

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 201791952 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2017.12.29

(22) Дата подачи заявки  
2016.05.03

(51) Int. Cl. *F28G 9/00* (2006.01)  
*B08B 9/057* (2006.01)  
*F28F 19/00* (2006.01)

(54) СПОСОБ ОЧИСТКИ В РАБОЧЕМ РЕЖИМЕ ОХЛАДИТЕЛЯ ВЫХОДЯЩЕГО ПОТОКА РЕАКТОРА МТО

(31) 14/715,898

(32) 2015.05.19

(33) US

(86) PCT/US2016/030555

(87) WO 2016/186829 2016.11.24

(71) Заявитель:

ЮОП ЛЛК (US)

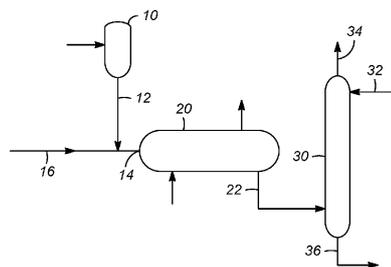
(72) Изобретатель:

Кауфф Дэниэл А. (US)

(74) Представитель:

Воль О.И., Фелицына С.Б. (RU)

(57) Представлен способ очистки в рабочем режиме труб в теплообменнике. Способ включает добавление абразивного материала в охлаждаемый газовый поток и абразивное удаление любых частиц или катализаторной пыли, которые прилипли к стенкам трубы. Абразивный материал должен быть твердым водорастворимым веществом, чтобы позволить осуществить удаление абразивного материала в башенном охладителе.



A1

201791952

201791952

A1

## **СПОСОБ ОЧИСТКИ В РАБОЧЕМ РЕЖИМЕ ОХЛАДИТЕЛЯ ВЫХОДЯЩЕГО ПОТОКА РЕАКТОРА МТО**

### **Заявление о приоритете**

Данная заявка испрашивает приоритет по заявке США № 14/715898, которая была подана 19 мая 2015, полное содержание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к очистке охлаждающих устройств. В частности, данное изобретение относится к очистке теплообменников, поверхности которых могут быть загрязнены за счет накопления твердых частиц.

### **Уровень техники**

Теплообменники представляют собой базовое устройство в нефтехимической промышленности. Теплообменники используются в установках флюид-каталитического крекинга (FCC) и установках превращения метанола в олефины (МТО) для охлаждения дымовых газов и утилизации их теплоты, при этом дымовые газы часто содержат мелкие частицы. Мелкие частицы часто являются катализаторной пылью, которая проходит через систему и прилипает к трубам теплообменника. Периодически трубы теплообменника нужно очищать. Чтобы продолжать использование теплообменников, теплообменники очищают в рабочем режиме. В установках FCC и МТО охладители дымового газа очищают путем введения в поток дымового газа абразивных частиц. Типичным абразивом может быть твердый материал, такой как скорлупа грецких орехов, раздробленная до размеров в диапазоне 1,7-3,5 мм. Скорлупа грецких орехов является органическим материалом, и она полностью сгорает до выхода из дымовой трубы.

Загрязнение охладителей снижает эффективность теплообмена и может ограничивать потоки, что меняет время контакта для газовых потоков, подлежащих охлаждению. Эти потери эффективности могут быть дорогостоящими и могут изменять общие рабочие условия расположенных ниже по потоку технологических установок.

Однако не все охладители дымовых газов имеют одинаковые условия, и поэтому типичный способ очистки охладителей дымовых газов FCC и МТО не подходит для очистки других типов охладителей выходящих газовых потоков. Охладители выходящего из реактора МТО потока не подходят для использования тех же материалов, которые применяются в охладителях дымовых газов FCC и МТО. В связи с этим, необходимы другие материалы или способы очистки охладителей реактора МТО.

## Сущность изобретения

Настоящее изобретение представляет собой способ очистки в рабочем режиме труб теплообменника.

