



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104803416 B

(45)授权公告日 2017.06.20

(21)申请号 201510163358.0

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.04.08

C01G 28/00(2006.01)

B01D 53/18(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104803416 A

审查员 姚希

(43)申请公布日 2015.07.29

(73)专利权人 北京矿冶研究总院

地址 100160 北京市丰台区南四环西路188号总部基地十八区23号楼

(72)发明人 王云 郭持皓 黄海辉 袁朝新

彭达顺 常耀超 孙留根 李云

李大江 孙聪 刘大学 余群波

梁东东

(74)专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有

限公司 11260

代理人 郑立明 李闯

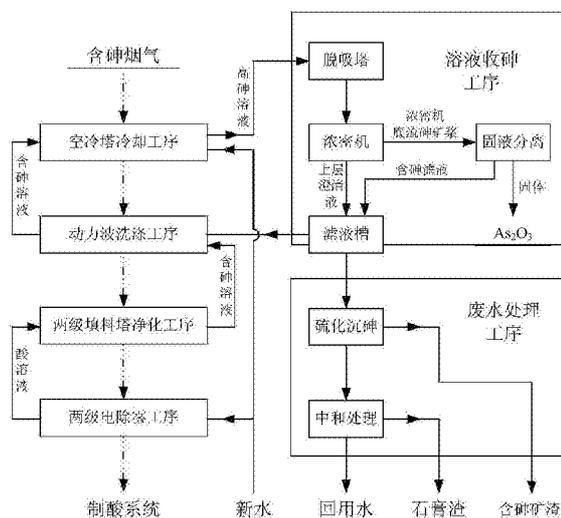
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种含砷烟气的收砷方法

(57)摘要

本发明公开了一种含砷烟气的收砷方法,包括以下工序:含砷烟气依次经过空冷却塔冷却工序、动力波洗涤工序、两级填料塔净化工序、两级电除雾工序的处理后,送入制酸系统进行常规制酸;每个工序所排出的含砷溶液均返回到上一工序,作为上一工序的循环液,而空冷却塔冷却工序所排出的高砷溶液送入到脱吸塔中进行脱吸处理;脱吸处理后的高砷溶液送入浓密机进行浓密分离,并进行固液分离,固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液返回到动力波洗涤工序的循环液,而固液分离得到的固体为As₂O₃,从而实现收砷。本发明实施例不仅酸浓度低,能够有效避免高酸腐蚀设备和堵塞管道,而且收砷效率高、操作流程简单、安全环保,能够大幅提高烟气中砷的回收率。



1. 一种含砷烟气的收砷方法,其特征在于,包括以下工序:

空冷塔冷却工序:将含砷烟气通入到空冷塔中进行冷却处理,按质量百分比计,空冷塔中喷淋酸浓度为2~10%,空冷塔的出液口排出的高砷溶液送入到溶液收砷工序,而空冷塔的出气口排出的冷却后烟气送入动力波洗涤工序;

动力波洗涤工序:将空冷塔排出的冷却后烟气送入到动力波洗涤器中进行动力波洗涤处理,按质量百分比计,动力波洗涤器中喷淋酸浓度为2~10%,动力波洗涤器的出液口排出的含砷溶液返回到空冷塔,作为空冷塔的循环液,而动力波洗涤器的出气口排出的洗涤后烟气送入两级填料塔净化工序;

两级填料塔净化工序:将动力波洗涤器排出的洗涤后烟气依次通过一级填料塔和二级填料塔进行两级净化处理,按质量百分比计,两个填料塔中喷淋酸浓度均为2~10%,两个填料塔的出液口排出的含砷溶液均返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液,而二级填料塔出气口排出的净化后烟气送入两级电除雾工序;

两级电除雾工序:将二级填料塔排出的净化后烟气依次通过两个电除雾器进行两级电除雾处理,这两个电除雾器的排液口排出的酸溶液均返回到两个填料塔,作为两个填料塔的循环液,而两级电除雾处理后的烟气送入制酸系统进行常规制酸;

溶液收砷工序:将空冷塔出液口排出的高砷溶液送入脱吸塔中进行脱吸处理,并将脱吸处理后的高砷溶液送入浓密机进行浓密分离,再对分离出的浓密机底流砷矿浆进行固液分离,固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液,而固液分离得到的固体为 As_2O_3 ,即实现收砷。

