



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115889449 A

(43) 申请公布日 2023.04.04

(21) 申请号 202211430394.5 *B21B 3/00* (2006.01)
(22) 申请日 2022.11.09 *B21B 15/00* (2006.01)
(71) 申请人 抚顺特殊钢股份有限公司 *B21B 37/74* (2006.01)
地址 113001 辽宁省抚顺市望花区鞍山路 *B21B 37/00* (2006.01)
东段8号
(72) 发明人 张鹏 于杰 韩魁 王树财
杨玉军 李飞扬 陈璐珂
(74) 专利代理机构 大连格智知识产权代理有限公司 21238
专利代理师 孙宇宏
(51) Int. Cl.
B21B 1/02 (2006.01)
B21B 1/08 (2006.01)
B21B 1/12 (2006.01)
B21B 45/00 (2006.01)

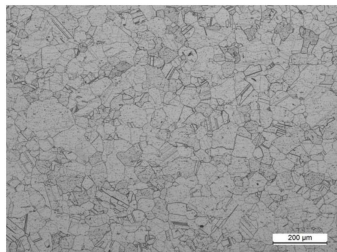
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种难变形合金方扁材的轧制工艺

(57) 摘要

本发明公开一种难变形合金方扁材的轧制工艺,通过合理的工艺控制,可以满足中小规格方扁形状和尺寸、横纵向力学性能和显微组织一致的方扁产品。本发明技术工艺流程:坯料设计、准备→加热→轧制开坯→轧制成型→余热矫直→表面精整→成品检验;主要采用方扁材轧制工艺,包括轧制开坯、轧制成型两个工艺。提供了开坯尺寸的设计、轧制成型变形量的基本分配、终轧温度的要求以及表面和平直度等状态的工艺参数。本发明有益之处在于:利用方扁材轧制特殊工艺,满足产品的形状、表面质量和力学性能以及显微组织;这类方扁材可用于叶片产品加工、可代替因圆钢带来的继续锻造加工造成的质量风险和成本,该工艺可应用在更多领域的方扁形零件的加工。



1. 一种难变形合金方扁材的轧制工艺,其特征在于,工艺流程:坯料设计、准备→加热→轧制开坯→轧制成型→余热矫直→表面精整→成品检验;

所述坯料设计、准备,结合方扁轧机设备特点和预计的变形量达到25%以上,坯料横截面应为100mm~140mm×100mm~140mm,长度应在2000mm~3000mm;

所述加热,轧制温度高于锻造加热温度,设计范围为1100℃~1200℃,保温时间3h~6h;加热保温条件通过温度均匀性和轧制间隔速率控制;

所述轧制开坯,100mm~140mm×100mm~140mm横截面开坯至100mm~150mm×70mm~120mm,变形速度0.5m/s~8m/s;

所述轧制成型,一次加热满足热变形塑性要求,轧制的过程分为Z轴轧制即三组平辊轧制和X轴轧制即两组立辊轧制,两个方向轧制变形是结合的也是同时的,轧制变形速度0.5m/s~8m/s,轧制开坯加轧制成型的总变形量范围25%~80%,变形量通常分配为3%~10%—3%~10%—10%~20%—4%~10%—4%~10%,由100mm~150mm×70mm~120mm轧至90mm~125mm×60mm~90mm;

所述余热矫直,在设计加热温度的范围内,终轧温度在920℃~1010℃,矫直温度可在900℃~1000℃,能够满足硬度在HBW小于230品种的矫直条件;如硬度继续提高需进行补偿加热得到矫直条件的改善;

所述表面精整,表面通过喷丸加酸洗清除缺陷,或可通过刨光、车铣的方式进行精加工。

2. 根据根据权利要求1所述一种难变形合金方扁材的轧制工艺,其特征在于,

难变形合金GH202是镍基时效合金,成品规格:110mm×75mm热轧方扁材;

坯料尺寸120mm×120mm;

加热温度1170℃,保温5h;

进入轧制开坯加轧制成型,使用设备WF540型号轧机,轧制速率2.25m/s;轧制成型的程为:120mm×120mm开坯128mm×100mm,轧制成型128mm×100mm→129mm×95mm→120mm×97.6mm→121mm×79mm→115mm×77.8mm→110.8mm×75.3mm;

