



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102400071 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 04

(21) 申请号 201110360354. 3

(22) 申请日 2011. 11. 15

(71) 申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市岳麓区左家垅麓
山南路 932 号

(72) 发明人 刘楚明 万迎春 肖宏超 舒心
张晓东

(74) 专利代理机构 中南大学专利中心 43200

代理人 胡燕瑜

(51) Int. Cl.

C22F 1/06 (2006. 01)

C22C 23/06 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 3 页

(54) 发明名称

一种大直径高强耐热镁合金管材的挤压变形
工艺

(57) 摘要

本发明涉及一种大直径高强耐热镁合金管材的挤压变形工艺。合金成分为(w%):Gd:6-13%, Y:2-6%, Zr:0.3-0.8%, Mg:余量。本发明具体实施步骤为:采用半连续铸造方法制备镁合金锭坯,将锭坯锯切、均匀化、空冷后去皮、加热保温后进行挤压,其中坯料温度 400-405℃;挤压模具温度 380-385℃;最后进行 205-215℃/30-50h 等温时效。所得管材外径 40-70mm,壁厚 3-6.5mm。管材力学性能为:挤压态室温抗拉强度 $\geq 340\text{MPa}$, 屈服强度 $\geq 240\text{MPa}$, 伸长率 $\geq 13.6\%$ 。T5 态(挤压+时效)室温时抗拉强度 $\geq 420\text{MPa}$, 屈服强度 $\geq 318\text{MPa}$, 伸长率 $\geq 3\%$;250℃时抗拉强度 $\geq 320\text{MPa}$, 伸长率 $\geq 12\%$;300℃时抗拉强度 $\geq 230\text{MPa}$, 伸长率 $\geq 20\%$;350℃时抗拉强度 $\geq 100\text{MPa}$, 伸长率 $\geq 45\%$ 。

1. 一种大直径高强耐热镁合金管材的挤压变形工艺,合金质量百分组成为, Gd : 6-13%, Y :2-6%, Zr :0.3-0.8%, Mg :余量,其特征在于包括以下步骤:

采用半连续铸造方法制备出直径 130-210mm,长 3000-5000mm 的镁合金锭坯;

将镁合金锭坯锯切后进行均匀化处理,空冷至室温后去皮,得到镁合金坯料;

加热挤压模具及挤压筒,温度保持在 380 -385℃;

将经过均匀化处理的镁合金坯料在 400-405℃温度下保温 1-3 h 后,放入预先加热的挤压筒中,在挤压机上进行挤压,挤压比为 19-36,挤压速度为 18-35mm/s;

挤压后合金进行等温时效热处理,时效工艺为 205-215℃ /30-50h,得到挤压态室温抗拉强度 $\geq 340\text{MPa}$,屈服强度 $\geq 240\text{MPa}$,伸长率 $\geq 13.6\%$,T5 态室温时抗拉强度 $\geq 420\text{MPa}$,屈服强度 $\geq 318\text{MPa}$,伸长率 $\geq 3\%$;250℃时抗拉强度 $\geq 320\text{MPa}$,伸长率 $\geq 12\%$;300℃时抗拉强度 $\geq 230\text{MPa}$,伸长率 $\geq 20\%$;350℃时抗拉强度 $\geq 100\text{MPa}$,伸长率 $\geq 45\%$ 的大直径高强耐热镁合金管材。

2. 根据权利要求 1 所述大直径高强耐热镁合金管材的挤压变形工艺,其特征在于:所述大直径高强耐热镁合金管材的规格为,外径 40-70mm,壁厚 3-6.5mm,长 3000-6000mm。

3. 根据权利要求 1 所述大直径高强耐热镁合金管材的挤压变形工艺,其特征在于:所述的挤压机为 1800/3600T 卧式油压挤压机。

一种大直径高强耐热镁合金管材的挤压变形工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及镁合金的挤压变形加工领域,特别涉及一种大直径高强耐热镁合金管材的挤压变形工艺。