2. 根据权利要求1所述的收砷方法,其特征在于,在溶液收砷工序中,固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液分为两个处理分支:一部分返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液,而另一部分送入到废水处理工序;

废水处理工序:对固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液进行硫化沉砷处理,从而得到含砷矿渣和沉砷后溶液;含砷矿渣回用为冶砷原料,而沉砷后溶液进行中和处理,从而得到石膏渣和回用水。

3. 根据权利要求2所述的收砷方法,其特征在于,在溶液收砷工序中,固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液汇聚在一起,形成含砷混合液;当收砷系统中循环液过剩或该含砷混合液的酸浓大于8%时,该含砷混合液会送到废水处理工序,否则该含砷混合液只会返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液。

4. 根据权利要求3所述的收砷方法,其特征在于,在废水处理工序中,硫化沉砷处理需向含砷混合液中加入硫化钠溶液和硫酸,直至混合液整体的pH值为1~3;中和处理需向沉砷后溶液中加入石灰乳与铁盐,直至沉砷后溶液的pH值为7~9,并且Fe与As的摩尔比为7:1~30:1。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的收砷方法,其特征在于,在空冷塔冷却工序中,进入空冷塔中的含砷烟气的温度为250~400℃,并且按体积百分比计,在该含砷烟气中, As_2O_3 的含量为0.1~1.0%,而 SO_2 的含量为5~10%。

6. 根据权利要求1至4中任一项所述的收砷方法,其特征在于,在空冷塔冷却工序中,空冷塔出气口的烟气温度为70℃~110℃,空冷塔内的气体流速为0.5~2m/s,空冷塔内的喷淋密度为10~30 $m^3/(m^2 \cdot h)$ 。

7. 根据权利要求1至4中任一项所述的收砷方法,其特征在于,在动力波洗涤工序中,动力波洗涤器的出气口的烟气温度为 $50^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$,动力波洗涤器内的气体流速为 $10\sim 20\text{m/s}$,动力波洗涤器内的喷淋密度为 $100\sim 300\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

8. 根据权利要求1至4中任一项所述的收砷方法,其特征在于,在两级填料塔净化工序中,两个填料塔的出气口的烟气温度均为 $35^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$,两个填料塔内的气体流速均为 $0.5\sim 1.5\text{m/s}$,两个填料塔内的喷淋密度均为 $20\sim 35\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

9. 根据权利要求1至4中任一项所述的收砷方法,其特征在于,在两级电除雾工序中,两个电除雾器的出气口的烟气温度均小于 40°C ,两个电除雾器内的气体流速均为 $0.3\sim 1.0\text{m/s}$ 。

10. 根据权利要求1至4中任一项所述的收砷方法,其特征在于,在空冷塔冷却工序、动力波洗涤工序、两级填料塔净化工序、两级电除雾工序以及溶液收砷工序所构成的液体循环中,当循环的液体不足时,向空冷塔冷却工序中的空冷塔中补入新水,并且/或者向两级电除雾工序中的两个电除雾器中补入新水。

一种含砷烟气的收砷方法

技术领域

[0001] 本发明涉及环保清洁生产技术领域,尤其涉及一种含砷烟气的收砷方法。

背景技术

[0002] 目前,对冶炼烟气中的砷进行回收的方法主要有干式布袋收砷工艺和湿法收砷工艺。国内普遍采用的干式布袋收砷工艺,此工艺成熟可靠,但在生产过程中工人与砷接触较多,这不仅会对工人的身体健康造成损害,而且产生的扬尘会对环境造成相当大的危害。湿法收砷工艺避免了干式布袋收砷工艺所存在的上述缺点,是一种安全环保的清洁生产工艺。

[0003] 近年来,国内的湿法收砷工艺主要有以下两种:第一种是公开号为CN101734718A的中国专利所阐述的湿法收砷工艺,它是用50~60%wt的硫酸洗涤降温冶炼烟气,再将 As_2O_3 湿法收集,但该工艺采用高酸洗涤,对设备材质要求高,很多设备需要进口,设备成本较高,而且高酸中 As_2O_3 溶解度低,大量 As_2O_3 结晶会出来堵塞管道和喷嘴,致使生产不能正常进行;第二种是公开号为CN202099361U的中国专利所阐述的三级洗涤湿法收砷工艺,它所采用的酸浓较低,但该工艺过于简单,收砷不彻底,致使大部分砷在管壁和电极上结晶,需要经常停下来清理电除雾,同时还有部分砷会进入制酸的转化系统破坏催化剂。