终轧温度940℃;

对头部弯曲处矫直;成品长度达到7m。

3. 根据根据权利要求1所述一种难变形合金方扁材的轧制工艺,其特征在于,

难变形合金GH131是铁基固溶合金,成品规格:93mm×78mm热轧方扁材;

坯料尺寸105mm×105mm;

加热温度1150℃,保温4h;

轧制开坯加轧制成型共六道次,使用设备WF540型号轧机,轧制速率0.88m/s,轧制过程为:105mm×105mm开坯至115mm×85mm,轧制成型115mm×85mm→115.8mm×80mm→102mm×87.4mm→100.2mm×80mm→93mm×82.7mm→93.4mm×78.5mm;

终轧温度920℃;

坯料平直度较好,不需要矫直;产品表面氧化皮和直角处存在微细裂纹,进行喷丸加酸洗后清理干净。

4. 根据根据权利要求1所述一种难变形合金方扁材的轧制工艺,其特征在于,

难变形合金C263合金是铬-钴-镍基合金,成品规格:108mm×72mm热轧方扁材;

坯料尺寸115mm×115mm,长度1800mm~3200mm;

加热温度1170℃,保温4h;

轧制开坯加轧制成型共六道次,使用设备WF540型号轧机,轧制速率1.21m/s,轧制开坯:115mm×115mm至128mm×100mm,轧制成型:128mm×100mm→129mm×95mm→119.6mm×99mm→123.3mm×78mm→111.2mm×79mm→108.6mm×72.8mm;

终轧温度950℃;

两端弯曲,进行余热矫直,平直度达到4mm/m,表面、尺寸质量满足ASTMB164标准,使用喷丸处理,表面检查合格。

一种难变形合金方扁材的轧制工艺

技术领域

[0001] 本发明属于特殊合金热加工工艺,具体涉及一种难变形合金方扁材的轧制工艺。

背景技术

[0002] 难变形合金主要依靠固溶强化、时效强化以及相变强化等强化手段,合金的热加工窗口窄,具有变形难度大、变形塑性差、性能影响因素多等特点。

发明内容

[0003] 本发明公开一种难变形合金方扁材的轧制工艺,通过合理的工艺控制,可以满足中小规格方扁形状和尺寸、横纵向力学性能和显微组织一致的方扁产品。难变形合金方扁材的生产工序属于短流程的加工方式,具备快速生产、能源消耗少的特点,在变形工艺上可通过1~2次加热、通过变形量的分配,替代多次加热结合慢速变形的锻造工艺,更有利于适应再结晶变形区间窄的问题,提高动态再结晶条件。扁材轧制的步骤通常分为开坯加成型,即缓解了变形量过大超出临界变形带来的裂纹(表面裂纹或心部裂纹)也可以提供晶粒回复、均匀长大的条件。

[0004] 本发明技术方案:

[0005] 1. 工艺流程

[0006] 坯料设计、准备→加热→轧制开坯→轧制成型→余热矫直→表面精整→成品检验。

[0007] (1)坯料的设计、准备,结合方扁轧机设备特点和预计的变形量达到25%以上,坯料横截面应为100mm~140mm×100mm~140mm,长度应在2000mm~3000mm,有利于充分变形量的同时减少两端组织、性能差异。

[0008] (2)加热制度,加热行为是提高合金变形塑性,满足再结晶温度轧制的有利条件,这与加工产品的熔点、硬度、屈强比等因素有关;难变形合金的轧制温度略高于锻造加热温度,可预先设计范围为1100℃~1200℃,保温时间3h~6h,增加了保温时间作为运行过程中的温度补偿;可分为预热、均热阶段,适用于铁、镍、钴基的变形合金,满足热加工塑性区的要求,加热保温条件是通过温度均匀性和轧制间隔速率控制。

