



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104153911 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 30

(21) 申请号 201410399599. 0

(22) 申请日 2014. 08. 12

(73) 专利权人 龚炳新

地址 510800 广东省广州市花都区新华镇建设北路 57 号华都新村 3-708

(72) 发明人 龚炳新

(51) Int. Cl.

F02G 1/043(2006. 01)

(56) 对比文件

- CN 1160166 A, 1997. 09. 24,
- CN 103104369 A, 2013. 05. 15,
- CN 103557088 A, 2014. 02. 05,
- US 2007/0089410 A1, 2007. 04. 26,
- CN 203717159 U, 2014. 07. 16,

审查员 孙竹

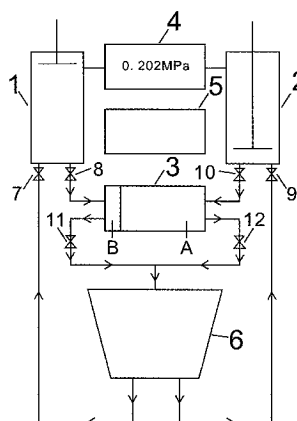
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

一种斯特林热机

(57) 摘要

本发明提供一种以空气或水或制冷剂为工质的斯特林热机。这种斯特林热机其循环由两个回路组成,其结构包括等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 和等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2、等容吸热升温气缸的 A 侧和 B 侧、膨胀机或双轴复动型气缸、换热系统、压力控制阀、温度控制阀和密封容器等主要部件,并能利用密封容器内压力做功,因而其输出功和效率都比常规热机高。



1. 一种斯特林热机,其特征在於:这种斯特林热机以空气或水或制冷剂为工质,其结构包括等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 和等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2、等容吸热升温气缸的 A 侧和 B 侧、膨胀机或双轴复动型气缸、换热系统、压力控制阀、温度控制阀、电热式加热器和密封容器,并利用密封容器内压力做功;其循环由两个回路组成,回路 1 中,工质先从等容吸热升温气缸 A 侧进入膨胀机或双轴复动型气缸,再进入等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2,最后回到等容吸热升温气缸 A 侧,回路 2 中,工质先从等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 进入等容吸热升温气缸 B 侧,再进入膨胀机或双轴复动型气缸,最后回到等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1,膨胀机或双作用气缸是工质等温吸热膨胀时的动力输出机构。

2. 根据权利要求 1 所述的一种斯特林热机,其特征在於:所述的等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 和等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 是复动型气缸,等容放热及等温放热压缩做功气缸是工质等温放热压缩时的动力输出机构,等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 和等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 的结构和容积相同,工质在气缸内先作等容放热过程,再利用密封容器内压力作等温放热压缩做功过程,气缸无杆侧的气孔连接一个三通管,三通管一个开口连接气缸,另两个开口分别连接进气阀和排气阀,进气阀连接膨胀机出口或双轴复动型气缸的气孔,排气阀连接等容吸热升温气缸进口,气缸活塞杆侧的气孔连接密封容器。

3. 根据权利要求 1 所述的一种斯特林热机,其特征在於:所述的密封容器内充满常压或高压空气,膨胀机或双轴复动型气缸的出口压力大于或等于密封容器内空气压力。

4. 根据权利要求 1 所述的一种斯特林热机,其特征在於:所述的等容吸热升温气缸是复动型气缸,其容积等于等容放热及等温放热压缩做功气缸,等容吸热升温气缸的活塞把气缸分为 A、B 两侧,活塞两侧受力面积相等,工质在气缸内作等容吸热升温过程,气缸 A、B 两侧的两个气孔分别连接一个三通管,三通管一个开口连接等容放热及等温放热压缩做功气缸,另一个开口连接膨胀机或双轴复动型气缸,等容吸热升温气缸 A 侧与等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 之间有等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 的排气阀,此排气阀是等容吸热升温气缸 A 侧的进气阀,等容吸热升温气缸 A 侧与膨胀机或双轴复动型气缸之间有排气阀,等容吸热升温气缸 B 侧与等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 之间有等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的排气阀,此排气阀是等容吸热升温气缸 B 侧的进气阀,等容吸热升温气缸 B 侧与膨胀机或双轴复动型气缸之间有排气阀。

5. 根据权利要求 1 所述的一种斯特林热机,其特征在於:所述的等容吸热升温气缸 A 侧吸收等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 放出的热量,当此侧工质的温度等于热源温度时,等容吸热升温气缸 A 侧与膨胀机或双轴复动型气缸之间的排气阀打开,工质对膨胀机或双轴复动型气缸做功,当等容吸热升温气缸 A 侧工质的压力等于密封容器内压力时,等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的活塞松开,密封容器内压力对工质做功,并被斯特林热机利用,工质作等温放热压缩过程。

6. 根据权利要求 1 所述的一种斯特林热机,其特征在於:所述的等容吸热升温气缸 B 侧吸收等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 放出的热量,等容吸热升温气缸可采用电热式加热器加热到热源温度,当此侧工质的温度等于热源温度时,等容吸热升温气缸 B 侧与膨胀机或双轴复动型气缸之间的排气阀打开,工质对膨胀机或双轴复动型气缸做功,当等

容吸热升温气缸 B 侧工质的压力等于密封容器内压力时, 等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 的活塞松开, 密封容器内压力对工质做功, 并被斯特林热机利用, 工质作等温放热压缩过程。

7. 根据权利要求 1 所述的一种斯特林热机, 其特征在于: 开始时, 所有的阀门都关闭, 等容吸热升温气缸的活塞在 B 侧末端, 等容吸热升温气缸的 B 侧无工质, 等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 的活塞在气缸底部, 等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的活塞固定在气缸顶部; 回路 1 中, 初始时, 等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 内工质的压力等于密封容器内压力, 温度等于热源温度, 等容吸热升温气缸 A 侧内工质的压力等于密封容器内压力, 温度等于常温; 工质在等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 内先作等容放热过程, 并把热量传递给等容吸热升温气缸 A 侧内工质, 当等容吸热升温气缸 A 侧内工质的温度升高到等于热源温度时, 等容吸热升温气缸 A 侧的排气阀打开, 等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 的进气阀同时打开, 工质于是从等容吸热升温气缸 A 侧进入膨胀机或双轴复动型气缸, 并对膨胀机或双轴复动型气缸做功, 工质离开膨胀机或双轴复动型气缸后, 进入等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 内, 当等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 的活塞移动到气缸顶部时, 活塞被固定在气缸顶部, 此时等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 内工质的压力等于密封容器内压力, 温度等于热源温度; 当等容吸热升温气缸 A 侧压力等于密封容器内压力, 以及等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 工质温度等于常温时, 等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的活塞松开, 等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的排气阀同时打开, 密封容器内压力对工质做功, 并被斯特林热机利用, 这个过程是等温放热压缩做功过程, 等温放热压缩做功过程后, 等容吸热升温气缸的活塞被推动至 A 侧末端, 原来在等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 内的工质进入等容吸热升温气缸 B 侧内, 此时等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的活塞在气缸底部, 等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 内无工质, 等容吸热升温气缸 B 侧内工质的压力等于密封容器内压力, 温度等于常温; 回路 2 中, 工质在等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 内先作等容放热过程, 并把热量传递给等容吸热升温气缸 B 侧内工质, 当等容吸热升温气缸 B 侧内工质的温度升高到等于热源温度时, 等容吸热升温气缸 B 侧的排气阀打开, 等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的进气阀同时打开, 工质于是从等容吸热升温气缸 B 侧进入膨胀机或双轴复动型气缸, 并对膨胀机或双轴复动型气缸做功, 工质离开膨胀机或双轴复动型气缸后, 进入等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 内, 当等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的活塞移动到气缸顶部时, 活塞被固定在气缸顶部, 此时等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 内工质的压力等于密封容器内压力, 温度等于热源温度, 热机完成一个循环。

