(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110156100 B
(45)授权公告日 2023.02.28

(21)申请号 201910443869.6

(22)申请日 2019.05.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110156100 A

(43)申请公布日 2019.08.23

(73)专利权人 齐鲁工业大学
地址 250353 山东省济南市长清区大学路3501号

(72)发明人 王正顺 姜在勇 王源

(74)专利代理机构 济南金迪知识产权代理有限公司 37219
专利代理师 赵龙群

(51)Int.Cl.
C02F 1/04(2006.01)

(56)对比文件
CN 104909418 A,2015.09.16
CN 104909418 A,2015.09.16
CN 109399745 A,2019.03.01
US 4276124 A,1981.06.30
CN 107376384 A,2017.11.24

审查员 李美兰

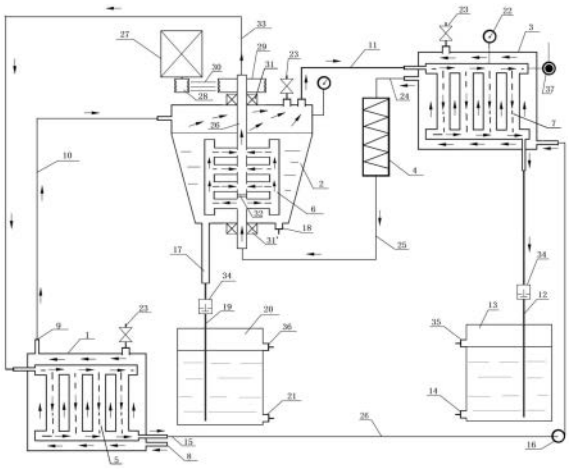
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种高效节能污水低压蒸发系统及其工作方法

(57)摘要

本发明涉及一种高效节能污水低压蒸发系统及其工作方法，属于污水处理领域，污水进入空气余热回收器，吸收余热后通过出口输送至低压锥形蒸发器的进口，在其内污水从第二传热管架吸收热量，变成蒸汽并进入第三传热管架，由于空气预热器内空气温度降低，变为冷凝液，进入冷凝液收集罐进行回；冷空气经循环风机进入空气预热器，经预热后的空气进入空气加热器进行加热，热风进入第二传热管架将热量传给污水，传热后的低温热风经热空气管、废热风管道进入空气余热回收器内的第一传热管架，经热回收后从冷空气出口进入下一个循环。本发明节能降耗，大大降低了污水处理成本，同时因为低压真空操作，而非压力容器，没有爆炸的危险性，安全性也大大提高。



CN 110156100 B

1.一种高效节能污水低压蒸发装置处理污水的方法，其特征在于，蒸发装置包括依次连接的空气余热回收器、低压锥形蒸发器、空气预热器和空气加热器；

所述空气余热回收器内设置有第一传热管架，所述低压锥形蒸发器内设置有第二传热管架，所述空气预热器内设置有第三传热管架；

所述空气余热回收器上设置有污水进口和污水出口，所述污水出口经原水输送管道连接低压锥形蒸发器的进口，所述低压锥形蒸发器上部通过蒸汽管道连接第三传热管架的进口，所述第三传热管架经冷凝液水腿管连接有冷凝液收集罐，所述冷凝液收集罐一侧下方设置有冷凝液排污口；

所述第一传热管架上设置有冷空气出口，冷空气出口通过循环风机与空气预热器的进口连接，所述空气预热器的出口通过管道经空气加热器连接第二传热管架的进口，所述第二传热管架的出口与所述第一传热管架的进口连接；

所述低压锥形蒸发器的下部设置有浓缩液收集管和排渣口，所述浓缩液收集管通过浓缩液水腿管连接有浓缩液罐，所述浓缩液罐一侧下部设置有浓缩液排污口；

所述第三传热管架连接有真空泵，所述空气余热回收器、低压锥形蒸发器和空气预热器上均设置有放空阀；

所述冷凝液收集罐的中上部设置有冷凝液水腿水封管，所述浓缩液罐的中上部设置有浓缩液水腿水封管；

所述低压锥形蒸发器呈圆锥体状，所述第二传热管架位于低压锥形蒸发器内部，所述第二传热管架中部设置有空心转轴，所述空心转轴连接有一传动系统，所述第二传热管架固定在空心转轴上且随空心转轴转动，所述空心转轴内装有热空气管，所述第二传热管架与热空气管相通，热空气管的出口与第一传热管架的进口连接；

