



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109974323 B

(45)授权公告日 2020.05.15

(21)申请号 201910164405.1

F25B 41/06(2006.01)

(22)申请日 2019.03.05

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109974323 A

- CN 102692092 A, 2012.09.26,
- CN 108426388 A, 2018.08.21,
- CN 108397936 A, 2018.08.14,
- JP 2004308424 A, 2004.11.04,
- SG 10201405411 A1, 2016.04.28,
- CN 100362210 C, 2008.01.16,
- CN 102538288 A, 2012.07.04,

(43)申请公布日 2019.07.05

(73)专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

审查员 李玉婷

(72)发明人 潘利生 李冰 史维秀 姚远 魏小林

(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51)Int.Cl.

F25B 9/08(2006.01)

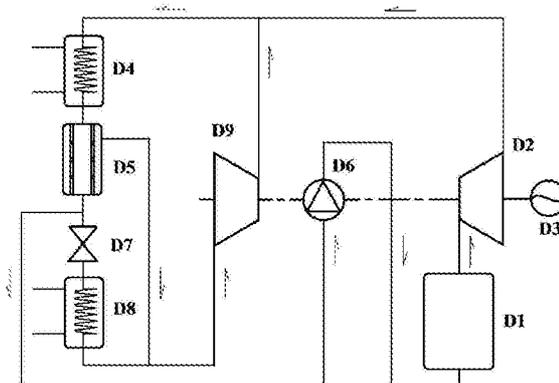
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种带喷流降温装置的冷热电联供循环方法及系统

(57)摘要

本发明实施例公开了一种带喷流降温装置的冷热电联供循环方法及系统,工质泵用于对液态工质进行增压,且工质泵的出口连接加热器的进口,加热器的出口连接膨胀部件的进口,膨胀部件的出口与冷却器的进口连接,冷却器的出口与喷流装置的主流入口连接,喷流装置的主流出口分别与工质泵的入口和节流阀的入口连接,节流阀的出口与蒸发器的入口连接,蒸发器的出口和喷流装置的气态出口均与增压部件的入口相连,增压部件的出口与冷却器的进口相连。本发明不仅通过一个整体的正逆耦合循环,达到冷热电联供的目的,实现能源的梯级利用,而且通过采用喷流降温装置,避免了由于内嵌正循环接连经过膨胀/节流和增压过程而导致的不可逆损失严重的问题。



1. 一种带喷流降温装置的冷热电联供循环方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤100、将液态的循环工质经过工质泵增压后进入加热器吸收热量,得到高温高压循环工质;

步骤200、高温高压循环工质进入膨胀部件中膨胀做功并对外输出轴功,形成低压高温循环工质;

步骤300、低压高温循环工质与来自增压部件的工质混合后进入冷却器,然后被冷却介质冷却得到近临界状态的低温低压循环工质;

步骤400、低温低压循环工质进入喷流装置通过喷射汽化实现自降温,并得到气态工质和低温液态工质,一部分液态工质直接进入工质泵,另一部分液态工质通过节流阀节流降压后进入蒸发器;

步骤500、低温液态的循环工质在蒸发器中与放热介质发生热交换,产生低温介质,向用户提供冷源;从喷流装置出来气态工质与在蒸发器中吸收热量后形成的气态工质混合后进入增压部件进行增压,并与膨胀部件出来的循环工质混合后再次进入冷却器,完成整个循环过程。

2. 根据权利要求1所述的一种带喷流降温装置的冷热电联供循环方法,其特征在于,所述增压部件具体为压缩机或引射器,当所述增压部件为引射器时,气态工质直接进入引射器的低压气入口,从所述膨胀部件出来的循环工质进入引射器高压气入口,经过引射器引射后的混合气体再进入冷却器。

3. 根据权利要求1所述的一种带喷流降温装置的冷热电联供循环方法,其特征在于,还包括一回热器,步骤100中液态的循环工质经过工质泵增压后的低温高压循环工质进入回热器高压侧并被从膨胀部件做功后的低压高温循环工质加热后再进入加热器;同时做功后的低压高温循环工质被工质泵增压后的低温高压循环工质进行冷却。

