

1. ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ СЕРОВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ

1.1. ТЕХНОЛОГИИ

1.1.1. СПОСОБ ОЧИСТКИ ПОТОКОВ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ РАЗЛИЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ОТ КИСЛЫХ КОМПОНЕНТОВ

Краткое описание

В основе данной технологии лежит способ подготовки сероводородсодержащих газов, включающий очистку газа от кислых компонентов абсорбцией водными растворами аминов в абсорбере высокого давления, а затем в абсорбере низкого давления и последующую регенерацию поглотителя.

На рис. 1.1 показана принципиальная технологическая схема установки.

Исходный газ низкого давления 2,5 МПа с температурой 46 °С подается по линии 10 в нижнюю часть абсорбера 2 низкого давления на контактирование с водным раствором диэтанолamina (ДЭА). Насыщенный кислыми компонентами абсорбент из абсорбера 1 высокого давления подается по линии 9 в абсорбер 2 низкого давления на выветривание из него углеводородных газов и затем на контактирование с исходным газом низкого давления и с насыщенным абсорбентом низкого давления.

Удаление кислых компонентов из газа выветривания осуществляется в абсорбере 2 абсорбцией с регенерированным абсорбентом низкого давления с концентрацией 33 % (по массе), который подается в абсорбер 2 по линиям 11 и 12.

Частично очищенный от кислых компонентов газ отводится из абсорбера 2 по линии 13 в компрессор 3, в котором его компримируют до давления 6,5 МПа, а далее по линии 14 по-

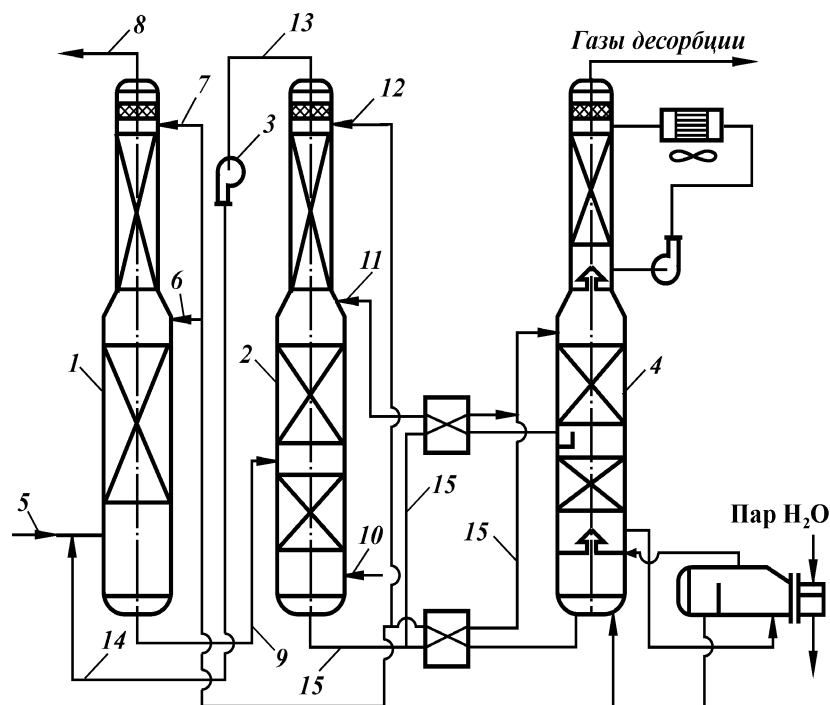


Рис. 1.1. Технологическая схема установки очистки природного газа от кислых компонентов:
 1, 2 – абсорберы высокого и низкого давления; 3 – компрессор; 4 – десорбер;
 5–15 – линии технологических материальных потоков

дается в линию 5, где его смешивают с исходным потоком газа высокого давления (6,5 МПа), и направляют в абсорбер 1 высокого давления на промывку регенерированным раствором ДЭА концентрацией 33 %, который подают в абсорбер 1 по линиям 6 и 7. Очищенный газ отводится из абсорбера 1 по линии 8 в магистральный трубопровод.

Регенерация насыщенного кислыми компонентами амина проводится в десорбере 4 при давлении 2,5 МПа, которое обеспечивает допустимое содержание углеводородных компонентов в смеси кислых газов после десорбции, равное 2–5 %.

Эффективность

Предложенная технология позволяет достичь значительного экономического эффекта за счет уменьшения количества цир-

кулирующего в системе абсорбента на одну технологическую линию и пара на регенерацию абсорбента, дает возможность значительно снизить металлоемкость десорбера, абсорбера низкого давления и абсорбера высокого давления за счет уменьшения их диаметра, позволяет осуществить обработку газа без абсорбера очистки экспанзерных газов и исключить другое вспомогательное оборудование для утилизации этих газов, а также уменьшить энергозатраты на перекачку абсорбента в системе. Техническое решение использовано в проектах ЦКБН.

