



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112877538 A

(43) 申请公布日 2021.06.01

(21) 申请号 202110033678.X

C25F 7/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.01.11

(71) 申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路932号

(72) 发明人 曾伟志 丁文杰 晏阳 郭文香
胡辉 伍琳 陈冰鑫

(74) 专利代理机构 长沙市融智专利事务所(普通合伙) 43114

代理人 赵春生

(51) Int.Cl.

C22B 3/02 (2006.01)

C22B 3/46 (2006.01)

C22B 17/00 (2006.01)

C25F 1/04 (2006.01)

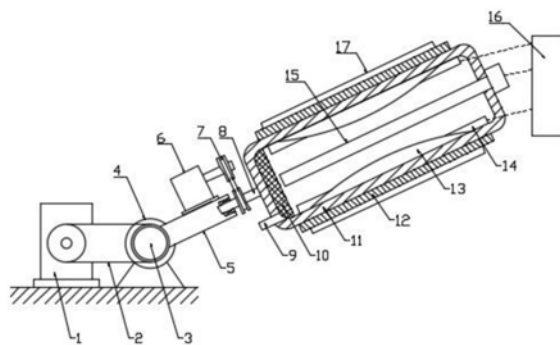
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种自旋流电场强化置换回收镉绵的装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种自旋流电场强化置换回收镉绵的装置及方法,该装置,包括反应罐体、铝内衬阴极、锌棒阳极、过滤底网、耦合电源和加热装置;该方法,包括如下步骤:装配反应罐体,布置耦合电场;添加溶液,调节溶液的pH值;并对溶液加热升温;A阶段反应:溶液在旋流状态下与锌棒阳极发生置换反应;B阶段反应:溶液与锌棒阳极之间在旋流状态以及耦合了电场的情况下继续反应;离心、排空反应罐体内的溶液,收取镉绵。本发明利用外加电场促进电化学反应过程,利用反应罐体自旋形成相对阴、阳极的旋流以促进传质过程,利用重力和机械力摩擦以促进镉绵内裹的锌的持续暴露,有效提高了镉绵的回收效率、降低了锌消耗量、提升了产品镉绵的品位。



1. 一种自旋流电场强化置换回收镉绵的装置,其特征在于:包括反应罐体(11)、铝内衬阴极(14)、锌棒阳极(15)、耦合电源(16)和对反应罐体内溶液进行加热的加热装置(17),所述反应罐体通过旋转驱动机构驱动转动,并且通过摆动驱动机构驱动摆动,反应罐体的低端底部设置有排液口(9),反应罐体的内部低端设置有过滤底网(10);所述铝内衬阴极(14)设置在反应罐体(11)内壁,所述锌棒阳极(15)设置在反应罐体(11)中心,所述耦合电源(16)与铝内衬阴极(14)和锌棒阳极(15)电连接,并且通过开关实现电路的导通或断开。

2. 一种自旋流电场强化置换回收镉绵的方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1:将反应罐体(11)与旋转驱动机构和摆动驱动机构相连,在反应罐体的内壁、中心和内部低端分别安装铝内衬阴极(14)、锌棒阳极(15)和过滤底网(10);将铝内衬阴极和锌棒阳极与外界的耦合电源(16)电连接,并布置开关实现电路的导通或断开;

S2:将富镉硫酸锌溶液添加到反应罐体(11)内,并调节pH值;

S3:通过加热装置(17)对反应罐体内溶液加热升温;

S4:A阶段反应:通过旋转驱动机构驱动反应罐体旋转,使反应罐体内溶液在旋流状态下与锌棒阳极发生置换反应;

S5:B阶段反应:导通开关,使反应罐体内溶液与锌棒阳极之间在旋流状态以及耦合了电场的情况下继续反应;

S6:关停旋转驱动机构、断开耦合电场、关闭加热装置,通过摆动驱动机构驱动反应罐体倾斜,排空反应罐体内的硫酸锌溶液后,再通过旋转驱动机构带动反应罐体旋转,离心过滤镉绵中的剩余溶液;再将置换回收的镉绵通过过滤底网收取。

3. 根据权利要求2所述的自旋流电场强化置换回收镉绵的方法,其特征在于,步骤S3中,通过加热装置对反应罐体内溶液加热升温至50-65℃。

4. 根据权利要求1所述的自旋流电场强化置换回收镉绵的装置,其特征在于:所述摆动驱动机构包括摆动轴(3)、摆动传动带(2)和摆动电机(1),所述摆动轴通过支座(4)转动支撑,所述摆动电机(1)通过摆动传动带(2)驱动摆动轴(3)转动,所述反应罐体通过悬臂组件与摆动轴连接。