一种斯特林热机

技术领域

[0001] 本发明提供一种以空气或水或制冷剂为工质的斯特林热机。这种斯特林热机其循环由两个回路组成,其结构包括等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 和等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2、等容吸热升温气缸的 A 侧和 B 侧、膨胀机或双轴复动型气缸、换热系统、压力控制阀、温度控制阀和密封容器等主要部件,并能利用密封容器内压力做功,因而其输出功和效率都比常规热机高。

背景技术

[0002] 我们知道,常规热机比较耗能,而全球面临着地球变暖、化石燃料日渐枯竭的问题,常规斯特林热机不能利用环境大气压力做功。

发明内容

[0003] 为了解决上述问题,本发明提供一种能够利用密封容器内压力做功的斯特林热机。这种斯特林热机以空气或水或制冷剂为工质,其循环由两个回路组成,其结构包括等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 和等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2、等容吸热升温气缸的 A 侧和 B 侧、膨胀机或双轴复动型气缸、换热系统、压力控制阀、温度控制阀和密封容器等主要部件,并利用密封容器内压力做功。

[0004] 热力学循环类似于斯特林循环,斯特林循环由等温放热压缩、等容吸热升温、等温吸热膨胀、等容放热冷却等四个过程组成。

[0005] 循环由两个回路组成,回路 1 中,工质先从等容吸热升温气缸 A 侧进入膨胀机或双轴复动型气缸,再进入等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2,最后回到等容吸热升温气缸 A 侧,回路 2 中,工质先从等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 进入等容吸热升温气缸 B 侧,再进入膨胀机或双轴复动型气缸,最后回到等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1,膨胀机或双作用气缸是工质等温吸热膨胀时的动力输出机构。

[0006] 等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 和等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 是复动型气缸,等容放热及等温放热压缩做功气缸是工质等温放热压缩时的动力输出机构,等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 和等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 的结构和容积相同,工质在气缸内先作等容放热过程,再利用密封容器内压力作等温放热压缩做功过程,气缸押侧的气孔连接一个三通管,三通管一个开口连接气缸,另两个开口分别连接进气阀和排气阀,进气阀连接膨胀机出口或双轴复动型气缸的气孔,排气阀连接等容吸热升温气缸进口,气缸拉侧的气孔连接密封容器。

[0007] 密封容器内充满常压或高压空气,膨胀机或双轴复动型气缸的出口压力大于或等于密封容器内空气压力。

[0008] 等容吸热升温气缸是复动型气缸,其容积等于等容放热及等温放热压缩做功气缸,等容吸热升温气缸的活塞把气缸分为 A、B 两侧,活塞两侧受力面积相等,工质在气缸内作等容吸热升温过程,气缸 A、B 两侧的两个气孔分别连接一个三通管,三通管一个开口连

接等容放热及等温放热压缩做功气缸,另一个开口连接膨胀机或双轴复动型气缸,等容吸热升温气缸 A 侧与等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 之间有等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 的排气阀,此排气阀是等容吸热升温气缸 A 侧的进气阀,等容吸热升温气缸 A 侧与膨胀机或双轴复动型气缸之间有排气阀,等容吸热升温气缸 B 侧与等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 之间有等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的排气阀,此排气阀是等容吸热升温气缸 B 侧的进气阀,等容吸热升温气缸 B 侧与膨胀机或双轴复动型气缸之间有排气阀。

[0009] 等容吸热升温气缸 A 侧吸收等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 放出的热量,等容吸热升温气缸可采用电热式加热器加热到热源温度,当此侧工质的温度等于热源温度时,等容吸热升温气缸 A 侧与膨胀机或双轴复动型气缸之间的排气阀打开,工质对膨胀机或双轴复动型气缸做功,当等容吸热升温气缸 A 侧工质的压力等于密封容器内压力时,等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的活塞松开,密封容器内压力对工质做功,并被斯特林热机利用,工质作等温放热压缩过程。

[0010] 等容吸热升温气缸 B 侧吸收等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 放出的热量,当此侧工质的温度等于热源温度时,等容吸热升温气缸 B 侧与膨胀机或双轴复动型气缸之间的排气阀打开,工质对膨胀机或双轴复动型气缸做功,当等容吸热升温气缸 B 侧工质的压力等于密封容器内压力时,等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 的活塞松开,密封容器内压力对工质做功,并被斯特林热机利用,工质作等温放热压缩过程。

[0011] 循环由两个回路组成,开始时,所有的阀门都关闭,等容吸热升温气缸的活塞在 B 侧末端,等容吸热升温气缸的 B 侧无工质,等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 的活塞在气缸底部,等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的活塞固定在气缸顶部。

[0012] 回路 1 中,初始时,等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 内工质的压力等于密封容器内压力,温度等于热源温度,等容吸热升温气缸 A 侧内工质的压力等于密封容器内压力,温度等于常温;工质在等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 内先作等容放热过程,并把热量传递给等容吸热升温气缸 A 侧内工质,当等容吸热升温气缸 A 侧内工质的温度升高到等于热源温度时,等容吸热升温气缸 A 侧的排气阀打开,等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 的进气阀同时打开,工质于是从等容吸热升温气缸 A 侧进入膨胀机或双轴复动型气缸,并对膨胀机或双轴复动型气缸做功,工质离开膨胀机或双轴复动型气缸后,进入等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 内,当等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 的活塞移动到气缸顶部时,活塞被固定在气缸顶部,此时等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 内工质的压力等于密封容器内压力,温度等于热源温度;当等容吸热升温气缸 A 侧压力等于密封容器内压力,以及等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 工质温度等于常温时,等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的活塞松开,等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的排气阀同时打开,密封容器内压力对工质做功,并被斯特林热机利用,这个过程是等温放热压缩做功过程,等温放热压缩做功过程后,等容吸热升温气缸的活塞被推动至 A 侧末端,原来在等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 内的工质进入等容吸热升温气缸 B 侧内,此时等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的活塞在气缸底部,等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 内无工质,等容吸热升温气缸 B 侧内工质的压力等于密封容器内压力,温度等于常温。

