



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111101001 B

(45) 授权公告日 2023.06.16

(21) 申请号 202010049546.1

(22) 申请日 2020.01.16

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111101001 A

(43) 申请公布日 2020.05.05

(73) 专利权人 中国恩菲工程技术有限公司

地址 100038 北京市海淀区复兴路12号

(72) 发明人 李东波 陆金忠 李晓霞 黎敏

刘恺 尉克俭 王雪亮 张海鑫

李锋 颜杰 曹珂菲 李海春

李建辉 吴玲 徐小锋 邬传谷

吴金财 孙晓峰 潘璐 赵永成

曾璐

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

专利代理师 白雪

(51) Int.Cl.

G22B 23/02 (2006.01)

G22B 5/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1211630 A, 1999.03.24

CN 102417993 A, 2012.04.18

CN 201697459 U, 2011.01.05

CN 205313650 U, 2016.06.15

CN 110241307 A, 2019.09.17

CN 203295587 U, 2013.11.20

CN 205603657 U, 2016.09.28

CN 101880775 A, 2010.11.10

CN 207391518 U, 2018.05.22

CN 102735047 A, 2012.10.17

CN 105803201 A, 2016.07.27

CN 109880955 A, 2019.06.14

CN 110205501 A, 2019.09.06

CN 101358296 A, 2009.02.04

CN 1730684 A, 2006.02.08

CN 109266866 A, 2019.01.25

CN 102618729 A, 2012.08.01

CN 106048254 A, 2016.10.26

审查员 余辉

权利要求书3页 说明书12页 附图2页

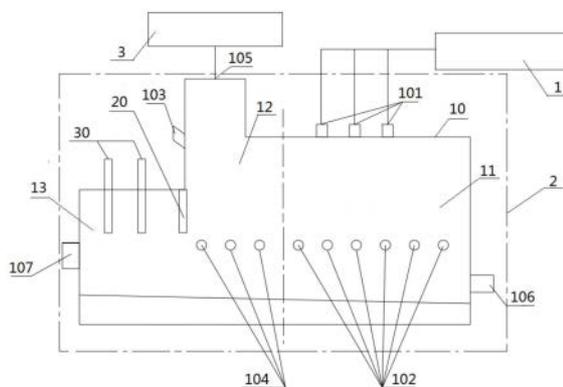
(54) 发明名称

一步炼镍系统及一步炼镍方法

(57) 摘要

本发明提供了一步炼镍系统及一步炼镍方法。该系统包括原料输送装置、一步炼镍装置和烟气处理装置；一步炼镍装置为一体化设备，其包括炉体，炉体内部依次设置有熔池熔炼区和还原贫化区；熔池熔炼区具有第一加料口和第一鼓风口，第一加料口与原料输送装置相连，熔池熔炼区用于对硫化镍精矿进行熔池熔炼以产出含镍35~65wt%的高镍锬、熔炼渣和烟气；还原贫化区与熔池熔炼区相连通，还原贫化区具有第二加料口、第二鼓风口和出烟口，还原贫化区用于使熔炼渣进行贫化反应产出贫化渣和第一金属化镍锬；烟气处理装置与出烟口相连。本发明有效解决了DON工艺原料入炉条件高、熔炼渣镍含量高、电炉单独处理熔炼渣时负荷大、能耗高等

问题。



CN 111101001 B

1. 一种一步炼镍系统,其特征在于,所述一步炼镍系统包括:

原料输送装置(1),用于输送硫化镍精矿、熔剂和第一还原剂;

一步炼镍装置(2),所述一步炼镍装置(2)为一体化设备,其包括炉体(10),所述炉体(10)内部依次设置有熔池熔炼区(11)和还原贫化区(12);所述熔池熔炼区(11)具有第一加料口(101)和第一鼓风口(102),所述第一加料口(101)与所述原料输送装置(1)相连,所述第一鼓风口(102)为多个,多个所述第一鼓风口(102)分布在所述熔池熔炼区(11)的不同侧壁上,所述熔池熔炼区(11)用于对所述硫化镍精矿进行熔池熔炼以产出含镍35~65wt%的高镍硫、镍含量为3~5wt%的熔炼渣和烟气;所述还原贫化区(12)与所述熔池熔炼区(11)相连通,所述还原贫化区(12)具有第二加料口(103)、第二鼓风口(104)和出烟口(105),所述还原贫化区(12)用于使所述熔炼渣进行贫化反应产出贫化渣和第一金属化镍硫;所述炉体(10)为卧式炉型,所述熔池熔炼区(11)和所述还原贫化区(12)沿所述炉体(10)的长度方向设置,且所述熔池熔炼区(11)的长度为所述还原贫化区(12)长度为1~3倍;

烟气处理装置(3),所述烟气处理装置(3)与所述出烟口(105)相连;

当所述硫化镍精矿中的钴含量 $<0.3\text{wt}\%$ 时,所述炉体(10)内部还设置有沉降区(13),所述沉降区(13)与所述还原贫化区(12)相连通,且位于所述还原贫化区(12)的远离所述熔池熔炼区(11)的一侧,所述沉降区(13)用于对所述贫化渣进行沉降处理以产出第二金属化镍硫;当所述硫化镍精矿中的钴含量 $\geq 0.3\text{wt}\%$ 时,所述还原贫化区(12)设置有贫化渣排放口,所述一步炼镍系统还包括沉降炉,所述沉降炉具有贫化渣进口,所述贫化渣进口与所述贫化渣排放口相连,所述沉降炉用于对所述贫化渣进行沉降处理。

2. 根据权利要求1所述的一步炼镍系统,其特征在于,所述炉体(10)具有底壁,将所述底壁的位于所述熔池熔炼区(11)下方的部分记为第一部分,将所述底壁的位于所述还原贫化区(12)下方的部分记为第二部分,将所述底壁的位于所述沉降区(13)下方的部分记为第三部分,其中,按所述第一部分、所述第二部分及所述第三部分的顺序,所述底壁的水平高度依次升高。

3. 根据权利要求2所述的一步炼镍系统,其特征在于,所述底壁的内部表面为倾斜表面,且按所述第一部分、所述第二部分及所述第三部分的顺序,所述倾斜表面逐渐向上倾斜。

4. 根据权利要求3所述的一步炼镍系统,其特征在于,所述倾斜表面的倾斜角度为 $1^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的一步炼镍系统,其特征在于,所述一步炼镍装置(2)还包括隔墙(20),所述隔墙(20)设置在所述炉体(10)中,且位于所述还原贫化区(12)和所述沉降区(13)之间,所述隔墙(20)下方具有连通通道,所述还原贫化区(12)和所述沉降区(13)通过所述连通通道相连。

6. 根据权利要求5所述的一步炼镍系统,其特征在于,所述一步炼镍装置(2)还包括加热电极(30),所述加热电极(30)穿过所述炉体(10)延伸至所述沉降区(13)内部。

7. 根据权利要求1至4中任一项所述的一步炼镍系统,其特征在于,所述炉体(10)具有第一侧壁和与所述第一侧壁相对的第二侧壁,所述第一侧壁为所述熔池熔炼区(11)的远离所述沉降区(13)一端的侧壁,所述第二侧壁为所述沉降区(13)的远离所述熔池熔炼区(11)一端的侧壁;其中,

所述第一侧壁的底部设置有高镍硫排放口(106)；

所述第二侧壁的底部设置有排渣口(107)。

8. 根据权利要求1至4中任一项所述的一步炼镍系统,其特征在于,所述沉降区(13)还具有排气口。

9. 根据权利要求1至4中任一项所述的一步炼镍系统,其特征在于,所述第二鼓风口(104)为多个,多个所述第二鼓风口(104)分布在所述还原贫化区(12)的不同侧壁上。

10. 根据权利要求1至4中任一项所述的一步炼镍系统,其特征在于,所述原料输送装置(1)包括:

配料单元,用于将所述硫化镍精矿、所述熔剂和所述第一还原剂进行配料;

输送机,连接在所述配料单元和所述第一加料口(101)之间。

11. 根据权利要求8所述的一步炼镍系统,其特征在于,所述熔池熔炼区(11)还设置有二次风口,所述排气口与所述二次风口相连。

12. 根据权利要求1至4中任一项所述的一步炼镍系统,其特征在于,所述烟气处理装置(3)包括顺次相连的余热回收单元和除尘单元。

13. 一种一步炼镍方法,其特征在于,采用权利要求1至12中任一项所述的一步炼镍系统,所述一步炼镍方法包括:

采用原料输送装置(1)输送硫化镍精矿、熔剂和第一还原剂作为炼镍原料;

将所述炼镍原料通过第一加料口(101)输送至一步炼镍装置(2)的熔池熔炼区(11)中进行熔池熔炼反应,得到含镍35~65wt%的高镍硫、镍含量为3~5wt%的熔炼渣和烟气;使所述熔炼渣进入还原贫化区(12)进行贫化反应,产出贫化渣和第一金属化镍硫;

将所述烟气进行后处理;

其中,当所述硫化镍精矿中的钴含量 $<0.3\text{wt}\%$ 时,所述一步炼镍装置(2)还包括沉降区(13),所述一步炼镍方法还包括:使所述贫化渣进入所述沉降区(13)中进行沉降处理,产出第二金属化镍硫和废渣;当所述硫化镍精矿中的钴含量 $\geq 0.3\text{wt}\%$ 时,所述还原贫化区(12)设置有贫化渣排放口,所述一步炼镍系统还包括沉降炉,所述沉降炉具有贫化渣进口,所述贫化渣进口与所述贫化渣排放口相连,所述一步炼镍方法还包括:将所述贫化渣输送至所述沉降炉中进行沉降处理。

14. 根据权利要求13所述的一步炼镍方法,其特征在于,所述硫化镍精矿的镍含量 $\geq 6\%$ ;所述熔池熔炼反应的温度为 $1200\sim 1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

15. 根据权利要求13或14所述的一步炼镍方法,其特征在于,所述第一还原剂为无烟煤、焦炭、兰炭中的一种或多种。

16. 根据权利要求15所述的一步炼镍方法,其特征在于,所述熔炼渣的Fe和 $\text{SiO}_2$ 的质量比为 $0.8\sim 1.3$ 。

17. 根据权利要求13所述的一步炼镍方法,其特征在于,在所述熔池熔炼反应的过程中,通过第一鼓风口(102)向熔池内部通入第一富氧空气,所述第一富氧空气中的氧含量为 $60\sim 85\%$ 。

18. 根据权利要求13所述的一步炼镍方法,其特征在于,所述炼镍原料还包括系统返料。

19. 根据权利要求13所述的一步炼镍方法,其特征在于,所述贫化反应过程中,通过第

二加料口(103)向所述还原贫化区(12)加入第二还原剂,且所述第二还原剂为粒状固体还原剂;和/或,通过第二鼓风口(104)向所述还原贫化区(12)通入第三还原剂,且所述第三还原剂为气体还原剂或粉状固体还原剂。

20. 根据权利要求19所述的一步炼镍方法,其特征在于,所述第二还原剂为无烟煤、焦炭、兰炭中的一种或多种;所述第三还原剂为天然气、一氧化碳、煤粉中的一种或多种。

21. 根据权利要求19所述的一步炼镍方法,其特征在于,所述贫化反应过程中,通过所述第二鼓风口(104)向贫化反应体系中通入第二富氧空气,且所述第二富氧空气中的氧含量为60~85%。

22. 根据权利要求13所述的一步炼镍方法,其特征在于,所述一步炼镍装置(2)的炉体(10)具有底壁,将所述底壁的位于所述熔池熔炼区(11)下方的部分记为第一部分,将所述底壁的位于所述还原贫化区(12)下方的部分记为第二部分,将所述底壁的位于所述沉降区(13)下方的部分记为第三部分,其中,按所述第一部分、所述第二部分及所述第三部分的顺序,所述底壁的水平高度依次升高;

所述沉降区(13)产出的所述第二金属化镍铈和所述还原贫化区(12)产出的所述第一金属化镍铈自流入所述熔池熔炼区(11),并与所述高镍铈混合。

23. 根据权利要求13所述的一步炼镍方法,其特征在于,所述沉降区(13)还具有排气口,所述熔池熔炼过程中,将所述排气口排出的烟气引入所述熔池熔炼区(11)作为二次风。

24. 根据权利要求13所述的一步炼镍方法,其特征在于,当采用所述沉降炉对所述贫化渣进行沉降处理时,所述贫化渣进口与所述贫化渣排放口通过溜槽相连,且在沉降处理的过程中同时向所述沉降炉中加入硫化剂。

25. 根据权利要求24所述的一步炼镍方法,其特征在于,将所述沉降炉中产出的金属化镍铈返回至所述熔池熔炼步骤中。

26. 根据权利要求13或14所述的一步炼镍方法,其特征在于,对所述烟气进行后处理的步骤包括:

利用余热回收单元回收所述烟气的余热,得到预处理烟气;

采用除尘单元对所述预处理烟气进行除尘处理。

## 一步炼镍系统及一步炼镍方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及冶金技术领域,具体而言,涉及一种一步炼镍系统及一步炼镍方法。

### 背景技术

[0002] 硫化镍精矿目前普遍采用的火法冶炼工艺为:镍精矿经物料制备及配料后送熔炼炉熔炼,熔炼产低镍锍送吹炼炉进行吹炼,吹炼产高镍锍冷却后作为最终产品,或送湿法进一步处理。熔炼产出的熔炼渣经电炉贫化或电极区贫化后产弃渣。吹炼产出的吹炼渣返熔炼炉处理、或返熔炼电极区或沉降电炉处理,也可单独设贫化电炉处理。吹炼渣若单独贫化,一般需要加还原剂和硫化剂,产金属化镍锍。然而,该工艺流程长,能耗高,各物料倒运主要是通过包子倒入下一工序,操作环境差,且该工艺对精矿含MgO有一定的要求。同时,该工艺还存在能耗高、投资大、低空污染严重等问题。

[0003] 1995年芬兰的Harjavalta厂在现有奥托昆普闪速熔炼工艺的基础上开发了闪速炉一步炼镍工艺(DON, Direct Outokumpu Nickel),用于处理含镍较高的硫化镍精矿,可将镍精矿直接一步法闪速熔炼至高镍锍,其工艺流程为:硫化镍精矿干燥至含水 $\leq 0.3\%$ ,与粉状熔剂(若为块状熔剂,需细磨后才能入炉)、烟尘一起配料后送精矿喷嘴,在反应塔内与富氧空气发生化学反应,生成高镍锍。熔炼渣和高镍锍在沉淀池沉清分离,分别排放,高镍锍作为最终产品,或送下一道工序处理;熔炼渣排入贫化电炉。贫化电炉需配入还原剂和硫化剂,经还原硫化反应,电炉产金属化镍锍作为最终产品,或送下一道工序处理;电炉产弃渣可直接外销。DON工艺与传统的火法冶炼工艺相比,其优势如下:(1)流程短,硫化镍精矿直接氧化成高镍锍,减少了低镍锍吹炼工序。(2)减少物料转运,扩散到环境中的金属尘及硫更少,操作环境好,金属和硫回收率高。(3)由于熔炼过程中,物料中Fe氧化进渣,可稀释渣中MgO,因此该工艺对原料中MgO适应性更好。(4)熔炼过程连续进行,取消了转炉周期作业对烟气波动的影响,后续烟气处理系统的作业条件更好、投资少、成本低。

[0004] 然而,DON工艺仍旧存在一些问题,具体如下:

[0005] (1)物料制备复杂。硫化镍精矿需经过干燥处理,物料含水降至 $0.3\%$ 以下才能入炉;熔剂、烟尘等其他物料的粒度均需 $\leq 1\text{mm}$ ,因此若熔剂,如石英石等为块状物料,需经细磨后才能入炉;系统块状返料,如流槽壳、块烟尘等也需经细磨后入炉。

[0006] (2)闪速熔炼需要在反应塔内进行强氧化熔炼,使硫化镍精矿与氧气快速反应,因此熔炼渣氧势高,渣中镍含量高。因此,熔炼渣需经电炉进一步贫化处理。

[0007] (3)熔炼渣电炉贫化,需加入还原剂和硫化剂,产金属化镍锍。还原剂用于还原渣中的氧化镍 $\text{Ni}_2\text{O}$ ,硫化剂用于稀释金属,调节金属化镍锍含硫量,从而调节熔体操作温度。此外,硫化剂通过喷枪喷入电炉中,物料制备和运输系统复杂。