4. 根据权利要求3所述的一种带喷流降温装置的冷热电联供循环方法,其特征在于,步骤500中的气态工质与在蒸发器中吸收热量后形成的气态工质混合后由增压部件增压,并与回热器低压侧出来的工质混合再次进入冷却器,完成整个循环过程。

5. 根据权利要求1所述的一种带喷流降温装置的冷热电联供循环方法,其特征在于,所述步骤300中冷却介质同时被低压高温循环工质加热,向用户提供热介质,所述热介质为热水或蒸汽;所述步骤500中的低温介质为冷冻水或冷气。

6. 一种带喷流降温装置的冷热电联供循环系统,其特征在于,包括加热器(D1)、膨胀部件(D2)、发电机(D3)、冷却器(D4)、喷流装置(D5)、工质泵(D6)、节流阀(D7)、蒸发器(D8)和增压部件(D9);所述工质泵(D6)用于对液态工质进行增压,且所述工质泵(D6)的出口连接所述加热器(D1)的进口,所述加热器(D1)的出口连接所述膨胀部件(D2)的进口,所述膨胀部件(D2)的出口与所述冷却器(D4)的进口通过管道连接,所述冷却器(D4)的出口与所述喷流装置(D5)的主流入口(1)连接,所述喷流装置(D5)的主流出口(5)分别与工质泵(D6)的入口和节流阀(D7)的入口连接,所述节流阀(D7)的出口通过管道与所述蒸发器(D8)的入口连接,所述蒸发器(D8)的出口和所述喷流装置(D5)的气态出口(6)均与增压部件(D9)的入口相连,所述增压部件(D9)的出口与所述冷却器(D4)的进口相连。

7. 根据权利要求6所述的一种带喷流降温装置的冷热电联供循环系统,其特征在于,还包括回热器(D10),所述回热器(D10)的高压侧入口与工质泵(D6)的出口连接,所述回热器

(D10)的高压侧出口与所述加热器(D1)的进口通过管道连接,所述膨胀部件(D2)的出口与所述回热器(D10)的低压侧入口相连,所述回热器(D10)的低压侧出口与所述冷却器(D4)的进口通过管道相连。

8.根据权利要求6所述的一种带喷流降温装置的冷热电联供循环系统,其特征在于,所述膨胀部件为透平机或膨胀机。

9.根据权利要求6所述的一种带喷流降温装置的冷热电联供循环系统,其特征在于,所述喷流装置(D5)包括壳体(2),在所述壳体(2)的上、下端分别设置有主流入口(1)和主流出口(5),在所述壳体(2)的侧壁上设置有气态出口(6),在所述壳体(2)内部环向设置有喷流壁(3),且在所述喷流壁(3)上设置有若干用于在所述主流入口(1)和所述气态出口(6)之间压差作用下喷射主流工质的微孔(4);所述气态出口(6)设置在所述壳体(2)侧壁的上端。

10.根据权利要求6所述的一种带喷流降温装置的冷热电联供循环系统,其特征在于,所述增压部件为压缩机或引射器,当所述增压部件为引射器时,所述蒸发器(D8)的出口和所述喷流装置(D5)的气态出口(6)连接所述引射器的低压气入口,所述膨胀部件的出口连接所述引射器的高压气入口。

一种带喷流降温装置的冷热电联供循环方法及系统

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及冷热电联供系统技术领域,具体涉及一种带喷流降温装置的冷热电联供循环方法及系统。

背景技术

[0002] 能源是人类社会不断进步的重要物质基础,对国家安全和经济发展起着至关重要的作用。目前,能源结构仍以化石能源为主,伴随化石能源的日渐枯竭,能源匮乏的形势越来越严峻。

[0003] 分布式能源技术和能源的梯级利用原则有利于提高总体能源利用率,缓解能源短缺的问题。冷热电三联供属于分布式能源技术范畴,能同时对外提供冷、热、电三种不同形式的能量供给,满足人们不同形式的用能需求。

[0004] 冷热电三联供技术亦应遵循能源的梯级利用原则,高能高用、低能低用,实现能量供给的优化匹配,有利于降低能源转换过程中的不可逆损失,具有综合用能效率高的特点。