[0013] 回路 2 中,工质在等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2 内先作等容放热过程,并

把热量传递给等容吸热升温气缸 B 侧内工质,当等容吸热升温气缸 B 侧内工质的温度升高到等于热源温度时,等容吸热升温气缸 B 侧的排气阀打开,等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的进气阀同时打开,工质于是从等容吸热升温气缸 B 侧进入膨胀机或双轴复动型气缸,并对膨胀机或双轴复动型气缸做功,工质离开膨胀机或双轴复动型气缸后,进入等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 内,当等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 的活塞移动到气缸顶部时,活塞被固定在气缸顶部,此时等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 内工质的压力等于密封容器内压力,温度等于热源温度,热机完成一个循环。

附图说明

[0014] 图 1 是本发明斯特林热机及其结构的示意图。

[0015] 图中:1、气缸 #1 ;2、气缸 #2 ;3、气缸 #3 ;4、密封容器 ;5、回热器 ;6、膨胀机 ;7、气缸 #1 的进口阀 ;8、气缸 #1 的出口阀 ;9、气缸 #2 的出口阀 ;10、气缸 #2 的进口阀 ;11、气缸 #3 A 侧的出口阀 ;12、气缸 #3 B 侧的出口阀 ;A、气缸 #3 的 A 侧 ;B. 气缸 #3 的 B 侧。

[0016] 图 2 是本发明斯特林热机及其结构的 P-V 图。

[0017] 图中:a、膨胀机入口压力 ;b、膨胀机出口压力 ;c、等容放热后压力 ;d 等温放热压缩后压力。

[0018] 图 3 是本发明斯特林热机及其结构的 T-S 图。

[0019] 图中:a、膨胀机入口温度 ;b、膨胀机出口温度 ;c、等容放热后温度 ;d 等温放热压缩后温度。

[0020] 图 4 是本发明斯特林热机及其结构具体实施例的示意图。

[0021] 图中:1、气缸 #1 ;2、气缸 #2 ;3、气缸 #3 ;4、密封容器 ;5、回热器 ;6、膨胀机 ;7、气缸 #1 的进口阀 ;8、气缸 #1 的出口阀 ;9、气缸 #2 的出口阀 ;10、气缸 #2 的进口阀 ;11、气缸 #3 A 侧的出口阀 ;12、气缸 #3 B 侧的出口阀 ;A、气缸 #3 的 A 侧 ;B. 气缸 #3 的 B 侧 ;c. 关闭。

[0022] 图 5 是本发明斯特林热机及其结构具体实施例的示意图。

[0023] 图中:1、气缸 #1 ;2、气缸 #2 ;3、气缸 #3 ;4、密封容器 ;5、回热器 ;6、膨胀机 ;7、气缸 #1 的进口阀 ;8、气缸 #1 的出口阀 ;9、气缸 #2 的出口阀 ;10、气缸 #2 的进口阀 ;11、气缸 #3 A 侧的出口阀 ;12、气缸 #3 B 侧的出口阀 ;A、气缸 #3 的 A 侧 ;B. 气缸 #3 的 B 侧 ;c、关闭 ;o、打开。

[0024] 图 6 是本发明斯特林热机及其结构具体实施例的示意图。

[0025] 图中:1、气缸 #1 ;2、气缸 #2 ;3、气缸 #3 ;4、密封容器 ;5、回热器 ;6、膨胀机 ;7、气缸 #1 的进口阀 ;8、气缸 #1 的出口阀 ;9、气缸 #2 的出口阀 ;10、气缸 #2 的进口阀 ;11、气缸 #3 A 侧的出口阀 ;12、气缸 #3 B 侧的出口阀 ;A、气缸 #3 的 A 侧 ;B. 气缸 #3 的 B 侧 ;c、关闭 ;o、打开。

[0026] 图 7 是本发明斯特林热机及其结构具体实施例的示意图。

[0027] 图中:1、气缸 #1 ;2、气缸 #2 ;3、气缸 #3 ;4、密封容器 ;5、回热器 ;6、膨胀机 ;7、气缸 #1 的进口阀 ;8、气缸 #1 的出口阀 ;9、气缸 #2 的出口阀 ;10、气缸 #2 的进口阀 ;11、气缸 #3 A 侧的出口阀 ;12、气缸 #3 B 侧的出口阀 ;A、气缸 #3 的 A 侧 ;B. 气缸 #3 的 B 侧 ;c、关闭 ;o、打开。

具体实施方式

[0028] 下面结合几个示意图介绍一具体实施例,具体实施方式不局限于此一例。

[0029] 循环由两个回路组成,回路 1 中,工质先从等容吸热升温气缸 A 侧进入膨胀机,再进入等容放热及等温放热压缩做功气缸 #2,最后回到等容吸热升温气缸 A 侧,回路 2 中,工质先从等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1 进入等容吸热升温气缸 B 侧,再进入膨胀机,最后回到等容放热及等温放热压缩做功气缸 #1,膨胀机是工质等温吸热膨胀时的动力输出机构。

[0030] 完成一个循环需要一个密封容器、两台等容放热及等温放热压缩做功气缸、一台等容吸热升温气缸和一台膨胀机,换热系统、压力控制阀、温度控制阀等主要部件,其中,气缸 #1 和气缸 #2 是等容放热及等温放热压缩做功气缸,气缸 #3 是等容吸热升温气缸,参照图 1。

[0031] 设斯特林热机的循环为理想斯特林循环,工质为理想气体,热源温度为 600K,冷源温度为 300K,密封容器内压力 $P_{\text{container}}$ 为 0.202MPa, $P_{\text{container}} = 0.202\text{MPa}$ 。

[0032] 在图 2 和图 3 中, $a \rightarrow b$ 描述工质流经膨胀机,这是一个等温吸热膨胀过程,工质的动能转换为膨胀机的动能,参照图 2 和图 3。

[0033] 设 T_a 为膨胀机入口温度, T_b 为膨胀机出口温度, T_a 和 T_b 也是热源温度, $T_a = T_b = 600\text{K}$, P_a 为膨胀机入口压力, P_b 为膨胀机出口压力。

[0034] 开始时,活塞位于气缸 #1 的底部,其入口阀 7 打开并连接膨胀机的出口。从膨胀机出来的工质推动活塞运行到气缸 #1 的顶部,这个动作类似于奥托循环的吸气冲程,工质进入此气缸,当活塞到达气缸 #1 的顶部时,入口阀 7 关闭。活塞固定在气缸 #1 的顶部。

