



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115925129 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 07

(21) 申请号 202211618237.7

(22) 申请日 2022.12.15

(71) 申请人 江苏秉盛环保工程有限公司
地址 214000 江苏省无锡市梁溪区广瑞路
555-602

(72) 发明人 曹雪峰 赵东霞

(74) 专利代理机构 南京北辰联和知识产权代理
有限公司 32350
专利代理师 王俊

(51) Int. Cl.
C02F 3/34 (2023.01)
C02F 101/20 (2006.01)

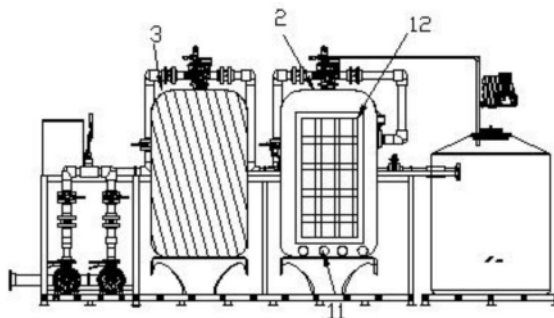
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统及其工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统,包括依次设置的重金属废水储罐、贵金属吸附机构及解吸机构,重金属废水储罐与贵金属吸附机构之间设有废水输送机构,贵金属吸附机构内设有用于分散重金属的分散结构。本发明还提供了重金属废水中贵金属的吸附回收工艺,工艺步骤为:将重金属废水储罐内的重金属废水输入至吸附罐内;重金属废水从吸附罐内的活性炭块或离子交换树脂块的顶部注入后流过活性炭块或离子交换树脂块后从排液管排出;关闭液泵及水泵,启动机械臂将吸附罐内的活性炭块或离子交换树脂块从吸附罐中转移至解吸机构进行解吸。本发明可分散导流流经吸附材料的废水,避免部分表面长期被流过,部分表面的配位基团率先失效。



1. 一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统,其特征在于,包括依次设置的重金属废水储罐、贵金属吸附机构及解吸机构,重金属废水储罐与贵金属吸附机构之间设有废水输送机构,贵金属吸附机构内设有用于分散重金属的分散结构。

2. 根据权利要求1所述的一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统,其特征在于,所述贵金属吸附机构为活性炭吸附机构或离子交换树脂吸附机构,所述贵金属吸附机构包括吸附罐,吸附罐内设有活性炭块或离子交换树脂块;

所述分散结构为设置在活性炭块或离子交换树脂块内部的若干由上至下、由左至右错位设置的洞穴,洞穴的尺寸大于活性炭块或离子交换树脂块表面的孔洞。

3. 根据权利要求1所述的一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统,其特征在于,所述贵金属吸附机构包括吸附罐,吸附罐上设有若干个基因工程菌液投加机构,基因工程菌液投加机构由低吸附量基因工程菌液投加机构及高吸附量基因工程菌液投加机构组成;

所述分散结构为低吸附量基因工程菌液投加机构。

4. 根据权利要求2或3所述的一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统,其特征在于,所述重金属废水储罐通过液泵与重金属废水排放池相连,所述废水输送机构包括重金属废水储罐与吸附罐之间的连通管以及设置在连通管上的水泵。

5. 根据权利要求4所述的一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统,其特征在于,所述贵金属吸附机构为活性炭吸附机构或离子交换树脂吸附机构,所述连通管与吸附罐的连接处位于吸附罐的中上部,吸附罐上的排液管其与吸附罐的连接处位于吸附罐的中下部。

6. 根据权利要求4所述的一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统,其特征在于,所述吸附罐上设有若干个基因工程菌液投加机构,基因工程菌液投加机构的投加头上设置启闭阀,所述连通管与吸附罐的连接处位于吸附罐的中下部;

部分基因工程菌液投加机构的投加头位于吸附罐内重金属废水的液面下,位于吸附罐内重金属废水的液面下的投加头内设置单向阀,投加头远离重金属废水的一端连通有输送压缩空气的分支管。

7. 根据权利要求5所述的一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统,其特征在于,所述贵金属吸附机构为活性炭吸附机构,所述吸附罐包括罐体,罐体侧面铰接有曲面门,曲面门的门边缘固定设有密封条,罐体内设置呈圆柱体状的活性炭块;所述吸附罐的一侧设有机械臂;

活性炭块的侧面固定设有标识刻痕或贴覆有标识层,标识刻痕或标识层位置上与活性炭块内部的最靠近此标识刻痕或标识层的洞穴的位置对应。

8. 根据权利要求4所述的一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统,其特征在于,所述解吸机构包括解吸罐,解吸罐其罐体顶部铰接有罐盖,解吸罐内设置解吸柱,解吸罐其罐体上连通有用于向罐体内注入解吸液的液管。

