

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 039989

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.04.06

(51) Int. Cl. C10G 70/04 (2006.01)

(21) Номер заявки
201990879

(22) Дата подачи заявки
2017.10.05

(54) СТУПЕНЬ И СИСТЕМА ДЛЯ СЖАТИЯ КРЕКИНГ-ГАЗА

(31) 16192720.7

(32) 2016.10.07

(33) EP

(43) 2019.10.31

(86) PCT/IB2017/056156

(87) WO 2018/065935 2018.04.12

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
САБИК ГЛОУБЛ ТЕКНОЛОДЖИЗ
Б.В. (NL)

(72) Изобретатель:
Ван Виллигенбург Йорис, Кёйперс
Рихард, Хендрикс Хенк, Артан Рекай
(NL)

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(56) EP-A1-0509592
US-A1-2003075485
US-A1-2012172649
US-A-4143521

(57) Ступень сжатия для сжатия крекинг-газа, содержащая средство отделения жидкости для отделения жидких компонентов от газообразных компонентов крекинг-газа, компрессор, соединенный со средством отделения жидкости, средство охлаждения газа, соединенное с компрессором, для охлаждения сжатого газа из компрессора, при этом средство охлаждения газа охлаждается с использованием первой охлаждающей текучей среды из источника охлаждающей текучей среды. Указанная ступень дополнительно содержит средство предварительного охлаждения газа, соединенное со средством отделения жидкости от крекинг-газа, снабженное впуском для подачи крекинг-газа.

B1

039989

039989

B1

По данной заявке испрашивается приоритет заявки на европейский патент № 16192720.7 (дата подачи - 07.10.2016), содержание которой полностью включено в настоящее описание посредством ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способу и системе для сжатия крекинг-газа, поступающего из процесса крекинга.

Уровень техники

При производстве нефтепродуктов углеводородное сырье может быть подвергнуто крекингу, включающему короткую продолжительность времени нагревания испаренного углеводородного сырья до высоких температур с образованием компонентов крекированных углеводородов, имеющих уменьшенную длину углеродной цепи. В результате проведения процесса образуется крекинг-газ с такими компонентами, имеющий высокую температуру.

После охлаждения и очистки крекинг-газа в первичной фракционирующей колонне и/или колонне гашения в установке крекинга углеводородного сырья дальнейшая обработка крекинг-газа требует сжатия до высоких давлений порядка 3200-3800 КПа с целью отделения от крекинг-газа различных фракций углеводородов.

Сжатие обычно осуществляется с использованием центробежного компрессора с турбоприводом, в ступенях сжатия, в количестве от четырех до пяти, с промежуточным охлаждением. Во время сжатия происходит конденсация некоторого количества воды и углеводородов, и в последних ступенях, удаляются кислые газы. Сжатый крекинг-газ охлаждают, и сконденсированные фракции углеводородов могут быть отделены от потока крекинг-газа. Сжатие может быть осуществлено в системе с многоступенчатым сжатием, в которой количество ступеней сжатия зависит, главным образом, от состава крекинг-газа, уровня температуры охлаждающего агента и самой высокой температуры, допустимой для отвода теплоты между ступенями. Компрессор обычно приводится в действие единственным приводом, содержащим турбину, или эквивалентным приводом.

Сжатие крекинг-газа представляет собой энергоемкий процесс. Компрессор и турбина, приводящая компрессор в действие, являются дорогостоящим оборудованием и представляют собой узкое место "бутылочное горлышко" во многих установках парового крекинга.

Раскрытие изобретения

В связи с изложенным задача настоящего изобретения заключается в обеспечении ступени сжатия для системы сжатия крекинг-газа, обладающей повышенной эффективностью.

Поставленная задача решается в ступени сжатия для сжатия крекинг-газа, которая содержит средство отделения жидкости или сепаратор жидкости для отделения жидких компонентов от газообразных компонентов крекинг-газа, компрессор, соединенный со средством отделения жидкости или сепаратором жидкости, средство охлаждения газа или газоохладитель, соединенный с компрессором, для охлаждения сжатого газа из компрессора, при этом средство охлаждения газа или газоохладитель охлаждаются с помощью первой охлаждающей текучей среды, поступающей из источника охлаждающей текучей среды.

Ступень дополнительно содержит средство предварительного охлаждения газа или предохладитель газа, соединенный со средством отделения жидкости или сепаратором жидкости, содержащейся в крекинг-газе, снабженным впуском для подачи крекинг-газа.

Предварительное охлаждение крекинг-газа перед сжатием в компрессоре позволяет уменьшить работу сжатия компрессора для достижения необходимого давления при более низкой температуре и, соответственно, при более низком объеме. Таким образом, отделение газа от жидкости осуществляется с такой же эффективностью, как и в существующем уровне техники, однако при более низких затратах. Как следствие, компрессор может быть выбран с более низкой производительностью, т.е. меньшего размера, чем в решениях, известных из уровня техники.

В одном осуществлении средство предварительного охлаждения газа или предохладитель газа содержит теплообменное средство или теплообменник и средство абсорбционного охлаждения или абсорбционный охладитель, при этом теплообменное средство или теплообменник охлаждается второй охлаждающей текучей средой, поступающей из средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя (абсорбционного чиллера). Средство абсорбционного охлаждения или абсорбционный охладитель выполнен с возможностью получения второй охлаждающей текучей среды, используя для этого первую охлаждающую текучую среду из источника охлаждающей текучей среды и горячую воду из источника нагревающей текучей среды.

Средство абсорбционного охлаждения обеспечивает получение второй охлаждающей текучей среды, используя источник охлаждения, который уже имеется в наличии, например, охлаждения сжатого газа в средстве охлаждения газа или газоохладителе после сжатия, и, используя нагревающую текучую среду, которая легко доступна в процессах крекинга и обычно может быть утилизирована.

В одном осуществлении первая охлаждающая текучая среда для средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя поступает из первичного газоохладителя средства охлаждения газа указанной ступени сжатия, при этом первая охлаждающая текучая среда из средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя поступает во вторичный газоохладитель.

Это обеспечивает более эффективное использование первой охлаждающей текучей среды, посту-

пающей из источника первой охлаждающей текучей среды, которая используется в средстве для охлаждения газа или газоохладителя.

В одном альтернативном осуществлении первая охлаждающая текучая среда для средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя указанной ступени поступает из первичного газоохладителя средства охлаждения газа или газоохладителя другой ступени, при этом первая охлаждающая текучая среда из средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя поступает во вторичный газоохладитель другой ступени.

Первая охлаждающая текучая среда может поступать для более эффективного использования из средства охлаждения газа или газоохладителя из любой ступени при сжатии крекинг-газа.

В одном осуществлении нагревающая текучая среда из источника нагревающей текучей среды для средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя имеет температуру в интервале от 70 до 110°C. Такой температурный интервал используется для производства достаточного количества пара, необходимого для работы средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя, т.е. генератора. При температуре ниже 70°C средство абсорбционного охлаждения или абсорбционный охладитель не работает, в то же время при температурах выше 110°C теплота используется не эффективно, поскольку температура источника теплоты выше необходимой.