Первый вариант осуществления изобретения представляет собой способ очистки охладителей выходящего потока, включающий в себя направление абразивных гранул в дутьевую камеру; создание повышенного давления в дутьевой камере; направление гранул в дутьевой камере через транспортировочную трубу в трубное пространство теплообменника; смешивание выходящего из реактора газового потока с гранулами; и пропускание гранул через трубы теплообменника, в результате чего удаляются скопления твердых частиц в трубном пространстве теплообменника. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя образование выходящего потока из охладителя, содержащего охлажденный выходящий газовый поток и абразивные гранулы. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя направление выходящего потока из охладителя в башенный охладитель для образования охлажденного и погашенного выходящего потока с пониженной концентрацией абразивных гранул. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором башенный охладитель образует жидкий поток гашения, который содержит охлаждающую воду и растворенные абразивные гранулы. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя пропускание жидкого потока гашения в устройство регенерации воды для получения водного потока и потока сточных вод; и рециркуляцию водного потока в башенный охладитель. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивные гранулы содержат гидроксид кальция. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в

котором абразивные гранулы растворимы в воде. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором размер абразивных гранул составляет от 1 до 4 мм. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором размер абразивных гранул составляет от 2 до 3 мм.

Второй вариант осуществления изобретения представляет собой способ очистки охлаждающих труб, включающий в себя направление горячего выходящего газового потока в теплообменник; направление абразивного материала в теплообменник, в результате чего образуется смесь абразив-выходящий газовый поток; и направление смеси абразив-выходящий газовый поток в башенный охладитель, в результате чего образуется погашенный выходящий газовый поток, и водный поток, содержащий абразивный материал. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивный материал растворим в воде. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивный материал содержит гидроксид кальция. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивный материал содержит гранулы, размер которых составляет от 1 до 4 мм. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором размер абразивных гранул составляет от 2 до 3 мм. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, дополнительно включающий в себя направление абразивного материала в дутьевую камеру; создание повышенного давления в дутьевой камере; и направление абразивного материала в дутьевой камере через транспортировочную трубу в трубное пространство теплообменника.

Третий вариант осуществления изобретения представляет собой способ очистки

охладителей выходящего потока, включающий в себя направление абразивного материала в дутьевую камеру; создание повышенного давления в дутьевой камере; направление абразивного материала в дутьевой камере через транспортировочную трубу в трубное пространство теплообменника; направление горячего выходящего газового потока в теплообменник; смешивание горячего выходящего газового потока с абразивным материалом с образованием смеси; и направление смеси через трубы теплообменника, в результате чего удаляются скопления твердых частиц в трубном пространстве теплообменника, и образуется выходящий поток теплообменника. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к третьему варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивный материал содержит гранулы, размер которых составляет от 1 до 4 мм. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к третьему варианту осуществления в данном параграфе, дополнительно включающий направление выходящего потока теплообменника в башенный охладитель, в результате чего образуется погашенный выходящий газовый поток и водный поток, содержащий абразивный материал. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к третьему варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивный материал содержит водорастворимое вещество. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к третьему варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивный материал содержит гидроксид кальция.

Другие цели, преимущества и применения настоящего изобретения будут очевидны специалистам в данной области техники из приведенного ниже подробного описания и чертежей.

#### Краткое описание чертежа

На фиг. представлена конфигурация для очистки в рабочем режиме труб в кожухотрубном теплообменнике, используемом в процессе превращения метанола в олефины.

#### Осуществление изобретения

Охладители выходящего из реактора потока имеют тенденцию к загрязнению, поскольку мелкие частицы катализатора из реактора переносятся в охладители

выходящего потока и прилипают к стенкам труб. Охладители выходящего из реактора МТО потока аналогичны охладителям дымового газа МТО и FCC, но работают при более низких температурах, характеризуются иными составами потока, и охлажденный выходящий поток имеет иное технологическое назначение, чем для охладителей дымового газа FCC. Использование абразивных материалов, применяемых в охладителях дымового газа, таких как скорлупа грецких орехов, не приведет к их сжиганию или расходованию и, следовательно, они будут сохраняться при прохождении через охладитель и будут поступать в расположенные ниже по потоку устройства, такие как башенный охладитель. Крупные частицы абразива, поступающие в башенный охладитель, могут вызывать проблемы закупоривания во внутренних элементах башенного охладителя и, в частности, в соплах и отверстиях.

Для реактора МТО в качестве абразивного материала пытались применять свежий катализатор, при этом свежий катализатор вводили в охладитель и затем получали из кубового потока башенного охладителя. Однако частицы свежего катализатора были небольшого размера и оказались из-за этого неэффективными.

