



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102859009 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 02

(21) 申请号 201180022294. 2

B. 林策

(22) 申请日 2011. 04. 18

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(30) 优先权数据

代理人 宣力伟 杨国治

A754/2010 2010. 05. 04 AT

(85) PCT申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2012. 11. 02

G21D 8/04(2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

G21D 11/00(2006. 01)

PCT/EP2011/056086 2011. 04. 18

(87) PCT申请的公布数据

W02011/138159 DE 2011. 11. 10

(71) 申请人 西门子 VAI 金属科技有限责任公司

地址 奥地利林茨

(72) 发明人 G. 霍亨比希勒 G. 埃克施托费尔

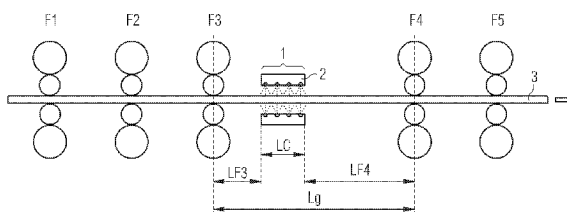
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 1 页

(54) 发明名称

用于热轧钢带的方法和热轧机列

(57) 摘要

本发明涉及一种用于在多个相继的轧机机架(F1-F5)中热轧钢带(3)的装置和方法,其中所述钢带首先在奥氏体状态中并且随后在强制的中间机架液体冷却之后在铁素体状态中在一个或者多个轧机机架中精轧到最终厚度。为了保证所述钢带在冷却之后实际上达到了铁素体状态,设置所述钢带(3)的最终厚度小于 3mm,将所述钢带从液体冷却之前的最后一个轧机机架(F3)出来的出口温度和平衡奥氏体极限温度之间的差通过预控制或者调节所述出口温度调整到不大于 70K,优选不大于 50K,优选小于 25K,并且两个轧机机架之间的液体冷却根据冷却区段(1)的长度 Lc 实行,其措施是在所述冷却区段中在钢带(3)的两侧至少各施加液体量  $Qu > 284 / (Lc^{1.42})$  升每分钟且每米带宽,特别  $Qu > 2 \times 284 / (Lc^{1.42})$  升每分钟且每米带宽,但是不大于  $Qu = 7 \times 284 / (Lc^{1.42})$  升每分钟且每米带宽,优选  $Qu < 4 \times 284 / (Lc^{1.42})$  升每分钟且每米带宽。



1. 用于在多个相继的轧机机架(F1-F5)中热轧钢带(3)的方法,其中所述钢带首先在奥氏体状态中并且随后在强制的中间机架液体冷却之后在铁素体状态中在一个或者多个轧机机架中精轧到最终厚度,其特征在于,所述钢带(3)的最终厚度小于3mm,特别小于2.5mm,优选小于1.49mm,将所述钢带从液体冷却之前的最后一个轧机机架(F3)出来的出口温度和平衡奥氏体极限温度之间的差通过预控制或者调节所述出口温度来调整到不大于70K,优选不大于50K,优选小于25K,并且两个轧机机架之间的液体冷却根据冷却区段(1)的长度 $L_c$ 实行,其措施是在所述冷却区段中在钢带(3)的两侧至少各施加液体量 $Qu > 284 / (Lc^{1.42})$ 升每分钟且每米带宽,特别 $Qu > 2 \times 284 / (Lc^{1.42})$ 升每分钟且每米带宽,但是不大于 $Qu = 7 \times 284 / (Lc^{1.42})$ 升每分钟且每米带宽,优选 $Qu < 4 \times 284 / (Lc^{1.42})$ 升每分钟且每米带宽。

2. 按权利要求1所述的方法,其特征在于,通过所述轧机机架的单位宽度的生产率小于12mm m/s, 优选小于9.5mm m/s。

3. 按权利要求1或者2所述的方法,其特征在于,所述预控制或者调节所述钢带从液体冷却之前的最后一个轧机机架(F3)出来的出口温度基于依赖质量和/或依赖减缩率的表格或者基于单位宽度的质量生产率和进入第一轧机机架(F1)的入口温度之间的简单的依赖质量和/或依赖减缩率的数学关系来进行。