所述传动系统包括电机、第一皮带轮和第二皮带轮，所述第一皮带轮和第二皮带轮之间设置有传动皮带，所述电机驱动第一皮带轮转动，所述第二皮带轮固定于空心转轴的上部并驱动空心转轴转动；

所述低压锥形蒸发器的上下分别设置有上盖板和下盖板，所述空心转轴通过滚动轴承固定在上盖板和下盖板上，所述滚动轴承与上盖板之间、以及滚动轴承与下盖板之间均采用填料密封；

所述第二传热管架包括竖直的两个侧边管和水平的多个横管，所述横管与热空气管相通；

从下往上第一个横管和第二个横管之间的空心转轴上设置有堵头；

处理污水的方法包括污水变净水过程和热风循环过程，所述污水变净水过程包括：

污水原水通过污水进口进入空气余热回收器，吸收第一传热管架内的余热后通过污水出口经原水输送管道输送至低压锥形蒸发器的进口，在低压锥形蒸发器内污水原水从第二传热管架吸收热量，变成蒸汽并通过蒸汽管道进入第三传热管架，在第三传热管架内变为冷凝液，经冷凝液水腿管进入冷凝液收集罐进行回收；

所述热风循环过程包括：

冷空气自冷空气出口经循环风机进入空气预热器，经预热后的空气进入空气加热器进行加热，加热后的空气为热风，热风进入第二传热管架将热量传给污水，传热后的低温热风经空心转轴内的热空气管、废热风管道进入空气余热回收器内的第一传热管架，经热回收

后从冷空气出口进入下一个循环。

2.根据权利要求1所述的高效节能污水低压蒸发装置处理污水的方法,其特征在于,所述空气预热器的出口通过预热空气管连接所述空气加热器,所述空气加热器通过热空气管连接所述第二传热管架的进口,所述空气加热器为电磁加热器。

3.根据权利要求2所述的高效节能污水低压蒸发装置处理污水的方法,其特征在于,所述热空气管通过废热风管道与第一传热管架的进口连接,所述热空气管与废热风管道之间通过石墨环进行端面密封。

4.根据权利要求1所述的高效节能污水低压蒸发装置处理污水的方法,其特征在于,所述冷凝液水腿管和浓缩液水腿管上均设置有止逆阀。

一种高效节能污水低压蒸发系统及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高效节能污水低压蒸发系统及其工作方法，属于污水处理技术领域。

背景技术

[0002] 近年来，随着工业化生产的迅速发展，环境污染日益加剧，因此国家越来越重视环境治理，对工业废水的排放管制日趋严厉，对于废水的排放标准液越来越高。

[0003] 高盐污水是指总含盐质量分数等于或高于1％的废水，主要来自于化工、造纸、石油开采及大规模海水淡化等工业过程，高浓度的卤水和化学废水不能直接排入城市废水系统，必须运转至特殊的工厂处理，去除高盐废水中有害污染物对环境产生的影响至关重要。工业生产过程中，经常会产生各种废液、污水等，常常利用物理化学、生物处理的方法将废水、废液中的污染物去除。

[0004] 物理化学方法中，蒸发浓缩系统常被用于废水的处理中，蒸发技术作为一种热分离技术，主要是根据溶剂和溶质挥发性不同的特性，进行溶液浓缩，将废水中的污染物与水分离。在蒸发过程中，污染物保留在浓缩液中，水蒸气经冷凝处理回收。

[0005] 然而，现有的用于工业废水处理的蒸发设备存在蒸发效率低，实际运行过程能耗大，污水治理成本高的问题。

发明内容

[0006] 针对现有技术的不足，本发明提供一种热效率高的高效节能污水低压蒸发系统及其工作方法，本发明节能降耗，大大降低了污水处理成本，同时因为低压真空操作，而非压力容器，没有爆炸的危险性，安全性也大大提高。

[0007] 本发明采用以下技术方案：

[0008] 一方面，本发明提供一种高效节能污水低压蒸发系统，包括依次连接的空气余热回收器、低压锥形蒸发器、空气预热器和空气加热器；

[0009] 所述空气余热回收器内设置有第一传热管架，所述低压锥形蒸发器内设置有第二传热管架，所述空气预热器内设置有第三传热管架；

[0010] 所述空气余热回收器上设置有污水进口和污水出口，所述污水出口经原水输送管道连接低压锥形蒸发器的进口，所述低压锥形蒸发器上部通过蒸汽管道连接第三传热管架的进口，所述第三传热管架经冷凝液水腿管连接有冷凝液收集罐，所述冷凝液收集罐一侧下方设置有冷凝液排污口；