[0005] 冷热电三联供技术可以天然气燃烧热作为热源,通过将三个功能技术集于一个系统来实现三种不同形式的能量供应,该技术在一定程度上提升了系统总体用能效率,但该系统内部的三个功能技术模块分别独立工作,如采用燃气轮机发电、采用烟气余热驱动吸收式制冷系统、采用烟气换热器回收热能供热,热能的中间转化过程较多,整体不可逆损失较大,且各模块间比较分散,占用空间大,系统初投资高。

发明内容

[0006] 为此,本发明实施例提供一种带喷流降温装置的冷热电联供循环方法及系统,通过采用一个喷流降温装置,实现主流工质的冷却降温,并达到液态,满足工质泵进口的要求。

[0007] 为了实现上述目的,本发明的实施方式提供如下技术方案:

[0008] 根据本发明实施方式的第一个方面,提供了一种带喷流降温装置的冷热电联供循环方法,包括如下步骤:

[0009] 步骤100、将液态的循环工质经过工质泵增压后进入加热器吸收热量,得到高温高压循环工质;

[0010] 步骤200、高温高压循环工质进入膨胀部件中膨胀做功并对外输出轴功,形成低压高温循环工质;

[0011] 步骤300、低压高温循环工质与来自膨胀部件的增压部件出口的工质混合后进入冷却器后被冷却介质冷却后得到近临界状态的低温低压循环工质;

[0012] 步骤400、低温低压循环工质进入喷流装置通过喷射汽化实现自降温,并得到气态工质和低温液态工质,一部分液态工质直接进入工质泵,另一部分液态工质通过节流阀节流降压后进入蒸发器;

[0013] 步骤500、低温液态的循环工质在蒸发器中与放热介质发生热交换,产生低温介

质,向用户提供冷源;从喷流装置出来气态工质与在蒸发器中吸收热量后形成的气态工质混合后进入增压部件进行增压,并与膨胀部件出来的循环工质混合再次进入冷却器,完成整个循环过程。

[0014] 进一步地,所述增压部件具体为压缩机或引射器,当所述增压部件为引射器时,气态工质直接进入引射器的低压气入口,从所述膨胀部件出来的循环工质进入引射器高压气入口,经过上述引射器引射后的混合气体再进入冷却器。

[0015] 进一步地,还包括一回热器,步骤100中液态的循环工质经过工质泵增压后的低温高压循环工质进入回热器高压侧并被从膨胀部件做功后的低压高温循环工质加热后再进入加热器;同时做功后的低压高温循环工质被工质泵增压后的低温高压循环工质进行冷却。

[0016] 进一步地,步骤500中的气态工质与在蒸发器中吸收热量后形成的气态工质混合后由增压部件增压,并与回热器低压侧出来的工质混合再次进入冷却器,完成整个循环过程。

[0017] 进一步地,所述步骤300中冷却介质同时被低压高温循环工质加热,向用户提供热介质,所述热介质为热水或蒸汽,所述步骤500中的低温介质为冷冻水或冷气。

[0018] 根据本发明实施方式的第二个方面,提供了一种带喷流降温装置的冷热电联供循环系统,包括加热器、膨胀部件、发电机、冷却器、喷流装置、工质泵、节流阀、蒸发器和增压部件;所述工质泵用于对液态工质进行增压,且所述工质泵的出口连接所述加热器的进口,所述加热器的出口连接所述膨胀部件的进口,所述膨胀部件的出口与所述冷却器的进口通过管道连接,所述冷却器的出口与所述喷流装置的主流入口连接,所述喷流装置的主流出口分别与工质泵的入口和节流阀的入口连接,所述节流阀的出口通过管道与所述蒸发器的入口连接,所述蒸发器的出口和所述喷流装置的气态出口均与增压部件的入口相连,所述增压部件的出口与所述冷却器的进口相连。

[0019] 进一步地,还包括回热器,所述回热器的高压侧入口与工质泵的出口连接,所述回热器的高压侧出口与所述加热器的进口通过管道连接,所述膨胀部件的出口与所述回热器的低压侧入口相连,所述回热器的低压侧出口与所述冷却器的进口通过管道相连。