4. 按权利要求1到3中任一项所述的方法,其特征在于,调整在具有长度 $L_c$ 的冷却区段(1)的液体冷却之前的最后一个轧机机架(F3)和液体冷却之后的第一个轧机机架(F4)之间的平均冷却率 $T' = A \times B \times v_m / L_c$ ,

其中适用 $A = [0.5 \cdots 2] \times 40 + (T_m - T_a)$ ,具有钢带(3)从液体冷却之前的最后一个轧机机架(F3)出来的平均出口温度 $T_m$ 以及平衡奥氏体极限温度 $T_a$ ,

其中适用 $B = 0.95 + 0.5 \times (100 - Fe)$ ,具有以质量的百分比表示的钢的铁含量 $Fe$ ,

并且其中 $v_m$ 表示在所提到的两个轧机机架(F3、F4)之间的当前的带材速度。

5. 按权利要求1到4中任一项所述的方法,其特征在于,冷却液是具有在15°C到60°C之间,优选在25°C到40°C之间的使用温度的水。

6. 按权利要求1到5中任一项所述的方法,其特征在于,在倒数第二个轧机机架(F4)和最后一个轧机机架(F5)之间进行冷却和/或在倒数第三个轧机机架(F3)和倒数第二个轧机机架(F4)之间进行冷却。

7. 按权利要求6所述的方法,其特征在于,在倒数第三个轧机机架(F3)和倒数第二个轧机机架(F4)之间进行冷却并且所述倒数第二个轧机机架(F4)在不足够冷却的情况下打开。

8. 按权利要求1到7中任一项所述的方法,其特征在于,所述冷却区段(1)的长度 $L_c$ 占在前的轧机机架(F3)和随后的轧机机架(F4)之间的距离的5%到30%之间。

9. 按权利要求1到8中任一项所述的方法,其特征在于,所述冷却区段(1)布置得相比随后的轧机机架(F4)更靠近于在前的轧机机架(F3),特别地相比随后的轧机机架更靠近于在前的轧机机架至少20%。

10. 按权利要求1到9中任一项所述的方法,其特征在于,在其之间进行所述冷却的相继的轧机机架(F3、F4)之间的距离( $L_g$ )在3.5m到7m之间。

11. 按权利要求1到10中任一项所述的方法,其特征在于,所述钢带(3)的带宽在

800mm 到 2200mm 之间。

12. 按权利要求 1 到 11 中任一项所述的方法,其特征在于,在所述冷却区段(1)之前所述钢带(3)的带厚有 1.2mm 到 5mm,特别是 1.5mm 到 3.5mm,优选 1.8mm 到 3.5mm。

13. 按权利要求 1 到 12 中任一项所述的方法,其特征在于,所述钢带(3)由连铸的半成品在直接相继的工作步骤中精轧而成。

14. 按权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述钢带(3)首先在一到四个步骤中粗轧,然后再次加热到至少 1100°C 并且随后在三到五个步骤中精轧。

15. 用于实施按权利要求 1 到 12 中任一项所述的方法的多机架的热轧机列,其特征在于,在两个相继的轧机机架(F3、F4)之间设置用于对钢带(3)从两侧加载液体的冷却区段(1)以及从属的预控制装置或者调节装置,其设置成在所述冷却区段(1)中在钢带的两侧根据所述冷却区段的长度  $L_c$  至少各施加液体量  $Q_u > 284 / (L_c^{1.42})$  升每分钟且每米带宽,特别  $Q_u > 2 \times 284 / (L_c^{1.42})$  升每分钟且每米带宽,但是不大于  $Q_u = 7 \times 284 / (L_c^{1.42})$  升每分钟且每米带宽,优选  $Q_u < 4 \times 284 / (L_c^{1.42})$  升每分钟且每米带宽;并且设置预控制或者调节,其将所述钢带(3)从所述冷却区段(1)之前的最后一个轧机机架(F3)出来的出口温度和平衡奥氏体极限温度之间的差通过调节所述出口温度调整到不大于 70K,优选不大于 50K,优选小于 25K。

16. 按权利要求 15 所述的热轧机列,其特征在于,所述预控制或者调节所述钢带(3)从冷却区段(1)之前的最后一个轧机机架(F3)出来的出口温度基于依赖质量和 / 或依赖减缩率的表格或者基于单位宽度的质量生产率和进入第一轧机机架(F1)的入口温度之间的简单的依赖质量和 / 或依赖减缩率的数学关系来进行。

