



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110165102 A

(43)申请公布日 2019.08.23

(21)申请号 201910257120.2

(22)申请日 2019.04.01

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72)发明人 张兄文 张强 彭年

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

代理人 徐文权

(51)Int.Cl.

H01M 2/10(2006.01)

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/6551(2014.01)

H01M 10/6569(2014.01)

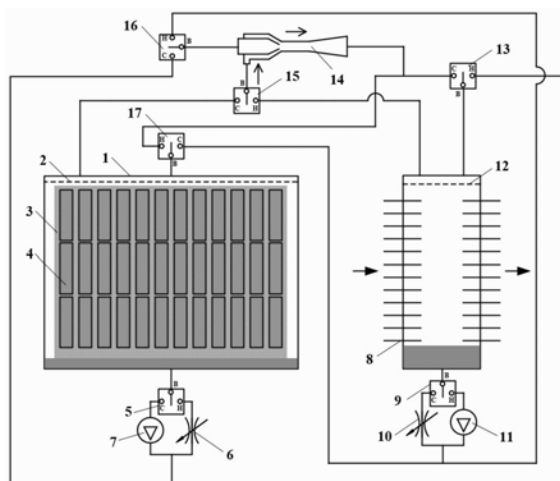
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种喷射-吸收热力循环电池热管理系统及其工作方法

(57)摘要

本发明公开了一种喷射-吸收热力循环电池热管理系统及其工作方法,包括换热器、电池封装箱、第一换向阀、第二换向阀、第三换向阀、第四换向阀、第五换向阀、第六换向阀、喷射器、第一循环泵、第二循环泵、第一节流阀及第二节流阀,该系统及其工作方法能够使得电池温度稳定且均匀的保持在工质的沸点附近。



1. 一种喷射-吸收热力循环电池热管理系统,其特征在于,包括换热器(8)、电池封装箱(1)、第一换向阀(13)、第二换向阀(15)、第三换向阀(16)、第四换向阀(17)、第五换向阀(5)、第六换向阀(9)、喷射器(14)、第一循环泵(7)、第二循环泵(11)、第一节流阀(6)及第二节流阀(10);

换热器(8)的液体入口与第一换向阀(13)的B位接口相连通,第一换向阀(13)的C位接口与第四换向阀(17)的H位接口及喷射器(14)的混合流体出口相连通,喷射器(14)的气体入口与第二换向阀(15)的B位接口相连通,第二换向阀(15)的C位接口与电池封装箱(1)的气体出口相连通,第二换向阀(15)的H位接口与换热器(8)的气体出口相连通,第四换向阀(17)的B位接口与电池封装箱(1)的液体入口相连通,第四换向阀(17)的C位接口与第三换向阀(16)的H位接口、第二节流阀(10)的出口及第二循环泵(11)的出口相连通,喷射器(14)的液体入口与第三换向阀(16)的B位接口相连通,第三换向阀(16)的C位接口与第一换向阀(13)的H位接口、第一节流阀(6)出口及第一循环泵(7)的出口相连通,电池封装箱(1)的液体出口与第五换向阀(5)的B位接口相连通,第五换向阀(5)的H位接口与第一节流阀(6)的入口相连通,第五换向阀(5)的C位接口与第一循环泵(7)的入口相连通,换热器(8)的液体出口与第六换向阀(9)的B位接口相连通,第六换向阀(9)的C位接口与第二节流阀(10)的入口相连通,第六换向阀(9)的H位接口与第二循环泵(11)的入口相连通。

2. 根据权利要求1所述的喷射-吸收热力循环电池热管理系统,其特征在于,电池封装箱(1)内设置有电池热防护体(3),所述电池热防护体(3)内设置有若干空腔,各空腔内均安装有电池(4),其中,电池热防护体(3)为多孔介质结构。

