

ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕСЯ ПРИ АБСОРБЦИОННОЙ ОСУШКЕ ГАЗА

2.1. ТЕХНОЛОГИИ

2.1.1. СПОСОБ ОСУШКИ ГАЗА

Краткое описание

На рис. 2.1 представлена технологическая схема осушки природного газа, в которой после первичной сепарации осуществляется контакт газа с влагой, отпаренной и сконденсированной из насыщенного абсорбента, с последующей вторичной сепарацией газа от капельной влаги.

Сырой газ из скважины подают на первичную сепарацию в сепаратор 1, где от газа отделяется капельная влага, после чего газ с унесенной со стадии первичной сепарации капельной влагой, содержащей растворенные в ней соли, подают в контактор 2, где осуществляется его контактирование с отпаренной и сконденсированной на стадии регенерации водой, не содержащей солей, в результате которого газ с капельной влагой со сниженной концентрацией солей после сепарации в сепараторе 3 поступает на осушку в абсорбер 4. Насыщенный влагой абсорбент из абсорбера 4 подают на регенерацию в регенератор 5. Выделенные из абсорбента пары влаги конденсируются в холодильнике 6 и попадают в контактор 2, а регенерированный абсорбент подают на осушку газа в абсорбер 4.

Эффективность

Использование предлагаемого способа позволяет уменьшить эксплуатационные затраты, связанные с попаданием солей в абсорбент и последующим отложением их в технологическом оборудовании.

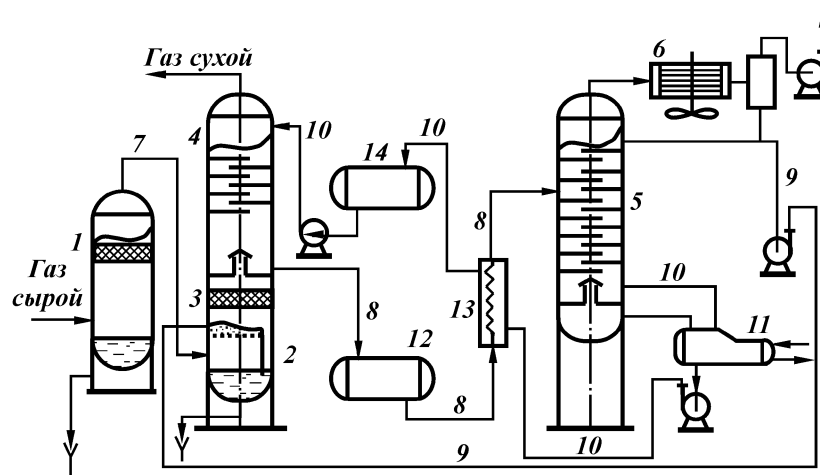


Рис. 2.1. Технологическая схема осушки природного газа:
 1 – первичный сепаратор; 2 – контактор; 3 – сепаратор; 4 – абсорбер; 5 – регенератор; 6 – холодильник; 7–10 – линии подачи; 11 – испаритель; 12 – выветриватель; 13 – теплообменник; 14 – емкость

Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

Литература

Патент РФ № 965486, БИ № 38, 1982 (Авторы: Г.К. Зиберт, С.И. Кузьмин, А.М. Сиротин, А.М. Сун).

Холпанов Л.П., Запорожец Е.П., Зиберт Г.К., Кащичкий Ю.А. Математическое моделирование нелинейных термогазодинамических процессов. – М.: Наука, 1998, 320 с.

2.1.2. СПОСОБ ОСУШКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Краткое описание

Предложенный способ применяют в промышленной обработке, главным образом, при осушке природного газа. При использовании данного способа осушки природного газа в абсорбер перед подачей водного раствора метанола в скважины осуществляют его контакт с газом, прошедшим первичную сепарацию, с последующей вторичной сепарацией газа от капельной жидкости.

Сырой газ из скважины по шлейфам подают на первичную сепарацию в сепаратор для отделения от капельной жидкости. После этого газ с унесенной со стадии первичной сепарации капельной жидкостью, содержащей растворенные в ней соли, направляют в контактную секцию многофункционального аппарата, где осуществляют его контакт с концентрированным раствором метанола, не содержащим солей, для снижения концентрации солей в капельной жидкости, содержащейся в газе. Затем проводят предварительную осушку газа. Предварительно осушенный газ подают на вторичную сепарацию в сепаратор, а после этого на окончательную осушку абсорбентом (гликолем) в контактную секцию многофункционального аппарата.

Насыщенный влагой абсорбент из многофункционального аппарата подают на регенерацию в регенератор, из которого регенерированный абсорбент направляют на осушку газа в контактную секцию аппарата.

Концентрированный водный раствор метанола направляют из емкости на предварительную осушку газа и снижение концентрации солей в капельной жидкости, содержащейся в газе, в контактную секцию. Затем водный раствор метанола вместе с извлеченными из капельной жидкости солями подают в скважину и/или шлейф для предупреждения в них гидратообразования.

Эффективность

Использование предложенного способа осушки газа позволяет уменьшить эксплуатационные затраты при промысловой подготовке (осушке) газа, связанные с попаданием солей в абсорбент и последующим их отложением в технологическом оборудовании, и повысить эффективность регенерации.

Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

Литература

Патент РФ № 1581977, БИ № 28, 1990 (Авторы: Г.К. Зиберт, С.И. Кузьмин, Е.Н. Туревский, Е.И. Черников).

2.1.3. СПОСОБ МАССООБМЕНА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Краткое описание

Предлагаемое устройство для осуществления массообмена может быть использовано для проведения процессов абсорбции и ректификации.

Устройство содержит последовательно соединенные контактные ступени, каждая из которых включает эжектор, выход которого подключен к сепарирующему устройству, разделяющему газожидкостную смесь на газ и жидкость. Газ из сепарирующего устройства подается в активное сопло эжектора следующей контактной ступени, а жидкость – к пассивному соплу эжектора предыдущей контактной ступени. Способ массообмена между газом и жидкостью заключается в том, что жидкость перед подачей ее в эжектор данной ступени предварительно эжектируется в дополнительном эжекторе частью газа, отводимого из сепарирующего устройства данной контактной ступени, и в пассивное сопло эжектора поступает газожидкостная смесь с уменьшенной плотностью и с повышенным давлением (рис. 2.2).

В зависимости от назначения проводимого процесса массообмена по предлагаемому способу величина части газа, которым производят эжектирование жидкости, отводимой с последую-

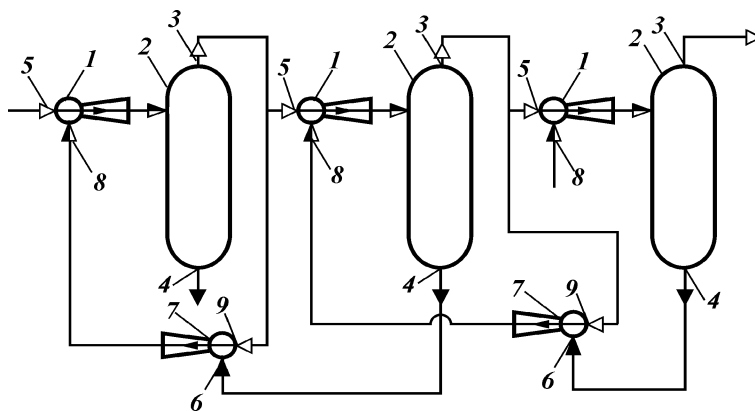


Рис. 2.2. Способ и устройство для массообмена:

1 – эжектор; 2 – сепарирующее устройство; 3, 4 – патрубки вывода газа и жидкости; 5, 9 – активные сопла эжектора; 6, 8 – пассивные сопла эжектора; 7 – дополнительный эжектор

щей контактной ступени, имеет различные значения и зависит от количества и плотности жидкости. Например, при осушке нефтяного газа эта часть составляет 3 % от общего потока газа, а при получении пропана из нефтяного газа эта часть равна 30 % от общего потока газа. Большое расхождение величин этой части газа объясняется тем, что при осушке нефтяного газа требуется жидкого абсорбента в 10 раз меньше, чем при получении из нефтяного газа пропана.

Эффективность

Предлагаемый способ массообмена и устройство для его осуществления позволяют обеспечить проведение массообмена при значительном снижении потерь давления газа на каждой конкретной ступени.

Разработчик

ВНИПИГазпереработка, г. Краснодар.

Литература

Авторское свидетельство № 1674931, БИ № 33, 1991 (Авторы: Е.П. Запорожец, С.И. Бойко, Л.М. Мильштейн, Г.К. Зиберт).

2.1.4. НАСОСНО-ЭЖЕКТОРНАЯ УСТАНОВКА

Краткое описание

На рис. 2.3 представлена схема предлагаемой установки, которая работает следующим образом.

