



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102268520 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 20

(21) 申请号 201110220315. 3

CN 101928891 A, 2010. 12. 29, 权利要求 3.

(22) 申请日 2011. 07. 28

CN 101497965 A, 2009. 08. 05, 权利要求 1.

(73) 专利权人 山西太钢不锈钢股份有限公司
地址 030003 山西省太原市尖草坪街 2 号

审查员 张建升

(72) 发明人 张宇斌 秦洁 李俊生 曹永录
辛建卿

(74) 专利代理机构 太原市科瑞达专利代理有限
公司 14101

代理人 王思俊

(51) Int. Cl.

C21D 8/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101880831 A, 2010. 11. 10, 权利要求 2.

CN 102134682 A, 2011. 07. 27, 全文.

CN 101603119 A, 2009. 12. 16, 权利要求 1.

权利要求书 1 页 说明书 4 页

(54) 发明名称

一种高强度耐磨钢板的热处理方法

(57) 摘要

本发明涉及一种高强度耐磨钢板的热处理方法,它包括下述依次的步骤:I 原始板形控制 热轧钢板用热轧工艺并结合矫直机 5-7 道次矫直,使钢板的板形不平度达 2-4mm/2m;II 表面处理 采用抛丸机对钢板上下表面进行抛丸处理;III 淬火 钢板在辊底式常化炉中随炉加热到临界点 $Ac_3-10^{\circ}C \sim 50^{\circ}C$,按钢板厚度规格 1.5-2.0min/mm 进行保温,随后钢板以 0.10-0.50m/s 速度出炉进入淬火机,淬火至室温;IV 回火 将钢板在辊底式常化炉中进行低温回火处理,回火温度 $350^{\circ}C \sim 380^{\circ}C$,保温时间按厚度规格 3min/mm 进行控制。本高强度耐磨钢板的热处理方法采用辊底式常化炉和普通淬火机设备,成品的不平度达到 3-6mm/2m。

1. 一种高强度耐磨钢板的热处理方法,它是 NM360 耐磨钢板的热处理方法,它包括下述依次步骤:

I 原始板形控制

热轧钢板是采用热轧工艺控制并结合矫直机 5-7 道次矫直,使热处理前钢板的原始板形不平度达到 2-4mm/2m;

II 表面处理

热处理前,采用抛丸机对钢板上下表面进行抛丸处理,消除氧化铁皮对淬火冷却能力的影响;

III 淬火

钢板在辊底式常化炉中随炉加热到临界点 $Ac_3-10^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$,温度范围为 $820^{\circ}\text{C} \sim 860^{\circ}\text{C}$,然后按钢板厚度规格 1.5-2.0min/mm 进行保温,随后钢板以 0.10-0.50m/s 速度出炉进入淬火机,淬火至室温,淬火冷却方式为水冷;

IV 回火

将淬火后钢板在辊底式常化炉中进行低温回火处理,回火温度 $350^{\circ}\text{C} \sim 380^{\circ}\text{C}$,保温时间按厚度规格 3min/mm 进行控制。

一种高强度耐磨钢板的热处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高强度耐磨钢板的热处理方法,具体讲是一种低合金高强度耐磨钢板 NM360 的热处理方法。

技术背景

[0002] 高强度耐磨钢板属于低合金高强度钢,具有高强度(或高硬度)、高耐磨性、良好塑韧性及可焊接等特点。在不同磨损条件下,材料的耐磨性主要决定于硬度,耐磨性能随着材料表面硬度的增加而提高。NM360 是指表面布氏硬度 HB 为 360 级别的高强度耐磨钢,产品的屈服强度 $R_{p0.2} \geq 1000\text{MPa}$ 、抗拉强度 $R_m \geq 1150\text{MPa}$ 、延伸率 $A \geq 10\%$,基体强化主要通过“淬火+低温回火”热处理后的马氏体组织强化及沉淀强化来实现,是目前中厚板产品中强度等级较高的一类产品。该产品主要用于制造推土机或装载机的铲刀、自动装卸矿用车的厢体及煤矿机械刮板运输机的槽底等。

[0003] 近年来随着国家安全生产投入的不断加大,对高强度(或高硬度)耐磨钢板需求持续增加。国内煤炭采运、工程机械等行业出于设备加工精度及安全等方面的考虑,对高强度耐磨钢板的板形质量要求极高,不平度要求 $\leq 6\text{mm/m}$ 。