В реакторной системе МТО выходящий из реактора газовый поток проходит через теплообменник и после этого гасится в башенном охладителе. Теплообменник представляет собой кожухотрубный теплообменник, при этом выходящий из реактора газовый поток проходит через трубное пространство теплообменника. Башенный охладитель имеет большой контур циркуляции воды, и водорастворимое твердое вещество может быть эффективным абразивным материалом для выходящего из теплообменника потока. Конкретным водорастворимым твердым веществом является гидроксид кальция или известь, и это материал, который легкодоступен и недорог. Другим возможным материалом является гидроксид калия, а также в качестве абразивного материала могут выступать и разные другие соли. Однако выбор должен ограничиваться солями без коррозионных свойств для последующего оборудования и солями, которые не отравляют катализатор МТО.

Настоящее изобретение представляет собой способ очистки в рабочем режиме охладителя выходящего из реактора потока в процессе МТО. Способ включает направление абразивных гранул в дутьевую камеру. Дутьевая камера представляет собой систему для перевода плотнофазного материала, часто твердого вещества, в текучую систему. В дутьевой камере создается повышенное давление, и после этого абразивные гранулы проходят через транспортировочную трубу из дутьевой камеры к стороне впуска теплообменника. В частности, кожухотрубного теплообменника; при этом абразивные

гранулы транспортируются до трубного пространства теплообменника и проходят через трубы. Выходящий из реактора газовый поток смешивается с абразивными гранулами, и смесь, содержащая гранулы, пропускается через трубы теплообменника. Это приводит к образованию охлажденного выходящего потока, содержащего охлажденный выходящий газ, мелкие частицы, удаленные из охладителя, и абразивные гранулы.

Охлажденный выходящий поток направляется в башенный охладитель, где выходящий поток приводится в контакт с циркулирующим водным потоком. Вода дополнительно охлаждает выходящий поток и удаляет твердые вещества и водорастворимые материалы в выходящем потоке. Вода удаляет твердые гранулы и образует выходящий поток с удаленными абразивными гранулами. Абразивные гранулы изготовлены из водорастворимого твердого вещества или соли, и растворяются в гасящем потоке с образованием жидкого потока гашения, содержащего воду и растворенные абразивные гранулы.

Способ может также включать пропускание жидкого потока гашения в устройство регенерации воды для получения водного потока и потока сточных вод, и рециркуляцию водного потока в башенный охладитель. Абразивные гранулы состоят из водорастворимого твердого вещества, такого как соль. Предпочтительным материалом для абразивных гранул является гидроксид кальция. Гранулы должны быть достаточно большими, чтобы осуществлять абразивное действие на стенках трубы, но не настолько большими, чтобы закупоривать трубы. Предпочтительный размер гранул находится в диапазоне 1-4 мм по наибольшему измерению, при этом более предпочтительный диапазон составляет 2-3 мм.

Способ, как можно видеть на фигуре, включает загрузку дутьевой камеры 10 абразивным материалом. В дутьевой камере 10 создается повышенное давление, и абразивный материал проходит через транспортировочную трубу 12 ко входу 14 в трубное пространство теплообменника 20. Горячий газовый поток 16, выходящий из реактора, направляется в теплообменник 20. В дутьевой камере 10 создается повышенное давление, превышающее давление горячего газового потока, выходящего из реактора. На входе в теплообменник горячий выходящий газовый поток и абразивный материал образуют смесь, пропускаемую через теплообменник 20. Выходящий из теплообменника поток 22, содержащий охлажденный газ, абразивный материал и частицы, очищенные абразивным материалом из труб теплообменника, подается в башенный охладитель 30.

Водный поток 32, входящий в башенный охладитель 30, контактирует с выходящим из теплообменника потоком 22 с образованием погашенного выходящего

газового потока 34 с удаленными твердыми частицами и абразивным материалом. Башенный охладитель 30 также образует водный поток 36, содержащий абразивный материал и твердые частицы, которые были очищены абразивным материалом из труб теплообменника.

Водный поток 36 может подвергаться обработке для получения воды для повторного использования. Концентрированный поток отходов может подвергаться очистке для извлечения или удаления катализаторной пыли, а также для извлечения или удаления растворенного абразивного материала.