17. 按权利要求 15 或者 16 所述的热轧机列,其特征在于,所述冷却区段(1)布置在倒数第二个轧机机架(F4)和最后一个轧机机架(F5)之间和 / 或在倒数第三个轧机机架(F3)和倒数第二个轧机机架(F4)之间。

18. 按权利要求 15 到 17 中任一项所述的热轧机列,其特征在于,所述冷却区段(1)的长度  $L_c$  占在前的轧机机架(F3)和随后的轧机机架(F4)之间的距离的 5% 到 30% 之间。

19. 按权利要求 15 到 18 中任一项所述的热轧机列,其特征在于,所述冷却区段(1)布置得相比随后的轧机机架(F4)更靠近于在前的轧机机架(F3),特别地相比随后的轧机机架更靠近于在前的轧机机架至少 20%。

20. 按权利要求 15 到 19 中任一项所述的热轧机列,其特征在于,在其之间布置有冷却区段(1)的相继的轧机机架(F3、F4)之间的距离( $L_g$ )在 3.5m 到 7m 之间。

21. 按权利要求 15 到 20 中任一项所述的热轧机列,其特征在于,所述热轧机列(F1-F5)以及冷却区段(1)的宽度设计用于钢带(3)的在 800mm 到 2200mm 之间的带宽。

22. 按权利要求 15 到 21 中任一项所述的热轧机列,其特征在于,所述冷却区段(1)设计得能够使用具有在 15°C 到 60°C 之间,优选在 25°C 到 40°C 之间的使用温度的水作为冷却液。

23. 按权利要求 15 到 22 中任一项所述的热轧机列,其特征在于,所述热轧机列与连铸设备连接,从而使所述钢带(3)能够由连铸的半成品在直接相继的工作步骤中精轧而成。

24. 具有按权利要求 23 所述的热轧机列的复合轧制设备,其特征在于,所述复合轧制设备具有带有一到四个轧机机架的粗轧机列、用于将由所述粗轧机列中出来的钢带加热到

超过 1100℃的加热装置以及具有三到五个轧机机架(F1-F5)用于精轧的热轧机列。

## 用于热轧钢带的方法和热轧机列

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在多个相继的轧机机架中热轧钢带的方法,其中所述钢带首先在奥氏体状态中并且随后在强制的中间机架液体冷却之后在铁素体状态中在一个或者多个轧机机架中精轧到最终厚度,以及涉及一种相应的热轧机列。

### 背景技术

[0002] 当轧件在轧制时具有高于其再结晶温度的温度时称为热轧。对于钢来说所述温度为高于大约 780°C 的范围,一般在温度高达 1200°C 时进行热轧。

[0003] 在热轧钢时金属多处于奥氏体状态中,在所述奥氏体状态中铁原子布置为面心立方。在此,变形程度也就是说从输出厚度与输入厚度的比例可能高达 1:200:例如在宽带热轧机列中能够从一般 240mm 的板坯厚度达到 1.2mm-15mm 的最终厚度。当不仅轧制开始温度而且轧制结束温度都处在相应的钢的奥氏体区域中时称为在奥氏体状态中的轧制。所述钢的奥氏体区域取决于钢的成分,但一般高于 800°C。

[0004] 如果由于规定的材料特性仅仅在奥氏体区域中轧制,如此所述最终厚度不能选择得任意小,因为轧件在每个轧制过程中冷却并且最终从所述奥氏体区域离开。应对所述现象,只能通过轧件以已经减小的厚度到达热轧机架,也就是说,或者在粗轧机列中相应地减小厚度或者在脱耦的薄带钢浇注设备中制造,因为薄带钢浇注设备的产量一般不足够用于耦合的运行。在热轧前减小轧件厚度因此导致巨大的产量损失,所述热轧机架与连铸设备或者带钢浇注设备的、具有用于实施所谓的直接耦合的或者无端运行的更高产量的直接耦合大多是不可能的。