[0020] 进一步地,所述膨胀部件为透平机或膨胀机。

[0021] 进一步地,所述喷流装置包括壳体,在所述壳体的上、下端分别设置有主流入口和主流出口,在所述壳体的侧壁上设置有气态出口,在所述壳体内部环向设置有喷流壁,且在所述喷流壁上设置有若干用于在所述主流入口和所述气态出口之间压差作用下喷射主流工质的微孔;所述气态出口设置在所述壳体侧壁的上端。

[0022] 进一步地,所述增压部件为压缩机或引射器,当所述增压部件为引射器时,所述蒸发器的出口和所述喷流装置的气态出口连接所述引射器的低压气入口,所述膨胀部件的出口连接所述引射器的高压气入口。

[0023] 本发明的实施方式具有如下优点:

[0024] 本发明采用简单的装置结构实现了液态工质降温,满足了实验研究或新循环系统研发中对低温制冷剂的需求,在常规制冷循环中采用该方法及装置,有助于减小蒸发器面积,降低机组体积和加工成本。

附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明的实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是示例性的,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图引伸获得其它的实施附图。

[0026] 本说明书所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本发明可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容得能涵盖的范围内。

[0027] 图1为本发明实施方式不带回热器的循环方法及系统流程图;

[0028] 图2为本发明实施方式带回热器的循环方法及系统流程图;

[0029] 图3为本发明实施方式不带回热器的循环状态变化图;

[0030] 图4为本发明实施方式带回热器的循环状态变化图;

[0031] 图5为本发明实施方式的喷流装置的结构示意图。

[0032] 图中:

[0033] D1-加热器,D2-膨胀部件,D3-发电机,D4-冷却器,D5-喷流装置,D6-工质泵,D7-节流阀,D8-蒸发器,D9-增压部件(压缩机),D10-回热器;

[0034] 1-主流入口;2-壳体;3-喷流壁;4-微孔;5-主流出口;6-气态出口。

[0035] P1-膨胀部件入口,P2a-膨胀部件出口,P2b-增压部件(压缩机)出口,P2-冷却器入口,P3-喷流装置入口;P3a,P3b,P3c为喷流壁上不同的三个微孔,P4-工质泵入口,P5-工质泵出口,P6-节流阀出口,P7-蒸发器出口,Pa-回热器低压侧出口,Pb-回热器高压侧出口。

具体实施方式

[0036] 以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式,熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0037] 如图1所示,本实施例提供了一种带喷流降温装置的冷热电联供循环系统,该系统的具体构造和连接方式为:

[0038] 该系统主要包括加热器D1、膨胀部件D2、发电机D3、冷却器D4、喷流装置D5、工质泵D6、节流阀D7、蒸发器D8和增压部件D9;其中增压部件D9可以是压缩机或引射器,下面以增压部件D9为压缩机为例,结合图1对其具体关系进行说明:

[0039] 工质泵D6用于对液态工质进行增压,且所述工质泵D6的出口连接所述加热器D1的进口,所述加热器D1的出口连接所述膨胀部件D2的进口,所述膨胀部件D2的出口与所述冷却器D4的进口通过管道连接,所述冷却器D4的出口与所述喷流装置D5的主流入口连接,所述喷流装置D5的主流出口分别与工质泵D6的入口和节流阀D7的入口连接,所述节流阀D7的出口通过管道与所述蒸发器D8的入口连接,所述蒸发器D8的出口和所述喷流装置D5的气态出口均与增压部件D9的入口相连,所述增压部件D9的出口与所述冷却器D4的进口相连。

[0040] 当所述增压部件为引射器时,由于引射器具有一个低压气入口、一个高压气入口

和一个出口,因此,采用引射器代替压缩机的时候,所述蒸发器D8的出口和所述喷流装置D5的气态出口6连接所述引射器的低压气入口,所述膨胀部件的出口连接所述引射器的高压气入口。

[0041] 同理,以增压部件D7为压缩机为例,该系统的循环过程如下:

[0042] 步骤100,将液态的循环工质经过工质泵增压后进入加热器吸收热量会后得到高温高压循环工质。

[0043] 步骤200,高温高压循环工质进入膨胀部件中膨胀做功并对外输出轴功,再通过发电机向外界用户提供电能,且形成低压高温循环工质。

[0044] 步骤300,做功后的低压高温循环工质与来自膨胀部件的增压部件出口的工质混合后进入冷却器后被冷却介质冷却后得到近临界状态的低温低压循环工质,冷却过程中,温度较高的循环工质加热冷却介质,从而可向用户提供热介质(如热水或蒸汽)。