3. 根据权利要求2所述的喷射-吸收热力循环电池热管理系统,其特征在于,电池封装箱(1)上的气体出口及液体入口设置于电池封装箱(1)的顶部,电池封装箱(1)的液体出口位于电池封装箱(1)的底部,电池热防护体(3)的顶部与电池封装箱(1)顶部的内壁之间设置有带孔的第一格栅(2)。

4. 根据权利要求3所述的喷射-吸收热力循环电池热管理系统,其特征在于,换热器(8)的气体出口及液体入口均设置于换热器(8)的顶部,换热器(8)的液体出口位于换热器(8)的底部,且换热器(8)顶部的内侧设置有带孔的第二格栅(12)。

5. 根据权利要求1所述的喷射-吸收热力循环电池热管理系统,其特征在于,电池热防护体(3)的材质为阻燃性材料,所述阻燃性材料为改性亲水阻燃聚酯纤维、高亲水性聚酰胺酰亚胺纤维、聚苯并咪唑纤维或硅藻土。

6. 根据权利要求1所述的喷射-吸收热力循环电池热管理系统,其特征在于,换热器(8)的内壁面及外壁面上均设有强化换热翅片。

7. 一种权利要求4所述喷射-吸收热力循环电池热管理系统的工作方法,其特征在于,包括以下步骤:

当电池(4)需要冷却时,则将第一换向阀(13)、第二换向阀(15)、第三换向阀(16)、第四换向阀(17)、第五换向阀(5)及第六换向阀(9)中的C位接口与B位接口相连通,电池封装箱(1)内部的循环液体工质经电池封装箱(1)的液体出口及第一循环泵(7)输送至喷射器(14)中,再由喷射器(14)内部的喷管喷出,喷管高速喷射的射流引射来自电池封装箱(1)的气态循环工质,喷射的液态工质与被引射的气态工质在喷射器(14)的扩压管中充分混合,

形成气液混合流体,所述气液混合流体在喷射器(14)内的扩压管中速度降低,压强增大,同时混合过程中气态工质被液态工质吸收,气态工质转化为液态并释放热量,形成高温高压液体,所述高温高压液体经换热器(8)的液体入口进入到换热器(8)内,并经第二格栅(12)喷淋到换热器(8)内部的换热壁面上,然后与外部冷源发生冷凝换热,释放热量降温,降温后的流体由换热器(8)的液体出口流出,并经第二节流阀(10)降压后输送至电池封装箱(1)中,然后经第一格栅(2)均匀喷淋到电池热防护体(3)上,由于电池热防护体(3)为多孔介质结构,降温后的流体穿过电池热防护体(3)扩散传输到电池(4)的表面,吸收电池(4)的热量而蒸发形成气态工质,实现电池(4)的降温,所述气态工质穿过电池热防护体(3)扩散流出,然后从电池封装箱(1)的气体出口流出后进入到喷射器(14)的气体接口中进入下一次循环;

当电池(4)需要加热时,则将第一换向阀(13)、第二换向阀(15)、第三换向阀(16)、第四换向阀(17)、第五换向阀(5)及第六换向阀(9)中的H位接口与B位接口相连通,换热器(8)内的循环液体工质经换热器(8)的液体出口流出,并经第二循环泵(11)输送至喷射器(14)的液体入口中,循环液体工质由喷射器(14)内的喷管喷出,其中,高速喷射的射流引射来自于换热器(8)的气态循环工质,喷射的液态工质与被引射的气态工质在喷射器(14)内的扩压管中充分混合,形成气液混合流体,所述气液混合流体在喷射器(14)内的扩压管中速度降低,压强增大,同时混合过程中气态工质被液态工质吸收,气态工质转化为液态并释放热量,形成高温高压液体,所述高温高压液体进入电池封装箱(1)中,再经第一格栅(2)均匀喷淋到电池热防护体(3)上,在电池封装箱(1)内,未被吸收的气态工质冷凝为液态并释放热量,具有较高温度的液态工质穿过电池热防护体(3)扩散传输到电池(4)表面,并将热量传递给电池(4),实现对电池(4)的加热及保温,降温的液体工质穿过电池热防护体(3)掉落到电池封装箱(1)的底部,电池封装箱(1)底部的液态工质由电池封装箱(1)的液体出口流出,并经第一节流阀(6)降压后输送至换热器(8)的液体入口中,再经第二格栅(12)均匀喷淋到换热器(8)的内部换热壁面上,然后与外部热源进行热交换,以吸收外部热源的热量而蒸发为气态工质,所述气态工质经换热器(8)的气体出口流出后进入到喷射器(14)的气体接口中进入下一次循环。

