江苏常铝铝业股份有限公司

 熔炼炉技术方案

2025年5月10日

熔炼炉

一、主要工艺技术参数

1.工艺描述

圆形熔炼炉为顶开盖圆型固定式炉，炉子原料为 100%固体料。炉盖的启闭采用专用的开盖机进行操作，炉子燃料为天然气，烧嘴采用高效节能的蓄热式烧嘴，能使固体铝迅速熔化。

炉子原料为固体原铝锭及返回的废料（经净化及干燥处理）等原料，固体料采用专用的圆形加料桶加到炉内，装料按照工艺要求的顺序装炉。

固体料在炉内按熔炼工艺进行熔化；固体料熔化之后，将按工艺要求进行配料，采用电磁搅拌器（买方自购）对液态铝进行有效、充分的搅拌，以使铝液温度、成分更均匀。在整个熔炼周期内，搅拌、扒渣、取样、样品分析以及温度调节都可以实施的。熔炼炉倒炉结束并清炉后，重新按装料工艺装炉进行熔炼。

在铝液的成分和温度都符合工艺需求之后，铝水通过转注流槽注入保温炉内，进行精炼、扒渣、静置、

二、设备参数及组成、描述

1.熔炼炉设备参数

1.135吨圆形固定式燃气熔炼炉

1.1.1基本参数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 内容 | 数据 | 备注 |
| 1 | 炉子用途 | 用于铝及铝合金锭的熔化 |  |
| 2 | 炉子型式 | 圆形固定式燃气炉，顶开盖加料 |  |
| 3 | 炉子原料 | 固体原铝锭及部分返回废料 |  |
| 4 | 合金种类 | 1XXX，3XXX，8XXX |  |
| 5 | 炉子加料方式 | 圆形加料桶顶加料 | 天车 |
| 6 | 炉子扒渣形式 | 机械扒渣，买方自定 | 扒渣设备买方自购 |
| 7 | 炉子搅拌形式 | 可采用底置式电磁搅拌器 | 搅拌器买方自购 |
| 8 | 炉门 | 一个电动机提升炉门（带配重） |  |
| 9 | 控制系统 | 采用SIEMENSS7-1200+昆仑通态15 寸 HMI，预留上位机硬件接口。 |  |

1.1.2 炉子工艺参数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 内容 | 数据 | 备注 |
| 1 | 炉子容量 | 35+10%吨 | 液态(ρ=2.35t/m3) |
| 2 | 液面线到炉门坎距离 | 150mm | 最大液态容量 |
| 3 | 熔化率 | ≥3t/h | 环境温度下冷料到铝 720℃ |
| 4 | 燃料 | 天然气 | 8400Kcal/Nm3 |
| 5 | 供气压力 | 0.7~0.9bar | TOP点 |
| 6 | 熔化期单位能耗 | ≤60Nm3/t 铝 | 原铝锭 |
| 7 | 正常铝液温度 | 700～760℃ |  |
| 8 | 炉膛工作温度 | max1100℃ |  |
| 9 | 搅拌后铝液温度均匀性 | ≤±5℃ | 电磁搅拌（搅拌终了） |
| 10 | 炉衬形式 | 砌砖+浇注料 | 混合炉衬 |
| 11 | 炉衬寿命 | ≥5年 | 正常工作条件下 |
| 12 | 炉壁温升 | ≤55℃ | 热短路点及搅拌器窗口除外 |
| 13 | 铝水转炉时间 | ≤20min |  |

1.1.3 炉子本体

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 内容 | 数据 | 备注 |
| 1 | 液面线到炉沿高度 | 150mm | 满炉 |
| 2 | 熔池深度 | 450mm | 平均 |
| 3 | 炉子内膛尺寸 | Φ4500X2950mm |  |
| 4 | 炉子外径 | Φ5440mm | 炉子本体 |
| 5 | 炉子高度 | ~5200mm | 含炉盖（关闭）高度 |
| 6 | 炉体高度 | 3760mm |  |
| 7 | 炉衬厚度 | 炉壁 | 550mm |  |
| 炉底 | 600mm | 平均，坡底 |
| 炉顶 | 355mm | 平顶 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 炉门 | 325mm |  |
| 详细组成参看炉衬部分 |
| 8 | 炉门开口尺寸 | 3000X1500mm | WXH(方案审查时定) |
| 9 | 搅拌器窗口不锈钢板厚度 | 40mm（暂定） | 材质 SUS304 |
| 10 | 扒渣角度 | 30度 |  |
| 11 | 出铝口数量 | 2个 |  |
| 12 | 出铝口形式 | 子母式流口 | 芯砖材质 SiC |
| 13 | 堵流方式 | 手动堵流 | 人工操作 |
|  |

1.1.5 炉子控制系统

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 内容 | 数据 | 备注 |
| 1 | 控制核心 | SIEMENSS7-1200+昆仑通态 15 寸 HMI。 | 每台炉子采用一套控制系统（一级），预留二级硬件接口。 |
| 2 | 供电参数 | AC380/220V±10%(三相四线制)，50 Hz±2% |  |
| 3 | 仪表等级 | 0.3级 |  |
| 4 | 热电偶精度等级 | II级 |  |
| 5 | 控制对象 | 温度控制燃烧系统控制炉压控制 |  |