Разработчик

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

Литература

Авторское свидетельство № 1736579, БИ № 20, 1992 (Авторы: Г.К. Зиберт, Р.Л. Шкляр, Г.С. Широков, Е.Н. Туревский, Д.Ц. Бахшиян, А.Ю. Аджиев и С.И. Кузьмин).

1.1.2. СПОСОБ ОЧИСТКИ ГАЗА ОТ КИСЛЫХ КОМПОНЕНТОВ И АБСОРБЕР ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Краткое описание

Способ предназначен для очистки газа от кислых компонентов в абсорбере. Принципиальная схема очистки газа предлагаемым способом приведена на рис. 1.2, *а*; на рис. 1.2, *б*, *в* показан абсорбер для осуществления способа очистки газа от кислых компонентов.

Кислый газ по линии 1 подают на предварительное противоточное контактирование с частично насыщенным тонкорегенерированным абсорбентом (в первую зону контакта), подводимым к этой зоне по линии 2. Насыщенный тонкорегенерированный абсорбент отводится по линии 3, а значительно очищенный от кислых примесей газ направляют во вторую зону на контакт с груборегенерированным абсорбентом, подаваемым по линии 4, где осуществляют его дальнейшую очистку. Насыщенный груборегенерированный абсорбент отводят по линии 5 на смешение с насыщенным тонкорегенерированным абсорбентом, отводимым из первой зоны контакта по линии 3, а газ

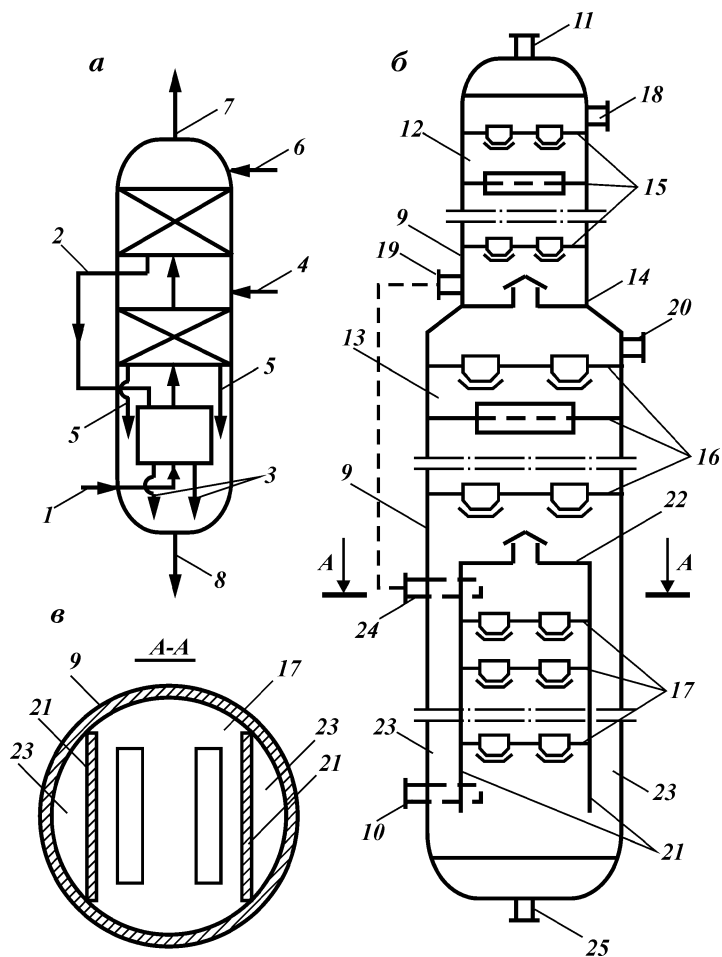


Рис. 1.2. Очистка газа от кислых компонентов:

a – принципиальная схема очистки газа от кислых компонентов; *б, в* – абсорбер для очистки газа от кислых примесей.

