



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113929334 A

(43) 申请公布日 2022. 01. 14

(21) 申请号 202111407542.7

(22) 申请日 2021.11.24

(71) 申请人 山东大学

地址 266237 山东省青岛市即墨滨海路72号

申请人 青岛达能环保设备股份有限公司
青岛海泰能源科学技术研究院

(72) 发明人 常景彩 王勇 梁晓杰 王鹏
李蜀生 马春元 刘衍卉

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 郑平

(51) Int.Cl.

C04B 20/02 (2006.01)

C04B 18/14 (2006.01)

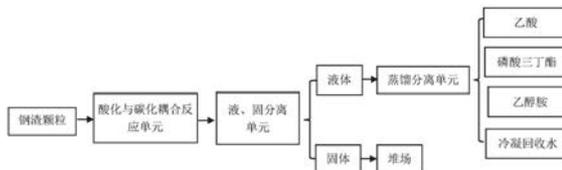
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种酸化与碳化耦合改性钢渣及其制备工艺与应用

(57) 摘要

本发明属于冶金固废资源化利用技术领域,具体涉及一种酸化与碳化耦合改性钢渣及其制备工艺与应用。所述工艺具体为:采用乙酸、磷酸三丁酯、乙醇胺、NaOH和Ca(OH)₂乳液作为反应增强剂,与石灰窑富含CO₂烟气一起对钢渣进行改性处理。本发明所提供的利用酸化与碳化耦合改性钢渣的工艺,具有反应条件简单,无需高压CO₂的优势,同时,能够大大提升碳酸化反应速率,有效的消除钢渣中的f-CaO和f-MgO。



1. 一种酸化与碳化耦合改性钢渣的工艺,其特征在于:采用乙酸、磷酸三丁酯、乙醇胺、NaOH和Ca(OH)₂乳液作为反应增强剂,与石灰窑富含CO₂烟气一起对钢渣进行改性处理。

2. 如权利要求1所述的工艺,其特征在于:酸化与碳化耦合改性钢渣的具体步骤为:向钢渣中依次加入水和乙酸固体,充分搅拌反应后,通入含有CO₂气体的石灰窑烟气,同时加入磷酸三丁酯、NaOH和Ca(OH)₂乳液、乙醇胺,进行酸化与碳化耦合反应。

3. 如权利要求2所述的工艺,其特征在于:向钢渣中依次加入水和乙酸固体时,按照液固比为20:1~5:1控制加水量,乙酸的浓度控制在5%~20%;

进一步的,搅拌反应时间为20~60min;

进一步的,磷酸三丁酯最终的加入总量与加入的乙酸的摩尔量相同;

进一步的,NaOH和Ca(OH)₂乳液的添加量为调整液体的PH值在8~11之间所需的量;

进一步的,乙醇胺的总加入量为5%~20%;

进一步的,酸化与碳化耦合反应时间控制在15~30min;

进一步的,烟气压力控制为0.1~2MPa;

进一步的,反应温度为25~100℃。

4. 如权利要求2所述的工艺,其特征在于:在酸化与碳化耦合改性钢渣后,将改性后的钢渣与液体进行分离,分开处理,使用经蒸馏分离化学药剂的循环水对钢渣进行清洗,收集钢渣,剩余的含固悬浊液继续进行固体颗粒与液体的分离,对分离出来的固体进行清洗收集,对分离出的液体进行蒸馏,得到各个组分进行再利用。

5. 权利要求1-4任一项所述的酸化与碳化耦合改性钢渣的工艺得到的改性钢渣。

6. 一种酸化与碳化耦合改性钢渣的装置,其特征在于:所述装置包括酸化与碳化耦合反应单元、液固分离单元和蒸馏分离单元,所述酸化与碳化耦合反应单元、液固分离单元和蒸馏分离单元依次连接。

7. 如权利要求6所述的装置,其特征在于:所述酸化与碳化耦合反应单元,包括反应室,反应室上端设置有钢渣进料装口、排气口和电机,还设置有乙酸、磷酸三丁酯、乙醇胺、NaOH和Ca(OH)₂乳液的进料口;

进一步的,所述电机连接带有螺旋叶片的搅拌轴,通过搅拌轴带动螺旋叶片转动,实现反应室内物料的混匀;

进一步的,所述反应室侧面设置有均匀排布的石灰窑烟气喷嘴和清水冲洗喷嘴;