Влажный газ из источника 5 засасывается вакуумным эжектором 3, где смешивается с рабочей абсорбирующей жидкостью. Затем образовавшаяся смесь поступает в трехкомпонентный сепаратор 6. Из сепаратора 6 частично осушенный газ нагнетательным эжектором 11 подается во второй сепаратор 10, откуда сжатый и осушенный газ поступает к потребителю. При двухстадийном сжатии газа в эжекторах 3 и 11 выпадает конденсат, который из сепараторов 10 и 6 подается в сепаратор 2 разгазирования, откуда отсепарированный газ вновь поступает к пассивному соплу эжектора 3. Рабочая абсорбирующая жидкость циркулирует в установке по контуру, образованному нагнетательным эжектором 11, вторым сепаратором 10,

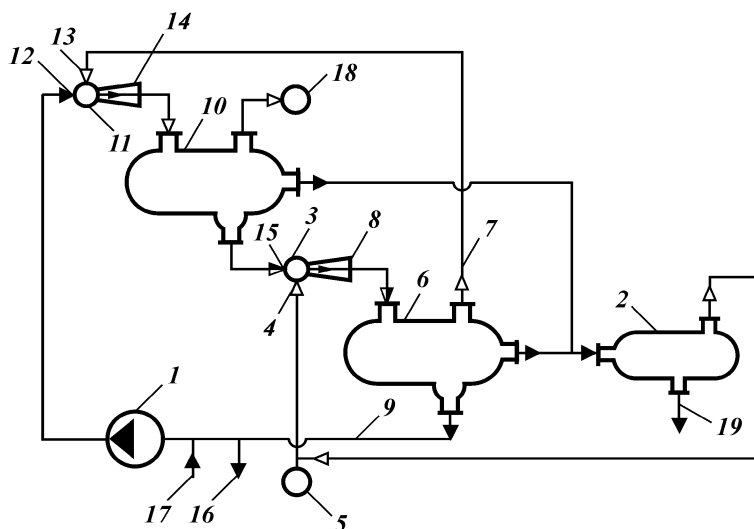


Рис. 2.3. Насосно-эжекторная установка:

1 – насос; 2 – сепаратор разгазирования; 3 – жидкостно-газовый вакуумный эжектор; 4, 13 – пассивное сопло; 5 – источник газа низкого давления; 6, 10 – трехкомпонентный сепаратор; 7 – выходной трубопровод; 8 – выход эжектора; 9 – магистраль; 11 – нагнетательный эжектор; 12, 15 – активное сопло; 14 – диффузор; 16, 17 – линии подвода и отвода адсорбирующей жидкости; 18 – отбор сухого газа; 19 – выход конденсата

вакуумным эжектором 3 и сепаратором 6. Циркуляция жидкости обеспечивается насосом 1. Линии отвода воды 16 и подвода 17 адсорбирующей жидкости используются для замены или подпитки.

Эффективность

Насосно-эжекторная установка позволяет осуществить как сжатие газа, так и его многоступенчатую осушку, что расширяет ее функциональные возможности. Техническое решение использовано в проектах ЦКБН.

Разработчик

ВНИПИГазпереработка, г. Краснодар.

Литература

Авторское свидетельство № 1475276 (Авторы: Е.П. Запорожец, Л.М. Мильштейн, Г.К. Зиберт).

2.1.5. СПОСОБ ПРОВЕДЕНИЯ АБСОРБИЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Краткое описание

Предложенный способ применим для глубокой осушки природного газа.

На рис. 2.4 представлена технологическая схема абсорбционной установки.

Установка состоит из абсорбера 1 с размещенной в нем сорбционной секцией 2, снабженного штуцерами подачи сырого газа 3, выхода осушенного газа 4, подачи регенерированного сорбента (или регенерированной фазы) 5, выхода насыщенно-

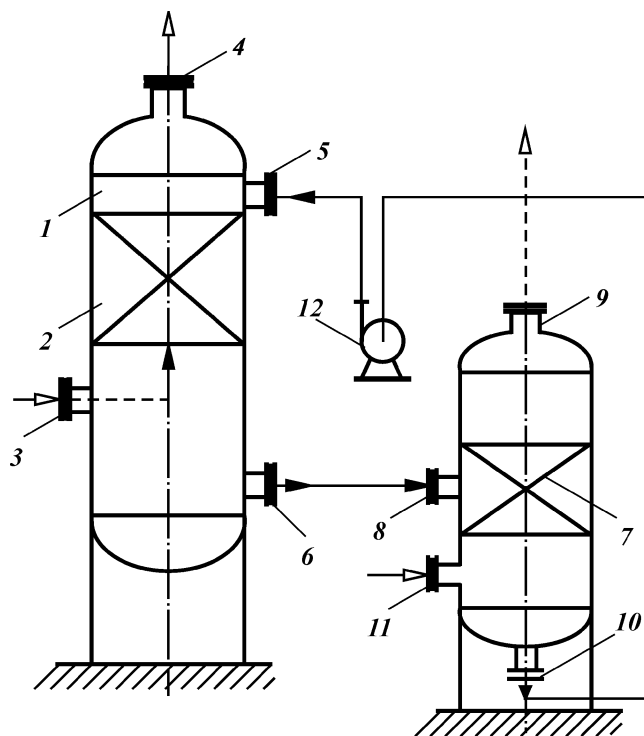


Рис. 2.4. Технологическая схема абсорбционной установки:
1 – абсорбер; 2 – сорбционная секция; штуцера: 3 – подачи сырого газа, 4 – выхода осушенного газа, 5 – подачи регенерированного сорбента, 6 – выхода насыщенного сорбента, 8 – подачи насыщенного сорбента, 9 – выхода паров воды, 10 – выхода регенерированного сорбента, 11 – подачи осушенного газа; 7 – регенератор; 12 – насос

го сорбента 8, выхода паров воды 9, выхода регенерированного сорбента 10, подачи осушенного газа (или теплоносителя) 11 и насоса 12.

Способ проведения абсорбционных процессов реализуется следующим образом.

Сырой газ в количестве 10 млн. м³/сут при давлении 7,5 МПа и температуре 200 °С с начальным влагосодержанием 0,35 г/м³ подают в абсорбер 1 через штуцер 3 в сорбционную секцию 2 на контакт с двухфазным сорбентом. В сорбционной секции газ осушают путем поглощения влаги сорбентом, состоящим из жидкости-абсорбента и твердой пористой мелкодисперсной фазы, полученной путем предварительного насыщения пор этой фазы жидкостью-абсорбентом. В качестве двухфазного сорбента используют жидкость-абсорбент, например, полиэфир (триэтиленгликоль с концентрацией 99,0 % по массе), и твердую пористую мелкодисперсную фазу в виде гранул диаметром 0,8–2,5 мм, состоящих из твердого пористого носителя, представляющего собой сополимер стирола и дивинилбензола.

Очищенный газ через штуцер 4 удаляется из абсорбера 1. Газ осушают до температуры точки росы минус 35 °С (остаточного влагосодержания 0,008 г/м³).

Регенерацию двухфазного сорбента осуществляют во время проведения абсорбционного процесса непрерывно или периодически, путем вывода по крайней мере одной фазы из абсорбера 1 через штуцер подачи насыщенного сорбента 8 в регенератор 7, где и проводят ее регенерацию потоком осушенного газа, подаваемого через штуцер подачи осушенного газа 11, при температуре 80–120 °С. Сорбент восстанавливают регенерированной фазой, которую подают периодически или постоянно из регенератора 7 с помощью насоса 11 через штуцер 5 на секцию 2 абсорбера 1.

Регенерацию жидкости-абсорбента проводят при температуре ее кипения и соответствующем этой температуре давлении (для триэтиленгликоля она равна 204 °С при атмосферном давлении).

Для получения более низкой температуры точки росы по влаге через штуцер 5 можно подавать высокорегенерированный абсорбент для регенерации твердой фазы.

Эффективность

Использование в качестве твердой мелкодисперсной фазы сорбента, полученного путем предварительного насыщения пор твердой пористой структуры абсорбентом, позволило интенсифи-

фицировать процесс абсорбционной осушки и значительно повысить его эффективность путем придания сорбционных свойств твердой мелкодисперсной фазе, а осуществление непрерывной или периодической регенерации по крайней мере одной из фаз сорбента в процессе сорбции позволило сократить энергозатраты.

Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

Литература

Заявка на изобретение № 98123658, 1999 (Авторы: Г.К. Зиберт, Е.П. Запорожец, Р.Г. Зиберт).

2.1.6. СПОСОБ ОСУШКИ ГАЗА

Краткое описание

Предложенный способ осушки может быть использован для глубокой осушки природного и нефтяного газа.

На рис. 2.5 представлена технологическая схема осуществления предложенного способа осушки газа.

Сырой газ подают в абсорбер 1 через штуцер подачи сырого газа 6 в сепарационную секцию 2, в которой отделяют капельную жидкость. Отсепарированный от жидкости газ затем направляют в абсорбционную секцию предварительной осушки газа 3, на которой осуществляют противоточный контакт с частью регенерированного абсорбента, подаваемого через штуцер 8 и таким образом извлекают основную часть влаги из газа.

