



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(21)(22) Заявка: 2016101593, 20.01.2016

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
23.01.2015 US 14/604,030

(43) Дата публикации заявки: 24.07.2017 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, строение 3,  
ООО "Юридическая фирма Городиский и  
Партнеры"

(71) Заявитель(и):

**ЭР ПРОДАКТС ЭНД КЕМИКАЛЗ, ИНК.**  
(US)

(72) Автор(ы):

**ТРУОНГ, Тимоти (US),**  
**КРИШНАМУРТИ, Говри (US),**  
**РОБЕРТС, Марк Джулиан (US)**(54) **УЛУЧШЕННОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ОТ ПРИРОДНОГО ГАЗА В СОЧЕТАНИИ СО СЖИЖЕНИЕМ ПРИРОДНОГО ГАЗА**

## (57) Формула изобретения

1. Способ фракционирования и сжижения сырьевого потока природного газа, причем способ включает этапы, на которых:

(а) вводят сырьевой поток природного газа в скрубберную колонну, в которой сырьевой поток природного газа разделяют на обогащенную метаном паровую фракцию, собираемую в качестве головного пара в верхней части скрубберной колонны, и жидкую фракцию, обогащенную более тяжелыми чем метан углеводородами, собираемую в качестве первой кубовой жидкости в нижней части скрубберной колонны;

(б) отводят поток головного пара из верхней части скрубберной колонны, и охлаждают, конденсируют и делят упомянутый поток для формирования первого потока сжиженного первого головного пара, второго потока сжиженного первого головного пара и, по меньшей мере, одного дополнительного потока сжиженного первого головного пара;

(с) возвращают первый поток сжиженного первого головного пара в скрубберную колонну в качестве потока флегмы, вводимого в верхнюю часть скрубберной колонны, обеспечивая тем самым флегму для скрубберной колонны;

(д) формируют поток продукта сжиженного природного газа (СПГ) из второго потока сжиженного первого головного пара;

(е) отводят поток первой кубовой жидкости из нижней части скрубберной колонны и вводят упомянутый поток в колонну деметанизации, в которой поток первой кубовой жидкости разделяют на обогащенную метаном паровую фракцию, собираемую в качестве второго головного пара в верхней части колонны деметанизации, и жидкую фракцию, обогащенную более тяжелыми чем метан углеводородами, собираемую в качестве второй кубовой жидкости в нижней части колонны деметанизации; и

(ф) обеспечивают флегму для колонны деметанизации посредством:

RU 2016101593 A

RU 2016101593 A

(1) введения одного из дополнительных потоков сжиженного первого головного пара в качестве потока флегмы в верхнюю часть колонны деметанизации; и/или

(2) конденсации, посредством непрямого теплообмена с одним из дополнительных потоков сжиженного первого головного пара, части второго головного пара для формирования потока сжиженного второго головного пара, который повторно вводят в качестве потока флегмы в верхнюю часть колонны деметанизации.

2. Способ по п. 1, в котором этап (b) содержит:

отведение потока первого головного пара из верхней части скрубберной колонны, охлаждение и частичную конденсацию упомянутого потока, разделение получаемых в результате жидкой и паровой фаз, деление отделенной жидкой фазы для формирования первого потока сжиженного первого головного пара и, по меньшей мере, одного дополнительного потока сжиженного первого головного пара, и дополнительное охлаждение и конденсацию, по меньшей мере, части отделенной паровой фазы для формирования второго потока сжиженного первого головного пара; и/или

отведение потока первого головного пара из верхней части скрубберной колонны, охлаждение и частичную конденсацию упомянутого потока, разделение получаемых в результате жидкой и паровой фаз, образование первого потока сжиженного первого головного пара, по меньшей мере, из части отделенной жидкой фазы, дополнительное охлаждение и конденсацию, по меньшей мере, части отделенной паровой фазы и деление получаемого в результате дополнительно охлажденного и конденсированного потока для формирования второго потока сжиженного первого головного пара и, по меньшей мере, одного дополнительного потока сжиженного первого головного пара.