[0008] 总之,采用DON工艺,物料需经干燥后入炉,且闪速熔炼氧势高,熔炼渣含Ni高,需在后续渣贫化电炉中进行还原硫化,电炉处理负荷大、能耗高。因此,有必要提供一种新的炼镍工艺,以克服这些缺陷。

## 发明内容

[0009] 本发明的主要目的在于提供一种一步炼镍系统及一步炼镍方法,以解决现有技术中DON工艺存在的原料入炉条件高、熔炼渣镍含量高、电炉单独处理熔炼渣时负荷大、能耗高等问题。

[0010] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种一步炼镍系统,其包括:原料输送装置,用于输送硫化镍精矿、熔剂和第一还原剂;一步炼镍装置,一步炼镍装置为一体化设备,其包括炉体,炉体内部依次设置有熔池熔炼区和还原贫化区;熔池熔炼区具有第一加料口和第一鼓风口,第一加料口与原料输送装置相连,熔池熔炼区用于对硫化镍精矿进行熔池熔炼以产出含镍35~65wt%的高镍锬、熔炼渣和烟气;还原贫化区与熔池熔炼区相连通,还原贫化区具有第二加料口、第二鼓风口和出烟口,还原贫化区用于使熔炼渣进行贫化反应产出贫化渣和第一金属化镍锬;烟气处理装置,烟气处理装置与出烟口相连。

[0011] 进一步地,炉体内部还设置有沉降区,沉降区与还原贫化区相连通,且位于还原贫化区的远离熔池熔炼区的一侧,沉降区用于对贫化渣进行沉降处理以产出第二金属化镍锬;或者,还原贫化区设置有贫化渣排放口,一步炼镍系统还包括沉降炉,沉降炉具有贫化渣进口,贫化渣进口与贫化渣排放口相连,沉降炉用于对贫化渣进行沉降处理。

[0012] 进一步地,炉体具有底壁,将底壁的位于熔池熔炼区下方的部分记为第一部分,将底壁的位于还原贫化区下方的部分记为第二部分,将底壁的位于沉降区下方的部分记为第三部分,其中,按第一部分、第二部分及第三部分的顺序,底壁的水平高度依次升高。

[0013] 进一步地,底壁的内部表面为倾斜表面,且按第一部分、第二部分及第三部分的顺序,倾斜表面逐渐向上倾斜。

[0014] 进一步地,倾斜表面的倾斜角度为 $1^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。

[0015] 进一步地,一步炼镍装置还包括隔墙,隔墙设置在炉体中,且位于还原贫化区和沉降区之间,隔墙下方具有连通通道,还原贫化区和沉降区通过连通通道相连。

[0016] 进一步地,一步炼镍装置还包括加热电极,加热电极穿过炉体延伸至沉降区内部。

[0017] 进一步地,炉体具有第一侧壁和与第一侧壁相对的第二侧壁,第一侧壁为熔池熔炼区的远离沉降区一端的侧壁,第二侧壁为沉降区的远离熔池熔炼区一端的侧壁;其中,第一侧壁的底部设置有高镍锬排放口;第二侧壁的底部设置有排渣口。

[0018] 进一步地,沉降区还具有排气口。

[0019] 进一步地,第一鼓风口为多个,多个第一鼓风口分布在熔池熔炼区的不同侧壁上;第二鼓风口为多个,多个第二鼓风口分布在还原贫化区的不同侧壁上。

[0020] 进一步地,炉体为卧式炉型,熔池熔炼区和还原贫化区沿炉体的长度方向设置,且熔池熔炼区的长度为还原贫化区长度为1~3倍。

[0021] 进一步地,原料输送装置包括:配料单元,用于将硫化镍精矿、熔剂和第一还原剂进行配料;输送机,连接在配料单元和第一加料口之间。

[0022] 进一步地,熔池熔炼区还设置有二次风口,排气口与二次风口相连。

[0023] 进一步地,烟气处理装置包括顺次相连的余热回收单元和除尘单元。

[0024] 根据本发明的另一方面,还提供了一种一步炼镍方法,其采用上述的一步炼镍系统,一步炼镍方法包括:采用原料输送装置输送硫化镍精矿、熔剂和第一还原剂作为炼镍原料;将炼镍原料通过第一加料口输送至一步炼镍装置的熔池熔炼区中进行熔池熔炼反应,

得到含镍35~65wt%的高镍锬、熔炼渣和烟气；使熔炼渣进入还原贫化区进行贫化反应，产出贫化渣和第一金属化镍锬；将烟气进行后处理。

[0025] 进一步地，硫化镍精矿的镍含量 $\geq 6\%$ ；熔池熔炼反应的温度为1200~1400℃。

[0026] 进一步地，第一还原剂为无烟煤焦炭、兰炭中的一种或多种。

[0027] 进一步地，熔炼渣的Fe和SiO<sub>2</sub>的质量比为0.8~1.3，熔炼渣的镍含量为3~5wt%。

[0028] 进一步地，在熔池熔炼反应的过程中，通过第一鼓风口向熔池内部通入第一富氧空气，第一富氧空气中的氧含量为60~85%。

[0029] 进一步地，炼镍原料还包括系统返料。

[0030] 进一步地，贫化反应过程中，通过第二加料口向还原贫化区加入第二还原剂，且第二还原剂为粒状固体还原剂；和/或，通过第二鼓风口向还原贫化区通入第三还原剂，且第三还原剂为气体还原剂或粉状固体还原剂。

[0031] 进一步地，第二还原剂为无烟煤、焦炭、兰炭中的一种或多种；第三还原剂为天然气、一氧化碳、煤粉中的一种或多种。

[0032] 进一步地，贫化反应过程中，通过第二鼓风口向贫化反应体系中通入第二富氧空气，且第二富氧空气中的氧含量为60~85%。

[0033] 进一步地，一步炼镍装置还包括沉降区，一步炼镍方法还包括：使贫化渣进入沉降区中进行沉降处理，产出第二金属化镍锬和废渣；或者，还原贫化区设置有贫化渣排放口，一步炼镍系统还包括沉降炉，沉降炉具有贫化渣进口，贫化渣进口与贫化渣排放口相连，一步炼镍方法还包括：将贫化渣输送至沉降炉中进行沉降处理。

[0034] 进一步地，当硫化镍精矿中的钴含量 $\geq 0.3\text{wt}\%$ 时，采用沉降炉对贫化渣进行沉降处理；当硫化镍精矿中的钴含量 $< 0.3\text{wt}\%$ 时，在一步炼镍装置中设置沉降区以对贫化渣进行沉降处理。

[0035] 进一步地，一步炼镍装置的炉体具有底壁，将底壁的位于熔池熔炼区下方的部分记为第一部分，将底壁的位于还原贫化区下方的部分记为第二部分，将底壁的位于沉降区下方的部分记为第三部分，其中，按第一部分、第二部分及第三部分的顺序，底壁的水平高度依次升高；沉降区产出的第二金属化镍锬和还原贫化区产出的第一金属化镍锬自流入熔池熔炼区，并与高镍锬混合。

[0036] 进一步地，沉降区还具有排气口，熔池熔炼过程中，将排气口排出的烟气引入熔池熔炼区作为二次风。

[0037] 进一步地，当采用沉降炉对贫化渣进行沉降处理时，贫化渣进口与贫化渣排放口通过溜槽相连，且在沉降处理的过程中同时向沉降炉中加入硫化剂。

[0038] 进一步地，将沉降炉中产出的金属化镍锬返回至熔池熔炼步骤中。

[0039] 进一步地，对烟气进行后处理的步骤包括：利用余热回收单元回收烟气的余热，得到预处理烟气；采用除尘单元对预处理烟气进行除尘处理。

[0040] 本发明提供的是一种一步炼镍系统，其一步炼镍系统包括原料输送装置、一步炼镍装置和烟气处理装置；原料输送装置用于输送硫化镍精矿、熔剂和第一还原剂；一步炼镍装置为一体化设备，其包括炉体，炉体内部依次设置有熔池熔炼区和还原贫化区，熔池熔炼区具有第一加料口和第一鼓风口，第一加料口与原料输送装置相连，熔池熔炼区用于对硫化镍精矿进行熔池熔炼以产出含镍35~65wt%的高镍锬、熔炼渣和烟气；还原贫化区与熔