一种喷射-吸收热力循环电池热管理系统及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明属于电池温度控制技术领域,涉及一种喷射-吸收热力循环电池热管理系统及其工作方法。

背景技术

[0002] 近年来,以锂电池为代表的二次电池在交通运输和大规模储能领域得到了广泛应用,伴随而来的则是频频引发严重事故的热管理问题。锂电池充放电过程中会产生大量的热,加上在实际应用中,电池并不是以单体的形式存在,而是串/并联成电池组,有时还处于密封装置中,如果产生的热量不能及时有效的排出,聚集过量后会使电池温度超出合理区间,严重恶化电池的工作性能。当温度过高时,电池会发生热失控。另外,大量单体电池通过串联、并联方式组成电池模组,需要保证电池组温度分布均匀,否则会导致电池的过充或过放问题,影响电池寿命和安全可靠性。低温情况下,需要对电池进行加热,否则会影响电池的能量密度,甚至会破坏电池内部结构。

[0003] 电池热管理系统(BMS)是通过冷却或加热使电池工作在适宜的温度区间,同时使电池组内部不同单电池之间的温差控制在适当的范围。目前电池热管理系统根据冷却介质不同分为通风冷却、液体冷却、相变材料冷却等,其中通风冷却基本采用空气为循环工质通过在电池表面的对流换热带走热量,这种方式具有若干优势:结构简单,制造和维护成本低,工质不用携带,空气密度和粘度小,寄生能耗低。但其劣势也是显而易见,空气比热容低,散热效率低,导致电池组和电池内部温差大,且系统会产生较大的振动和噪音,吸入的空气可能含有杂质等。液体冷却则需在电池组中建立冷板结构,通过液体工质在冷板中的循环实现换热,常见的循环工质为水和乙二醇的混合液。相比于空气,液体工质的比热容很大,换热效果也更好,但伴随而来的是循环工质自身重量大,加上冷板结构,占用更多体积和重量。较重的循环工质和更大的流动阻力导致循环的寄生功耗大。由于换热方式依然是利用工质显热,所以电池内部仍有温差。近年来,随着电池组规模和功率的不断增大以及对快充快放性能的要求越来越高,基于工质显热的通风和液体冷却愈发难以满足要求,采用相变材料做工质时,利用工质的潜热对电池进行冷却或加热,换热效率高,更能使电池相对稳定且均匀地保持在工质的沸点附近,具有很大的优势。目前的相变材料冷却方式主要是基于固体材料,如石蜡-石墨复合材料,但这种方式仅仅通过相变吸收了热量,还需要其它手段将热量带走,且相变时显著的体积变化率也限制它的应用。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点,提供了一种喷射-吸收热力循环电池热管理系统及其工作方法,该系统及其工作方法能够使得电池温度稳定且均匀的保持在工质的沸点附近。

[0005] 为达到上述目的,本发明所述的喷射-吸收热力循环电池热管理系统包括换热器、电池封装箱、第一换向阀、第二换向阀、第三换向阀、第四换向阀、第五换向阀、第六换向阀、