发明内容

[0004] 针对现有技术中的上述不足之处,并结合 As_2O_3 结晶长大速度慢的特性,本发明提供了一种含砷烟气的收砷方法,不仅酸浓低,能够有效避免高酸腐蚀设备和堵塞管道,而且收砷效率高、操作流程简单、安全环保,能够大幅提高烟气中砷的回收率。

[0005] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0006] 一种含砷烟气的收砷方法,包括以下工序:

[0007] 空冷塔冷却工序:将含砷烟气通入到空冷塔中进行冷却处理,空冷塔中喷淋酸浓度为2~10%(按质量百分比计),空冷塔的出液口排出的高砷溶液送入到溶液收砷工序,而空冷塔的出气口排出的冷却后烟气送入动力波洗涤工序;

[0008] 动力波洗涤工序:将空冷塔排出的冷却后烟气送入到动力波洗涤器中进行动力波洗涤处理,动力波洗涤器中喷淋酸浓度为2~10%(按质量百分比计),动力波洗涤器的出液口排出的含砷溶液返回到空冷塔,作为空冷塔的循环液,而动力波洗涤器的出气口排出的洗涤后烟气送入两级填料塔净化工序;

[0009] 两级填料塔净化工序:将动力波洗涤器排出的洗涤后烟气依次通过一级填料塔和二级填料塔进行两级净化处理,两个填料塔中喷淋酸浓度均为2~10%(按质量百分比计),两个填料塔的出液口排出的含砷溶液均返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液,而二级填料塔的出气口排出的净化后烟气送入两级电除雾工序;

[0010] 两级电除雾工序:将二级填料塔排出的净化后烟气依次通过两个电除雾器进行两级电除雾处理,这两个电除雾器的排液口排出的酸溶液均返回到两个填料塔,作为两个填

料塔的循环液,而两级电除雾处理后的烟气送入制酸系统进行常规制酸;

[0011] 溶液收砷工序:将空冷塔的出液口排出的高砷溶液送入脱吸塔中进行脱吸处理,并将脱吸处理后的高砷溶液送入浓密机进行浓密分离,再对分离出的浓密机底流砷矿浆进行固液分离,固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液,而固液分离得到的固体为 As_2O_3 ,即实现收砷。

[0012] 优选地,在溶液收砷工序中,固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液分为两个处理分支:一部分返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液,而另一部分送入到废水处理工序;

[0013] 废水处理工序:对固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液进行硫化沉砷处理,从而得到含砷矿渣和沉砷后溶液;含砷矿渣回用为冶砷原料,而沉砷后溶液进行中和处理,从而得到石膏渣和回用水。

[0014] 优选地,在溶液收砷工序中,固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液汇聚在一起,形成含砷混合液;当收砷系统中循环液过剩或该含砷混合液的酸浓大于8%时,该含砷混合液会送到废水处理工序,否则该含砷混合液只会返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液。

[0015] 优选地,在废水处理工序中,硫化沉砷处理需向含砷混合液中加入硫化钠溶液和硫酸,直至混合液整体的pH值为1~3;中和处理需向沉砷后溶液中加入石灰乳与铁盐,直至沉砷后溶液的pH值为7~9,并且Fe与As的摩尔比为7:1~30:1。

[0016] 优选地,在空冷塔冷却工序中,进入空冷塔中的含砷烟气的温度为250~400℃,并且按体积百分比计,在该含砷烟气中, As_2O_3 的含量为0.1~1.0%,而 SO_2 的含量为5~10%。

[0017] 优选地,在空冷塔冷却工序中,空冷塔的出气口的烟气温度为70℃~110℃,空冷塔内的气体流速为0.5~2m/s,空冷塔内的喷淋密度为10~30m³/(m²·h)。

[0018] 优选地,在动力波洗涤工序中,动力波洗涤器的出气口的烟气温度为50℃~85℃,动力波洗涤器内的气体流速为10~20m/s,动力波洗涤器内的喷淋密度为100~300m³/(m²·h)。

[0019] 优选地,在两级填料塔净化工序中,两个填料塔的出气口的烟气温度均为35℃~45℃,两个填料塔内的气体流速均为0.5~1.5m/s,两个填料塔内的喷淋密度均为20~35m³/(m²·h)。