[0005] 然而,替代在奥氏体状态中热轧,钢也可以在铁素体状态中热轧。在铁素体状态中铁原子布置为体心立方,这种钢比在奥氏体状态中更软并且能够更容易地变形。虽然在铁素体状态(铁素体区域)中的钢的温度比在奥氏体区域中低,却需要更小的轧制力使钢变形。此外利用所述特性在成品钢带时达到更小的厚度和 / 或更大的宽度。但是,铁素体较低的变形阻力优选限制在相对狭窄的温度范围 100°C -150°C 内,低于发生从奥氏体到铁素体完全的平衡相变的温度。在此感兴趣的钢的平衡奥氏体极限温度根据钢的成分在 800°C 到 900°C 之间并且对于大多数钢成分是已知的。其在铁碳图中作为在点 G 和 P 之间的曲线标识出,在所述铁碳图中在 x 轴上以重量百分比表示碳含量并且在 y 轴上表示温度。在曲线 G-P 以上不仅有奥氏体(所谓的  $\gamma$  混晶)而且有铁素体(所谓的  $\alpha$  混晶)存在,在曲线 G-P 以下,也就是说在所述的平衡奥氏体极限温度以下只有更多铁素体( $\alpha$  混晶)存在。

[0006] 由背景技术已知在奥氏体状态中的热轧与随后在铁素体状态中的热轧的结合。DE 196 00 990 A1 为此提出,钢带在奥氏体的热轧之后在仅有的冷却步骤中冷却到 2-12mm 的中间厚度并且然后在一个或者多个步骤中,也就是说在一个或者多个轧机机架中最终以铁素体精轧。

[0007] 但是,单独通过这些措施不能保证对钢带进行有控制的冷却并且所述钢带根据钢带的带宽、厚度、冷却前的温度等等在冷却之后实际上达到铁素体状态。

## 发明内容

[0008] 由此本发明的任务是,提供一种方法,对不同带宽、厚度和冷却前温度的钢带保证所述钢带在冷却之后处于铁素体状态中,其中在此对于铁素体的组织部分 >90% 的情况已经可以认为存在铁素体状态。

[0009] 该任务通过以下解决,即所述钢带的最终厚度小于 3mm,特别小于 2.5mm,优选小于 1.49mm,将所述钢带从液体冷却之前的最后一个轧机机架出来的出口温度和平衡奥氏体极限温度之间的差通过预控制或者调节所述出口温度来调整到不大于 70K,优选不大于 50K,优选小于 25K,并且两个轧机机架之间的液体冷却根据冷却区段的长度  $L_c$  实行,其措施是在所述冷却区段中在钢带的两侧至少各施加液体量  $Q_u > 284 / (L_c^{1.42})$  升每分钟且每米带宽,特别  $Q_u > 2 \times 284 / (L_c^{1.42})$  升每分钟且每米带宽,但是不大于  $Q_u = 7 \times 284 / (L_c^{1.42})$  升每分钟且每米带宽,优选  $Q_u < 4 \times 284 / (L_c^{1.42})$  升每分钟且每米带宽。

[0010] 根据本发明的方法只有在所述最终厚度小于 3mm 时很好的应用,因为只有在那时能够在所述冷却区段中进行充分的冷却(全部钢带横截面的冷却)。

[0011] 这就是说,对带宽为 1m 的钢带且长度  $L_c$  为 1m 的冷却区段来说在所述冷却区段上在带的每一侧上施加至少 284 升每分钟的液体,一般来说是水,优选 568 l/min 且钢带每侧。如果所述钢带宽度只有 0.5m 且所述冷却区段的长度保持不变,那么在所述冷却区段上在钢带的上侧面和下侧面至少各施加 142 l/min,优选 284 l/min。如果钢带宽度为 1m,所述冷却区段的长度仅为 0.5m 长,在所述较短的冷却区段上施加明显更大的水量,也就是说不仅在上侧面而且在下侧面各 760 l/min,优选甚至 1520 l/min。

[0012] 根据本发明的方法能够在调节和预控制所述钢带从液体冷却之前的最后一个轧机机架出来的出口温度时应用。调节温度的前提是测量实际值,但这在多数情况中不适用,因为所述温度是根据模型计算的。在预控制时所述出口温度根据其他已知的数据确定,例如借助过程模型。

[0013] 但是也可以设置,所述预控制或者调节所述钢带从液体冷却之前的最后一个轧机机架出来的出口温度基于依赖质量和 / 或依赖减缩率的表格或者基于单位宽度的质量生产率(或者带速和带厚)和进入第一轧机机架的入口温度之间的简单的依赖质量和 / 或依赖减缩率的数学关系来进行。

