



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108220692 B

(45)授权公告日 2019.12.31

(21)申请号 201711314638.2

H01M 2/02(2006.01)

(22)申请日 2017.12.12

审查员 孙玉静

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108220692 A

(43)申请公布日 2018.06.29

(73)专利权人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路
301号

(72)发明人 潘秋红 范本泽 马静 王腊梅

申哲 石燕菲 刘冲冲

(51)Int.Cl.

G22C 21/00(2006.01)

G22F 1/04(2006.01)

G22C 1/06(2006.01)

B22D 11/06(2006.01)

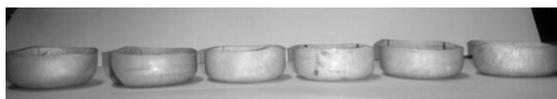
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种高强度减薄拉深用铝合金板材的制备方法

(57)摘要

本发明属于铝合金板带箔材加工技术领域，特别涉及一种采用铸轧坯生产高强度减薄拉深用铝合金板材的制备方法。本发明公开了一种高强度减薄拉深用铝合金板材制备方法，具体步骤如下：将工业铝锭、Fe剂、Si剂、铜剂、镁锭等为原 料配制铝合金，经熔炼、精炼、静置，添加钛丝，在线除渣除气后进行铸轧，加工成铸轧板坯料卷；将坯料卷冷轧加工时进行均匀化退火，退火在氮气退火炉中进行，再对卷材进行中间退火，最后冷轧至成品厚度0.5mm。本发明制备的铝合金板材抗拉强度高，制耳率低，表面粗糙度可控，满足良好的深冲减薄性能，同时提高了材料的利用率。本发明铸轧坯料生产板材，与现有常用的热轧板在成本上可减少20%左右，具有广阔的应用前景。



1. 一种高强度减薄拉深用铝合金板材的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 铸轧:

将工业纯铝锭、铁剂、锰剂、硅剂、铜剂、镁锭按一定比例配制铝合金板材的原料后,经熔炼、精炼、静置后,添加钛丝,在线除渣除气后经铸嘴送入连续铸轧机,铸轧成一定规格的铸轧板坯料卷;所述铝合金原料中含有锌杂质;

(2) 冷轧:

将步骤(1)制备的铸轧板坯料卷冷轧,将铸轧板坯料卷冷轧至厚度为 δ_1 时,进行均匀化退火,均匀化退火在氮气退火炉中进行;再将铸轧板坯料卷冷轧至厚度为 δ_2 时,进行中间退火;最后冷轧至厚度为 δ_3 ,得到铝合金板材成品;

步骤(1)中,铝合金板材原料中各成分的添加量,按照质量分数计算,铁剂0.3~0.6%、锰剂1.0~1.3%、硅剂0.05~0.3%、铜剂0.1~0.4%、镁锭0.1~0.5%、锌 $\leq 0.0005\%$,工业纯铝锭为余量;所述工业纯铝锭纯度为99.70%;步骤(2)中, δ_1 为4.0~5.0mm;均匀化退火制度为540℃~600℃保温26~32h; δ_2 为1.0mm,中间退火制度为400℃~450℃保温3h; δ_3 为0.5mm。

2. 根据权利要求1所述的高强度减薄拉深用铝合金板材的制备方法,其特征在于,步骤(1)中,熔炼温度为745~760℃;精炼采用喷粉精炼和氩气精炼;在线除渣采用50目陶瓷过滤板;在线除气介质为氩气,除气气体压力为0.37MPa;在线除气的过程中转子转速为217r/min;铸轧板坯料卷的规格为(6.5~7.6mm)×1500mm×L。

3. 根据权利要求1所述的高强度减薄拉深用铝合金板材的制备方法,其特征在于,步骤(1)中,添加钛丝的直径为 $\Phi 10$ mm,钛丝加入速度80~150mm/min,钛丝在铝合金板材中的质量分数为0.01%。

4. 根据权利要求1所述的高强度减薄拉深用铝合金板材的制备方法,其特征在于,步骤(1)中,铸轧区控制在40~60mm,前箱温度控制在695~705℃,铸轧速度控制在600~850mm/min。