9. 如权利要7所述的一种重金属废水中贵金属的吸附回收工艺,其特征在于,包括如下依次进行的工艺步骤:

S1: 启动液泵将重金属废水排放池内的重金属废水输入到重金属废水储罐内;启动水泵将重金属废水储罐内的重金属废水输入至吸附罐内;

S2: 重金属废水从吸附罐内的活性炭块或离子交换树脂块的顶部注入后流过活性炭块或离子交换树脂块后从排液管排出;

S3:关闭液泵及水泵,启动机械臂将吸附罐内的活性炭块或离子交换树脂块从吸附罐中转移至解吸机构进行解吸。

10.如权利要求6所述的一种重金属废水中贵金属的吸附回收工艺,其特征在于,包括如下依次进行的工艺步骤:

S1:启动液泵将重金属废水排放池内的重金属废水输入到重金属废水储罐内;启动水泵将重金属废水储罐内的重金属废水输入至吸附罐内;

S2:一段时间后关闭液泵及水泵,重金属废水的水面位于吸附罐的中下部,先将低吸附量基因工程菌液投加机构中的投加头上的启闭阀打开,同时打开分支管上的气阀,通过输入压缩空气将低吸附量基因工程菌液先投加到重金属废水中以用于分散贵金属在重金属废水液中的分布并吸附贵金属;

然后将高吸附量基因工程菌液投加机构中的投加头上的启闭阀打开,同时打开分支管上的气阀,通过输入压缩空气将高吸附量基因工程菌液再投加到重金属废水中以用于吸附贵金属;

S3:2.5~3小时后打开排液管上的阀门开始排液,排液管将排液排入解吸机构内解吸;在所述S3步骤中,解吸结构内设有微孔滤膜,采用抽滤分离的方式解吸回收贵金属。

一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统及其工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统及其工艺。

背景技术

[0002] 在冶炼及电镀行业产生的废水中含有大量重金属,其中很多废水中含有金、银、硒及铜等稀贵金属。重金属污染对人类具有致癌、致畸、致突变的巨大危害,传统方法仅能除去废水中的重金属,无法对其中有价值的金属进行资源回收利用,造成资源浪费和二次污染。而在重金属废水中,往往还存在金银铂族的贵金属,事实证明,重金属废水中的贵金属含量比现有矿床中贵金属含量要高20倍左右,但由于综合废水的水质比较复杂,干扰因素多,对贵金属回收难度大,目前大多数是将综合废水中的贵金属首先通过中和转化为氢氧化物固体然后通过废水进行pH调节、混凝沉淀转化为污泥,即废水中的贵金属被转化为污泥处置,处理过程中还需要投加大量药剂将贵金属转化氢氧化物沉淀,处理成本较高。而且,形成的污泥大量堆放不仅占用土地,更容易对环境造成严重的二次污染。国外有采用微小塑料树脂颗粒作为吸附材料,废水流过后金铂钯铑会吸附在上面。目前回收重金属废水中的贵金属的方法有溶剂萃取、离子交换、物理吸附及膜分离等。参见现有技术:周雯在2021.1.10号在《应用化学》上发表的论文《新型吸附材料分离和富集贵金属的研究进展》。

[0003] 吸附法因成本低,效率高,作为一项极受本领域青睐的回收方法,目前常用的吸附材料包括活性炭、沸石、硅土等,还有使用生物吸附或离子交换树脂吸附的。吸附材料由于具有大的比表面,其表面有非常多的空洞,加上表面具有配位基团,形成与金属离子的物理及化学吸附过程。但吸附材料目前存在一个问题就是:部分表面长期被流过(因为在重金属废水从吸附材料如活性炭中流过时,根据输送废水管其管口的位置,即使管口位于活性炭的中部,但中部活性炭属于长期被废水流过,而边缘的活性炭则很少被废水流过),这样长期被流过的部分表面的配位基团会有率先失效的问题,也即现有技术没有解决分散重金属废水或分散重金属(在吸附材料上)的问题。如公开号为CN112573701B的专利:一种活性炭吸附处理强酸性复合重金属废水的方法,属于废水处理技术领域。该方法首先检测复合废水中重金属种类和浓度,检测废水的pH值,并将废水的pH值调节至3,再向废水中投加200目木质粉末活性炭,优先吸附去除Pb,然后继续调节废水pH值为4,吸附反应继续进行,Cu、Cr(VI)被吸附去除,再次调节pH值至6,进行第三阶段吸附反应,Cd、Zn被吸附去除,最后过滤废水,废水满足重金属排放标准,过滤后的活性炭进行洗涤解吸以重复利用。其着眼于能同时去除多种重金属、成本低廉、效果较好的活性炭吸附方法。另外,生物吸附虽然现有技术确实有寻找到针对不同金属吸附量佳的生物吸附菌种,但干菌投加或菌液投加的方式,由于待处理的重金属废水(一般是针对吸附罐内的重金属废水)其内的贵金属分布往往不是均布的,如何稀释及分散贵金属在重金属废水液中的分布,减少吸附效果最好的工程菌的用量是目前存在的一个问题。公开号为CN103320619B的专利:破碎废弃电路板金属混合颗粒贵金属生物浸出方法及装置,首先将假单胞菌通过接种到菌体培养器内,培养大约24小时后送入微生物浸出反应器内,同时反应器内加入破碎废弃电路板金属混合颗粒,假单胞