[0011] 所述第一传热管架上设置有冷空气出口，冷空气出口通过循环风机与空气预热器的进口连接，所述空气预热器的出口通过管道经空气加热器连接第二传热管架的进口，所述第二传热管架的出口与所述第一传热管架的进口连接；

[0012] 所述低压锥形蒸发器的下部设置有浓缩液收集管和排渣口，所述浓缩液收集管通过浓缩液水腿管连接有浓缩液罐，所述浓缩液罐一侧下部设置有浓缩液排污口，可定期或

连续排出；

[0013] 所述第三传热管架连接有真空泵和真空表，可以在开机初期形成一定的真空度，真空表中显示真空度优选为(-0.095)～(-0.070)MPa之间，为低压低温蒸发创造条件，本发明正常生产时真空泵不会持续开机，只为维持一定真空度而间歇工作，以达到节能降耗的目的；

[0014] 所述空气余热回收器、低压锥形蒸发器和空气预热器上均设置有放空阀，便于停产时排空泄压排料。

[0015] 优选的，所述空气预热器的出口通过预热空气管连接所述空气加热器，所述空气加热器通过热空气管连接所述第二传热管架的进口，所述空气加热器为电磁加热器，电磁加热器将热风加热到80～120℃，由于温度不算高，空气加热器寿命大大延长，从而节约了设备维护成本。

[0016] 优选的，所述低压锥形蒸发器呈圆锥体状，所述第二传热管架位于低压锥形蒸发器内部，所述第二传热管架中部设置有空心转轴，所述空心转轴连接有一传动系统，所述第二传热管架固定在空心转轴上且随空心转轴转动，所述空心转轴内装有热空气管，优选固定设置在空心转轴内，所述第二传热管架与热空气管相通，通过第二传热管架传递热量给原水加热，热空气管的出口与第一传热管架的进口连接。

[0017] 优选的，所述传动系统包括电机、第一皮带轮和第二皮带轮，所述第一皮带轮和第二皮带轮之间设置有传动皮带，所述电机驱动第一皮带轮转动，所述第二皮带轮固定于空心转轴的上部并驱动空心转轴转动。空心转轴的转速优选为50～100转/分钟，能够促进第二传热管架、热空气管与低压锥形蒸发器内污水的传热效率，提供传热效果。

[0018] 优选的，所述低压锥形蒸发器的上下分别设置有上盖板和下盖板，所述空心转轴通过滚动轴承固定在上盖板和下盖板上，所述滚动轴承与上盖板之间、以及滚动轴承与下盖板之间均采用填料密封。

[0019] 优选的，所述第二传热管架包括竖直的两个侧边管和水平的多个横管，所述横管与热空气管相通；

[0020] 从下往上第一个横管和第二个横管之间设置有堵头，促使热风进入第二传热管架而不至于使热风直接通过热空气管发生短路而直接排出。

[0021] 优选的，所述热空气管通过废热风管道与第一传热管架的进口连接，为了保持密闭性，所述热空气管与废热风管道之间通过石墨环进行端面密封，在不影响相对转动的前提下尽量保持密封，且密封效果很好。

[0022] 本发明中，在各个部件的连接处优选均采取密封措施，以保证管道内具有一定的真空度，若有漏气现象，则可通过真空泵间歇工作，维持在需要的真空度即可。

[0023] 优选的，所述冷凝液水腿管和浓缩液水腿管上均设置有止逆阀，为了防止故障时浓缩液或冷凝液倒灌。

[0024] 优选的，所述冷凝液收集罐的中上部设置有冷凝液水腿水封管，所述浓缩液水腿管的中上部设置有浓缩液水腿水封管，目的是利用水腿形成持续的真空，节能降耗。

[0025] 一种高效节能污水低压蒸发系统的工作方法，包括污水变净水过程和热风循环过程，所述污水变净水过程包括：

[0026] 污水原水通过污水进口进入空气余热回收器，吸收第一传热管架内的余热后通过

污水出口经原水输送管道输送至低压锥形蒸发器的进口，在低压锥形蒸发器内污水原水从第二传热管架吸收热量，变成蒸汽并通过蒸汽管道进入第三传热管架，由于空气预热器内空气温度降低，在第三传热管架内变为冷凝液，经冷凝液水腿管进入冷凝液收集罐进行回收，最后可通过冷凝液水腿水封管的管口排出；