Хотя изобретение описано с использованием вариантов, которые в данном случае рассматриваются как предпочтительные варианты осуществления, но следует понимать, что изобретение не ограничено описанными вариантами осуществления, и предполагает охват различных модификаций и эквивалентных конфигураций, включенных в объем прилагаемой формулы изобретения.

#### Конкретные варианты осуществления

Хотя ниже следует описание в связи с конкретными вариантами осуществления, следует понимать, что данное описание предназначено для иллюстрации, а не для ограничения объема предшествующего описания и прилагаемой формулы изобретения.

Первый вариант осуществления изобретения представляет собой способ очистки охладителей выходящего потока, включающий в себя направление абразивных гранул в дутьевую камеру; создание повышенного давления в дутьевой камере; направление гранул в дутьевой камере через транспортировочную трубу в трубное пространство теплообменника; смешивание выходящего из реактора газового потока с гранулами; и пропускание гранул через трубы теплообменника, в результате чего удаляются скопления твердых частиц в трубном пространстве теплообменника. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя образование выходящего потока из охладителя, содержащего охлажденный выходящий газовый поток и абразивные гранулы. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя направление выходящего потока из охладителя в башенный охладитель для образования охлажденного и погашенного выходящего потока с пониженной концентрацией абразивных гранул. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-

либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором башенный охладитель образует жидкий поток гашения, который содержит охлаждающую воду и растворенные абразивные гранулы. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, также включающий в себя пропускание жидкого потока гашения в устройство регенерации воды для получения водного потока и потока сточных вод; и рециркуляцию водного потока в башенный охладитель. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивные гранулы содержат гидроксид кальция. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивные гранулы растворимы в воде. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором размер абразивных гранул составляет от 1 до 4 мм. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к первому варианту осуществления в данном параграфе, в котором размер абразивных гранул составляет от 2 до 3 мм.

Второй вариант осуществления изобретения представляет собой способ очистки охлаждающих труб, включающий в себя направление горячего выходящего газового потока в теплообменник; направление абразивного материала в теплообменник, в результате чего образуется смесь абразив-выходящий газовый поток; и направление смеси абразив-выходящий газовый поток в башенный охладитель, в результате чего образуется погашенный выходящий газовый поток, и водный поток, содержащий абразивный материал. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивный материал растворим в воде. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивный материал содержит гидроксид кальция. Вариант осуществления

изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивный материал содержит гранулы, размер которых составляет от 1 до 4 мм. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, в котором размер абразивных гранул составляет от 2 до 3 мм. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие ко второму варианту осуществления в данном параграфе, дополнительно включающий в себя направление абразивного материала в дутьевую камеру; создание повышенного давления в дутьевой камере; и направление абразивного материала в дутьевой камере через транспортировочную трубу в трубное пространство теплообменника.

Третий вариант осуществления изобретения представляет собой способ очистки охладителей выходящего потока, включающий в себя направление абразивного материала в дутьевую камеру; создание повышенного давления в дутьевой камере; направление абразивного материала в дутьевой камере через транспортировочную трубу в трубное пространство теплообменника; направление горячего выходящего газового потока в теплообменник; смешивание горячего выходящего газового потока с абразивным материалом с образованием смеси; и направление смеси через трубы теплообменника, в результате чего удаляются скопления твердых частиц в трубном пространстве теплообменника, и образуется выходящий поток теплообменника. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к третьему варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивный материал содержит гранулы, размер которых составляет от 1 до 4 мм. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к третьему варианту осуществления в данном параграфе, дополнительно включающий направление выходящего потока теплообменника в башенный охладитель, в результате чего образуется погашенный выходящий газовый поток и водный поток, содержащий абразивный материал. Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к третьему варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивный материал содержит водорастворимое вещество.

Вариант осуществления изобретения представляет собой один, какой-либо или все предыдущие варианты осуществления в данном параграфе, восходящие к третьему варианту осуществления в данном параграфе, в котором абразивный материал содержит гидроксид кальция.

Без дополнительного уточнения считается, что специалист с помощью предшествующего описания сможет использовать настоящее изобретение в его максимальной степени и сможет легко выявить существенные характеристики данного изобретения без отклонения от его сущности и объема, чтобы осуществить различные изменения и модификации изобретения и приспособить его к различным областям применения и условиям. Поэтому приведенные выше предпочтительные конкретные варианты осуществления следует рассматривать только как иллюстративные и не ограничивающие каким бы то ни было образом остальную часть описания, и что это предполагает охват различных модификаций и эквивалентных конфигураций, включенных в объем прилагаемой формулы изобретения.

