KVIHT.RU
+7 (812) 715-41-64

@KVIHT

Винтовые компрессоры – курс лекций

Лекция: Подготовка газа для винтовых компрессоров. Сепараторы и фильтры

Лектор: Юрий Владимирович Кожухов, доцент, к.т.н.

www.kviht.ru

Подготовка газа подразумевает под собой:

- Подготовку природного газа (ПГ) добываемого на газовом (ГМ), газоконденсатном (ГКМ) месторождениях для его дальнейшего транспорта и (или) использования для собственных нужд;
- Подготовку нефтяного газа (попутного нефтяного газа, ПНГ) добываемого на нефтяном (НМ), нефтегазовом (НГМ) месторождениях для его дальнейшего транспорта, использования для собственных нужд и (или) переработки непосредственно на месторождении;
- Подготовку природного газа в период его транспортировки по магистральным газотранспортным сетям (МГТС) до и после газоперекачивающих агрегатов (ГПА);
- Подготовку природного газа перед его использованием в местах его потребления, в том числе подготовку газа для получения компримированного природного газа для последующего использования на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС).

Подготовка природного газа на месторождении для дальнейшего транспорта (промысловая подготовка газа) заключается в доведении основных параметров добываемого природного газа до требований:

1. *«ОСТ 51.40-93 «Газ горючий природный, поставляемый и транспортируемый по магистральным газопроводам. Технические условия»;*
2. *«СТО Газпром 089-2010 «Газ горючий природный, поставляемый и транспортируемый по магистральным газопроводам. Технические условия».*

Основными параметрами при подготовке природного газа являются:

- температура точки росы газа по влаге (воде);
- температура точки росы газа по углеводородам;
- массовая концентрация сероводорода, меркаптановой серы и общей серы;
- объемная доля кислорода;
- массовая концентрация механических примесей;

Очистка газа

Газоочистка подразделяется на:

- очистку от взвешенных частиц в виде пыли, тумана;
- очистку газов от примесей в парообразном и газообразном состояниях, которые нежелательны при их дальнейшем использовании или выбросе.

Выбор конструкции оборудования для газоочистки и технологии применяемой очистки осуществляется в зависимости от характера производственного процесса, состава отработанных газов, необходимой степени очистки и пр.

Способы очистки газа

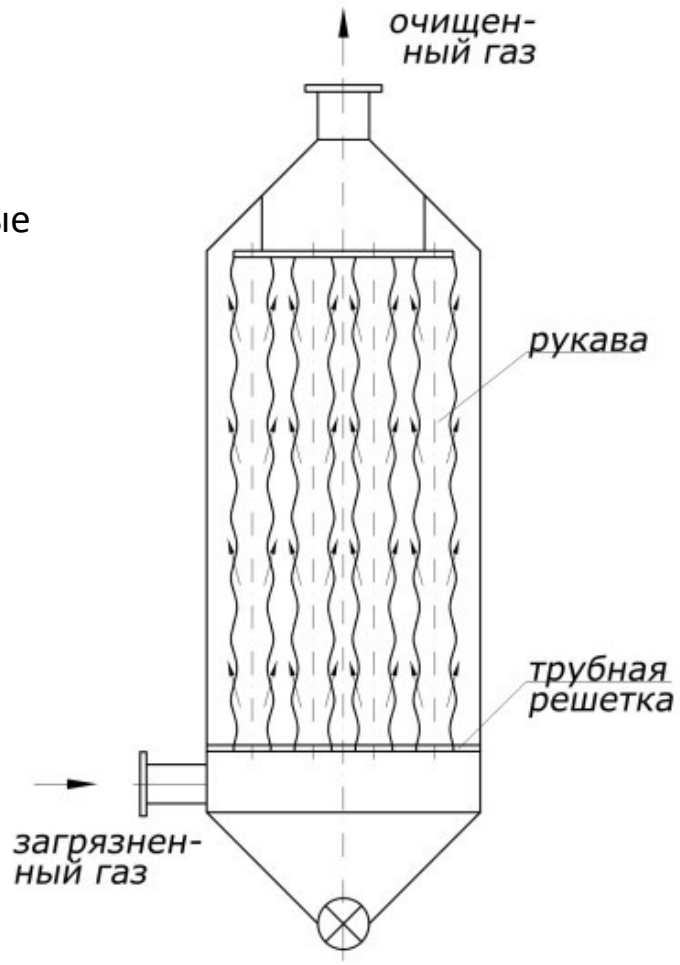
Используемые в промышленности способы газоочистки можно разделить на три группы:

- с помощью твёрдообразных поглотителей или катализаторов, представляющих «сухие методы» очистки;
- с помощью жидких поглотителей (абсорбентов), представляющих собой жидкостный метод очистки;
- методы очистки без использования поглотителей и катализаторов

Виды и типы установок для очистки газа

Разработка и развитие новых технологий по очистке газов позволяет применять высокоэффективное газоочистительное оборудование, такое, как рукавные фильтры, электрофильтры, мокрые пылеуловители, скрубберы Вентури.

Рукавные фильтры являются простейшим устройством в виде тканевой «сумки» с наглухо зашитым основанием. В корпус-основу вставляются матерчатые мешки из оптоволоконного материала, позволяющие доводить очистку промышленных газов и аспирационного воздуха до минимальных значений, составляющих от 5 до 10 мг/нм3, при использовании метода фильтрации через пористую поверхность. Частицы грязи задерживаются на пористых перегородках фильтровального материала, на поверхности которого создается пылевой слой, сам служащий фильтрующей средой.