喷射器、第一循环泵、第二循环泵、第一节流阀及第二节流阀；

[0006] 换热器的液体入口与第一换向阀的B位接口相连通，第一换向阀的C位接口与第四换向阀的H位接口及喷射器的混合流体出口相连通，喷射器的气体入口与第二换向阀的B位接口相连通，第二换向阀的C位接口与电池封装箱的气体出口相连通，第二换向阀的H位接口与换热器的气体出口相连通，第四换向阀的B位接口与电池封装箱的液体入口相连通，第四换向阀的C位接口通过管道与第三换向阀的H位接口、第二节流阀的出口及第二循环泵的出口相连通，喷射器的液体入口与第三换向阀的B位接口相连通，第三换向阀的C位接口与第一换向阀的H位接口、第一节流阀的出口及第一循环泵的出口相连通，电池封装箱的液体出口与第五换向阀的B位接口相连通，第五换向阀的H位接口与第一节流阀的入口相连通，第五换向阀的C位接口与第一循环泵的入口相连通，换热器的液体出口与第六换向阀的B位接口相连通，第六换向阀的C位接口与第二节流阀的入口相连通，第六换向阀的H位接口与第二循环泵的入口相连通。

[0007] 电池封装箱内设置有电池热防护体，所述电池热防护体内设置有若干空腔，各空腔内均安装有电池，其中，电池热防护体为多孔介质结构。

[0008] 电池封装箱上的气体出口及液体入口设置于电池封装箱的顶部，电池封装箱的液体出口位于电池封装箱的底部，电池热防护体的顶部与电池封装箱顶部的内壁之间设置有带孔的第一格栅。

[0009] 换热器的气体出口及液体入口均设置于换热器的顶部，换热器的液体出口位于换热器的底部，且换热器顶部的内侧设置有带孔的第二格栅。

[0010] 电池热防护体的材质为阻燃性材料，所述阻燃性材料为改性亲水阻燃聚酯纤维、高亲水性聚酰胺酰亚胺纤维、聚苯并咪唑纤维或硅藻土。

[0011] 换热器的内壁面及外壁面上均设有强化换热翅片。

[0012] 本发明所述喷射-吸收热力循环电池热管理系统的工作方法包括以下步骤：

[0013] 当电池需要冷却时，则将第一换向阀、第二换向阀、第三换向阀、第四换向阀、第五换向阀及第六换向阀中的C位接口与B位接口相连通，电池封装箱内部的循环液体工质经电池封装箱的液体出口及第一循环泵输送至喷射器中，再由喷射器内部的喷管喷出，喷管高速喷射的射流引射来自电池封装箱的气态循环工质，喷射的液态工质与被引射的气态工质在喷射器的扩压管中充分混合，形成气液混合流体，所述气液混合流体在喷射器内的扩压管中速度降低，压强增大，同时混合过程中气态工质被液态工质吸收，气态工质转化为液态并释放热量，形成高温高压液体，所述高温高压液体经换热器的液体入口进入到换热器内，并经第二格栅喷淋到换热器内部的换热壁面上，然后与外部冷源发生冷凝换热，释放热量，降温后的流体由换热器的液体出口流出，并经第二节流阀降压后输送至电池封装箱中，然后经第一格栅均匀喷淋到电池热防护体上，由于电池热防护体为多孔介质结构，降温后的流体穿过电池热防护体扩散传输到电池的表面，吸收电池的热量而蒸发形成气态工质，电池温度下降，所述气态工质穿过电池热防护体扩散流出，然后从电池封装箱的气体出口流出后进入到喷射器的气体接口中进入下一次循环。

[0014] 当电池需要加热时，则将第一换向阀、第二换向阀、第三换向阀、第四换向阀、第五换向阀及第六换向阀中的H位接口与B位接口相连通，换热器内的循环液体工质经换热器的液体出口流出，并经第二循环泵输送至喷射器的液体入口中，循环液体工质由喷射器