菌分泌出的氢氰酸依次将金属混合颗粒中的一般金属、贵金属溶解；首先溶解出来的一般金属离子与假单胞菌菌体混合液经过致密滤床的过滤，过滤液流入金属离子收集器中；金属离子在线监测系统一旦监测出金属离子收集器存在第二种金属离子，关闭微生物浸出反应器，此时一种金属离子溶液提取结束；重复浸出提取过程，可以依次得到纯度较高的一般金属与贵金属单一离子溶液；溶液内的金属离子可以通过金属置换的方法回收。其解决的是提高金属浸出速率的问题，并且目前的技术是侧重于寻找到某个菌种以实现解决其技术问题的思路。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于，克服现有技术中存在的缺陷，提供一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统，可分散导流流经吸附材料的废水，避免部分表面长期被流过，部分表面的配位基团率先失效。

[0005] 为实现上述目的，本发明的技术方案是设计一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统，包括依次设置的重金属废水储罐、贵金属吸附机构及解吸机构，重金属废水储罐与贵金属吸附机构之间设有废水输送机构，贵金属吸附机构内设有用于分散重金属的分散结构。贵金属吸附机构内设有用于分散重金属的分散结构，分散重金属，可以避免贵金属吸附机构内的吸附材料部分表面的配位基团率先失效的问题，可以减少吸附效果最好的工程菌的用量，保证吸附效果好的工程菌基本都饱和吸附。

[0006] 进一步的技术方案是，贵金属吸附机构为活性炭吸附机构或离子交换树脂吸附机构，所述贵金属吸附机构包括吸附罐，吸附罐内设有活性炭块或离子交换树脂块；

[0007] 所述分散结构为设置在活性炭块或离子交换树脂块内部的若干由上至下、由左至右错位设置的洞穴，洞穴的尺寸大于活性炭块或离子交换树脂块表面的孔洞。不论是活性炭还是离子交换树脂，在其内部设置若干由上至下、由左至右错位设置的尺寸大于常规空洞的洞穴，形成分散导流作用，避免部分表面长期被流过，部分表面的配位基团率先失效的问题，通过吸附材料结构的设置，无需对废水管及吸附罐做技改即可实现分散导流的作用，分散重金属废水（当然也分散了重金属在吸附材料上的分布）。

[0008] 另一种技术方案是，贵金属吸附机构包括吸附罐，吸附罐上设有若干个基因工程菌液投加机构，基因工程菌液投加机构由低吸附量基因工程菌液投加机构及高吸附量基因工程菌液投加机构组成；

[0009] 所述分散结构为低吸附量基因工程菌液投加机构。通过低吸附量基因工程菌液投加机构的设置，在针对吸附罐内的重金属废水投加基因工程菌液时先投加低吸附量基因工程菌液，由于基因工程菌对贵金属有生物吸附的作用，会将本不均布的贵金属起到均布分散的作用，起到稀释及分散贵金属在重金属废水液中的分布，一方面减少了高吸附量基因工程菌液的用量，另一方面也在高吸附量基因工程菌液处理吸附前使得废水中贵金属更加均布，保证几乎所有的高吸附量基因工程菌液都能饱和吸附，避免高吸附量基因工程菌液的使用浪费。

[0010] 进一步的技术方案为，重金属废水储罐通过液泵与重金属废水排放池相连，所述废水输送机构包括重金属废水储罐与吸附罐之间的连通管以及设置在连通管上的水泵。

[0011] 进一步的技术方案为，贵金属吸附机构为活性炭吸附机构或离子交换树脂吸附机

构,所述连通管与吸附罐的连接处位于吸附罐的中上部,吸附罐上的排液管其与吸附罐的连接处位于吸附罐的中下部。由于连通管与吸附罐的连接处位于吸附罐的中上部,为保证从吸附罐上部传输来的重金属废水从吸附材料流过而非从吸附材料外侧面与吸附罐内侧壁之间的空隙流过,可以在吸附材料(比如活性炭块的外侧面上)的外侧面上固定包覆设置塑料膜。为简化结构,目前采用连通管直接从活性炭块顶部注入重金属废水的方法。当然,本方案也存在一点缺点,就是由于吸附材料内部设置的较大尺寸的洞穴,会降低吸附贵金属的效能及降低树脂交换量或活性炭交换量,可以采取适当加大活性炭块高度或离子交换树脂高度的方式以解决这一缺陷。

