



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F25B 15/02 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019124654, 31.07.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.07.2019

Дата регистрации:
25.03.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.07.2019

(43) Дата публикации заявки: 01.02.2021 Бюл. № 4

(45) Опубликовано: 25.03.2021 Бюл. № 9

Адрес для переписки:

620063, г. Екатеринбург, а/я 337, Пряничковой
Т.Г.

(72) Автор(ы):

Терентьев Сергей Леонидович (RU),
Рубцов Дмитрий Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Терентьев Сергей Леонидович (RU),
Рубцов Дмитрий Викторович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2142101 C1, 27.11.1999. SU 800572
A1, 30.01.1981. RU 2460020 C2, 27.08.2012. US
20120266618 A1, 25.10.2012. CN 200968743 Y,
31.10.2007.

(54) АБСОРБЦИОННАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА

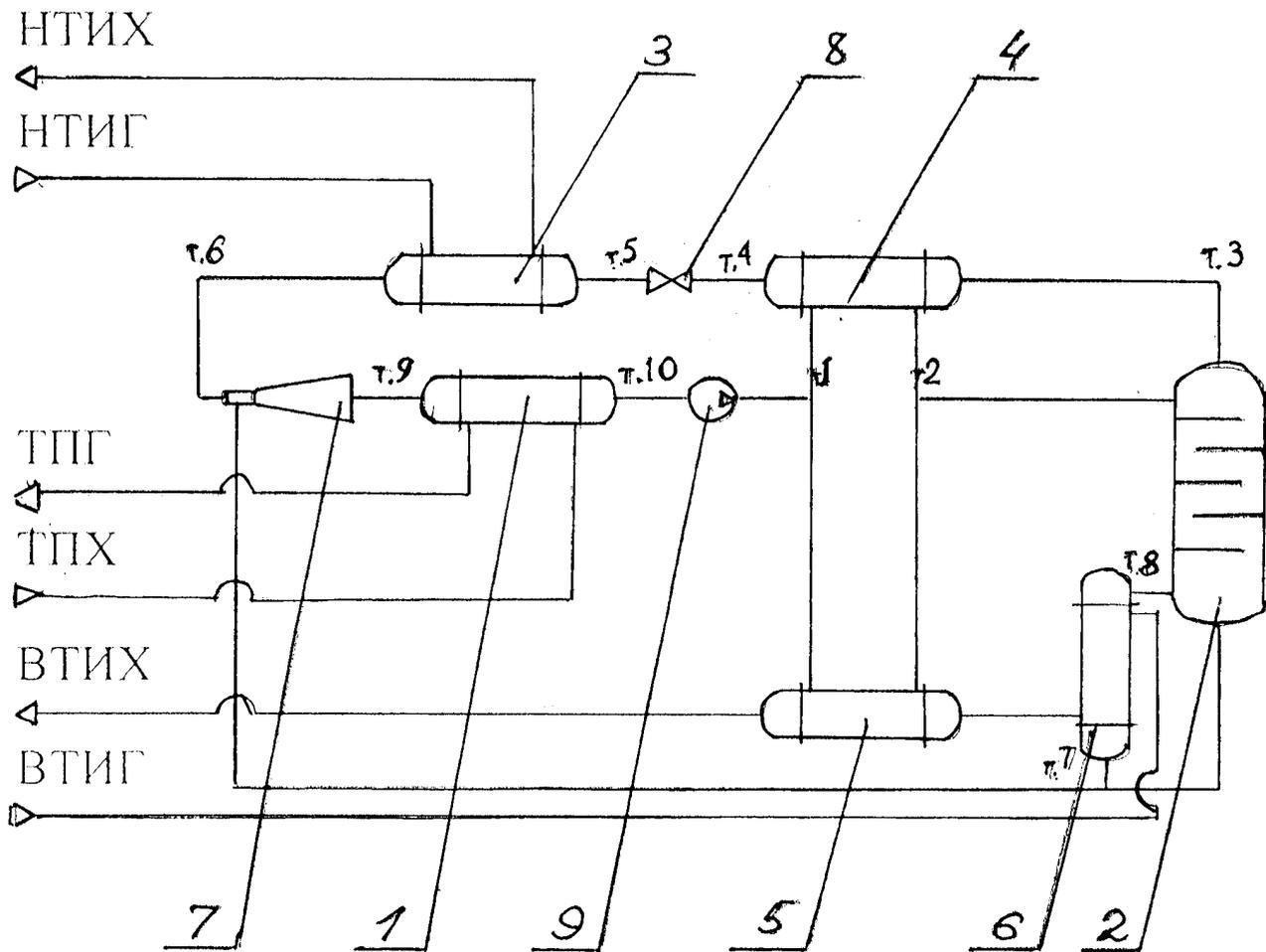
(57) Реферат:

Изобретение относится к холодильной технике, а именно к абсорбционно-эжекторным холодильным установкам, используемым в энергетике, нефтехимии, при нефтепереработке и других областях науки и техники, где имеются низкопотенциальные источники тепла, и имеется потребность в получении холода. В абсорбционную холодильную машину, содержащую замкнутый циркуляционный контур, в котором установлены генератор, эжектор,

абсорбер, конденсатор, дроссель, испаритель, насос, теплообменник, дополнительно введен десорбер без дефлегматора. Генератор выполнен термосифонным высокой кратности циркуляции. Эжектор установлен между десорбером и абсорбером. Техническим результатом является повышение теплового коэффициента (отношения холодопроизводительности к подведенному теплу) холодильного цикла. 1 ил.

С 2
4
3
4
5
4
4
2
7
4
3
4
5
4
2
R U

R U
2 7 4 5 4 3 4
C 2



RU 2745434 C2

RU 2745434 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F25B 15/02 (2020.02)

(21)(22) Application: **2019124654, 31.07.2019**

(24) Effective date for property rights:
31.07.2019

Registration date:
25.03.2021

Priority:

(22) Date of filing: **31.07.2019**

(43) Application published: **01.02.2021** Bull. № 4

(45) Date of publication: **25.03.2021** Bull. № 9

Mail address:

**620063, g. Ekaterinburg, a/ya 337, Pryanchikovo
T.G.**

(72) Inventor(s):

**Terentev Sergej Leonidovich (RU),
Rutsov Dmitrij Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Terentev Sergej Leonidovich (RU),
Rutsov Dmitrij Viktorovich (RU)**

(54) **ABSORPTION REFRIGERATING MACHINE**

(57) Abstract:

FIELD: refrigeration engineering.

SUBSTANCE: invention relates to refrigeration engineering, in particular to ejector absorption refrigerating machines used in power generation, petrochemistry, oil refining and other fields of science and technology where low-potential sources of heat are available and there's a need for refrigeration. An absorption refrigerating machine containing a closed circulation circuit, in which a generator, an ejector, an absorber, a condenser, a throttle, an evaporator, a pump,