Далее газ направляют на ступень окончательной осушки 4, где происходит противоточный контакт с абсорбентом высокой концентрации, который подают через штуцер 9. Осушенный газ после фильтрации от абсорбента на ступени 5 выводят в виде готового продукта через штуцер 7.

Смесь насыщенных абсорбентов выводят из абсорбера 1 через штуцер 10, после чего ее дросселируют, снижая давление на регулирующем клапане 12, и подают в выветриватель 13, газы выветривания отбирают через штуцер 15, а абсорбент через штуцер выветренного абсорбента 16 направляют на фильтр 17.

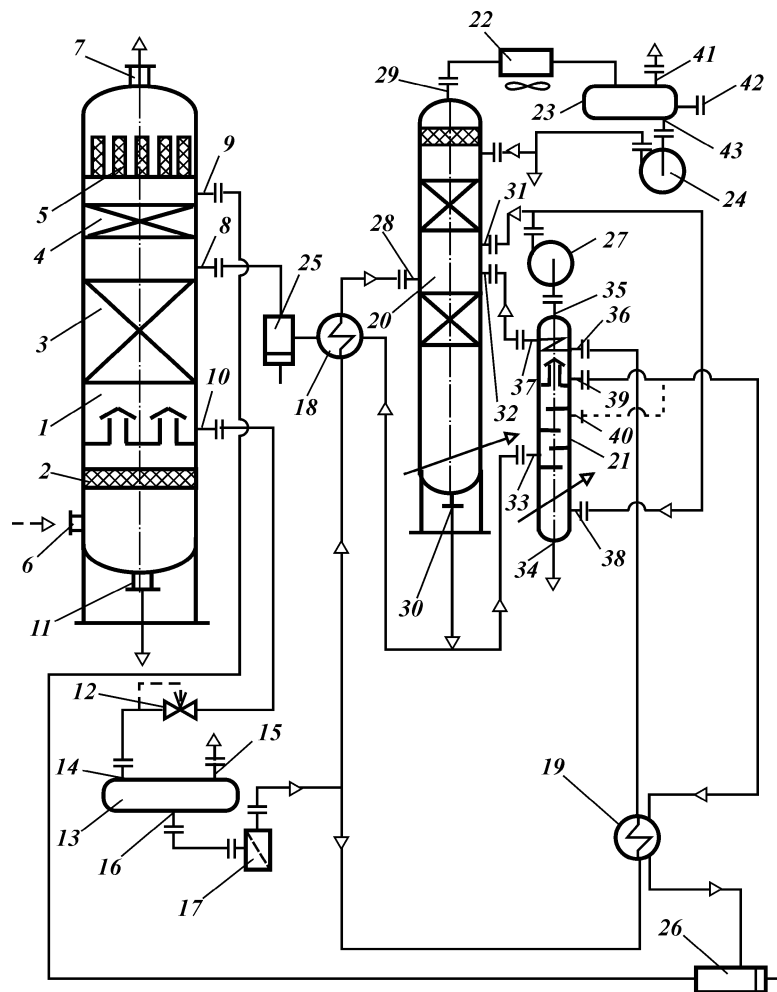


Рис. 2.5. Технологическая схема осушки газа:

1 – абсорбер; 2 – сепарационная секция; 3, 4 – абсорбционная секция предварительной и окончательной осушки газа; 5 – фильтрующая секция; штуцера: 6 – подачи сырого газа, 7 – выхода осушенного газа, 8 – подачи частично регенерированного абсорбента, 9 – подачи абсорбента высокой концентрации, 10 – выхода насыщенного абсорбента, 11 – выхода отсепарированной жидкости, 14 – входа насыщенного абсорбента, 15 – выхода газа выветривания, 16 – выхода выветренного абсорбента, 28 – подачи насыщенного абсорбента, 29 – выхода отпаренной воды, 30 – выхода частично регенерированного абсорбента; 31 – подачи несконденсированных паров, 32 – подачи части насыщенного абсорбента, 33 – подачи сырья с низа колонны, 34 – выхода остатка, 35 – выхода несконденсированных паров, 36 – подачи хладагента, 37 –

Отфильтрованный поток насыщенных абсорбентов делят на две части. Одну часть подают на теплообменник 18, в котором ее нагревают частично регенерированным гликолем и подают через штуцер 28 в ректификационную колонну частичной регенерации 20 в качестве сырья. Другую часть подают на теплообменник 19, где ее нагревают высококонцентрированным потоком абсорбента, который отбирают через штуцер 39 колонны 21.

Из теплообменника 19 насыщенный абсорбент подают на дефлегматор через штуцер 36, из которого его отбирают через штуцер 37 и подают в качестве второго сырьевого потока в ректификационную колонну частичной регенерации 20 через штуцер 32.

Отпаренную влагу отбирают через штуцер 29 и подают на конденсацию в воздушный холодильник 22. После конденсации поток подают в рефлюксную емкость 23, из которой несконденсированные пары отводят через штуцер 41. Водяной конденсат через штуцер отбора рефлюкса 43 отбирают насосом 24. Часть его направляют на орошение колонны 20, а оставшуюся часть сбрасывают в дренаж или используют для промыва сырого газа, конденсат легких углеводородов отбирают через штуцер 42.

Основную часть потока частично регенерированного абсорбента, отбираемого из колонны 20 через штуцер выхода частично регенерированного абсорбента 30, после утилизации тепла в теплообменнике 18 насосом 25 подают через штуцер 8 в абсорбер 1 на контакт с сырым газом для предварительной осушки его от воды.

Другую часть потока горячего частично регенерированного абсорбента из колонны 20 подают через штуцер подачи сырья 33 на вторую ступень ректификации в ректификационную колонну окончательной регенерации 21. Отсепарированный и сконденсированный абсорбент отбирают из колонны 21 в виде жидкостного потока через штуцер 39. Небольшую часть потока абсорбента через штуцер 40 возвращают в колонну 21 для орошения. Остальную часть после охлаждения в теплообмен-

выхода из дефлегматора, 38 – подачи отпарного газа, 39 – отбора высококонденсированного абсорбента; 40 – подачи высококонденсированного абсорбента на орошение, 41 – выхода несконденсированных паров, 42 – отбора углеводородного конденсата, 43 – отбора рефлюкса; 12 – регулирующий клапан; 13 – выветриватель; 17 – фильтр; 18, 19 – теплообменники; 20, 21 – ректификационная колонна для частичной и окончательной регенерации абсорбента; 22 – конденсатор; 23 – рефлюксная емкость; 24–27 – насосы

нике 19 насосом 26 подают через штуцер 9 в абсорбер 1 на окончательную ступень осушки 4 для окончательного извлечения влаги из предварительно осушенного газа в абсорбционной секции предварительной осушки газа 3.

Из колонны 21 остаток отбирают через штуцер 34, а несконденсированные пары через штуцер 35 вакуумным насосом 27 подают в колонну 20 через штуцер 21.

Часть несконденсированных паров верха колонны 21 может использоваться в качестве отпарного газа при подаче его в колонну 21 через штуцер 38.

Эффективность

Применение предложенного способа осушки газа позволит повысить качество подготовки природного газа, повысить надежность работы установки осушки газа, увеличить сроки службы теплообменного и фильтрационного оборудования за счет повышения концентрации раствора при одновременном выводе из системы примесей (солей, смолистых веществ, механических примесей) и за счет подачи наверх абсорбера конденсата абсорбента.

Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

Литература

Патент РФ № 2155092, БИ № 24, 2000. (Автор Г.К. Зиберт).

2.2. АБСОРБЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОСУШКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

2.2.1. РОТОРНАЯ МАССООБМЕННАЯ КОЛОННА

Краткое описание

Предлагаемая колонна относится к массообменной колонной аппаратуре роторного типа для взаимодействия жидкости с газом.

Роторная массообменная колонна работает следующим образом (рис. 2.6).