[0012] 另一种技术方案为,吸附罐上设有若干个基因工程菌液投加机构,基因工程菌液投加机构的投加头上设置启闭阀,所述连通管与吸附罐的连接处位于吸附罐的中下部;

[0013] 部分基因工程菌液投加机构的投加头位于吸附罐内重金属废水的液面下,位于吸附罐内重金属废水的液面下的投加头内设置单向阀,投加头远离重金属废水的一端连通有输送压缩空气的分支管。分支管上设有气阀,分支管的另一端与压缩空气气源相连;工程菌液的投加头设置多个且部分投加头深入重金属废水液中,保证投加的均匀性;投加头上设置单向阀,配合压缩气管便于工程菌液投入重金属废水液中,保证投加头中的菌液能够被投加至废水液面下。

[0014] 进一步的技术方案为,贵金属吸附机构为活性炭吸附机构,所述吸附罐包括罐体,罐体侧面铰接有曲面门,曲面门的门边缘固定设有密封条,罐体内设置呈圆柱体状的活性炭块;所述吸附罐的一侧设有机械臂;

[0015] 活性炭块的侧面固定设有标识刻痕或贴覆有标识层,标识刻痕或标识层位置上与活性炭块内部的最靠近此标识刻痕或标识层的洞穴的位置对应。通过罐体侧面设置密封的曲面门,可以在吸附完成后通过打开曲面门以拿出活性炭块去解吸罐进行解吸以及活性炭的再生,对于切割后再生的活性炭块,通过机械臂上设置的锥子插入吸附贵金属后的活性炭块,而标识刻痕或标识层的设置则给予操作机械臂的工人以提示,便于工人操作,避免在转移时造成活性炭块的大量破碎,这种方式也避免了工人直接接触活性炭,确保了工人操作安全和环境安全。

[0016] 另一种技术方案为,解吸机构包括解吸罐,解吸罐其罐体顶部铰接有罐盖,解吸罐内设置解吸柱,解吸罐其罐体上连通有用于向罐体内注入解吸液的液管。解吸罐的罐体上还设有用于输送活性炭水溶液的水管;机械臂的作动部上固定连接有锥子,通过操作机械臂将锥子准确插入活性炭块的洞穴中(通过标识层或标识刻痕的指示,工人在吸附罐旁操作机械臂时可以将机械臂的锥子插入活性炭块的洞穴后保持锥子插入一定深度),然后将活性炭块从吸附罐中转移(为更好实现转移活性炭块的过程,机械臂往往采用由下至上略微倾斜的方式将锥子从下斜向上插入活性炭块)出至活性炭切割搅拌槽中,通过活性炭切割搅拌槽内的搅拌叶片以及向活性炭切割搅拌槽内注入水实现将活性炭切割并搅拌粉碎成颗粒,然后通过水管上的泵将吸附贵金属的活性炭颗粒输送至解吸罐的解析柱内从而解吸出贵金属。解吸液为碱性乙醇或硝酸;其中,碱性乙醇也即10% NH_4OH ,85.5%乙醇(体积比);硝酸的浓度为160g/L。吸附金银的活性炭经碱性乙醇解吸;吸附铂钯的活性炭经硝酸解吸回收,同时活性炭再生。

[0017] 本发明还提供的技术方案为,一种重金属废水中贵金属的吸附回收工艺,包括如

下依次进行的工艺步骤:

[0018] S1:启动液泵将重金属废水排放池内的重金属废水输入到重金属废水储罐内;启动水泵将重金属废水储罐内的重金属废水输入至吸附罐内;

[0019] S2:重金属废水从吸附罐内的活性炭块或离子交换树脂块的顶部注入后流过活性炭块或离子交换树脂块后从排液管排出;

[0020] S3:关闭液泵及水泵,启动机械臂将吸附罐内的活性炭块或离子交换树脂块从吸附罐中转移至解吸机构进行解吸。机械臂将吸附罐内的活性炭块或离子交换树脂块从吸附罐中转移至解吸罐中进行解吸。离子交换树脂的解吸液可以是2.5%的氢氧化钠或硫脲与盐酸溶液等,为现有技术,不赘述。重金属废水从吸附罐内的活性炭块或离子交换树脂块的顶部以100ml/分钟的流速注入。

[0021] 本发明还提供的技术方案为,一种重金属废水中贵金属的吸附回收工艺,包括如下依次进行的工艺步骤:

[0022] S1:启动液泵将重金属废水排放池内的重金属废水输入到重金属废水储罐内;启动水泵将重金属废水储罐内的重金属废水输入至吸附罐内;