[0020] 优选地,在两级电除雾工序中,两个电除雾器的出气口的烟气温度均小于40℃,两个电除雾器内的气体流速均为0.3~1.0m/s。

[0021] 优选地,在空冷塔冷却工序、动力波洗涤工序、两级填料塔净化工序、两级电除雾工序以及溶液收砷工序所构成的液体循环中,当循环的液体不足时,向空冷塔冷却工序中的空冷塔中补入新水,并且/或者向两级电除雾工序中的两个电除雾器中补入新水。

[0022] 由上述本发明提供的技术方案可以看出,本发明实施例所提供的含砷烟气的收砷方法使含砷烟气依次经过了空冷塔冷却工序、动力波洗涤工序、两级填料塔净化工序、两级电除雾工序的处理,并且空冷塔冷却工序中的空冷塔以及动力波洗涤工序中的动力波洗涤器均采用了质量百分浓度为2~10%的低酸浓循环液,因此该收砷方法不仅能够大幅减轻循环液对设备的腐蚀,降低了对设备的材质要求,而且能够保证砷逐级长大,不会使设备或管道发生堵塞,有效解决了现有技术中低酸浓收砷不彻底的问题。空冷塔排出的高砷溶液

通过脱吸塔脱除SO₂气体后,送入浓密机进行冷却结晶-浓密分离,而分离出的浓密机底流砷矿浆再进行固液分离,从而得到了回收的As₂O₃固体产品。由浓密分离得到的上层澄清液与固液分离得到的含砷滤液汇聚在一起形成含砷混合液;该含砷混合液大部分返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液,这有效减少了废水处理与排放;而过剩部分送入了废水处理工序进行硫化沉砷和中和处理,从而产生了含砷矿渣、石膏渣以及回水,该含砷矿渣可返回冶炼厂原料车间配料使用,而回水符合生产回用水要求,可以返回到调浆等冶炼厂内的其他生产工序中,因此这能够实现废液的有效循环利用、无需外排、安全环保,有效降低了对环境的污染。由此可见,本发明实施例不仅酸浓低,能够有效避免高酸腐蚀设备和堵塞管道,而且收砷效率高、操作流程简单、安全环保,能够大幅提高烟气中砷的回收率。

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域的普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他附图。

[0024] 图1为本发明实施例所提供的含砷烟气的收砷方法的流程示意图。

具体实施方式

[0025] 下面结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0026] 下面对本发明实施例所提供的含砷烟气的收砷方法进行详细描述。

[0027] 如图1所示,一种含砷烟气的收砷方法,可以包括以下工序:

[0028] (1) 空冷塔冷却工序:将含砷烟气通入到空冷塔(即空气冷却塔)中进行冷却处理,按质量百分比计,空冷塔中喷淋酸浓度为2~10%(在实际应用中最好满足:2%≤空冷塔中喷淋酸浓度<5%),空冷塔的出液口排出的高砷溶液送入到溶液收砷工序,而空冷塔的出气口排出的冷却后烟气送入到动力波洗涤工序。

[0029] 其中,进入空冷塔中的含砷烟气的温度最好为250~400℃,并且按体积百分比计,在该含砷烟气中,As₂O₃的含量最好为0.1~1.0%,而SO₂的含量最好为5~10%。空冷塔的出气口的烟气温度最好为70℃~110℃,空冷塔内的气体流速最好为0.5~2m/s,空冷塔内的喷淋密度最好为10~30m³/(m²·h)。在该空冷塔冷却工序中,当含砷烟气降温到120℃以下时,含砷烟气中的As₂O₃由气态转变成固态形式的As₂O₃晶粒,并被空冷塔中循环喷淋的稀酸捕集进入到溶液中,形成高砷溶液,从而可以将含砷烟气中的大部分砷捕集到高砷溶液中,只需再对高砷溶液进行溶液收砷工序就可以实现回收砷。

[0030] (2) 动力波洗涤工序:将空冷塔排出的冷却后烟气送入到动力波洗涤器中进行动力波洗涤处理,按质量百分比计,动力波洗涤器中喷淋酸浓度为2~10%(在实际应用中最好满足:2%≤动力波洗涤器中喷淋酸浓度<5%),动力波洗涤器的出液口排出的含砷溶液返回到空冷塔,作为空冷塔的循环液,而动力波洗涤器的出气口排出的洗涤后烟气送入到