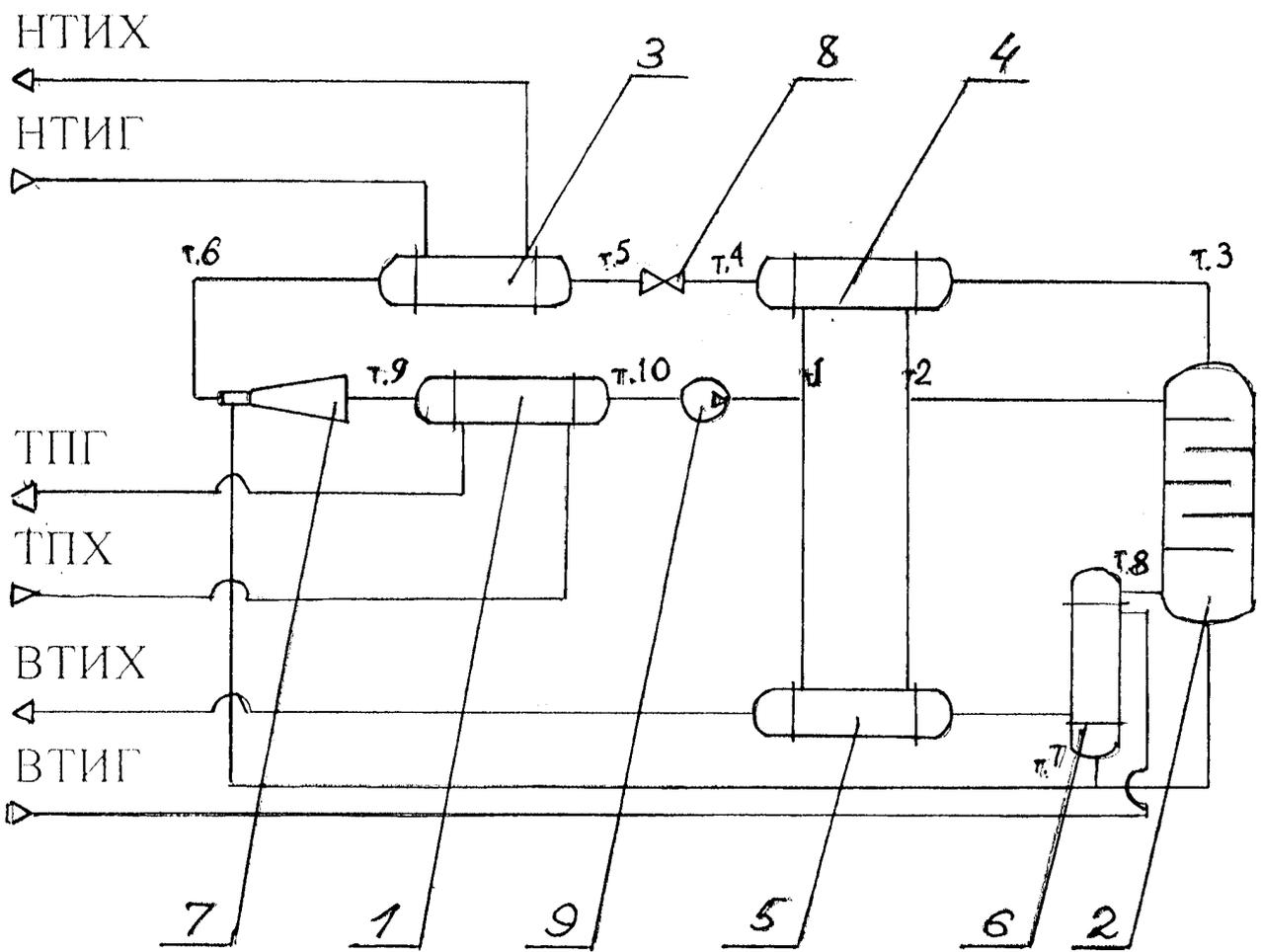
a heat exchanger are installed and a desorber without a dephlegmator is additionally introduced. The generator is designed in such a way that it is thermosiphonic and of high circulation ratio. The ejector is installed between the desorber and the absorber.

EFFECT: increase in the thermal coefficient (refrigerating capacity ratio to heat supplied) of the refrigerating cycle.

1 cl, 1 dwg

**C 2
4
3
4
5
4
7
2
R U**

**R U
2 7 4 5 4 3 4
C 2**



RU 2745434 C2

RU 2745434 C2

Изобретение относится к холодильной технике, а именно к абсорбционно-эжекторным холодильным установкам. Использование абсорбционной холодильной машины предполагается в энергетике, нефтехимии, при нефтепереработке и других областях науки и техники, где имеются низкопотенциальные источники тепла, и имеется
5 потребность в получении холода.

