

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040228**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.05.06

(51) Int. Cl. **F25J 3/04** (2006.01)

(21) Номер заявки
201891868

(22) Дата подачи заявки
2018.09.17

(54) **СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА ПОСРЕДСТВОМ КРИОГЕННОЙ ПЕРЕГОНКИ**

(31) **201710838791.9**

(56) EP-B1-2297536

(32) **2017.09.18**

US-B1-6295836

(33) **CN**

US-B1-6321568

(43) **2019.08.30**

WO-A2-2008110732

SU-A1-739316

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**Л'ЭР ЛИКИД, СОСЬЕТЕ
АНОНИМ ПУР Л'ЭТЮД Э
Л'ЭКСПЛУАТАСЬОН ДЕ ПРОСЕДЕ
ЖОРЖ КЛОД (FR)**

(72) Изобретатель:
**Шуик Селим (FR), Дэй Эрик (CN),
Де Ла Фортери Орьян, Матье-Ди
Мишель, Перон Жан-Марк (FR)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) В способе для разделения воздуха посредством криогенной перегонки поток обогащенной кислородом жидкости (7) извлекают из колонны, работающей при P_{LP} , причем уровень жидкости в колонне, работающей при давлении P_{LP} , представляет собой изменяемый уровень, имеющий высоту H_{LOX} относительно земли, по меньшей мере часть жидкости расширяют в клапане (V6) и отправляют через вертикальный трубопровод в разделитель (23) фаз, нижняя точка которого размещена на уровне, имеющем высоту H_L относительно земли, жидкость отправляют из самой нижней точки разделителя фаз в трубопровод, через который жидкость проходит, и из трубопровода, через который жидкость проходит в резервуар (29) для хранения, работающий при давлении P_S , причем точка для введения жидкости находится на высоте H_i выше земли, причем высота выбирается с тем, чтобы давление разделителя фаз было достаточным, чтобы отправлять жидкость в резервуар для хранения.

B1**040228****040228****B1**

Настоящее изобретение относится к способу и устройству для разделения воздуха посредством криогенной перегонки.

Известно производство жидкого продукта посредством перегонки воздуха и хранение его в изолированном резервуаре для хранения. В особенности известно разделение потока жидкого кислорода, произведенного посредством разделения воздуха, на две части, причем одна часть отправляется в резервуар для хранения и остаток испаряется под давлением для того, чтобы образовать сжатый газообразный продукт.

Отправка продукции жидкого кислорода в криогенные резервуары для хранения может быть выполнена с использованием некоторых различных решений. Использование может быть реализовано из потенциальной энергии, если источник жидкого кислорода, обычно ребойлер-конденсатор двойной колонны, имеет достаточную высоту и если самый высокий уровень резервуара для хранения не слишком высок.

Для того чтобы повысить высоту ребойлера-конденсатора, один выбор, который может быть достигнут, состоит в подъеме высоты разделительной колонны, используя юбку, чтобы поднять дно колонны выше земли. Это является дорогим и остается ограниченным высотой резервуара для хранения.

Другое решение состоит в использовании дополнительного насоса, чтобы передавать жидкий кислород в резервуар для хранения.

Также было предложено закачивать жидкий кислород, который должен храниться, насосами, используемыми для доведения жидкого кислорода до давления, требуемого для производства сжатого газообразного кислорода. Эти насосы повышают кислород до давления сети заказчика, часто до нескольких десятков бар. Часть жидкого кислорода при таком высоком давлении затем расширяется в клапане на выходе насосов и затем отправляется через трубопровод, необязательно после охлаждения в переохладителе, в резервуар для хранения.

В случае неисправности клапана, который осуществляет расширение жидкого кислорода, идущего в резервуар для хранения, кислород при очень высоком давлении был бы подан через трубопроводы и оборудование (например, переохладитель, резервуар для хранения), которое не предназначено, чтобы выдерживать такие давления.

По этой причине предохранительный клапан жидкого кислорода соединен с выходом насоса, причем этот клапан также соединен

либо с криогенной системой обеспечения продувки,

либо со входом насоса с тем, чтобы не терять криогенную жидкость в случае открытия предохранительного клапана.

Хотя эта система имеет преимущество в возможности применения в любой насосной установке без ограничения высоты, относящейся к резервуару для хранения, наличие предохранительного клапана является причиной некоторых случаев утечек и повреждения холодильного шкафа в существующих установках.