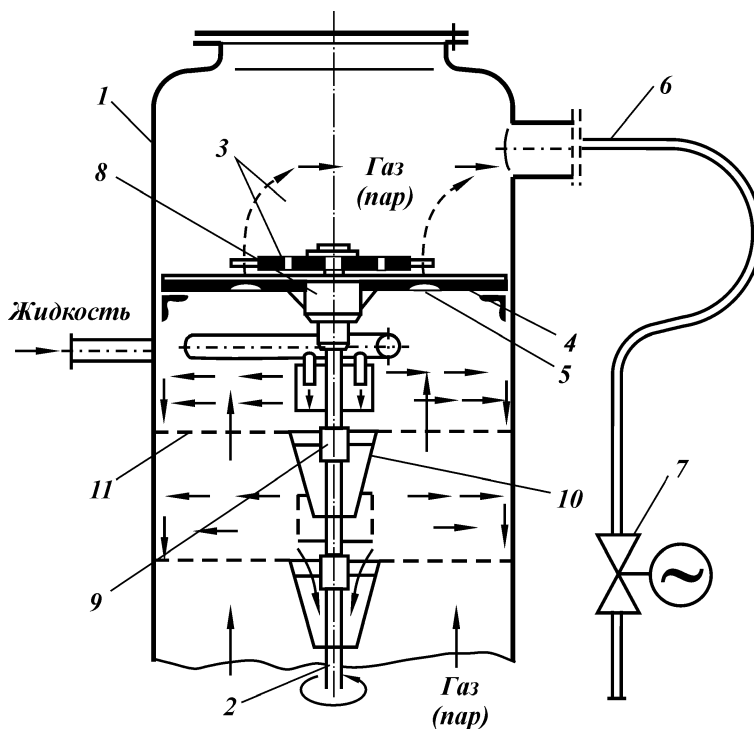


Рис. 2.6. Роторная массообменная колонна:

1 – корпус; 2 – приводной вал ротора; 3 – турбинное колесо; 4 – перегородка; 5 – сопловое отверстие; 6 – труба; 7 – регулирующий вентиль; 8 – опорно-упорный подшипник; 9 – подшипник; 10 – сливной патрубок; 11 – контактная тарелка

Газ проходит по колонне 1 снизу вверх навстречу потоку жидкости. При этом происходит массообмен между газом и жидкостью на контактных тарелках. Затем газ проходит через перегородку 4 с сопловыми отверстиями 5 и, расширяясь в трубопроводе 6, приводит во вращение приводной вал ротора 2, после чего выходит из колонны по трубе с регулирующим вентилем 7. Отвод тепла и смазку подшипников 8, 9 осуществляют с помощью рабочей жидкости. Скорость вращения приводного вала регулируют с помощью вентилем 7.

Эффективность

Колонна с турбоприводом проста по конструкции и надежна в эксплуатации, вал ротора может развивать практически лю-

бые скорости вращения, причем внешних источников энергопитания не требуется. Применение предлагаемой роторной массообменной колонны позволяет повысить эффективность массообмена.

Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

Литература

Авторское изобретение № 502637, БИ № 6, 1976 (Авторы: Б.С. Язвенко, Г.К. Зиберт, А.Е. Акав).

2.2.2. АППАРАТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГАЗА

Краткое описание

Предложенный аппарат для обработки газа относится к массообменным устройствам роторной конструкции. На рис. 2.7, *а* изображен аппарат для обработки газа; на рис. 2.7, *б* – аппарат с фрикционным колесом, соединяющим распределитель жидкости с внутренней поверхностью фильтрующего барабана.

Установка распределителя жидкости 8 так, чтобы он мог вращаться, приводит к тому, что при его вращении к силам, заставляющим двигаться капли жидкости, выходящие из труб-распылителей 9, к внутренней поверхности фильтрующего барабана 7 (например, к силе давления струи жидкости), добавляется центробежная сила. Действие этой дополнительной силы на капли жидкости затрудняет захват и унос их газом в пространстве между трубами-распылителями 9 и внутренней поверхностью фильтрующего барабана 7.

Вращение распределителя жидкости относительно барабана позволяет равномерно орошать внутреннюю поверхность фильтрующего барабана.

Таким образом, в предлагаемом аппарате установка распределителя жидкости с возможностью вращения относительно фильтрующего барабана приводит к тому, что в процессе обработки газа участвует вся поверхность фильтрующего барабана и, следовательно, повышается производительность аппарата.

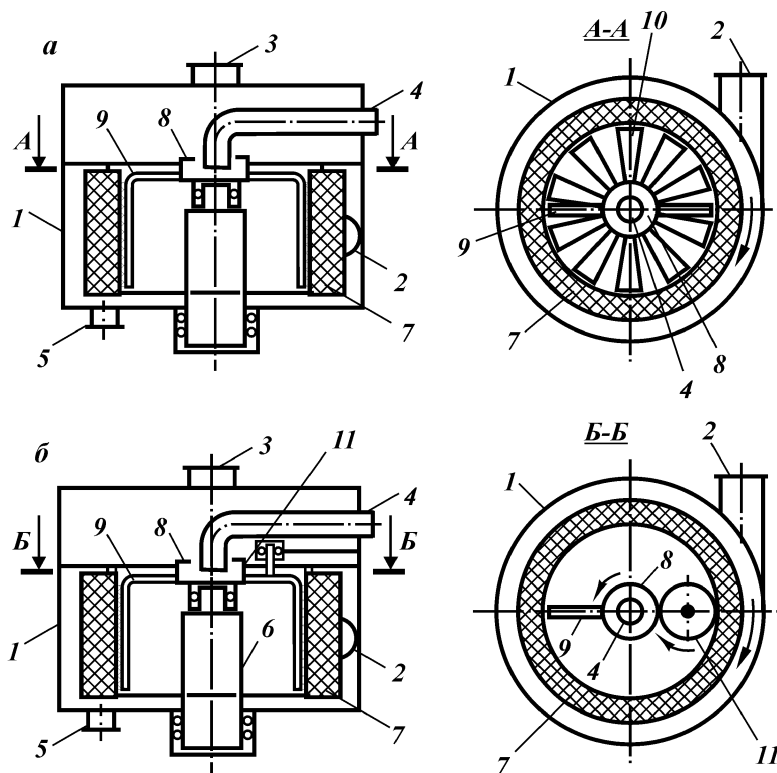


Рис. 2.7. Аппарат для обработки газа:

1 – корпус; 2, 3 – штуцер входа и выхода газа; 4, 5 – штуцер входа и выхода жидкости; 6 – вал; 7 – фильтрующий барабан; 8 – распределитель жидкости; 9 – трубы-распылители; 10 – лопасть; 11 – фрикционное колесо

При установке распределителя жидкости на валу фильтрующего барабана получается наиболее простая конструкция аппарата. Распределитель жидкости приводится во вращение за счет сил трения между ним и валом барабана, но из-за сил инерции он вращается с угловой скоростью, меньшей, чем скорость вращения барабана, т.е. распределитель жидкости вращается относительно барабана.

Снабжение распределителя жидкости лопастями, размещенными на выходе газа из фильтрующего барабана, позволяет увеличить интенсивность его вращения относительно барабана и этим повысить равномерность орошения жидкостью внутренней поверхности фильтрующего барабана. Кроме этого, лопасти позволяют выравнивать поток газа на выходе его

из аппарата, т.е. выполняют функцию раскручивателя потока газа, а при этом снижается гидравлическое сопротивление аппарата потоку газа.

Аппарат, оснащенный фрикционным колесом, размещенным между распределителем жидкости и внутренней поверхностью фильтрующего барабана без зазора для интенсификации вращения распределителя относительно барабана, является одним из вариантов исполнения аппарата.

Аппарат работает следующим образом.

Обрабатываемый газ подают в него через штуцер 2. Двигаясь по касательной к наружной поверхности барабана 7, поток газа приводит его во вращение, а затем движется к внутренней поверхности барабана и выходит из аппарата через штуцер 3.

Барабан 7 вращается вместе с валом 6, на котором установлен с возможностью вращения распределитель жидкости, приводящийся во вращение за счет сил трения между ним и валом 6 и из-за сил инерции с угловой скоростью, меньшей, чем скорость вращения барабана 7, т.е. распределитель жидкости вращается также и относительно барабана 7.

При снабжении распределителя жидкости лопастями 10 поток газа, проходя между ними на выходе из фильтрующего барабана 7, раскручивает распределитель жидкости и спрямляется, а далее спрямленный поток газа выходит из аппарата через штуцер 3.

Если распределитель жидкости и внутренняя поверхность фильтрующего барабана 7 соединены фрикционным колесом 11, то при вращении барабана за счет сил трения (сцепления) начинают вращаться фрикционное колесо 11 и распределитель жидкости, причем последний вращается в сторону, противоположную вращению барабана 7. При этом значительно возрастает интенсивность вращения распределителя жидкости относительно барабана 7 и, следовательно, повышается равномерность орошения жидкостью внутренней поверхности барабана.

Жидкость через штуцер 4 поступает в коллектор 8 вращающегося распределителя жидкости и далее в трубу-распылители 9. Выходя из отверстий последних, жидкость распыляется на капли и под действием сил давления струи и центробежной движется к внутренней поверхности фильтрующего барабана 7 навстречу потоку газа. Попадая на его внутреннюю поверхность, жидкость продолжает двигаться навстречу потоку газа к наружной поверхности барабана 7 под действием центробежных сил, возникающих при его вращении.

После прохождения фильтрующего слоя барабана 7 жидкость отбрасывается к стенке корпуса 1 аппарата и отводится из него через штуцер 5.

Эффективность

Применение предлагаемого аппарата позволяет увеличить его производительность за счет использования всей поверхности фильтрующего барабана и эффективность работы за счет снижения уноса жидкости путем использования центробежных сил.

Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

Литература

Авторское свидетельство № 1526783, БИ № 45, 1989 (Авторы: Г.К. Зиберт, С.И. Кузьмин).

