



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21)(22) Заявка: 2012153754, 13.12.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.12.2012Дата регистрации:
14.06.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
14.12.2011 IT CO2011A000063

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2014 Бюл. № 17

(45) Опубликовано: 14.06.2017 Бюл. № 17

Адрес для переписки:

191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):

**МАВУРИ Раджеш (IN),
КОСАМАНА Бхаскара (IN)**

(73) Патентообладатель(и):

Нуово Пиньоне С.п.А. (IT)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2013113221 A1, 09.05.2013. US
4498289 A, 12.02.1985. US 2009173337 A1,
09.07.2009. RU 2006139188 A, 20.07.2008. US
3237403 A, 01.03.1966.

(54) Система с замкнутым циклом для утилизации отработанного тепла (варианты) и способ утилизации отработанного тепла

(57) Формула изобретения

1. Система с замкнутым циклом для утилизации отработанного тепла, содержащая: теплообменник, выполненный с возможностью передачи тепла от внешнего источника тепла к рабочей текучей среде,

детандер, проточно соединенный с выходным отверстием теплообменника и выполненный с возможностью расширения рабочей текучей среды и производства механической энергии,

рекуператор, проточно соединенный с выходным отверстием детандера и выполненный с возможностью отвода тепла от рабочей текучей среды,

конденсаторный узел, проточно соединенный с выходным отверстием рекуператора и выполненный с возможностью конденсации рабочей текучей среды, причем указанный конденсаторный узел содержит многоступенчатый компрессор, проточно соединенный с первым охлаждающим устройством и вторым охлаждающим устройством, при этом первое охлаждающее устройство расположено выше по потоку от многоступенчатого компрессора, второе охлаждающее устройство расположено ниже по потоку от упомянутого многоступенчатого компрессора, и конденсаторный узел выполнен с возможностью изменения состояния рабочей текучей среды с переходом в сверхкритическое состояние, и

насос, проточно соединенный с выходным отверстием конденсаторного узла и выполненный с возможностью нагнетания сконденсированной рабочей текучей среды обратно в рекуператор,

при этом рекуператор проточно соединен с теплообменником, так что рабочая текучая среда следует по замкнутому пути.

2. Система по п. 1, в которой многоступенчатый компрессор выполнен с возможностью сжатия рабочей текучей среды, и первое охлаждающее устройство и второе охлаждающее устройство проточно соединены с многоступенчатым компрессором и выполнены с возможностью охлаждения рабочей текучей среды.

3. Система по п. 1, в которой первое охлаждающее устройство расположено выше по потоку от многоступенчатого компрессора и выполнено с возможностью охлаждения рабочей текучей среды для достижения заданной температуры, и второе охлаждающее устройство расположено ниже по потоку от многоступенчатого компрессора и выполнено с возможностью охлаждения и конденсации рабочей текучей среды.

4. Система по п. 1, в которой многоступенчатый компрессор содержит по меньшей мере один промежуточный теплообменник, расположенный между соседними ступенями.

5. Система по п. 1, в которой изменение состояния рабочей текучей среды в сверхкритическое состояние происходит в многоступенчатом компрессоре, содержащем зубчатое колесо и высокоскоростные шестерни.

6. Способ утилизации отработанного тепла в системе с замкнутым циклом, включающий:

перенос тепла от внешнего источника тепла к рабочей текучей среде,
расширение нагретой рабочей текучей среды для производства механической энергии,
охлаждение расширенной рабочей текучей среды,
конденсацию охлажденной рабочей текучей среды для изменения фазового состояния рабочей текучей среды в жидкую фазу,
нагнетание сконденсированной рабочей текучей среды и
нагревание нагнетаемой рабочей текучей среды путем переноса тепла от расширенной рабочей текучей среды,

причем охлаждение расширенной рабочей текучей среды и конденсацию охлажденной рабочей текучей среды выполняют в конденсаторном узле, содержащем многоступенчатый компрессор, проточно соединенный с первым охлаждающим устройством и вторым охлаждающим устройством, при этом первое охлаждающее устройство расположено выше по потоку от многоступенчатого компрессора, второе охлаждающее устройство расположено ниже по потоку от упомянутого многоступенчатого компрессора, и конденсаторный узел выполнен с возможностью изменения состояния рабочей текучей среды с переходом в сверхкритическое состояние.

7. Способ по п. 6, в котором на этапе конденсации рабочей текучей среды дополнительно:

охлаждают рабочую текучую среду до заданной температуры,
сжимают рабочую текучую среду и
дополнительно охлаждают рабочую текучую среду для ее конденсации.

8. Закритическая система с замкнутым циклом для утилизации отработанного тепла, содержащая:

теплообменник, выполненный с возможностью передачи тепла от внешнего источника тепла к рабочей текучей среде,

детандер, проточно соединенный с выходным отверстием теплообменника и выполненный с возможностью расширения рабочей текучей среды и производства механической энергии,

рекуператор, проточно соединенный с выходным отверстием детандера и выполненный с возможностью отвода тепла от рабочей текучей среды,

узел охлаждения, проточно соединенный с выходным отверстием рекуператора и выполненный с возможностью охлаждения рабочей текучей среды, причем указанный

узел охлаждения содержит первое охлаждающее устройство, многоступенчатый компрессор и второе охлаждающее устройство, при этом узел охлаждения выполнен с возможностью изменения состояния рабочей текучей среды с переходом в сверхкритическое состояние, и

насос, проточно соединенный с выходным отверстием узла охлаждения и выполненный с возможностью нагнетания охлажденной рабочей текучей среды обратно в рекуператор,

причем рекуператор проточно соединен с теплообменником, так что рабочая текучая среда следует по замкнутому пути,

при этом первая часть кривой, определяющей закритический замкнутый цикл на фазовой диаграмме давление-энтальпия рабочей текучей среды, расположена выше критической точки рабочей текучей среды,

вторая часть указанной кривой расположена ниже критической точки рабочей текучей среды и справа от парового купола рабочей текучей среды, и

по меньшей мере одна точка указанной кривой имеет первую температуру, которая ниже второй температуры в критической точке рабочей текучей среды, причем в указанной по меньшей мере одной точке кривой рабочая текучая среда имеет плотную фазу, которая ведет себя по существу как жидкость, хотя может быть и газом.

9. Система по п. 8, в которой многоступенчатый компрессор выполнен с возможностью сжатия рабочей текучей среды, и первое охлаждающее устройство и второе охлаждающее устройство проточно соединены с многоступенчатым компрессором и выполнены с возможностью охлаждения рабочей текучей среды.

10. Система по п. 8, в которой первое охлаждающее устройство расположено выше по потоку от многоступенчатого компрессора и выполнено с возможностью охлаждения рабочей текучей среды для достижения заданной температуры, и второе охлаждающее устройство расположено ниже по потоку от многоступенчатого компрессора и выполнено с возможностью охлаждения рабочей текучей среды.

11. Система по п. 8, в которой многоступенчатый компрессор содержит по меньшей мере один промежуточный теплообменник, расположенный между соседними ступенями.

12. Система по п. 8, в которой изменение состояния рабочей текучей среды в сверхкритическое состояние происходит в многоступенчатом компрессоре, содержащем зубчатое колесо и высокоскоростные шестерни.