



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

(21), (22) Заявка: 2005141485/06, 04.06.2004

(30) Конвенционный приоритет:
06.06.2003 FR 03/06839

(43) Дата публикации заявки: 27.08.2006 Бюл. № 24

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
10.01.2006(86) Заявка РСТ:
FR 2004/001388 (04.06.2004)(87) Публикация РСТ:
WO 2004/111556 (23.12.2004)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Городисский и Партнеры", пат.пов. Г.Б.
Егоровой

(71) Заявитель(и):
ГАЗ ТРАНСПОР Э ТЕКНИГАЗ (FR)(72) Автор(ы):
МИХАЛЬСКИЙ Пьер (FR),
ГУРМЕЛЕН Пьер (FR),
БЛЭЗА Клод (FR)(74) Патентный поверенный:
Егорова Галина Борисовна(54) СПОСОБ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРОДУКТА, В ЧАСТНОСТИ, ДЛЯ СЖИЖЕНИЯ ГАЗА И
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Формула изобретения

1. Способ охлаждения продукта (Р), включающий в себя N упорядоченных циклов адсорбции/десорбции (100, 200, 300, 400, 500, 600) в воздушном вакууме, причем N является целым числом, превышающим 1, причем каждый цикл включает в себя этапы, согласно которым извлекают тепло из хладагента в паровой фазе в конденсаторе (101, 201, 301, 401, 501, 601) при первом давлении (P₂), которое ниже критического давления указанного хладагента для конденсации указанного хладагента, вводят указанный хладагент в жидкой фазе в испаритель (103, 203, 303, 403, 503, 603) при втором давлении (P₁), которое ниже первого давления, для испарения части указанного хладагента и охлаждения другой части хладагента до температуры испарения (T₁) указанного хладагента при втором давлении, причем температура испарения снижается от одного цикла к следующему циклу, а первое и второе давления выбирают на каждом цикле таким образом, чтобы температура испарения (T₁) в цикле была всегда ниже температуры конденсации (T₂) хладагента на следующем цикле при первом давлении следующего цикла, подводят тепло к жидкой части хладагента при втором давлении в испарителе для испарения хладагента, производят адсорбцию хладагента в паровой фазе в по меньшей мере одной камере адсорбции/десорбции (120, 220, 320, 421-423, 521-523, 621-623), соединенной с испарителем и содержащей цеолитный адсорбент (Z), после того, как некоторое количество хладагента будет адсорбировано на цеолитном адсорбенте, производят регенерацию указанного цеолитного адсорбента путем нагрева для десорбции указанного количества хладагента в паровую фазу, возвращают указанное количество

хладагента в паровой фазе к указанному конденсатору, причем указанный способ дополнительно включает в себя этапы, согласно которым обеспечивают N-1 теплообменов, каждый раз между хладагентом в испарителе (103, 203, 403, 503) одного цикла и хладагентом в конденсаторе (201, 301, 501, 601) следующего по порядку цикла для осуществления таким образом подвода тепла в испаритель и извлечения тепла из конденсатора, и охлаждают указанный продукт путем теплообмена с хладагентом по меньшей мере в испарителе (303, 603) последнего цикла.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанное извлечение тепла в конденсаторе первого цикла осуществляют путем теплообмена с окружающей жидкой или газообразной средой при температуре окружающей среды.

3. Способ по одному из п.1 или 2, отличающийся тем, что по меньшей мере на одном из указанных циклов нагрев указанного цеолитного адсорбента (Z) для его регенерации осуществляют путем теплообмена с окружающей жидкой или газообразной средой при температуре окружающей среды.

4. Способ по одному из п.1 или 2, отличающийся тем, что он включает в себя этап, согласно которому проводят по меньшей мере один теплообмен, предпочтительно по меньшей мере N-1 теплообменов, всякий раз между цеолитным адсорбентом (Z) во время адсорбции в камере адсорбции/десорбции (121) одного цикла и цеолитным адсорбентом (Z) при регенерации в камере адсорбции/десорбции (223) следующего цикла.

5. Способ по одному из п.1 или 2, отличающийся тем, что он включает в себя этап, согласно которому проводят по меньшей мере один теплообмен, предпочтительно N-1 теплообменов, всегда между хладагентом в испарителе (103, 203) одного цикла и цеолитным адсорбентом (Z) в камере адсорбции/десорбции (220, 320) следующего цикла в ходе адсорбции для охлаждения указанного цеолитного адсорбента.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что на каждом цикле предусмотрены по меньшей мере две камеры адсорбции/десорбции для осуществления одновременно адсорбции хладагента в одной (121, 221) из камер адсорбции/десорбции и регенерации цеолитного адсорбента (Z) в одной другой (123, 223) из указанных камер адсорбции/десорбции.

