



(21) 申请号 202311212985.X

(22) 申请日 2023.09.19

(71) 申请人 武汉沃顿激光科技有限公司

地址 430000 湖北省武汉市青山区青和居
公租房小区20号综合商业楼一、三、
四、五层1楼工位101

(72) 发明人 祝畅 邓栩 柯允轩 朱冠 徐欢

(51) Int. Cl.

C23C 26/00 (2006.01)

C22C 29/02 (2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种不锈钢基材表面强化处理工艺及其应
用

(57) 摘要

本发明涉及C23C24/00技术领域,具体为一种不锈钢基材表面强化处理工艺及其应用,至少包括以下步骤:至少包括以下步骤:(1)将强化粉体与载体混合后制备强化浆料;(2)将强化浆料喷涂于不锈钢基材表面得到待处理工件;(3)将待处理工件置于工作台上,控制激光输出功率和扫描条件进行激光扫描处理,自然冷却3-5min后即可小,通过优化强化浆料配方及处理工艺,采用激光渗压实现在不锈钢基材表面形成镍钛合金层,从而提升不锈钢基材的物理性能以使其满足厨具、模具、剪切刀甚至是钢厂轧辊等不同领域的实际应用需求,同时几乎不改变工件尺寸,操作简单,工艺无污染、绿色环保,易于实现工业化生产。

1. 一种不锈钢基材表面强化处理工艺,其特征在于,至少包括以下步骤:

(1) 将强化粉体与载体混合后制备强化浆料;

(2) 将强化浆料喷涂于不锈钢基材表面得到待处理工件;

(3) 将待处理工件置于工作台上,控制激光输出功率和扫描条件进行激光扫描处理,自然冷却3-5min后即可。

2. 根据权利要求1所述的一种不锈钢基材表面强化处理工艺,其特征在于,所述强化粉体至少包括纳米碳化物、纳米合金粉末、纳米氧化物粉末,所述纳米碳化物、纳米合金粉末、纳米氧化物粉末的粒径为50-100nm。

3. 根据权利要求2所述的一种不锈钢基材表面强化处理工艺,其特征在于,按质量百分比计,所述强化粉体包括:纳米碳化物补足余量、纳米合金粉末25-35%、纳米氧化物粉末1-5%。

4. 根据权利要求3所述的一种不锈钢基材表面强化处理工艺,其特征在于,所述纳米合金粉末选自纳米铬粉、纳米镍粉、纳米钼粉、纳米钴粉中的至少一种。

5. 根据权利要求4所述的一种不锈钢基材表面强化处理工艺,其特征在于,所述纳米氧化物粉末选自纳米氧化铝粉、纳米氧化硅粉、纳米氧化钼粉中的至少一种。

6. 根据权利要求5所述的一种不锈钢基材表面强化处理工艺,其特征在于,按质量百分比计,所述强化粉体包括:碳化钛38-42%,碳化硼28-32%,纳米铬粉6-8%,纳米镍粉10-12%、纳米钼粉2-4%,纳米钴粉6-8%,纳米氧化铝粉2%。

7. 根据权利要求6所述的一种不锈钢基材表面强化处理工艺,其特征在于,所述载体为乙醇,所述强化粉体与载体的质量比为1:(8-15)。

8. 根据权利要求7所述的一种不锈钢基材表面强化处理工艺,其特征在于,所述激光输出功率为2000-3000W。

9. 根据权利要求8所述的一种不锈钢基材表面强化处理工艺,其特征在于,所述扫描条件为:机器人臂的扫描光斑为 $2 \times (10-20)$ mm,机器人臂的扫描速度为500-1000mm/min,机器人臂的激光焦距为25-28cm。