[0035] 这是阶段 1,此时,气缸 #1 内充满温度为 600K、压力为 0.202MPa 的空气,气缸 #3 的 A 侧充满温度为 300K、压力为 0.202MPa 的空气,气缸 #2 的活塞在此气缸的底部,气缸 #3 的活塞在气缸 #3 的左末端,气缸 #2 和气缸 #3 的 B 区无工质,所有的阀门都是关闭的,参见图 4。

[0036] $b \rightarrow c$ 描述工质停留在气缸 #1 内,这是一个等容放热过程。工质的温度将会下降,直到等于环境温度, $T_b = T_c = 300\text{K}$, T_c 和 T_d 表示环境温度。

[0037] 因为气缸 #3 的 A 区会从气缸 #1 吸收热量,气缸 #1 的压力将会降低,直到气缸 #1 的温度等于环境温度,气缸 #1 的压力将会低于密封容器的压力, $0.101\text{MPa} = P_c < P_{\text{container}} = 0.202\text{MPa}$, P_c 是气缸 #1 等容放热过程后的压力,此时,气缸 #1 的活塞继续固定在气缸 #1 的顶部。

[0038] $d \rightarrow a$ 描述工质停留在气缸 #3 的 A 区内,这是一个等容吸热过程。气缸 #3 的 A 区通过换热系统从气缸 #1 及热源吸收热量,直到等于热源温度, $T_d = 600\text{K}$, 气缸 #3 A 区的压力将会升高到 $P_a = 0.404\text{MPa}$, 气缸 #3 的活塞保持在固定位置,气缸 #3 A 区的出口阀 12 打开,气缸 #2 的入口阀 10 同时打开,工质进入膨胀机作等温吸热膨胀过程。

[0039] 这是阶段 2,此时,气缸 #1 充满了温度为 300K、压力为 0.101MPa 的工质,气缸 #3 的 A 区充满了温度为 600K、压力为 0.404MPa 的工质,气缸 #1 和气缸 #3 的活塞继续保持在原来的位置,气缸 #2 的活塞在气缸 #2 的底部,气缸 #3 的活塞在气缸 #3 的左末端,气缸 #2 和气缸 #3 的 B 区没有工质,气缸 #3 的 A 区的出口阀 12 打开,气缸 #2 的入口阀 10 同时打

开,其它阀门关闭,参照图 5。

[0040] 因为气缸 #3 的 A 区的出口阀 12 打开并连接到膨胀机,气缸 #2 的入口阀 10 亦同时打开,工质将会进入气缸 #2 内,气缸 #3 的 A 区的压力将会降低,直到等于密封容器内的压力, $P_d = P_{\text{container}} = P_b = 0.202\text{MPa}$,气缸 #1 和气缸 #3 的活塞将不再保持在原来的位置。

[0041] 气缸 #1 和气缸 #2 与密封容器连接,密封容器内压力等于膨胀机的出口压力, $P_{\text{container}} = P_b = 0.202\text{MPa}$ 。

[0042] $c \rightarrow d$ 描述工质停留在气缸 #1,这是一个等温放热压缩做功过程。开始时,因为气缸 #1 内压力低于密封容器内压力,密封容器内的大气压力将会推动气缸 #1 的活塞运动,压缩气缸 #1 内的工质,气缸 #1 内压力将会升高,直到等于密封容器内压力。同时,气缸 #1 的出口阀 8 打开,活塞向气缸 #1 的底部运动,工质离开气缸 #1 后,出口阀 8 关闭,工质离开气缸 #1 后进入气缸 #3 的 B 区。

[0043] 因为惯性,气缸 #3 的活塞也将向气缸 #3 的右末端运动,回路 2 的工质退出气缸 #3 的 A 区并进入膨胀机。

[0044] 从膨胀机出来的工质推动活塞运行到气缸 #2 的顶部,这个动作类似于奥托循环的吸气冲程,工质进入此气缸,当活塞到达气缸 #2 的顶部时,入口阀 10 关闭。活塞固定在气缸 #2 的顶部。

[0045] 这是阶段 3,此时气缸 #2 充满了温度为 600K、压力为 0.202MPa 的工质,气缸 #3 的 B 区充满了温度为 300K、压力为 0.202MPa 的工质,气缸 #2 和气缸 #3 的活塞保持在原来的位置,气缸 #1 的活塞在气缸 #1 的底部,气缸 #3 的活塞在气缸 #3 的右末端,气缸 #1 和气缸 #3 的 A 区没有工质,所有阀门关闭,气缸 #3 的 B 区将会从气缸 #2 吸收热量,参照图 .6

[0046] $b \rightarrow c$ 描述工质停留在气缸 #2 内,这是一个等容放热过程。工质的温度将会下降,直到等于环境温度, $T_d = T_c = 300\text{K}$,等容放热过程后,气缸 #2 的压力降为 $P_c = 0.101\text{MPa}$ 。

[0047] $d \rightarrow a$ 描述工质在气缸 #3 的 B 区作等容吸热升温过程,气缸 #3 的 B 区从气缸 #2 吸收热量。等容吸热升温过程后,气缸 #3 的 B 区的温度为 600K,压力为 0.404MPa。

[0048] 这是阶段 4,此时,气缸 #2 充满了温度为 300K、压力为 0.101MPa 的工质,气缸 #3 的 B 区充满了温度为 600K、压力为 0.404MPa 的工质,气缸 #2 和气缸 #3 的活塞保持在原来的位置,气缸 #1 的活塞在气缸 #1 的底部,气缸 #3 的活塞在气缸 #3 的右末端,气缸 #1 和气缸 #3 的 A 区没有工质,气缸 #3 的 B 区出口阀 11 打开,气缸 #1 的入口阀 7 同时打开,其它阀门关闭,参照图 7。

[0049] 工质将会流过膨胀机,这是一个等温吸热膨胀过程,工质离开膨胀机后,将进入气缸 #1。

[0050] 因为工质进入气缸 #1,气缸 #3 的 B 区的压力将会降低,直到等于密封容器内的压力, $P_d = P_{\text{container}} = P_b = 0.202\text{MPa}$,气缸 #2 和气缸 #3 的活塞将不再保持在原来的位置。

[0051] $c \rightarrow d$ 描述工质停留在气缸 #2,这是一个等温放热压缩做功过程。开始时,因为气缸 #2 内压力低于密封容器内压力,密封容器内的大气压力将会推动气缸 #2 的活塞运动,压缩气缸 #2 内的空气,气缸 #2 内压力将会升高,直到等于密封容器内压力。同时,气缸 #2 的出口阀 9 打开,活塞向气缸 #2 的底部运动,工质离开气缸 #2 后,出口阀 9 关闭,工质离开气缸 #2 后进入气缸 #3 的 A 区。