[0045] 步骤400,从冷却器出来的低温低压循环工质进入喷流装置通过喷射汽化实现自降温,并得到气态工质和低温液态工质,一部分液态工质直接进入工质泵,另一部分液态工质通过节流阀节流降压后进入蒸发器。

[0046] 步骤500,低温液态的循环工质在蒸发器中与放热介质发生热交换,产生低温介质(如冷冻水或冷气),向用户提供冷源;从喷流装置出来气态工质与在蒸发器中吸收热量后形成的气态工质混合后进入增压部件进行增压,并与膨胀部件出来的循环工质混合再次进入冷却器,完成整个循环过程。

[0047] 在本实施方式中,增压部件具体为压缩机或引射器,当所述增压部件为引射器时,气态工质直接进入引射器的低压气入口,从所述膨胀部件出来的循环工质进入引射器高压气入口,经过引射器引射后的混合气体再进入冷却器。

[0048] 在本实施方式中,如图5所示,步骤400中的喷流装置D5包括壳体2,在所述壳体2的上、下端分别设置有主流入口1和主流出口5,在所述壳体2的侧壁上设置有气态出口6,在所述壳体2内部环向设置有喷流壁3,且在所述喷流壁3上设置有若干用于在所述主流入口1和所述气态出口6之间压差作用下喷射主流工质的微孔4。

[0049] 喷流装置D5工作方式:主流工质(步骤400中的低温低压循环工质,在喷流装置中称为主流工质)通过主流入口1进入壳体2内部的流道,在主流入口1和气态出口5压差的作用下,部分主流工质从喷流壁3上的微孔4喷射出来,喷射过程伴随着主流工质的剧烈汽化,并吸收主流工质及喷流壁4的热量,使得主流工质温度迅速降低,降温后的主流流体达到液态,也就是步骤400中低温液态的循环工质。

[0050] 由于主流工质在喷流壁4下游两侧压差相对较小,可能会导致喷流后主流工质汽化不完全,因此将气态出口6设置在壳体2侧壁的上部分,下游未汽化的液态主流工质向上游流动时可继续汽化吸热。

[0051] 本实施例的喷流装置可通过喷流自降温的方式降低主流液态工质温度,并同时将汽化的工质分离出来。

[0052] 在本实施方式中,由于从膨胀部件(透平机或膨胀机)出来的低压循环工质仍具有较高的温度,直接进入冷却器冷却将提升不可逆损失、甚至能量损失,不利于循环热效率的提升。为充分利用这部分热能,在循环系统上增加回热器回收这一部分热能用于加热从工质泵出来的低温工质,如图2所示。

[0053] 回热器D10的高压侧入口与工质泵D6的出口连接,所述回热器D10的高压侧出口与所述加热器D1的进口通过管道连接,所述膨胀部件D2的出口与所述回热器D10的低压侧入口相连,所述回热器D10的低压侧出口与所述冷却器D4的进口通过管道相连。

[0054] 增加回热器D10后的系统循环过程发生了改变,步骤100中液态的循环工质经过工质泵增压后的低温高压循环工质进入回热器高压侧入口,并被从膨胀部件做功后的低压高温循环工质加热后再从回热器高压侧出口进入加热器;同时做功后的低压高温循环工质被工质泵增压后的低温高压循环工质进行冷却。步骤500中的气态工质与在蒸发器中吸收热量后形成的气态工质混合后由增压部件增压,并与回热器低压侧出来的工质混合再次进入冷却器,完成整个循环过程。

[0055] 图3和图4分别与图1和图2相对应,表示了增压部件D9采用压缩机时,无回热器和有回热器时工质沿整个循环的状态变化,图上所示状态点对应循环系统各部件进出口的温度值和熵值。