内的喷管喷出,其中,高速喷射的射流引射来自于换热器的气态循环工质,喷射的液态工质与被引射的气态工质在喷射器内的扩压管中充分混合,形成气液混合流体,所述气液混合流体在喷射器内的扩压管中速度降低,压强增大,同时混合过程中气态工质被液态工质吸收,气态工质转化为液态并释放热量,形成高温高压液体,所述高温高压液体进入电池封装箱中,再经第一格栅均匀喷淋到电池热防护体上,在电池封装箱内,未被吸收的气态工质冷凝为液态并释放热量,具有较高温度的液态工质穿过电池热防护体扩散传输到电池表面,并将热量传递给电池,实现对电池的加热及保温,降温后液体工质穿过电池热防护体掉落到电池封装箱的底部,电池封装箱底部的液态工质由电池封装箱的液体出口流出,并经第一节流阀降压后输送至换热器的液体入口中,再经第二格栅均匀喷淋到换热器的内部换热壁面上,然后与外部热源进行热交换,吸收外部热源的热量而蒸发为气态工质,所述气态工质经换热器的气体出口流出后进入到喷射器的气体接口中进入下一次循环。

[0015] 本发明具有以下有益效果:

[0016] 本发明所述的喷射-吸收热力循环电池热管理系统及其工作方法,利用循环工质的相变潜热,使得换热效率大大加强,同时能够使得电池的温度稳定且均匀的保持在工质的沸点附近,控温效果极佳,同时省去大型风扇或者冷板结构所占用的空间及重量,另外,需要说明的是,本发明采用喷射器、第一节流阀及第二节流阀改变工质循环时的压力,从而使得冷凝温度高于蒸发温度,省去功耗较大的压缩机的同时,保证高效的换热效果。此外,当气液工质在喷射器中充分混合时,液态工质还能对气态工质起到吸收的作用,加速气态工质热量的释放并提高循环效率。

[0017] 进一步,电池热防护体为多孔介质结构,不需要被动的将电池全部或者部分浸没于循环工质中,减少了循环工质的携带量,减轻重量及寄生循环功耗。

附图说明

[0018] 图1为本发明的结构示意图。

[0019] 其中,1为电池封装箱、2为第一格栅、3为电池热防护体、4为电池、5为第五换向阀、6为第一节流阀、7为第一循环泵、8为换热器、9为第六换向阀、10为第二节流阀、11为第二循环泵、12为第二格栅、13为第一换向阀、14为喷射器、15为第二换向阀、16为第三换向阀、17为第四换向阀。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述:

[0021] 参考图1,本发明所述的喷射-吸收热力循环电池热管理系统包括换热器8、电池封装箱1、第一换向阀13、第二换向阀15、第三换向阀16、第四换向阀17、第五换向阀5、第六换向阀9、喷射器14、第一循环泵7、第二循环泵11、第一节流阀6及第二节流阀10;所述第一换向阀13、喷射器14、第二换向阀15、第三换向阀16、第四换向阀17、第五换向阀5及第六换向阀9均为两位三通换向阀;换热器8的液体入口与第一换向阀13的B位接口相连通,第一换向阀13的C位接口与第四换向阀17的H位接口及喷射器14的混合流体出口相连通,喷射器14的气体入口与第二换向阀15的B位接口相连通,第二换向阀15的C位接口与电池封装箱1的气体出口相连通,第二换向阀15的H位接口与换热器8的气体出口相连通,第四换

向阀17的B位接口与电池封装箱1的液体入口相连通,第四换向阀17的C位接口通过管道与第三换向阀16的H位接口、第二节流阀10的出口及第二循环泵11的出口相连通,喷射器14的液体入口与第三换向阀16的B位接口相连通,第三换向阀16的C位接口与第一换向阀13的H位接口、第一节流阀6的出口及第一循环泵7的出口相连通,电池封装箱1的液体出口与第五换向阀5的B位接口相连通,第五换向阀5的H位接口与第一节流阀6的入口相连通,第五换向阀5的C位接口与第一循环泵7的入口相连通,换热器8的液体出口与第六换向阀9的B位接口相连通,第六换向阀9的C位接口与第二节流阀10的入口相连通,第六换向阀9的H位接口与第二循环泵11的入口相连通,其中,换热器8的内壁面及外壁面上均设有强化换热翅片。