Настоящее изобретение использует разделитель фаз, необязательно в форме вертикальной трубы, соединенный с выходом насоса для производства сжатого жидкого кислорода для того, чтобы отправлять жидкий кислород посредством гравитации в резервуары для хранения. Целью настоящего изобретения является понизить стоимость установки посредством исключения использования циркуляционного насоса в насосных установках или повышения высоты колонн посредством юбки и улучшить ее безопасность посредством исключения рисков, связанных с присутствием предохранительного клапана.

В соответствии с одной целью изобретения способ предусматривает разделение воздуха посредством криогенной перегонки, в котором

i) воздух, очищенный и охлажденный в теплообменнике, разделяют в системе колонн, содержащей по меньшей мере одну колонну, работающую при давлении P_{LP} , необязательно между 1,2 и 2 бар абс;

ii) поток жидкости, обогащенный кислородом относительно воздуха, извлекают из колонны, работающей при P_{LP} , причем уровень жидкости в колонне, работающей при давлении P_{LP} , представляет собой изменяемый уровень, имеющий высоту H_{LOX} относительно земли, который необязательно сжимают посредством насоса и необязательно разделяют на две части;

iii) по меньшей мере одну часть жидкости расширяют в клапане и отправляют через вертикальный трубопровод в разделитель фаз, нижняя точка которого размещена на уровне на высоте H_L относительно земли, необязательно выше относительно земли, чем высота H_{LOX} ;

iv) необязательно другую часть жидкости испаряют в теплообменнике;

v) самую нижнюю точку разделителя фаз соединяют с трубопроводом, через который проходит жидкость, и самую высокую точку с другим трубопроводом;

vi) верхний трубопровод соединяют с колонной, работающей при давлении P_{LP} , и

vii) жидкость отправляют из самой нижней точки разделителя фаз в трубопровод, через который проходит жидкость, и из трубопровода, через который жидкость проходит в резервуар для хранения жидкости, работающий при давлении P_s , причем точка для введения жидкости находится на высоте H_i выше земли, причем высоты выбирают с тем, чтобы

$$P_{LP} + \rho g H_{LOX} \leq \Delta P + \rho g H_i + P_s, \text{ и}$$

$$P_{LP} + \rho g H_L \geq \Delta P' + \rho g H_i + P_s,$$

где ρ представляет собой плотность жидкости, обогащенной компонентом воздуха, g представляет собой ускорение гравитации, ΔP представляет собой перепад давления между точкой для извлечения жидкости в колонне, работающей при P_{LP} , и точкой для введения жидкости, обогащенной компонентом воздуха, в резервуар для хранения и $\Delta P'$ представляет собой перепад давления между самой нижней точкой сепаратора фаз и точкой для введения жидкости, обогащенной компонентом воздуха, в резервуар для хранения.

В соответствии с другими выборочными аспектами

высота H_i является меньшей чем, равной или большей чем H_L ,

высота H_i является меньшей чем, равной или большей чем H_{LOX} ,

разделитель фаз представляет собой трубку,

вся или некоторая часть жидкости, обогащенной компонентом воздуха, переохлаждается в теплообменнике перед отправкой в резервуар для хранения,

другой трубопровод не имеет нижней точки.

В соответствии с другим аспектом изобретения предусмотрено устройство для разделения воздуха посредством криогенной перегонки, содержащее систему колонн, содержащую по меньшей мере одну колонну, работающую при давлении P_{LP} , необязательно между 1,2 и 2 бар, теплообменник, трубопровод для отправки очищенного и охлажденного воздуха из теплообменника в систему колонн, трубопровод для извлечения жидкости, обогащенной кислородом относительно воздуха, из системы колонн на первом уровне выше земли, причем высота жидкости, обогащенной компонентом воздуха в колонне, представляет собой изменяемую высоту H_{LOX} относительно земли, необязательно насос для сжатия жидкости, обогащенной компонентом воздуха, и необязательно средство для разделения закачанной жидкости на по меньшей мере две части, вертикальный трубопровод, соединенный с клапаном для доведения по меньшей мере части жидкости, обогащенной компонентом воздуха, который необязательно закачивается, до разделителя фаз, необязательно трубопровод для отправки части закачанной жидкости в теплообменник для того, чтобы испарять ее, трубопровод, соединяющий самую верхнюю точку разделителя фаз на высоте H_i относительно земли с колонной, работающей при давлении P_{LP} , трубопровод, соединяющий самую нижнюю точку разделителя фаз с резервуаром для хранения жидкости, работающим при давлении P_s , причем точка для введения жидкости находится на высоте H_i выше земли, причем высоты выбирают с тем, чтобы