Линии: 1 – подачи природного газа, 2 – подачи частично насыщенного тонкорегенерированного абсорбента, 3 – отвода насыщенного тонкорегенерированного абсорбента, 4 – подачи груборегенерированного абсорбента, 5 – отвода насыщенного груборегенерированного абсорбента, 6 – подачи тонкорегенерированного абсорбента, 7 – отвода очищенного газа, 8 – отвода смешанного насыщенного абсорбента; 9 – корпус абсорбера; 10, 11 – штуцера входа и выхода газа; 12, 13 – массообменные секции; 14 – глухая тарелка; 15, 16, 17 – массообменные тарелки разного диаметра; штуцера: 18 – подвода тонкорегенерированного абсорбента, 19 – отвода частично насыщенного тонкорегенерированного абсорбента, 20 – подвода груборегенерированного абсорбента, 24 – с отводом частично насыщенного тонкорегенерированного абсорбента, 25 – для отвода насыщенного абсорбента; 21 – перегородки; 22 – разделительная тарелка; 23 – байпасирующие сегментные каналы

подают в третью зону на контакт с тонкорегенерированным абсорбентом, отводимым из первой зоны контакта по линии 3, и на контакт с тонкорегенерированным абсорбентом, подаваемым по линии 6, где его очищают до предельно допустимой концентрации и отводят по линии 7. Частично насыщенный тонкорегенерированный абсорбент по линии 2 подают в первую зону контакта. Смешанный насыщенный абсорбент по линии 8 отводят на регенерацию.

Эффективность

Предлагаемый способ очистки газа от кислых компонентов позволяет улучшить степень очистки, уменьшить нагрузки на массообменные тарелки, уменьшить металлоемкость оборудования за счет уменьшения диаметра корпуса абсорбера. Техническое решение использовано в проектах ЦКБН.

Разработчик

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

Литература

Авторское свидетельство № 1353484, БИ № 43, 1987 (Авторы: Н.Г. Гусейнов, Г.К. Зиберт, В.А. Окороков).

1.2. ОБОРУДОВАНИЕ

1.2.1. ТЕПЛОМАССОБМЕННЫЙ АППАРАТ

Краткое описание

Предлагаемый аппарат относится к аппаратурному оформлению процессов тепломассообмена, таких как абсорбция, ректификация. Целесообразно использование данного аппарата при высоких нагрузках по жидкости для очистки природного газа от кислых примесей водными растворами аминов.

Аппарат (рис. 1.3) состоит из корпуса со штуцерами входа и выхода газа и жидкости, по высоте которого установлены решетки с контактными элементами для нисходящего прямого взаимодействия фаз, над каждой из которых размещена горизонтальная перегородка, прикрепленная одним концом

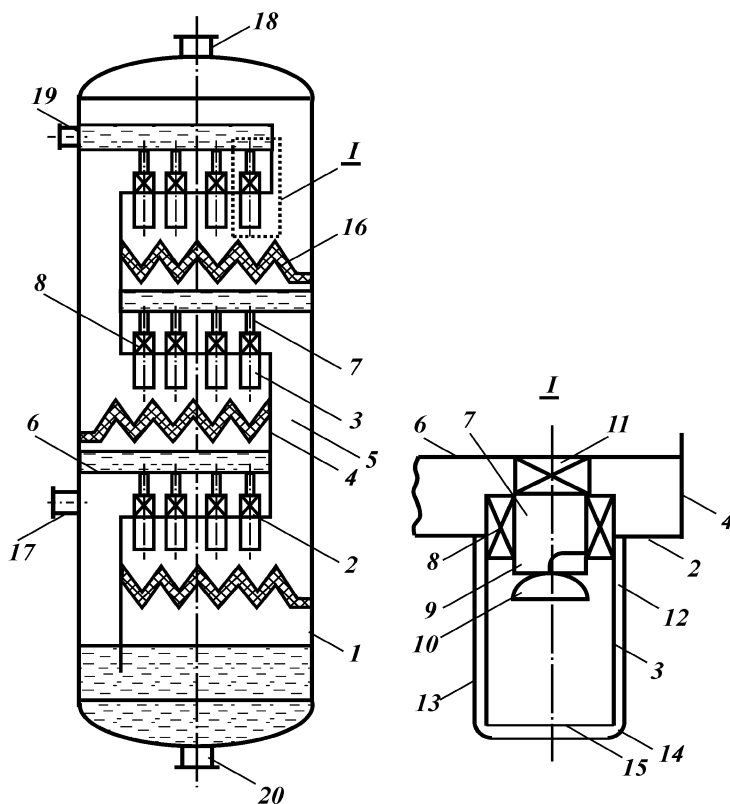


Рис. 1.3. Тепломассообменный аппарат:

1 – корпус; 2 – решетки; 3 – контактные элементы; 4 – вертикальная перегородка; 5 – канал для прохода газа; 6 – горизонтальная перегородка; 7 – жидкостный патрубок; 8 – завихритель газового потока; 9 – выходные концы жидкостных патрубков; 10 – обтекатель; 11 – завихритель жидкости; 12 – зазор; 13 – патрубок; 14 – нижняя кромка; 15 – выходные концы контактных элементов; 16 – пакеты насадки; 17, 18 – штуцера входа и выхода газа; 19, 20 – штуцера входа и выхода жидкости

к корпусу, вертикальные перегородки, соединяющие две соседние решетки и образующие с корпусом каналы для прохода газа. Горизонтальные перегородки соединены другим концом с вертикальными перегородками, нижняя часть которых установлена внутри контактных элементов соосно им, при этом контактные элементы выполнены с завихрителями газового потока, расположенными выше выходных концов жидкостных патрубков. Аппарат снабжен пакетами насадки, установленными под решетками с контактными элементами.