池熔炼区相连通,还原贫化区具有第二加料口、第二鼓风口和出烟口,还原贫化区用于使熔炼渣进行贫化反应产出贫化渣和第一金属化镍钨;烟气处理装置与出烟口相连。采用本发明提供的一步炼镍系统能够在一步炼镍装置中实现强化冶炼、炉渣贫化,从而在一台装置中实现硫化镍精矿一步炼出高镍钨。与此同时,由于采用了熔池熔炼技术,熔炼渣镍含量低,贫化过程负荷小,能耗低。此外,熔池熔炼时硫化镍精矿、熔剂和第一还原剂的进料粒径和含水率没有特殊要求,原料入炉条件低。

[0041] 总之,利用本发明提供的一步炼镍系统进行硫化镍精矿冶炼,有效解决了DON工艺存在的原料入炉条件高、熔炼渣镍含量高、电炉单独处理熔炼渣时负荷大、能耗高等问题。

### 附图说明

[0042] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0043] 图1示出了根据本发明一种实施例的一步炼镍系统的结构示意图;以及

[0044] 图2示出了根据本发明一种实施例的一步炼镍方法的流程图。

[0045] 其中,上述附图包括以下附图标记:

[0046] 1、原料输送装置;2、一步炼镍装置;3、烟气处理装置;

[0047] 10、炉体;20、隔墙;30、加热电极;11、熔池熔炼区;12、还原贫化区;13、沉降区;101、第一加料口;102、第一鼓风口;103、第二加料口;104、第二鼓风口;105、出烟口;106、高镍钨排放口;107、排渣口。

### 具体实施方式

[0048] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0049] 正如背景技术部分所描述的,现有技术中DON工艺存在原料入炉条件高、熔炼渣镍含量高、电炉单独处理熔炼渣时负荷大、能耗高等问题。

[0050] 为了解决这一问题,本发明提供了一种一步炼镍系统,如图1所示,该一步炼镍系统包括原料输送装置1、一步炼镍装置2和烟气处理装置3,原料输送装置1用于输送硫化镍精矿、熔剂和第一还原剂;一步炼镍装置2为一体化设备,其包括炉体10,炉体10内部依次设置有熔池熔炼区11和还原贫化区12;熔池熔炼区11具有第一加料口101和第一鼓风口102,第一加料口101与原料输送装置1相连,熔池熔炼区11用于对硫化镍精矿进行熔池熔炼以产出含镍35~65wt%的高镍钨、熔炼渣和烟气;还原贫化区12与熔池熔炼区11相连通,还原贫化区12具有第二加料口103、第二鼓风口104和出烟口105,还原贫化区12用于使熔炼渣进行贫化反应产出贫化渣和第一金属化镍钨;烟气处理装置3与出烟口105相连。

[0051] 在实际生产过程中,硫化镍精矿和熔剂、第一还原剂进入一步炼镍装置2的熔池熔炼区11进行熔池熔炼,发生分解、氧化等一系列化学发生,生成高镍钨、熔炼渣和烟气。熔池熔炼时硫化镍精矿、熔剂和第一还原剂的进料粒径和含水率没有特殊要求,因此能够简化物料制备系统,物料经配料后直接入炉,不需要干燥和细磨,原料入炉条件低。熔池熔炼区11和还原贫化区12处于同一炉体中且相互连通,这样熔池熔炼区11产出的熔炼渣可以直接进入还原贫化区12进行贫化反应。由于采用了熔池熔炼技术,反应过程中配入了第一还原

剂,控制了熔炼渣氧势,因此熔炼渣镍含量低,约3~5wt%,因此贫化过程负荷小、能耗低。经还原贫化区12贫化后,渣的氧势进一步降低,弃渣含镍更低,约0.2~0.3%,金属回收率更高。且因熔炼渣粘度较低,贫化过程中无需加入硫化剂稀释,产生的第一金属化镍钨也可以直接与熔炼过程产出的高镍钨混合作为镍钨产品。

[0052] 总之,本发明有效解决了DON工艺存在的原料入炉条件高、熔炼渣镍含量高、电炉单独处理熔炼渣时负荷大、能耗高等问题。物料配料后直接入炉,制备简单、流程短,渣贫化和熔炼在一台炉内完成,不需要加硫化剂硫化,生产稳定、操作简单,环保条件好。

[0053] 在一种优选的实施方式中,如图1所示,炉体10内部还设置有沉降区13,沉降区13与还原贫化区12相连通,且位于还原贫化区12的远离熔池熔炼区11的一侧,沉降区13用于对贫化渣进行沉降处理以产出第二金属化镍钨。这样,还原贫化区12中产出的贫化渣可直接进入沉降区13进行沉降处理,该情况下可在一台炉内完成熔炼、渣贫化和沉降分离,有利于进一步提高作业连续性,节约设备,简化工序,降低能耗。

[0054] 或者,在图中未示出的实施例中,还原贫化区12设置有贫化渣排放口,一步炼镍系统还包括沉降炉,沉降炉具有贫化渣进口,贫化渣进口与贫化渣排放口相连,沉降炉用于对贫化渣进行沉降处理。这样,相当于熔炼、渣贫化连续作业,渣沉降单独可周期作业。优选地,贫化渣进口与贫化渣排放口通过溜槽相连,贫化渣通过溜槽流入沉降炉。沉降炉优选为沉降电炉,通过电极加热升温,产出的金属化镍钨可单独作为产品,也可返回熔池熔炼区11。

[0055] 在一种优选的实施方式中,炉体10具有底壁,将底壁的位于熔池熔炼区11下方的部分记为第一部分,将底壁的位于还原贫化区12下方的部分记为第二部分,将底壁的位于沉降区13下方的部分记为第三部分,其中,按第一部分、第二部分及第三部分的顺序,底壁的水平高度依次升高。这样,还原贫化区12中产出的第一金属化镍钨和沉降区13产出的第二金属化镍钨能够自流至熔池熔炼区11底部并与高镍钨混合共同形成镍钨产品。

[0056] 在一种优选的实施方式中,如图1所示,底壁的内部表面为倾斜表面,且按第一部分、第二部分及第三部分的顺序,倾斜表面逐渐向上倾斜。这样设置,第一金属化镍钨和第二金属化镍钨能够更方便地自流至熔池熔炼区11下方。且处于进一步平衡反应时长和镍钨出料的匹配,优选倾斜表面的倾斜角度为 $1^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。

[0057] 在一种优选的实施方式中,一步炼镍装置2还包括隔墙20,隔墙20设置在炉体10中,且位于还原贫化区12和沉降区13之间,隔墙20下方具有连通通道,还原贫化区12和沉降区13通过连通通道相连。这样,通过隔墙20可以将还原贫化区12和沉降区13分隔,二者通过隔墙20下方的通道相连。设置隔墙20有利于还原贫化区12中进行贫化反应的具有流动性的熔体和沉降区13中进行沉降处理的熔体之间实现更平稳的流动,且隔墙20能够阻断还原贫化区12中的搅动和表面的浮料,从而进一步提高沉降处理的效果。

[0058] 在一种优选的实施方式中,一步炼镍装置2还包括加热电极30,加热电极30穿过炉体10延伸至沉降区13内部。利用加热电极30可以对沉降区13中的物料进行补热,从而进一步提高沉降效果。

[0059] 在一种优选的实施方式中,炉体10具有第一侧壁和与第一侧壁相对的第二侧壁,第一侧壁为熔池熔炼区11的远离沉降区13一端的侧壁,第二侧壁为沉降区13的远离熔池熔炼区11一端的侧壁;其中,第一侧壁的底部设置有高镍钨排放口106;第二侧壁的底部设置

有排渣口107。利用高镍硫排放口可以间隔性放出镍硫产品,利用排渣口可以间隔性排出沉降区13产出的弃渣。因该弃渣镍含量 $\leq 0.2\%$ ,可直接作弃渣处理。

[0060] 更优选地,沉降区13还具有排气口。利用排气口可以排出沉降处理过程中产生的烟气,该烟气温度 $700\sim 900^{\circ}\text{C}$ ,降温除尘后烟气温度降至 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$ ,作为熔炼区二次风回用,或与熔炼区烟气一起送后续烟气处理装置3处理。