5. 根据权利要求4所述的自旋流电场强化置换回收镉绵的装置,其特征在于:所述悬臂组件包括悬臂(5)和旋转轴(8),所述悬臂(5)的一端与摆动轴(3)固定连接,另一端与旋转轴(8)的一端转动套接,所述旋转轴的另一端与反应罐体(11)的低端中心固定连接;所述旋转驱动机构包括旋转电机(6)和旋转传动带(7),所述旋转电机(6)通过旋转传动带(7)驱动旋转轴(8)转动。

6. 根据权利要求5所述的自旋流电场强化置换回收镉绵的装置,其特征在于:所述反应罐体的内壁周向均匀设置有多多个内凸条(13)。

7. 根据权利要求6所述的自旋流电场强化置换回收镉绵的装置,其特征在于:所述反应罐体(11)的外壁设置有保温层(12)。

8. 根据权利要求7所述的自旋流电场强化置换回收镉绵的装置,其特征在于:所述加热装置(17)为套接在反应罐体外部的电加热套。

9. 根据权利要求8所述的自旋流电场强化置换回收镉绵的装置,其特征在于:所述锌棒阳极(15)与反应罐体(11)可拆卸装配。

一种自旋流电场强化置换回收镉绵的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及湿法冶金技术领域,具体涉及一种自旋流电场强化置换回收镉绵的装置及方法。

背景技术

[0002] 在湿法冶金工业中通常利用置换反应来对电解液净化或者回收目标金属。这一类置换反应主要通过一种电位更高的金属氧化后将一种电位更低的金属由离子还原为单质的反应过程。例如在铅锌冶炼,钴镍冶炼等湿法冶炼有色金属生产过程中,通常利用这一反应机理来净化除杂。

[0003] 实际冶锌工业生产过程中,实现该反应过程的往往采用直接加入锌粉并机械搅拌来实现。锌粉置换反应中搅拌速度对锌置换率的影响较大,搅拌器的搅拌速度越快,锌的置换率越高,但搅拌速度过快对搅拌桨的要求也比较高。除此外,在锌粉置换镉绵的反应初期通常效果较好,但进行一定程度后锌粉的反应效率明显下降。一方面由于锌粉表面被置换出的镉绵包裹,另一方面析氢可能造成锌粉局部表面pH值上升,产生以碱式锌盐为主的钝化膜。这两部分都将阻止反应进行彻底,增加锌粉的消耗,降低产品品位,造成了生产成本居高不下的现状。

[0004] 针对这一类技术问题,许多研究者与单位都提出了解决方案。例如专利200810031128采用了超声波自带的空泡效应来提升锌粉活性。一方面试图解决镉绵包裹的问题,另一方面通过超声引发的湍流来改善表面浓差极化以促进传质。这一方法有一定效果,但工业中由于超声设备的成本以及工艺环境恶劣,难以大规模运用。而在专利201510796081的设计中,改用了锌片替代锌粉以试图解决锌粉消耗大,残留多的问题。但这一设计也衍生出新的问题,即锌片反应后堆积固化在反应槽底部,反而影响了反应的持续性以及彻底程度。在其他的方法包括添加有机提取剂,添加中间其他金属参与反应等,都有可能引入新的元素,对于直接进行高纯度镉绵回收或者锌电积都造成了困难,增加了工序。

[0005] 总体来看,现有含镉料的处理工艺存在流程复杂、处理周期长、所需要的化学原料种类和设备多、中间副产二次物料多、锌粉消耗量大,生产流程中累积的金属锌多等缺点。此外,镉浸出率、回收率低、处理回收流程中易分散流失等问题,更是目前镉物料处理技术急需突破的瓶颈。现有技术通常利用置换反应和原电池反应机理进行各类反应来改善处理工艺,但这类反应都是仅通过改变锌参与反应的物理形态来试图解决现有工艺的问题,效果有限。

[0006] 锌置换镉过程本质为一个多相电化学反应过程,在实际生产过程中,反应的速率主要取决于两部分:其一为溶质在液相中的传质速率,即取决于体系的流体动力学,由这些步骤限制的反应称为扩散或传质控制;其二为电极表面的电化学反应过程,由这些步骤限制的反应称为电化学反应控制。针对回收镉绵的反应机理过程,本发明旨在对现有的装置进行改进,以便改善传质过程、优化电荷传递效率、降低锌消耗量、提升产品镉绵的品位。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明的目的是提供一种自旋流电场强化置换回收镉绵的装置及方法,以便提高镉绵的回收效率、降低锌消耗量、提升产品镉绵的品位。