背景技术

[0002] 镁合金是最轻的可用金属结构材料,具有低密度、高比强度、导热性好、减震能力强、易切削、可回收以及尺寸稳定等优点。在航空航天领域,飞行器质量每减轻 1Kg,比功率可以提高约 30%;而电器产品壳体和架体要具有良好的导热,减震及电磁屏蔽等特点;运输行业则由于节能减排也要求运输工具的重量降低;这表明镁合金成为 21 世界极具发展潜力的材料。

[0003] 其中镁合金管类件广泛应用于航空、汽车及电子电器等工业领域。而采用挤压技术加工管材具有许多突出的特点:降低原材料的消耗;零件的机械性能好;在挤压变形后,金属材料的晶粒组织更加致密。因此深入研究镁合金管材挤压技术,探索出一种制备大直径高强耐热镁合金管材的挤压工艺具有十分重要的意义。

发明内容

[0004] 本发明目的在于提供一种大直径高强耐热镁合金管材的挤压变形工艺。通过调节锭坯挤压温度、挤压模具温度、挤压速度及挤压比等工艺参数,寻求一种高强耐热镁合金管材的挤压变形工艺,经最终热处理后,使镁合金管材室温时抗拉强度 $\geq 420\text{MPa}$,屈服强度 $\geq 318\text{MPa}$,伸长率 $\geq 3\%$;250℃时抗拉强度 $\geq 320\text{MPa}$,伸长率 $\geq 12\%$;300℃时抗拉强度 $\geq 230\text{MPa}$,伸长率 $\geq 20\%$;350℃时抗拉强度 $\geq 100\text{MPa}$,伸长率 $\geq 45\%$ 。

[0005] 本发明高强镁合金由下述组分组成(wt%):Gd:6-13%,Y:2-6%,Zr:0.3-0.8%,Mg:余量。

[0006] 本发明挤压变形工艺,包括以下具体步骤:

- (1) 采用半连续铸造方法制备出直径 130-210mm,长 3000-5000mm 的镁合金锭坯;
- (2) 将镁合金锭坯锯切后进行均匀化处理,空冷至室温后去皮,得到镁合金坯料;
- (3) 加热挤压模具及挤压筒,温度保持在 380-385℃;
- (4) 将经过均匀化处理的镁合金坯料在 400-405℃温度下保温 1-3 h 后,放入预先加热的挤压筒中,在 1800/3600T 卧式油压上进行挤压,挤压比为 19-36,挤压速度为 18-35mm/s 挤压后管材规格为:外径 40-70mm,壁厚 3-6.5mm,长 3000-6000mm;
- (5) 挤压后合金进行等温时效热处理,时效工艺为 205-215℃/30-50h。

[0007] 镁合金挤压管材的质量受镁合金锭坯质量、锭坯温度、挤压模具温度、挤压速度、挤压比、和矫直工艺等条件的影响。其中锭坯质量对挤压管材质量起决定作用,锁孔、疏松、夹杂物以及组织状态将影响到管材的表面质量和力学性能。挤压工艺的选取也直接影响着管材制品的质量,增大挤压比可显著细化晶粒,而镁合金的强度及塑性受晶粒大小影响尤为明显,晶粒越小,其强度和延伸率越高;适当降低挤压温度可以避免再结晶晶粒长大,从

而提高挤压制品的强度。本发明的特点在于：①挤压锭坯为镁合金半连续铸造锭坯，半连续铸造方法制备所得锭坯组织匀细，致密度高，气孔、夹杂疏松等缺陷少，表面质量好，从而获得了高强度的镁合金挤压管材。②采用半连续铸造方法可制备出大规格镁合金锭坯，从而可在大挤压比下挤压出大规格管材，通过配合热处理工艺获得室温强度 $\geq 420\text{MPa}$ ， 250°C 时强度 $\geq 320\text{MPa}$ ， 300°C 时强度 $\geq 230\text{MPa}$ ， 350°C 时强度 $\geq 100\text{MPa}$ 的大直径高强耐热镁合金管材。