В другом осуществлении нагревающая текучая среда имеет температуру в интервале от 70 до 95°C. Такая температура обеспечивает наибольшую эффективность работы средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя.

Еще в одном осуществлении источник нагревающей текучей среды представляет собой источник горячей отработавшей воды.

В другом осуществлении источник нагревающей текучей среды представляет собой колонну гашения установки парового крекинга.

Теплота воды гашения из колонны гашения установки парового крекинга в обычных условиях может быть утилизирована путем охлаждения или может быть использована для повторного кипячения в дистилляционных колоннах, однако она может быть эффективным образом использована в ступенях сжатия в соответствии с настоящим изобретением для снижения нагрузки компрессоров в ступенях сжатия в соответствии с изобретением.

В одном осуществлении теплообменное средство или теплообменник средства предварительного охлаждения газа или предохладителя газа представляет собой охладитель.

В одном осуществлении средство отделения жидкости или сепаратор жидкости содержит выпуск текучей среды для подачи текучей среды из другой ступени сжатия.

Это позволяет осуществить рециркуляцию жидких компонентов из последующих ступеней сжатия для достижения улучшенного разделения газообразных и жидких компонентов крекинг-газа.

Задача изобретения заключается также в обеспечении системы сжатия крекинг-газа, содержащей множество расположенных каскадом описанных выше ступеней сжатия, при этом первая ступень сжатия снабжена средством предварительного охлаждения газа или предохладителем газа, соединенным с источником крекинг-газа, а последующая ступень сжатия снабжена средством предварительного охлаждения газа или предохладителем газа, соединенным со средством охлаждения газа или газоохладителем предшествующей ступени сжатия.

Ступени сжатия в соответствии с изобретением могут быть расположены каскадом. За счет использования предварительного охлаждения может быть уменьшена общая нагрузка компрессоров в системе.

В одном осуществлении компрессор в каждой ступени приводится в действие общим приводом компрессоров.

Компрессоры предпочтительно могут приводиться в действие общим приводом на общем валу, приводимом во вращение газотурбинным двигателем, дизельным двигателем, электродвигателем и тому подобным двигателем.

Задача изобретения заключается также в обеспечении способа сжатия крекинг-газа, при этом способ включает отделение жидких компонентов от газообразных компонентов крекинг-газа в средстве отделения жидкости или сепараторе жидкости, сжатие газообразных компонентов из средства отделения жидкости или сепаратора жидкости в компрессоре, охлаждение сжатых газообразных компонентов в средстве охлаждения газа или газоохладителе. Способ дополнительно включает предварительное охлаждение крекинг-газа, перед отделением жидких компонентов от газообразных компонентов крекинг-газа в средстве отделения жидкости или сепараторе жидкости в средстве предварительного охлаждения газа или предохладителя газа, охлаждение средства предварительного охлаждения газа или предохладителя газа с помощью второй охлаждающей текучей среды из средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя, использующего первую охлаждающую текучую среду из источника охлаждающей текучей среды и горячую воду из источника нагревающей текучей среды.

В одном осуществлении средство предварительного охлаждения содержит теплообменное средство или теплообменник и средство абсорбционного охлаждения или абсорбционный охладитель, а способ дополнительно включает охлаждение теплообменного средства или теплообменника с использованием второй охлаждающей текучей среды из средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охла-

дителя, получение второй охлаждающей текучей среды в средстве абсорбционного охлаждения или абсорбционном охладителе с использованием первой охлаждающей текучей среды из источника охлаждающей текучей среды и горячей воды из источника нагревающей текучей среды.

Ниже приведены определения различных терминов и фраз, используемых в этом описании.

Термины "приблизительно" или "около" определяют нахождение объекта настолько близко, насколько это понимает специалист в данной области техники. В одном не ограничивающем осуществлении эти термины определяют нахождение в пределах 10%, предпочтительно в пределах 5%, более предпочтительно в пределах 1% и наиболее предпочтительно в пределах 0,5%.

Термины "мас.%" , "об.%" или "мол.%" относятся к массовому, объемному или молярному проценту содержания компонента, соответственно, исходя из общей массы, общего объема или общих молей материала (вещества), которое содержит этот компонент. В не ограничивающем примере 10 молей компонента в 100 молях материала составляет 10 мол.% этого компонента.

Термин "эффективный", используемый в описании и/или пунктах формулы, означает достаточный (подходящий) для достижения желаемого, ожидаемого или предполагаемого результата.

Использование единственного числа в сочетании с термином "содержащий" в пунктах формулы или в описании может означать "один", но согласуется также со значением "один или более", "по меньшей мере один" и "один или более, чем один".

Термины "содержащий" (и любая его форма, например, "содержать" и "содержит"), "имеющий" (и любая его форма, например, "иметь", "имеет"), "включающий" (и любая его форма, например, "включает" и "включать") или "охватывающий" (и любая его форма, например, "охватывает" и "охватывать") являются включительными или открытыми, и не исключают дополнительные, не перечисленные элементы или стадии способа.

Способ согласно настоящему изобретению может "включать", "состоять по существу из" или "состоять из" определенных ингредиентов, компонентов, композиций, стадий и т.д., раскрытых во всем описании. Следует также понимать, что описание продукта/композиции/способа/системы, содержащих определенные компоненты, раскрывает также продукт/композицию/систему, состоящие из этих компонентов. Продукт/композиция/способ/система, состоящая из этих компонентов, может быть предпочтительной, например тем, что обеспечивает более простой, более экономичный способ приготовления этого продукта/композиции. Подобным образом, следует понимать, что, например, описание способа, включающего определенные стадии, раскрывает также способ, состоящий из этих стадий. Указанный способ, состоящий из этих стадий, может быть предпочтительным тем, что является более простым, более экономичным способом.

Если указаны величины для нижнего предела и верхнего предела параметра, то понятно, что интервалы из комбинации величин нижнего предела параметра и величин верхнего предела также раскрыты.