$$P_{LP} + \rho g H_{LOX} \leq \Delta P + \rho g H_i + P_s, \text{ и}$$

$$P_{LP} + \rho g H_L \geq \Delta P' + \rho g H_i + P_s,$$

где ρ представляет собой плотность жидкости, обогащенной компонентом воздуха, g представляет собой ускорение гравитации, ΔP представляет собой перепад давления между точкой для извлечения жидкости в колонне, работающей при P_{LP} , и точкой для введения жидкости, обогащенной кислородом, в резервуар для хранения и $\Delta P'$ представляет собой перепад давления между самой нижней точкой разделителя фаз и точкой для введения жидкости, обогащенной кислородом, в резервуар для хранения.

В соответствии с другими выборочными аспектами изобретения

система колонн содержит колонну, работающую при давлении P_{LP} , и по меньшей мере одну колонну, работающую при среднем давлении, верх которой термически соединен со дном колонны, работающей при давлении P_{LP} , причем трубопровод для отправки очищенного и охлажденного воздуха из теплообменника в систему колонн соединен с колонной, работающей при среднем давлении и необязательно с колонной, работающей при давлении P_{LP} ;

установка не содержит насоса;

установка содержит по меньшей мере только один насос для сжатия всей обогащенной кислородом жидкости, выше по потоку средства для разделения закачанной жидкости на две и теплообменника и трубопровода для отправки части закачанной жидкости в теплообменник и никакого насоса выше по потоку этих средств;

система колонн содержит колонну, работающую при давлении P_{LP} , и по меньшей мере одну колонну, работающую при среднем давлении, верх которой термически соединен с низом колонны, работающей при давлении P_{LP} , причем трубопровод для извлечения обогащенной кислородом жидкости соединен с колонной, работающей при давлении P_{LP} .

Согласно формуле изобретения заявлен способ для разделения воздуха посредством криогенной перегонки, в котором

i) воздух, очищенный и охлажденный в теплообменнике, разделяют в системе колонн, содержащей по меньшей мере одну колонну, работающую при давлении P_{LP} ;

ii) поток жидкости, обогащенный кислородом относительно воздуха, извлекают из колонны, работающей при P_{LP} , причем уровень жидкости в колонне, работающей при давлении P_{LP} , представляет собой

изменяемый уровень, имеющий высоту H_{LOX} относительно земли;

iii) по меньшей мере одну часть жидкости, обогащенной кислородом, расширяют в клапане и отправляют через вертикальный трубопровод в разделитель фаз, самая нижняя точка которого размещена на уровне на высоте H_L относительно земли;

при этом самая нижняя точка разделителя фаз соединена с трубопроводом для жидкости, через который отводят жидкость из разделителя фаз, а самая высокая точка разделителя фаз посредством другого трубопровода соединена с колонной, работающей при давлении P_{LP} , и

iv) жидкость отправляют из самой нижней точки разделителя фаз в трубопровод для жидкости и из трубопровода для жидкости в резервуар для хранения жидкости, работающий при давлении P_S , причем точка для введения жидкости из разделителя фаз в резервуар для хранения жидкости находится на высоте H_i выше земли, а высоты выбирают так, чтобы

$$P_{LP} + \rho g H_{LOX} \leq \Delta P + \rho g H_i + P_S, \text{ и}$$

$$P_{LP} + \rho g H_L \geq \Delta P' + \rho g H_i + P_S,$$

где ρ представляет собой плотность жидкости, обогащенной кислородом, g представляет собой ускорение свободного падения, ΔP представляет собой перепад давления между точкой для извлечения жидкости, обогащенной кислородом из колонны, работающей при P_{LP} , и точкой для введения жидкости, обогащенной кислородом, в резервуар для хранения и $\Delta P'$ представляет собой перепад давления между самой нижней точкой сепаратора фаз и точкой для введения жидкости, обогащенной кислородом, в резервуар для хранения.

Предпочтительно высота H_i является меньшей чем, равной или большей чем H_L .

Предпочтительно высота H_i является меньшей чем, равной или большей чем H_{LOX} .

Предпочтительно разделитель фаз представляет собой трубку.