[0014] 在此由这种表格的摘用示例性地列举了适用于较小生产率的五机架的热轧机列(精轧机列)。对于不同的带厚(在此只给出在表 1 中的 8mm 和在表 2 中的 10mm)并且对于进到热轧机列的不同的入口温度(在此只给出 1070°C)来说,对于带进入到热轧机列的不同的入口速度( $V_{band}$ )给出在第三个轧机机架之后的带温度( $T_3$ )和在第四个轧机机架之后的带温度( $T_4$ ):

带厚8mm

入口温度1070℃

V band [m/s]	在轧机机架	
	3之后	4之后
	T_3 [°C]	T_4 [°C]
0.8	870	809
0.85	891	836
0.9	917	866
0.95	942	897
1	965	920
1.05	986	942
1.1	1009	970

表1

带厚10mm

入口温度1070℃

V band [m/s]	在轧机机架	
	3之后	4之后
	T_3 [°C]	T_4 [°C]
0.7	895	840
0.75	934	881
0.8	962	915
0.85	987	945
0.9	1012	974

表2

所述表格基于经验值建立并且能够此后用于预控制所述热轧机列。如果第四个轧机机架是液体冷却前的那个轧机机架,所述带应该带有确定的温度离开该轧机机架,于是可以在所述表格中查看,哪个带进入所述热轧机列的入口速度(V\_band)、哪个带厚、哪个在第三个轧机机架之后的带温度(T\_3)等等与所述期望的温度相对应,并且所述温度能够通过预先规定相应的值无需调节地设置。

[0015] 一般使用具有在 15℃到 60℃之间,优选在 25℃到 40℃之间的使用温度的水作为冷却液。

[0016] 通过根据本发明的水量能够在相应调节从冷却前的最后一个轧机机架中出来的出口温度的情况下(其一般通过热轧机列的所谓的 2 级调节进行),实现钢带从大于 30K 到大于 100K 的中间冷却,从而保证了钢带在其进入下一个轧机机架(接着在该轧机机架进行铁素体轧制)前的完全铁素体组织。

[0017] 当通过所述轧机机架的单位宽度的生产率小于 12mm m/s, 优选小于 9.5mm m/s 时,应用根据本发明的方法特别好。所述生产率或者体积流量在轧制技术中经常作为单位宽度的体积流量给出,也就是说,作为每单位宽度(1m)体积流量给出,并且可以在此作为带的厚度(多以 mm 计)和带速(多以 m/s 计)的乘积来说明。为实施根据本发明的方法所述(单位宽度的)生产率不应过高,也就是说大约小于 15mm m/s,但更好的是小于 12mm m/s,例如小于 9.5mm m/s。

[0018] 根据本发明的关系借助于实验建立。为了可以在热轧制时充分利用铁素体有利的特性即其较好的可变形性,轧件即所述钢带必须是单相的并且不允许在所述钢带中存在显

著的奥氏体部分,所述奥氏体部分会显著影响轧制力的大小。在此冷却必须保证在钢带中在冷却之后并且进入接下来的用于铁素体轧制的轧机机架之前存在几乎只有铁素体组织,也就是说至少 90% 的铁素体组织,优选至少 95% 的铁素体组织。

[0019] 根据在冷却之前的轧机机架之后的带厚、所述单位宽度的体积流量以及钢进入所述由用于热轧制的轧机机架构造的热轧机列的入口温度,有必要在至少两个轧机机架之间进行强制冷却,以保证向几乎只有铁素体组织转变,其中在轧机机架距离(在冷却前的最后一个轧机机架和冷却后的第一个轧机机架之间)内,钢带的平均冷却率  $T'$  应该至少 40K/s,更好的是大于 60K/s,优选 90K/s。

[0020] 所述要求的冷却率  $T'$  [K/s] 也取决于钢带在冷却前的轧机机架之后的出口温度,从所述轧机机架出来的出口速度以及在冷却前的最后一个轧机机架和冷却后的第一个轧机机架之间的距离。当然,钢的成分也很重要。