[0052] 因为惯性,气缸 #3 的活塞将向气缸 #3 的左末端运动,工质退出气缸 #3 的 B 区并

进入膨胀机。

[0053] 从膨胀机出来的工质推动活塞运行到气缸 #1 的顶部,当活塞到达气缸 #1 的顶部时,入口阀 7 关闭。活塞固定在气缸 #2 的顶部。

[0054] 系统回到阶段 1,此时气缸 #1 充满了温度为 600K、压力为 0.202MPa 的工质,气缸 #3 的 A 区充满了温度为 300K、压力为 0.202MPa 的工质,气缸 #1 和气缸 #3 的活塞保持在原来的位置,气缸 #2 的活塞在气缸 #2 的底部,气缸 #3 的活塞在气缸 #3 的左末端,气缸 #2 和气缸 #3 的 B 区没有工质,所有阀门关闭,气缸 #3 的 A 区将会从气缸 #1 吸收热量,参照图 4。

[0055] 热机完成一个循环。

[0056] 传统斯特林循环热机需要消耗等温吸热膨胀过程工质做功来完成等温压缩放热过程,传统斯特林循环热机的输出功将会小于系统等温吸热膨胀过程工质做功;而热机利用密封容器内压力做功来完成等温压缩放热过程,不用消耗等温吸热膨胀过程工质做功来完成等温压缩放热过程,而且密封容器内压力做功是可以被热机利用并输出的,因此热机的输出功将远远大于相同工况下传统斯特林循环热机的输出功。