3. Способ по п. 2, в котором:

второй поток сжиженного первого головного пара переохлаждают перед формированием потока продукта СПГ; или

охлажденный и конденсированный поток переохлаждают перед делением для формирования второго потока сжиженного первого головного пара и, по меньшей мере, одного дополнительного потока сжиженного первого головного пара.

4. Способ по п. 2, в котором поток первого головного пара из верхней части скрубберной колонны охлаждают и частично конденсируют в теплом пучке труб спирального основного теплообменника, и, по меньшей мере, часть отделенной паровой фазы дополнительно охлаждают и конденсируют в среднем и/или холодном пучке труб спирального основного теплообменника.

5. Способ по п. 2, в котором поток первого головного пара из верхней части скрубберной колонны охлаждают и частично конденсируют в установленном в верхней части колонны конденсационном теплообменнике, и, по меньшей мере, часть отделенной паровой фазы дополнительно охлаждают и конденсируют в спиральном основном теплообменнике.

6. Способ по п. 1, в котором этап (b) содержит:

отведение потока первого головного пара из верхней части скрубберной колонны, охлаждение и конденсацию упомянутого потока, и деление охлажденного и конденсированного потока для формирования первого потока сжиженного первого головного пара, второго потока сжиженного первого головного пара и, по меньшей мере, одного дополнительного потока сжиженного первого головного пара.

7. Способ по п. 6, в котором:

охлажденный и конденсированный поток переохлаждают перед делением для формирования первого потока сжиженного первого головного пара, второго потока сжиженного первого головного пара и, по меньшей мере, одного дополнительного потока сжиженного первого головного пара; или

охлажденный и конденсированный поток делят для формирования первого потока

сжиженного первого головного пара и (е) другого жидкого потока, который затем переохлаждают перед делением для формирования второго потока сжиженного первого головного пара и, по меньшей мере, одного дополнительного потока сжиженного первого головного пара; или

второй поток сжиженного первого головного пара переохлаждают перед образованием потока продукта СПГ.

8. Способ по п. 1, в котором первый поток сжиженного первого головного пара, используемый в качестве потока флегмы на стадии (с), и один или более дополнительных потоков сжиженного первого головного пара, используемых на стадии (f), имеют соотношение потоков, составляющее, по меньшей мере, приблизительно 9:1.

9. Способ по п. 1, в котором первый поток сжиженного первого головного пара, используемый в качестве потока флегмы на стадии (с), и один или более дополнительных потоков сжиженного первого головного пара, используемых на стадии (f), каждый имеют температуру равную или ниже приблизительно  $-40^{\circ}\text{C}$ .

10. Способ по п. 1, в котором первый головной пар и второй головной пар в каждый содержит, по меньшей мере, приблизительно 95 мол.% метана, и вторая кубовая жидкость содержит менее чем приблизительно 5 мол.% метана.

11. Способ по п. 1, дополнительно содержащий: отведение потока второго головного пара из верхней части колонны деметанизации; охлаждение и конденсацию всего или части упомянутого потока для образования дополнительного продукта СПГ; и/или использование всего или части упомянутого потока в качестве потока топлива; и/или отведение всего или части упомянутого потока в качестве потока продукта газообразного природного газа.

12. Способ по п. 1, дополнительно содержащий отведение потока второй кубовой жидкости из нижней части колонны деметанизации и фракционирование потока второй кубовой жидкости для получения одного или более потоков газоконденсатных жидкостей (NGL).

13. Способ по п. 12, в котором стадия фракционирования потока второй кубовой жидкости включает: введение упомянутого потока в колонну деэтанализации, в которой поток второй кубовой жидкости разделяют на обогащенную этаном фракцию, собираемую в качестве третьего головного пара в верхней части колонны деэтанализации, и фракцию, обогащенную более тяжелыми чем этан углеводородами, собираемую в качестве третьей кубовой жидкости в нижней части колонны деэтанализации.

14. Способ по п. 13, дополнительно содержащий: отведение потока третьего головного пара из верхней части колонны деэтанализации, и охлаждение и конденсацию упомянутого потока для образования потока газоконденсатной жидкости (NGL); и/или

отведение потока третьей кубовой жидкости из нижней части колонны деэтанализации и образование из него одного или более потоков газоконденсатной жидкости NGL.

