

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **045792**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.12.27**

(21) Номер заявки  
**202292369**

(22) Дата подачи заявки  
**2021.03.01**

(51) Int. Cl. **C01B 3/48** (2006.01)  
**B01D 3/00** (2006.01)  
**B01D 3/38** (2006.01)

---

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕЗ-ГАЗА**

---

(31) **РА 2020 00270; 202011055200**

(32) **2020.03.03; 2020.12.18**

(33) **DK; IN**

(43) **2022.11.01**

(86) **РСТ/EP2021/055051**

(87) **WO 2021/175785 2021.09.10**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ТОПСЕЭ А/С (DK)**

(72) Изобретатель:  
**Даль Пер Юуль (DK), Шарма Нитин (IN)**

(74) Представитель:  
**Беляева Е.Н. (BY)**

(56) **WO-A1-2018162594**

"Condensate Recovery from Ammonia Plants ED - Darl Kuhn", IP.COM, IP.COM INC., WEST HENRIETTA, NY, US, 15 September 2012 (2012-09-15), XP013153899, ISSN: 1533-0001, page 11, paragraph 3; figures 3, 6, pages 15-16, page 20  
**US-A1-2015315020**  
**US-A1-2012273355**

(57) Изобретение касается способа получения синтез-газа, включающего следующие этапы: а) риформинг углеводородного сырья в секции риформинга, в результате чего получают синтез-газ, содержащий CH<sub>4</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O, а также примеси, содержащие аммиак; б) конверсию синтез-газа в секции сдвига, включающей один или более последовательных этапов сдвига с получением синтез-газа, прошедшего конверсию; в) отделение от синтез-газа, прошедшего конверсию, технологического конденсата, образующегося при охлаждении и, при необходимости, промывку синтез-газа, прошедшего конверсию; г) направление технологического конденсата в отпарную колонну для конденсата, в которой растворенные побочные продукты конверсии, включающие аммиак, метанол и амины, образованные во время конверсии синтез-газа, отгоняют из технологического конденсата при помощи пара, в результате чего получают поток пара отпарной колонны; е) добавление части потока пара отпарной колонны из отпарной колонны технологического конденсата в углеводородное сырье и/или синтез-газ по ходу процесса после секции риформинга, перед последним этапом сдвига, причем оставшуюся часть технологического конденсата продувают.

**B1**

**045792**

**045792**

**B1**

Изобретение относится к способу получения синтез-газа.

Синтез-газ обычно получают посредством риформинга углеводородного сырья либо паровым риформингом (SMR), вторичным риформингом, таким как автотермический риформинг (ATR), и двухстадийный риформинг с последовательным применением стадий SMR и ATR.

Синтез-газ, выходящий из процесса риформинга, содержит водород, монооксид углерода и диоксид углерода вместе с неконвертированными углеводородами, как правило, с метаном.

Кроме того, синтез-газ содержит небольшое количество азота, происходящего из углеводородного сырья или воздуха, используемого в установке вторичного или автотермического риформинга.

Азот вызывает образование аммиака в секции риформинга, что соответствует условиям последней стадии риформинга. Образование аммиака является равновесной реакцией.

В ряде технологических областей применения монооксид углерода и диоксид углерода, содержащиеся в синтез-газе, полученном в результате процесса риформинга, необходимо удалить до того, как синтез-газ будет введен в процесс. Это, в частности, относится и к получению аммиака и водорода.

Для данной цели монооксид углерода преобразуют в диоксид углерода, который может быть удален с помощью известных химических или физических процессов с участием диоксида углерода.

Монооксид углерода преобразуют в диоксид углерода посредством пропускания синтез-газа через секцию сдвига, где монооксид углерода преобразуют в диоксид углерода с использованием процесса конверсии водяного газа.

Известно, что реакция конверсии не может осуществляться без образования побочных продуктов. Большинство катализаторов реакции конверсии содержат медь. Для этих катализаторов одним важным побочным продуктом, образующимся в ходе реакции конверсии, является метанол. Метанол вступает в реакцию с аминами вместе с аммиаком, образующимся в процессе риформинга из азота, который, как упоминалось выше, присутствует в углеводородном сырье и/или в воздухе.