В контексте настоящего изобретения ниже описано 14 осуществлений изобретения. Осуществление 1 представляет собой ступень сжатия для сжатия крекинг-газа, при этом указанная ступень сжатия содержит средство отделения жидкости или сепаратор жидкости для отделения жидких компонентов от газообразных компонентов крекинг-газа; компрессор, соединенный со средством отделения жидкости или сепаратором жидкости; средство охлаждения газа или газоохладитель, соединенный с компрессором, для охлаждения сжатого газа из компрессора, при этом указанное средство охлаждения газа или газоохладитель охлаждается первой охлаждающей текучей средой из источника охлаждающей текучей среды; упомянутая ступень также содержит средство предварительного охлаждения газа, соединенное со средством отделения жидкости, имеющее впуск для подачи крекинг-газа. Осуществлением 2 является ступень в соответствии с осуществлением 1, в которой средство предварительного охлаждения газа или предохладитель газа содержит теплообменное средство или теплообменник и средство абсорбционного охлаждения или абсорбционный охладитель, при этом указанное теплообменное средство или теплообменник охлаждается с помощью второй охлаждающей текучей среды из средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя, причем средство абсорбционного охлаждения или абсорбционный охладитель выполнен с возможностью получения второй охлаждающей текучей среды с использованием первой охлаждающей текучей среды из источника охлаждающей текучей среды и горячей воды из источника нагревающей текучей среды. Осуществлением 3 является ступень в соответствии с осуществлениями 1 или 2, в которой первая охлаждающая текучая среда для средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя подводится из первичного газоохладителя средства охлаждения газа или газоохладителя упомянутой ступени, и в которой первая охлаждающая текучая среда из средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя поступает во вторичный газоохладитель. Осуществлением 4 является ступень в соответствии с осуществлениями 1 или 2, в которой первая охлаждающая текучая среда для средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя ступени подводится из первичного газоохладителя средства охлаждения газа или газоохладителя другой ступени, и в которой первая охлаждающая текучая среда из средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя поступает во вторичный газоохладитель другой ступени. Осуществлением 5 является ступень в соответствии с любым из осуществлений 1-4, в которой нагревающая текучая среда из источника нагревающей текучей среды средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного

охладителя имеет температуру в интервале от 70 до 110°C. Осуществлением 6 является ступень в соответствии с осуществлением 5, в которой нагревающая текучая среда имеет температуру в интервале от 70 до 95°C. Осуществлением 7 является ступень в соответствии с осуществлением 5 или 6, в которой источник нагревающей текучей среды представляет собой колонну гашения установки парового крекинга. Осуществлением 8 является ступень в соответствии с осуществлением 5 или 6, в которой источник нагревающей текучей среды представляет собой источник горячей отработавшей воды. Осуществлением 9 является ступень в соответствии с любым из осуществлений 1-8, в которой теплообменное средство или теплообменник средства предварительного охлаждения газа или предохладителя газа представляет собой охладитель. Осуществлением 10 является ступень в соответствии с любым из осуществлений 1-9, в которой средство отделения жидкости или сепаратор жидкости имеет впуск текучей среды для подачи текучей среды из другой ступени сжатия.

Осуществлением 11 является система для сжатия крекинг-газа, содержащая множество расположенных каскадом ступеней сжатия в соответствии с любым из осуществлений 1-10, в которой первая ступень сжатия содержит свое средство предварительного охлаждения газа или предохладитель газа, соединенный с источником крекинг-газа, и в которой последующая ступень сжатия содержит свое средство предварительного охлаждения газа или предохладитель газа, соединенный со средством охлаждения газа или предохладителем газа предшествующей ступени сжатия. Осуществлением 12 является система в соответствии с осуществлением 11, в которой компрессор в каждой ступени приводится в действие общим приводом компрессора.

Осуществление 13 обеспечивает способ сжатия крекинг-газа, включающий стадии отделения жидких компонент от газообразных компонент крекинг-газа в средстве отделения жидкости или сепараторе жидкости; сжатия в компрессоре газообразных компонент из средства отделения жидкости или сепаратора жидкости; охлаждения сжатых газообразных компонент в средстве охлаждения газа или газоохладителе, первичном газоохладителе; способ также включает предварительное охлаждение крекинг-газа в средстве предварительного охлаждения газа или предохладителя газа перед отделением жидких компонент от газообразных компонент крекинг-газа в средстве отделения жидкости или сепараторе жидкости; и охлаждение средства предварительного охлаждения газа с использованием второй охлаждающей текучей среды из средства абсорбционного охлаждения, с использованием первой охлаждающей текучей среды из источника охлаждающей текучей среды и горячей воды из источника нагревающей текучей среды. Осуществлением 14 является способ в соответствии с осуществлением 13, в котором средство предварительного охлаждения газа или предохладитель газа содержит теплообменное средство или теплообменник и средство абсорбционного охлаждения или абсорбционный охладитель, при этом способ дополнительно включает охлаждение теплообменного средства или теплообменника с помощью второй охлаждающей текучей среды из средства абсорбционного охлаждения или абсорбционного охладителя; получение второй охлаждающей текучей среды в средстве абсорбционного охлаждения или абсорбционном охладителе с использованием первой охлаждающей текучей среды из источника охлаждающей текучей среды и горячей воды из источника нагревающей текучей среды.

Другие задачи, признаки и преимущества настоящего изобретения будут понятны из приведенного ниже подробного описания, приложенных чертежей и примеров. Следует отметить, что изобретение относится ко всем возможным комбинациям раскрытых здесь признаков; предпочтительными, в частности, являются комбинации признаков, которые изложены в пунктах формулы. Таким образом, следует принимать во внимание, что в описании раскрыты все комбинации признаков, характеризующих композицию, способ, систему в соответствии с изобретением; раскрыты также все комбинации признаков, характеризующих способ в соответствии с изобретением и все комбинации признаков, относящихся к системе в соответствии с изобретением, и признаки, относящиеся к способу в соответствии с изобретением. Следует понимать, что чертежи, подробное описание и примеры, хотя они и раскрывают определенные осуществления изобретения, приведены лишь в целях иллюстрации и не предназначены для ограничения изобретения. Кроме того, следует иметь в виду, что из этого подробного описания для специалистов в данной области техники будут очевидны изменения и модификации без выхода за пределы объема и сущности изобретения. В дополнительных осуществлениях признаки конкретных осуществлений могут быть скомбинированы с признаками других осуществлений. Например, признаки одного осуществления могут быть скомбинированы с признаками любых других осуществлений. В дополнительных осуществлениях описанные здесь конкретные осуществления могут быть дополнены дополнительными признаками.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1a - принципиальная схема системы сжатия, содержащей ступени сжатия в соответствии с существующим уровнем техники.

Фиг. 1b - принципиальная схема системы сжатия, содержащей ступени сжатия в соответствии с существующим уровнем техники.

Фиг. 2a - ступень сжатия в соответствии с осуществлением изобретения.

Фиг. 2b - ступень сжатия в соответствии с осуществлением изобретения.

Фиг. 2c - принципиальная схема системы сжатия, содержащей ступени сжатия в соответствии с осуществлением изобретения.

Фиг. 3 - принципиальная схема абсорбционного охладителя в соответствии с существующим уровнем техники.