Применение прямоточно-центробежных элементов с нисходящим движением фаз обусловлено тем, что:

1) процесс очистки газа от кислых примесей характеризуется высокими нагрузками по жидкой фазе;

2) центробежные элементы обладают обычно повышенным гидравлическим сопротивлением и их наиболее целесообразно использовать при высоких давлениях (свыше 1,0 МПа).

Аппарат работает следующим образом.

Газ, поступающий в пространство между нижними решеткой 2 и перегородкой 6, делится на два потока: основной и байпасирующий. После чего основной поток газа поступает в контактные элементы 3. Пройдя центробежные завихрители 8, поток газа приобретает вращательное движение, при этом у оси контактных элементов образуется зона разрежения (вихревой эффект), в которую с горизонтальной перегородки 6 по жидкостным патрубкам 7 через зазор, образующийся между выходными концами 9 жидкостных патрубков 7 и установленными под ними обтекателями 10, поступает жидкость. При необходимости регулирования расхода жидкости через контактные элементы 3 величину этого зазора можно изменять, перемещая обтекатели 10 по оси контактных элементов 3. Проходящая через жидкостные патрубки 7 жидкость закручивается установленными в них завихрителями 11, что способствует ее дегазации. После выхода из жидкостных патрубков 7 закрученный поток жидкости отклоняется от оси к стенкам контактных элементов 3, дополнительно закручивается потоком газа и отбрасывается к стенкам контактных элементов 3. При этом в контактных элементах 3 газ контактирует с жидкостью как в пленочном, так и в барботажном или распыливающем режиме контакта.

Барботажный режим контакта возникает при больших расходах жидкости, когда образуется слой жидкости при переходе ее от обтекателей 10 к стенкам контактных элементов 3. Распыливающий режим контакта образуется аналогично, но при малых расходах по жидкости, тогда жидкость срывается с краев обтекателей 10 в виде капель. Пленочный режим контакта наблюдается при дальнейшем движении жидкости по внутренним стенкам контактных элементов 3 в виде пленки. На выходе из контактных элементов 3 жидкость, стекающая пленкой по их стенкам, дробится на капли байпасирующим потоком газа, поступающим поперек или навстречу пленке жидкости к выходным концам 15 контактных элементов 3 по зазорам 12 между контактными элементами 3 и патрубками 13, нижние кромки 14 которых расположены ниже выходных концов 15

контактных элементов 3 и отбортованы к ним. При этом образуется хорошо диспергированный в газе “факел” жидкости, что увеличивает поверхность контакта фаз.

Сочетание режимов контакта фаз позволяет высокоэффективно проводить в аппарате процесс тепломассообмена между газом и жидкостью. Образующийся после диспергирования жидкости в газе газожидкостный поток поступает на пакеты насадки 16, имеющей большую свободную поверхность, где происходят дополнительный контакт газа с жидкостью и их сепарация, что также способствует интенсификации работы аппарата. При этом для улучшения сепарации газа от жидкости пакеты насадки 16 могут быть собраны из блоков в виде уголков.

Отделенная от газа жидкость поступает в кубовую часть аппарата и через штуцер 20 отводится из него, а газ поступает в канал 5, выполненный между вертикальной перегородкой 4 и корпусом 1 аппарата, и направляется в пространство между лежащими выше горизонтальной перегородкой 6 и решеткой 2. Далее все повторяется с той лишь разницей, что жидкость с вышележащей ступени контакта поступает на нижележащую горизонтальную перегородку 6, а газ после контактирования с жидкостью на верхней ступени контакта отводится из аппарата через штуцер 18.

Эффективность

Использование предлагаемого абсорбера позволяет в 1,5–2 раза повысить производительность аппарата при сохранении его габаритов и эффективности очистки газа от кислых компонентов. Техническое решение использовано в проектах ЦКБН.

Разработчик

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

Литература

Авторское свидетельство № 1480193, БИ № 2, 1994 (Авторы: Г.К. Зиберт, С.И. Кузьмин, В.И. Гибкин).

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