1.2熔炼炉组成及描述

该圆形熔炼炉用于熔化铝和铝合金。炉子为顶开盖设计，固体料通过可移动打开的炉盖从炉口加入，炉盖通过开盖机移走后，用户可通过天车和加料桶向炉内分批次加料，提高了加料效率。炉子熔池设计便于操作和清渣，清渣通过炉门进行，适用于机械扒渣。炉子采用 2 个（1 对）蓄热式烧嘴加热，采用天然气为燃料。

炉子设有 2 个流口将铝液从熔炼炉转流到保温炉。

圆形固定式燃气熔炼炉主要由炉子钢结构、炉子砌体、炉盖、炉门及其提升机构、蓄热式烧嘴燃烧系统、排烟系统、温度检测系统、炉压控制系统、铝水转炉系统、压缩空气系统、控制系统等构成。

1.2.1 炉子钢结构

整个炉体钢结构为完全焊接结构，炉墙采用钢板（Q235-A）及轧制型钢焊接而成。在关键部位采用型钢或筋板在横向和纵向上进行加固，使其成为一个坚固的结构来承受耐火内衬和抵抗热冲击，避免产生扭曲变形。其整体结构特别针对大型圆形熔炼炉的生产及工艺操作特点进行设计，该结构具有良好的刚性及强度，特殊的结构形式考虑了耐火炉衬的热膨胀和所要求的气密性。钢结构焊接完成后进行清理和除油处理并喷上防锈漆和高温银粉漆（二层）。

炉子可设计为采用底置式电磁搅拌器对铝液进行搅拌，在炉底电磁搅拌部位采用一块不锈钢钢窗(SUS304)，以满足炉子的刚性及电磁搅拌的要求。

炉门上鄙设有热屏蔽装置，采用 50mm悍的硅酸铝纤维板加下锈钢螺栓簪固而成，可有效的隔绝炉门提升厄对炉顶设备的热辐射。

在炉门上鄙还设有炉门收尘單，用来收集生产操作中产生的烟尘。收尘單采用 3mm钢板焊接而成，并用型钢加固，具有外形美观、單口速度均匀、减小有效收集烟气所耑排烟量的优点，收尘單固定在炉子前婚炉门提升的吏架和大采上。卖方在收尘單阀门的出口螨（管子长度为1m）预留连接法兰，以便除尘系统连接。卖方向除尘系统提供炉门开闭信号。

|  |
| --- |
| 说明：排烟單的控制阀门以及厄续的管路由甲方自供或除尘系统提供。 |

炉门下#设有分片的导道板，可方便扒道时将道导八道箱。导道板与前婚钢结构采用螺栓进行连接，方便道板的维护和更换。

另外，随炉子一并提供的还有所有的安全饬护设施，如栏杆、爬梯等。

1.2.2 炉于砌体

整个炉子的内衬设计与炉壳设计相结合，充分专虑熔炼炉的高温设备结构特点，分别作郫对性结构设计，炉衬采用疣注料与砖砌相结合的混合炉衬形式。

正常生产维护条件下，炉衬寿命为≥5 年。炉衬组成：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 炉底（总悍度 600mm） | 高铝砖（LZ-80） | 300mm |
| 饬疹疣注料 | 120mm（平均） |
| 硅藻土保温砖GG-0.7 | 180mm |
| 详细设计时将根据搅拌器耑要进行适当调整 |
| 扒道斜坡（总悍度 600mm） | 高铝砖（LZ-80） | 300mm |
| 饬疹疣注料 | 120mm |
| 硅藻土保温砖GG-0.7 | 180mm |
| 道线下侧婚（总悍度 550mm） | 高铝砖（LZ-80） | 300mm |
| 饬疹疣注料 | 85mm |
| 硅藻土保温砖GG-0.7 | 115mm |
| 硅酸铝纤维毡/板 | 50mm |
| 道线上侧婚（总悍度 550mm） | 粘土砖N-1 | 230mm |
| 保温疣注料 | 115mm |
| 硅藻土保温砖GG-0.7 | 130mm |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 硅酸铝纤维毡/板 | 75mm |
| 采用不锈钢锚固爪进行锚固。 |
| 炉顶（总厚度355mm） | 耐火浇注料 | 230mm |
| 保温浇注料 | 75mm |
| 硅酸铝纤维毡 | 50mm |
| 采用 AL2O3 特殊形耐火砖均匀吊挂 |
| 炉门（总厚度 325mm) | 高铝低水泥浇注料 | 150mm |
| 保温浇注料 | 125mm |
| 硅酸铝纤维板 | 50mm |
| 炉门框 | 高强浇注料 | 整个炉门框 |
| 采用不锈钢锚固爪进行锚固。 |
| 烧嘴口 | 高温高强浇注料 | 不规则形状 |
| 硅酸铝纤维毡/板 | 50mm |
| 熔池异形部位 | 高铝质浇注料 | 不规则形状 |
|  |