Осуществление изобретения

Как известно из уровня техники, возможно множество схем, в которых используется от трех до пяти ступеней сжатия с промежуточными охладителями между ступенями. На фиг. 1а представлена одна схема в соответствии с существующим уровнем техники, в которой используется пять ступеней. Каждая ступень сжатия содержит колонну V-101, V-111, V-121, V-131, V-141 гашения для разделения газа и жидкости, компрессор K-111, K-121, K-131, K-141, K-151 и промежуточный охладитель H-111/112, H-121/122, H-131/13 2, H-141/142, H-151/151. После промежуточных охладителей вода и конденсаты углеводородов могут быть направлены по линиям 102, 116, 126, 136, 146, 156 для дальнейшей обработки, например в колонну фракционирования, или в другую ступень сжатия, в колонну гашения, предшествующую компрессору. В процессе жидкостного крекинга большая часть бензиновой фракции, содержащая C6-C8 ароматические соединения, конденсируется в промежуточных охладителях компрессора а также большое количество компонентов C4 и C5. Компрессоры K-111-K-151 в данном примере приводятся в действие общим газотурбинным двигателем X-101 посредством общего вала 108.

На фиг. 1b представлена другая схема системы, известная в уровне техники, подобная схеме, представленной на фиг. 1а, с возвратом конденсата воды и углеводородов на предшествующую ступень, при этом колонны V-111-V-141 гашения снабжены впуском для подачи жидких компонентов из последующей ступени.

Было выполнено два компьютерных моделирования для компрессора, сжимающего крекинг-газ, состоящего из пяти ступеней в соответствии с фиг. 1а и фиг. 1b соответственно, при этом осуществляется сжатие крекинг-газа, содержащего этилен, с расходом 100 т/ч, полученного из нефти, подвергнутой крекингу, проводимому в условиях мягкого крекинга (отношение пропилен/этилен составляет 0,58). Температуры в выпускных трубопроводах 114-154 промежуточных охладителей поддерживаются на уровне 30°C. Каждый компрессор K-111-K-151 имеет изэнтропический КПД 80%.

Крекинг-газ (101) из колонны гашения направляется во входной сепаратор (V-101) компрессора, при этом любые конденсаты (102) нагнетаются обратно в колонну гашения, в то же время крекинг-газ (1x1) направляется на вход компрессора (K-1x1) (1-й, 2-й, 3-й, 4-й, 5-й) ступени при абсолютном давлении 0,15 МПа абс. Выходящий поток из компрессоров K-1x1 охлаждается охлаждающей водой из источника 104 охлаждающей воды с помощью теплообменников (H-1x1 и H-1x2) до температуры 30°C, затем во входном сепараторе V-111, V-121, V-131, V-141 и V-151 сконденсированные углеводороды и вода 106, 116, 126, 136, 146, 156 отделяются от крекинг-газа 101, 111, 121, 131, 141, 151, соответственно.

Между 3-й и 4-й ступенями компрессора осуществляется обработка газа в устройстве Z-100 для обработки газа так, как это описано в уровне техники. В упомянутом устройстве Z-100 для обработки газа газ очищается путем удаления таких газов, как диоксид углерода, сероводород, кислые компоненты и т.д. Крекинг-газ сжимают до абсолютного давления 3,6 МПа (поток 161) при расчетной мощности компрессора 36,2 МВт (механическая мощность). В схеме на фиг. 1а потоки конденсата (116, 126, 136, 146, 156) не рециркулируют (непосредственно) обратно в компрессор, а подвергаются обработке в колонне фракционирования, разделению однократным испарением и/или в отстойнике для извлечения продуктов и могут быть откачаны, нагреты и/или охлаждены до достижения желаемых давления и температуры для последующей обработки.

В схеме на фиг. 1b сконденсированные потоки 116, 126, 136, 146, 156 не обрабатывают по отдельности, а рециркулируют обратно на предшествующую ступень: поток 116 возвращается обратно в колонну гашения или во входной сепаратор (V-101) первой ступени. Поток 126 направляется во входной сепаратор V-111, поток 136 - в V-121, поток 146 - в V-132 и поток 156 - в V-141, как это показано на фиг. 1b. Для этой схемы общая расчетная механическая мощность компрессора составляла 39,5 МВт.

На фиг. 2а показана ступень S-201 сжатия, содержащая входной сепаратор V-201, компрессор K-211, приводимый в действие газотурбинным двигателем X-201 посредством вала 271, промежуточный охладитель H-211/H-212 и предоохладитель H-201. Выпускной трубопровод 214 промежуточного охладителя H-211/H-212 может быть соединен с последующей ступенью сжатия (S-201, см., например, фиг. 2с).

Крекинг-газ, транспортируемый через входной трубопровод 201, охлаждается в предоохладителе H-201 до 15°C (интервал температур может составлять от 1 до 25°C) и направляется во входной сепаратор V-201 для разделения жидких и газообразных компонентов. Охладитель H-201 передает теплоту от крекинг-газа в контур (208) водяного охлаждения, который охлаждается абсорбционным охладителем Y-201. Абсорбционный охладитель Y-201 использует теплоту от источника 274 воды гашения путем ее охлаждения от 80 до 73°C и возвращения в магистральный трубопровод 275 теплой воды гашения. Абсорбционный охладитель Y-201 передает теплоту от вышеупомянутых воды гашения и контура водяного охлаждения охлаждающей воде, поступающей из источника 273 охлаждающей воды при температуре 25°C, и направляемой в магистральный трубопровод 272 охлаждающей воды при 35°C.

Во входном сепараторе V-201 сконденсированные вода и углеводороды отделяются (поток 203), откачиваются насосом и нагреваются, чтобы разделить их на газовый поток 204, направляемый обратно в колонну гашения, и жидкостный поток 205, углеводороды которого могут быть отделены от воды в от-

стойнике (не показано на фиг. 2а).

Вода гашения из колонны гашения в источнике 274 воды гашения обычно имеет температуру в интервале от 85 до 75°C, но ее использование в паровом крекинге ограничивается некоторыми ребойлерами в ректификационных колоннах, при этом основным потребителем является ребойлер, используемый для разделения на С3 парафины/олефины. Большое количество такой воды гашения не может быть использовано, и поэтому теплоту необходимо утилизировать путем охлаждения с использованием воздуха и охлаждающей воды. Таким образом вода гашения выгодным образом может быть использована для функционирования абсорбционного охладителя Y-201. Функционирование абсорбционного охладителя будет понятно из фиг. 3 и соответствующего описания.

Источником холодной воды на фиг. 2b для охладителя 201 является абсорбционный охладитель Y-211, который охлаждается с использованием охлаждающей воды, поступающей из первичного охладителя Н-212. Охлаждающая вода из абсорбционного охладителя Y-211 поступает затем во вторичный охладитель Н-211. В результате охлаждающая вода из источника 273 охлаждающей воды используется более эффективно.

На фиг. 2с представлены обе конфигурации для использования охлаждающей воды из охладителя 201 на первой ступени в соответствии с фиг. 1а и 1b соответственно. Охладитель 201 ступени S-201 принимает охлаждающую текучую среду из абсорбционного охладителя Y-201, который охлаждается непосредственно с помощью охлаждающей воды из источника 273 охлаждающей воды, в то же время в охладитель Н-213 ступени S-202 поступает своя охлаждающая текучая среда из абсорбционного охладителя Y-211, который охлаждается с помощью охлаждающей текучей среды из первичного газоохладителя Н-212 ступени S-201.