Известна абсорбционная холодильная машина системы "Platen-Mun-ters" (см. пат. №2224189, з. 03.09.1999 г., МПК F25B 15/10), содержащая генератор для испарения растворенного в растворителе хладагента, сепаратор растворителя, в котором происходит отделение растворителя от хладагента, конденсатор для сжижения
10 хладагента, испаритель, в котором хладагент испаряют посредством сухого газа и с охлаждением, при необходимости первый газовый теплообменник и абсорбер, в котором в обедненную смесь из хладагента и растворителя вводят испаренный хладагент, и эту смесь в генераторе повторно испаряют, выход испарителя или выход расположенного, при необходимости, за испарителем первого газового теплообменника и выход
15 генератора впадают в ведущий в абсорбер байпас, причем идущую от испарителя через первый газовый теплообменник смесь из испаренного хладагента и сухого газа направляют к выходу генератора и через байпас, где газовая смесь вступает в контакт с горячим, частично выгазованным, идущим от генератора раствором и отбирает у него дальнейший хладагент.

Недостаток известной абсорбционной холодильной машина заключается в наличии конденсатора, отводящего тепло конденсации хладагента непосредственно в атмосферу, что снижает тепловой коэффициент холодильного цикла. Кроме того, установка применима для малых мощностей, для охлаждения бытовых объектов. Возможны пульсации в работе - система не стабильна и зависит от режима образования паров
20 хладагента в условиях изменения мощности теплового потока, давления, температур и других параметров фазового равновесия, что также отрицательно влияет на эффективность работы абсорбционной холодильной машины.

Наиболее близкой по технической сущности к заявляемому объекту является абсорбционная холодильная машина с мультиступенчатым эжектором (см. пат. №2460020, з. 05.10.2010, МПК F25B 15/02), содержащая замкнутый циркуляционный контур, в котором последовательно установлены генератор, эжектор с приемной камерой, абсорбер, выполненный в виде струйного аппарата, конденсатор, дроссель, испаритель, насос, теплообменник, эжектор и струйный абсорбер выполнены в виде мультиступенчатого эжектора, корпус которого покрыт кожухом с образованием
35 полости, являющейся рубашкой охлаждения, причем мультиступенчатый эжектор состоит из последовательно размещенных по ходу пара и соединенных между собой n ступеней, каждая из которых содержит приемную камеру, сопло и диффузор, при этом приемная камера и сопло I-й ступени соединены трубопроводами с испарителем и генератором соответственно, генератор, в свою очередь, соединен с теплообменником
40 и насосом, приемные камеры II-й и последующих ступеней соединены с диффузорами предыдущих ступеней, внутри их устроены направляющие лопатки, теплообменник и сопла II-й и последующих ступеней соединены с нагнетательным патрубком насоса параллельно, кожух примыкает к корпусу конденсатора и снабжен входным патрубком, рубашка охлаждения и диффузор последней ступени соединены с конденсатором через
45 отверстия в стенке его корпуса и крышке соответственно.

В представленном цикле термостатирование возможно на более высоких температурных уровнях охлаждения, чем при выделении паров, выступающих в роли хладагента, охлаждается крепкий раствор без предварительного отделения хладагента.

Производительность насоса весьма избыточна и при этом не реализуется тепло горячего слабого раствора. Дросселируя крепкий раствор происходит снижение температуры до уровня концентрированного хладагента невозможно из-за ограничений, обусловленных условиями фазового равновесия абсорбента (высококипящий элемент в смеси).

Не предусмотрено углубление отбора тепла от источника (в рассматриваемом случае пара и его конденсата). Рекуперация осуществляет отбор тепла от охлаждающего потока. Температурная схема цикла, возможно, не рациональная и приводит к передаче тепла после генератора непосредственно к теплоприемнику и от него опять - к крепкому раствору. Все затраты энергии сводятся к снижению давления в испарителе после дросселирования крепкого раствора, снижение температуры которого ограничено пониженной концентрацией хладагента.

Что в результате приводит к снижению эффективности функционирования всей абсорбционной холодильной машины.