两级填料塔净化工序。

[0031] 其中,动力波洗涤器的出气口的烟气温度最好为 $50^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$,动力波洗涤器内的气体流速最好为 $10\sim 20\text{m/s}$,动力波洗涤器内的喷淋密度最好为 $100\sim 300\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。在该动力波洗涤工序中,动力波洗涤器内所喷淋的稀酸能够高效捕集冷却后烟气中所携带的 As_2O_3 晶粒,并进入到溶液中,形成含砷溶液,从而可以进一步将烟气中的砷捕集到含砷溶液中,并返回到空冷塔,作为空冷塔的循环液。在实际应用中,动力波洗涤器的出液口最好是定期排出含砷溶液并返回到空冷塔(例如:返回到空冷塔的入液口或循环槽),作为空冷塔的循环液,而具体的时间间隔可以根据实际的需求来确定。

[0032] (3) 两级填料塔净化工序:将动力波洗涤器排出的洗涤后烟气依次通过一级填料塔和二级填料塔进行两级净化处理,按质量百分比计,两个填料塔中喷淋酸浓度均为 $2\sim 10\%$ (在实际应用中最好满足: $2\%\leq$ 两个填料塔中喷淋酸浓度 $<5\%$),两个填料塔的出液口排出的含砷溶液均返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液,而二级填料塔的出气口排出的净化后烟气送入到两级电除雾工序。

[0033] 其中,两个填料塔的出气口的烟气温度最好均为 $35^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$,两个填料塔内的气体流速最好均为 $0.5\sim 1.5\text{m/s}$,两个填料塔内的喷淋密度最好均为 $20\sim 35\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。在该两级填料塔净化工序中,两个填料塔内所喷淋的稀酸能够捕集洗涤后烟气中所携带的 As_2O_3 晶粒,并进入到溶液中,形成含砷溶液,从而可以进一步将烟气中残余的砷捕集到含砷溶液中,并返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液;经过该两级填料塔净化工序后,烟气中的砷含量已经微乎其微,即只有微量的砷会进入两级电除雾工序的电除雾器中,这能够避免砷在电除雾器内结晶。在实际应用中,两个填料塔的输出口最好是定期排出含砷溶液并返回到动力波洗涤器(例如:返回到动力波洗涤器的入液口或循环槽),作为动力波洗涤器的循环液,而具体的时间间隔可以根据实际的需求来确定。

[0034] (4) 两级电除雾工序:将二级填料塔排出的净化后烟气依次通过两个电除雾器进行两级电除雾处理,这两个电除雾器的排液口所排出的酸溶液均返回到两个填料塔,作为两个填料塔的循环液,而两级电除雾处理后的烟气送入到现有技术中的制酸系统进行常规制酸。

[0035] 其中,两个电除雾器的出气口的烟气温度最好均小于 40°C ,两个电除雾器内的气体流速最好均为 $0.3\sim 1.0\text{m/s}$ 。在该两级电除雾工序中,两个电除雾器能够使净化后烟气中的酸雾得到净化沉降,形成酸溶液,从而可以清除烟气中的酸雾,使两级电除雾处理后的烟气中酸雾含量 $<5\text{mg}/\text{m}^3$,烟气温度降至 40°C 以下,成为符合现有制酸系统要求的合格制酸烟气。同时,酸溶液可以返回到两个填料塔,作为两个填料塔的循环液,在实际应用中,两个电除雾器的排液口最好是定期排出酸溶液并返回到两个填料塔(例如:返回到两个填料塔的入液口或循环槽),作为两个填料塔的循环液,而具体的时间间隔可以根据实际的需求来确定。

[0036] (5) 溶液收砷工序:将空冷塔的出液口排出的高砷溶液送入脱吸塔中进行脱吸处理,并将脱吸处理后的高砷溶液送入浓密机进行浓密分离,再对分离出的浓密机底流砷矿浆进行固液分离(例如:可以采用现有技术中的压滤机进行固液分离),固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液,而固液分离得到的固体为 As_2O_3 ,即实现收砷。