Предпочтительно вся или некоторая часть жидкости, обогащенной компонентом воздуха, переохлаждается в теплообменнике перед отправкой в резервуар для хранения.

Предпочтительно упомянутый другой трубопровод не имеет нижней точки.

Предпочтительно высота H_L относительно земли выше относительно земли, чем высота H_{LOX} .

Согласно формуле изобретения заявлено устройство для разделения воздуха посредством криогенной перегонки, содержащее систему колонн, содержащую по меньшей мере одну колонну, работающую при давлении P_{LP} , теплообменник, трубопровод для отправки очищенного и охлажденного воздуха из теплообменника в систему колонн, трубопровод для извлечения жидкости, обогащенной кислородом относительно воздуха, из системы колонн на первом уровне выше земли, причем высота жидкости, обогащенной кислородом, в колонне представляет собой изменяемую высоту H_{LOX} относительно земли, вертикальный трубопровод для подвода по меньшей мере части жидкости, обогащенной кислородом, к разделителю фаз, клапан для расширения жидкости, обогащенной кислородом, перед подачей ее в разделитель фаз, трубопровод, соединяющий самую верхнюю точку разделителя фаз на высоте H_L относительно земли с колонной, работающей при давлении P_{LP} , трубопровод, соединяющий самую нижнюю точку разделителя фаз с резервуаром для хранения жидкости, работающим при давлении P_S , причем точка для введения жидкости, обогащенной кислородом, из разделителя фаз в упомянутый резервуар для хранения находится на высоте H_i относительно земли, причем высоты выбирают с тем, чтобы

$$P_{LP} + \rho g H_{LOX} \leq \Delta P + \rho g H_i + P_S, \text{ и}$$

$$P_{LP} + \rho g H_L \geq \Delta P' + \rho g H_i + P_S,$$

где ρ представляет собой плотность жидкости, обогащенной кислородом, g представляет собой ускорение свободного падения, ΔP представляет собой перепад давления между точкой для извлечения жидкости, обогащенной кислородом, из колонны, работающей при P_{LP} , и точкой для введения жидкости, обогащенной кислородом, в резервуар для хранения и $\Delta P'$ представляет собой перепад давления между самой нижней точкой разделителя фаз и точкой для введения жидкости, обогащенной кислородом, в резервуар для хранения.

Предпочтительно система колонн содержит колонну, работающую при давлении P_{LP} , и по меньшей мере одну колонну, работающую при среднем давлении, верх которой термически соединен со дном колонны, работающей при давлении P_{LP} , причем трубопровод для отправки очищенного и охлажденного воздуха из теплообменника в систему колонн соединен с колонной, работающей при среднем давлении.

Предпочтительно в устройстве

либо i) не содержит насоса;

либо ii) содержит по меньшей мере только один насос для сжатия всей обогащенной кислородом жидкости, выше по потоку от средства для разделения закачанной жидкости на две и от теплообменника и трубопровода для отправки части закачанной жидкости в теплообменник и никакого насоса ниже по потоку от этих средств.

Предпочтительно система колонн содержит колонну, работающую при давлении P_{LP} , и по меньшей мере одну колонну, работающую при среднем давлении, верх которой термически соединен со дном ко-

лонны, работающей при давлении P_{LP} , причем трубопровод для извлечения обогащенной кислородом жидкости соединен с колонной, работающей при давлении P_{LP} .

Изобретение будет описано более подробно со ссылкой на чертеж.

Установка для разделения воздуха содержит двойную колонну 5, 7 для разделения воздуха и теплообменник 3.

Очищенный воздух 1 охлаждается в теплообменнике и отправляется в колонну 5 среднего давления двойной колонны разделения воздуха, работающей при криогенной температуре. Колонна 5 среднего давления прикреплена к земле и не содержит повышающей высоту юбки.

Обогащенная кислородом жидкость (не показана) отправляется со дна колонны среднего давления в колонну 7 низкого давления, работающую при давлении P_{LP} между 1,2 и 2 бар абс. Обогащенная азотом жидкость (не показана) отправляется с верха колонны среднего давления на верх колонны низкого давления.

Богатая кислородом жидкость 8 извлекается со дна колонны 7 низкого давления и отправляется через клапан V1 к насосу P, который сжимает ее до давления между 8 и 100 бар. Уровень обогащенной кислородом жидкости на дне колонны представляет собой изменяемую высоту H_{LOX} выше земли. Уровень жидкости может быть выше или ниже.