Задача заявляемого изобретения состоит в разработке высокоэффективной абсорбционной холодильной машины (АХМ) с высоким тепловым коэффициентом (отношение холодопроизводительности к подведенному теплу) холодильного цикла, вплоть до единицы, за счет достижения возможности преобразования принятого тепла низкотемпературного источника (НТИ) и низкопотенциального высокотемпературного источника (ВТИ) в работу сжатия хладагента в эжекторе. (Возможность достижения максимального теплового коэффициента ограничивается лишь КПД трансформатора тепла в работу сжатия.)

Поставленная задача решается за счет того, что в абсорбционной холодильной машине, содержащей замкнутый циркуляционный контур, в котором установлены генератор, эжектор, абсорбер, конденсатор, дроссель, испаритель, насос, теплообменник, дополнительно введены десорбер без дефлегматора, генератор выполнен термосифонным высокой кратности циркуляции, а эжектор установлен между десорбером и абсорбером.

Использование десорбера приводит к повышению концентрации хладагента за счет протекания массообменных процессов в нем и в термосифонном генераторе высокой кратности циркуляции. Повышение концентрации хладагента снижает температуру термостатирования при фиксированном давлении, что расширяет диапазон реализации холода.

Использование десорбера без дефлегматора упрощает конструкцию установки и исключает выброс тепловой энергии до эжектора, повышая при этом тепловой коэффициент согласно формуле: $Q_{ВТИ} + Q_{НТИ} = Q_{абс.}$, в которой исключен показатель $Q_{конд.}$

Повышение теплового коэффициента говорит об увеличении эффективности установки.

Использование эжектора на линии циркуляции абсорбента позволяет реализовать энергию расширения абсорбента (и хладагента при использовании, например, детандера) в работу сжатия отработавшего хладагента, что повышает тепловой коэффициент абсорбционной холодильной машины (АХМ), а значит и ее эффективность.

Предлагаемый цикл абсорбционной холодильной машины (АХМ) построен на основании классической схемы, однако, его тепловой баланс выражается не общепринятым равенством сумм теплот от низко- и высокотемпературного источников (НТИ и ВТИ) с тепловыми стоками от конденсатора К и абсорбера

$$A: Q_{ВТИ} + Q_{НТИ} = Q_{конд} + Q_{абс.}$$

где $Q_{ВТИ}$ - теплота высокотемпературного источника,

$Q_{НТИ}$ - теплота низкотемпературного источника,

5 $Q_{конд}$ - теплота теплового стока от конденсатора К,

$Q_{абс.}$ - теплота теплового стока от абсорбера А.

Модернизированный цикл АХМ выражается тепловым балансом без стока тепла от конденсатора (дефлегматора), т.е.: $Q_{ВТИ} + Q_{НТИ} = Q_{абс.}$

10 Это предполагает возможность концентрации принятого тепла в цикл и преобразование его в работу предварительного поджата хладагента перед абсорбером.

Повышение давления хладагента в эжекторе позволяет увеличить его концентрацию в растворе, что обеспечивает повышенную его концентрацию после отделения в десорбере и сокращение циркуляции абсорбента.

15 Кроме того, это позволяет снизить температуру термостатирования в испарителе, т.е. снизить температуру низкотемпературного источника тепла (НТИ).

Основное преимущество предлагаемого решения состоит в возможности преобразования принятого тепла ВТИ в работу сжатия отработавшего хладагента в эжекторе. Это позволяет повышать тепловой коэффициент (отношение
20 холодопроизводительности к подведенному теплу) описываемого холодильного цикла вплоть до единицы для идеального цикла. Возможность достижения максимального теплового коэффициента ограничивается лишь КПД трансформатора тепла и/или кинетической энергии в работу сжатия и тепловыми потерями от контакта элементов системы с окружающей средой.

25 Кроме трансформатора тепла абсорбента тепловой коэффициент зависит от степени адиабатичности процесса расширения хладагента и возможности отбора работы вместо изэнтальпийного дросселирования.