[0008] 本发明通过调节上述参数，做了大量对比实验。下面结合实施例对本发明进一步说明。这些实施例是用于说明本发明，而不是对本发明的限制，在本发明构思前提下对本发明工艺进行改进，都属于本发明保护的范围。

[0009] 具体实施方式：

实施例 1：

首先采用半连续铸造方法制备出直径 130mm，长 3000mm 的镁合金锭坯，然后将镁合金锭坯锯切并后进行均匀化处理、空冷至室温后去皮，得到镁合金坯料，加热挤压模具及挤压筒，其温度为 380°C 。然后将镁合金坯料加热至 400°C 保温 1.5h 后放入挤压筒中（挤压筒内径 125mm），在 1800T 卧式油压机上进行挤压，挤压速度为 30-35mm/s，挤压比为 35.2，挤压后管材规格为：外径 40 mm，壁厚 3mm，长 6000mm，挤压产品进行 $205^\circ\text{C}/50\text{h}$ 等温时效处理。根据 GB/T228-2002 进行室温力学性能测试，结果见表 1；根据 GB/T 4338-1985 进行高温力学性能测试，结果见表 2。

[0010] 实施例 2：

首先采用半连续铸造方法制备出直径 130mm，长 5000mm 的镁合金锭坯，然后将镁合金锭坯锯切并后进行均匀化处理、空冷至室温后去皮，得到镁合金坯料，加热挤压模具及挤压筒，其温度为 380°C 。然后将镁合金坯料加热至 400°C 保温 1.5h 后放入挤压筒中（挤压筒内径 125mm），在 1800T 卧式油压机上进行挤压，挤压速度为 25-30mm/s，挤压比为 19.5，挤压后管材规格为：外径 54 mm，壁厚 4mm，长 4000mm，挤压产品进行 $215^\circ\text{C}/30\text{h}$ 等温时效处理。根据 GB/T228-2002 进行室温力学性能测试，结果见表 1；根据 GB/T 4338-1985 进行高温力学性能测试，结果见表 2。

[0011] 实施例 3：

首先采用半连续铸造方法制备出直径 210mm，长 5000mm 的镁合金锭坯，然后将镁合金锭坯锯切并后进行均匀化处理、空冷至室温后去皮，得到镁合金坯料，加热挤压模具及挤压筒，其温度为 380°C 。然后将镁合金坯料加热至 400°C 保温 1.5h 后放入挤压筒中（挤压筒内径 200mm），在 3600T 卧式油压机上进行挤压，挤压速度为 18-25mm/min，挤压比为 24.2，挤压后管材规格为：外径 70 mm，壁厚 6.5mm，长 3000mm，挤压产品进行 $210^\circ\text{C}/40\text{h}$ 等温时效处理。根据 GB/T228-2002 进行室温力学性能测试，结果见表 1；根据 GB/T 4338-1985 进行高温力学性能测试，结果见表 2。

表1 镁合金挤压管材室温力学性能

管材规格(外径/壁厚)/mm	锭坯直径/mm	挤压比	室温力学性能					
			挤压态			T5态		
			抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率/%	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率/%
40/3	130	35.2	350	250	15	435	325	3.3
54/4	130	19.5	340	240	13.6	420	318	3
70/6.5	210	24.2	345	245	14	425	320	3

[0012]

表2 镁合金挤压管材高温力学性能

样品状态	管材规格(外径/壁厚)/mm	锭坯直径/mm	挤压比	高温力学性能					
				250℃		300℃		350℃	
				抗拉强度/MPa	伸长率/%	抗拉强度/MPa	伸长率/%	抗拉强度/MPa	伸长率/%
T5	40/3	130	35.2	330	14	235	22	110	45
T5	54/4	130	19.5	320	12	230	20	100	45
T5	70/6.5	210	24.2	325	13	230	21	105	46