三、供货范围

1卖方供货范围

卖方供货范围包括但不限于以下内容（包括设备的安装和调试），设备的完整性由卖方负责，对设备供货的遗漏项由卖方负责。

1.1 35吨圆形固定式燃气熔炼炉 1台，每台包括以下部件：

1.1.1 炉门、炉门升降及压紧、密封装置

1.1.2 炉体钢结构

1.1.3 炉体筑炉材料

包括：耐火材料、保温材料、隔热材料、锚固件等。

四、设备调试及验收

1设备调试

1.1 卖方按要求对所供设备进行出厂前的各种性能实验和预装试验，以保证所供设备的质量和可靠性。

1.2 当生产线设备安装完毕，由卖方提出试车计划或大纲和烘炉说明书，并经买方确认后进行调试，调试分为无负荷试车和有负荷试车两个阶段。在试车时，执行性能检测和验收。

1.3 无负荷试车是指单体设备运转或冷态联合运转。有负荷试车是指按买卖双方商定的产品品种、数量、时间、投入原料和公用设施，对合同设备进行试生产或操作。

1.4 冷态试车正常后，进行有负荷试车。

1.5 整个调试过程中，无负荷试车以卖方为主，买方配合；烘炉和有负荷试车 买方为主，卖方配合，炉料、能源由买方提供.技术上及操作的准确性由卖方负责；

1.6 调试中双方共同记录有关数据。

1.7 在调试过程中，买方至少指派电气工程师和机械工程师各两名，协调调试。2设备验收

2.1 设备有负荷试车完成后，由买卖双方协商并确认进行设备验收阶段。2.2 设备验收将在性能验收试验合格后进行。

2.3 验收是指如果性能考核结果表明，技术附件所规定的各项保证值能够达到，在合同双方签署相关验收文件后，合同设备即为买方所验收，并进入为期 12个月的质量保证期。

2.4“验收试车”在卖方技术人员的指导下，在买方和卖方人员的共同参与下完成。试车开始前，卖方的现场代表要与买方现场代表一起制定、讨论并最终决定试验计划，买方要尽力创造有力条件，及时执行试验计划。

2.5 性能验收试车将在 3 个熔次内完成，当试车设备的性能在任二个炉次或三个炉次的平均值达到规定的保证值时，验收试车被视为是成功的并由双方通过协议确认。当保证值未达到时，验收试车被视为是不成功的，应在 4 周内重作，如果第二次性能试验仍达不到保证值，按商务合同相关条款执行。

2.6 买方应提供原料、相关设施以及运行资源项，即：所有试验所需要的、满

足要求的公用设施及消耗品。

2.7 验收试车在调试完毕炉子达到良好运行状态时进行，测试结果双方签署。

3 性能保证值

3.135吨圆形固定式燃气熔炼炉

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 内容 | 保证值 | 保证指标的定义及其条件 | 备注 |
| 1 | 炉子容量 | 35t+10% | 金属液体ρ=2350kg/m3 | 门槛下100 毫米 |
| 2 | 熔化率 | ≥3t /h | 固体原铝锭 | 加热到 720℃. |
| 3 | 熔炼炉燃料消耗 | ≤60Nm3/t | 熔化固态料到720℃ | 热值8400千卡/标准立方米 |
| 4 | 噪音 | ≤85分贝 |  |  |
| 5 | 炉壁温度 | ≤室温+55℃ | 炉壳温度 | 热短路点及搅拌器窗口除外 |

4验收办法

4.1保证值的定义、考核方法及其条件4.1.1容量

当炉门槛与液面线间的距离为 100 毫米时，炉子装有额定铝液；以车间计量为准。

4.1.2熔炼炉熔化速率

熔化速率=装炉量/熔化时间；熔化速率和燃料耗量从上一个炉次转炉完成后（炉膛温度≥1000℃),空炉开始装料（全部标准原铝锭），炉盖关闭时开始计算到固体料已全部熔化后铝液温度720℃（在熔池铝液液面以下 100mm的位置测量）为止（扣除其中工艺操作时间）；使用考核设备已经安装到位的气体流量计和温度自动测量系统。

4.1.3 设备噪音

站在车间地面，关闭所有炉门，距安装的设备 1.2 米处测量。要避免其他设备的声音辐射。

4.1.4炉壳温升

正常保温时，通过热电偶测量边墙外表面温度，热短路区域（200 毫米）除外。

 5 设备标惟

5.1 机械、液压、安装试车及验收标准

 机械设备按冶金工业部标准 YBJ201—83 标准，液压设备按冶金工业部部标准 YBJ207—85 标准安装、试车及验收。

5.2 冶金工业部颁发的《冶金机械设备安装工程及验收规范》；5.3 国家标准《工业管道工程施工验收规范金属管道篇》；

5.4 国家标准《电气装置安装工程及验收规范》及冶金工业部颁《冶金电气设备安装工程施工及验收规范》；

5.5 有色金属行业标准 YS/T12-91《铝及铝合金火焰熔铝炉、保温炉产品标准》。