[0056] 本发明的循环方法及系统不仅通过一个整体的正逆耦合循环,达到冷热电联供的目的,实现能源的梯级利用,而且通过采用喷流装置,避免了由于内嵌正循环接连经过膨胀/节流和增压过程而导致的不可逆损失严重的问题,大幅提升了正逆耦合冷热电联产循环的综合用能效率。

[0057] 虽然,上文中已经用一般性说明及具体实施例对本发明作了详尽的描述,但在本发明基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本发明要求保护的范围。

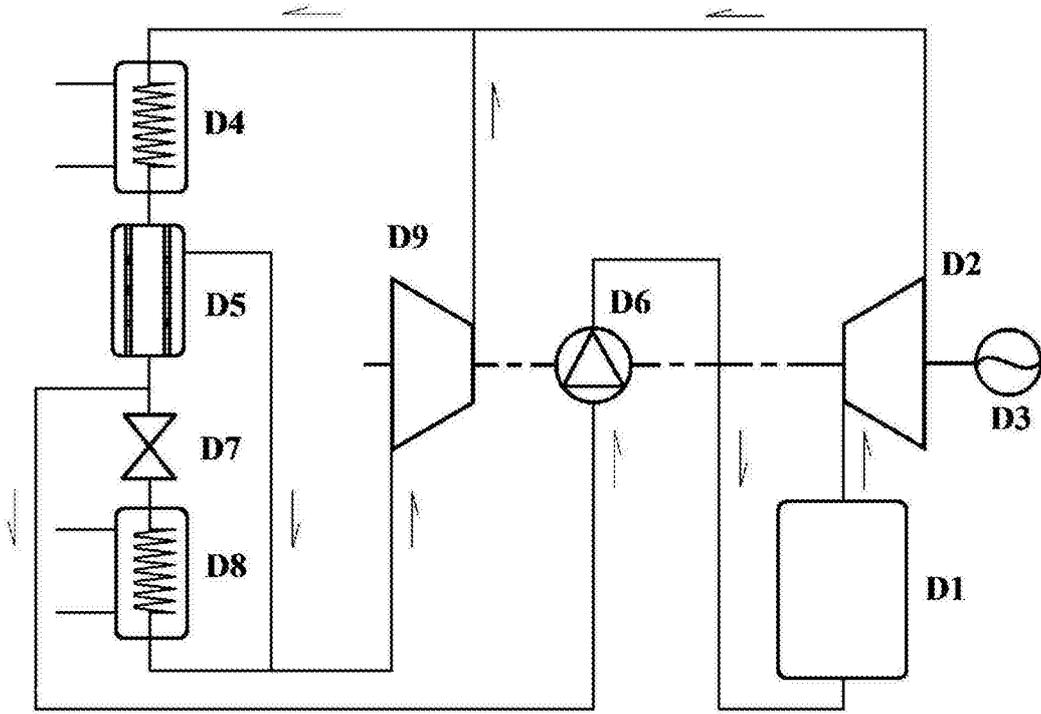


图1

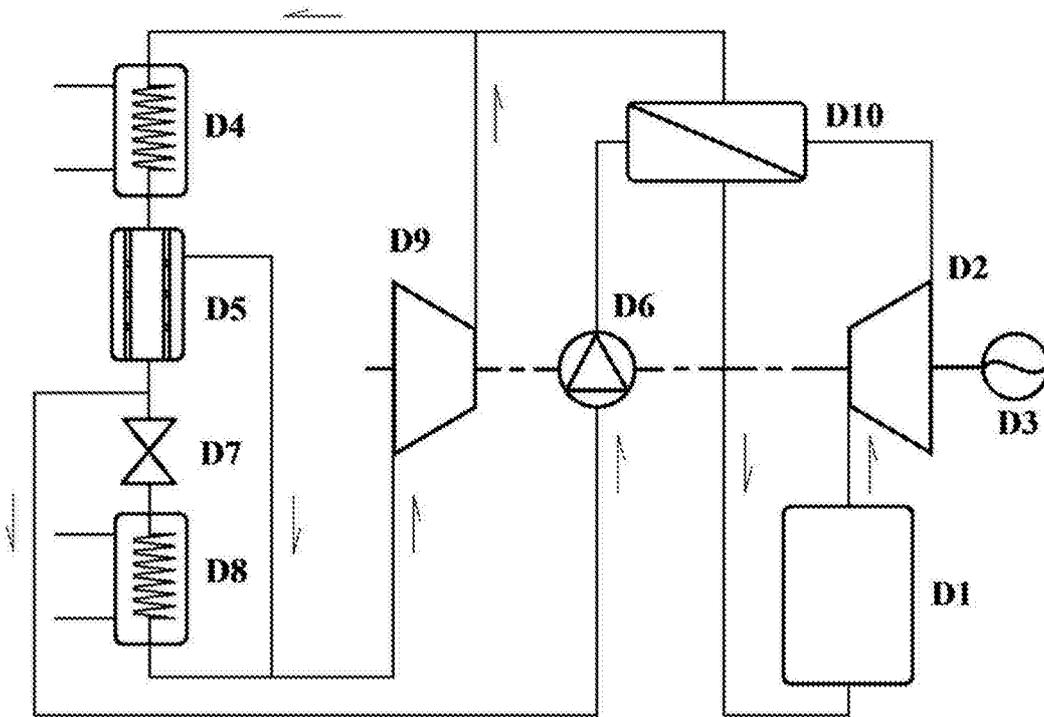