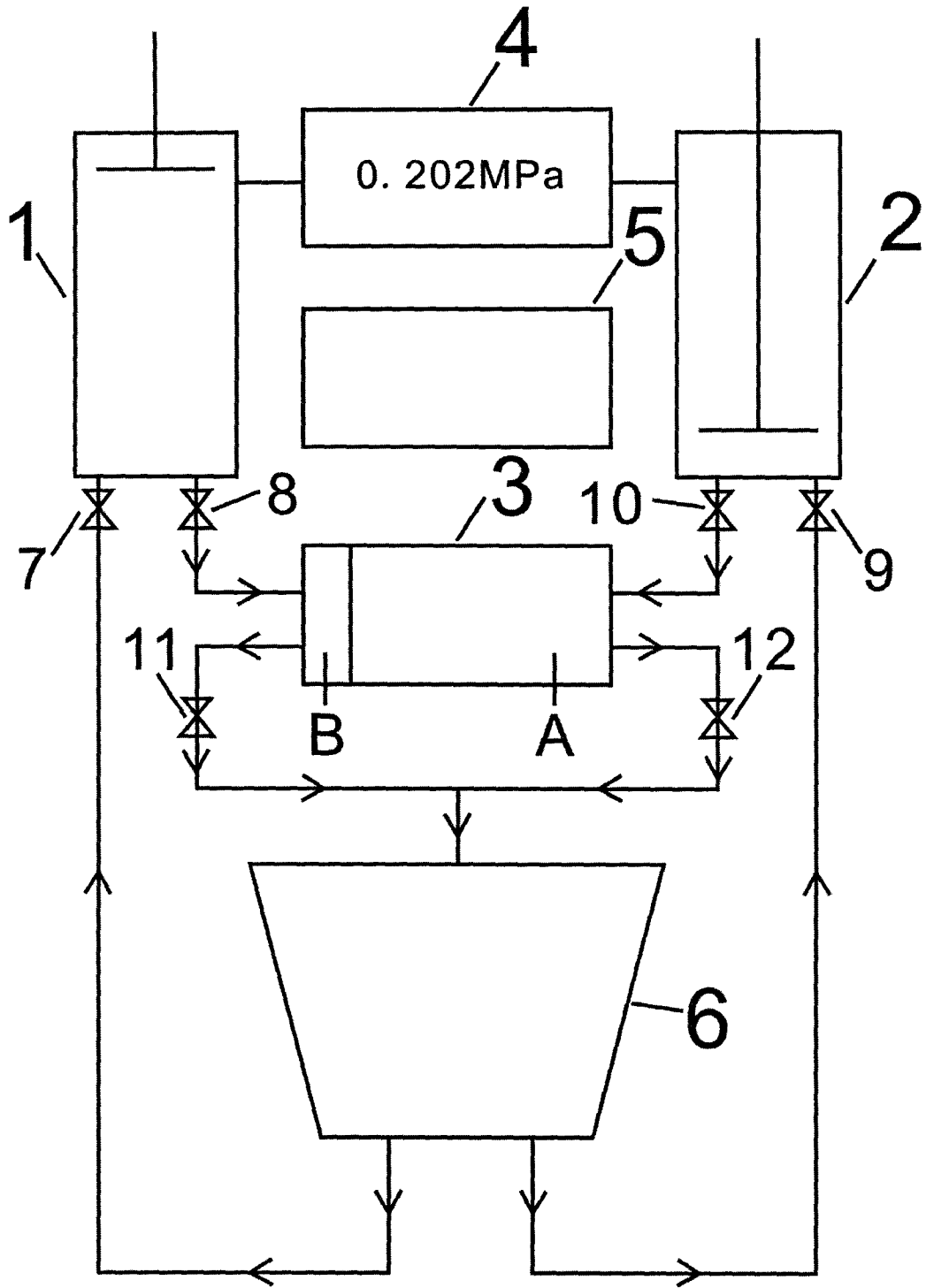


图 1

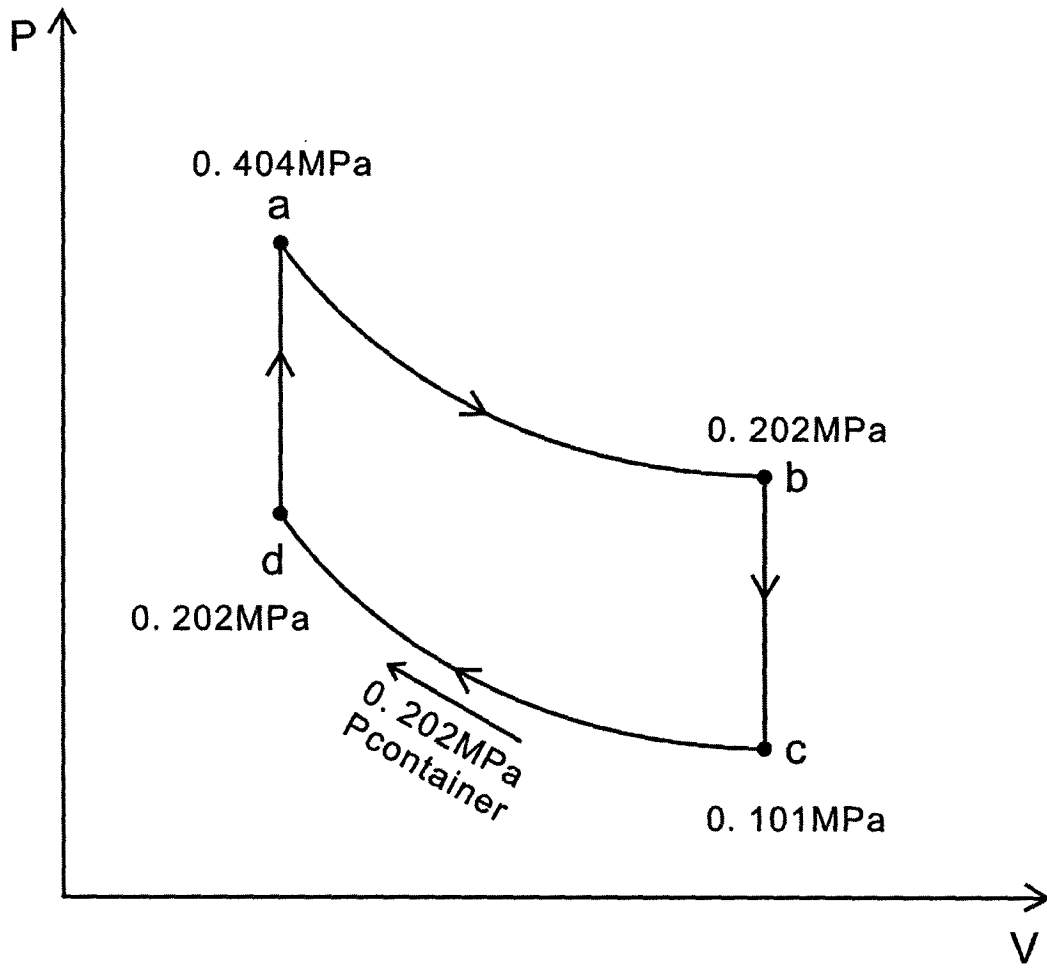


图 2