[0023] S2:一段时间后关闭液泵及水泵,重金属废水的水面位于吸附罐的中下部,先将低吸附量基因工程菌液投加机构中的投加头上的启闭阀打开,同时打开分支管上的气阀,通过输入压缩空气将低吸附量基因工程菌液先投加到重金属废水中以用于分散贵金属在重金属废水液中的分布并吸附贵金属;

[0024] 然后将高吸附量基因工程菌液投加机构中的投加头上的启闭阀打开,同时打开分支管上的气阀,通过输入压缩空气将高吸附量基因工程菌液再投加到重金属废水中以用于吸附贵金属;

[0025] S3:2.5~3小时后打开排液管上的阀门开始排液,排液管将排液排入解吸机构内解吸;在所述S3步骤中,解吸结构内设有微孔滤膜,采用抽滤分离的方式解吸回收贵金属。在S2步骤中,如果是位于重金属废水液面上方的高吸附量基因工程菌液投加机构中的投加头(从设置优化性考虑,高吸附量基因工程菌液投加机构中的投加头部分位于重金属废水液面下),将高吸附量基因工程菌液投加机构中的投加头上的启闭阀打开后即可将高吸附量基因工程菌液投加到重金属废水中以用于吸附贵金属。至于启动多长时间后关闭液泵及水泵,取决于吸附罐的容积和液体流速,这里采用的是达到吸附罐罐体三分之一容积即关闭液泵及水泵(保证一部分投加头位于吸附罐的液面下,但吸附罐内的重金属废水的量又不会太多,避免一次性吸附处理所需的菌液投加量太多)。利用表面展示技术对不同的菌株进行改造(此为现有技术,不赘述),低吸附量基因工程菌液中的基因工程菌的原始菌种为氧化硫硫杆菌、嗜中高温嗜酸古菌或硅酸盐细菌;高吸附量基因工程菌液中的基因工程菌的原始菌种为大肠杆菌;菌液中菌的初始浓度为4~7g/L。另外,可以通过控制机械臂打开各管路上的阀门实现自动化,也可以通过人工打开或关闭阀门。

[0026] 本发明的优点和有益效果在于:贵金属吸附机构内设有用于分散重金属的分散结构,分散重金属,可以避免贵金属吸附机构内的吸附材料部分表面的配位基团率先失效的问题,可以减少吸附效果最好的工程菌的用量,保证吸附效果好的工程菌基本都饱和吸附。

[0027] 不论是活性炭还是离子交换树脂,在其内部设置若干由上至下、由左至右错位设置的尺寸大于常规空洞的洞穴,形成分散导流作用,避免部分表面长期被流过,部分表面的

配位基团率先失效的问题,通过吸附材料结构的设置,无需对废水管及吸附罐做技改即可实现分散导流的作用,分散重金属废水(当然也分散了重金属在吸附材料上的分布)。

[0028] 通过低吸附量基因工程菌液投加机构的设置,在针对吸附罐内的重金属废水投加基因工程菌液时先投加低吸附量基因工程菌液,由于基因工程菌对贵金属有生物吸附的作用,会将本不均布的贵金属起到均布分散的作用,起到稀释及分散贵金属在重金属废水液中的分布,一方面减少了高吸附量基因工程菌液的用量,另一方面也在高吸附量基因工程菌液处理吸附前使得废水中贵金属更加均布,保证几乎所有的高吸附量基因工程菌液都能饱和吸附,避免高吸附量基因工程菌液的使用浪费。

[0029] 工程菌液的投加头设置多个且部分投加头深入重金属废水液中,保证投加的均匀性;投加头上设置单向阀,配合压缩气管便于工程菌液投入重金属废水液中,保证投加头中的菌液能够被投加至废水液面下。

[0030] 通过罐体侧面设置密封的曲面门,可以在吸附完成后通过打开曲面门以拿出活性炭块去解吸罐进行解吸以及活性炭的再生,对于切割后再生的活性炭块,通过机械臂上设置的锥子插入吸附贵金属后的活性炭块,而标识刻痕或标识层的设置则给予操作机械臂的工人以提示,便于工人操作,避免在转移时造成活性炭块的大量破碎,这种方式也避免了工人直接接触活性炭,确保了工人操作安全和环境安全。

附图说明

[0031] 图1是本发明一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统实施例一的示意图;

[0032] 图2是图1的主视图;

[0033] 图3是图2中曲面门的放大示意图;

[0034] 图4是图2去除机械臂后的剖面图;

[0035] 图5是图4中活性炭块的放大示意图;

[0036] 图6是图5未示出活性炭块表面孔洞的透视图;

[0037] 图7是本发明实施例二中活性炭块的示意图;