[0021] 在此做出下列考虑:在冷却区段长度  $L_c$  内所述待达到的冷却率  $T'$  可如下计算:

$$T' = A \times B \times v_m / L_c$$

所述因子 A 取决于钢带从冷却前的最后一个轧机机架出来的平均出口温度  $T_m$  和其与平衡奥氏体极限温度  $T_a$  的差距,并且优选如下确定:

$$A = [0.5 \cdots 2.0] \times 40 + (T_m - T_a)$$

$L_c$  代表所述冷却区段的长度,在所述长度内要达到所述冷却率  $T'$  [K/s]。可替代地  $L_c$  也可用于在冷却前的最后一个轧机机架和冷却后的第一个轧机机架之间的机架距离,然后  $T'$  用于在两个轧机机架之间的平均冷却率。 $v_m$  表示从冷却之前的最后一个轧机机架中出来的平均出口速度。

[0022] 所述无量纲的因子 B 反映了钢带的铁含量并且在 0.95 到大约 1.95 之间,如果考察含有 >98%Fe 的钢,其中用 Fe 以质量的百分比表示钢中的铁含量:

$$B = 0.95 + 0.5 \times (100 - \text{Fe})$$

为了保证足够的根据本发明的冷却率,温度差  $T_m - T_a$  (在因子 A 中)应该不大于 70K,最好小于 50K,优选小于 25K。这可以例如通过控制热轧机列的所谓的 2 级自动作业来保证。

[0023] 所述在 A 中出现的乘法因子 [0.5...2.0] 由显著的离差得到,所述离差在不同冷却负载时进行的转变实验和冷却试验中得到,用于达到 90% 或者 95% 的铁素体。

[0024] 由建立温度差 ( $T_m - T_a$ )、在所述热轧设备中轧制的钢带的已知的钢特性,对于给出的冷却区段的长度  $L_c$  得到至少要求的冷却率  $T'$ ,由所述冷却率可以得到至少要求的热传递系数,并且由所述热传递系数又由大多来自经验或者实验发现的关系可以得到要求的冷却液(冷却水)的量。

[0025] 根据本发明可以设置,只在热轧机列的倒数第二个和最后一个轧机机架之间进行冷却,从而也就是说在倒数第二个轧机机架上仍然在奥氏体状态中轧制钢带,然后通过冷却出现铁素体并且在最后一个轧机机架中轧制在铁素体状态中的钢带。

[0026] 或者可以设置,只在热轧机列的倒数第三个和倒数第二个轧机机架之间进行冷却,从而也就是说在倒数第三个轧机机架上仍然在奥氏体状态中轧制钢带,然后通过冷却出现铁素体并且在倒数第二个和最后一个轧机机架中轧制在铁素体状态中的钢带。这有以下优点,所述倒数第二个轧机机架在通过前置的冷却区段没有完全的冷却的情况下可以打开,也就是该轧机机架不轧制。不充分的冷却可以出现在例如当冷却的单个装置,如喷嘴,



失灵时或者当钢带的速度或者质量生产率大于预期时。

[0027] 最后还可以设置,不仅在倒数第二个和最后一个轧机机架之间而且在倒数第三个和倒数第二个轧机机架之间进行冷却。这有以下优点,所述倒数第二个轧机机架在通过前置的冷却区段没有完全的冷却的情况下可以打开,也就是该轧机机架不轧制并且所述钢带能够通过后置的第二个冷却装置附加地在最后一个轧机机架之前冷却,利用所述最后一个轧机机架作为唯一的轧机机架轧制在铁素体状态中的钢带。理所当然地,也可以在倒数第二个轧机机架之前充分冷却到铁素体状态的情况,不仅利用所述倒数第二个而且用最后一个轧机机架轧制在铁素体状态中的钢带。

[0028] 为了保证对在奥氏体的轧制后已经相对较薄的钢带(小于 5mm,特别小于 3.5mm)进行快速的并且强制冷却,可以设置,所述冷却区段的长度  $L_c$  占在前的和随后的轧机机架之间的距离的 5% 到 30% 之间。例如所述冷却区段在每个带侧面由至少两列喷嘴构成,其中所述喷嘴列按照本发明的思想给出所述冷却区段的最小长度 350mm。

[0029] 此外对于尽可能完全的奥氏体-铁素体转变是有利的,当所述冷却区段布置得相比随后的轧机机架更靠近于在前的轧机机架时,特别关系到相对短的占在前的和随后的轧机机架之间距离的 5% 到 30% 之间的冷却区段时。优选地所述冷却区段布置得相比随后的轧机机架更靠近于在前的轧机机架至少 20%。