[0022] 电池封装箱1内设置有电池热防护体3,所述电池热防护体3内设置有若干空腔,各空腔内均安装有电池4,其中,电池热防护体3为多孔介质结构。

[0023] 电池封装箱1上的气体出口及液体入口设置于电池封装箱1的顶部,电池封装箱1的液体出口位于电池封装箱1的底部,电池热防护体3的顶部与电池封装箱1顶部的内壁之间设置有带孔的第一格栅2;换热器8的气体出口及液体入口均设置于换热器8的顶部,换热器8的液体出口位于换热器8的底部,且换热器8顶部的内侧设置有带孔的第二格栅12。

[0024] 本发明所述的所述喷射-吸收热力循环电池热管理系统的工作方法包括以下步骤:

[0025] 当电池4需要冷却时,则将第一换向阀13、第二换向阀15、第三换向阀16、第四换向阀17、第五换向阀5及第六换向阀9中的C位接口与B位接口相连通,电池封装箱1内部的循环液体工质经电池封装箱1的液体出口及第一循环泵7输送至喷射器14中,再由喷射器14内部的喷管喷出,喷管高速喷射的射流引射来自电池封装箱1的气态循环工质,喷射的液态工质与被引射的气态工质在喷射器14的扩压管中充分混合,形成气液混合流体,所述气液混合工质在喷射器14内的扩压管中速度降低,压强增大,同时混合过程中气态工质被液态工质吸收,气态工质转化为液态并释放热量,形成高温高压液体,所述高温高压液体经换热器8的液体入口进入到换热器8内,并经第二格栅12喷淋到换热器8内部的换热壁面上,然后与外部冷源发生冷凝换热,以释放热量,降温后的流体由换热器8的液体出口流出,并经第二节流阀10降压后输送至电池封装箱1中,然后经第一格栅2均匀喷淋到电池热防护体3上,由于电池热防护体3为多孔介质结构,降温后的流体穿过电池热防护体3扩散传输到电池4的表面,吸收电池4的热量而蒸发形成气态工质,电池4温度下降,所述气态工质穿过电池热防护体3扩散流出,然后从电池封装箱1的气体出口流出后进入到喷射器14的气体接口中进行下一次循环。

[0026] 当电池4需要加热时,则将第一换向阀13、第二换向阀15、第三换向阀16、第四换向阀17、第五换向阀5及第六换向阀9中的H位接口与B位接口相连通,换热器8内的循环液体工质经换热器8的液体出口流出,并经第二循环泵11输送至喷射器14的液体入口中,循环液体工质由喷射器14内的喷管喷出,高速喷射的射流引射来自于换热器8的气态循环工质,喷射的液态工质与被引射的气态工质在喷射器14内的扩压管中充分混合,形成气液混合流体,所述气液混合流体在喷射器14内的扩压管中速度降低,压强增大,同时混合过程中气态工质被液态工质吸收,气态工质转化为液态并释放热量,形成高温高压液体,所述高温高压液体进入电池封装箱1中,再经第一格栅2均匀喷淋到电池热防护体3上,在电池封装箱1内,

未被吸收的气态工质冷凝为液态并释放热量,具有较高温度的液态工质穿过电池热防护体3扩散传输到电池4表面,并将热量传递给电池4,实现对电池4的加热及保温,降温后液态工质穿过电池热防护体3掉落到电池封装箱1的底部,电池封装箱1底部的液态工质由电池封装箱1的液体出口流出,并经第一节流阀6降压后输送至换热器8的液体入口中,再经第二格栅12均匀喷淋到换热器8的内部换热壁面上,然后与外部热源进行热交换,吸收外部热源的热量而蒸发为气态工质,所述气态工质经换热器8的气体出口流出后进入到喷射器14的气体接口中进行下一次循环。