进一步的,在石灰窑烟气喷嘴和清水冲洗喷的上方,设置有温度传感器和压力传感器;

进一步的,在排气口附近设置有压力传感器;

进一步的,在反应室底部设置有孔径为1mm的滤网;

进一步的,所述滤网下方设置有卸料阀,卸料阀下方配有三通阀,三通阀分别连通反应室、固体通道和液体通道;

进一步的,酸化与碳化耦合反应单元的本体结构为不锈钢,反应室内部与钢渣接触部位贴有耐磨衬板。

8. 如权利要求6所述的装置,其特征在于:所述液固分离单元包括储液罐、液体均匀分布器、下料喷嘴和密封罩、真空抽滤机和液体回收管道;

经酸化与碳化耦合反应单元处理后得到的含固的悬浊液存储在储液罐中,先经过液体均匀分布器进行预处理,再通过下料喷嘴进入政界抽滤机进行抽滤,实现固液分离,分离后

的液体从液体回收管道收集,从液体回收管道收集的液体泵入蒸馏分离单元的液体储罐内备用,固体输送至堆场备用。

9.如权利要求6所述的装置,其特征在于:所述蒸馏分离单元包括蒸馏室,所述蒸馏室的上端设置有液体进料口和排气口;蒸馏室内从上至下依次设置有乙酸分离室、乙醇胺分离室和磷酸三丁酯分离室,每个分离室的底部均设置有相应的液体储存装置,直接为酸化与碳化耦合反应单元的乙酸、磷酸三丁酯、乙醇胺进料口进行供料;

所述排气口连接有冷凝水回收设备,回收的冷凝水用于清洗钢渣和酸化与碳化耦合反应;

所述蒸馏室的底部设置有排液和循环装置,与蒸馏分离塔的进料装置连通。

10.权利要求5所述的改性钢渣在制备沥青、混凝土的骨料和各类建材产品用的混合材中的应用。

一种酸化与碳化耦合改性钢渣及其制备工艺与应用

技术领域

[0001] 本发明属于冶金固废资源化利用技术领域,具体涉及一种酸化与碳化耦合改性钢渣及其制备工艺与应用。

背景技术

[0002] 公开该背景技术部分的信息仅仅旨在增加对本发明的总体背景的理解,而不必然被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已经成为本领域一般技术人员所公知的现有技术。

[0003] 钢铁生产是CO₂排放的主要行业之一,根据矿物碳酸化原理,利用石灰窑富含CO₂烟气对钢渣进行碳酸化预处理,不仅可以起到固碳的作用,也可以改善钢渣的性能。而目前研究大多采用钢渣的直接碳酸化反应存在如下问题:(1)反应条件苛刻,需要较高的CO₂压力;(2)碳酸化反应速率低,无法有效的通过碳酸化反应有效的消除钢渣中的f-CaO和f-MgO,导致钢渣碳酸化技术未进行推广和应用,钢渣的综合处理问题日益严峻。

发明内容

[0004] 为了解决现有技术的不足,本发明提供一种酸化与碳化耦合改性钢渣及其制备工艺与应用,在目前风淬钢渣处理工艺具有可控粒度,钢渣颗粒形貌为球形和具有光滑表面的基础上,开发的一种新技术,通过在对钢渣进行酸化与碳化耦合技术的处理,以及入各种反应增强剂,加速钢渣中的f-CaO和f-MgO的消碱反应和碳酸化反应。

[0005] 本发明第一方面提供一种酸化与碳化耦合改性钢渣的工艺,具体为:采用乙酸、磷酸三丁酯、乙醇胺、NaOH和Ca(OH)₂乳液作为反应增强剂,与石灰窑富含CO₂烟气一起对钢渣进行改性处理。

[0006] 本发明第二方面提供一种上述工艺得到的改性钢渣。

[0007] 本发明第三方面提供一种酸化与碳化耦合改性钢渣的装置,所述装置包括酸化与碳化耦合反应单元、液固分离单元和蒸馏分离单元,所酸化与碳化耦合反应单元、液固分离单元和蒸馏分离单元依次连接。

[0008] 本发明第四方面提供一种上述改性钢渣在制备沥青、混凝土的骨料和各类建材产品用的混合材中的应用。

[0009] 本发明的一个或多个实施方式至少具有以下有益效果:

[0010] (1) 本发明所提供的利用酸化与碳化耦合改性钢渣的工艺,具有反应条件简单,无需高压CO₂的优势,同时,能够大大提升碳酸化反应速率,有效的消除钢渣中的f-CaO和f-MgO。

[0011] (2) 本发明使用酸化与碳化耦合预处理的耦合技术,针对钢渣颗粒进行改性处理,使用该工艺技术处理后,f-CaO的含量可消解至1.5%以内,消除了其体积安定性问题;根据产品不同的应用方向,可以调整处理的时间和各种反应增强剂的加入量,来控制钢渣表面的反应程度,不仅可保留了钢渣颗粒本身的硬度,同时消除了f-CaO和f-MgO带来的体积安

定性不良的问题,因此可用于作为沥青混凝土骨料或者道路用混凝土骨料使用。

[0012] 目前各石灰石、玄武岩资源紧张,按照目前的价格约130(含税和运费)元/吨,钢渣价格约为100元/吨(含税和运费)核算,吨渣效益为 $(130-100) \times (100\% - 13\%) = 26.1$ 元/吨。

附图说明

[0013] 构成本发明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。

[0014] 图1为本发明所提供的利用酸化与碳化耦合改性钢渣的工艺及制备方法流程示意图;

[0015] 图2为本发明所提供的酸化与碳化耦合单元装置示意图,其中,1、钢渣进料口,2、排气口,3、乙酸进料口,4、磷酸三丁酯进料口,5、乙醇胺进料口,6、NaOH和Ca(OH)₂乳液进料口,7、电机,8、带螺旋叶片的搅拌轴,9、反应室,10、均匀排布的石灰窑烟气喷嘴和清水冲洗喷嘴,11、PH值传感器,12、温度传感器,13、压力传感器,14、孔径为1mm的滤网,15、卸料阀,16、三通阀;

[0016] 图3为本发明所提供的液固分离单元装置示意图,其中,1、储液罐,2、液体均匀分布器,3、下料喷嘴和密封罩,4、真空抽滤机配套的滤布,5、真空抽滤配套的吸嘴,6、真空抽滤机配套的输送带的尾轮,7、真空抽滤机配套的输送带的头轮,8、液体回收管道和储存设备。

[0017] 图4为本发明所提供的蒸馏分离单元装置示意图;其中1、蒸馏室,2、液体进料口,3、蒸馏后的排气口,4、乙酸分离室,5、乙酸进料和储存装置,6、乙醇胺分离室,7、乙醇胺进料和储存装置,8、磷酸三丁酯分离室,9、磷酸三丁酯进料和储存装置,10、底部排液和循环装置,11、冷凝水回收设备。

具体实施方式

[0018] 应该指出,以下详细说明都是示例性的,旨在对本发明提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

[0019] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本发明的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0020] 正如背景技术所介绍的,目前研究大多采用钢渣的直接碳酸化反应存在如下问题:(1)反应条件苛刻,需要较高的CO₂压力;(2)碳酸化反应速率低,无法有效的通过碳酸化反应有效的消除钢渣中的f-CaO和f-MgO,导致钢渣碳酸化技术未进行推广和应用,钢渣的综合处理问题日益严峻。

[0021] 为了解决如上的技术问题,本发明第一方面提供一种酸化与碳化耦合改性钢渣的工艺,具体为:采用乙酸、磷酸三丁酯、乙醇胺、NaOH和Ca(OH)₂乳液作为反应增强剂,与石灰窑富含CO₂烟气一起对钢渣进行处理。

[0022] 其中,乙酸可以加快钢渣中f-CaO和f-MgO中Ca²⁺和Mg²⁺的浸析速率;乙醇胺能够提高石灰窑烟气中CO₂的溶解度(CO₂气体在乙醇胺中的溶解度是在水溶液中的8.5倍);磷酸三丁酯可以萃取乙酸,促进CaCO₃的生成,进而加快钢渣的碳酸化反应;NaOH和Ca(OH)₂乳液用于调整碳酸化反应时的PH值,实现反应环境由酸性转变为碱性,进而促进碳酸化反应的进行。本方案的核心在于将“酸化技术”与“碳酸化处理技术”进行耦合,两种核心工艺相互促进,起到了降低钢渣中f-CaO和f-MgO的含量,解决了钢渣体积安定性的问题,并完善了钢渣风淬处理的流程。