На фиг. 2с другие ступени S-203-S-205 сжатия показаны в каскаде из ступеней сжатия. При этом ступень S-203 сжатия содержит устройство Z-200 для обработки газа с такой же функцией, что и в схеме, представленной на фиг. 1а и 1b.

На фиг. 2с пары из входного сепаратора V-201 (211) направляются в первую ступень S-201 сжатия и подвергаются сжатию с помощью компрессора К-211 до абсолютного давления 0,3 МПа (212), и после сжатия они охлаждаются с помощью охладителей Н-211 и Н-212 до температуры в интервале от 20 до 50°C, предпочтительно до температуры около 30°C, и затем с помощью Н-213 охлаждается до температуры в интервале от 1 до 25°C, предпочтительно приблизительно до 15°C, и направляется во входной сепаратор V-211 второй ступени S-202 с прохождением через охладитель Н-213, в котором газ предварительно охлаждается перед ступенью S-202.

Во входном сепараторе V-211 ступени S-202 конденсированная вода и углеводороды отделяются в виде потока 216, в котором углеводороды могут быть отделены от воды в отстойнике. Пары из входного сепаратора V-211 направляются в компрессор К-221. Выходящие из компрессора К-221 пары охлаждаются с помощью газоохладителей Н-221 и Н-222.

Охладитель Н-213 передает теплоту от крекинг-газа в контур 218 водяного охлаждения, который охлаждается с помощью абсорбционного охладителя Y-211. Абсорбционный охладитель Y-211 использует теплоту из источника 274 воды гашения посредством охлаждения этой воды от 80 до 73°C и возвращения ее в магистральный трубопровод 275 теплой воды гашения. Теплота от охладителей Н-211, Н-212 и абсорбционного охладителя Y-211 передается по каскаду охлаждающей воде 217, которая сначала нагревается в охладителе Н-212, затем в абсорбционном охладителе Y-211 и охладителе Н-211.

Указанная выше последовательность повторяется в ступенях S-203 и S-205. Пары из ступени S-202 предварительно охлаждаются в охладителе Н-223 и направляются во входной сепаратор V-221, из которого поступают в компрессор К-231 ступени, сжимаются до абсолютного давления 3 бар (232) и затем охлаждаются с помощью охладителей Н-231 и Н-232 до температуры 30°C (в интервале от 20 до 50°C) и т.д.

Между ступенями S-203 и S-204 размещено упомянутое выше устройство Z-200 для обработки газа. В этом случае охладитель Н-233 размещен ниже по ходу потока от этой стадии очистки газа. Во входные сепараторы V-202, V-201, V-211, V-221, V-232, V-241, V-251 могут быть добавлены дополнительные углеводородсодержащие потоки (на фигурах не показано).

По сравнению с описанной выше системой, представленной на фиг. 1а, работа сжатия компрессора в значительной степени уменьшается, при этом общая механическая работа сжатия компрессора снижается от 36,2 до 33,5 МВт. В табл. 1 представлены результаты, полученные для компрессора каждой ступени сжатия.

Таблица 1

Способ 100 (фиг.1а, согласно уровню техники)		Способ 200 (фиг.2с, в соответствии с изобретением)	
Компрессор	Работа (МВт _{мех})	Компрессор	Работа (МВт _{мех})
К-111	7,8	К-211	5,9
К-121	7,7	К-221	6,4
К-131	7,4	К-231	6,8
К-141	7,0	К-241	7,1
К-151	6,4	К-251	7,4
полная	36,2	полная	33,5

Из сравнительного примера в табл. 1 видно, что использование предварительного охлаждения крекинг-газа перед сжатием обеспечивает экономию механической работы приблизительно соответствующую 3 МВт.

Другой важный эффект охлаждения на входе ступени с использованием абсорбционного охладителя заключается в температуре выхода ступени сжатия, которая в этом примере согласно фиг. 2с ниже, чем в соответствии с уровнем техники на фиг. 1а на величину, находящуюся в интервале от 9 до 17°C. Это уменьшает образование отложений в компрессоре и промежуточных охладителях. Кроме того, приводит к менее затратному конструктивному решению системы с меньшим количеством ступеней сжатия.

В табл. 2 приведены входные и выходные температуры компрессоров К-111, К-121, К-131, К-141, К-151, показанных на фиг. 1а, и компрессоров К-211, К-221, К-231, К-241, К-251 на фиг. 2с.

Таблица 2

Способ 100 (фиг.1а, уровень техники)			Способ 200 (фиг.2с, в соответствии с изобретением)		
Компрессор	Входная температура °C	Выходная температура °C	Компрессор	Входная температура °C	Выходная температура °C
К-111	30	74	К-211	15	65
К-121	34	79	К-221	19	64
К-131	34	81	К-231	17	64
К-141	32	81	К-241	16	65
К-151	31	83	К-251	16	67

Расход воды гашения в абсорбционном охладителе Y-241 составляет 672 т/ч. Горячая вода гашения из магистрали 274 поступает в абсорбционный охладитель Y-241 с температурой 80°C и после отдачи тепловой мощности 6,3 МВт возвращается с температурой 73°C в магистральный трубопровод 275 в качестве теплой воды гашения. Эта теплая вода гашения еще может быть использована, например, как теплота для ребойлера (Н-261) колонны фракционирования С3 углеводородов. Такой каскад воды гашения обеспечивает оптимальное использование располагаемой теплоты, передаваемой от колонны гашения. Такие же принципы и количественные показатели применимы к абсорбционным охладителям Y-201, Y-211, Y-221, Y-231.

В отношении подаваемых каскадом потоков 217, 227, 237 и 247 охлаждающей воды ниже приводится пример для потока 247 в соответствии с фиг. 2с. Как показано на фиг. 2с, охлаждающая вода (247) поступает сначала во вторичный газоохладитель Н-242 крекинг-газа, затем в абсорбционный охладитель Y-241 и затем в первый газоохладитель Н-241 крекинг-газа. Это позволяет экономить охлаждающую воду. Пример: 1400 т/ч охлаждающей воды (247) с температурой 25°C из источника 273 охлаждающей воды направляется во второй промежуточный охладитель Н-242 4-й ступени, где охлаждающая вода поглощает теплоту, соответствующую 1,9 МВт, и выходит с температурой 26,2°C. Далее охлаждающая вода используется в абсорбционном охладителе для поглощения 10,6 МВт теплоты, переданной от охладителя (теплота от воды гашения+теплота, отведенная из процесса), и в результате нагревается до 32,8°C. После этого охлаждающая вода направляется в первичный охладитель Н-241 4-й ступени, где она поглощает 3,5 МВт теплоты и нагревается до 35°C.

Схема с полным рециклом, представленная на фиг. 1b, может быть также применима к фиг. 2с. Отличие от схемы на фиг. 2с заключается в том, что потоки 216, 226, 236, 246 и 256 продуктов не являются отдельными продуктами и, как показано на фиг. 1b, рециркулируют обратно в соответствующий входной сепаратор предшествующей ступени сжатия.