7. Способ по п.6, отличающийся тем, что на каждом цикле предусмотрены по меньшей мере три камеры адсорбции/десорбции для совершения одновременно этапа охлаждения после регенерации цеолитного адсорбента (Z) в еще одной (122, 222) из указанных камер адсорбции/десорбции.

8. Способ по п.7, отличающийся тем, что он включает в себя этап, согласно которому осуществляют по меньшей мере один теплообмен, предпочтительно N-1 теплообменов, каждый раз между хладагентом в испарителе (103) одного цикла и цеолитным адсорбентом (Z) в камере адсорбции/десорбции (222) следующего цикла во время охлаждения после регенерации.

9. Способ по одному из пп.1, 2, 6-8, отличающийся тем, что по меньшей мере на одном из указанных циклов, предпочтительно на каждом из указанных циклов, охлаждают указанное количество хладагента в паровой фазе путем теплообмена с источником температуры окружающей среды перед повторным введением указанного количества хладагента в конденсатор.

10. Способ по одному из пп.1, 2, 6-8, отличающийся тем, что по меньшей мере на одном из указанных циклов первое давление (P_2) в конденсаторе (101, 201, 301, 401, 501, 601) меньше 3 бар, предпочтительно близко к нормальному давлению.

11. Способ по одному из пп.1, 2, 6-8, отличающийся тем, что по меньшей мере на одном из указанных циклов максимальное давление ниже 5 бар, предпочтительно близко к нормальному давлению.

12. Способ по одному из пп.1, 2, 6-8, отличающийся тем, что по меньшей мере на одном из указанных циклов указанный хладагент в жидкой фазе вводят в испаритель (103, 203, 303, 403, 503, 603) в распыленном виде.

13. Способ по одному из пп.1, 2, 6-8, отличающийся тем, что парциальное давление воздуха на каждом цикле ниже примерно 1 кПа, предпочтительно ниже примерно 0,1 кПа.

14. Способ по одному из пп.1, 2, 6-8, отличающийся тем, что на первом цикле (100, 400) хладагент выбирают из группы, состоящей из воды, спиртов и их смесей.

15. Способ по п.14, отличающийся тем, что на втором цикле (200, 500) хладагент выбирают из группы, состоящей из бутана, бутадиена, пропадиена, пропана и их смесей.

16. Способ по п.15, отличающийся тем, что он включает в себя третий цикл (300, 600) с хладагентом, выбранным из группы, состоящей из этана, диоксида углерода, закиси азота и их смесей.

17. Способ по п.16, отличающийся тем, что он включает в себя четвертый цикл с хладагентом, выбранным из группы, состоящей из метана, криптона и их смесей.

18. Способ по п.17, отличающийся тем, что он включает в себя пятый цикл с хладагентом, выбранным из группы, состоящей из неона, кислорода, гелия, азота, аргона, монооксида углерода и их смесей.

19. Способ по одному из пп.1, 2, 6-8, отличающийся тем, что по меньшей мере на одном из указанных циклов указанный хладагент имеет скрытую теплоту испарения более 300 кДж/кг, предпочтительно большую или равную примерно 450 кДж/кг.

20. Способ по одному из пп.1, 2, 6-8, отличающийся тем, что по меньшей мере на одном из указанных циклов температура испарения (T_1) в испарителе является максимальной в тройной точке указанного хладагента.

21. Способ по одному из пп.1, 2, 6-8, отличающийся тем, что указанный продукт (P) первоначально находится в паровой фазе, причем указанный продукт охлаждают до сжижения.

22. Способ по п.21, отличающийся тем, что указанный продукт (P) является газом для использования в качестве горючего или сырья, способного к полимеризации.

23. Способ по одному из пп.1, 2, 6-8, отличающийся тем, что указанный продукт (P) является газом для использования его в качестве сырья, который охлаждают или сжижают при температурах от -80 до -220°C .

24. Устройство для осуществления способа по одному из пп.1-23, включающее в себя N упорядоченных ступеней охлаждения (100, 200, 300, 400, 500, 600) под воздушном вакуумом, причем N является целым числом, превышающим 1, причем каждая ступень содержит конденсатор (101, 201, 301, 401, 501, 601), содержащий хладагент в жидкой фазе, испаритель (103, 203, 303, 403, 503, 603), соединенный с указанным конденсатором линией (104, 204, 304, 404, 504, 604), по меньшей мере одну камеру адсорбции/десорбции (120, 220, 320, 421-423, 521-523, 621-623), содержащую цеолитный адсорбент (Z) и соединенную с указанным испарителем посредством верхнего клапана/вентиля (130,230,330), линию (160, 260, 360, 460, 560, 660), оборудованную нижним клапаном (150, 250, 350) для возврата указанного хладагента из указанной камеры адсорбции/десорбции на указанный конденсатор, средство нагрева (140, 240, 243, 340) в указанной или в каждой камере адсорбции/десорбции, выполненное с возможностью нагрева цеолитного адсорбента до температуры регенерации, причем указанное устройство включает в себя N-1 теплообменников (280, 380, 501, 601), установленных с возможностью обеспечения теплообмена между хладагентом в испарителе (103, 203, 403,503) одной ступени и хладагентом в конденсаторе (201, 301, 501, 601) следующей по порядку циклов ступени для охлаждения этого последнего, и конечный теплообменник (80, 701), установленный с возможностью обеспечения теплообмена между охлаждаемым продуктом (P) и хладагентом по меньшей мере в испарителе последней ступени (303,603).