[0023] 在本发明的一个或多个实施方式中,具体步骤为:向钢渣中依次加入水和乙酸固体,充分搅拌反应后,通入含有CO₂气体的石灰窑烟气,同时加入磷酸三丁酯、NaOH和Ca(OH)₂乳液、乙醇胺,进行酸化与碳化耦合反应;

[0024] 进一步的,所述钢渣优选为风淬钢渣,因为液态钢渣经风淬处理后,钢渣粒度可控,平均粒度在2mm,有利于进行酸化与碳化耦合反应,而经热闷处理后的钢渣还需要经过棒磨处理,平均粒度在10mm,粒度较大,反应速率较低,不利于进行酸化与碳化耦合反应的处理。

[0025] 进一步的,向钢渣中依次加入水和乙酸固体时,按照液固比为20:1~5:1控制加水量,乙酸的浓度控制在5%~20%。

[0026] 进一步的,搅拌反应时间为20~60min;

[0027] 进一步的,磷酸三丁酯最终的加入总量与加入的乙酸的摩尔量相同。

[0028] 进一步的,NaOH和Ca(OH)₂乳液的添加量为调整液体的PH值在8~11之间所需的量;

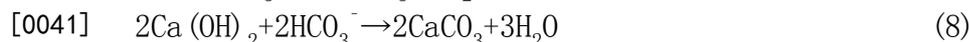
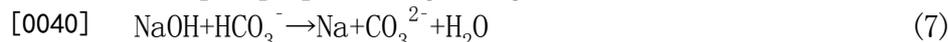
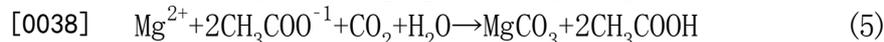
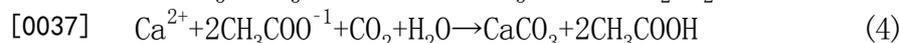
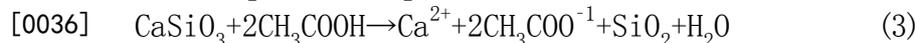
[0029] 进一步的,乙醇胺的总加入量为5%~20%;

[0030] 进一步的,酸化与碳化耦合反应时间控制在15~30min。

[0031] 进一步的,烟气压力控制为0.1~2MPa。

[0032] 进一步的,反应温度为25~100℃。

[0033] 酸化与碳化耦合过程中,溶液中的乙酸侵蚀钢渣颗粒表面并渗透至钢渣内部,将钢渣中的f-CaO、f-MgO和一部分硅酸钙中的钙浸析出Ca²⁺和Mg²⁺,同时CO₂冗余水中生成H₂CO₃,与Ca²⁺和Mg²⁺反应生成CaCO₃和MgCO₃,促进反应的进行,反应式如下:



[0042] 从上述反应式可以看出,酸化反应需要在酸性的反应环境中,将钢渣中f-CaO和f-MgO进行消除,生成乙酸钙,然后再与碳酸反应,生成碳酸钙和乙酸,再利用有机溶剂磷酸三丁酯对反应生成的乙酸进行萃取,加快碳酸化的反应,可见,乙酸在反应中仅作为催化剂。而碳酸化反应与CO₂的溶解度需要碱性的反应环境,因此在使用磷酸三丁酯萃取乙酸时,可

加入促进CO₂溶解的乙醇胺,分批次加入NaOH和Ca(OH)₂乳液逐步调整液体中的PH值至10~11范围内,进行碳酸化反应。针对酸化与碳化耦合中的各反应增强剂的加入时机和含量进行控制,可有利于加快酸化和碳化的反应进程。

[0043] 本发明使用乙酸、磷酸三丁酯、乙醇胺和NaOH和Ca(OH)₂乳液,对钢渣颗粒进行酸化与碳化耦合处理,处理时间和流程短,可消除钢渣中大部分的碱含量,f-CaO含量降至1.5%以内。可根据处理后的产品应用调整处理的时间,各种反应增强剂的添加量等,如需要较好的保留钢渣颗粒的微观形貌和颗粒强度,可选择处理时间短、反应增强剂添加量少的工艺参数,如果需要将钢渣中的Ca、Fe元素较彻底的分离,则可以通过增加处理时间和增加反应增强剂的含量进行处理。