10. 一种根据权利要求1-9任一项所述的一种不锈钢基材表面强化处理工艺的应用,其特征在于,应用于不锈钢基材表面激光渗压表面镍钛合金层的制备。

一种不锈钢基材表面强化处理工艺及其应用

技术领域

[0001] 本发明涉及C23C24/00技术领域,具体为一种不锈钢基材表面强化处理工艺及其应用。

背景技术

[0002] 辊道是轧钢车间运送轧件的主要设备,轧件进出加热炉,在轧机上往复轧制及轧后输送到精整工序等工作均由辊道来完成,轧辊是钢厂轧钢机上的重要零件,在钢材轧制过程中,利用一对或一组轧辊滚动时产生的压力来轧碾钢材。它主要承受轧制时的动静载荷,磨损和温度变化的影响,因而对材质的要求很高,然而目前市面上满足上述需求的成本很高,因而现有技术通过对不锈钢进行表面强化以满足上述使用需求。

[0003] 对不锈钢类金属材料表面进行硬化处理,常规采用固溶热处理、电镀、电火花等工艺技术来提高金属材料表面的硬度、耐磨性、耐腐蚀性以及抗疲劳性能。固溶处理是通过将不锈钢金属进行加热,使其达到1000℃左右,保持在高温条件下金属中的纳米碳化物和铬化物等各种析出相溶解,再通过水淬或气冷等方式快速冷却,从而提高晶体的稳定性。通过固溶热处理后硬度可以达到HRC50-60。但此工艺具有明显短板,一是加工难度较大,加热温度需要掌握得非常准确才能达到理想的效果。二是固溶处理后的不锈钢表面易受污染,导致表面钝化层被破坏,极大的影响了其耐腐蚀性能。三是加工能耗高导致加工成本较高。不锈钢电镀是通过将不锈钢表面酸洗活化后,预镀一层铜或镍,增加表面附着力和光泽度,然后再进行电解镀铬或其他金属镀层。此工艺程序复杂,加工时间较长,最主要是会产生严重化学污染源。电火花表面强化工艺是通过在金属表面施加高能量的电脉冲,产生局部过热、蒸发和离子化现象,形成氧化物和金属丰富层,从而增强金属表面的硬度和耐磨性。如中国专利申请(公开号为CN116479338A)公开了一种合金钢及其表面强化工艺,通过喷丸处理后的合金钢使用时能明显提高其寿命及其疲劳强度,通过电火花的表面处理使得合金钢能因电极材料的沉积发生有规律地胀大,但是此工艺加工效率比较低,且易出现变质层甚至微裂纹,主要应用于小工件及复杂形状表面的加工。

发明内容

[0004] 为了解决上述问题,本发明通过优化强化浆料配方及处理工艺,使提供的处理工艺可对不锈钢基材进行表面强化处理,使其满足钢厂轧辊的实际应用需求,提高生产效率,延长使用寿命,降低综合生产成本,具有极高的应用推广价值。

[0005] 本发明一方面提供了一种不锈钢基材表面强化处理工艺,至少包括以下步骤:

[0006] (1) 将强化粉体与载体混合后制备强化浆料;

[0007] (2) 将强化浆料喷涂于不锈钢基材表面得到待处理工件;

[0008] (3) 将待处理工件置于工作台上,控制激光输出功率和扫描条件进行激光扫描处理,自然冷却3-5min后即可。

[0009] 本发明提供的制备工艺采用激光渗压实现在不锈钢基材表面形成镍钛合金层,从

而提升不锈钢基材的物理性能以使其满足厨具、模具、剪切刀甚至是钢厂轧辊等不同领域的实际应用需求,同时几乎不改变工件尺寸,操作简单,工艺无污染、绿色环保,易于实现工业化生产。

[0010] 作为一种优选的技术方案,所述强化粉体至少包括纳米碳化物、纳米合金粉末、纳米氧化物粉末,所述纳米碳化物、纳米合金粉末、纳米氧化物粉末的粒径为50-100nm,优选为50nm。

[0011] 优选的,按质量百分比计,所述强化粉体包括:纳米碳化物补足余量、纳米合金粉末25-35%、纳米氧化物粉末1-5%。

[0012] 优选的,所述纳米碳化物选自纳米碳化钛、纳米碳化硼、纳米碳化钼、纳米碳化铌、纳米碳化锆、纳米碳化铬、纳米碳化钒、纳米碳化铈中的至少一种,优选为纳米碳化钛和纳米碳化硼的组合。