[0027] 所述热风循环过程包括：

[0028] 冷空气自冷空气出口经循环风机进入空气预热器，经预热后的空气进入空气加热器进行加热，加热后的空气为热风，热风进入第二传热管架将热量传给污水，传热后的低温热风经空心转轴内的热空气管、废热风管道进入空气余热回收器内的第一传热管架，经热回收后从冷空气出口进入下一个循环。

[0029] 本发明的循环过程中，空气余热回收器内第一传热管架内空气的温度在30-60℃左右，经循环风机进入空气预热器，在空气预热器内的温度在60-100℃，经空气加热器加热，空气在第二传热管架内的温度在100-120℃之间。

[0030] 污水原水从进口进入时的温度在0-30℃，经过空气余热回收器(即第一传热管架传热)后的温度在20-60℃，在低温锥形蒸发器内的温度为38-60℃时形成蒸汽，进入空气预热器的第三传热管架后的温度在30-50℃。

[0031] 本发明的有益效果为：

[0032] 1)本发明进入该系统的污水原水和排放冷凝水的温度基本维持在室温25±5℃，热风在其中循环使用，热效率在90％以上，节能降耗，污水处理成本大大降低，经济效益、环境效益和社会效益大大提高。

[0033] 2)由于在真空中低温操作，无压力操作，无爆炸风险，因而安全性大大提高。

附图说明

[0034] 图1为本发明的高效节能污水低压蒸发系统的一种实施例的结构示意图；

[0035] 其中，1-空气余热回收器，2-低压锥形蒸发器，3-空气预热器，4-空气加热器，5-第一传热管架，6-第二传热管架，7-第三传热管架，8-污水进口，9-污水出口，10-原水输送管道，11-蒸汽管道，12-冷凝液水腿管，13-冷凝液收集罐，14-冷凝液排污口，15-冷空气出口，16-循环风机，17-浓缩液收集管，18-排渣口，19-浓缩液水腿管，20-浓缩液罐，21-浓缩液排污口，22-真空表，23-放空阀，24-预热空气管，25-热空气管，26-空心转轴，27-电机，28-第一皮带轮，29-第二皮带轮，30-传动皮带，31-滚动轴承A，31’-滚动轴承B，32-堵头，33-废热风管道，34-止逆阀，35-冷凝液水腿水封管，36-浓缩液水腿水封管，37-真空泵。

具体实施方式：

[0036] 为使本发明要解决的技术问题、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图及具体实施例进行详细描述，但不仅限于此，本发明未详尽说明的，均按本领域常规技术。

[0037] 实施例1：

[0038] 一种高效节能污水低压蒸发系统，如图1所示，包括依次连接的空气余热回收器1、低压锥形蒸发器2、空气预热器3和空气加热器4；

[0039] 空气余热回收器1内设置有第一传热管架5，低压锥形蒸发器2内设置有第二传热管架6，空气预热器3内设置有第三传热管架7；

[0040] 空气余热回收器1上设置有污水进口8和污水出口9,污水出口9经原水输送管道10连接低压锥形蒸发器2的进口,低压锥形蒸发器2上部通过蒸汽管道11连接第三传热管架7的进口,第三传热管架7经冷凝液水腿管12连接有冷凝液收集罐13,冷凝液收集罐13一侧下方设置有冷凝液排污口14;

[0041] 第一传热管架5上设置有冷空气出口15,冷空气出口15通过循环风机16与空气预热器3的进口连接,空气预热器3的出口通过管道经空气加热器4连接第二传热管架6的进口,第二传热管架6的出口与第一传热管架5的进口连接;

[0042] 低压锥形蒸发器2的下部设置有浓缩液收集管17和排渣口18,浓缩液收集管17通过浓缩液水腿管19连接有浓缩液罐20,浓缩液罐20一侧下部设置有浓缩液排污口21,可定期或连续排出;

[0043] 第三传热管架7连接有真空泵37和真空表22,可以在开机初期形成一定的真空度,真空表中显示真空度优选为(-0.095)～(-0.070)MPa之间,为低压低温蒸发创造条件,本发明正常生产时真空泵不会持续开机,只为维持一定真空度而间歇工作,以达到节能降耗的目的;