2.2.3. ТЕПЛОМАССОБМЕННАЯ КОЛОННА

Краткое описание

Предлагаемая колонна относится к контактными устройствам, предназначенным для процессов массообмена, с одновременным охлаждением и подогревом среды и может быть использована в абсорбционных и абсорбционно-отпарных процессах газопереработки.

Газ подается снизу, а жидкость – сверху. На тарелке жидкость контактирует с газом, после чего перетекает в сливной карман, омывая змеевик. В зависимости от процесса массообмена на тарелке жидкость либо отдает тепло змеевику (при эндотермических процессах), либо подогревается, проходя змеевик (при экзотермическом процессе). Также в зависимости от процесса в змеевик подают либо хладагент, либо теплоноситель, которыми может быть один из продуктов процесса, проходящего в колонне.

Уровень жидкости в сливном кармане 3 создают регулировкой расположения трубчатого змеевика 4 поперечной планкой 8.

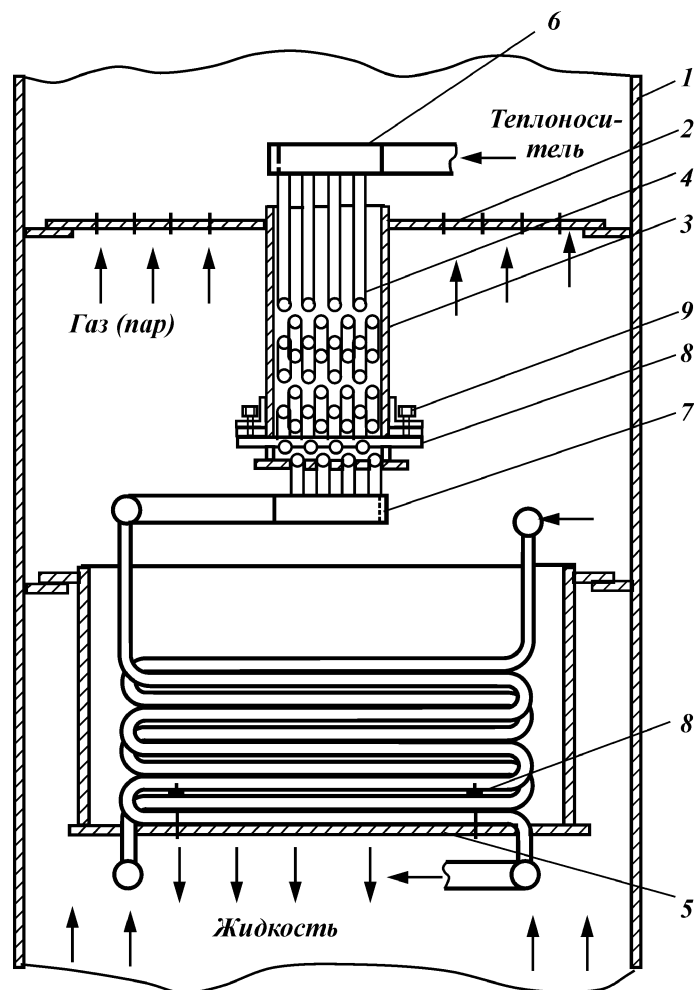


Рис. 2.8. Тепломассообменная колонна:
 1 – корпус; 2 – контактные тарелки; 3 – сливной карман; 4 – трубчатый змеевик; 5 – пластина; 6, 7 – входной и выходной коллекторы; 8 – поперечная планка; 9 – болт

Эффективность

Упрощение конструкции и повышение эффективности в тепломассообменной колонне происходит за счет подпора жидкости в сливном кармане.

Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

Литература

Авторское свидетельство № 532382, БИ № 39, 1976 (Авторы: Г.К. Зиберт, И.А. Александров, И.К. Глушко, В.А. Сдобнов).

2.2.4. КОЛОННЫЙ АППАРАТ

Краткое описание

Предложенный колонный аппарат относится к абсорбционному оборудованию осушки и очистки природного газа абсорбентом.

Принципиальная конструкция абсорбера представлена на рис. 2.9.

Аппарат работает следующим образом.

Сырой газ в смеси с конденсатом подается в нижнюю часть корпуса *1* через патрубок *2* и поступает в цилиндрические патрубки *16*, где он закручивается завихрителями *17* и взаимодействует с углеводородным конденсатом, который абсорбирует тяжелые фракции. Жидкость за счет сил инерции отбрасывается к стенкам патрубков *16*, поднимается вверх в виде пленки за счет сил трения и отводится через кольцевые зазоры в сепараторах *18*. Выделившийся конденсат по сливному устройству *5* перетекает в нижнюю часть *6* колонного аппарата, откуда выводится через патрубок *20*.

Отсепарированный от конденсата поток газа поступает на орошаемые сверху контактные ступени *4*, где взаимодействует в прямоточно-центробежных элементах *13* с жидким абсорбентом, освобождаясь от влаги. Регенерированный жидкий абсорбент подается через патрубок *7* на верхнюю контактную ступень в приемный карман *15*, откуда по сливному устройству *5* перетекает на нижележащую ступень.

Пройдя все контактные ступени *4*, осушенный газ, унося с собой абсорбент, поступает в коалесцирующую ступень *8*, где в патрубках *10* происходит укрупнение мелкодисперсных взвешенных в газе частиц абсорбента, которые отводятся через сливное устройство *11* в карман *15*. Оставшиеся частицы абсорбента вместе с газом поступают в сепаратор *12*, откуда жидкость отводится через сливное устройство *14* в карман *15*.

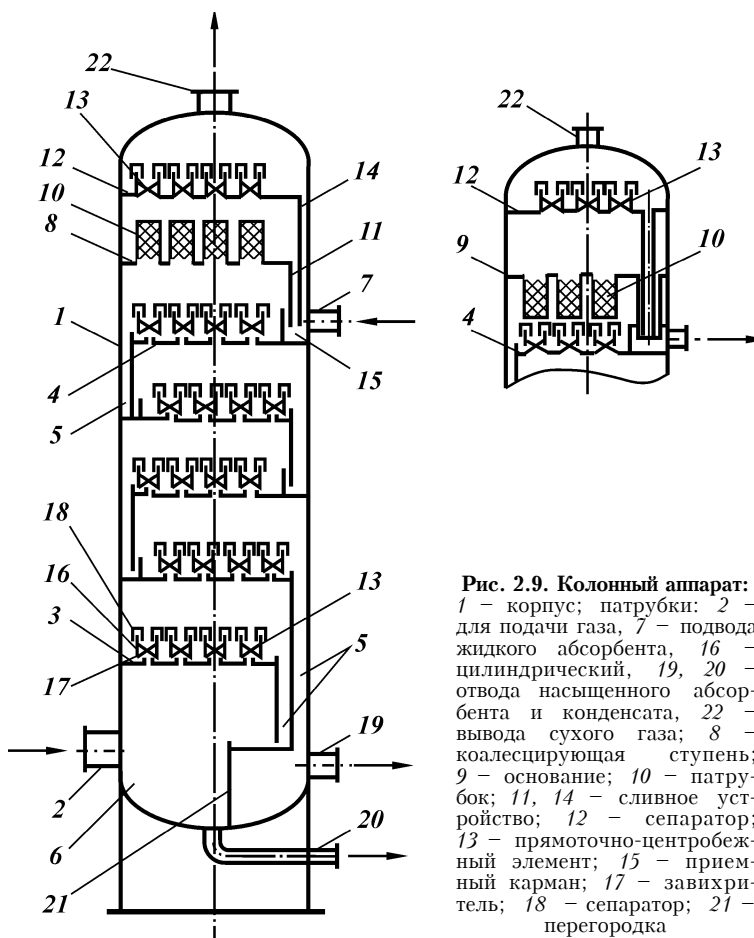


Рис. 2.9. Колонный аппарат:
 1 – корпус; патрубки: 2 – для подачи газа, 7 – подвода жидкого абсорбента, 16 – цилиндрический, 19, 20 – отвода насыщенного абсорбента и конденсата, 22 – вывода сухого газа; 8 – коалесцирующая ступень; 9 – основание; 10 – патрубок; 11, 14 – сливное устройство; 12 – сепаратор; 13 – прямоточно-центробежный элемент; 15 – приемный карман; 17 – завихритель; 18 – сепаратор; 21 – перегородка

Сухой газ выводится из аппарата через патрубок 22.

Насыщенный абсорбент по сливным устройствам 5 протекает в нижнюю часть 6 корпуса аппарата, откуда отводится через патрубок 19.

Эффективность

Так как аппарат снабжен коалесцирующей ступенью, установленной между сепаратором и верхней контактной ступенью, выполненной в виде основания, снабженного патрубками, заполненными стекловолокном, предотвращается унос абсор-

бента сухим газом и повышается эффективность разделения. Техническое решение использовано на объектах ОАО “Газпром” и нефтяной промышленности.

Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

Литература

Авторское свидетельство №670317, БИ № 24, 1979 (Авторы: Г.К. Зиберт, Ю.А. Кащицкий, В.Д. Соломатин, Л.Б. Макарова).

2.2.5. МАССООБМЕННЫЙ АППАРАТ

Краткое описание

Предложенный массообменный аппарат относится к аппаратам, предназначенным для процессов абсорбции, десорбции, ректификации (рис. 2.10).

Работает массообменный аппарат следующим образом.

Жидкость в виде абсорбента или флегмы поступает в аппарат через штуцер 5 на трубную решетку 3, смачивает соединенные между собой концы насадки 4 и за счет капиллярных сил равномерно стекает по вертикальным трубам 2, где в противотоке контактирует с газом, поданным в аппарат через штуцер 6. Для съема или подвода тепла из зоны контакта в межтрубное пространство подают хладагент или теплоноситель.

Таким образом, расположение концов сетчатой насадки над трубной решеткой и соединение их между собой обеспечивает равномерное распределение жидкости по вертикальным трубам, а выполнение насадки в виде рукава, закрученного по спирали, увеличивает поверхность контакта взаимодействующих фаз по сравнению с известными массообменными аппаратами.

Эффективность

Эффективность работы предложенного аппарата достигается за счет равномерного распределения жидкости по вертикальным трубам благодаря тому, что концы насадки располо-

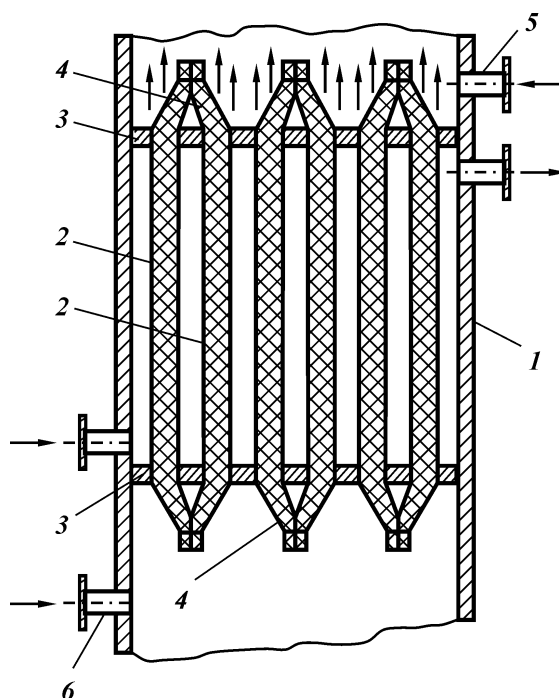


Рис. 2.10. Массообменный аппарат:
 1 – корпус; 2 – вертикальные трубы; 3 – трубные решетки; 4 – сетчатая насадка; 5 – штуцер для подвода жидкости; 6 – штуцер для подвода газа

жены над трубной решеткой и соединены попарно между собой. Кроме того, сетчатая насадка выполнена в виде рукава, закрученного по спирали. Техническое решение использовано в проектах ЦКБН и внедрено в промышленность.

Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская область, г. Подольск, Комсомольская, 28).

Литература

Авторское свидетельство № 724151, БИ № 12, 1980 (Авторы: Г.К. Зиберт, Б.В. Гайдук).

2.2.6. ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ МАССООБМЕННЫЙ АППАРАТ

Краткое описание

Предложенный горизонтальный массообменный аппарат, конструкция которого показана на рис. 2.11, предназначен для процессов абсорбции, десорбции, ректификации.

Жидкость через патрубок 13 ввода жидкости поступает под первую тарелку 5, где на поверхности раздела фаз она контактирует с газом, подаваемым в аппарат через патрубок 15 ввода газа. За счет подпора газа, равного гидравлическому сопротивлению секции и создаваемого газом разрежения в центральной части прямогоочного элемента 6, жидкость поступает по трубкам 7 в каждый из прямоочных элементов 6.

Газ, проходя через завихритель 12, закручивается и отбра-

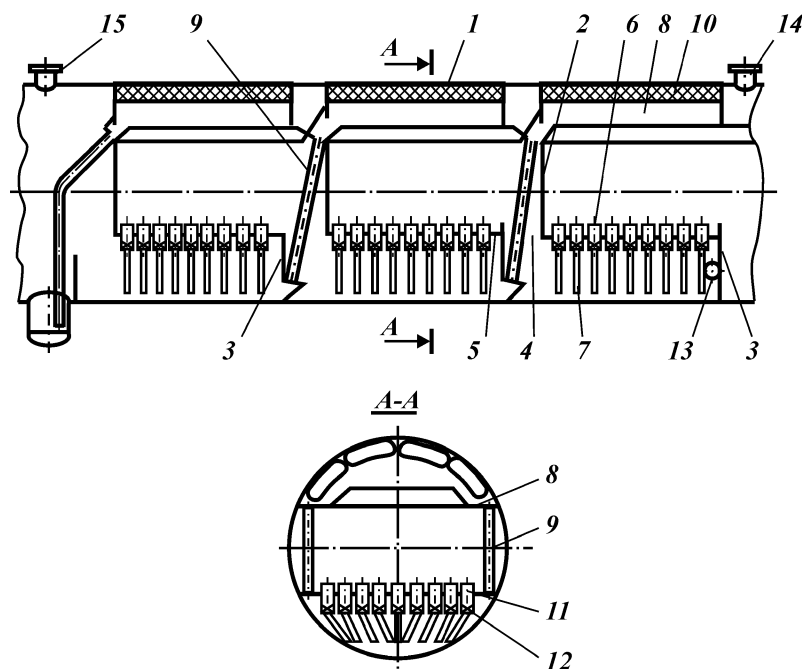


Рис. 2.11. Горизонтальный массообменный аппарат:
 1 – корпус; 2, 3 – верхние и нижние перегородки; 4 – канал для прохода газа; 5 – тарелки; 6 – прямоочные элементы; 7 – трубки; 8 – сливные карманы; 9 – сливные трубки; 10 – пористая насадка; патрубки: 13 – ввода жидкости, 14, 15 – вывода и ввода газа; 11 – цилиндрические; 12 – завихритель

сывает жидкость, выходящую из трубок 7, к внутренним стенкам прямого элемента 6 и потоком газа поднимается по (спирали) винтовой линии. При этом происходит интенсивный массообмен газа с жидкостью. Далее жидкость, которую газ поднимает над тарелкой, дробится и контактирует с газом в объеме аппарата. Проконтактировавшая с газом жидкость отбрасывается на наклонную пористую насадку 10, накапливается на ней и стекает в сливной карман 8, откуда по сливным трубам 9 перетекает под тарелку предыдущей по ходу газа секции. Газ, проходя над тарелкой, дополнительно контактирует с пленкой жидкости, удерживающейся за счет сил сцепления на наклонной пористой насадке 10, и подается на последующую ступень или на выход из аппарата через патрубок 14 вывода газа. Жидкость после контакта на последней ступени также выводится из аппарата. Таким образом, газ и жидкость перемещаются в аппарате противотоком.

Эффективность

Использование предлагаемого аппарата позволяет повысить эффективность массообмена за счет дополнительного контакта газа с поверхностью жидкости, находящейся под тарелками, и увеличения объема контактного пространства над тарелкой, а также за счет дополнительного контакта газа с пленкой жидкости на развитой наклонной пористой поверхности. Подача жидкости в нижнюю часть аппарата исключает ее провал на тарелках при пониженных скоростях газа.

Установка элементов над тарелками позволяет использовать объем между ними для прохода газа, т.е. более эффективно использовать поперечное сечение аппарата и уменьшить высоту элементов. Техническое решение использовано в проектах ЦКБН.

Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО "Газпром" (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

Литература

Авторское свидетельство № 929134, БИ № 19, 1982 (Автор Г.К. Зиберт).

2.2.7. МАССООБМЕННЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГАЗА И ЖИДКОСТИ

Краткое описание

Предложенный массообменный аппарат (рис. 2.12) может быть использован на установках комплексной подготовки газа и газоперерабатывающих заводах.

Массообменный аппарат работает следующим образом.

Газовый поток подают в нижнюю часть аппарата под полотно 4 тарелок, а жидкость подают в верхнюю часть аппарата на полотно тарелок. Газ поступает в завихритель 9, где закручивается, в закрученный газовый поток через переливные трубки 12 с полотно тарелок жидкость поступает через каналы 18. Жидкость смачивает поверхность вытеснителя 19, дробится газовым потоком и отбрасывается на внутреннюю стенку прямоточно-центробежного элемента 7. При взаимодействии газового и жидкостного потоков между ними происходит интенсивный тепломассообмен. Проконтактировавшая жидкость в прямотоке отводится сепаратором 8 на полотно тарелки 4, откуда поступает на нижележащую ступень. После контакта газ выводится с верхней части аппарата, а жидкость – с нижней.