15. Способ по п. 13, дополнительно содержащий обеспечение флегмы для колонны деэтанализации посредством конденсации, путем непрямого теплообмена с дополнительным потоком сжиженного первого головного пара, части третьей головного пара для образования потока сжиженного третьего головного пара, который повторно вводится в качестве потока флегмы в верхнюю часть колонны деэтанализации.

16. Способ по п. 13, в котором третий головной пар включает, по меньшей мере, приблизительно 95% этана, и третья кубовая жидкость содержит менее чем приблизительно 5 мол.% этана.

17. Система фракционирования и сжижения сырьевого потока природного газа, причем система содержит:

скрубберную колонну, расположенную и выполненную с возможностью приема

сырьевого потока природного газа и разделения упомянутого потока на обогащенную метаном паровую фракцию, собираемую в качестве первого головного пара в верхней части скрубберной колонны, и жидкую фракцию, обогащенную более тяжелыми чем метан углеводородами, собираемую в качестве первой кубовой жидкости в нижней части скрубберной колонны;

набор трубопроводов, один или более теплообменников и необязательно один или более сепараторов, расположенных и выполненных с возможностью отведения потока первого головного пара из верхней части скрубберной колонны и охлаждения, конденсации и деления упомянутого потока для формирования первого потока сжиженного первого головного пара, второго потока сжиженного первого головного пара и, по меньшей мере, одного дополнительного потока сжиженного первого головного пара;

трубопровод, расположенный и выполненный с возможностью возвращения первого потока сжиженного первого головного пара в скрубберную колонну в качестве потока флегмы, вводимого в верхнюю часть скрубберной колонны, тем самым обеспечивая флегму для скрубберной колонны;

трубопровод, расположенный и выполненный с возможностью отведения из системы потока продукта сжиженного природного газа (СПГ), образованного из второго потока сжиженного первого головного пара;

колонна деметанизации, расположенная и выполненная с возможностью приема потока первой кубовой жидкости из нижней части скрубберной колонны и разделения упомянутого потока на обогащенную метаном паровую фракцию, собираемую в качестве второго головного пара в верхней части колонны деметанизации, и жидкую фракцию, обогащенную более тяжелыми чем метан углеводородами, собираемую в качестве второй кубовой жидкости в нижней части колонны деметанизации;

трубопровод, расположенный и выполненный с возможностью отведения потока первой кубовой жидкости из нижней части скрубберной колонны и введения упомянутого потока в колонну деметанизации; и

одно или оба из:

(1) трубопровода, расположенного и выполненного с возможностью введения одного из дополнительных потоков сжиженного первого головного пара в качестве потока флегмы в верхнюю часть колонны деметанизации, тем самым обеспечивая флегму для колонны деметанизации;

(2) теплообменника, расположенного и выполненного с возможностью конденсации, посредством непрямого теплообмена с одним из дополнительных потоков сжиженного первого головного пара, части второго головного пара для формирования потока сжиженного второго головного пара, повторно вводимого в качестве потока флегмы в верхнюю часть колонны деметанизации, тем самым обеспечивая флегму для колонны деметанизации, и трубопровода, расположенного и выполненного с возможностью введения дополнительного потока сжиженного первого головного пара в теплообменник.

18. Система по п. 17, в которой набор трубопроводов, один или более теплообменников, и один или более сепараторов, расположенных и выполненных с возможностью отведения, охлаждения, конденсации и деления потока первого головного пара, представляют собой:

трубопровод, расположенный и выполненный с возможностью отведения потока первого головного пара из верхней части скрубберной колонны;

теплообменник или секцию теплообменника, расположенные и выполненные с возможностью охлаждения и частичной конденсации потока;

сепаратор, расположенный и выполненный с возможностью разделения получаемых

жидкой и паровой фаз;

набор трубопроводов, расположенных и выполненных с возможностью деления отделенной жидкой фазы для формирования первого потока сжиженного первого головного пара и дополнительного потока сжиженного первого головного пара; и

теплообменник или секция теплообменника, расположенные и выполненные с возможностью приема, дополнительно охлаждения и конденсации, по меньшей мере, части отделенной паровой фазы для формирования второго потока сжиженного первого головного пара.