[0030] 根据本发明的方法最好在以下设备中应用,在所述设备中在其之间进行冷却的相继的轧机机架之间的距离在 3.5m 到 7m 之间。对于所述距离能够保证在对钢带冷却之后还有足够的时间用于进行尽可能完全的向铁素体的组织转变。

[0031] 本发明此外应用于具有 800mm 到 2200mm 之间的宽度的钢带时是有利的。

[0032] 在冷却之前所述钢带的带厚一般有 1.2mm 到 5mm,特别是 1.5mm 到 3.5mm,优选 1.8mm 到 3.5mm。

[0033] 根据本发明的方法特别有利的是,所述钢带由连铸的半成品在直接相继的工作步骤中精轧而成。也就是说可以将热轧设备直接耦合到连铸设备上,从而使具有小于 3mm 的带厚的钢带能够在无端方法中制造。

[0034] 例如所述钢带首先在一到四个步骤中粗轧,然后再次加热到至少 1100°C 并且随后在三到五个步骤中精轧。在此不必提及的是,在连铸设备和热轧设备之间理所当然地在已知的布置中可能存在其他的装置如剪切机、熔炉、冷却设备、粗轧设备、存储设备、用于去除氧化皮的设备等等。理所当然地,所述热轧设备也可以由多于五个轧机机架构成,从而使得钢带能够在多于五个的步骤中精轧。

[0035] 但是本发明还可以应用于布置在带浇注设备下游的热轧设备。

[0036] 根据本发明的多机架的热轧机列在两个相继的轧机机架之间具有用于对钢带从两侧加载液体的冷却区段以及从属的预控制装置或者调节装置,其设置成在所述冷却区段中在钢带的两侧根据所述冷却区段的长度  $L_c$  至少各施加液体量  $Q_u > 284 / (L_c^{1.42})$  升每分钟且每米带宽,特别  $Q_u > 2 \times 284 / (L_c^{1.42})$  升每分钟且每米带宽,并且设置所述预控制或者调节,其将所述钢带从所述冷却区段之前的最后一个轧机机架出来的出口温度和平衡奥氏体极限温度之间的差通过调节所述出口温度来调整到不大于 70K,优选不大于 50K,优选小于 25K。

[0037] 所述冷却区段是使用的液体在钢带上撞击的区段。

[0038] 如已经在根据本发明的方法中说明的那样,所述冷却区段可以布置在倒数第二个和最后一个轧机机架之间和 / 或在倒数第三个和倒数第二个轧机机架之间。

[0039] 所述冷却区段的长度  $L_c$  占在前的和随后的轧机机架之间的距离的 5% 到 30% 之间,特别地其由在每个钢带表面(也就是说在上面和下面各一个喷嘴列)上仅一个在宽度上布置的喷嘴列构成。

[0040] 所述冷却区段布置得相比随后的轧机机架更靠近于在前的轧机机架,特别地相比随后的轧机机架更靠近于在前的轧机机架至少 20%。

[0041] 在其之间布置有冷却区段的相继的轧机机架之间的距离应最好在 3.5m 到 7m 之间。

[0042] 热轧机列以及冷却区段的宽度通常设计用于在 800mm 到 2200mm 之间的钢带带宽。

[0043] 所述热轧机列能够与连铸设备连接,从而使所述钢带能够由连铸的半成品在直接相继的工作步骤中精轧而成。例如由此产生具有根据本发明的热轧机列的复合轧制设备,其中所述复合轧制设备具有带有一到四个轧机机架的粗轧机列、用于将由所述粗轧机列中出来的钢带加热到超过 1100°C 的加热装置以及具有三到五个轧机机架用于精轧的热轧机列。理所当然地所述热轧机列也可以包括多于五个机架。

[0044] 利用根据本发明的方法或者根据本发明的热轧机列也能够对相对较小的钢带的单位宽度的生产率(带厚乘以速度),例如小于  $0.438\text{m}^2/\text{min}$ (这相当于  $7.3\text{mm m/s}$ ),以及钢带进入热轧机列的适当的小于 1050°C 的入口温度,特别小于 1020°C 时,在仅三个轧机机架中在奥氏体的轧制时使带厚达到明显小于 3mm。通过在奥氏体的轧制之后,例如在第三个(或者第四个)轧机机架之后,强烈的根据本发明的冷却,能够在一个(或者两个)其他的轧机机架中通过铁素体轧制达到最终厚度小于 1mm,这具有额外的优点,即对于最后一个(或者最后两个)轧机机架需要明显较小的轧制力,这节约了用于热轧机列的能量。