[0009] (3)轧制开坯,目的是为了成品轧制前的尺寸和外形的精确控制、提高XYZ轴三向的变形均匀性,还保证轧制成型的通过成功率和设计的变形量;100mm~140mm×100mm~140mm横截面开坯至100mm~150mm×70mm~120mm,变形速度0.5m/s~8m/s,变形压力方向在单向Z轴上,金属的延展在X、Y轴;该步骤的变形量设计允许在满足最终变形量的基础上再次加热后进行轧制,主要应用于变形抗力大、变形区间窄的合金品种上。

[0010] (4)轧制成型,根据最终产品需求尺寸,设计一次加热满足热变形塑性要求,轧制的过程分为Z轴轧制(三组平辊轧制)和X轴轧制(两组立辊轧制)(见图1),两个方向轧制变形是结合的也是同时的,目的是满足对角线对称和四边平行的截面形状矩形要求特点,更是体现出两组垂直侧面均匀变形的要求获得组织均匀性的结果;变形量通常分配为3%~

10%—3%~10%—10%~20%—4%~10%—4%~10%。

[0011] (5)余热矫直,轧制利用余热进行矫直可以避免再次加热造成的组织变化、晶粒度异常长大等缺陷,轧制过程中升温是金属原子之间摩擦造成的,在设计加热温度的范围内,终轧温度在920℃~1010℃,矫直温度可在900℃~1000℃,能够满足硬度在HBW小于230品种的矫直条件;如硬度继续提高需进行补偿加热得到矫直条件的改善。

[0012] (6)表面精整,表面通过喷丸加酸洗清除缺陷,或可通过刨光、车铣的方式进行精加工,该做法金属损失率高、加工效率低;以上轧制成型工艺生产出的产品表面质量优良、形状规整,不需要机械加工去除表面缺陷和完整形状。

[0013] 对发明点的说明

[0014] 本发明发明点为设计满足铁、镍、钴基难变形合金扁方材的轧制工艺,适用于航空、航天、核电等所需扁方材的应用领域。主要工艺采用方扁材轧制工艺,包括轧制开坯、轧制成型两个工艺。提供了开坯尺寸的设计、轧制成型变形量的基本分配、终轧温度的要求以及表面和平直度等状态的处理等工艺参数,具有重要的实用价值。

[0015] 本发明有益之处在于:

[0016] 利用一种方扁材轧制的特殊工艺,满足产品的形状、表面质量和力学性能以及显微组织;这类方扁材可用于叶片产品加工、可代替因圆钢带来的继续锻造加工造成的质量风险和成本,已用于航空发动机、燃气轮机的叶片,该工艺可应用在更多领域和方扁形零件的加工方面。

附图说明:

[0017] 图1是方扁材轧制成型中Y向为轧制方向示意图;

[0018] 图2是GH202合金110mm×75mm扁方材实物图;

[0019] 图3是GH202合金110mm×75mm扁方材中心位置显微组织;

[0020] 图4是GH131合金扁方中心显微组织;

[0021] 图5是GH131合金扁方边缘显微组织;

[0022] 图6是C263合金108mm×72mm扁方材轧制图。

具体实施方式

[0023] 实施例1、实施例2、实施例3共同执行以下工艺:

[0024] 1.通常坯料选择:长度应为2000mm~3000mm,可满足变形量大于25%,满足加工工艺中临界变形10%的下限要求;

[0025] 2.轧制开坯:变形速度0.5m/s~8m/s,非孔型轧制Z轴单向压下,压下量20mm~40mm,轧制道次1~3道次,轧制开坯:100mm~140mm×100mm~140mm横截面开坯至100mm~150mm×70mm~120mm;

[0026] 3.轧制成型:轧制变形速度0.5m/s~8m/s,变轧制总形量(轧制开坯加轧制成型)范围25%~80%,变形受力方式为三向变形,满足尺寸、质量均匀性要求;轧制分为1~5道次连续轧制,轧制成型:由100mm~150mm×70mm~120mm轧至90mm~125mm×60mm~90mm;

[0027] 4.余热矫直,产品冷却速率受接触介质和面积影响会出现温差、轧制后会弯曲,利用余热矫直是降低能源消耗避免组织变化的高效工艺。矫直温度在900℃~1000℃,绝大部