[0044] 空气余热回收器1、低压锥形蒸发器2和空气预热器3上均设置有放空阀23,便于停产时排空泄压排料。

[0045] 实施例2:

[0046] 一种高效节能污水低压蒸发系统,结构如实施例1所示,所不同的是,空气预热器3的出口通过预热空气管24连接空气加热器4,空气加热器4通过热空气管25连接第二传热管架6的进口,空气加热器4为电磁加热器,电磁加热器将热风加热到80～120℃,由于温度不算高,因而加热器寿命大大延长,从而节约了设备维护成本。

[0047] 实施例3:

[0048] 一种高效节能污水低压蒸发系统,结构如实施例1所示,所不同的是,低压锥形蒸发器2呈圆锥体状,第二传热管架6位于低压锥形蒸发器2内部,第二传热管架6中部设置有空心转轴26,空心转轴26连接有一传动系统,第二传热管架6固定在空心转轴26上且随空心转轴26转动,空心转轴26内装有热空气管,固定设置在空心转轴26内,第二传热管架6与热空气管相通,通过第二传热管架6传递热量给原水加热,热空气管的出口与第一传热管架5的进口连接。

[0049] 实施例4:

[0050] 一种高效节能污水低压蒸发系统,结构如实施例3所示,所不同的是,传动系统包括电机27、第一皮带轮28和第二皮带轮29,所述第一皮带轮和第二皮带轮之间设置有传动皮带30,电机27驱动第一皮带轮28转动,第二皮带轮29固定于空心转轴26的上部并驱动空心转轴26转动。空心转轴26的转速为50～100转/分钟,能够促进第二传热管架6、热空气管与低压锥形蒸发器2内污水的传热效率,提供传热效果。

[0051] 实施例5:

[0052] 一种高效节能污水低压蒸发系统,结构如实施例4所示,所不同的是,低压锥形蒸发器2的上下分别设置有上盖板和下盖板,空心转轴26分别通过滚动轴承A 31、滚动轴承B 31’固定在上盖板和下盖板上,滚动轴承A 31与上盖板之间、以及滚动轴承B 31’与下盖板之间均采用填料密封。

[0053] 实施例6：

[0054] 一种高效节能污水低压蒸发系统，结构如实施例5所示，所不同的是，第二传热管架6包括竖直的两个侧边管和水平的多个横管，横管与热空气管相通；

[0055] 从下往上第一个横管和第二个横管之间设置有堵头32，促使热风进入第二传热管架而不至于使热风直接通过热空气管发生短路而直接排出。

[0056] 实施例7：

[0057] 一种高效节能污水低压蒸发系统，结构如实施例6所示，所不同的是，热空气管通过废热风管道33与第一传热管架5的进口连接，为了保持密闭性，热空气管与废热风管道33之间通过石墨环进行端面密封，在不影响相对转动的前提下尽量保持密封，且密封效果很好。

[0058] 实施例8：

[0059] 一种高效节能污水低压蒸发系统，结构如实施例1所示，所不同的是，冷凝液水腿管12和浓缩液水腿管19上均设置有止逆阀34，为了防止故障时浓缩液或冷凝液倒灌。

[0060] 实施例9：

[0061] 一种高效节能污水低压蒸发系统，结构如实施例8所示，所不同的是，冷凝液收集罐13的中上部设置有冷凝液水腿水封管35，浓缩液水腿管19的中上部设置有浓缩液水腿水封管，目的是利用水腿形成持续的真空，节能降耗。

[0062] 实施例10：

[0063] 一种高效节能污水低压蒸发系统的工作方法，包括污水变净水过程和热风循环过程，污水变净水过程包括：

[0064] 污水原水通过污水进口8进入空气余热回收器1，吸收第一传热管架5内的余热后通过污水出口9经原水输送管道10输送至低压锥形蒸发器2的进口，在低压锥形蒸发器2内污水原水从第二传热管6架吸收热量，变成蒸汽并通过蒸汽管道进入第三传热管架7，由于空气预热器3内空气温度降低，在第三传热管架7内变为冷凝液，经冷凝液水腿管12进入冷凝液收集罐13进行回收，最后可通过冷凝液水腿水封管的管口排出；

[0065] 热风循环过程包括：

[0066] 冷空气自冷空气出口15经循环风机16进入空气预热器3，经预热后的空气进入空气加热器4进行加热，加热后的空气为热风，热风进入第二传热管架6将热量传给污水，传热后的低温热风经空心转轴26内的热空气管、废热风管道33进入空气余热回收器1内的第一传热管5架，经热回收后从冷空气出口15进入下一个循环。