В вышеизложенном все температуры приведены в градусах Цельсия, и все части и проценты являются массовыми, если не указано иное.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Способ очистки охладителей выходящего потока, включающий в себя:
  - направление абразивных гранул в дутьевую камеру;
  - создание повышенного давления в дутьевой камере;
  - направление гранул в дутьевой камере через транспортировочную трубу в трубное пространство теплообменника;
  - смешивание выходящего из реактора газового потока с гранулами; и
  - направление гранул через трубы теплообменника, в результате чего удаляются скопления твердых частиц в трубном пространстве теплообменника.
2. Способ по п.1, дополнительно включающий образование выходящего потока из охладителя, содержащего охлажденный выходящий газовый поток и абразивные гранулы.
3. Способ по п.2, дополнительно включающий направление выходящего потока из охладителя в башенный охладитель для образования охлажденного и погашенного выходящего потока с пониженной концентрацией абразивных гранул.
4. Способ по п.3, в котором башенный охладитель образует жидкий поток гашения, который содержит охлаждающую воду и растворенные абразивные гранулы.
5. Способ по п.4, дополнительно включающий:
  - направление жидкого потока гашения в устройство регенерации воды для получения водного потока и потока сточных вод; и
  - рециркуляцию водного потока в башенный охладитель.
6. Способ по п.1, в котором абразивные гранулы содержат гидроксид кальция.
7. Способ по п.1, в котором абразивные гранулы растворимы в воде.
8. Способ по п.1, в котором размер абразивных гранул составляет от 1 до 4 мм.
9. Способ по п.8, в котором размер абразивных гранул составляет от 2 до 3 мм.

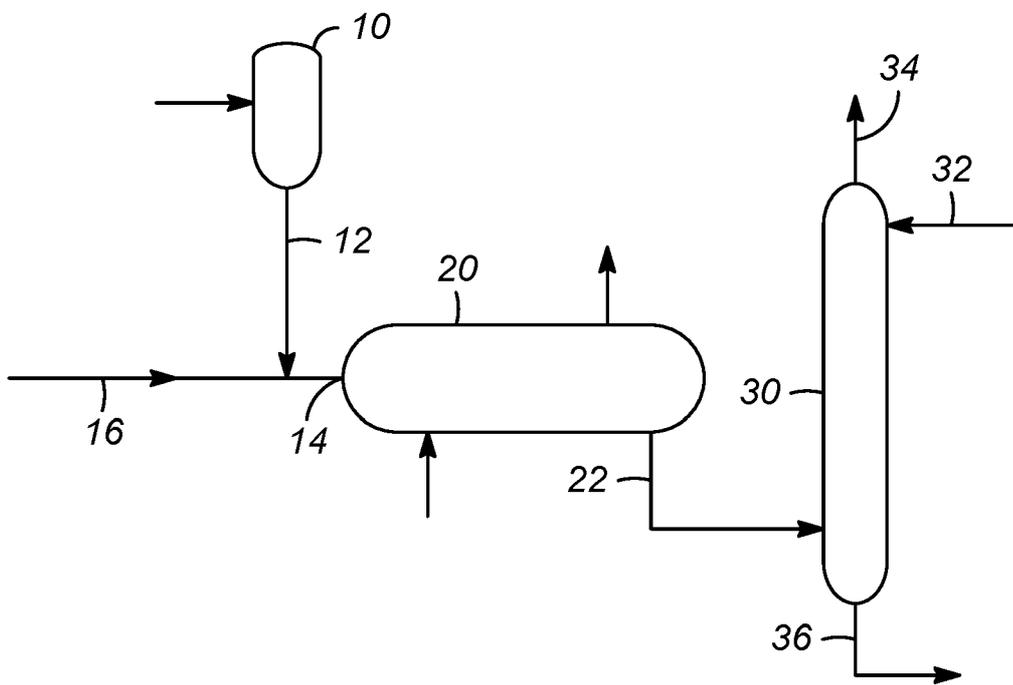


FIG. 1