[0044] 在本发明的一个或多个实施方式中,在酸化与碳化耦合改性钢渣后,将改性后的钢渣与液体进行分离,分开处理,使用经蒸馏分离化学药剂的循环水对钢渣进行清洗,收集钢渣,剩余的含固悬浊液继续进行固体颗粒与液体的分离,对分离出来的固体进行清洗收集,对分离出的液体进行蒸馏,得到各个组分进行再利用。

[0045] 剩余的含固的悬浊液,其主要包含的物质为CaCO₃、<1mm的钢渣颗粒、乙酸、磷酸三丁酯、乙醇胺等。将上述含固悬浊液继续进行固液分离,剩余的液体中包含乙酸、乙醇胺和磷酸三丁酯,乙酸的沸点为117.9℃,乙醇胺的沸点为170.9℃,磷酸三丁酯的沸点为288.28℃,因此可根据三种化学物质沸点的不同,利用蒸馏分离塔将三种化学物质分离,然后循环使用,降低了该技术的处理成本和环境污染的问题。

[0046] 本发明第二方面提供一种上述工艺得到的改性钢渣。

[0047] 本发明第三方面提供一种酸化与碳化耦合改性钢渣的装置,所述装置包括酸化与碳化耦合反应单元、液固分离单元和蒸馏分离单元,所述酸化与碳化耦合反应单元、液固分离单元和蒸馏分离单元依次连接。

[0048] 钢渣颗粒经过酸化与碳化耦合反应单元处理后,经过液固分离单元,分离出液体和固体,固体经过清洗后,运至堆场存放备用,液体再经过蒸馏分离单元分离出乙酸、磷酸三丁酯、乙醇胺和冷凝回水,该工艺所有环节产生的废水都进行处理和循环利用,过程中不排放对环境有害的物质。

[0049] 在本发明的一个或多个实施方式中,所酸化与碳化耦合反应单元,包括反应室,反应室上端设置有钢渣进料装口、排气口和电机,还设置有乙酸、磷酸三丁酯、乙醇胺、NaOH和Ca(OH)₂乳液的进料口;

[0050] 进一步的,所述电机连接带有螺旋叶片的搅拌轴,通过搅拌轴带动螺旋叶片转动,实现反应室内物料的混匀。

[0051] 进一步的,所述反应室侧面设置有均匀排布的石灰窑烟气喷嘴和清水冲洗喷嘴;

[0052] 进一步的,在石灰窑烟气喷嘴和清水冲洗喷的上方,设置有温度传感器和压力传感器;

[0053] 进一步的,在排气口附近设置有压力传感器。

[0054] 进一步的,在反应室底部设置有孔径为1mm的滤网;

[0055] 进一步的,所述滤网下方设置有卸料阀,卸料阀下方配有三通阀,三通阀分别连通反应室、固体通道和液体通道。

[0056] 进一步的,酸化与碳化耦合反应单元的本体结构为不锈钢,反应室内部与钢渣接

触部位贴有耐磨衬板。

[0057] 待酸化与碳化耦合反应结束后,先通过滤网将反应装置内的大部分的液体过滤,并通过液体通道排入储液罐内,即含固的悬浊液;然后利用清水冲洗喷嘴内的清水对钢渣进行冲洗,洗出钢渣颗粒附着的化学药剂,液体进入储存罐内。然后将三通阀翻转至另一侧,打开反应室底部滤网阀门,钢渣落入固体通道内,经皮带输送至堆场备用。

[0058] 在本发明的一个或多个实施方式中,所述液固分离单元包括储液罐、液体均匀分布器、下料喷嘴和密封罩、真空抽滤机和液体回收管道;

[0059] 经酸化与碳化耦合反应单元处理后得到的含固的悬浊液存储在储液罐中,先经过液体均匀分布器进行预处理,再通过下料喷嘴进入真空抽滤机进行抽滤,实现固液分离,分离后的液体从液体回收管道收集,从液体回收管道收集的液体泵入蒸馏分离单元的液体储罐内备用,固体输送至堆场备用。

[0060] 在本发明的一个或多个实施方式中,所述蒸馏分离单元包括蒸馏室,所述蒸馏室的上端设置有液体进料口和排气口;蒸馏室内从上至下依次设置有乙酸分离室、乙醇胺分离室和磷酸三丁酯分离室,每个分离室的底部均设置有相应的液体储存装置,直接为酸化与碳化耦合反应单元的乙酸、磷酸三丁酯、乙醇胺进料口进行供料;