5. 根据权利要求1所述的高强度减薄拉深用铝合金板材的制备方法,其特征在于,步骤(1)中,铝合金板材铸轧过程中,铝合金废料的加入量不超过15%;所述铝合金废料为纯铝或本合金的生产过程产生的废料。

6. 如权利要求1所述的制备方法加工的高强度减薄拉深用铝合金板材,其特征在于,所述铝合金板材中各元素的含量,按照质量分数计算,铁元素0.3~0.6%、锰元素1.0~1.3%、硅元素0.05~0.3%、铜元素0.1~0.4%、镁元素0.1~0.5%、锌元素 $\leq 0.0005\%$ 、钛元素0.01%,铝元素为余量。

7. 如权利要求6所述的高强度减薄拉深用铝合金板材用于生产汽车电池壳。

一种高强度减薄拉深用铝合金板材的制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于铝合金板带箔材加工技术领域,具体涉及一种高强度减薄拉深用铝合金板材的制备方法。

背景技术

[0002] 随着国家推进能源、资源节约型社会建设力度不断加大,汽车轻量化、新能源汽车的发展,铝材在汽车上的应用越来越多。新能源汽车的关键是动力电池的发展,当前动力电池行业急需解决的问题,集中体现在:电池能量密度不能低、电池寿命不能短、电池成本控制能力要加强、电池重量需要实现轻量化等方面。生产动力电池的重要材料之一是铝。主要用于电池壳、电池极耳、电池防爆盖、软连接材料等。相较于其他材料,铝合金材料综合性价比要高于钢、镁、塑料和复合材料,无论应用技术还是运行安全性及循环再生利用都具有比较大的优势。对于电池外壳,要解决的技术问题是提高电池壳壳体强度、增大容积、提高生产效率、降低成本,优化壳体减薄拉深工艺等,这也是现有电池壳生产行业的共性问题。

[0003] Al-Mn系合金因其良好的抗腐蚀性、散热性、焊接性及深冲性能,大量用于制造新能源动力电池壳。动力电池壳的冲制过程变形量大、冲制道次多、生产过程复杂,对材料的综合性能特别是深冲性能提出了较高要求。材料要具备优良的深冲性能,不仅要求材料具有小的厚度偏差和良好的表面质量,同时还需要具有良好的塑性、小的屈强比和优良的各向同性。目前国内企业动力电池铝壳冲压成形方法是使用一般冲床及油压机,将铝钣冲裁下料后经多道拉深减薄工艺,对材料的力学性能和工艺性能要求较高,且随着成形设备的不断改进和拉深效率的提高对材料的要求也不断提高,并力争不断降低成本。目前制备电池壳板材有两种生产方式:铸锭热轧+冷轧和铸轧+冷轧,采用热轧+冷轧的方式板材轧能够将铸造状态的粗大晶粒破碎,显微裂纹重新愈合,减少或消除部分铸造缺陷,材料各向同性优于铸轧+冷轧方式。相对于热轧,铸轧生产方式拥有能源消耗少、设备投资小、生产周期短、有利于回收废料和生产成本低等优势。

[0004] 目前大多数企业采用热轧供坯生产的3003铝合金板材生产动力电池壳,但成本较高。铸轧供坯生产的3003板材力学性能与其接近,尤其在成本控制上有非常大的优势,但其强度偏低、合金内部组织结构难以控制,板面表面质量难以满足大批量高效率的生产。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种采用铸轧坯生产高强度减薄拉深用铝合金板材的方法,使之适应电池壳高效率深冲拉深减薄工艺及质量要求,以克服现有技术中生产电池壳成本较高,所用板材强度偏低、合金内部组织结构难以控制,板面表面质量难以满足大批量高效率的生产等缺陷。

[0006] 本发明的目的是通过下列技术方案来实现的:

[0007] (1) 本发明的铝合金板材的化学成分按质量百分数计算,如表1所示:

[0008] 表1铝合金板材化学成分表 单位:%

| | Fe | Mn | Si | Cu | Mg | Zn | Ti | Al |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|----|
| [0009] | 0.3~0.6 | 1.0~1.3 | 0.1~0.3 | 0.1~0.4 | 0.1~0.5 | ≤0.0005 | 0.01 | 余量 |

[0010] (2) 铸轧加工:

[0011] 按步骤(1)中铝合金的成分,将99.70%工业纯铝锭、锰剂、铁剂、硅剂、铜剂、镁锭为原料配制所述铝合金,经熔炼、精炼、静置后,添加钛丝,在线除渣除气后经铸嘴送入连续铸轧机,铸轧成(6.5~7.6mm)×1500mm×L的铸轧板坯料卷。其中,熔炼温度为745~760℃;精炼采用喷粉精炼和氩气精炼;静置是在静置炉中进行;钛丝直径为Φ10mm,钛丝加入速度80~150mm/min;在线除渣采用50目陶瓷过滤板;在线除气介质为氩气,除气气体压力为0.37MPa;在线除气的过程中转子转速为217r/min;铸轧区控制在40~60mm,前箱温度控制在695~705℃,铸轧速度控制在600~850mm/min。上述铝合金的制备过程中可以加入所述铝合金的废料,废料的加入量不超过15%,废料必须为纯铝或本合金的生产过程产生的废料。

[0012] (3) 将步骤(2)制备好的铸轧板坯料卷进行冷轧,冷轧至4.0~5.0mm时,进行均匀化退火,退火制度为540℃~600℃保温26~32h,均匀化退火在氮气退火炉中进行;再将铸轧板坯料卷冷轧至1.0mm厚时,对铸轧板坯料卷进行中间退火,退火制度为:400℃~450℃保温3h,最后将铸轧板坯料卷冷轧至厚度为0.5mm,得到铝合金板材成品。

[0013] 与现有技术相比较,本发明的有益效果体现如下:

[0014] 1. 本发明所制备的铝合金板材与现有深冲电池壳用板材相比,抗拉强度可达230Mpa,制耳率≤2.5%,表面粗糙度可控,Ra值在0.300μm~0.600μm之间,满足良好的深冲减薄性能,同时提高了材料的利用率。

[0015] 2. 本发明所制备的铝合金板材采用铸轧坯料,在冷轧中采用两次退火,为提高表面质量减少板面深度氧化,在第一次均匀化退火时采用氮气退火炉。而目前采用的热轧方式要对坯料铣面保证板面质量,而铸轧料无法操作,通过保护气氛退火和冷轧的控制保证板面质量。通过均匀化退火解决由于晶粒度粗大、化合物尺度及分布和部分中间偏析问题,同时解决了由于添加镁元素而导致的板面高温氧化发黑现象,并且防止深冲减薄拉伸过程中拉毛和模具过快卡死。

[0016] 第二次退火厚度在轧至1.0mm厚,退火的主要目的是消除加工硬化,保证成品道次加工率在50%以上,得以保证带材高强度的力学性能,提高了电池壳深冲减薄拉深的效率和质量。

[0017] 3. 本发明采用铸轧坯料生产板材,与现有常用的热轧板在成本上可减少20%左右。

[0018] 4. 对铝合金成品板材粗糙度进行了控制,通过均匀化退火采用氮气退火炉,减少高温均匀化退火产生的深层氧化,同时对轧辊的粗糙度进行控制匹配,减少板面微裂纹及退火后的进一步氧化。

[0019] 5. 本专利采用铸轧供坯,并在3003合金的基础上,适量的添加Mg、Cu等微量合金元素,通过铸轧工艺优化、均匀化退火工艺优化,以及冷轧和成品退火工艺的优化组合,改善电池壳板面的力学性能及表面质量。经深冲减薄拉深的工件,表面质量较好,减少了拉毛和

拉裂现象,并能提高拉深效率,降低电池壳的生产成本。结合数值模拟的方法研究分析减薄拉深行为对材料的工艺性能和力学性能优化组合,通过模拟和板材生产工艺的配合,制备适合高效低成本的电池壳用板材,该成果有很好经济效益和社会效益。

附图说明

- [0020] 图1为本发明实施例1所轧制0.5mm板材制耳图片;
 [0021] 图2为本发明实施例2生产板材的制耳图片;
 [0022] 图3为采用常规均匀化退火炉退火后生产的板材。

具体实施方式

[0023] 以下结合实施实例对本发明作进一步的阐述。实施实例仅用于说明本发明,而不是以任何方式来限制本发明。

[0024] 实施例1:

[0025] (1) 实施例1的铝合金板材的化学成分按质量百分数计算,如表2所示:

[0026] 表2铝合金板材化学成分表 单位:%

| | Fe | Mn | Si | Cu | Mg | Zn | Ti | Al |
|--------|------|-----|-----|-----|-----|---------|------|----|
| [0027] | 0.30 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | ≤0.0005 | 0.01 | 余量 |

[0028] (2) 铸轧加工:

[0029] 按步骤(1)中铝合金的成分,采用99.70%工业纯铝锭、锰剂、铁剂、硅剂、铜剂、镁锭、8%的1060纯铝废料为原料配制所述铝合金,满足20吨容量的配置炉料,原料经熔炼、精炼、静置后,添加钛丝,在线除渣除气后经铸嘴送入连续铸轧机,选择在Φ980×2000mm规格的倾斜式铸轧机上生产,铸轧成7.6mm×1500mm×L的铸轧板坯料卷。其中熔炼温度为745℃;精炼采用喷粉精炼和氩气精炼;静置是在静置炉中进行;钛丝直径为Φ10mm,钛丝加入速度为80mm/min;在线除渣采用50目陶瓷过滤板;在线除气介质为氩气,除气气体压力为0.37MPa,在线除气的过程中转子转速为217r/min;铸轧过程中,铸轧区控制在60mm,前箱温度控制在695℃,铸轧速度控制在600mm/min;晶粒度控制在二级,不允许有偏析及表面划伤、擦伤等缺陷。

[0030] (3) 冷轧加工:

[0031] 将步骤(2)制备好的铸轧坯料卷进行冷轧,将铸轧坯料卷冷轧至4.0mm时进行均匀化退火,均匀化退火制度为:540℃保温32h,退火在氮气退火炉中进行;再将铸轧坯料卷冷轧至1.0mm厚时,对铸轧坯料卷冷轧进行中间退火,退火制度为:450℃保温3h;最后将铸轧板坯料卷冷轧至厚度为0.5mm,得到铝合金板材成品,符合电池壳厚度要求。

[0032] 冷轧工艺为7.6mm—5.5mm—4.0mm(均匀化退火)—2.6mm—1.8mm—1.3mm—1.0mm(中间退火)—0.75mm—0.5mm

[0033] 对成品进行力学性能检测,结果如下:

[0034] 抗拉强度 σ_b :215MPa;屈服强度 $\sigma_{0.2}$:200MPa;制耳率:≤3.0%,如图1,制耳较大。板面粗糙度:0.032 μm ~0.060 μm 。

[0035] 实施例2:

[0036] (1) 实施例2的铝合金板材的化学成分按质量百分数计算,如表3所示:

[0037] 表3铝合金板材化学成分表 单位:%

| | Fe | Mn | Si | Cu | Mg | Zn | Ti | Al |
|--------|------|------|------|------|-----|---------|------|----|
| [0038] | 0.45 | 1.17 | 0.30 | 0.28 | 0.5 | ≤0.0005 | 0.01 | 余量 |

[0039] (2) 铸轧加工:

[0040] 按步骤(1)中铝合金的成分,采用99.70%工业纯铝锭、锰剂、铁剂、硅剂、铜剂、镁锭、8%的1060纯铝废料为原料配制所述铝合金,满足20吨容量的配置炉料,原料经熔炼、精炼、静置后,添加钛丝,在线除渣除气后经铸嘴送入连续铸轧机,选择在Φ980×2000mm规格的倾斜式铸轧机上生产。铸轧成7.6mm×1500mm×L的铸轧板坯料卷。其中,熔炼温度为750℃;精炼采用喷粉精炼和氩气精炼;静置是在静置炉中进行;钛丝直径为Φ10mm,钛丝加入速度为120mm/min;在线除渣采用50目陶瓷过滤板;在线除气介质为氩气,除气气体压力为0.37MPa;转子转速为217r/min;铸轧区控制在47mm,前箱温度控制在700℃,铸轧速度控制在630mm/min,晶粒度控制在一级,不允许有偏析及表面划伤、擦伤等缺陷。

[0041] (3) 冷轧加工:

[0042] 将步骤(2)制备好的铸轧板坯料卷进行冷轧,将铸轧板坯料卷冷轧至4.5mm时进行均匀化退火,退火制度为:570℃保温26h,退火在氮气退火炉中进行;再将铸轧板坯料卷冷轧至1.0mm厚时,对将铸轧板坯料卷进行中间退火,退火制度为:430℃保温3h;最后将铸轧板坯料卷冷轧至厚度为0.5mm,得到铝合金板材成品,符合电池壳厚度要求。