[0061] 为了向熔池熔炼反应和贫化反应过程提供更充分的富氧环境,或者更方便地向还原贫化区12引入气体还原剂,在一种优选的实施方式中,第一鼓风口102为多个,多个第一鼓风口102分布在熔池熔炼区11的不同侧壁上;第二鼓风口104为多个,多个第二鼓风口104分布在还原贫化区12的不同侧壁上。

[0062] 在一种优选的实施方式中,炉体10为卧式炉型,熔池熔炼区11和还原贫化区12沿炉体10的长度方向设置,且熔池熔炼区11的长度为还原贫化区12长度为 $2\sim 8$ 倍。这样设置,硫化镍精矿在熔池熔炼区11中的反应时长和熔炼渣在还原贫化区12中的贫化时长更为匹配,使得硫化镍精矿的熔炼和熔炼渣贫化具有更好的连续性和稳定性。

[0063] 上述原料输送装置1的作用是原料输送,为了更好地向熔池熔炼区11连续精准送料,在一种优选的实施方式中,原料输送装置1包括:配料单元,用于将硫化镍精矿、熔剂和第一还原剂进行配料;输送机,连接在配料单元和第一加料口101之间。具体生产过程中,可由配料单元将各原料准确计量并配料,然后通过输送机连续输送至熔池熔炼区11。具体采用的输送机包括但不限于胶带输送机。更优选地,上述输送机和第一加料口101之间还设置有移动式给料设备,比如移动式胶带输送机或移动式定量给料机。为了方便加料,优选上述第一加料口101设置在熔池熔炼区11的顶部,这样可以实现顶部加料,操作更简单。

[0064] 在一种优选的实施方式中,排气口与第一鼓风口102相连。这样可以将沉降处理过程中产生的烟气作为熔炼区二次风回用。

[0065] 利用烟气处理装置3可以对还原贫化区12排出的烟气进行后处理,在一种优选的实施方式中,烟气处理装置3包括顺次相连的余热回收单元和除尘单元。还原贫化区12中排出的烟气温度较高,通常为 $1200\sim 1350^{\circ}\text{C}$ ,利用余热回收单元可以回收烟气余热,然后利用除尘单元进一步除尘。

[0066] 根据本发明的另一方面,还提供了一种一步炼镍方法,其是采用上述一步炼镍系统作为炼镍设备,其中如图2所示,一步炼镍方法包括:采用原料输送装置1输送硫化镍精矿、熔剂和第一还原剂作为炼镍原料;将炼镍原料通过第一加料口101输送至一步炼镍装置2的熔池熔炼区11中进行熔池熔炼反应,得到含镍 $35\sim 65\text{wt}\%$ 的高镍硫、熔炼渣和烟气;使熔炼渣进入还原贫化区12进行贫化反应,产出贫化渣和第一金属化镍硫;将烟气进行后处理。

[0067] 在实际生产过程中,硫化镍精矿和熔剂、第一还原剂进入一步炼镍装置2的熔池熔炼区11进行熔池熔炼,发生分解、氧化等一系列化学发生,生成高镍硫、熔炼渣和烟气。熔池熔炼时硫化镍精矿、熔剂和第一还原剂的进料粒径和含水率没有特殊要求,因此能够简化物料制备系统,物料经配料后直接入炉,不需要干燥和细磨,原料入炉条件低。熔池熔炼区11和还原贫化区12处于同一炉体中且相互连通,这样熔池熔炼区11产出的熔炼渣可以直接进入还原贫化区12进行贫化反应。由于采用了熔池熔炼技术,反应过程中配入了第一还原剂,控制了熔炼渣氧势,因此熔炼渣镍含量低,约 $3\sim 5\text{wt}\%$ ,因此贫化过程负荷小、能耗低。

经还原贫化区12贫化后,渣的氧势进一步降低,弃渣含镍更低,约0.2~0.3%,金属回收率更高。且因熔炼渣粘度较低,贫化过程中无需加入硫化剂稀释,产生的第一金属化镍钨也可以直接与熔炼过程产出的高镍钨混合作为镍钨产品。

[0068] 总之,本发明有效解决了DON工艺存在的原料入炉条件高、熔炼渣镍含量高、电炉单独处理熔炼渣时负荷大、能耗高等问题。物料配料后直接入炉,制备简单、流程短,渣贫化和熔炼在一台炉内完成,不需要加硫化剂硫化,生产稳定、操作简单,环保条件好。

[0069] 为了进一步提高镍钨品质,在一种优选的实施方式中,硫化镍精矿的镍含量 $\geq 6\%$ ;熔池熔炼反应的温度为1200~1400℃。这样,熔池熔炼过程中产出的高镍钨的镍品位更高,且高镍钨中含铁量为1~4%。

[0070] 如前文所述,因本发明采用熔池熔炼反应机制,硫化镍精矿的熔炼过程中是在第一还原剂的作用下进行,这样能够有效降低熔炼渣的氧势,相应降低熔炼渣中的镍含量。具体选用的还原剂可以是固体还原剂,也可以是气体还原剂,在一种优选的实施方式中,第一还原剂为无烟煤、焦炭、兰炭中的一种或多种。采用上述几种还原剂参与硫化镍精矿的熔池熔炼反应,一方面与硫化镍精矿的接触更好,反应更充分,另一方面也可以部分作为燃料,对反应过程进行补热,从而进一步提高熔炼效果。

[0071] 在一种优选的实施方式中,熔炼渣的Fe和SiO<sub>2</sub>的质量比为0.8~1.3,熔炼渣的镍含量为3~5wt%。这样,熔炼渣的粘度更低,流动性更好,在接下来的还原贫化区12中进行贫化反应时具有更好的贫化效果,且无需在贫化过程中加入额外的硫化剂。同时,贫化反应产出的贫化渣中的镍含量更低,第一金属化镍钨的品位更高。经过熔池熔炼反应产出的熔炼渣的渣温通常为1250~1400℃,具体渣中MgO含量相关,渣中MgO含量高,则渣温升高。

[0072] 在一种优选的实施方式中,在熔池熔炼反应的过程中,通过第一鼓风口102向熔池内部通入第一富氧空气,第一富氧空气中的氧含量为60~85%(体积含量)。具体的第一富氧空气的通入量可以根据原料成分、产品品位进行调整。在富氧空气环境中,硫化镍精矿发生分解、氧化等一系列化学反应,形成高镍钨、熔炼渣和烟气。为了进一步改善熔池熔炼过程中的反应动力学条件,优选地,通过浸没式侧吹喷枪直接向熔池熔炼区11的熔池中鼓入第一富氧空气。

[0073] 上述熔池熔炼的反应原料中,熔剂可以是本领域常用的类型,比如可以采用石英熔剂或含金石英石,也可以同时配入少量石灰石熔剂。此外,除了在硫化镍精矿熔池熔炼过程中加入熔剂和第一还原剂作为反应原料以为,优选地,炼镍原料还包括系统返料。利用系统返料一方面可以调整熔池熔炼过程中的体系温度,有利于避免过热现象,一方面也有利于充分回收镍钨,提高镍钨收率,减少资源浪费。系统返料可以是返回的流槽壳、烟尘等。

[0074] 在一种优选的实施方式中,上述贫化反应过程中,通过第二加料口103向还原贫化区12加入第二还原剂,且第二还原剂为粒状固体还原剂;和/或,通过第二鼓风口104向还原贫化区12通入第三还原剂,且第三还原剂为气体还原剂或粉状固体还原剂。贫化反应过程中,通过第二还原剂和/或第三还原剂可以将熔炼渣中的磁性铁(四氧化三铁)还原为氧化亚铁进行造渣,这样能够减少熔炼渣的粘度,从而提高后续的沉降分离效果,同时进一步降低贫化渣中的镍含量和钴含量。当采用第二还原剂,碳基固体还原剂时,通过第二加料口103加入,第二加料口103可以和出烟口105处于同一位置,比如同处于还原贫化区12的顶部,这样一个口充当了两种角色,既可以排放烟气也可以加料。当然,二者也可以位于不同