В табл. 3 приведена величина работы сжатия компрессора в системе, соответствующей фиг. 1b, т.е. согласно известному уровню техники, по сравнению с системой на фиг. 2с, в которой потоки 216, 226, 236, 246 и 256 продуктов направляются на рециркуляцию в предшествующую ступень.

Таблица 3

Способ 100 (фиг.1б, согласно уровню техники)		Способ 200 (фиг.2с, в соответствии с изобретением)	
Компрессор	Работа (МВт _{мех})	Компрессор	Работа (МВт _{мех})
К-111	7,8	К-211	5,9
К-121	7,7	К-221	6,4
К-131	7,4	К-231	6,8
К-141	7,0	К-241	7,1
К-151	6,4	К-251	7,4
полная	36,2	полная	33,5

Из сравнительного примера в табл. 3 видно, что использование предварительного охлаждения крекинг-газа перед сжатием обеспечивает экономию механической работы, соответствующую приблизительно 3 МВт, причем также в том случае, если потоки 216, 226, 236, 246 и 256 промежуточных продуктов направляются на рециркуляцию в предшествующую ступень.

На фиг. 3 представлено схематическое изображение абсорбционного охладителя (абсорбционного чиллера) 300, который используется в ступенях S-201-S-205 сжатия так, как описано ниже.

Цикл абсорбционного охлаждения в абсорбционном охладителе, подобный холодильному циклу с механическим сжатием паров, использует скрытую теплоту парообразования хладагента для отвода теплоты от поступающей охлаждаемой воды. Холодильные установки, работающие со сжатием паров, используют хладагент и компрессор для транспортирования паров хладагента, подлежащих конденсации в конденсаторе. При этом цикл абсорбции использует воду в качестве хладагента 305 и раствор бромида лития в качестве абсорбента 306 для абсорбции испаренного хладагента. Теплота затем подводится к раствору для выделения из абсорбента паров хладагента. Пары хладагента затем конденсируются в конденсаторе.

Типовой абсорбционный охладитель 300 одинарного эффекта, представленный на фиг. 3, содержит генератор 303, конденсатор 301, испаритель 310 и абсорбер 311 с хладагентом 305 и абсорбентом 306 в качестве рабочих растворов. Генератор 303 использует источник теплоты, например, текучую среду 307, такую как горячий газ из горелки, водяной пар или горячую воду для испарения хладагента 302 из раствора 306 абсорбента в генераторе 303. Выделяющиеся пары 302 хладагента переносятся в конденсатор 301, где конденсируются с обратным переходом в жидкий хладагент 305, передавая в теплообменнике 315 теплоту воде 304, поступающей из охлаждающей колонны. Сконденсированный жидкий хладагент 305 направляется в испаритель 310, где распределяется на поверхности испарительных труб 308, отводящих теплоту от охлаждаемой воды 316 в испарительных трубах 308 и испаряющих жидкий хладагент 305, который превращается в пары 314 хладагента.

Раствор 306 абсорбента из генератора 303 поступает в абсорбер 311 через охлаждающие трубы 309, абсорбируя пары 314 хладагента из испарителя 310, при этом происходит разбавление раствора. Разбавленный раствор 312 абсорбента затем откачивается насосом 313 в генератор 303, в котором рабочий цикл начинается снова.

Абсорбционный охладитель 300 обладает способностью потреблять низкотемпературную теплоту, которая выделяется в процессе конденсации водяной пар/вода из выходящего потока реактора, и обеспечивает производительность по холоду в интервале от 0 до 30°C.

Процесс с использованием абсорбционного охладителя не является в значительной степени энергетически эффективным процессом, обычно только 70% подводимой тепловой энергии превращается в производство холода. Однако поскольку этот процесс может использовать низкотемпературную отходящую теплоту, недостаточная энергетическая эффективность не является проблемой, если в наличии имеется достаточное количество отходящей теплоты.

Хотя в рассмотренном примере в качестве рабочего раствора используется бромид лития, возможно также использование других рабочих веществ. Абсорбционные охладители на основе водоаммиачного раствора являются в равной степени широко используемыми и могут быть использованы вместо абсорбционного охладителя с бромидом лития.

В ступени 201 сжатия, представленной на фиг. 2а, от источника 274 воды гашения обеспечивают нагревающую текучую среду 307 для нагревания генератора 303. Охлаждающую воду 304 для конденсатора 301 получают из источника 273 охлаждающей воды или из выпуска охлаждающей воды газоохладителя Н-212. Трубы 308 испарителя обеспечивают охлаждение охлаждающей жидкости 316 для предоохладителя Н-201 с помощью контура 208 циркуляции на фиг. 2а.

Описанные выше осуществления приведены лишь в качестве примера. Изменения и модификации этих осуществлений возможны без выхода за пределы объема защиты, определяемого изложенными ниже пунктами формулы изобретения.

Перечень ссылочных номеров позиций

101, 114, 124, 134, 144, 154	впускной трубопровод крекинг-газа
K-111, K-121, K-131, K-141, K-151	компрессор
108	общий приводной вал
112, 122, 132, 142, 152	выпускной трубопровод компрессора
111, 121, 131, 141, 151	впускной трубопровод компрессора
117, 127, 137, 147, 157	впускной трубопровод охлаждающей воды
113, 123, 133, 143, 153	соединительный трубопровод
103	источник охлаждающей воды
104	магистральный трубопровод охлаждающей воды
139	впускной трубопровод газоочистителя
H-111, H-121, H-131, H-141, H-151	первичный газоохладитель
H-112, H-122, H-132, H-142, H-152	вторичный газоохладитель
116, 126, 136, 146, 156	потoki промежуточных продуктов
Z-100	газоочиститель
201, 202, 215, 225, 235, 245, 254	впускной трубопровод крекинг-газа
K-211, K-221, K-231, K-241, K-251	компрессор
H-211, H-221, H-231, H-241, H-251	первичный газоохладитель
H-212, H-222, H-232, H-242, H-252	вторичный газоохладитель
Y-201, Y-211, Y-221, Y-232, Y-241	абсорбционный охладитель
V-201, V-211, V-221, V-232, V-241	сепаратор жидкости
V-202	сепаратор жидкости
H-201, H-213, H-223, H-233, H-243	предохладитель
216, 226, 236, 246, 256	потoki промежуточных продуктов
273	источник охлаждающей воды
272	магистральный трубопровод охлаждающей воды
274	источник воды гашения
275	магистральный трубопровод воды гашения
300	абсорбционный охладитель
301	конденсатор
302	пары хладагента
303	генератор
304	вода для охлаждения конденсатора
305	хладагент
306	абсорбент
307	нагревающая текучая среда
308	трубы испарителя
309	охлаждающие трубы
310	испаритель
311	абсорбер
312	разбавленный абсорбент
315	теплообменник
316	охлаждаемая вода