[0037] 其中,固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液可以分为两个处理分支:一部分返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液,而另一部分送入到废水处理工序。这两个处理分支可以同时进行(例如:大部分返回到动力波洗涤器,而过剩部分送入到废水处理工序),也可以分开进行,还可以使第二个处理分支在满足特定条件下才进行,例如:固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液可以汇聚在一起(例如:汇聚在滤液槽中),形成含砷混合液,当收砷系统(收砷系统是指由空冷塔冷却工序中的空冷塔、动力波洗涤工序中的动力波洗涤器、两级填料塔净化工序中的两个填料塔以及两级电除雾工序中的两个电除雾器共同组成的含砷烟气收砷系统)中循环液过剩或者该含砷混合液的酸浓大于8%时,该含砷混合液才会送入到废水处理工序,否则该含砷混合液只返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液。

[0038] (6) 废水处理工序:对固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液进行硫化沉砷处理,从而得到含砷矿渣和沉砷后溶液;含砷矿渣返回到冶炼厂原料车间,而沉砷后溶液进行中和处理,从而得到石膏渣和回用水。

[0039] 其中,硫化沉砷处理需向含砷混合液中加入硫化钠溶液和硫酸,直至混合液整体的pH值为1~3,硫化钠的用量为理论值1~1.5倍,反应后的矿浆可以经现有技术中的压滤机进行固液分离,从而得到含砷矿渣和沉砷后溶液;该含砷矿渣可返回到冶炼厂原料车间。沉砷后溶液再进行中和处理,中和处理需向沉砷后溶液加入石灰乳与铁盐,直至沉砷后溶液的pH值为7~9,并且控制Fe与As的摩尔比为7:1~30:1;中和处理后的矿浆经过滤后可以得到石膏渣以及符合生产回用水要求的回用水,该回用水可以返回到调浆等冶炼厂内的其他生产工序中,因此本发明实施例所提供的含砷烟气的收砷方法无需外排废液,安全环保。

[0040] (7) 除了上述技术方案外,该含砷烟气的收砷方法还可以包括:在空冷塔冷却工序、动力波洗涤工序、两级填料塔净化工序、两级电除雾工序以及溶液收砷工序所构成的液体循环中,当循环的液体不足时,向空冷塔冷却工序中的空冷塔中补入新水,并且/或者向两级电除雾工序中的两个电除雾器中补入新水;例如:在溶液收砷工序中,当固液分离得到的含砷滤液与浓密分离得到的上层澄清液被送入到废水处理工序后,循环的液体不足,此时需要向空冷塔冷却工序中的空冷塔中补入新水,并且/或者向两级电除雾工序中的两个电除雾器中补入新水。

[0041] 需要说明的是,本发明实施例所提供的含砷烟气的收砷方法,其砷回收率可以达到99%以上,废水经废水处理工序处理后含砷小于0.5mg/L,符合生产回用水要求。

[0042] 综上所述,本发明实施例所提供的含砷烟气的收砷方法至少具备以下特点:

[0043] (1) 在该收砷方法中,空冷塔冷却工序中的空冷塔以及动力波洗涤工序中的动力波洗涤器均采用了质量百分浓度为2~10%的稀酸作为循环液,而且能够采用质量百分浓度为2~5%的稀酸作为循环液;与现有技术相比,该收砷方法所采用的酸浓低(可以达到 $2\% \leq$ 循环液的酸浓度 $< 5\%$),这能够大幅减轻循环液对设备的腐蚀,降低了对设备的材质要求,节约了设备成本。

[0044] (2) 在该收砷方法中,在动力波洗涤工序后增设了两级填料塔净化工序和两级电除雾工序,即采用了空冷塔-动力波洗涤器-两级填料塔-两级电除雾器组合洗涤的烟气净化设备,含砷烟气是依次顺序经过上述设备的,这能够保证砷逐级长大,并不会使上述设备发生堵塞,因此这能够有效解决现有技术中低酸浓收砷不彻底的问题,从而不仅保证了较

高的收砷效率,而且保证了该组合洗涤的烟气净化设备能够按照该收砷方法长期正常稳定地运行。

[0045] (3) 在该收砷方法中,空冷塔排出的高砷溶液在通过脱吸塔脱除 SO_2 气体后,送入了浓密机进行冷却结晶-浓密分离,而分离出的浓密机底流砷矿浆又进行了固液分离;在这一过程中,除了固液分离得到了回收的 As_2O_3 固体外,其余的液体(可以包括浓密分离得到的上层澄清液以及固液分离得到的含砷滤液)大部分均返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液,这有效减少了废水处理与排放。