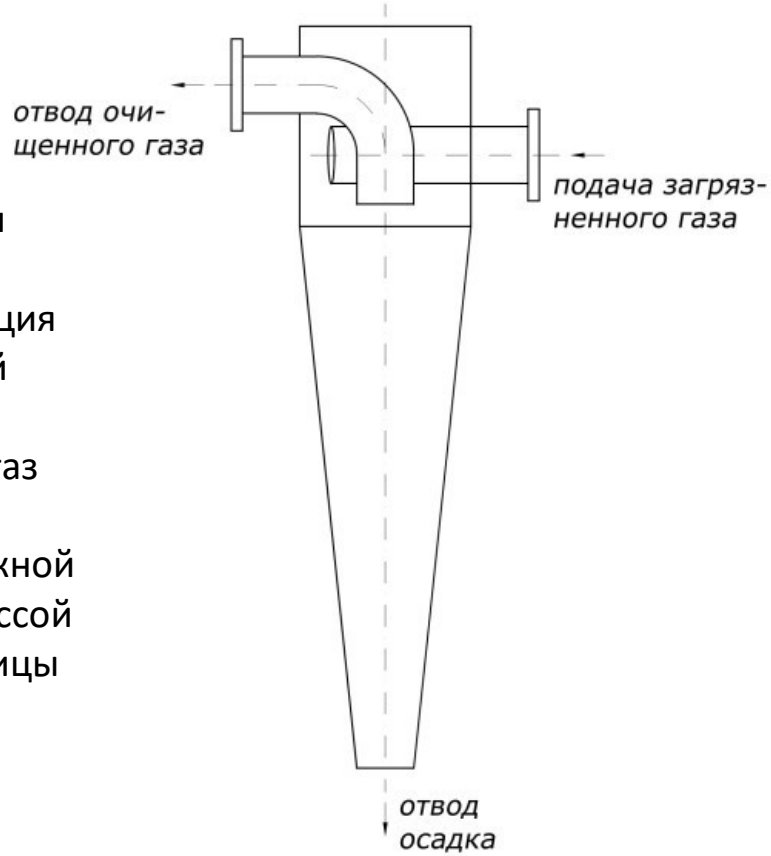


Рукавный фильтр

Виды и типы установок для очистки газа

Циклоны являются устройствами инерционной очистки газа и, находя большой спрос в промышленности, обеспечивают более быструю и качественную очистку газа. Это достигается при воздействии на газ центробежной силы. Конструкция циклона представляет собой резервуар, имеющий цилиндрическую форму с коническим дном, где расположена выхлопная труба. По трубопроводу газ поступает в циклон. Вращаясь вокруг выхлопной трубы трубопровода, газ под влиянием центробежной силы отбрасывает твердые частицы с большей массой к периферии. Прилипшие к стенкам циклона частицы высыпаются через его коническую часть.

Газ по окончании очистки покидает циклон через выхлопную трубу, а твердые частицы, которые скапливаются в конической части циклона, периодически выводятся через патрубок.



Гидроциклон

Виды и типы установок для очистки газа

Электрофильтры

Электрофильтры состоят из следующих основных элементов:

- корпус;
- системы осадительных электродов;
- системы коронирующих электродов;
- узлы подвода и распределения запыленных газов;
- устройства для удаления (вывода) уловленной с электродов пыли;
- изоляторные коробки для ввода в аппарат тока высокого напряжения

Виды и типы установок для очистки газа

Электрофильтры

Преимущества у такого способа газоочистки, как электрическая очистка газов:

1.Можно добиться самой высокой чистоты газа (в пределах от 95 до 99,9 процентов)

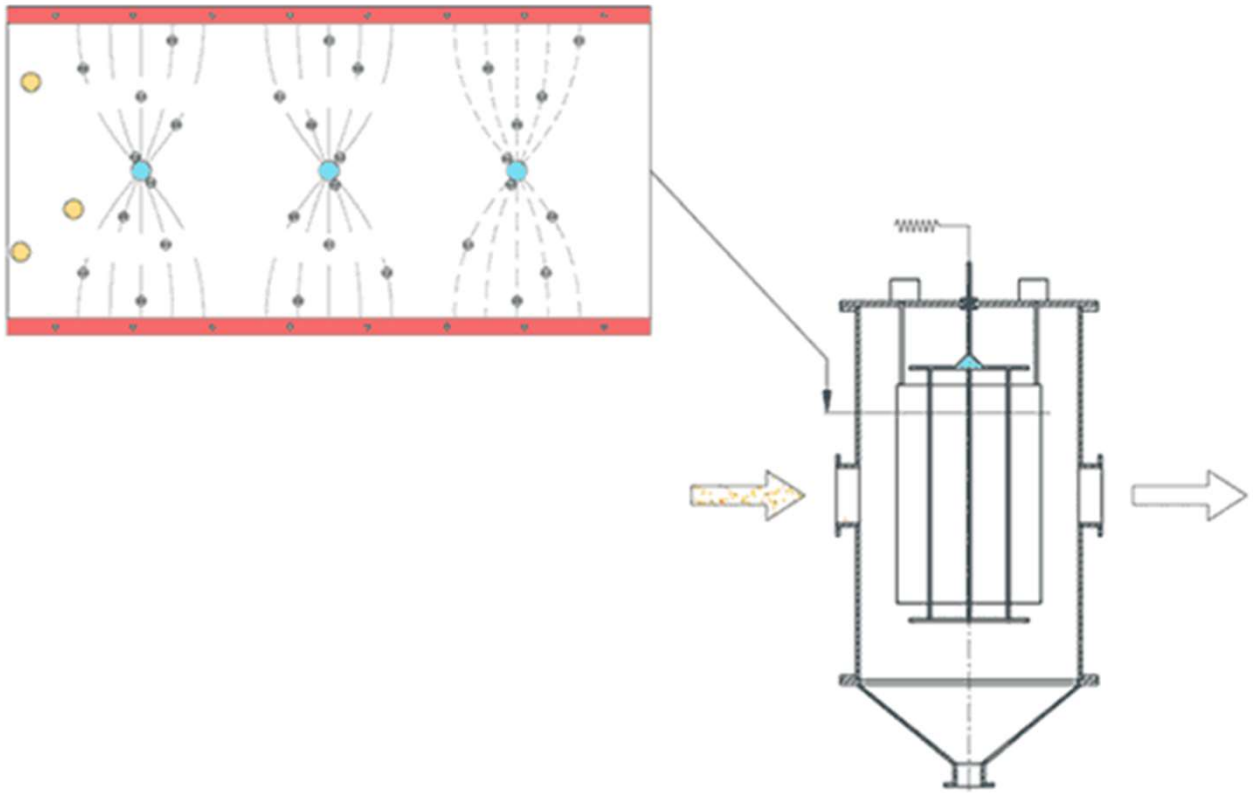
2.Небольшие затраты энергии – ее расход на осаждение частиц пыли составляет всего от 0,1 до 0,8 киловатт на тысячу кубометров газа;

3.Процедуру очистки газа можно производить даже при довольно высоких температурах, а так же в химически агрессивных средах;

4.Весь процесс очистки можно полностью автоматизировать.