[0038] 图8是本发明实施例二中贵金属吸附机构的透视图。

[0039] 图中:1、重金属废水储罐;2、贵金属吸附机构;3、解吸机构;4、废水输送机构;5、洞穴;6、孔洞;7、排液管;8、曲面门;9、机械臂;10、标识刻痕;11、滚珠;12、活性炭块;13、密封条;14、塑料膜;15、环状塑料片;16、橡胶环垫;17、投加头;18、启闭阀;19、分支管。

具体实施方式

[0040] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案,而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0041] 实施例一:

[0042] 如图1至图6所示(为便于图示,图1未示出机械臂、曲面门;图4未示出标识刻痕;),本发明是一种重金属废水中贵金属的吸附回收系统,包括依次设置的重金属废水储罐1、贵金属吸附机构2及解吸机构3,重金属废水储罐1与贵金属吸附机构2之间设有废水输送机构4,贵金属吸附机构2内设有用于分散重金属的分散结构。贵金属吸附机构2为活性炭吸附机构或离子交换树脂吸附机构,所述贵金属吸附机构2包括吸附罐,吸附罐内设有活性炭块12

或离子交换树脂块;分散结构为设置在活性炭块12或离子交换树脂块内部的若干由上至下、由左至右错位设置的洞穴5,洞穴5的尺寸大于活性炭块12或离子交换树脂块表面的孔洞6。重金属废水储罐1通过液泵与重金属废水排放池相连,所述废水输送机构4包括重金属废水储罐1与吸附罐之间的连通管以及设置在连通管上的水泵。贵金属吸附机构2为活性炭吸附机构或离子交换树脂吸附机构,所述连通管与吸附罐的连接处位于吸附罐的中上部,吸附罐上的排液管7其与吸附罐的连接处位于吸附罐的中下部。贵金属吸附机构2为活性炭吸附机构,所述吸附罐包括罐体,罐体侧面铰接有曲面门8,曲面门8的门边缘固定设有密封条13,罐体内设置呈圆柱体状的活性炭块12;所述吸附罐的一侧设有机臂9;活性炭块12的侧面固定设有标识刻痕10,标识刻痕10位置上与活性炭块12内部的最靠近此标识刻痕10的洞穴5的位置对应。解吸机构3包括解吸罐,解吸罐其罐体顶部铰接有罐盖,解吸罐内设置解吸柱,解吸罐其罐体上连通有用于向罐体内注入解吸液的液管。活性炭块12的底部与吸附罐内底壁之间设有若干滚珠11(以便于机械臂9从活性炭块12底部将活性炭块12铲起后转移出吸附罐),机械臂9其作动部上连接有铲子,铲子插入到活性炭块12底部的空隙(也即滚珠11制造出来的活性炭块12底面与吸附罐内底壁之间的空隙),铲子将整块活性炭块12挑起后转移至解吸罐内进行解吸。

[0043] 一种重金属废水中贵金属的吸附回收工艺,包括如下依次进行的工艺步骤:

[0044] S1:启动液泵将重金属废水排放池内的重金属废水输入到重金属废水储罐1内;启动水泵将重金属废水储罐1内的重金属废水输入至吸附罐内;

[0045] S2:重金属废水从吸附罐内的活性炭块12或离子交换树脂块的顶部注入后流过活性炭块12或离子交换树脂块后从排液管7排出;

[0046] S3:关闭液泵及水泵,启动机械臂9将吸附罐内的活性炭块12或离子交换树脂块从吸附罐中转移至解吸机构3进行解吸。

[0047] 其中,活性炭的制备为现有技术,可采用椰子壳炭高温活化得活性炭再盐酸水洗、去离子水洗、干燥、热处理后制得,其zeta电位差非常小达9.7mV且孔半径不超过1nm的孔的孔容积大达317.4mm/g,具有高的吸附钯(Pd)的容量。

[0048] 实施例二:

[0049] 与实施例一的不同在于,如图7所示,由于连通管与吸附罐的连接处位于吸附罐的中上部,为保证从吸附罐上部传输来的重金属废水从吸附材料流过而非从吸附材料外侧面与吸附罐内侧壁之间的空隙流过,可以在吸附材料(比如活性炭块12的外侧面上)的外侧面上固定包覆设置塑料膜14。塑料膜14的顶端固定连接环状塑料片15,环状塑料片15其远离塑料膜14的一端固定连接有橡胶环垫16以用于保证环状塑料片15始终位于塑料膜14的顶端(由于橡胶环垫16的设置,橡胶环垫16紧贴在吸附罐的罐体内侧壁上)。

[0050] 实施例三:

[0051] 与实施例一的不同在于,如图8所示,贵金属吸附机构2包括吸附罐,吸附罐上设有若干个基因工程菌液投加机构,基因工程菌液投加机构由低吸附量基因工程菌液投加机构及高吸附量基因工程菌液投加机构组成;分散结构为低吸附量基因工程菌液投加机构。吸附罐上设有若干个基因工程菌液投加机构,基因工程菌液投加机构的投加头17上设置启闭阀18,所述连通管与吸附罐的连接处位于吸附罐的中下部;部分基因工程菌液投加机构的投加头17位于吸附罐内重金属废水的液面下,位于吸附罐内重金属废水的液面下的投加头