[0008] 本发明通过以下技术手段解决上述问题:

[0009] 一种自旋流电场强化置换回收镉绵的装置,包括反应罐体、铝内衬阴极、锌棒阳极、耦合电源和对反应罐体内溶液进行加热的加热装置,所述反应罐体通过旋转驱动机构驱动转动,并且通过摆动驱动机构驱动摆动,反应罐体的低端底部设置有排液口,反应罐体的内部低端设置有过滤底网;所述铝内衬阴极设置在反应罐体内壁,所述锌棒阳极设置在反应罐体中心,所述耦合电源与铝内衬阴极和锌棒阳极电连接,并且通过开关实现电路的导通或断开。

[0010] 一种自旋流电场强化置换回收镉绵的方法,包括如下步骤:

[0011] S1:将反应罐体与旋转驱动机构和摆动驱动机构相连,在反应罐体的内壁、中心和内部低端分别安装铝内衬阴极、锌棒阳极和过滤底网;将铝内衬阴极和锌棒阳极与外界的耦合电源电连接,并布置开关实现电路的导通或断开;

[0012] S2:将富镉硫酸锌溶液添加到反应罐体内,并调节pH值;

[0013] S3:通过加热装置对反应罐体内溶液加热升温;

[0014] S4:A阶段反应:通过旋转驱动机构驱动反应罐体旋转,使反应罐体内溶液在旋流状态下与锌棒阳极发生置换反应;

[0015] S5:B阶段反应:导通开关,使反应罐体内溶液与锌棒阳极之间在旋流状态以及耦合了电场的情况下继续反应;

[0016] S6:关停旋转驱动机构、断开耦合电场、关闭加热装置,通过摆动驱动机构驱动反应罐体倾斜,排空反应罐体内的硫酸锌溶液后,再通过旋转驱动机构带动反应罐体旋转,离心过滤镉绵中的剩余溶液;再将置换回收的镉绵通过过滤底网收取。

[0017] 进一步,步骤S3中,通过加热装置对反应罐体内溶液加热升温至50-65℃。

[0018] 进一步,所述摆动驱动机构包括摆动轴、摆动传动带和摆动电机,所述摆动轴通过支座转动支撑,所述摆动电机通过摆动传动带驱动摆动轴转动,所述反应罐体通过悬臂组件与摆动轴连接。

[0019] 进一步,所述悬臂组件包括悬臂和旋转轴,所述悬臂的一端与摆动轴固定连接,另一端与旋转轴的一端转动套接,所述旋转轴的另一端与反应罐体的低端中心固定连接;所述旋转驱动机构包括旋转电机和旋转传动带,所述旋转电机通过旋转传动带驱动旋转轴转动。

[0020] 进一步,所述反应罐体的内壁周向均匀设置有多个内凸条。

[0021] 进一步,所述反应罐体的外壁设置有保温层。

[0022] 进一步,所述加热装置为套接在反应罐体外部的电加热套。

[0023] 进一步,所述锌棒阳极与反应罐体可拆卸装配。

[0024] 本发明的有益效果:

[0025] 1、主要的反应过程在锌棒阳极完成,涉及置换和电溶解两个过程。置换过程中锌作为还原剂失电子发生氧化反应,形成锌离子进入溶液,而溶液中的镉离子得电子发生还原反应,这一过程生成镉绵,在锌棒表面形成镉绵覆盖的表面区。而电溶解过程则是锌棒在

直流电作用下直接发生氧化。这一过程使锌棒表面不断地溶解剥落,露出新的锌表面,同时使附着的镉绵一并掉落。以上两个过程的作用使反应持续不断的进行,大大提高了镉绵回收的效率。

[0026] 2、反应罐体自旋产生的旋流和内凸条引起的局部湍流都将冲击锌棒阳极表面覆盖的疏松镉绵,并使之发生剥落,同时锌棒阳极表面因电溶解也发生层状剥落。微观上,溶液的旋流也将极大地促进溶液内锌镉离子的传质过程,消除电极表面发生的浓差极化,这些反应过程都进一步提高了镉绵回收的效率。

[0027] 3、反应罐体倾斜安装,并且可以通过旋转驱动机构驱动旋转,在运行过程中,镉绵受离心力和重力的双重作用,与反应罐体内壁相互挤压摩擦,破坏了镉绵包裹层、可能的碱式锌盐钝化层以及阴极沉积的海绵镉,从而让未反应完全的锌片微粒与镉绵构成大量原电池组合,进一步发生反应,以此解决了当前镉绵包裹锌粉而导致反应不全的问题,也有利提高镉绵的纯度和品位。