На чертеже представлена схема цикла абсорбционной холодильной машины, в которую входят:

30 1 - абсорбер, 2 - десорбер, 3 - испаритель, 4 - конденсатор, 5 - рекуператор, 6 - термосифонный генератор, 7 - эжектор, 8 - дроссель, 9 - насос.

НТИХ - к низкотемпературному источнику тепла холодное;

НТИГ - от низкотемпературного источника тепла горячее;

ТПГ - теплоприемник горячий (вода, атмосфера);

35 ТПХ - теплоприемник холодный (вода, атмосфера);

ВТИХ - к высокотемпературному источнику тепла холодное;

ВТИГ - от высокотемпературного источника тепла горячее;

Описание работы цикла.

40 Раствор в т. 1 разделяется на две части и проходит через конденсатор 4 и рекуператор 5. Здесь поток нагревается до состояния в т. 2 и подается на орошение насадки десорбера 2. Раствор, обедняясь хладагентом, опускается в куб и циркулирует через т. 7 в термосифонном генераторе 6, нагреваясь до состояния в т. 8.

45 При высокой кратности циркуляции через термосифонный генератор 6 более легкий хладагент имеет в парах т. 8 повышенную концентрацию при пониженной температуре циркулирующего через генератор 6 потока. Это позволяет принимать тепло от низкопотенциальных источников тепла - водяной конденсат, тепло сжатия в компрессоре и т.п.

Циркуляция через генератор 6 обеспечивает испарение хладагента уже в кубе десорбера 2, частично рекуперировав тепло абсорбента.

Абсорбент при состоянии в т. 7 под рабочим давлением прямого цикла подается на эжектор.

Хладагент в виде пара при состоянии в т. 3, удаляясь из десорбера 2, поступает в конденсатор 4, где конденсируется и парожидкостной поток охлаждается до минимальной температуры при состоянии в т. 4 относительно состояния в т. 1.

После охлаждения хладагент дросселируется в дросселе 2 и понижает свою температуру в т. 5 до температуры НТИ.

После приема тепла от НТИ поток хладагента поступает на эжектор 7. В эжекторе 7 (либо другом устройстве повышения давления смеси) происходит сжатие хладагента до давления потока после эжектора. При повышенном давлении парожидкостная смесь, поступающая в абсорбер 1, охлаждается и переходит в жидкое состояние.

Образовавшаяся жидкость в т. 10 нагнетается насосом 9 под рабочим давлением, после чего цикл повторяется.

Описанный цикл предполагает возможность существенного повышения теплового коэффициента, а значит и эффективности АХМ, что определяет сокращение срока окупаемости АХМ и минимизацию потерь тепловой энергии от низкопотенциальных тепловых источников.

Эжектор 7 и дроссель 8 приняты для использования, как простейшие устройства, обеспечивающие работоспособность системы, реализующей описанный цикл.

Таким образом, настоящее решение характеризуется:

1. Рекуперацией тепла конденсации при нагреве раствора;
2. Использованием десорбера без дефлегматора - исключение избыточного стока тепла;
3. Наличием высокой кратности циркуляции раствора через термосифонный генератор для производств от малых до крупнотоннажных;
4. Преобразованием тепла и давления абсорбента в работу сжатия хладагента;
5. Полным охлаждением низкопотенциального источника тепла и максимальным отбором его энергии при концентрации всей принятой извне тепловой мощности в едином аппарате, обеспечивающем сток тепла - абсорбере.

(57) Формула изобретения

Абсорбционная холодильная машина, содержащая замкнутый циркуляционный контур, в котором установлены генератор, эжектор, абсорбер, конденсатор, дроссель, испаритель, насос, теплообменник,

отличающаяся тем, что дополнительно введены десорбер без дефлегматора, генератор выполнен термосифонным высокой кратности циркуляции, а эжектор установлен между десорбером и абсорбером.

