45CrNiMo1VA)时,真空淬火是在 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 真空度,以 12℃ / 分钟加热至 650℃保温 25 分钟后,再以 15℃ / 分钟加热至 880℃保温 30 分钟,之后向炉内充入 8bar 高纯度氮气进行气压淬火,冷却至 60℃;真空回火是在 $1.33 \times 10^{-4} \text{Pa} \sim 1.33 \times 10^{-2} \text{Pa}$ 真空度,向炉内充入 1bar 高纯度氮

气后,再以 15℃ / 分钟对流加热至 490℃~510℃保温 1.5 小时,之后向炉内充入 3bar 高纯度氮气进行气压冷却,冷至 50℃~60℃出炉。

[0021] 实施例 1:高强度钢制薄壁件:支承筒,见附图 2,材料 35CrMnSiA,使用航空洗涤汽油清洗干净,之后经晾干后进行真空热处理。真空淬火时,当真空度达到 3.51×10^{-3} Pa 后,以 12℃ / 分钟加热至 650℃保温 25 分钟后,再以 15℃ / 分钟加热至 870℃保温 35 分钟,之后向炉内充入 8.5bar 高纯度氮气进行气压淬火,冷却至 60℃,然后直接进行真空回火;真空回火时,当真空度达到 3.32×10^{-3} Pa 后,向炉内充入 1bar 高纯度氮气,再以 15℃ / 分钟对流加热至 290℃~310℃保温 2 小时,之后向炉内充入 3bar 高纯度氮气进行气压冷却,冷至 50℃~60℃出炉。出炉薄壁件经涂油防锈后进行硬度、尺寸检测,并对随炉试样进行拉伸试验。

[0022] 实施例 2:高强度钢制薄壁件:挡板,见附图 3,材料 45CrNiMo1VA,真空淬火时,当真空度达到 4.51×10^{-3} Pa 后,以 12℃ / 分钟加热至 650℃保温 25 分钟后,再以 15℃ / 分钟加热至 880℃保温 30 分钟,之后向炉内充入 8bar 高纯度氮气进行气压淬火,冷却至 60℃,然后直接进行真空回火;真空回火时,当真空度达到 4.32×10^{-3} Pa 后,向炉内充入 1bar 高纯度氮气后,再以 15℃ / 分钟对流加热至 490℃~510℃保温 1.5 小时,之后向炉内充入 3bar 高纯度氮气进行气压冷却,冷至 50℃~60℃出炉。出炉薄壁件经涂油防锈后进行硬度、尺寸检测,并对随炉试样进行拉伸试验。

[0023] 下表列出了上述实施例的材质、规格、装炉量及真空热处理工艺参数表。

[0024] 表 1 实施例的材质、规格、装炉量及真空热处理工艺参数

[0025]

实施 例	材质	规格	装炉 量 (Kg)	工艺参数	
				真空淬火	真空回火
1	35CrMnSiA	图 2	600	真空度达到 3.51×10^{-3} Pa 后, 以 $12^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 加热至 650°C 保温 25 分钟后, 再以 $15^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 加热至 870°C 保温 35 分钟, 之后向炉内充入 8.5bar 高纯度氮气进行气压淬火, 冷却至 60°C	真空度达到 3.32×10^{-3} Pa 后, 向炉内充入 1bar 高纯度氮气, 再以 $15^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 对流加热至 $290^{\circ}\text{C} \sim 310^{\circ}\text{C}$ 保温 2 小时, 之后向炉内充入 3bar 高纯度氮气进行气压冷却, 冷至 $50^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 出炉
2	45CrNiMo1V A	图 3	550	真空度达到 4.51×10^{-3} Pa 后, 以 $12^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 加热至 650°C 保温 25 分钟后, 再以 $15^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 加热至 880°C 保温 30 分钟, 之后向炉内充入 8bar 高纯度氮气进行气压淬火, 冷却至 60°C	真空度达到 4.32×10^{-3} Pa 后, 向炉内充入 1bar 高纯度氮气后, 再以 $15^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 对流加热至 $490^{\circ}\text{C} \sim 510^{\circ}\text{C}$ 保温 1.5 小时, 之后向炉内充入 3bar 高纯度氮气进行气压冷却, 冷至 $50^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 出炉