Богатая кислородом жидкость 8 должна быть отправлена, в частности, в резервуар 29 для хранения, работающий при давлении P_S , имеющий точку ввода на высоте H_i выше земли.

Если

$$P_{LP} + \rho g H_{LOX} \leq \Delta P + \rho g H_i + P_S,$$

где ρ представляет собой плотность жидкости, обогащенной кислородом, g представляет собой ускорение гравитации, ΔP представляет собой перепад давления между извлечением жидкого кислорода и входом жидкого кислорода в резервуар для хранения;

тогда богатая кислородом жидкость будет не способна протекать из колонны в резервуар для хранения. В этом случае необходимо использовать насос, чтобы отправлять жидкость в резервуар для хранения и/или понимать высоту основания колонны 5 среднего давления.

Сжатая жидкость разделяется на две. Одна часть отправляется в теплообменник 3, где она испаряется, чтобы образовать богатый кислородом газообразный продукт. Остаток отправляется в большой вертикальный трубопровод, содержащий клапан V6, который может быть размещен на любом уровне трубопровода, следовательно, не обязательно на верху, как на чертеже. Проход через клапан V6 дает повышение выработки небольшого количества газа. Двухфазная смесь отправляется из клапана V6 в вертикальную трубку 23, действующую как разделительный сосуд. Очевидно вертикальная трубка 23 может быть заменена другим типом разделительного сосуда, например традиционной камерой.

Верх вертикальной трубки 23 соединен непосредственно (без клапана) с газообразной фазой со дна колонны 7 низкого давления посредством трубопровода 24. Самая нижняя точка разделительной трубки 23 размещена на высоте H_L в этом примере, выше высоты резервуара для хранения жидкого кислорода для того, чтобы дать возможность жидкости отправляться посредством гравитации в резервуар для хранения.

Самая высокая точка трубки 23 соединена с колонной 7 низкого давления с тем, чтобы вертикальная трубка 23 или другая форма разделительного сосуда была при низком давлении, предпочтительно чуть выше атмосферного давления. Самая высокая точка трубки может быть соединена с другой колонной, работающей при низком давлении, например смесительной колонной, снабжаемой на верху жидким кислородом и на дне воздухом. Она может быть также соединена с колонной отделения аргона. Здесь трубопровод 24, соединяющий самую высокую точку трубки 23 с колонной 7 низкого давления, открывается выше уровня жидкости на дне колонны 7 низкого давления. Жидкость 25 со дна трубки 23 отправляется через трубопровод на уровне, имеющем высоту H_L относительно земли и выше точки для введения жидкости в резервуар 29 для хранения жидкого кислорода на высоте H_i выше земли, причем разница между двумя высотами H_L и H_i равна Δh . Вся или некоторая часть жидкости может проходить через переоохладитель 27, где она охлаждается. Жидкий кислород отправляется в резервуар 29 для хранения жидкости, причем точка введения жидкости находится на высоте H_i выше земли.

Высоты выбираются с тем, чтобы

$$P_{LP} + \rho g H_L \geq \Delta P' + \rho g H_i + P_S,$$

где $\Delta P'$ представляет собой перепад давления между самой нижней точкой сепаратора фаз и точкой введения жидкости, обогащенной компонентом воздуха, в резервуар для хранения.

В этом примере H_L выше, чем H_i . Также возможно для H_L быть равной H_i или даже выше, чем H_i , но для разницы высот недостаточно превышать перепады давления пути жидкости.

Если клапан V6 когда-либо неисправен, сжатая жидкость будет отправляться через трубопровод 24 и будет отправляться обратно в колонну 7 низкого давления. Трубопровод 24 не имеет нижней точки для того, чтобы предотвратить образование тупика и накопления примесей.

Способ по фигуре может быть приспособлен к случаю, где хранящейся жидкостью является азот.

В этом случае жидкий азот берется из колонны среднего давления или колонны низкого давления, сжимается посредством насоса и разделяется на два.

Сжатый азот частично испаряется в теплообменнике, как для жидкого кислорода, и остаток сжатого

азота проходит в разделитель фаз, верх которого соединен с колонной низкого давления. Жидкость из разделителя фаз отправляется в резервуар для хранения азота.