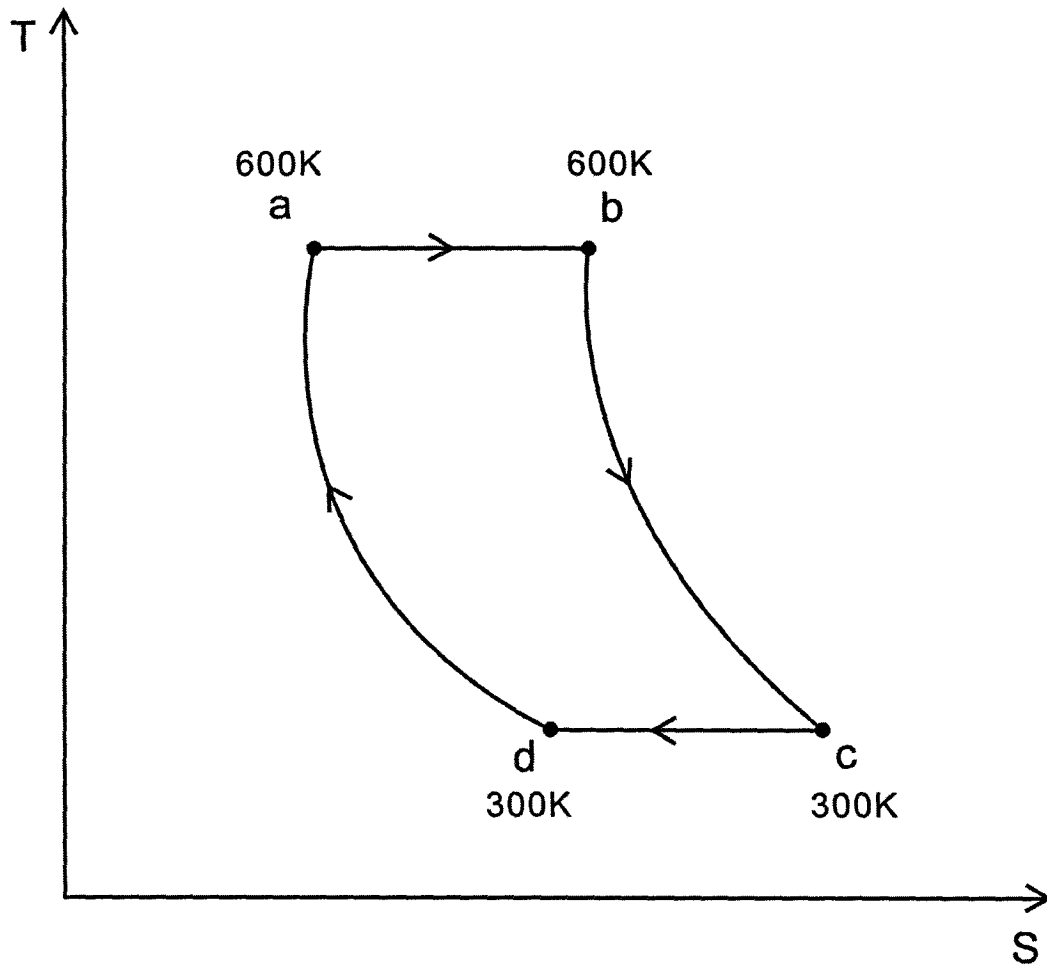


图 3

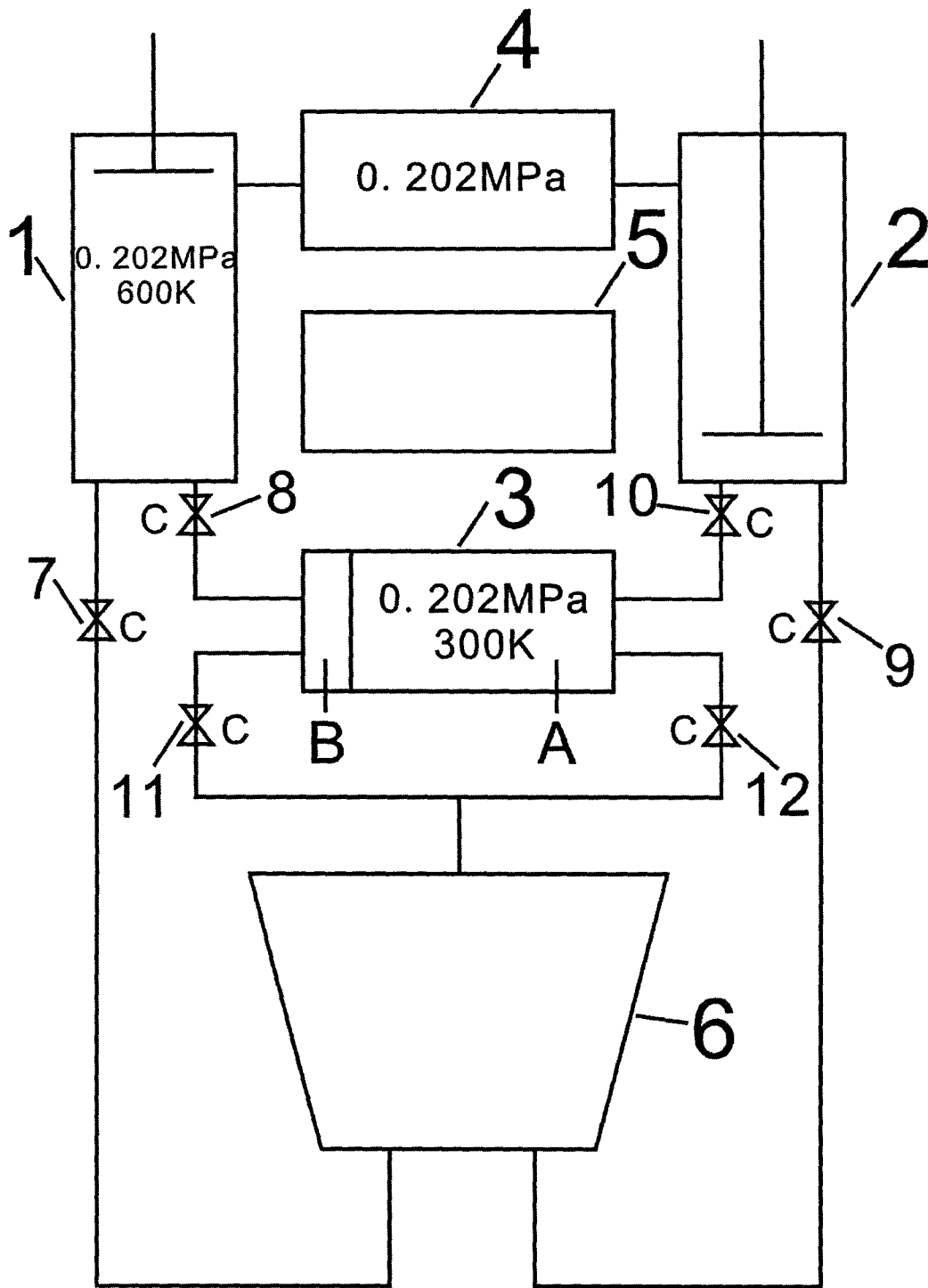


图 4

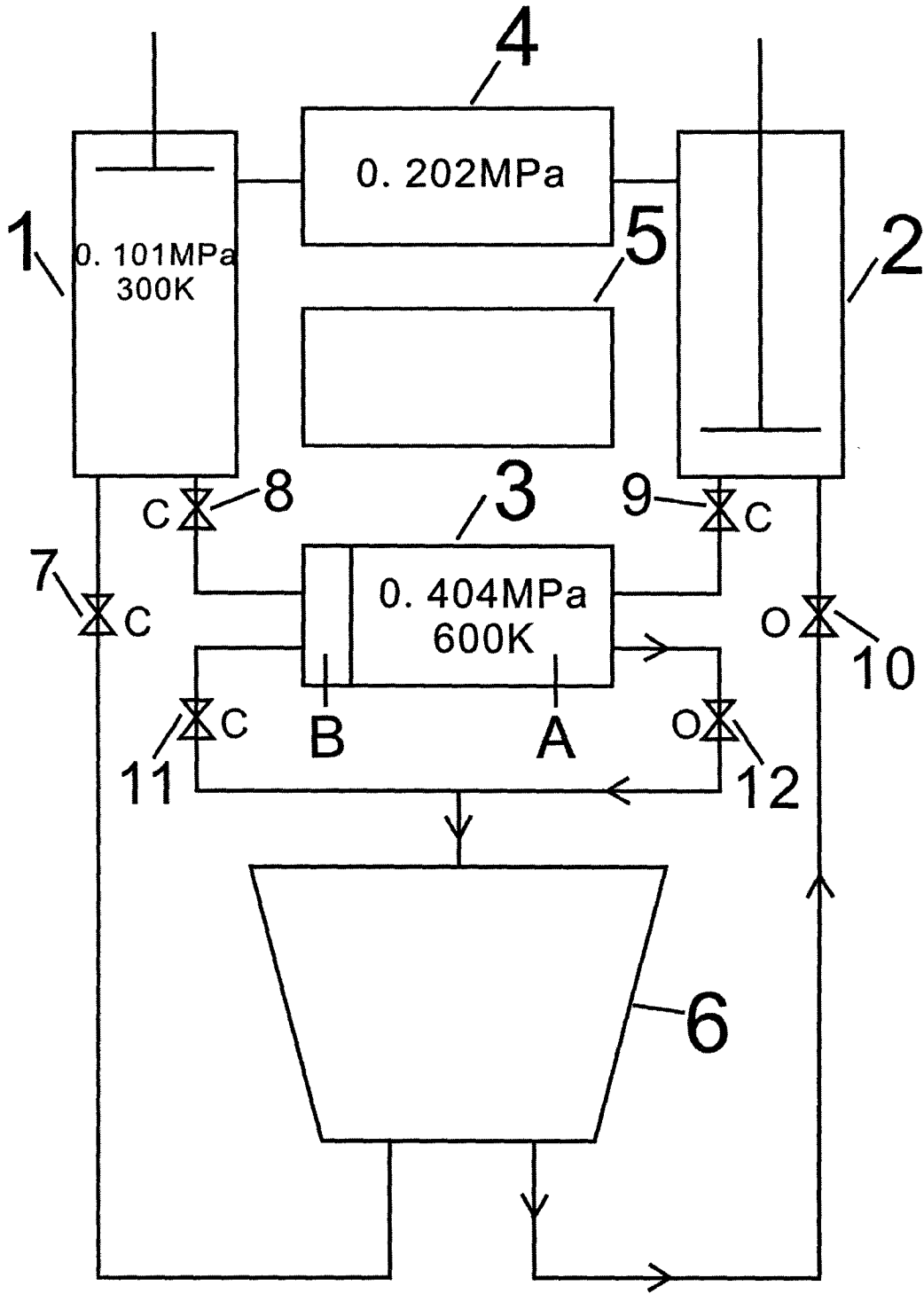