[0043] 冷轧工艺为7.6mm—5.5mm—4.5mm(均匀化退火)—2.6mm—1.8mm—1.3mm—1.0mm(中间退火)—0.75mm—0.5mm

[0044] 对铝合金板材成品进行力学性能检测,结果如下:

[0045] 抗拉强度 σ_b :228MPa;屈服强度 $\sigma_{0.2}$:210MPa;制耳率:≤2.5%,制耳较小,见图2。表面粗糙度:0.037 μm ~0.050 μm 。

[0046] 实施例3:

[0047] (1) 实施例3的铝合金板材的化学成分按质量百分数计算,如表4所示:

[0048] 表4铝合金板材化学成分表 单位:%

| | Fe | Mn | Si | Cu | Mg | Zn | Ti | Al |
|--------|-----|------|------|------|------|---------|------|----|
| [0049] | 0.5 | 1.15 | 0.27 | 0.23 | 0.40 | ≤0.0005 | 0.01 | 余量 |

[0050] (2) 铸轧加工:

[0051] 按步骤(1)中铝合金的成分,采用99.70%工业纯铝锭、锰剂、铁剂、硅剂、铜剂、镁锭为原料配制所述铝合金,满足20吨容量的配置炉料,原料经熔炼、精炼、静置后,添加钛丝,在线除渣除气后经铸嘴送入连续铸轧机,选择在Φ980×2000mm规格的倾斜式铸轧机上生产,铸轧成7.0mm×1500mm×L的铸轧板坯料卷。其中熔炼温度为750℃;精炼采用喷粉精炼和氩气精炼;静置是在静置炉中进行;钛丝采用直径为Φ10mm,钛丝加入速度为120mm/

min;在线除渣采用50目陶瓷过滤板;在线除气介质为氩气,除气气体压力为0.37MPa;转子转速为217r/min;铸轧区控制在47mm,前箱温度控制在700℃,铸轧速度控制在630mm/min,晶粒度控制在一级,不允许有偏析及表面划伤、擦伤等缺陷。

[0052] (3) 冷轧加工:

[0053] 将步骤(2)中制备好的铸轧板坯料卷冷轧,将铸轧板坯料卷冷轧至4.3mm时进行均匀化退火,退火制度为:560℃保温28h,退火在常规退火炉中进行;再将铸轧板坯料卷冷轧至1.0mm厚时对卷材再次进行中间退火,退火制度为:450℃保温3h;最后将铸轧板坯料卷冷轧至厚度为0.5mm,得到铝合金板材成品,符合电池壳厚度要求。

[0054] 冷轧工艺为7.0mm—5.8mm—4.3mm(均匀化退火)—2.6mm—1.8mm—1.3mm—1.0mm(中间退火)—0.75mm—0.5mm

[0055] 对铝合金板材成品进行力学性能检测,结果如下:

[0056] 抗拉强度 σ_b :220MPa;屈服强度 $\sigma_{0.2}$:205MPa,制耳率: $\leq 2.6\%$,制耳较小,板面黑亮,如图3,很难达到电池壳对表面质量的要求;板面粗糙度:0.030 μm ~0.070 μm 。

[0057] 实施例4:

[0058] (1) 实施例4的铝合金板材的化学成分按质量百分数计算,如表5所示:

[0059] 表5铝合金板材化学成分表 单位:%

| | Fe | Mn | Si | Cu | Mg | Zn | Ti | Al |
|--------|------|-----|------|------|-----|---------------|------|----|
| [0060] | 0.60 | 1.3 | 0.30 | 0.40 | 0.1 | ≤ 0.0005 | 0.01 | 余量 |

[0061] (2) 铸轧加工:

[0062] 按步骤(1)中铝合金的成分,采用99.70%工业纯铝锭、锰剂、铁剂、硅剂、铜剂,满足20吨容量的配置炉料,原料经熔炼、精炼、静置后,添加钛丝,在线除渣除气后经铸嘴送入连续铸轧机,选择在 $\Phi 980 \times 2000\text{mm}$ 规格的倾斜式铸轧机上生产,铸轧成6.5mm \times 1500mm \times L的铸轧板坯料卷。其中熔炼温度为760℃;精炼采用喷粉精炼和氩气精炼;静置是在静置炉中进行;钛丝采用直径为 $\Phi 10\text{mm}$,钛丝加入速度为150mm/min;在线除渣采用50目陶瓷过滤板;在线除气介质为氩气,除气气体压力为0.37MPa;转子转速为217r/min;铸轧区控制在40mm,前箱温度控制在705℃,铸轧速度控制在850mm/min,晶粒度控制在二级,不允许有偏析及表面划伤、擦伤等缺陷。

[0063] (3) 冷轧加工:

[0064] 将步骤(2)中制备好的铸轧板坯料卷冷轧,将铸轧板坯料卷冷轧至5.0mm时进行均匀化退火,退火制度为:600℃保温26h,退火在氮气退火炉中进行;再将铸轧板坯料卷冷轧至1.0mm厚时对卷材再次进行中间退火,退火制度为:400℃保温3h;最后将铸轧板坯料卷冷轧至厚度为0.5mm,得到铝合金板材成品,符合电池壳厚度要求。

[0065] 冷轧工艺为6.9mm—5.7mm—5.0mm(均匀化退火)—2.6mm—1.8mm—1.3mm—1.0mm(中间退火)—0.75mm—0.5mm

[0066] 本发明的实施例表明,本发明制备的铝合金板材成品,厚度为0.5mm,符合制作汽车电池壳的厚度要求;抗拉强度可达230Mpa,满足制作电池壳时对板材的要求;铝合金板材的硬度大,易于加工,可以提高生产板材的效率;制耳率 $\leq 2.5\%$,制耳率较小;表面粗糙度

适中且可控,表面粗糙度Ra值在 $0.300\mu\text{m}\sim 0.600\mu\text{m}$ 之间,易于生产,材料损耗少,节约生产成本。



图1



图2

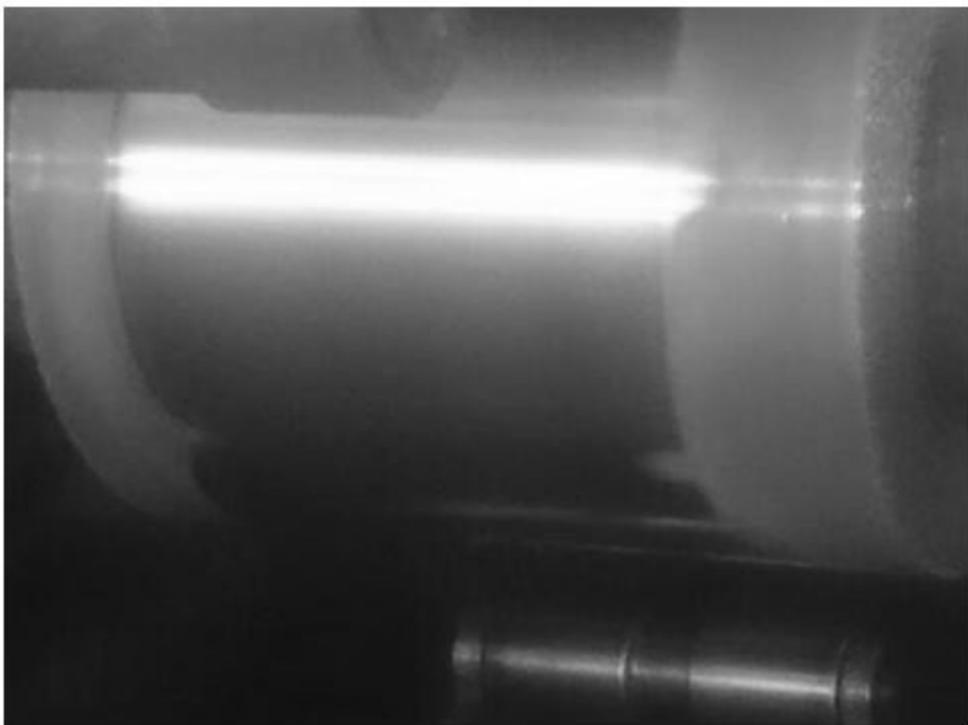


图3