Виды и типы установок для очистки газа

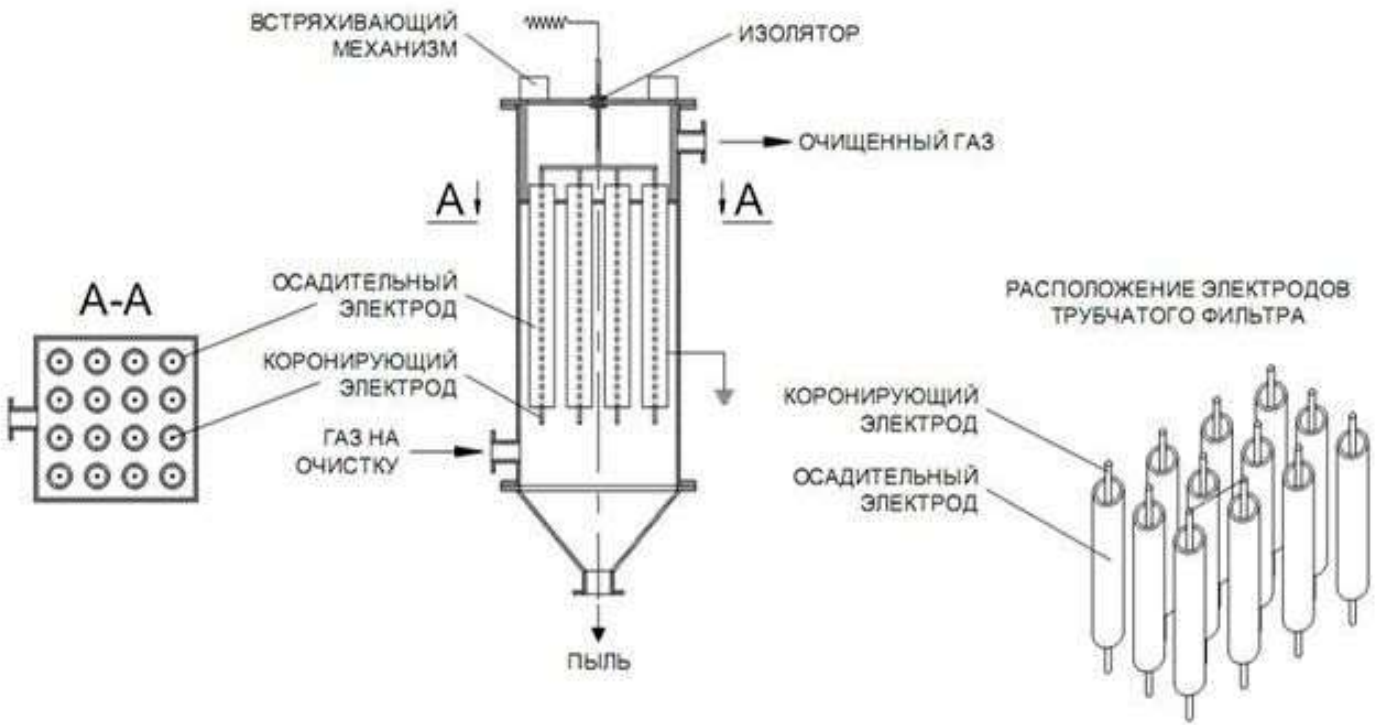
Электрофильтры



Виды и типы установок для очистки газа

Электрофильтры

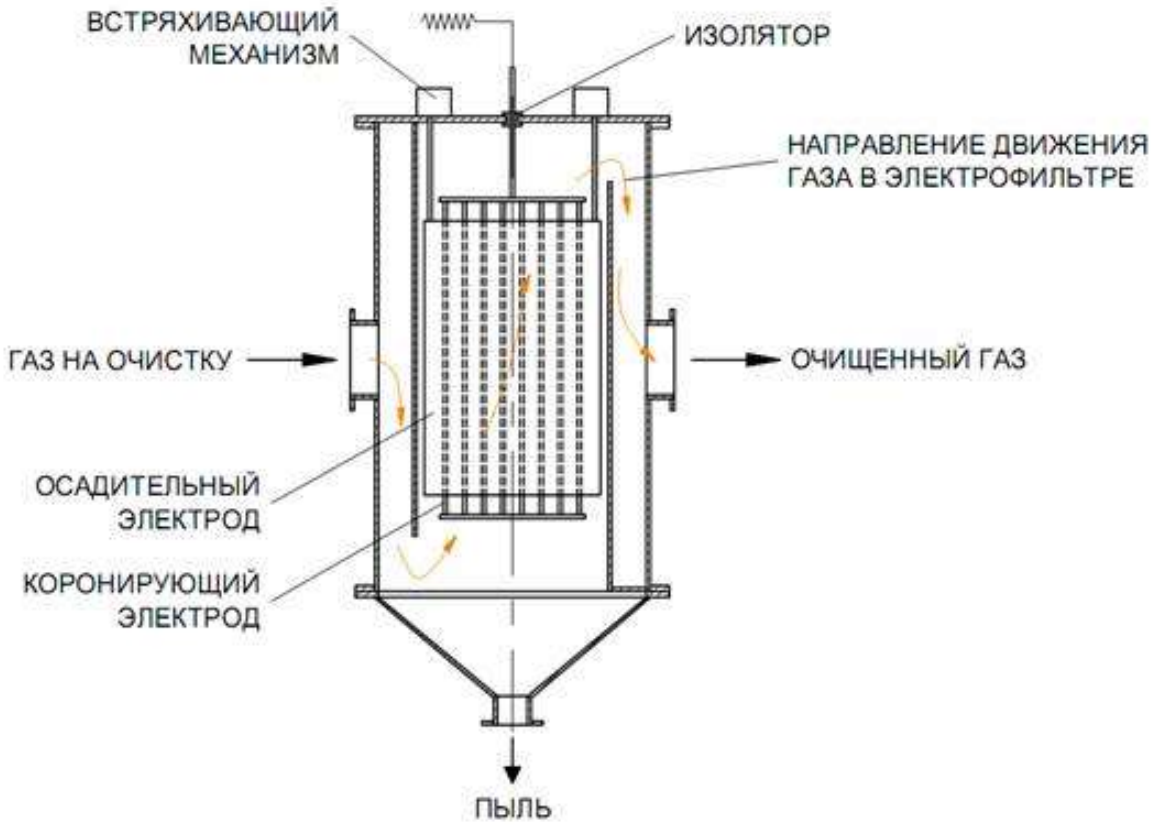
Трубчатые электрофильтры



Виды и типы установок для очистки газа