位置,各自作用。

[0075] 相比于单独通过第二加料口103加入第二还原剂(粒状固体还原剂),更优选地,同时或单独通过第二鼓风口104向还原贫化区12通入第三还原剂,第三还原剂为气体还原剂或粉状固体还原剂。利用气体还原剂可以进一步提高贫化反应的动力学条件,以进一步提高贫化效果。在实际操作过程中,可以采用浸没式侧吹喷枪向还原贫化区12的熔池中鼓入第三还原剂。在一种优选的实施方式中,第二还原剂包括但不限于无烟煤、焦炭、兰炭中的一种或多种;第三还原剂包括但不限于天然气、一氧化碳、煤粉中的一种或多种。

[0076] 在一种优选的实施方式中,贫化反应过程中,通过第二鼓风口104向贫化反应体系中通入第二富氧空气,且第二富氧空气中的氧含量为60~85%(体积含量)。在实际操作过程中,还原贫化区12中各熔体和烟气的温度与熔池熔炼区11相同。优选采用浸没式侧吹喷枪向还原贫化区12的熔体中鼓入第二富氧空气,这样能够进一步起到搅拌作用,提高反应动力学条件。

[0077] 在一种优选的实施方式中,一步炼镍装置2还包括沉降区13,一步炼镍方法还包括:使贫化渣进入沉降区13中进行沉降处理,产出第二金属化镍铈和废渣;这样,还原贫化区12中产出的贫化渣可直接进入沉降区13进行沉降处理,该情况下可在一台炉内完成熔炼、渣贫化和沉降分离,有利于进一步提高作业的连续性,节约设备,简化工序,降低能耗。在实际操作过程中,优选利用加热电极30对沉降区13中的体系进行加热,优选渣温控制在1300℃~1450℃(具体渣中MgO含量相关)。沉降分离后,弃渣的镍含量 $\leq 0.2\text{wt}\%$ ,钴含量 $\leq 0.15\text{wt}\%$ 。

[0078] 或者,还原贫化区12设置有贫化渣排放口,一步炼镍系统还包括沉降炉,沉降炉具有贫化渣进口,贫化渣进口与贫化渣排放口相连,一步炼镍方法还包括:将贫化渣输送至沉降炉中进行沉降处理。这样,相当于熔炼、渣贫化连续作业,渣沉降单独可周期作业。优选地,贫化渣进口与贫化渣排放口通过溜槽相连,贫化渣通过溜槽流入沉降炉。沉降炉优选为沉降电炉,通过电极加热升温,产出的金属化镍铈可单独作为产品,也可返回熔池熔炼区11。

[0079] 在一种优选的实施方式中,当硫化镍精矿中的钴含量 $\geq 0.3\text{wt}\%$ 时,采用沉降炉对贫化渣进行沉降处理;当硫化镍精矿中的钴含量 $< 0.3\text{wt}\%$ 时,在一步炼镍装置2中设置沉降区13以对贫化渣进行沉降处理。由于镍冶炼过程,Ni、Co在镍铈和渣中分配比低于其在金属化镍铈和渣的分配比,因此采用沉降区还是沉降电炉的形式,与原料含Co的量相关,若原料含Co较高,可采用沉降电炉形式,在沉降电炉区配入少量硫化剂,形成金属化程度较高的镍铈,提高Co在金属化镍铈的比例,以进一步提高Co的回收率。

[0080] 在一种优选的实施方式中,一步炼镍装置2的炉体10具有底壁,将底壁的位于熔池熔炼区11下方的部分记为第一部分,将底壁的位于还原贫化区12下方的部分记为第二部分,将底壁的位于沉降区13下方的部分记为第三部分,其中,按第一部分、第二部分及第三部分的顺序,底壁的水平高度依次升高;沉降区13产出的第二金属化镍铈和还原贫化区12产出的第一金属化镍铈自流入熔池熔炼区11,并与高镍铈混合。

[0081] 在一种优选的实施方式中,沉降区13还具有排气口,熔池熔炼过程中,将排气口排出的烟气引入熔池熔炼区11作为二次风。

[0082] 在一种优选的实施方式中,当采用沉降炉对贫化渣进行沉降处理时,贫化渣进口

与贫化渣排放口通过溜槽相连,且在沉降处理的过程中同时向沉降炉中加入硫化剂。具体生产过程中,优选硫化剂的加入量为硫化镍精矿重量的约3%作用个,硫化剂压球干燥后加入沉降炉,通过电极加热升温,产弃渣含Ni 0.2~0.3wt%,产金属化镍硫(含硫7~9%)可作最终产品,也可返回熔池熔炼区11。沉降炉产金属化镍硫的温度1300~1350℃,渣1400℃~1450℃,烟气温度900℃~1000℃。

[0083] 在一种优选的实施方式中,对烟气进行后处理的步骤包括:利用余热回收单元回收烟气的余热,得到预处理烟气;采用除尘单元对预处理烟气进行除尘处理。

[0084] 总之,利用本发明提供的一步炼镍系统及方法进行硫化镍精矿冶炼,具有以下有益效果:

[0085] (1) 流程短,硫化镍精矿直接氧化成高镍硫,减少了低镍硫吹炼工序,且物料制备系统简单,物料经配料后直接入炉,不需要干燥和细磨。

[0086] (2) 减少物料转运,扩散到环境中的金属尘及硫更少,操作环境好。

[0087] (3) 优选地,由于熔炼过程中,物料中Fe氧化进渣,可稀释渣中MgO,因此该工艺对原料中MgO适应性更好。

[0088] (4) 熔炼过程连续进行,取消了转炉周期作业对烟气波动的影响,后续烟气处理系统的作业条件更好、投资少、成本低。

[0089] (5) 硫化镍精矿在一台熔炼炉内完成氧化反应、渣贫化反应和渣沉降分离(渣沉降分离也可在单独的沉降电炉中完成)。熔炼渣贫化产生的金属化镍硫与生成的高镍硫混合,不需要加硫化剂硫化。经贫化后的熔炼渣可在沉降区(或单独的沉降电炉)进一步沉降分离,产弃渣。沉降区分离的金属化镍硫汇入高镍硫,作为最终产品或进入下一道工序进行。

[0090] (6) 熔池熔炼过程中,原料中可配入第一还原剂,控制熔炼渣氧势,渣含Ni更低;经贫化区进一步贫化后,渣的氧势进一步降低,弃渣含Ni、Co低(Ni 0.2%~0.3%,Co≤0.15%),金属回收率更高(Ni≥96.5%,Co≥65%)。

[0091] (7) 优选地,熔炼、渣贫化、渣沉降在一台炉内完成,取消了吹炼工序,减少烟气逸散,硫的捕集率高(≥99%)。

[0092] (8) 熔炼、渣贫化为连续作业,渣沉降可根据规模可连续作业,也可周期作业。连续作业,生产稳定,单位时间处理能力小,设备投资省。

[0093] 以下结合具体实施例对本申请作进一步详细描述,这些实施例不能理解为限制本申请所要求保护的范围。

[0094] 实施例1

[0095] 采用的设备如图1所示,冶炼流程如图2所示,具体工艺过程如下:

[0096] (1) 硫化镍精矿配料:硫化镍精矿(含Ni 7.72%,含Cu 1.42%,含Co 0.27%,含Fe 40.5%,含MgO 5.8%)、石英石熔剂、还原剂(无烟煤)、系统返料(流槽壳、烟尘)经定量给料机配料,各物料重量配比约为:镍精矿:石英石熔剂:第一还原剂=100:32:2.5,配料后混合物料通过胶带运输机运输至熔炼炉炉顶,通过移动胶带运输机加入炉内。

[0097] (2) 配料后混合精矿在熔炼炉熔炼区与鼓入熔池的富氧空气发生分解、氧化等一系列化学发生,生成高镍硫、熔炼渣和烟气。生成的高镍硫含Ni~55.8%,含Cu 12.74%,含Fe~3.75%,控制高镍硫温度~1220℃控制熔炼渣温度~1320℃。熔炼渣Fe/SiO<sub>2</sub>为~1.2,渣含Ni~3.28%,含MgO~5.57%。熔炼烟气温度(出炉)~1250℃,经余热锅炉回收余热后