[0067] 以上所述是本发明的选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明所述原理的前提下，还可以作出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

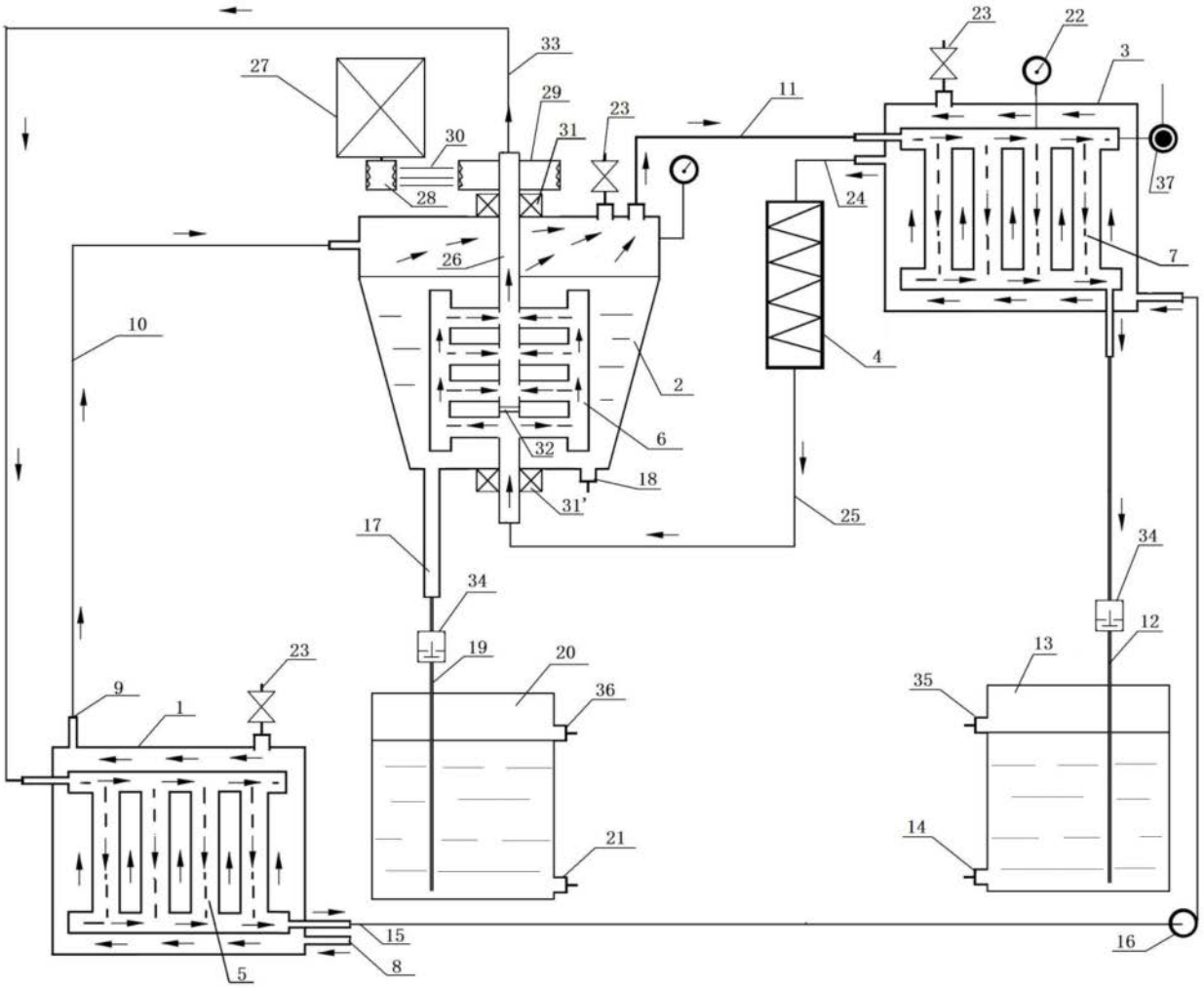

23
22
3
33
27
29
23
11
30
31
37
28
24
26
7
10
4
2
6
32
18
31'
25
17
34
34
12
23
19
20
13
9
1
36
35
21
14
15
16
8
5

图1