Электрофильтры

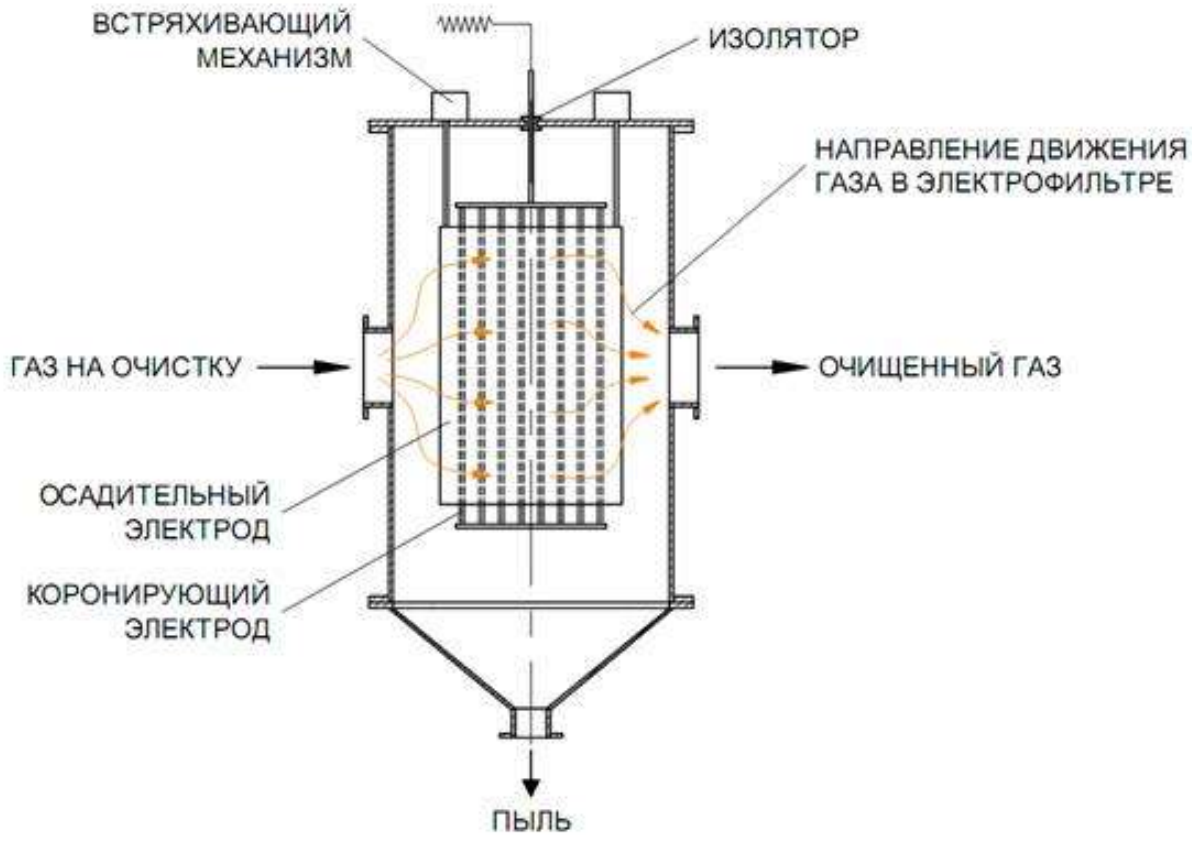
Вертикальный пластинчатый электрофильтр



Виды и типы установок для очистки газа

Электрофильтры

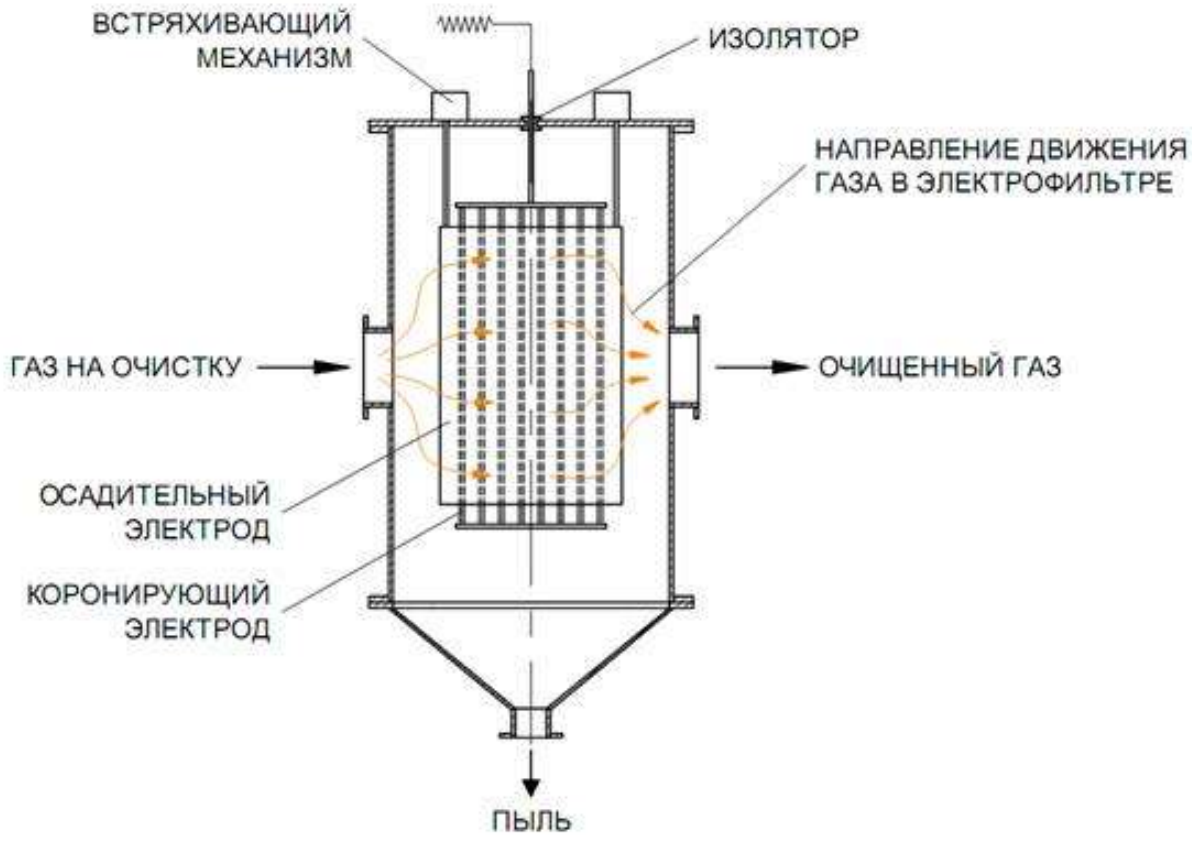
Горизонтальный пластинчатый электрофильтр