Эффективность

За счет того, что прямоточно-центробежные элементы снабжены регулировочными устройствами, а полотно уплотнены с опорными элементами тарелок и с прямоточно-центробежными элементами переливными трубками, соединенными через регулировочное устройство с нижней частью этих элементов, упрощается конструкция аппарата и монтаж тарелок. Техническое решение использовано в проектах ЦКБН и внедрено в промышленность.

Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

Литература

Авторское свидетельство № 1223940, БИ № 14, 1986 (Автор Г.К. Зиберт).

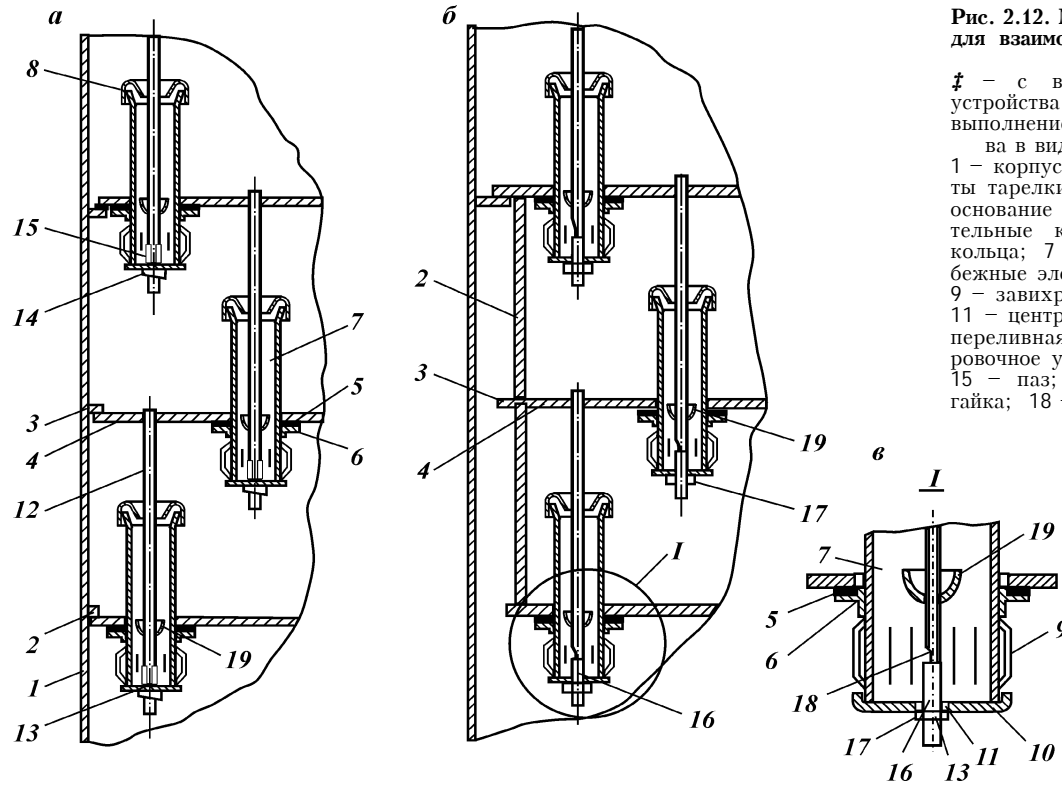


Рис. 2.12. Массообменный аппарат для взаимодействия газа с жидкостью:

⌘ – с выполнением опорного устройства в виде клина; • – с выполнением опорного устройства в виде гайки; , – узел 1.

1 – корпус; 2 – опорные элементы тарелки; 3 – прокладки; 4 – основание тарелки; 5 – уплотнительные кольца; 6 – опорные кольца; 7 – прямоточно-центробежные элементы; 8 – сепаратор; 9 – завихритель; 10 – доньшко; 11 – центральное отверстие; 12 – переливная трубка; 13 – регулировочное устройство; 14 – клин; 15 – паз; 16 – шпилька; 17 – гайка; 18 – каналы; 19 – вытеснитель

2.2.8. КОЛОННЫЙ МАССООБМЕННЫЙ АППАРАТ

Краткое описание

Предложенный колонный массообменный аппарат предназначен для использования на установках подготовки и переработки газа и конденсата (рис. 2.13).

Аппарат работает следующим образом.

Газ подается снизу колонны, барботирует на тарелках через слой жидкости, подаваемой сверху, и выходит из колонны. На тарелке образуется определенный газожидкостной слой, избы-

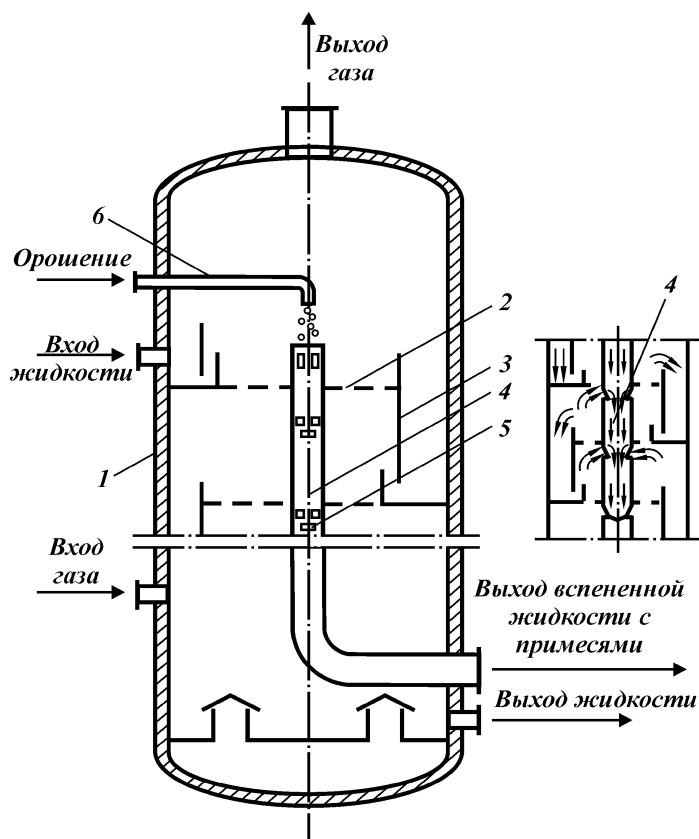


Рис. 2.13. Колонный массообменный аппарат:
1 – корпус; 2 – тарелки; 3 – переливное устройство; 4 – вертикальный короб; 5 – элементы для слива; 6 – ороситель

ток которого сливается через переливное устройство 3 на нижележащую тарелку 2. Поверхностно-активные вещества, ингибиторы коррозии и примеси при контакте с жидкостью плавают на ее поверхности, значительно увеличивая вспениваемость системы, а следовательно, и высоту газожидкостного слоя на тарелке 2.

При увеличении высоты газожидкостного слоя жидкость стекает через элементы 5 для слива по всей высоте колонны и выводится из ее кубовой части. Вследствие этого поверхностно-активные и другие вещества, находящиеся на поверхности барботажного слоя, удаляются из колонны и не участвуют в дальнейшем процессе массоотдачи. В вертикальный короб сверху подается часть орошения для уменьшения вспенивания жидкости.

Эффективность

Предложенная конструкция позволяет увеличить производительность аппарата за счет удаления поверхностно-активных веществ и примесей с поверхности барботажного слоя, благодаря чему значительно уменьшается вспенивание раствора. Техническое решение использовано в проектах ЦКБН и внедрено в промышленность.

Разработчик

ДАО ЦКБН, ВНИИГаз, ОАО “Газпром”

Литература

Авторское свидетельство № 1418955, 1988 (Авторы: Г.К. Зиберт, Д.Ц. Бахшиян, Е.Н. Туревский, Р.Л. Шкляр, А.П. Елеференко).

2.2.9. ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ АБСОРБЕР

Краткое описание

Предложенный горизонтальный абсорбер относится к конструкциям высокопроизводительных абсорберов для осушки газа.