25. Устройство по п.24, отличающееся тем, что оно включает в себя теплообменник (126, 480), установленный с возможностью обеспечения теплообмена между хладагентом в конденсаторе (101, 401) первой ступени и окружающей жидкой или газообразной средой при температуре окружающей среды.

26. Устройство по одному из п.24 или 25, отличающееся тем, что оно в качестве средства нагрева включает в себя по меньшей мере одну из камер адсорбции/десорбции (521-523, 621-623), теплообменник (540, 640), установленный с возможностью обеспечения теплообмена между цеолитным адсорбентом (Z) в ходе адсорбции и окружающей жидкой или газообразной средой при температуре окружающей среды.

27. Устройство по одному из п.24 или 25, отличающееся тем, что оно включает в себя по меньшей мере на одной из указанных ступеней устройство распыления жидкости (435, 535, 635), установленное с возможностью распыления хладагента в жидкой фазе при его

введении в испаритель(403, 503, 603).

28. Устройство по одному из п.24 или 25, отличающееся тем, что по меньшей мере на одной из указанных ступеней между указанной камерой или между каждой камерой адсорбции/десорбции (220, 320) и указанным конденсатором (201, 301) установлена камера охлаждения (216, 316) хладагента, которая находится в тепловом контакте с источником тепла, находящегося при температуре окружающей среды.

29. Устройство по одному из п.24 или 25, отличающееся тем, что оно в качестве средства нагрева включает в себя одну из указанных камер адсорбции/десорбции, по меньшей мере один теплообменник (290), предпочтительно по меньшей мере N-1 теплообменников, выполненных с возможностью обеспечения теплообмена между указанным цеолитным адсорбентом (Z) в ходе адсорбции в камере или в одной из камер адсорбции/десорбции (121) одной ступени и цеолитным адсорбентом (Z) в ходе регенерации в указанной камере или в одной из указанных камер адсорбции/десорбции (223) следующей ступени.

30. Устройство по одному из п.24 или 25, отличающееся тем, что оно в качестве средства охлаждения включает в себя одну из указанных камер адсорбции/десорбции, по меньшей мере N-1 теплообменников (280, 380), установленных с возможностью обеспечения теплообмена между хладагентом в испарителе (103, 203) одной ступени и указанным цеолитным адсорбентом (Z) в указанной камере или в каждой камере адсорбции/десорбции (221, 222, 223, 320) следующей ступени.

31. Устройство по одному из п.24 или 25, отличающееся тем, что каждая ступень содержит по меньшей мере две камеры адсорбции/десорбции (121, 122, 123), каждая из которых соединена с испарителем (103) через соответствующий верхний клапан (131, 132, 133) и с конденсатором (101) через один из соответствующих нижних клапанов (151,152,153).

32. Устройство по п.31, отличающееся тем, что оно включает в себя средство управления клапанами (105), запрограммированное на открывание и закрывание указанных верхних и нижних клапанов согласно циклу скрытого времени, на котором в каждой камере (121, 122, 123) последовательно осуществляют этап адсорбции, на котором верхний клапан (131) открыт, а нижний клапан (151) закрыт, этап регенерации или десорбции, на котором нижний клапан (153) открыт, а верхний клапан (133) закрыт, и этап охлаждения после регенерации, на котором нижний клапан (152) и верхний клапан (132) закрыты.

33. Устройство по одному из п.24 или 25, отличающееся тем, что оно соединено с камерой (1), содержащей указанный охлаждаемый продукт, причем конечный теплообменник (26) подвешен внутри указанной камеры для обмена теплом между хладагентом в испарителе (303) последней ступени и продуктом (P) в жидкой или паровой фазе, содержащимся в указанной камере.

34. Судно для перевозки метана, оборудованное резервуаром (1) для хранения сжиженного газа (P), с которым соединено устройство по п.33 в качестве холодильной установки повторного сжижения.

35. Завод по сжижению газа, включающий камеру охлаждения (1) для сжижаемого газа (P), которая соединена с устройством по п.33.