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство обработки крекинг-газа, содержащее: теплообменное средство (H-201) для предварительного охлаждения газа, снабженное впуском для подачи крекинг-газа;
 средство (V-201) отделения жидкости, соединенное с теплообменным средством (H-201), для отделения жидких компонентов (203) от газообразных компонентов (211) крекинг-газа;
 компрессор (K-211), соединенный по потоку газообразных компонентов (211) крекинг-газа со средством (V-201) отделения жидкости;
 вторичный газоохладитель (H-211), соединенный с компрессором (K-211), для охлаждения сжатого газа из компрессора;
 первичный газоохладитель (H-212), соединенный со вторичным газоохладителем (H-211), для дополнительного охлаждения сжатого газа, при этом первичный газоохладитель (H-212) выполнен с воз-

возможностью охлаждения сжатого газа с помощью первой охлаждающей текучей среды (217) из источника (273) охлаждающей текучей среды; и

средство (Y-211) абсорбционного охлаждения, выполненное с возможностью получения второй охлаждающей текучей среды с использованием первой охлаждающей текучей среды и горячей воды из источника (274) нагревающей текучей среды;

причем теплообменное средство (H-201) соединено со средством (Y-211) абсорбционного охлаждения так, что обеспечена возможность направления второй охлаждающей текучей среды из указанного средства (Y-211) абсорбционного охлаждения в указанное теплообменное средство (H-201) для охлаждения крекинг-газа второй охлаждающей текучей средой из средства (Y-211) абсорбционного охлаждения,

причем первичный газоохладитель (H-212) соединен со средством (Y-211) абсорбционного охлаждения так, что обеспечена возможность подачи первой охлаждающей текучей среды из указанного первичного газоохладителя (H-212) в указанное средство (Y-211) абсорбционного охлаждения для получения второй охлаждающей текучей среды, и

средство (Y-211) абсорбционного охлаждения соединено со вторичным газоохладителем (H-211) так, что обеспечена возможность направления первой охлаждающей текучей среды из указанного средства (Y-211) абсорбционного охлаждения в указанный вторичный газоохладитель (H-211) для охлаждения сжатого газа.

2. Устройство по п.1, в котором горячая вода из источника (274) нагревающей текучей среды для средства (Y-211) абсорбционного охлаждения имеет температуру в интервале от 70 до 110°C.

3. Устройство по п.2, в котором температура горячей воды находится в интервале от 70 до 95°C.

4. Устройство по п.2, в котором источник нагревающей текучей среды представляет собой колонну гашения установки парового крекинга.

5. Устройство по п.2, в котором источник нагревающей текучей среды представляет собой источник горячей отработавшей воды.

6. Устройство по п.1, в котором теплообменное средство (H-201) представляет собой охладитель.

7. Устройство по п.1, в котором средство (V-201) отделения жидкости содержит впуск для подачи текучей среды из другого устройства обработки крекинг-газа.

8. Система обработки крекинг-газа, содержащая множество расположенных каскадом устройств обработки крекинг-газа в соответствии с любым из пп.1-7, в которой первое устройство обработки крекинг-газа содержит свое теплообменное средство (H-201), соединенное с источником крекинг-газа, при этом последующее устройство обработки крекинг-газа содержит свое теплообменное средство (H-201), соединенное с первичным газоохладителем (H-212) предшествующего устройства обработки крекинг-газа.

9. Система по п.8, в которой компрессор каждого устройства обработки крекинг-газа выполнен с возможностью приведения в действие общим приводом компрессоров.

10. Способ обработки крекинг-газа с использованием устройства обработки крекинг-газа по любому из пп.1-7 или системы обработки крекинг-газа по п.8 или 9, включающий

предварительное охлаждение крекинг-газа в теплообменном средстве, отделение жидких компонентов от газообразных компонентов крекинг-газа в средстве отделения жидкости,

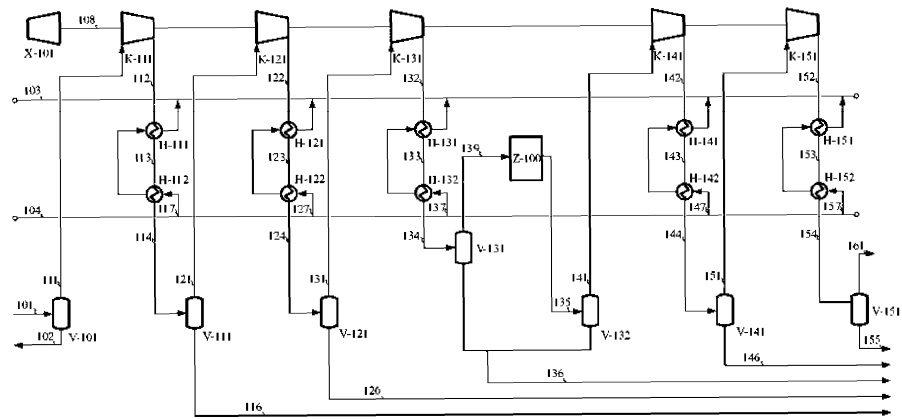
сжатие газообразных компонентов из средства отделения жидкости в компрессоре, и

охлаждение сжатых газообразных компонентов во вторичном газоохладителе, а затем в первичном газоохладителе с помощью первой охлаждающей текучей среды из источника охлаждающей текучей среды;

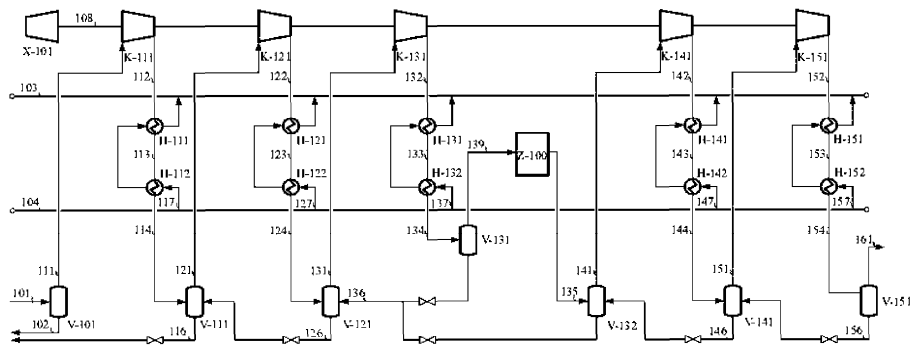
причем охлаждение крекинг-газа в теплообменном средстве осуществляют с помощью второй охлаждающей текучей среды из средства абсорбционного охлаждения, использующего для ее получения первую охлаждающую текучую среду и горячую воду из источника нагревающей текучей среды;

причем первая охлаждающая текучая среда для средства абсорбционного охлаждения поступает из первичного газоохладителя, и