图 5

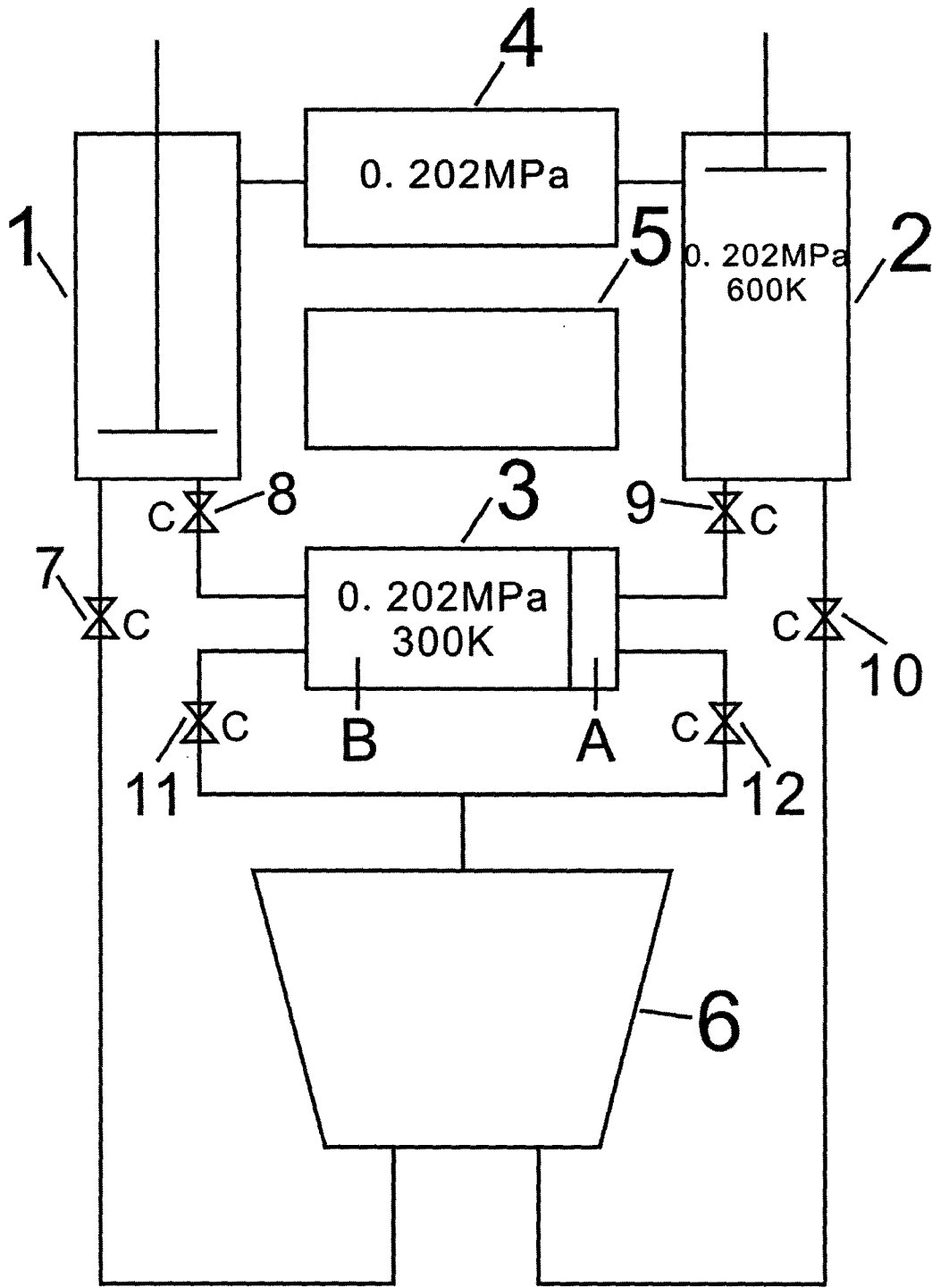


图 6

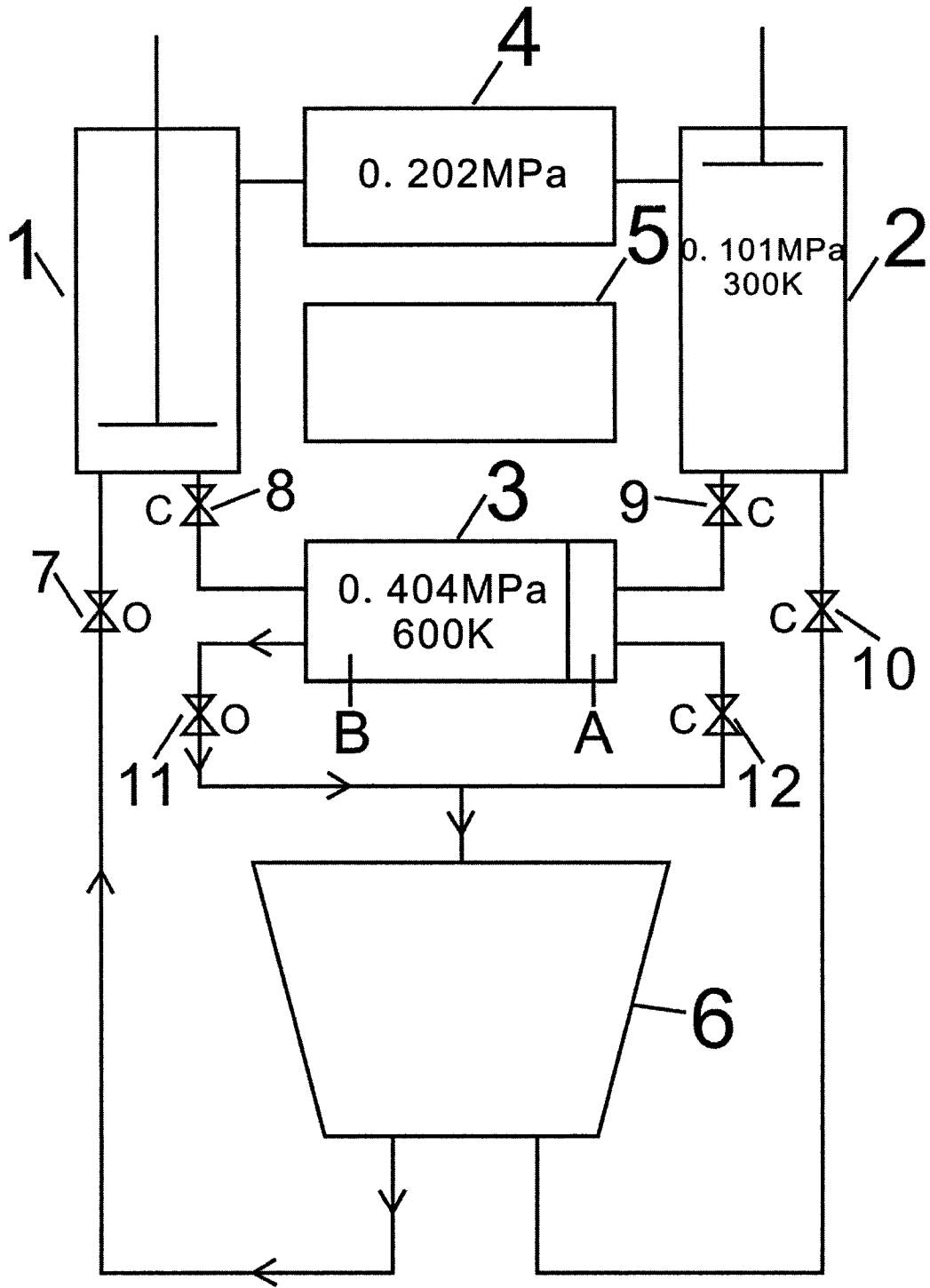


图 7