[0061] 其中,乙酸分离室、乙醇胺分离室和磷酸三丁酯分离室是分离的,但有管路相通。

[0062] 所述排气口连接有冷凝水回收设备,回收的冷凝水用于清洗钢渣和酸化与碳化耦合反应;

[0063] 所述蒸馏室的底部设置有排液和循环装置,与蒸馏分离塔的进料装置连通。

[0064] 其中,蒸馏过程中的热源采用蒸汽,蒸汽的来源可采用钢渣处理过程中余热锅炉产蒸汽,或石灰回转窑余热锅炉产蒸汽,或其他的工艺环节产生的蒸汽,要求蒸汽温度 $\geq 350^{\circ}\text{C}$ 。

[0065] 本发明第四方面提供一种上述改性钢渣在制备沥青、混凝土的骨料和各类建材产品用的混合材中的应用。

[0066] 为了使得本领域技术人员能够更加清楚地了解本发明的技术方案,以下将结合具体的实施例详细说明本发明的技术方案。

[0067] 一种利用酸化与碳化耦合改性钢渣的工艺:

[0068] 钢渣颗粒经过皮带、或斗提输送机进入酸化与碳化耦合反应单元,首先加入水,启动带有螺旋搅拌器,然后加入乙酸固体,乙酸的浓度控制在5%~20%,根据要处理的钢渣的颗粒、f-CaO的含量进行调整,分批连续的加入钢渣,反应时间控制在20~60min。使用插入反应器内的PH值测量仪测量罐内液体的PH值,然后通入含有CO₂气体的石灰窑烟气,分批次加入磷酸三丁酯,最终的加入总量与加入的乙酸的摩尔量相同。加入NaOH和Ca(OH)₂乳液,调整液体的PH值在8~11之间,分批次加入乙醇胺,因CO₂气体在乙醇胺中的溶解度是在水溶液中的8.5倍,因此加入乙醇胺可有助于提高CO₂的溶解度,增强碳酸化反应,控制乙醇胺的总加入量为5%~20%,进行碳酸化反应,时间控制在15~30min,罐内的气体压力控制在0.1~2MPa,反应温度在25~100℃,达到设定反应时间后,打开反应装置内配套的风机进行排气,将反应装置内的液体排出,使用经蒸馏分离化学药剂的循环水对钢渣进行清洗,排出钢渣至堆场备用。

[0069] 含固的悬浊液体进入到液固分离单元,利用真空抽滤设备实现固体颗粒与液体的

分离,其中在抽滤机上部设置的喷嘴,对分离出来的固体进行清洗,液体进入储罐内,进入蒸馏分离单元。

[0070] 液体通过泵和管道,输送至蒸馏分离单元的进料装置,使用钢渣处理过程中余热锅炉产生的蒸汽或石灰窑尾气余热锅炉产生的蒸汽或其他蒸汽来源,要求蒸汽温度 $\geq 350^{\circ}\text{C}$,根据乙酸的沸点为 117.9°C ,乙醇胺的沸点为 170.9°C ,磷酸三丁酯的沸点为 288.28°C ,三种化学物质不同的沸点,利用蒸馏分离塔将三种化学物质分离,然后循环使用,降低了该技术的处理成本和环境污染的问题,其中的水通过冷凝回收装置进行水的回收,循环利用。

[0071] 下面结合具体附图进一步说明:

[0072] 实施例1

[0073] 一种酸化与碳化耦合改性钢渣的工艺:

[0074] (1) 钢渣颗粒经过输送进入酸化与碳化耦合反应单元,设备编号详见图2,其中通过1进入反应室9,循环水经过6加入到反应装置内,设置液固比在5:1控制加水量,启动电机7带动带螺旋叶片的搅拌轴8运动,分批次的通过乙酸进料口3加入乙酸固体,搅拌反应20min后,通过磷酸三丁酯进料口4加入磷酸三丁酯,同时通过石灰窑烟气喷嘴10喷入含有 CO_2 的石灰窑烟气,烟气压力控制为 0.1MPa ,分批次的通过乙醇胺进料口5加入乙醇胺(5%),提高 CO_2 的溶解度,通过 NaOH 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 乳液进料口6加入 NaOH 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 乳液,调整碳酸化反应的PH值,反应结束后,通过滤网14的过滤,打开卸料阀15和三通阀16实现1mm钢渣颗粒与含固的悬浊液分离,放干水分时,钢渣在反应室内已经过干净的循环水清洗,可运至堆场备用。