[0046] (4) 在该收砷方法中,当溶液收砷工序中产生的液体较多时,除了大部分返回到动力波洗涤器外,多余的液体可以进入废水处理工序,依次进行硫化沉砷和中和处理,从而得到含砷矿渣、石膏渣以及回用水;该含砷矿渣可以返回到冶砷工序,作为冶砷原料,而回用水符合生产回用水要求,可以返回到调浆等工厂内的其他生产工序中,因此这能够实现废液的有效循环利用、无需外排、安全环保,有效降低了对环境的污染。

[0047] (5) 按体积百分比计,该收砷方法能够对 As_2O_3 的含量为0.1~1.0%、 SO_2 的含量为5~10%的含砷烟气进行处理,因此该收砷方法对烟气中砷的含量有很强的适应性,能够适用于多种含砷冶炼烟气的净化。

[0048] (6) 该收砷方法是一种湿法收砷方法,能够有效避免含砷粉尘的产生,而且操作环境相对友好。

[0049] 为了更加清晰地展现出本发明所提供的技术方案及所产生的技术效果,下面以几具体实施例并结合附图对本发明实施例所提供的含砷烟气的收砷方法进行详细描述。

[0050] 实施例1

[0051] 如图1所示,新疆某黄金冶炼厂采用两段焙烧的预处理方法对某含砷金精矿进行处理,而焙烧产生的焙烧烟气在经过旋风收尘、电收尘后,采用了上述本发明实施例所提供的含砷烟气的收砷方法进行湿法收砷。其中,电收尘出口排出的焙烧烟气的温度为330~350℃,烟气量为17072 Nm^3/h ;按体积百分比计,在该焙烧烟气中, As_2O_3 含量为0.21%, SO_2 的含量为6.99%。

[0052] 具体地,按照下表1中所述的技术参数,并采用上述本发明实施例所提供的含砷烟气的收砷方法使焙烧烟气依次通过空冷塔-动力波洗涤器-两级填料塔-两级电除雾器进行烟气净化。电收尘出口排出的焙烧烟气的含尘量0.2~0.5 g/m^3 ,在依次通过空冷塔-动力波洗涤器-两级填料塔后,砷的收集率达到了99%以上,基本被全部收集;此后,烟气进入两级电除雾器除去残余酸雾,经两级电除雾工序后,烟气中的酸雾含量<5 mg/m^3 ,而烟气温度降至40℃以下,满足了现有制酸系统的要求,可以通入现有制酸系统进行常规制酸。

[0053] 表1:

[0054]

序号	项 目	空冷塔	动力波洗涤器	一级填料塔	二级填料塔	电除雾器
1	内径 mm	3200	0.8	3200	3200	4350
2	高度 mm	14285	2	13250	13250	9100
3	数量	1	1	1	1	2
4	入口气量Nm ³ /h	17072	17369	17397	14923	12999.54
5	出口气量Nm ³ /h	17369	17397	14923	12999.54	<12999.54
6	入口烟气温 °C	320	95	70	60	40
7	出口烟气温 °C	95	72	60	40	<40
8	气体流速 m/s	1.2	13	0.72	0.70	0.6
9	喷淋酸量 m ³ /h	160	100	200	200	--
10	喷淋密度 m ³ /(m ² ·h)	20	200	25	25	--
11	喷淋酸浓度 (质量百分浓度)	4.8%	3%	2%	2%	--
12	喷淋酸温度 °C	92	70	35	35	--
13	出口酸温度 °C	92	70	50	50	--

[0055] 进一步地,空冷塔所排出的高砷溶液经脱吸塔脱除SO₂后,送入了浓密机进行冷却结晶-浓密分离,而分离出的浓密机底流砷矿浆又送入压滤机进行固液分离,从而得到了回收的As₂O₃固体产品,而浓密分离得到的上层澄清液以及固液分离得到的含砷滤液汇聚在一起形成含砷混合液;该含砷混合液大部分均返回到动力波洗涤器,作为动力波洗涤器的循环液,过剩部分送入了废水处理工序。在废水处理工序中,向该含砷混合液中加入硫化钠溶液和硫酸进行硫化沉砷,直至混合液整体的pH值为1.5~2,反应后的矿浆可以经现有技术中的压滤机进行固液分离,从而得到含砷矿渣和沉砷后溶液;该含砷矿渣可返回到冶炼厂原料车间,而该沉砷后溶液再进行中和处理,中和处理需向沉砷后溶液中加入石灰乳与铁盐,直至沉砷后溶液的pH值为7~9,并且Fe与As的摩尔比为20:1,鼓入空气进行曝气,中和处理后的矿浆经过滤后可以得到石膏渣和回用水;该回用水符合生产回用水要求,可以返回到调浆等冶炼厂内的其他生产工序中,因此这能够实现废液的有效循环利用、无需外排、安全环保,有效降低了对环境的污染。