[0004] 耐磨钢热处理通常采用“常规淬火+低温回火”工艺,淬火过程的奥氏体化温度一般为临界点 $A_{c3}+30^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$,温度范围在 $910 \sim 950^\circ\text{C}$,这样可获得均匀细小的马氏体组织,有利于改善成品的塑、韧性能。采用上述淬火工艺,淬后组织以马氏体为主,其体积百分比约占总量的 98% (剩余约 2% 为残余奥氏体)。奥氏体组织与马氏体组织比容相差较大,淬火过程奥氏体转变为马氏体体积发生膨胀,如果淬火过程中淬火机的冷却功能未能对钢板实现均匀冷却,钢板局部的应力差异,将使钢板板形发生畸变。耐磨钢板淬火后的低温回火温度一般小于 380°C ,回火过程仅析出少量与马氏体母相保持共格关系的 ϵ 碳化物,消除钢板部分内应力,对钢板板形改善不会起到明显效果。另高强度耐磨钢板热处理后的强度较高,对于不平度 $> 6\text{mm/m}$ 、板形质量达不到要求的钢板,目前情况下无法通过其它方法,如矫直机的矫直等使钢板保持平直。因此采用“常规淬火+低温回火”工艺,针对板形问题,关键是解决淬火机淬火过程冷却水的均匀冷却问题,其核心是淬火机必须配备有完善的碳钢淬火高平直度数学控制模型,以精确控制热处理后板形及性能结果。德国 LOI 热工工程有限公司在淬火机设计、制造及数学模型(专家解决方案)的开发方面代表当今世界的最高水平。近年来国内外各中厚板厂围绕耐磨板生产,其新上马的热处理配套设施基本均采用了德国 LOI 设计制造、具有完善数学控制模型,均匀冷却能力极高的辊压式淬火机,生产的钢板不平度范围为 $3\text{--}6\text{mm/m}$ 。德国 LOI 设计制造的辊压式淬火机软硬件设施配套完善,对不同钢的淬火热处理均有相应的专家解决方案(数学控制模型),确保热处理后钢板板形的高平直度要求,淬火机软件配套自动化程度高,但价格非常昂贵。由于淬火工艺涉及温降、形变、组织转变等过程,具有多场耦合、非线性、关系复杂等特点。淬火数学模型的建立存在①建模复杂、适应性不强;②相关参数测量困难;③模型边界条件难以精确确定;④模型求解困难等诸多技术难题,热处理工艺过程的自动化控制系统开发难度很大。因此,对于

国内很多传统的中厚板厂,其淬火机控制系统往往缺少高强度碳钢钢板淬火高平直度数学控制模型,钢板淬火过程淬火机冷却水未能实现均匀冷却,钢板局部存在较大的应力差异,导致淬火后钢板不平度一般为 13-25mm/m,与用户要求的不平度 $\leq 6\text{mm/m}$ 有较大差距。

发明内容

[0005] 为了克服现有高强度耐磨钢板热处理方法的上述不足,本发明提供一种高强度耐磨钢板热处理方法,它用辊底式常化炉结合普通辊式淬火机进行淬火与低温回火热处理,热处理后钢板的不平度达到 3-6mm/2m。

[0006] 本发明一种高强度耐磨钢板 NM360 的热处理方法。该耐磨钢的化学成分(按质量百分数计)为:

[0007] $0.16 \leq C \leq 0.20$; $0.20 \leq Si \leq 0.70$; $1.00 \leq Mn \leq 2.00$; $0 \leq Cr \leq 0.80$; $0 \leq Mo \leq 0.35$; $0 \leq Al \leq 0.1$; $0.001 \leq B \leq 0.004$;

[0008] 且至少含有 Nb、V、Ti 中一种元素并满足 $Nb+V+Ti \leq 0.3$,余量为 Fe 与不可避免的杂质。

[0009] 在既有生产设备条件下,采用“常规淬火+低温回火”热处理工艺生产 NM360 耐磨钢板,板形质量无法满足煤炭采运、工程机械等行业的要求,采用本发明的 NM360 新型热处理工艺,可有效改善 NM360 板形,实现良好的板形控制。

[0010] 本高强度耐磨钢板的热处理方法包括下述依次步骤:

[0011] I 原始板形控制

[0012] 热轧钢板是采用热轧工艺控制并结合矫直机 5-7 道次矫直,保证热处理前钢板的原始板形不平度达到 2-4mm/2m。

[0013] II 表面处理

[0014] 热处理前,采用抛丸机对钢板上下表面进行抛丸处理,消除氧化铁皮对淬火冷却能力的影响。

[0015] III 淬火

[0016] 钢板在辊底式常化炉中随炉加热到临界点 $Ac_3-10^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$,温度范围为 $820^\circ\text{C} \sim 860^\circ\text{C}$,然后按钢板厚度规格 1.5-2.0min/mm 进行保温,随后钢板以 0.10-0.50m/s 速度(为保证钢板淬透,钢板厚度增加,运行速度降低)出炉进入淬火机,淬火至室温。淬火冷却方式为水冷。