送电收尘器除尘,除尘后的烟气送烟气制酸系统进一步处理。熔炼一次风富氧浓度~60%。

[0098] (3) 熔炼渣由熔炼区进入贫化区,贫化区加入还原剂(无烟煤),还原剂的加入量为:还原剂和熔炼渣重量比约为2:100;同时鼓入一定量富氧空气进行搅拌(富氧浓度~60%),改善反应的动力学条件。贫化产生贫化渣和金属化镍钨。贫化区和熔炼区连通,产生的金属化镍钨沉入熔炼炉底部,与高镍钨混合;贫化区和电极沉降区设有隔墙,贫化渣通过隔墙底部进入电极沉降区进一步沉清分离金属化镍钨和贫化渣。贫化区各熔体和烟气温度与熔炼区相同。产生的贫化渣含Ni~0.9%。

[0099] (4) 贫化渣在电极沉降区进一步沉清分离,通过电极加热贫化渣,渣温~1350℃,沉清分离后弃渣含Ni~0.23%,Co~0.1%,沉降产生的金属化镍钨通过底部回流至熔炼区,与高镍钨混合。

[0100] (5) 沉降区产烟气温度~800℃,降温除尘后烟气温度降至300℃~400℃,作为熔炼区二次风回用。;

[0101] 贫化和电炉沉降产生的金属化镍钨含Ni~67.5%,Cu~6.18%,Co~3.12%,Fe~22%,与熔炼区产生的高镍钨混合。最终高镍钨的品位为Ni~60.5%,Cu 10.37%,Co 1.47%。

[0102] 实施例2

[0103] 采用的设备如图1所示,冶炼流程如图2所示,具体工艺过程如下:

[0104] (1) 硫化镍精矿配料:硫化镍精矿(含Ni 6.0%,含Cu 3.2%,含Co 0.18%,含Fe 28.5%,含MgO 8.2%)、石英石熔剂、还原剂(焦炭)、系统返料(流槽壳、烟尘)经定量给料机配料,各物料重量配比约为:镍精矿:石英石熔剂:第一还原剂=100:15.6:6.0,配料后混合物料通过胶带运输机运输至熔炼炉炉顶,通过移动胶带运输机加入炉内。

[0105] (2) 配料后混合精矿在熔炼炉熔炼区与鼓入熔池的富氧空气发生分解、氧化等一系列化学发生,生成高镍钨、熔炼渣和烟气。生成的高镍钨含Ni~39.4%,含Cu~26.2%,含Fe~3.43%,控制高镍钨温度~1280℃控制熔炼渣温度~1380℃。熔炼渣Fe/SiO<sub>2</sub>为~1.2,渣含Ni~3.08%。熔炼烟气温度(出炉)~1320℃,经余热锅炉回收余热后送电收尘器除尘,除尘后的烟气送烟气制酸系统进一步处理。熔炼一次风富氧浓度~65%。

[0106] (3) 熔炼渣由熔炼区进入贫化区,贫化区加入还原剂(焦炭),还原剂的加入量为:还原剂:熔炼渣约为1.6:100;同时鼓入一定量富氧空气进行搅拌(富氧浓度~60%),改善反应的动力学条件。贫化产生贫化渣和金属化镍钨。贫化区和熔炼区连通,产生的金属化镍钨沉入熔炼炉底部,与高镍钨混合;贫化区和电极沉降区设有隔墙,贫化渣通过隔墙底部进入电极沉降区进一步沉清分离金属化镍钨和贫化渣。贫化区各熔体和烟气温度与熔炼区相同。产生的贫化渣含Ni~0.8%。

[0107] (4) 贫化渣在电极沉降区进一步沉清分离,通过电极加热贫化渣,渣温~1420℃,沉清分离后弃渣含Ni~0.2%,Co~0.08%,沉降产生的金属化镍钨通过底部回流至熔炼区,与高镍钨混合。

[0108] (5) 沉降区产烟气温度~800℃,降温除尘后烟气温度降至300℃~400℃,作为熔炼区二次风回用,或与熔炼区烟气一起送后续烟气处理系统处理。;

[0109] 贫化和电炉沉降产生的金属化镍钨含Ni~60.15%,Cu~15.53%,Co~2.39%,Fe~17.2%,与熔炼区产生的高镍钨混合。最终高镍钨的品位为Ni~46.8%,Cu~23.2%,Co

~0.98%。

#### [0110] 实施例3

[0111] 采用的设备如图1所示,冶炼流程如图2所示,具体工艺过程如下:

[0112] (1) 硫化镍精矿配料。硫化镍精矿(含Ni19.53%,含Cu1.11%,含Co0.65%,含Fe36.73%,含Mg01.42%)、石英石熔剂、还原剂(兰碳)、系统返料(流槽壳、烟尘)经定量给料机配料,各物料重量配比约为:镍精矿:石英石熔剂:第一还原剂=100:27.1:1.5,配料后混合物料通过胶带运输机运输至熔炼炉炉顶,通过移动胶带运输机加入炉内。

[0113] (2) 配料后混合精矿在熔炼炉熔炼区与鼓入熔池的富氧空气发生分解、氧化等一系列化学发生,生成高镍锍、熔炼渣和烟气。生成的高镍锍含Ni~65.26%,含Cu~3.3%,含Fe~4.8%,控制高镍锍温度~1200℃控制熔炼渣温度~1300℃。熔炼渣Fe/SiO<sub>2</sub>为~1.2,渣含Ni~4.4%。熔炼烟气温度的(出炉)~1220℃,经余热锅炉回收余热后送电收尘器除尘,除尘后的烟气送烟气制酸系统进一步处理。熔炼一次风富氧浓度~65%。

[0114] (3) 熔炼渣由熔炼区进入贫化区,贫化区加入还原剂(焦炭),还原剂的加入量为:还原剂和熔炼渣重量比约为2.6:100;同时鼓入一定量富氧空气进行搅拌(富氧浓度~60%),改善反应的动力学条件。贫化产生贫化渣和金属化镍锍。金属化镍锍含Ni~65.9%,Cu~3.84%,Co~3.66%,Fe~20.61%,贫化区和熔炼区连通,产生的金属化镍锍沉入熔炼炉底部,与高镍锍混合。

[0115] (4) 贫化区设渣排放口,贫化渣通过流槽流入沉降电炉,同时从电炉顶部加料口加入硫化剂,硫化剂配比为:硫化剂/贫化渣=~3%(硫化剂压球干燥至含水<6%)。沉降电炉产金属化镍锍和弃渣。

[0116] (5) 沉降电炉通过电极加热贫化渣,金属化镍锍温度~1320℃,渣温~1420℃,沉清分离后,金属化镍锍含Ni~45%,含Cu~4.1%,含Co~6%,含S~8.1%。渣含Ni~0.28%,含Co~0.15%。沉降产生的金属化镍锍可作为产品送下一道工序,也可返回熔炼炉。

[0117] (6) 沉降电炉烟气温度900~1000℃,降温除尘后烟气温度降至300℃~400℃,作为熔炼区二次风回用,或与熔炼区烟气一起送后续烟气处理系统处理。

#### [0118] 实施例4

[0119] 采用的设备如图1所示,冶炼流程如图2所示,具体工艺过程如下:

[0120] (1) 硫化镍精矿配料。硫化镍精矿(含Ni6.0%,含Cu3.2%,含Co0.18%,含Fe28.5%,含Mg08.2%)、石英石熔剂、还原剂(无烟煤)、系统返料(流槽壳、烟尘)经定量给料机配料,各物料重量配比约为:镍精矿:石英石熔剂:第一还原剂=100:15.6:6.0,配料后混合物料通过胶带运输机运输至熔炼炉炉顶,通过移动胶带运输机加入炉内。

[0121] (2) 配料后混合精矿在熔炼炉熔炼区与鼓入熔池的富氧空气发生分解、氧化等一系列化学发生,生成高镍锍、熔炼渣和烟气。生成的高镍锍含Ni~39.4%,含Cu~26.2%,含Fe~3.43%,控制高镍锍温度~1280℃控制熔炼渣温度~1380℃。熔炼渣Fe/SiO<sub>2</sub>为~1.2,渣含Ni~3.08%。熔炼烟气温度的(出炉)~1320℃,经余热锅炉回收余热后送电收尘器除尘,除尘后的烟气送烟气制酸系统进一步处理。熔炼一次风富氧浓度~65%。

[0122] (3) 熔炼渣由熔炼区进入贫化区,贫化区通过喷枪喷入煤粉还原剂,还原剂的加入量为:还原剂和熔炼渣重量比约为1.2:100,煤粉采用压缩空气或氮气作为载气,对熔池有