[0075] (2) 如图3所示,含固悬浊液进入液固分离单元的储液罐1,通过液体均匀分布器2和下料喷嘴3进行均匀分流和布料后进入真空抽滤机,液体均匀落在真空抽滤机配套的滤布4上面,经过吸嘴5的真空抽吸,分离出来固体和含固量低的液体,其中固体还需要经过3内布置的清洗喷嘴进一步清洗后,通过6和7,运至堆场备用,液体经过液体回收管道8收集后送入储罐内,进入蒸馏分离单元。

[0076] (3) 如图4所示,液体通过进料口2进入蒸馏分离单元的蒸馏室1,使用蒸汽对乙酸分离室4、乙醇胺分离室6、磷酸三丁酯分离室8加热,控制温度分别为 288.28°C 、 170.9°C 和 117.9°C ,并通过乙酸进料和储存装置5,乙醇胺进料和储存装置7,磷酸三丁酯进料和储存装置9装置收集,实现磷酸三丁酯、乙醇胺和乙酸的分离和单独收集,剩余富含水的蒸汽通过排气口3进入至冷凝水回收设备11内,对蒸汽进行冷凝回收水,进行100%的循环利用,无外排,无污染。

[0077] 实施例2

[0078] 一种酸化与碳化耦合改性钢渣的工艺:

[0079] (1) 钢渣颗粒经过输送进入酸化与碳化耦合反应单元,设备编号详见图2,其中通过1进入反应室9,循环水经过6加入到反应装置内,设置液固比在20:1控制加水量,启动电机7带动带螺旋叶片的搅拌轴8运动,分批次的通过乙酸进料口3加入乙酸固体,搅拌反应60min后,通过磷酸三丁酯进料口4加入磷酸三丁酯,同时通过石灰窑烟气喷嘴10喷入含有 CO_2 的石灰窑烟气,烟气压力控制为 2MPa ,分批次的通过乙醇胺进料口5加入乙醇胺(20%),提高 CO_2 的溶解度,通过 NaOH 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 乳液进料口6加入 NaOH 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 乳液,调整碳酸化反应的PH值,反应结束后,通过滤网14的过滤,打开卸料阀15和三通阀16实现1mm钢渣颗粒与

含固的悬浊液分离,放干水分时,钢渣在反应室内已经过干净的循环水清洗,可运至堆场备用。

[0080] (2) 如图3所示,含固悬浊液进入液固分离单元的储液罐1,通过液体均匀分布器2和下料喷嘴3进行均匀分流和布料后进入真空抽滤机,液体均匀落在真空抽滤机配套的滤布4上面,经过吸嘴5的真空抽吸,分离出来固体和含固量低的液体,其中固体还需要经过3内布置的清洗喷嘴进一步清洗后,通过6和7,运至堆场备用,液体经过液体回收管道8收集后送入储罐内,进入蒸馏分离单元。

[0081] (3) 如图4所示,液体通过进料口2进入蒸馏分离单元的蒸馏室1,使用蒸汽对乙酸分离室4、乙醇胺分离室6、磷酸三丁酯分离室8加热,控制温度分别为288.28℃、170.9℃和117.9℃,并通过乙酸进料和储存装置5,乙醇胺进料和储存装置7,磷酸三丁酯进料和储存装置9装置收集,实现磷酸三丁酯、乙醇胺和乙酸的分离和单独收集,剩余富含水的蒸汽通过排气口3进入至冷凝水回收设备11内,对蒸汽进行冷凝回收水,进行100%的循环利用,无外排,无污染。