Синтез-газ, прошедший конверсию, охлаждают после секции сдвига и направляют в конденсатор, где технологический конденсат отделяют от синтез-газа, прошедшего конверсию.

Аммиак и амины, содержащиеся в синтез-газе, прошедшем конверсию, после секции сдвига конденсируют вместе с технологическим конденсатом.

Как правило, технологический конденсат направляют в отпарную колонну среднего давления (СД), где растворенные газы, содержащие аммиак и амины, отгоняют паром, чтобы обеспечить возможность направления отпарного конденсата на очистку подпиточной воды для котла (ПВК).

Под средним давлением понимается давление, которое на 0,5 бар, предпочтительно на 1 бар, выше, чем давление на входе в секцию риформинга.

Пар на выходе из отпарной колонны содержит растворенные газы и побочные продукты аммиака и аминов. Согласно изобретению часть этого так называемого потока отпарной колонны добавляют к углеводородному сырью и/или к синтез-газу по ходу процесса после секции риформинга и перед последним реактором конверсии. Оставшуюся часть пара из отпарной колонны продувают.

В секции риформинга амины вступают в реакцию с  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $H_2$  и  $H_2O$ .

Аммиак и амины, которые добавляют по ходу процесса после секции риформинга и перед последним реактором конверсии, будут накапливаться в секции, и за счет этого в технологическом конденсате будет фиксироваться повышенный уровень аммиака и аминов. Образованный таким образом новый аммиак из секции риформинга непрерывно поступает в секцию сдвига. Образованные амины и остаточный аммиак удаляют только паром из отпарной колонны, который поступает в секцию риформинга. Пар из отпарной колонны, добавляемый по ходу процесса после секции риформинга, не способствует удалению аминов. Усовершенствование на данном этапе касается только контроля пара/сухого газа на входе в секцию сдвига.

Проблема возникает при высоком содержании аминов в паре, который подают в секцию риформинга, поскольку это приводит к нагарообразованию в секции риформинга либо в оборудовании для предварительного нагрева, либо в слое катализатора.

Изобретение решает эту проблему путем продувки необходимой части пара отпарной колонны, за счет чего до приемлемого уровня снижается количество амина на входе в секцию риформинга.

Таким образом, изобретением предусмотрен способ получения синтез-газа, включающий следующие этапы:

- a) риформинг углеводородного сырья в секции риформинга, в результате чего получают синтез-газ, содержащий  $CH_4$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $H_2$  и  $H_2O$ , а также примеси, содержащие аммиак;
- b) конверсию синтез-газа в секции сдвига, включающей один или более последовательных этапов сдвига с получением синтез-газа, прошедшего конверсию;
- c) отделение от синтез-газа, прошедшего конверсию, технологического конденсата, образующегося при охлаждении и, при необходимости, промывка синтез-газа, прошедшего конверсию;
- d) направление технологического конденсата в отпарную колонну для конденсата, в которой растворенные побочные продукты конверсии включающие аммиак, метанол и амины, образованные во время конверсии синтез-газа, отгоняют из технологического конденсата при помощи пара, в результате чего получают поток пара отпарной колонны;

е) добавление части потока пара отпарной колонны из отпарной колонны технологического конденсата в углеводородное сырье и/или синтез-газ по ходу процесса после секции риформинга и перед последним этапом сдвига, причем оставшуюся часть пара из отпарной колонны продувают.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения, в качестве отпарной колонны для продувки конденсата выступает отпарная колонна среднего давления. Под средним давлением понимается давление, которое на 0,5 бар, предпочтительно на 1 бар, выше, чем давление на входе в секцию риформинга. Это позволяет использовать пар из отпарной колонны в качестве технологического пара.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления изобретения весь пар из отпарной колонны может подаваться по ходу процесса после секции риформинга, перед последним реактором конверсии. Накопление аммиака и аминов в секции сдвига в этом случае будет регулироваться расходом продувки пара отпарной колонны.