[0027] 电池热防护体3的材质为阻燃性材料,所述阻燃性材料为改性亲水阻燃聚酯纤维、高亲水性聚酰胺酰亚胺纤维、聚苯并咪唑纤维或硅藻土;循环工质在工作压力下相变温度为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$;循环工质为R1336mzz、R1233zd、Novec 649、HFE7000、R1224yd (Z)、RE245fa2、R365mfc、HFE-347mmy或HFE-347mcc;或者循环工质为R1336mzz、R1233zd、Novec 649、HFE7000、R1224yd (Z)、RE245fa2、R365mfc、HFE-347mmy、HFE-347mcc、HFE7100及HFE7500中的两种或两种以上按任意比例混合的混合物。

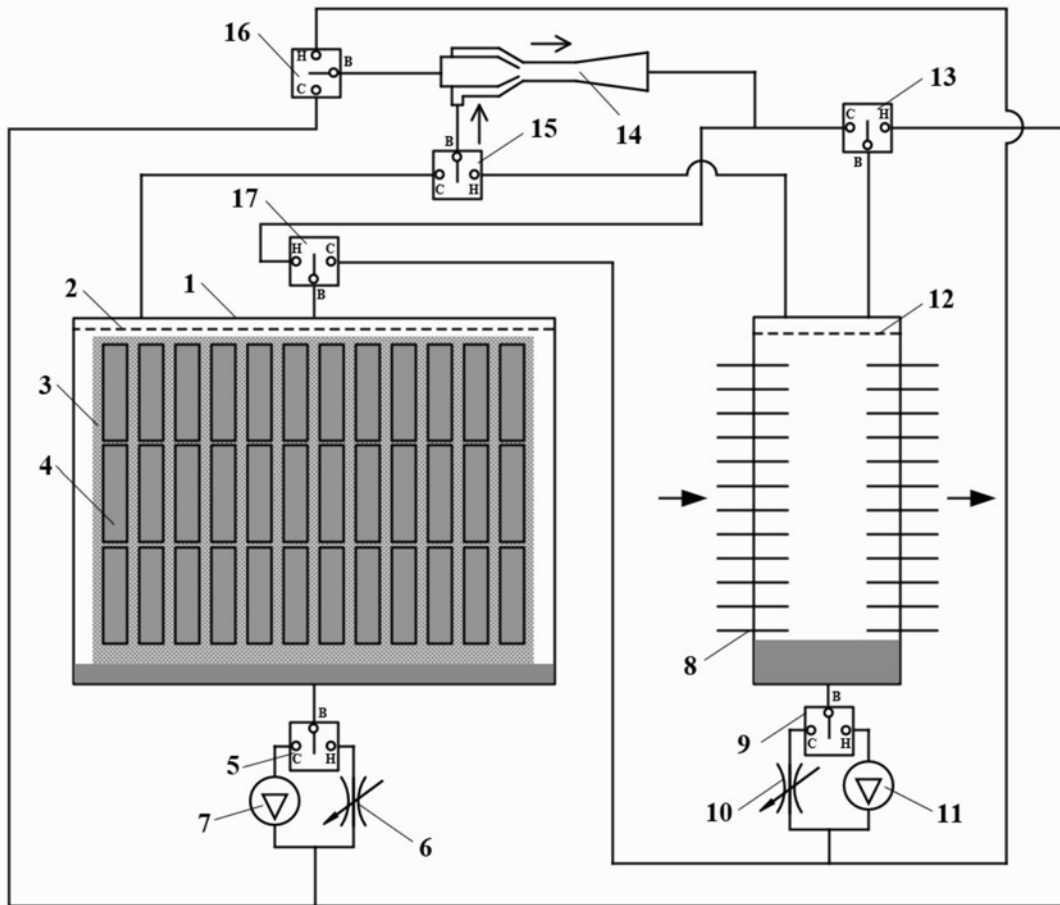


图1