[0028] 综上所述,本方法利用外加电场促进电化学反应过程,利用反应罐体自旋形成相对阴、阳极的旋流以促进传质过程,利用重力和机械力摩擦以促进镉绵内裹的锌的持续暴露从而保持持续反应,处理流程更短、对环境影响更小、资源利用率更高,有效提高了镉绵的回收效率、降低了锌消耗量、提升了产品镉绵的品。

附图说明

[0029] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步描述。

[0030] 图1为本发明优选实施例的结构示意图;

[0031] 图2为反应罐体的横截面示意图。

具体实施方式

[0032] 以下将结合附图对本发明进行详细说明,本发明提供了一种自旋流电场强化置换回收镉绵的装置及方法,如图1-2所示,该装置包括:反应罐体11、铝内衬阴极14、锌棒阳极15、耦合电源16和对反应罐体内溶液进行加热的加热装置17,所述反应罐体通过旋转驱动机构驱动转动,并且通过摆动驱动机构驱动摆动,反应罐体的低端底部设置有排液口9,反应罐体的内部低端设置有过滤底网10;所述铝内衬阴极14设置在反应罐体11内壁,铝内衬阴极14优选为与反应罐体11内壁匹配的筒体状;所述锌棒阳极15可拆卸设置在反应罐体11中心,所述耦合电源16与铝内衬阴极14和锌棒阳极15电连接,并且通过开关实现电路的导通或断开,耦合电源16为直流恒压电源。

[0033] 该方法,包括如下步骤:

[0034] S1:将反应罐体11与旋转驱动机构和摆动驱动机构相连,在反应罐体11的内壁、中心和内部低端分别安装铝内衬阴极14、锌棒阳极15和过滤底网10;将铝内衬阴极14和锌棒阳极15与外界的耦合电源16电连接,并布置开关实现电路的导通或断开;

[0035] S2:将富镉硫酸锌溶液添加到反应罐体内,并添加稀硫酸来调节溶液的pH值,通常将pH值调到2;

[0036] S3:通过加热装置17对反应罐体11内溶液加热升温至50-65℃,具体根据不同溶液来决定;

[0037] S4:A阶段反应:通过旋转驱动机构驱动反应罐体旋转,使反应罐体11内溶液在旋流状态下与锌棒阳极15发生置换反应;该时间段视具体溶液而定,通常为10-30分钟;

[0038] S5:B阶段反应:导通开关,使反应罐体内溶液与锌棒阳极之间在旋流状态以及耦合了电场的情况下继续反应;该时间段视具体溶液而定,通常为4、5小时左右;

[0039] S6:关停旋转驱动机构、断开耦合电场、关闭加热装置,通过摆动驱动机构驱动反应罐体倾斜,通过排液口9排空反应罐体内的硫酸锌溶液后,再通过旋转驱动机构带动反应罐体旋转,离心过滤镉绵中的剩余溶液;再将置换回收的镉绵通过过滤底网收取。

[0040] 所述摆动驱动机构包括摆动轴3、摆动传动带2和摆动电机1,所述摆动轴3通过支座4转动支撑,所述摆动电机1通过摆动传动带2驱动摆动轴3转动,所述反应罐体11通过悬臂组件与摆动轴连接。所述悬臂组件包括悬臂5和旋转轴8,所述悬臂5的一端与摆动轴3固定连接,另一端通过轴承与旋转轴8的一端转动套接,所述旋转轴8的另一端与反应罐体11的低端中心固定连接。在具体运作过程中,通过摆动电机1带动摆动轴3旋转,摆动轴3旋转,可带动悬臂5、旋转轴8和反应罐体11同步摆动,从而可根据需要,使反应罐体倾斜一定角度。

[0041] 所述旋转驱动机构包括旋转电机6和旋转传动带7,所述旋转电机6安装在悬臂5上,旋转电机6通过旋转传动带7驱动旋转轴8转动,通过旋转轴转动可带动反应罐体11旋转。

[0042] 所述反应罐体11的外壁设置有保温层12,所述加热装置17为套接在反应罐体外部的电加热套。

[0043] 作为对上述技术方案的进一步改进,所述反应罐体11的内壁周向均匀设置有多个内凸条13。在具体反应过程中,内凸条随反应罐体一起旋转,将引起局部湍流,局部湍流将冲击锌棒阳极表面覆盖的疏松镉绵,并使之发生剥落。

[0044] 本装置利用外加电场促进电化学反应过程,利用反应罐体自旋形成相对阴、阳极的旋流以促进传质过程,利用重力和机械力摩擦以促进镉绵内裹的锌的持续暴露从而保持持续反应,处理流程更短、对环境影响更小、资源利用率更高,有效提高了镉绵的回收效率、降低了锌消耗量、提升了产品镉绵的品。