[0013] 优选的,所述纳米合金粉末选自纳米铬粉、纳米镍粉、纳米钼粉、纳米钴粉中的至少一种,优选为纳米铬粉、纳米镍粉、纳米钼粉、纳米钴粉中的组合。

[0014] 优选的,所述纳米氧化物粉末选自纳米氧化铝粉、纳米氧化硅粉、纳米氧化钼粉中的至少一种,优选为纳米氧化铝粉。

[0015] 按质量百分比计,所述强化粉体包括:碳化钛38-42%,碳化硼28-32%,纳米铬粉6-8%,纳米镍粉10-12%、纳米钼粉2-4%,纳米钴粉6-8%,纳米氧化铝粉2%。

[0016] 最优选的,按质量百分比计,所述强化粉体包括:碳化钛40%,碳化硼30%,纳米铬粉7%,纳米镍粉11%、纳米钼粉3%,纳米钴粉7%,纳米氧化铝粉2%。

[0017] 优选的,所述载体为乙醇,所述强化粉体与载体的质量比为1:(8-15)。

[0018] 优选的,所述喷涂的量 of 不锈钢基材表层覆盖0.2-0.3mm。

[0019] 本发明提供的强化处理工艺,通过优化强化粉体为碳化钛,碳化硼,纳米铬粉,纳米镍粉、纳米钼粉,纳米钴粉,纳米氧化铝粉的组合,激光扫描处理后形成镍钛合金层,与不锈钢基材实现冶金结合,在低强化粉体添加量下形成高厚度镍钛合金层,在高温、高挤压力、高摩擦力的实际应用条件下具有较长的使用寿命。发明人分析原因可能为:上述纳米粉体在高能激光束的照射下产生交互作用,对微熔状态下的不锈钢基材表层进行渗透,冷却后形成高厚度的重熔区,赋予不锈钢基材优异的耐挤压、耐高温和耐摩擦性能,满足实际应用时的硬度和耐磨性能要求。

[0020] 作为一种优选的技术方案,所述激光输出功率为2000-3000W,优选为2800-3000W。

[0021] 作为一种优选的技术方案,所述扫描条件为:机器人臂的扫描光斑为 $2 \times (10-20)$ mm,机器人臂的扫描速度为500-1000mm/min,机器人臂的激光焦距为25-28cm。优选的,所述扫描条件为:机器人臂的扫描光斑为 2×20 mm,机器人臂的扫描速度为580-600mm/min,机器人臂的激光焦距为25-26cm。

[0022] 本发明中,采用光纤激光成套定制组装设备对喷涂有强化浆料的不锈钢基材进行激光扫描处理实现强化粉体与不锈钢基材结合的同时基材尺寸改变微小可以忽略。发明人在探究过程中发现,在优化强化粉体组成的基础上,进一步配合相应的激光输出功率和扫描条件,显著提升镍钛合金层厚度至0.05-0.15mm,激光渗压表面镍钛合金层的维氏硬度HV0.2在1500以上,具有极高的硬度、耐磨性能和耐挤压冲击能力。发明人分析原因可能为:2800-3000W的高能激光束冲击下,碳化钛,碳化硼,纳米铬粉,纳米镍粉、纳米钼粉,纳米钴

粉,纳米氧化铝粉融化并受到高温高压的挤压作用渗透到不锈钢基材表成,各粉体之间产生交互作用并进行晶格填充和结晶,形成较厚的激光渗压表面镍钛合金层。

[0023] 本发明另一方面提供了一种不锈钢基材表面强化处理工艺的应用,应用于不锈钢基材表面激光渗压表面镍钛合金层的制备。

[0024] 有益效果

[0025] 1、本发明通过优化强化浆料配方及处理工艺,使提供的处理工艺可对不锈钢基材进行表面强化处理,使其满足钢厂轧辊的实际应用需求,提高生产效率,延长使用寿命,降低综合生产成本,具有极高的应用推广价值。

[0026] 2、本发明提供的制备工艺采用激光渗压实现在不锈钢基材表面形成镍钛合金层,从而提升不锈钢基材的物理性能以使其满足厨具、模具、剪切刀甚至是钢厂轧辊等不同领域的实际应用需求,同时几乎不改变工件尺寸,操作简单,工艺无污染、绿色环保,易于实现工业化生产。