Виды и типы установок для очистки газа

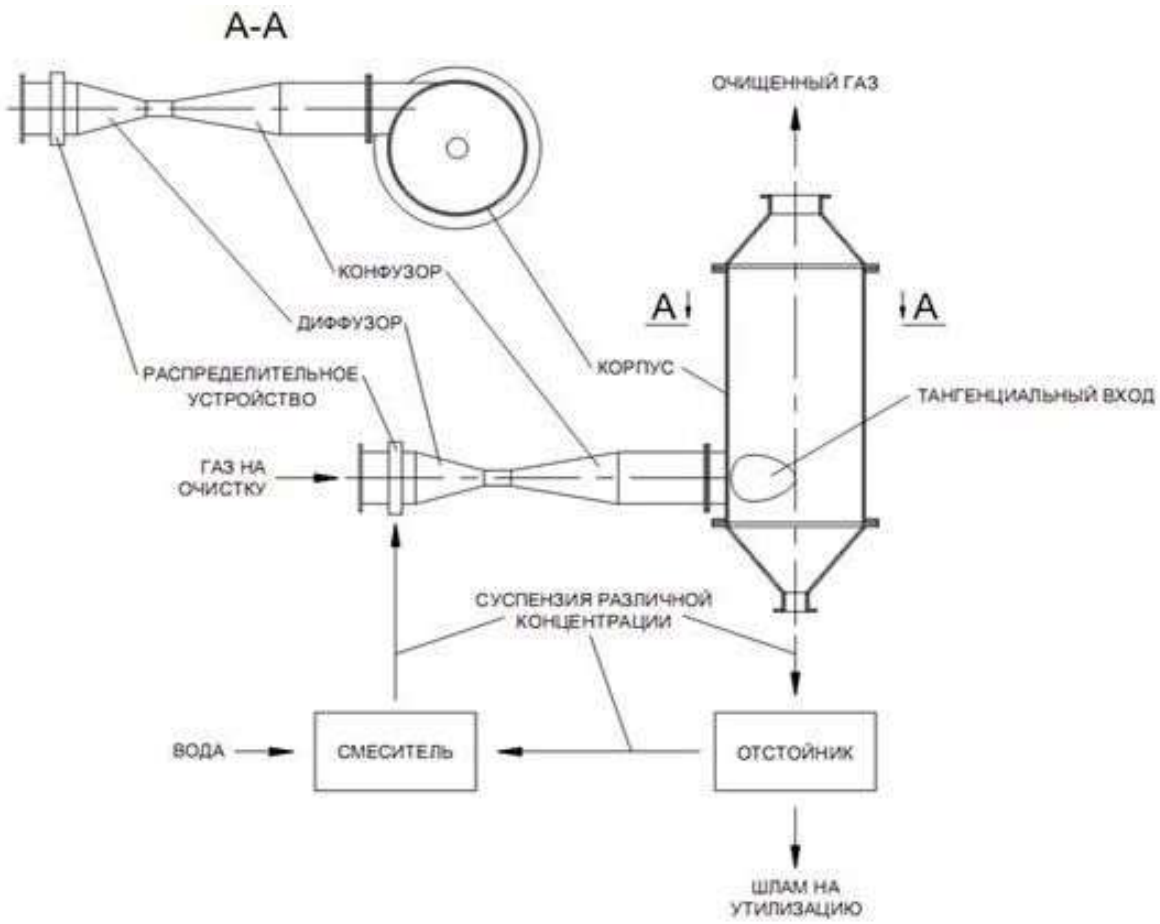
Электрофильтры

Горизонтальный пластинчатый электрофильтр



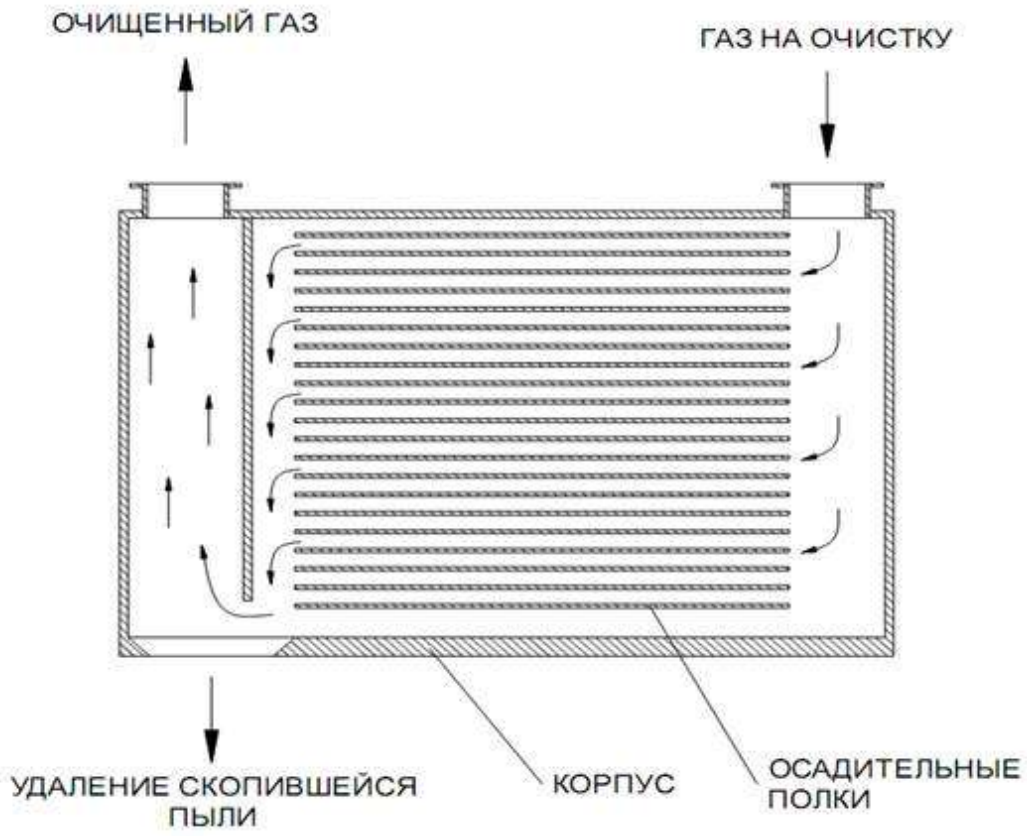
Виды и типы установок для очистки газа

скруббер Вентури



Виды и типы установок для очистки газа

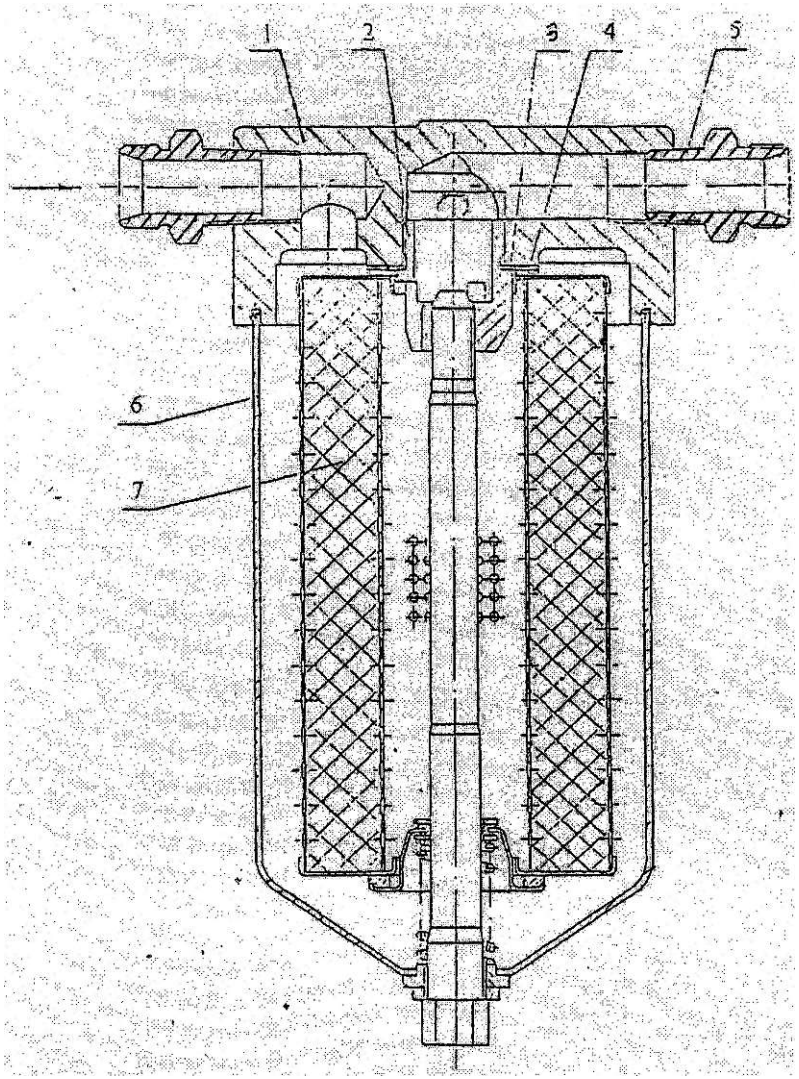
Многополочная осадительная камера с горизонтальными полками