[0026] 下表列出了上述实施例的理化性能检验结果数据表。

[0027] 表 2 实施例的硬度检测结果数据统计表

[0028]

实施例	硬度 (HRC)									
	1	52	52	51	51.5	52	52	52	51	51.5
2	54	54	53	53	53	54	53.5	53	53	54

[0029] 表 3 实施例的真空热处理前后尺寸变形检测结果数据统计表

[0030]

实施 例	变形量 (热处理前尺寸减去热处理后尺寸)		
	内径 (mm)	外径 (mm)	高度 (mm)
1	+0.01~+0.02	+0.01~+0.03	-0.01~+0.02
2	+0.01~+0.03	+0.01~+0.02	0.00~+0.02

[0031] 表 3 实施例的拉伸试验结果数据统计表

[0032]

实施 例	R _m (MPa)		R _{p0.2} (MPa)		A (%)		Ψ (%)	
	试样 1	试样 2	试样 1	试样 2	试样 1	试样 2	试样 1	试样 2
1	1590	1580	1490	1480	11	10.5	49.5	49
2	1630	1620	1500	1490	11.5	12	51	51.5

[0033] 综上所述,本发明改进了现有工艺的不足,大大提高了高强度钢制薄壁件的硬度均匀性、尺寸精度和综合机械性能。

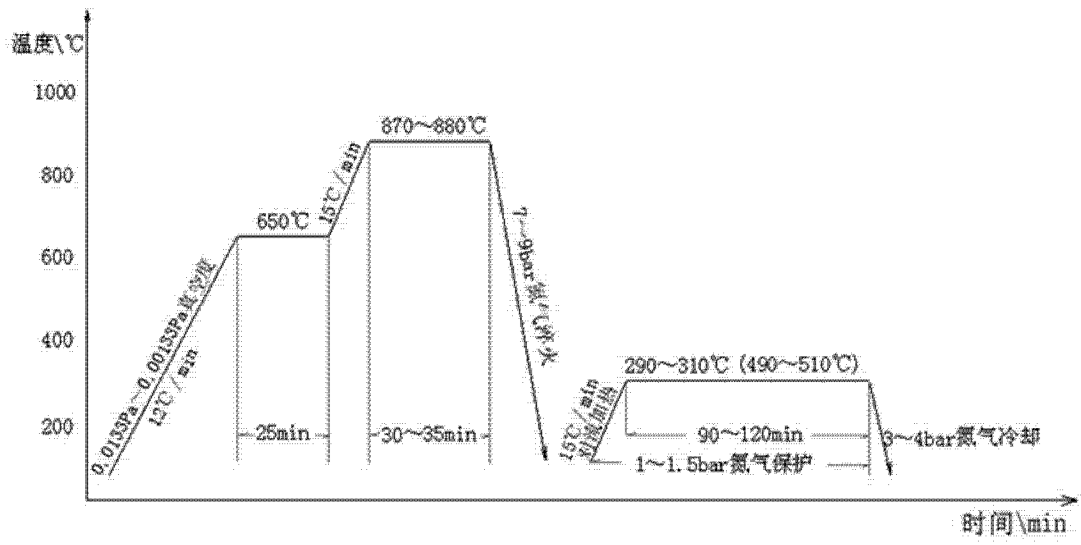


图 1

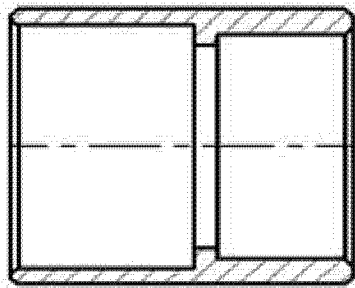


图 2

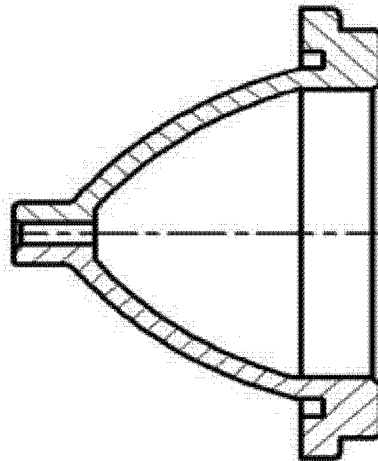


图 3