Будет понятно, что если сочетание давления колонны, из которой жидкость, обогащенная компонентом воздуха, берет начало, и гидростатической высоты является достаточным, установка может не содержать насоса. Сочетаемые давление колонны и гидростатическое давления могут быть достаточными, чтобы преодолеть перепады давления, давление резервуара для хранения и гидростатическое давление, связанные с высотой точки введения. В этом случае либо весь кислород отправляется в резервуар для хранения, либо часть кислорода, испаренная в теплообменнике, находится при относительно низком давлении.

В других случаях насос может требоваться единственно, чтобы закачивать жидкость, подлежащую испарению, в теплообменник, если эта жидкость требуется при более высоком давлении.

Иначе, как иллюстрировано, обычный насос может сжимать всю жидкость, причем одна часть тогда отправляется для испарения в теплообменник и по меньшей мере одна другая часть отправляется в разделитель фаз.

Часть жидкости может быть произведена в форме жидкого окончательного продукта.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ для разделения воздуха посредством криогенной перегонки, в котором:

i) воздух, очищенный и охлажденный в теплообменнике, разделяют в системе колонн, содержащей по меньшей мере одну колонну, работающую при давлении P_{LP} ;

ii) поток жидкости, обогащенный кислородом относительно воздуха, извлекают из колонны, работающей при P_{LP} , причем уровень жидкости в колонне, работающей при давлении P_{LP} , представляет собой изменяемый уровень, имеющий высоту H_{LOX} относительно земли;

iii) по меньшей мере одну часть жидкости, обогащенной кислородом, расширяют в клапане и отправляют через вертикальный трубопровод в разделитель фаз, самая нижняя точка которого размещена на уровне на высоте H_L относительно земли;

при этом самая нижняя точка разделителя фаз соединена с трубопроводом для жидкости, через который отводят жидкость из разделителя фаз, а самая высокая точка разделителя фаз посредством другого трубопровода соединена с колонной, работающей при давлении P_{LP} , и

iv) жидкость отправляют из самой нижней точки разделителя фаз в трубопровод для жидкости и из трубопровода для жидкости в резервуар для хранения жидкости, работающий при давлении P_S , причем точка для введения жидкости из разделителя фаз в резервуар для хранения жидкости находится на высоте H_i выше земли, а высоты выбирают так, чтобы

$$P_{LP} + \rho g H_{LOX} \leq \Delta P + \rho g H_i + P_S, \text{ и}$$

$$P_{LP} + \rho g H_L \geq \Delta P' + \rho g H_i + P_S,$$

где ρ представляет собой плотность жидкости, обогащенной кислородом, g представляет собой ускорение свободного падения, ΔP представляет собой перепад давления между точкой для извлечения жидкости, обогащенной кислородом из колонны, работающей при P_{LP} , и точкой для введения жидкости, обогащенной кислородом, в резервуар для хранения и $\Delta P'$ представляет собой перепад давления между самой нижней точкой сепаратора фаз и точкой для введения жидкости, обогащенной кислородом, в резервуар для хранения.

2. Способ по п.1, в котором высота H_i является меньшей чем, равной или большей чем H_L .

3. Способ по п.1 или 2, в котором высота H_i является меньшей чем, равной или большей чем H_{LOX} .

4. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором разделитель фаз представляет собой трубку.

5. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором вся или некоторая часть жидкости, обогащенной компонентом воздуха, переохлаждается в теплообменнике перед отправкой в резервуар для хранения.

6. Способ по любому из предыдущих пунктов, в котором упомянутый другой трубопровод не имеет нижней точки.

7. Способ по п.1, в котором высота H_L относительно земли выше относительно земли, чем высота H_{LOX} .

8. Устройство для разделения воздуха посредством криогенной перегонки, содержащее систему колонн, содержащую по меньшей мере одну колонну, работающую при давлении P_{LP} , теплообменник, трубопровод для отправки очищенного и охлажденного воздуха из теплообменника в систему колонн, трубопровод для извлечения жидкости, обогащенной кислородом относительно воздуха, из системы колонн на первом уровне выше земли, причем высота жидкости, обогащенной кислородом, в колонне представляет собой изменяемую высоту H_{LOX} относительно земли, вертикальный трубопровод для подвода по меньшей мере части жидкости, обогащенной кислородом, к разделителю фаз, клапан для расширения жидкости, обогащенной кислородом, перед подачей ее в разделитель фаз, трубопровод, соединяющий самую верхнюю точку разделителя фаз на высоте H_L относительно земли с колонной, работающей при