[0027] 3、本发明提供的强化处理工艺,通过优化强化粉体为碳化钛,碳化硼,纳米铬粉,纳米镍粉、纳米钼粉,纳米钴粉,纳米氧化铝粉的组合,激光扫描处理后形成镍钛合金层,与不锈钢基材实现冶金结合,在低强化粉体添加量下形成高厚度镍钛合金层,在高温、高挤压力、高摩擦力的实际应用条件下具有较长的使用寿命。

[0028] 4、本发明中,采用光纤激光成套定制组装设备对喷涂有强化浆料的不锈钢基材进行激光扫描处理实现强化粉体与不锈钢基材结合的同时基材尺寸改变微小可以忽略。

[0029] 5、本发明提供的不锈钢基材表面强化处理工艺,在优化强化粉体组成的基础上,进一步配合相应的激光输出功率和扫描条件,显著提升镍钛合金层厚度至0.05-0.15mm,激光渗压表面镍钛合金层的维氏硬度HV0.2在1500以上,具有极高的硬度、耐磨性能和耐挤压冲击能力。

附图说明

[0030] 图1为本发明实施例1处理后的316不锈钢基材形成的激光渗压表面钛合金层断面金相图,图中标注为激光渗压表面钛合金层。

具体实施方式

[0031] 实施例1

[0032] 本发明的实施例1一方面提供了一种不锈钢基材表面强化处理工艺,包括以下步骤:

[0033] (1) 将强化粉体与载体混合后制备强化浆料;

[0034] (2) 将强化浆料喷涂于不锈钢基材表面得到待处理工件;

[0035] (3) 将待处理工件置于工作台上,控制激光输出功率和扫描条件进行激光扫描处理,自然冷却3min后即可。

[0036] 所述不锈钢基材为316不锈钢基材。

[0037] 所述强化粉体由纳米碳化物、纳米合金粉末、纳米氧化物粉末组成,所述纳米碳化物、纳米合金粉末、纳米氧化物粉末的粒径为50nm。

[0038] 所述纳米碳化物为纳米碳化钛和纳米碳化硼的组合。

[0039] 所述纳米合金粉末为纳米铬粉、纳米镍粉、纳米钼粉、纳米钴粉中的组合。

[0040] 所述纳米氧化物粉末为纳米氧化铝粉。

[0041] 按质量百分比计,所述强化粉体包括:碳化钛40%,碳化硼30%,纳米铬粉7%,纳米镍粉11%、纳米钼粉3%,纳米钴粉7%,纳米氧化铝粉2%。

[0042] 所述载体为乙醇,所述强化粉体与载体的质量比为1:12。

[0043] 所述喷涂的量为不锈钢基材表层覆盖0.3mm。

[0044] 所述激光输出功率为3000W。

[0045] 所述扫描条件为:机器人臂的扫描光斑为 $2 \times 20\text{mm}$,机器人臂的扫描速度为 $600\text{mm}/\text{min}$,机器人臂的激光焦距为26cm。

[0046] 采用光纤激光成套定制组装设备(来源于武汉沃顿激光科技有限公司)对喷涂有强化浆料的不锈钢基材进行激光扫描处理。

[0047] 本发明的实施例1另一方面提供了一种不锈钢基材表面强化处理工艺的应用,应用于不锈钢基材表面激光渗压表面镍钛合金层的制备,所述激光渗压表面镍钛合金层的厚度为0.15mm。

[0048] 实施例2

[0049] 本发明的实施例2提供了一种不锈钢基材表面强化处理工艺及其应用,其具体实施方式同实施例1,不同之处在于,所述不锈钢基材为304不锈钢基材。

[0050] 实施例3

[0051] 本发明的实施例3提供了一种不锈钢基材表面强化处理工艺及其应用,其具体实施方式同实施例1,不同之处在于,按质量百分比计,所述强化粉体包括:碳化钛38%,碳化硼32%,纳米铬粉6%,纳米镍粉12%、纳米钼粉4%,纳米钴粉6%,纳米氧化铝粉2%,所述激光输出功率为2800W。