[0045] 由此对于钢带的最终厚度能够达到至少小于 1.2mm,而在所有的奥氏体轧制中只能达到显著大于 1.2mm 且也显著小于 3mm 的厚度。

[0046] 整个热轧过程在各种情况下都比传统的方法更加稳定,因为在最后一个以及倒数第二个道次中避免了不确定的部分铁素体轧制。

## 附图说明

[0047] 本发明根据示意图示例性地说明。所述附图示出了具有冷却区段的热轧机列的侧视图。

## 具体实施方式

[0048] 钢带 3 以小于 1050°C,优选小于 1020°C 的输入温度例如由与连铸设备连接的粗轧机列在附图的左边进入到由轧机机架 F1 到 F5 构成的热轧机列中。所述钢带 3 的温度涉及在钢带横截面上取平均值得到的温度的平均值。在前三个轧机机架 F1 到 F3 中所述钢带 5 在奥氏体状态中轧制,其离开所述轧机机架 F3 时具有一般小于 3mm 的带厚。

[0049] 在此,冷却区段 1 在带的两侧具有多个喷嘴 2,所述喷嘴布置在每个带侧的至少一个喷嘴列中,并且冷却区段 1 具有至少 350mm 的长度  $L_c$ 。在第三个轧机机架 F3 和所述冷却区段 1 的始端之间的距离  $LF_3$  在此只占在第四个轧机机架 F4 到所述冷却区段 1 的末端的

距离 LF4 的一小部分。

[0050] 所述冷却区段根据本发明向钢带 3 不仅在上侧面而且在下侧面输送根据本发明的水量(每分钟且每米带宽),由此冷却所述钢带 3。直到所属钢带 3 进入到所述第四个轧机机架 F4, 开始进行几乎完全的向铁素体的组织转变, 从而在第四个轧机机架中在铁素体状态中使所述钢带 3 减缩。在第五个轧机机架 F5 中所述钢带 3 在铁素体状态中轧制到小于 1.5mm 的其最终厚度。

[0051] 当由所述轧机机架 F3 中出来的出口温度和奥氏体极限温度的差小于 50K 且单位宽度的生产率没有过高时, 也就是说例如在 5mm m/s 到 12mm m/s 的区域中时, 一般从两侧施加的水量在值  $284/(Lc^{1.42})$  的两倍到四倍之间。

[0052] 通常使用喷嘴用于施加冷却水, 所述喷嘴沿着钢带的宽度方向成列布置。如果只使用一个喷嘴列, 那么这相当于具有大约 350mm 的长度的典型的冷却区段 1。所述长度例如在喷嘴的倾斜的扭转 / 布置中由在钢带 3 上水射束的第一个和最后一个撞击点之间的距离得到。从两个喷嘴列起, 也就是说从一定数量的 n 个喷嘴列起, 冷却区段的长度 Lc 由一个喷嘴列的水射束的第一个和最后一个撞击点之间的距离加上两个喷嘴列相互的平均的距离的 (n-1) 倍来计算。

[0053] 如果所述冷却区段 1 不布置在第三个轧机机架 F3 和第四个轧机机架 F4 之间而是布置在第四个轧机机架 F4 和第五个轧机机架 F5 之间, 那么可能在第三个轧机机架 F3 和第四个轧机机架 F4 之间的距离更小, 并且在第四个轧机机架 F4 和第五个轧机机架 F5 之间的距离更大。无论如何, 在前四个轧机机架 F1 到 F4 中进行奥氏体的轧制, 反之仅在钢带 3 的组织向铁素体尽可能的完全转变之后在第五个轧机机架 F5 中进行铁素体的轧制。

[0054] 附图标记列表

- 1 冷却区段
- 2 喷嘴
- 3 钢带
- F1 第一轧机机架
- F2 第二轧机机架
- F3 第三轧机机架
- F4 第四轧机机架
- F5 第五轧机机架
- Lc 冷却区段 1 的长度
- Lg 第三和第四轧机机架之间的距离
- LF3 第三轧机机架 F3 和冷却区段 1 的始端之间的距离
- LF4 第四轧机机架 F4 和冷却区段 1 的末端之间的距离。