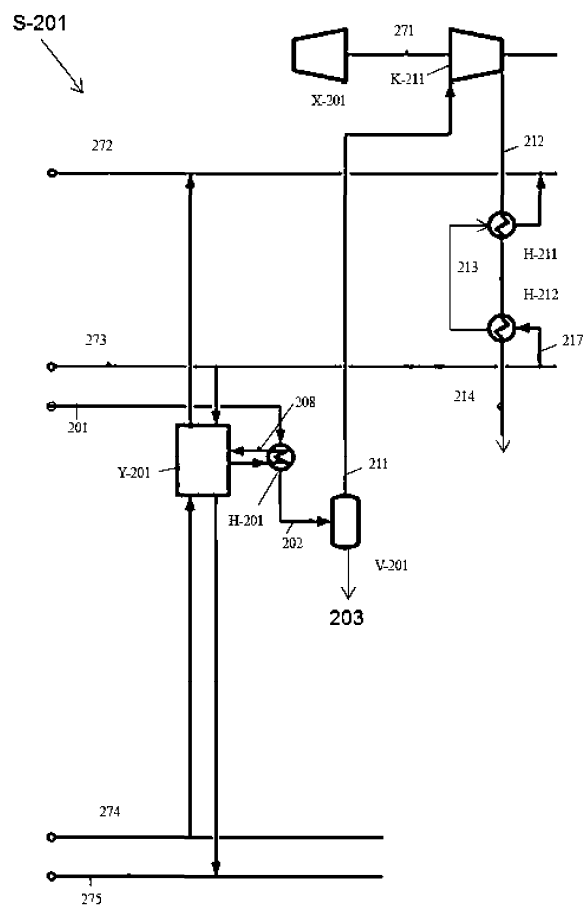
первая охлаждающая текучая среда из средства абсорбционного охлаждения направляется во вторичный газоохладитель для охлаждения сжатых газообразных компонентов.



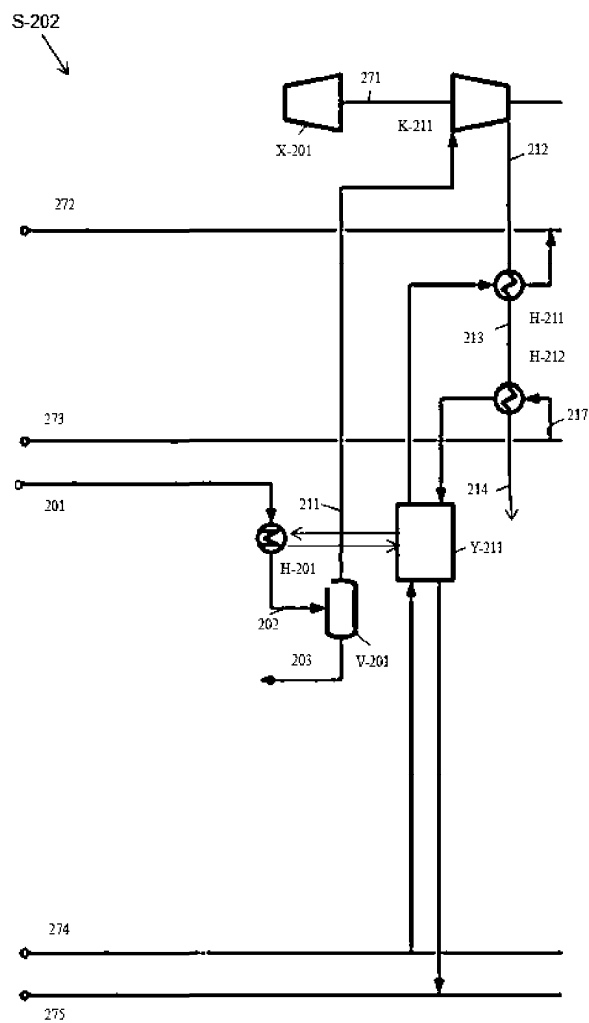
Фиг. 1а



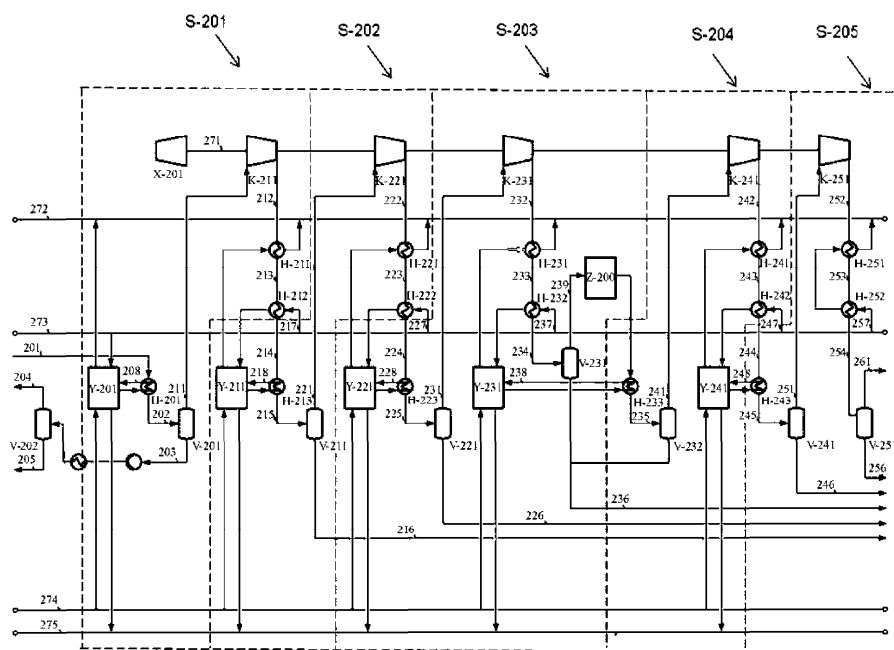
Фиг. 1б



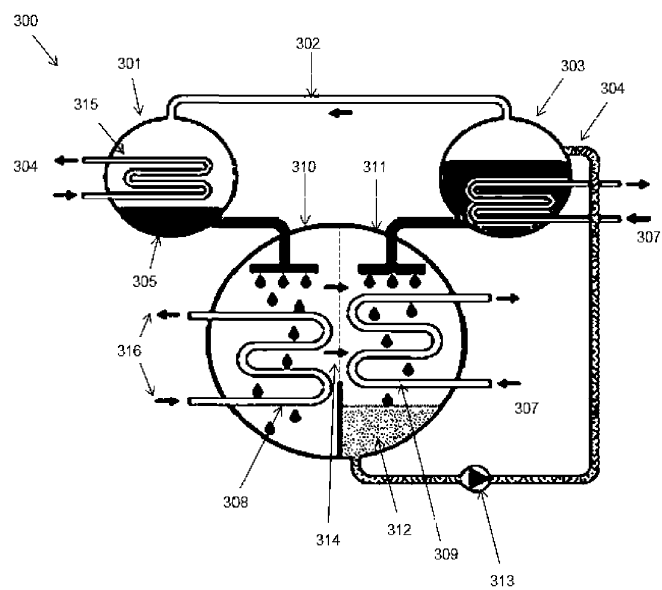
Фиг. 2а



Фиг. 2b



Фиг. 2с



Фиг. 3



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2