图2

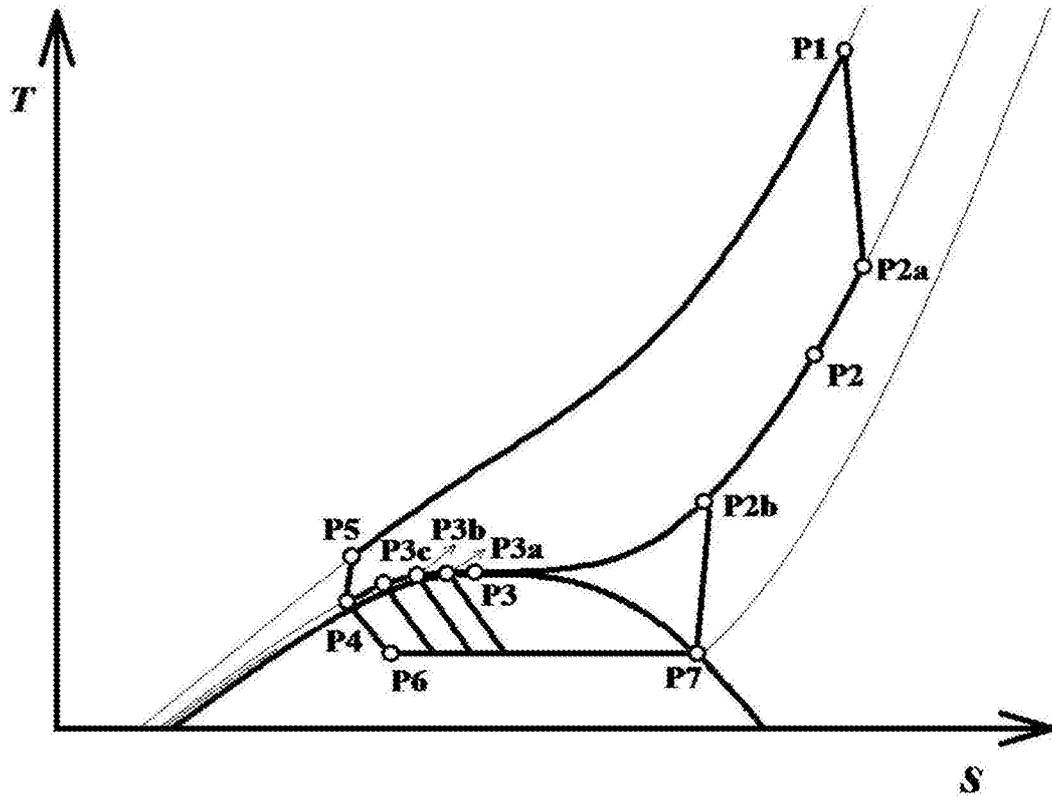


图3

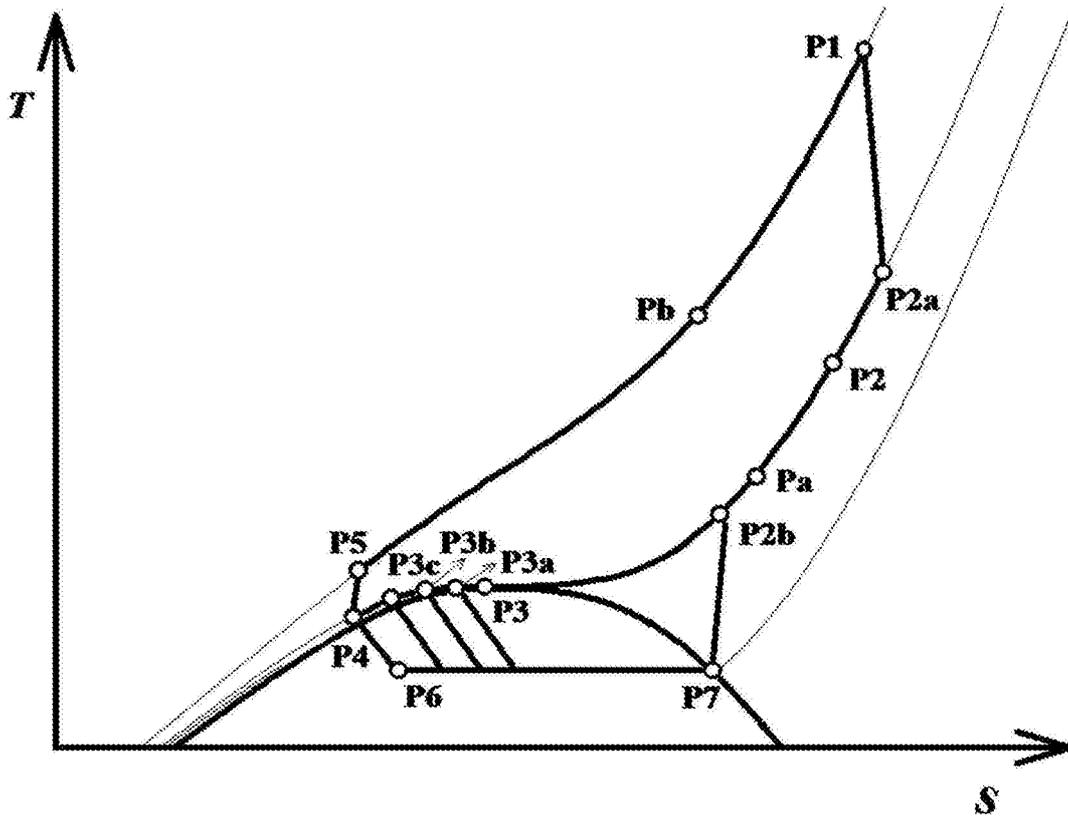


图4

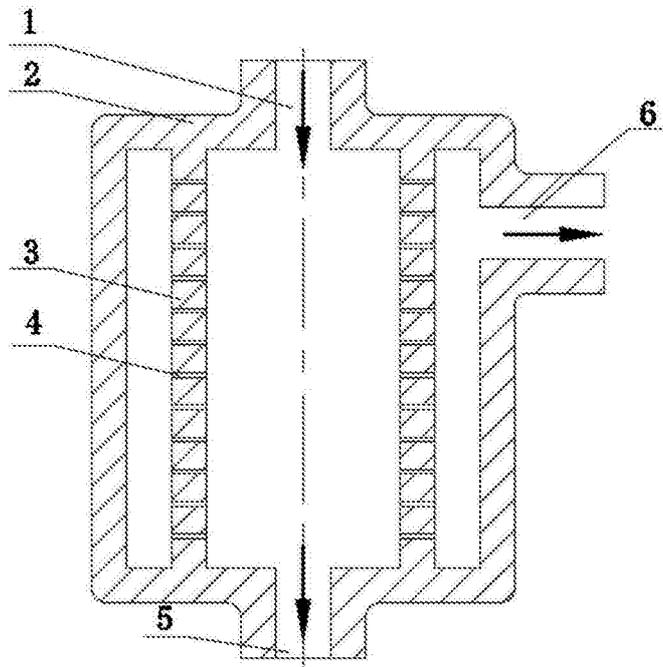


图5