19. Система по п. 18, дополнительно содержащая теплообменник или секцию теплообменника, расположенные и выполненные с возможностью приема и переохлаждения второго потока сжиженного первого головного пара.

20. Система по п. 18, в которой секция теплообменника, расположенная и выполненная с возможностью охлаждения и частичной конденсации потока первого головного пара, содержит теплый пучок труб спирального основного теплообменника, и секция теплообменника, расположенная и выполненная с возможностью дополнительного охлаждения и конденсации, по меньшей мере, части отделенной паровой фазы, включает средний и/или холодный пучок труб спирального основного теплообменника.

21. Система по п. 18, в которой теплообменник, расположенный и выполненный с возможностью охлаждения и частичной конденсации потока первого головного пара, включает в себя расположенный в верхней части колонны конденсационный теплообменник, и теплообменник, расположенный и выполненный с возможностью дополнительного охлаждения и конденсации, по меньшей мере, части отделенной паровой фазы, включает в себя спиральный основной теплообменник.

22. Система по п. 17, в которой набор трубопроводов и один или более теплообменников, расположенных и выполненных с возможностью отведения, охлаждения, конденсации и деления потока первого головного пара, содержит:

трубопровод, расположенный и выполненный с возможностью отведения потока первого головного пара из верхней части скрубберной колонны;

теплообменник или секцию теплообменника, расположенные и выполненные с возможностью охлаждения и конденсации потока; и

набор трубопроводов, расположенный и выполненный с возможностью деления охлажденного и конденсированного потока для формирования первого потока сжиженного первого головного пара, второго потока сжиженного первого головного пара и, по меньшей мере, одного дополнительного потока сжиженного первого головного пара.

23. Система по п. 22, причем система дополнительно включает теплообменник или секцию теплообменника, расположенные и выполненные с возможностью переохлаждения охлажденного и конденсированного потока перед тем, как упомянутый поток разделяется для формирования первого потока сжиженного первого головного пара, второго потока сжиженного первого головного пара и, по меньшей мере, одного дополнительного потока сжиженного первого головного пара.

24. Система по п. 22, причем данная система дополнительно включает теплообменник или секцию теплообменника, расположенные и выполненные с возможностью переохлаждения второго потока сжиженного первого головного пара.

25. Система по п. 17, дополнительно содержащая:

колонну дезтанизации, расположенную и выполненную с возможностью приема потока второй кубовой жидкости из нижней части колонны деметанизации и разделения упомянутого потока для формирования обогащенной этаном фракции, собираемой в качестве третьего головного пара в верхней части колонны дезтанизации, и фракции,

обогащенной более тяжелыми чем этан углеводородами, собираемой в качестве третьей кубовой жидкости в нижней части колонны деэтанализации; и

трубопровод, расположенный и выполненный с возможностью отведения потока второй кубовой жидкости из нижней части колонны деметанизации и введения упомянутого потока в колонну деэтанализации.

26. Система по п. 25, дополнительно содержащая:

трубопровод, расположенный и выполненный с возможностью отведения потока третьего головного пара из верхней части колонны деэтанализации, и один или более теплообменников, расположенных и выполненных с возможностью приема, охлаждения и конденсации упомянутого потока для образования потока газоконденсатной жидкости NGL; и/или

трубопровод, расположенный и выполненный с возможностью отведения потока третьей кубовой жидкости из нижней части колонны деэтанализации для образования из него одного или более потоков газоконденсатной жидкости NGL.

27. Система по п. 25, дополнительно содержащая теплообменник, расположенный и выполненный с возможностью конденсации, посредством непрямого теплообмена с дополнительным потоком сжиженного первого головного пара, части третьего головного пара для образования потока сжиженного третьего головного пара, который повторно вводится в качестве потока флегмы в верхнюю часть колонны деэтанализации, и обеспечивая тем самым флегму для колонны деэтанализации, и трубопровод, расположенный и выполненный с возможностью введения дополнительного потока сжиженного первого головного пара в упомянутый теплообменник.

RU 20161019101593 A

RU 2016101593 A