Виды и типы установок для очистки газа

Многополочная осадительная камера с наклонными полками

Магистральные фильтры

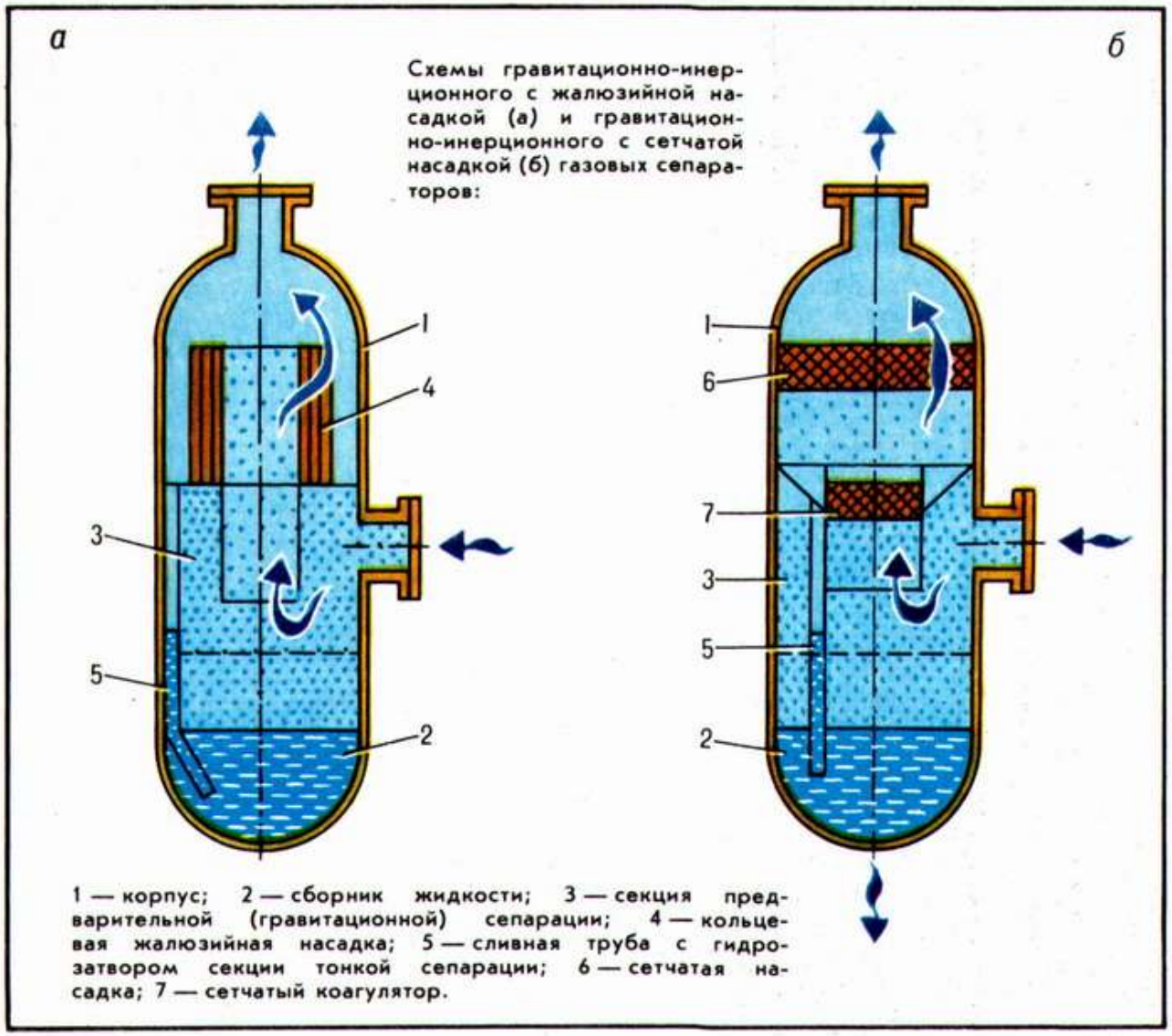


Конструкция фильтра: 1- крышка,
2- втулка, 3,4- прокладки,
5- штуцер, 6- корпус фильтра,
7- фильтрующий элемент.

Типы магистральных фильтров:
- фильтр предварительной очистки,
– фильтр тонкой очистки,
– микрофильтр,
– фильтр для удаления запахов,
– фильтр для удаления бактерий.

ГАЗОВЫЙ СЕПАРАТОР — аппарат для очистки продукции газовых и газоконденсатных скважин, а также защиты запорно-регулирующей арматуры и газоперекачивающего оборудования от капельной влаги, углеводородного конденсата и механических примесей. Входит в состав установок комплексной подготовки газа (УКПГ); устанавливается на компрессорных станциях, сборных и газораспределительных пунктах, газоперерабатывающих заводах.

ГАЗОВЫЙ СЕПАРАТОР



Схемы гравитационно-инерционного с жалюзийной насадкой (а) и гравитационно-инерционного с сетчатой насадкой (б) газовых сепараторов:

1 — корпус; 2 — сборник жидкости; 3 — секция предварительной (гравитационной) сепарации; 4 — кольцевая жалюзийная насадка; 5 — сливная труба с гидрозатвором секции тонкой сепарации; 6 — сетчатая насадка; 7 — сетчатый коагулятор.