[0017] 淬火后钢板基体组织以马氏体为主,伴有少量的残余奥氏体及细铁素体软相组织,畸变能较小,钢板淬火板形良好。

[0018] IV 回火

[0019] 将淬火后钢板在辊底式常化炉中进行低温回火。回火温度 $350^\circ\text{C} \sim 380^\circ\text{C}$,保温时间按厚度规格 3min/mm 进行控制。

[0020] 低温回火热处理有助于消除淬火钢板部分内应力,降低脆性,提高塑韧性,获得良好的综合力学性能。

[0021] 本高强度耐磨钢板热处理方法,避免了高强度耐磨钢板通常采用“常规淬火+低温回火”热处理方法对淬火机碳钢淬火高平直度数学控制模型依赖性强、热处理板形控制难度大的不足。现有的热处理设备无法通过采用通常的“常规淬火+低温回火”热处理工

艺实现良好的淬火板形控制。本高强度耐磨钢板的热处理方法因淬火过程中在钢中获得少量、体积百分比为 3-5% 铁素体软相 + 残余奥氏体 (约 $\leq 2\%$) 组织,对淬火过程因不均匀冷却引起的局部应力差异从而导致钢板板形畸变起到了缓冲作用,有效地控制了板形,热处理后钢板不平度达到 3-6mm/2m,板形控制达到了较好水平,产品耐磨性能及其它力学和工艺性能均满足实际工况的使用要求。在淬火机缺少高强度碳钢钢板淬火高平直度数学控制模型,淬火过程冷却水无法实现均匀冷却的条件下,结合辊底式常化炉热处理设备,实现高平直度要求、高强度耐磨钢板 NM360 的热处理。

具体实施方式

[0022] 下面结合实例详细说明本高强度耐磨钢板的热处理方法的具体实施方式,但本一种高强度耐磨钢板的热处理方法的具体实施方式不局限于下述的实施例。

[0023] 实施例

[0024] 经中厚板轧机热轧成规格为 15×2500×8000mm NM360 钢板,经矫直机 5 道次矫直保证热处理前的原始板形,抛丸机清理钢板表面氧化铁皮后,采用辊底式常化炉和普通辊式淬火机热处理设施,淬火机型号为 3000mm 中厚板辊式淬火机,进行淬火和低温回火热处理。

[0025] 本实施例为下述依次步骤:

[0026] I 原始板形控制

[0027] 热轧钢板是采用热轧工艺控制并结合矫直机 5 道次矫直,使原始板形不平度达 3mm/2m。

[0028] II 钢板表面处理

[0029] 热处理前,采用抛丸机对钢板上下表面进行抛丸处理,去除钢板表面残留氧化铁皮。

[0030] III 淬火

[0031] 钢板在辊底式常化炉中,随炉加热到 $830 \pm 10^\circ\text{C}$,保温 0.5h 后,以 0.30m/s 速度进入淬火机,水淬到室温。获得马氏体组织、少量残余奥氏体及铁素体,淬火变形小,板形平直。

[0032] IV 回火

[0033] 将淬火后钢板在辊底式常化炉内再加热至 350°C ,保温 0.75h 后空冷,消除钢板部分内应力、降低脆性、提高成品综合力学性能。

[0034] 本经本实施例热处理后的钢板,板形不平度 6mm/2m。

[0035] 本申请文件所述的普通淬火机是指性能与实施例中型号为“3000mm 中厚板辊式淬火机”相同或相近的淬火机。普通淬火机与目前国内外中厚板厂新采用的辊式淬火机的主要区别在于,普通淬火机未设置碳钢钢板淬火高平直度板形控制数学控制模型。淬火数学控制模型是利用有限元数值模拟,对高温钢板淬火过程高强度冷却换热进行缜密的数值模拟计算,针对辊式淬火机不同淬火冷却方式,构建了以射流冲击换热为主的水冷模型、汽雾两相流耦合换热模型、强风冷却换热模型及空冷模型、综合换热系数计算模型及淬透层深度预测模型等系统完整的淬火冷却数学模型。在实际生产过程中,可根据淬火钢种的成分及规格,通过设定合理的淬火工艺参数如水量、水比、钢板运行速度、辊缝值等,以获得板

形良好、性能合格的淬火板材。