[0082] 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。

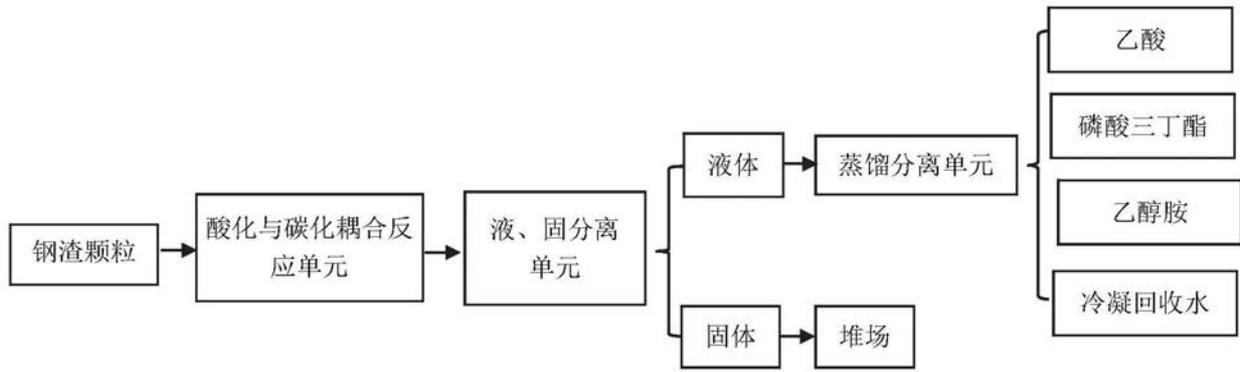


图1

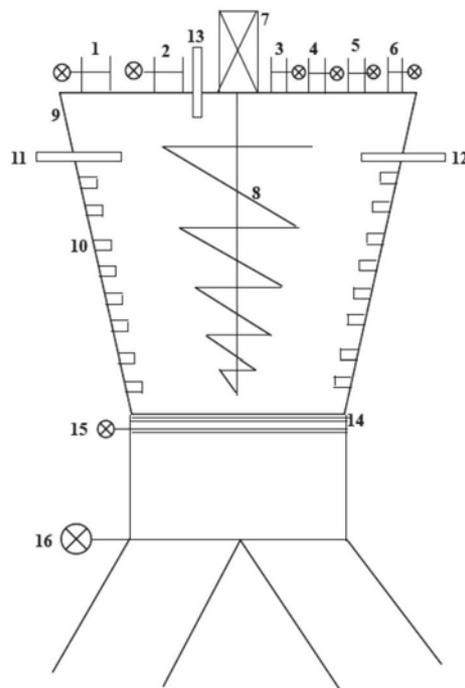


图2

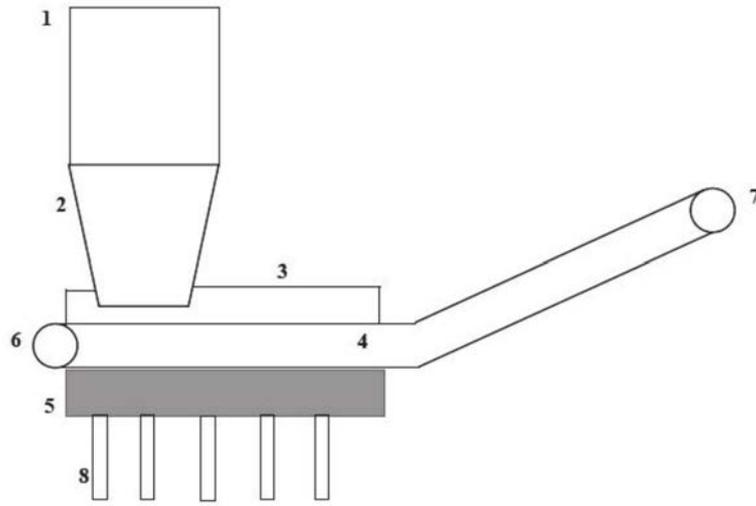


图3

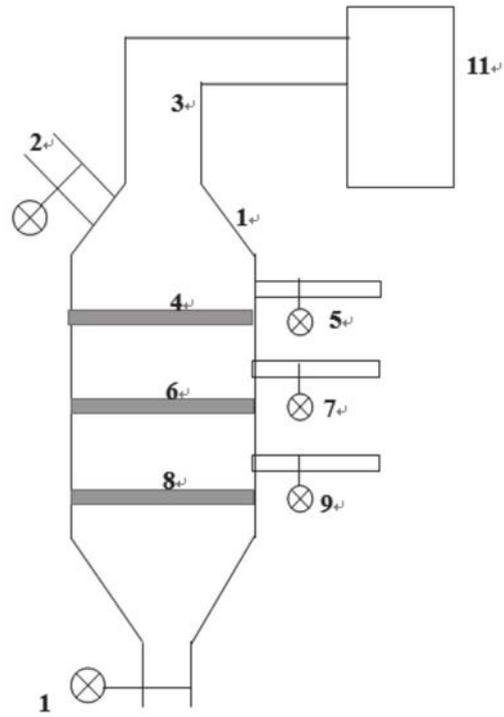


图4