分变形高温合金可在此温度范围内进行塑性变形；

[0028] 5. 表面精整, 表面喷丸去除铁基或铁镍基合金的表层氧化皮, 或增加酸洗适用于去除铁、镍、钴基的表层氧化组织和浅表缺陷。

[0029] 实施例1

[0030] GH202合金110mm×75mm热轧方扁材；

[0031] GH202合金是镍基时效合金, 产品主要化学成分质量百分比: 碳: 0.067%、钨: 4.5%、钼: 4.5%、镍: 47%、铝: 1.32%、钛: 2.64%；

[0032] 成品规格: 110mm×75mm。

[0033] 坯料尺寸120mm×120mm, 使用设备WF540型号轧机, 加热温度1170℃, 保温5h, 进入轧制开坯加轧制成型, 轧制速率2.25m/s; 轧制成型的过程为: 120mm×120mm开坯128mm×100mm, 轧制成型128mm×100mm→129mm×95mm→120mm×97.6mm→121mm×79mm→115mm×77.8mm→110.8mm×75.3mm; 终轧温度940℃, 对头部弯曲处矫直, 成品长度达到7m。

[0034] 力学性能检验结果如表1, 符合标准要求。

[0035] 表1 GH202合金扁方力学性能

NO.	室温性能						700℃拉伸性能/%			
	RO.2/MPa	Rm/MPa	A/%	Z/%	a_{Ku}	HBW	RO.2/MPa	Rm/MPa	A/%	Z/%
A	796	1238	29	47	78.4	325	713	1022	38.5	30
B	781	1217	30.5	46	66.8	321	710	1019	40	26
C	788	1189	35	31	63.1	318	710	1017	30.5	37
D	803	1190	29.5	36	66.2	309	706	1013	28	36

[0037] 产品进行喷丸清理表面, 如图2。

[0038] 显微组织如图3。

[0039] 实施例2

[0040] GH131合金93mm×78mm热轧方扁材；

[0041] GH131合金是铁基固溶合金, 产品主要化学成分质量百分比: 碳: 0.04%、铬: 20.5%、钨: 5.42%、钼: 3.14%、铌: 0.98%、镍: 28%；

[0042] 成品尺寸: 93mm×78mm。

[0043] 坯料尺寸105mm×105mm, 使用设备WF540型号轧机, 加热温度1150℃, 保温4h, 轧制开坯加轧制成型共六道次, 轧制速率0.88m/s, 轧制过程: 105mm×105mm开坯至115mm×85mm, 轧制成型115mm×85mm→115.8mm×80mm→102mm×87.4mm→100.2mm×80mm→93mm×82.7mm→93.4mm×78.5mm; 终轧温度920℃, 坯料平直度较好, 不需要矫直。

[0044] 产品表面氧化皮和直角处存在微细裂纹, 进行喷丸加酸洗后清理干净。

[0045] 室温力学性能如表2,

[0046] 表2 GH131合金室温拉伸性能

NO.	RO.2/MPa	Rm/MPa	A/%	Z/%
A	414	830	42	50
B	420	836	40	45
C	406	842	35.7	48
D	410	840	36	46

[0048] 显微组织如图4、图5。

[0049] 实施例3

[0050] C263合金108mm×72mm热轧方扁材；

[0051] C263合金是铬-钴-镍基合金，产品主要化学成分质量百分比：

[0052] 碳：0.058%、铬：20.5%、钴：20.13%、钼：5.95%、镍：51.1%；铝：0.44%、钛：2.30%；

[0053] 成品尺寸：108mm×72mm。

[0054] 坯料尺寸115mm×115mm，长度1800mm~3200mm，使用设备WF540型号轧机，加热温度1170℃，保温4h，轧制六道次成型，轧制速率1.21m/s，轧制开坯：115mm×115mm至128mm×100mm，轧制成型：128mm×100mm→129mm×95mm→119.6mm×99mm→123.3mm×78mm→111.2mm×79mm→108.6mm×72.8mm；终轧温度950℃，两端弯曲，如图6；进行余热矫直，平直度达到4mm/m，表面、尺寸质量满足ASTMB164标准，使用喷丸处理，表面检查合格。

[0055] 力学性能检验结果见表3。

[0056] 表3 C263合金扁方力学性能

[0057]