[0052] 实施例4

[0053] 本发明的实施例4提供了一种不锈钢基材表面强化处理工艺及其应用,其具体实施方式同实施例1,不同之处在于,按质量百分比计,所述强化粉体包括:碳化钛42%,碳化硼28%,纳米铬粉8%,纳米镍粉10%、纳米钼粉2%,纳米钴粉8%,纳米氧化铝粉2%,所述扫描条件为:机器人臂的扫描光斑为 $2 \times 20\text{mm}$,机器人臂的扫描速度为 $580\text{mm}/\text{min}$,机器人臂的激光焦距为25cm。

[0054] 对比例1

[0055] 本发明的对比例1提供了一种不锈钢基材表面强化处理工艺及其应用,其具体实施方式同实施例1,不同之处在于,所述激光输出功率为1500W,所述扫描条件为:机器人臂的扫描光斑为 $2 \times 10\text{mm}$,机器人臂的扫描速度为 $400\text{mm}/\text{min}$,机器人臂的激光焦距为20cm。

[0056] 对比例2

[0057] 本发明的对比例2提供了一种不锈钢基材表面强化处理工艺及其应用,其具体实施方式同实施例1,不同之处在于,按质量百分比计,所述强化粉体包括:碳化钛30%,碳化硼30%,纳米铬粉8%,纳米镍粉12%、纳米钼粉4%,纳米钴粉6%,纳米氧化铝粉10%。

[0058] 性能测试方法

[0059] (1) 硬度:采用WHV-1MDT自动转塔数显显微维氏硬度计测试实施例和对比例处理后形成的激光渗压表面镍钛合金层的维氏硬度HV0.2,测试结果取5次的平均值,记录于表

1。

[0060] (2) 采用DMI8-C徕卡金相显微镜(放大100倍)观测实施例和对比例处理处理后形成的激光渗压表面镍钛合金层的结构特征(图1),记录激光渗压表面镍钛合金层深度,结果参见表1。

[0061] 表1

[0062]	实施例	激光渗压表面镍钛合金层的维氏 硬度 HV0.2	激光渗压表面镍钛合金层深度 (mm)
	实施例 1	1554.4	0.15
[0063]	实施例 2	1514.8	0.09
	实施例 3	983.5	0.10
	实施例 4	766.4	0.03
	对比例 1	327.9	0
	对比例 2	322.1	0

[0064] (3) 使用寿命:采用本发明实施例1提供的工艺处理后产品制备得到的冷弯辊,生产了交叉升降机产品(J152.4*101.6*4.78J152.4*76.2*4.78共103.055吨)、尖J160*100*5、尖J140*100*5J100*50*5、F76*5等合计1038.127吨后表面质量仍保持良好的状态,仍可以进一步使用。

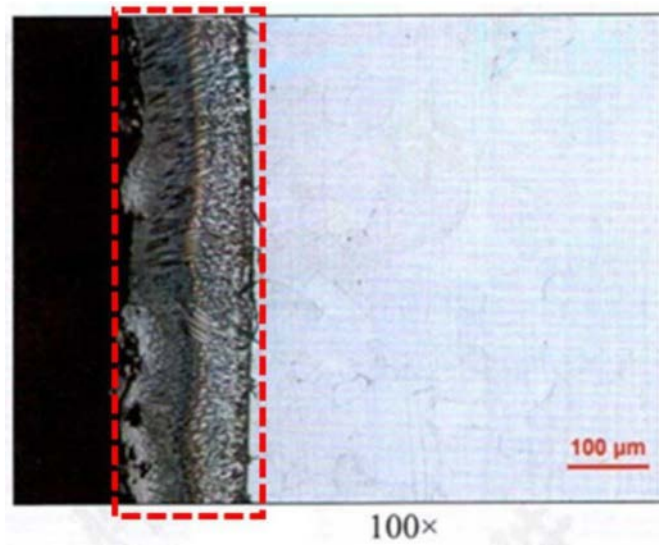


图1