[0056] 综上所述,本发明实施例不仅酸浓低,能够有效避免高酸腐蚀设备和堵塞管道,而且收砷效率高、操作流程简单、安全环保,能够大幅提高烟气中砷的回收率。

[0057] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

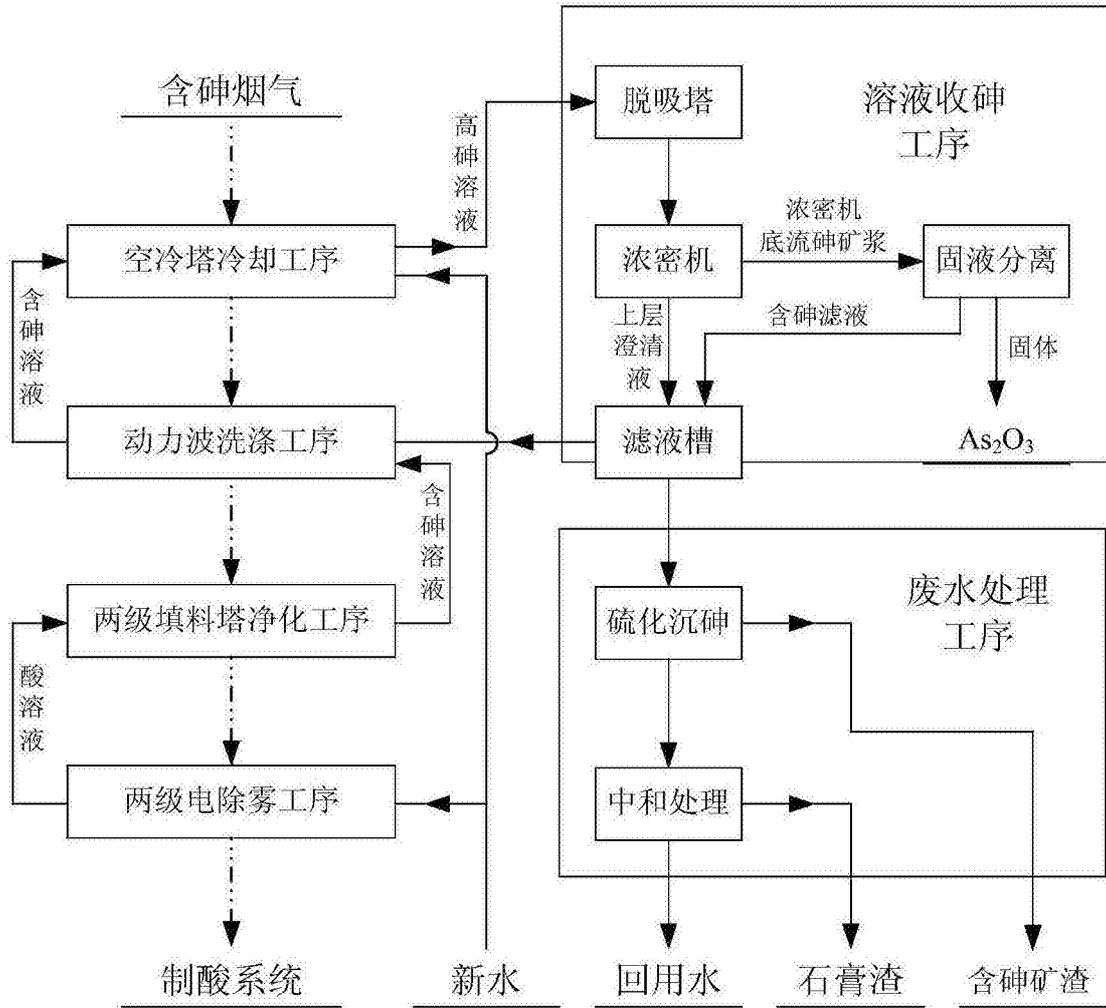


图1