Абсорбер (рис. 2.14) состоит из массообменных секций, последовательно расположенных внутри трубопровода, снаб-

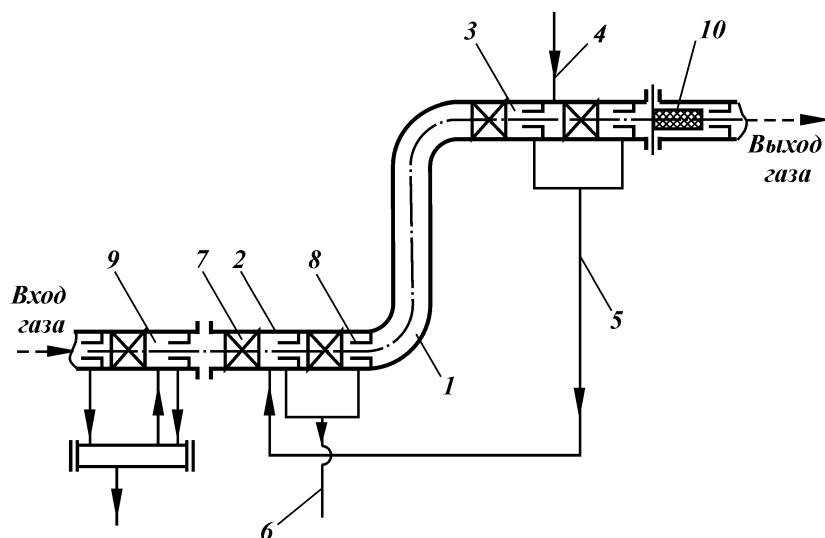


Рис. 2.14. Горизонтальный абсорбер:

1 – трубопровод; 2, 3 – массообменные секции; патрубки: 4 – для подачи регенерированного абсорбента, 6 – для отвода насыщенного абсорбента; 5 – трубопровод частично насыщенного абсорбента; 7 – завихритель; 8 – капле-съемник; 9, 10 – входной и выходной сепараторы

женного патрубками подвода и отвода контактирующих фаз и концевых сепараторов. Участки трубопровода с размещенными в них массообменными секциями расположены на разных уровнях, причем участки верхних уровней сообщены с участками нижнего уровня трубопроводом отвода частично насыщенного абсорбента, а участок трубопровода верхнего уровня снабжен патрубком для подачи регенерированного абсорбента.

Горизонтальный абсорбер осушки газа работает следующим образом.

Сырой газ, проходящий с месторождения по трубопроводу, поступает на входной сепаратор 9, где происходит его предварительная очистка от капельной жидкости и механических примесей. Отделившаяся жидкость стекает вниз в емкость сбора жидкости. Затем газовый поток поступает в массообменные секции 2, расположенные на нижнем уровне трубопровода 1, и, частично осушенный, проходит для окончательной осушки в массообменные секции 3, расположенные на верхнем уровне трубопровода 1.

Регенерированный абсорбент (РДЭГ) подается насосом через патрубок 4 в массообменные секции 3, расположенные на верхнем уровне, для окончательной осушки, а для предварительной осушки в массообменные секции 2, расположенные на нижнем уровне, поступает по трубопроводу 5 частично насыщенный абсорбент с массообменных секций 3. Частично насыщенный абсорбент поступает в массообменные секции, расположенные на нижнем уровне трубопровода самотеком в режиме противотока. Отделившийся насыщенный абсорбент (НДЭГ) с секции предварительной осушки поступает самотеком по трубопроводу 6 в дренажную емкость. С массообменных секций верхнего уровня осушенный газовый поток поступает на фильтрующую, выходную сепарационную ступень 10. Отделившийся НДЭГ с фильтрующей ступени поступает в дренажную емкость, а из нее – на установку регенерации.

Трубопровод 1 изогнут в вертикальной плоскости таким образом, что образует разноуровневую систему, причем минимальная высота верхнего уровня по отношению к нижнему обуславливается давлением жидкости в трубопроводе отвода частично насыщенного абсорбента и подачи его в массообменные секции нижнего уровня и разрежения, образуемого в центре трубопровода, где установлены массообменные секции нижнего уровня, обеспечивающие самопроизвольное истечение жидкости.

Массообменная секция может быть выполнена в виде двойного завихрителя 7 для закрутки газа и установленного за ним каплесьемника 8 для удаления проконтактировавшей с газом жидкости.

Трубопровод подачи регенерированного и частично насыщенного абсорбента обеспечивает подачу ДЭГ в разреженную зону непосредственно за завихрителем 7 до каплесьемника 8.

Трубопровод 1 с расположенными в нем массообменными секциями может иметь больше двух уровней.

Эффективность

Эффективность работы предложенного горизонтального абсорбера обусловлена снижением энергозатрат на процесс осушки газа и снижением количества регенерированного абсорбента за счет того, что участки трубопровода расположены на разных уровнях, а регенерированный абсорбент подается только в массообменные секции верхнего уровня. Техническое решение использовано в проектах ЦКБН.

Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

Литература

Патент РФ № 2091139, БИ № 27, 1997 (Автор Г.К. Зиберт).

2.2.10. КОЛОННЫЙ АППАРАТ МАССООБМЕНА МЕЖДУ ГАЗОМ И ЖИДКОСТЬЮ

Краткое описание

Колонный аппарат для процессов массообмена между газом и жидкостью предназначен для проведения абсорбционных процессов осушки и очистки природного газа (рис. 2.15).

Аппарат содержит корпус с патрубками ввода и вывода газа и жидкости, внутри которого расположены сепараторы, глухая по жидкости тарелка, контактные ступени и коалесцирующая ступень, клапанная тарелка и вертикальная перегородка, делящая часть аппарата, в которой установлены контактные ступени, на две части, причем верхний торец перегородки соединен с клапанной тарелкой, клапаны которой над одной частью разделенной перегородкой колонны полностью открыты, а штуцер подачи жидкости расположен между верхней контактной ступенью и клапанной тарелкой.

Колонный аппарат для процессов массообмена между газом и жидкостью работает следующим образом.

Сырой газ в смеси с водой и углеводородным газом подается в нижнюю часть корпуса 1 через патрубок 2, откуда поступает на сепарационную ступень 3, на которой происходит отделение жидкости. Отсепарированная жидкость через сливное устройство 4 подается в нижнюю часть аппарата и отводится через штуцер 14.

Отсепарированный от капельной жидкости газ с сепарационной ступени 3 мимо глухой по жидкости тарелки 5 поступает на контактные ступени 6 продольных отсеков 16 и 17, где контактирует в противотоке с жидкостью (регенерированным абсорбентом), подаваемой через штуцер 10. При этом клапаны 9 регулирующей тарелки 8, расположенные над продольным отсеком 17, закрыты. Работает только продольный отсек 16, клапаны 9 регулирующей тарелки 3 над которым открыты.

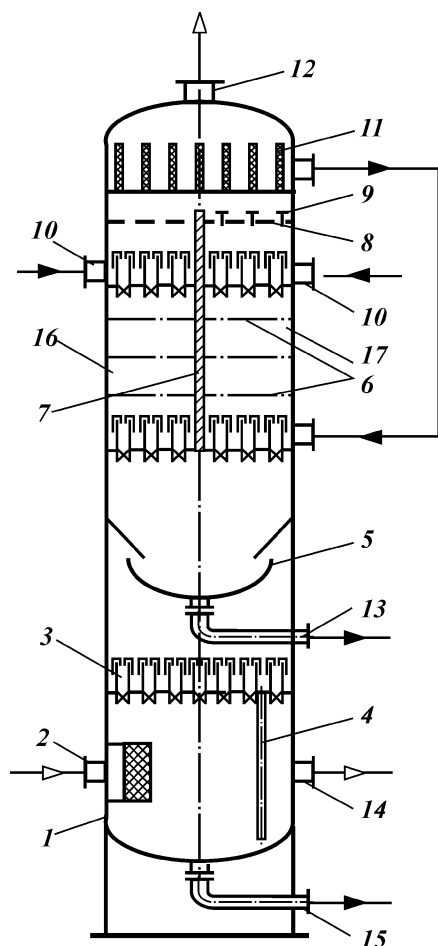


Рис. 2.15. Колонный аппарат для процессов массообмена между газом и жидкостью:

1 – корпус аппарата; 2 – патрубок подачи сырого газа; 3 – сепарационная ступень; 4 – сливное устройство; 5 – глухая по жидкости тарелка; 6 – контактные ступени; 7 – вертикальная перегородка; 8 – регулирующая тарелка; 9 – клапаны; штуцера: 10 – подачи регенерированного абсорбента, 12 – отвода осушенного абсорбента, 13 – отвода насыщенного абсорбента, 14 – для отвода отсепарированной жидкости; 11 – коалесцирующая ступень; 15 – дренаж; 16, 17 – продольные отсеки

Когда для канала с малым гидравлическим сопротивлением достигается максимальный расход газа, под действием напора газа приоткрываются клапаны 9 регулирующей тарелки 8, расположенные над отсеком 17 с большим гидравлическим сопротивлением.

Максимальная производительность аппарата достигается при работе двух продольных каналов 16 и 17.

Осушенный газ выводится из аппарата через штуцер 12, насыщенный абсорбент – через штуцер 13.

Эффективность

Установка в аппарат клапанной тарелки и вертикальной перегородки, делящей часть аппарата, с расположенными в ней контактными ступенями, на две части, соединение верхнего торца перегородки с клапанной тарелкой, клапаны которой над одной частью разделенной перегородкой колонны полностью открыты, и расположение штуцера подачи жидкости между верхней контактной ступенью и клапанной тарелкой позволило значительно расширить диапазон эффективной работы аппарата. Техническое решение использовано в проектах ЦКБН для применения на Таловском ПХГ Саратовской области.

Разработчик

ДАО ЦКБН ОАО “Газпром” (142100, Московская обл., г. Подольск, Комсомольская, 28).

Литература

Патент РФ № 2120327, БИ № 29, 1998 (Автор Г.К. Зиберт).