[0045] 下面以具体的实施例过程来说明本申请的优点:

[0046] 实施例1

[0047] 原料液原始浓度为:Zn 4g/L,Cu 6g/L,pH=2。含镉量2g/L的含镉硫酸锌液取4L送至反应罐体中,利用加热装置将溶液升高温度到60℃。添加稀硫酸以调整pH值为2。锌棒阳极纯度为99%,尺寸为 $\Phi 4\text{cm} \times 30\text{cm}$,将锌棒阳极插入并安装在反应罐体的轴心上。铝内衬阴极为圆筒状,内直径12cm,长30cm,厚0.5cm,纯度为95%,锌棒阳极与铝内衬阴极内壁的间距为10cm。转动反应罐体,以10r/min的速度保持一段时间作为反应A阶段。导通开关,为反应体系耦合电场,电流密度设置为 $5\text{mA}/\text{cm}^2$ 。继续让反应罐体自旋反应一段时间作为反应B阶段。停止自旋后断开开关并停止加热,由排液口排空硫酸锌溶液。继续让反应罐体以60r/min高速自旋10min,离心过滤得到镉绵,滤液从排液口流出并收集。打开反应罐体,收集过滤底网上的镉绵,并进行压饼。调整两阶段反应时间,对两阶段分别定时采样结果如下:

[0048] 表1实施例1中的镉回收率

	反应时刻	A 阶段 0.25h	B 阶段 0.5h	B 阶段 1h	B 阶段 2h	B 阶段 3h
	第一组	21.23%	42.25%	82.98%	96.35%	98.70%
[0049]	反应时刻	A 阶段 0.5h	A 阶段 1h	B 阶段 2h	B 阶段 3h	B 阶段 4h
	第二组	42.83%	62.13%	84.26%	98.57%	99.61%
	反应时刻	A 阶段 0.5h	A 阶段 1h	A 阶段 2h	B 阶段 3h	B 阶段 4h
	第三组	39.10%	65.25%	69.41%	98.06%	99.18%

[0050] 实施例2

[0051] 将4L原始浓度为Zn 4g/L,Cu 6g/L的溶液送至反应罐体中,利用加热装置将溶液升高温度到60-65℃。锌棒阳极纯度为99%,尺寸为 $\Phi 4\text{cm} \times 30\text{cm}$ 。铝内衬阴极为圆筒状,内直径12cm,长30cm,厚0.5cm,纯度为95%,锌棒阳极与铝内衬阴极内壁的间距为10cm。添加稀硫酸以调整pH值为2,将锌棒阳极插入并安装在反应罐体轴心上。使反应罐体以10r/min的速度自旋,30分钟后导通开关,为反应体系耦合电场,电流密度设置为 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 。继续让反应罐体自旋反应4小时后停止自旋,断开耦合电源并停止加热,由排液口排空硫酸锌溶液。继续让反应罐体以60r/min高速自旋10min,离心过滤得到镉绵,滤液进入排液口并收集。打开反应罐体,收集过滤底网上的镉绵,并进行压饼。

[0052] 表2实施例2中的镉回收率

		锌棒质量 g	溶液浓度 g/L	镉绵中镉含量%
[0053]	反应前	2695.46g	6g/L	94.39%
	反应后	2676.22g	0.03g/L	

[0054] 实施例3

[0055] 将含镉量2g/L的4L含镉硫酸锌液送至反应罐体中,利用加热装置将溶液升高温度到50-60℃。添加稀硫酸以调整pH值为2,将锌棒阳极插入并安装在轴反应罐体心上。使反应罐体以10r/min的速度自旋,10分钟后导通开关为反应体系耦合电场,电流密度设置为 $5\text{mA}/\text{cm}^2$ 。继续让反应罐体自旋反应5小时后停止自旋,断开耦合电源并停止加热,由排液口排空硫酸锌溶液。继续让反应罐体以60r/min高速自旋10min,离心过滤得到镉绵,滤液进入排液口并收集。打开反应罐体,收集过滤底网上的镉绵,并进行压饼。

[0056] 表3实施例3中的镉回收率

		锌棒质量 g	溶液镉浓度 g/L	镉绵中镉含量%
[0057]	反应前	2695.46g	2g/L	95.21%
	反应后	2689.38g	0.02g/L	

[0058] 由以上实施例可知,采用本装置进行镉绵置换回收时,镉绵中的镉含量超过了94%,确保了很高的回收率。

[0059] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