С продуктом продувки пара из отпарной колонны можно поступать по-разному.

В соответствии с вариантом осуществления изобретения, продуваемый пар отпарной колонны направляют на этап сжигания углеводородов.

В этом варианте осуществления изобретения предпочтительно, что этап сжигания углеводородов представляет собой топливную сторону установки парового риформинга, или что этап сжигания углеводородов представляет собой топливную сторону огневого нагревателя.

Кроме того, предпочтительно, что продуваемый пар отпарной колонны смешивают с воздухом для горения или с углеводородным топливом перед его подачей на этап сжигания углеводородов.

Количество продуваемого пара отпарной колонны можно регулировать для удаления всех или части аминов из потока отпарной колонны, который добавляют к углеводородному сырью и/или к синтез-газу на этапе (е). В случае лишь частичного удаления оставшиеся амины могут быть удалены путем подачи приемлемого количества аминов в секцию риформинга через пар отпарной колонны из отпарной колонны для конденсата.

Отпарной конденсат выходит из нижней части отпарной колонны для конденсата и направляется на водообработку.

Пример.

Ссылка приведена на фигуре.

Номера потоков, указанные в таблицах ниже, относятся к ссылочным номерам на фигуре.

В табл. 1 показан случай удаления образовавшегося аммиака и аминов путем их конверсии в секции риформинга посредством добавления в эту установку 8,4% отогнанного пара. В табл. 2 показан случай удаления образовавшегося аммиака и аминов путем их конверсии в секции риформинга посредством добавления в эту установку 8% отогнанного пара.

В обоих случаях в секции сдвига отмечаются одинаковые объемы накопления аммиака и аминов. Это накопление может быть уменьшено или полностью устранено путем направления всего отогнанного пара в секцию риформинга или в секцию продувки технологического конденсата.

Таблица 1

Поток	1	2	3	4	5	6	7		9	10	11
Поток тн/ч	92	100	168	255	255	125	0		95	87	8
Аммиак кг/г	0	40	42	482	480	480	0		480	440	40
Амины кг/ч	0	3	0	33	36	36	0		36	33	3

Таблица 2

Поток	1	2	3	4	5	6	7		9	10	11
Поток тн/ч	100	100	168	255	255	125	8		87	87	0
Аммиак кг/г	0	0	42	480	478	478	40		438	438	0
Амины кг/ч	0	0	0	33	36	36	3		33	33	0

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения синтез-газа, включающий следующие этапы:
  - а) риформинг исходного углеводородного сырья в секции риформинга с получением синтез-газа, содержащего  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , а также примеси, содержащие аммиак;
  - б) конверсию синтез-газа в секции сдвига, включающей один или более последовательных этапов сдвига с получением синтез-газа, прошедшего конверсию;
  - в) отделение от синтез-газа, прошедшего конверсию, технологического конденсата, образующегося при охлаждении;
  - г) направление технологического конденсата в отпарную колонну для конденсата, в которой растворенные побочные продукты конверсии, включающие аммиак, метанол и амины, образованные во время конверсии синтез-газа, отгоняют из технологического конденсата при помощи пара с получением потока пара отпарной колонны,
  - д) добавление части потока пара отпарной колонны из отпарной колонны технологического конденсата в исходное углеводородное сырье, причем оставшуюся часть пара из отпарной колонны продувают.
2. Способ по п.1, где этап в) дополнительно включает промывку синтез-газа, прошедшего конверсию, после его охлаждения.
3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что в качестве отпарной колонны для конденсата выступает отпарная колонна среднего давления.
4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что продуваемый пар отпарной колонны направляют на этап сжигания углеводородов.
5. Способ по п.4, отличающийся тем, что этап сжигания углеводородов представляет собой топливную сторону установки парового риформинга.
6. Способ по п.4, отличающийся тем, что этап сжигания углеводородов представляет собой топливную сторону огневого нагревателя.
7. Способ по любому из пп.4-6, отличающийся тем, что продуваемый пар отпарной колонны смешивают с воздухом для горения или с углеводородным топливом перед его подачей на этап сжигания углеводородов.