17内设置单向阀,投加头17远离重金属废水的一端连通有输送压缩空气的分支管19。

[0052] 一种重金属废水中贵金属的吸附回收工艺,包括如下依次进行的工艺步骤:

[0053] S1:启动液泵将重金属废水排放池内的重金属废水输入到重金属废水储罐1内;启动水泵将重金属废水储罐1内的重金属废水输入至吸附罐内;

[0054] S2:一段时间后关闭液泵及水泵,重金属废水的水面位于吸附罐的中下部,先将低吸附量基因工程菌液投加机构中的投加头17上的启闭阀18打开,同时打开分支管19上的气阀,通过输入压缩空气将低吸附量基因工程菌液先投加到重金属废水中以用于分散贵金属在重金属废水液中的分布并吸附贵金属;

[0055] 然后将高吸附量基因工程菌液投加机构中的投加头17上的启闭阀18打开,同时打开分支管19上的气阀,通过输入压缩空气将高吸附量基因工程菌液再投加到重金属废水中以用于吸附贵金属;

[0056] S3:2.5~3小时后打开排液管7上的阀门开始排液,排液管7将排液排入解吸机构3内解吸;

[0057] 在所述S3步骤中,解吸结构内设有微孔滤膜,采用抽滤分离的方式解吸回收贵金属。

[0058] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

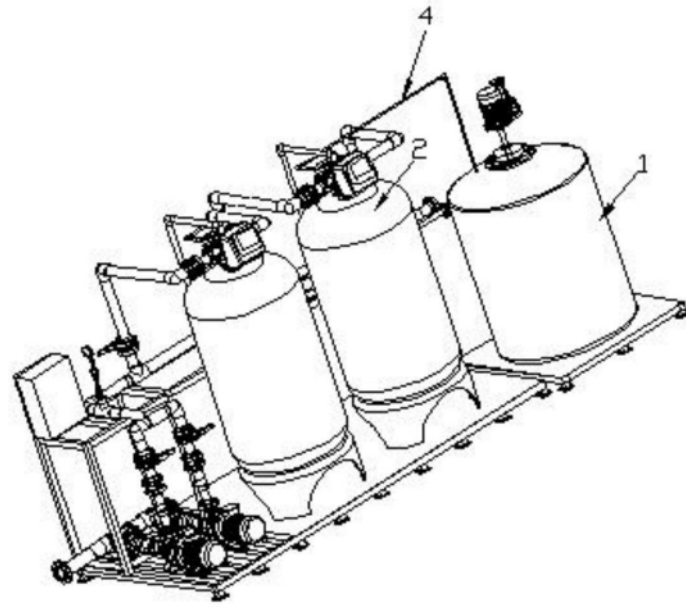


图1

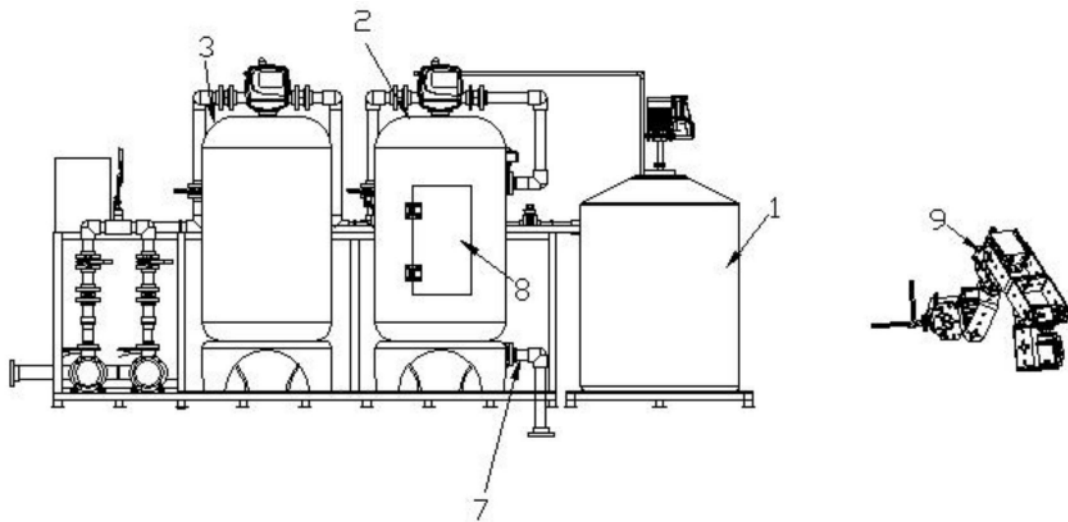


图2

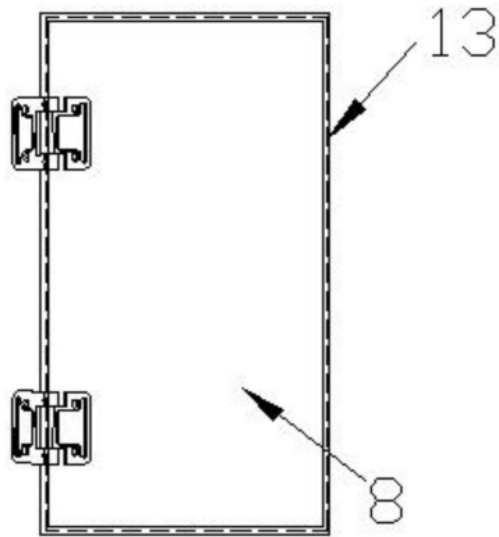


图3

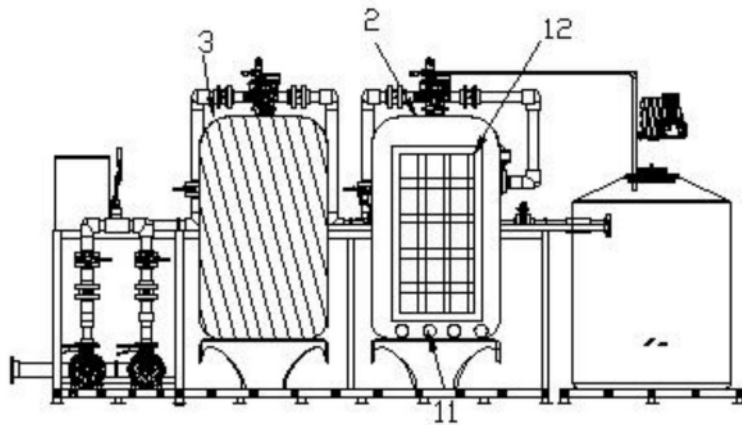


图4

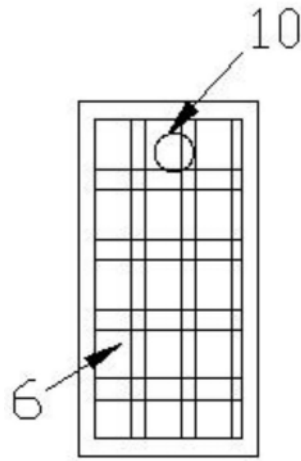


图5

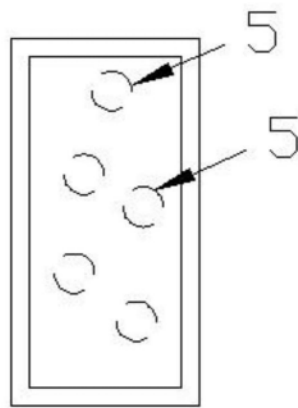


图6

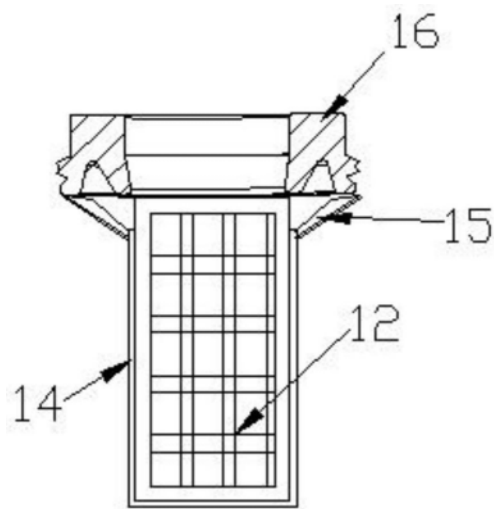


图7

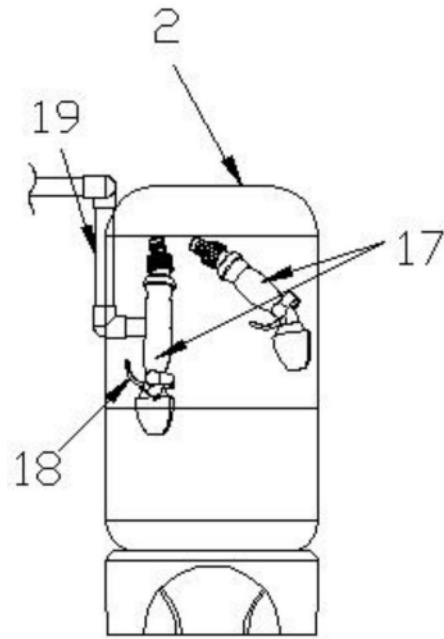


图8