一定的搅拌作用,改善反应的动力学条件。贫化产生贫化渣和金属化镍钨。贫化区和熔炼区连通,产生的金属化镍钨沉入熔炼炉底部,与高镍钨混合;贫化区和电极沉降区设有隔墙,贫化渣通过隔墙底部进入电极沉降区进一步沉清分离金属化镍钨和贫化渣。贫化区各熔体和烟气温度与熔炼区相同。产生的贫化渣含Ni~0.8%。

[0123] (4) 贫化渣在电极沉降区进一步沉清分离,通过电极加热贫化渣,渣温~1420℃,沉清分离后弃渣含Ni~0.2%,Co~0.08%,沉降产生的金属化镍钨通过底部回流至熔炼区,与高镍钨混合。

[0124] (5) 沉降区产烟气温度~800℃,降温除尘后烟气温度降至300℃~400℃,作为熔炼区二次风回用,或与熔炼区烟气一起送后续烟气处理系统处理。;

[0125] 贫化和电炉沉降产生的金属化镍钨含Ni~60.15%,Cu~15.53%,Co~2.39%,Fe~17.2%,与熔炼区产生的高镍钨混合。最终高镍钨的品位为Ni~46.8%,Cu~23.2%,Co~0.98%。

[0126] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

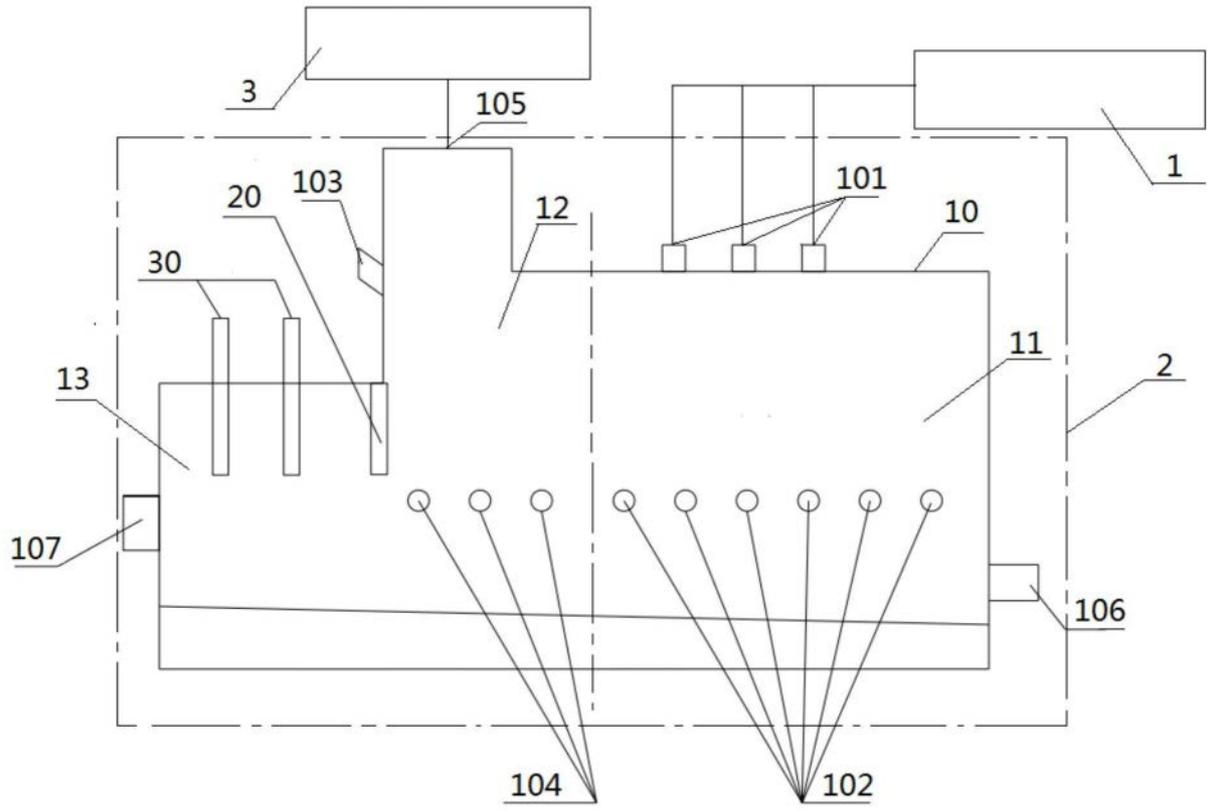


图1

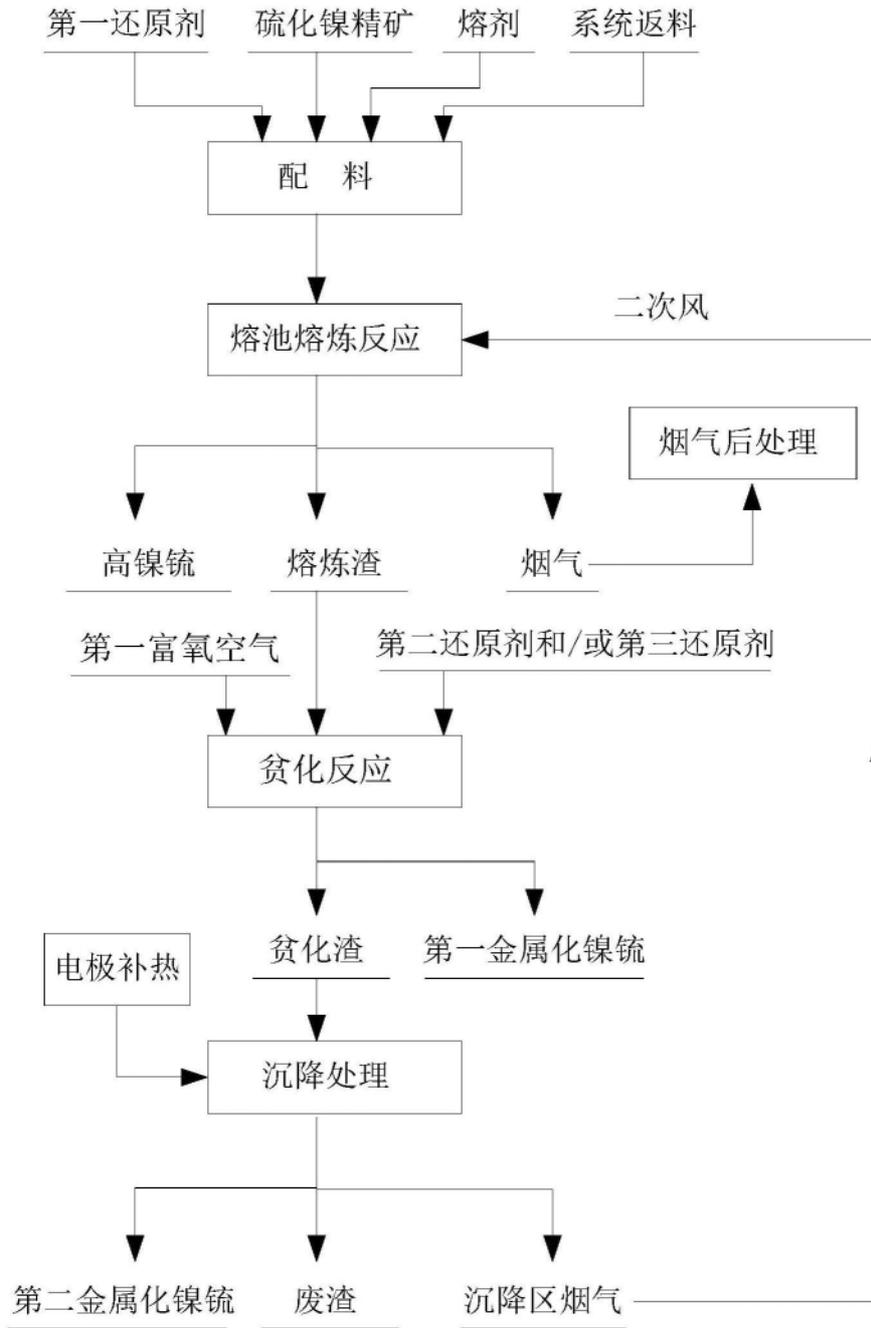


图2