NO.	780℃拉伸性能				780℃蠕变性能	
	R0.2/MPa	Rm/MPa	A/%	Z/%	应力，时间	A%
A	489	650	15.5	179	120MPa, 50h	0.06
B	507	645	16	175	120MPa, 50h	0.06
C	499	649	16	177	120MPa, 50h	0.05
D	499	625	15	183	120MPa, 50h	0.06

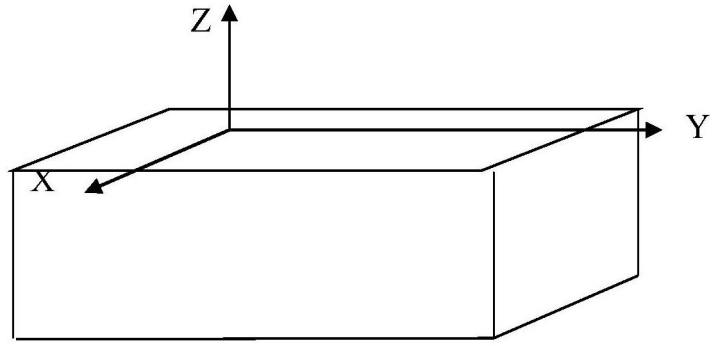


图1

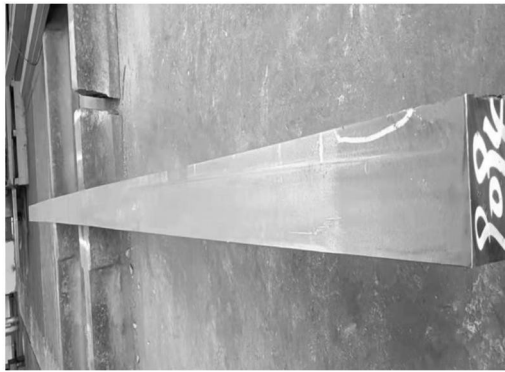


图2

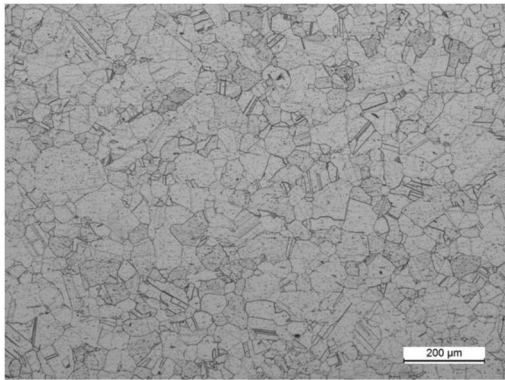


图3

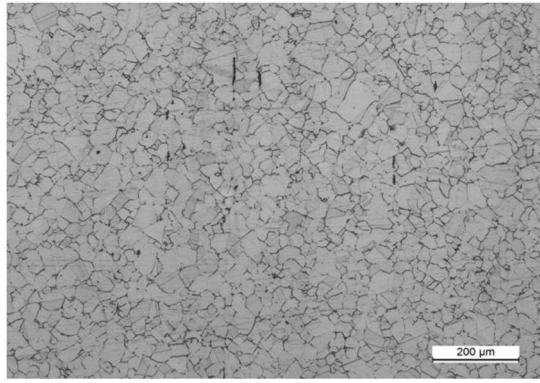


图4

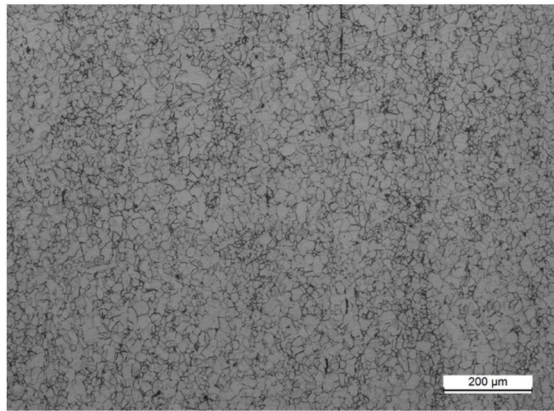


图5



图6