ГАЗОВЫЙ СЕПАРАТОР

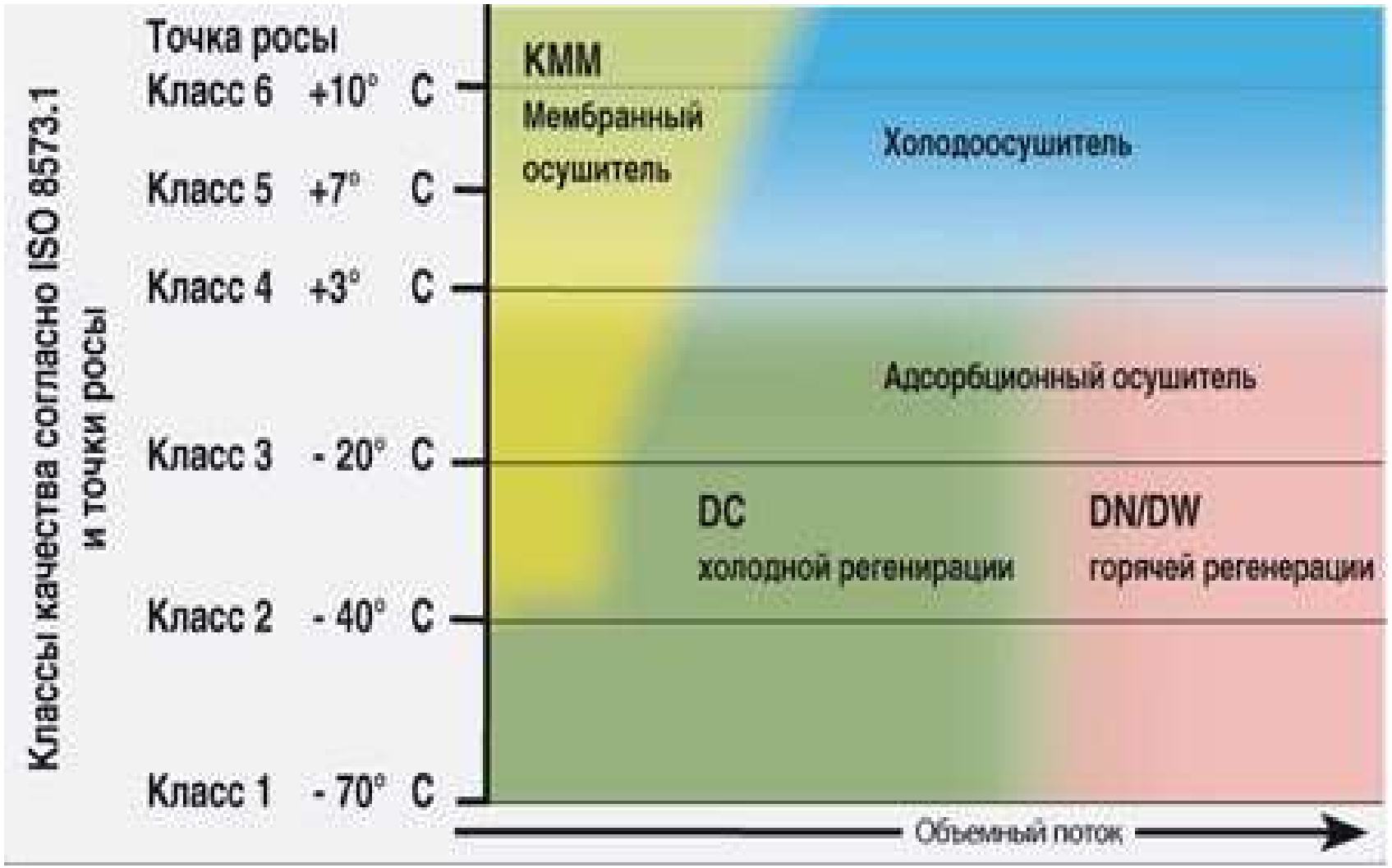
Принцип работы

Газовый сепаратор представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд, объем которого зависит от количества, проходящего через него газа. Газ вводится в среднюю часть газосепаратора, где проходя сначала коагулятор, а затем сетчатую насадку, освобождается от капелек, содержащихся в нём жидкости, и выводится из верхней части оборудования. Капельки и конденсат стекают вниз газового сепаратора, откуда по мере накопления сбрасываются в дренажную емкость. Уровень конденсата в сепараторе контролируется с помощью уровнемера.
Кроме этого сепаратор оборудуется сигнализаторами уровня конденсата, манометром, предохранительным клапаном и запорной арматурой.

Осушка газа

- осушка газа на основе процесса охлаждения
- осушка газа на основе процесса абсорбции
- осушка газа на основе процесса адсорбции
- осушки газа на основе комбинирования различных процессов

Осушка газа

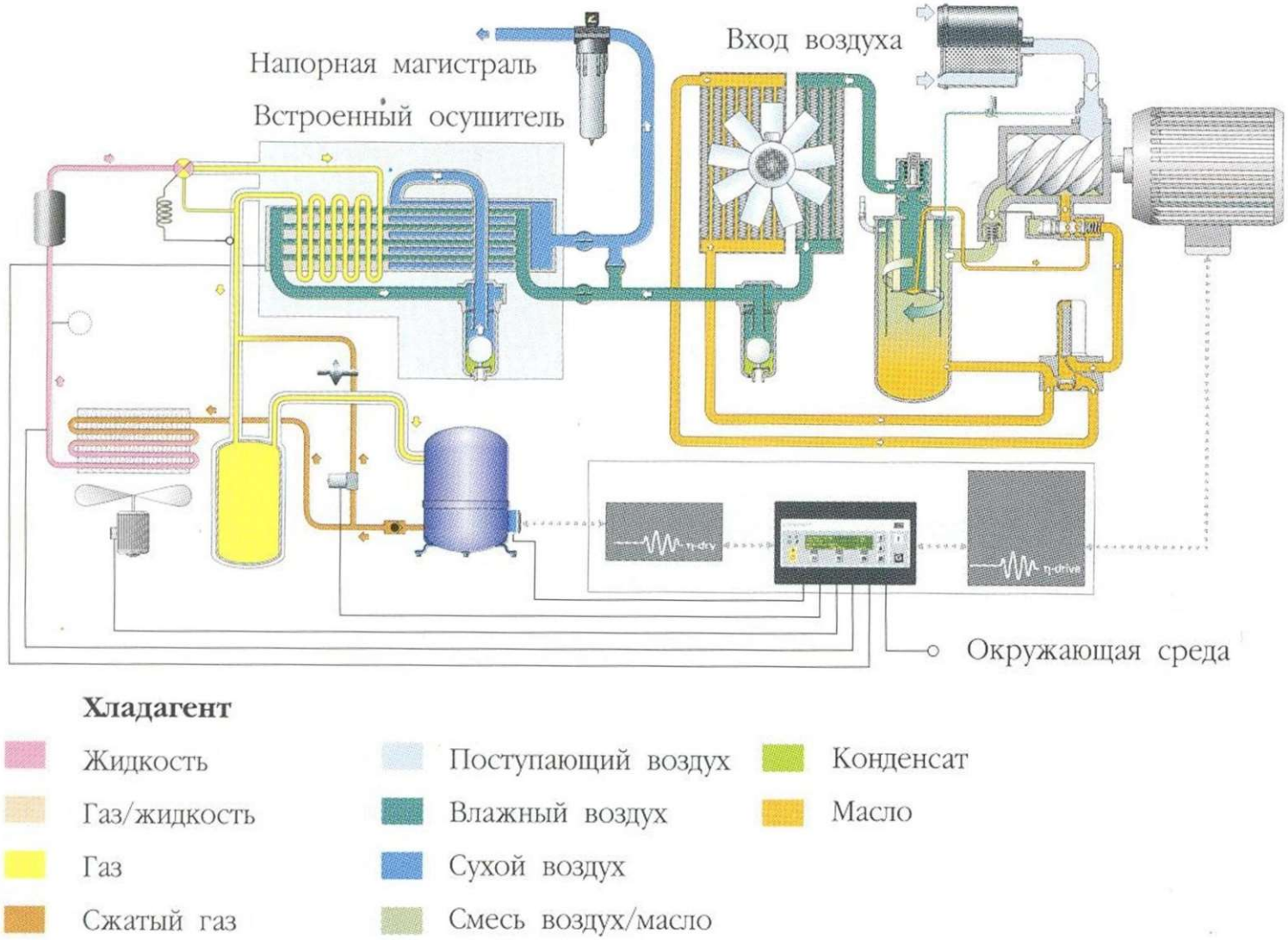

Классы качества согласно ISO 8573.1
и точки росы
Точка росы
Класс 6 +10° C
Класс 5 +7° C
Класс 4 +3° C
Класс 3 - 20° C
Класс 2 - 40° C
Класс 1 - 70° C
КММ
Мембранный
осушитель
Холодоосушитель
Адсорбционный осушитель
DC
холодной регенирации
DN/DW
горячей регенерации
Объемный поток

Осушка газа

- **Осушка газа охлаждением** – в основе способа лежит охлаждение газа при неизменном давлении. По ходу процесса избыточная влага конденсируется и отводится, а точка росы газа снижается.

Установка осушки углеводородных газов

Конструктивное исполнение рефрижераторных (холодильных)осушителей



Абсорбционная осушка газа – в основе способа лежит применение специальных реагентов поглощающих влагу из газа при непосредственном контакте внутри аппарата.

В качестве влагопоглощающих агентов обычно используются растворы диэтиленгликоля (ДЭГ), триэтиленгликоля (ТЭГ)
В ходе процесса осушаемый газ на тарелках абсорбера контактирует в противотоке с подаваемым сверху гликолем. Давление в абсорбере не превышает 120 атм., а температура гликоля порядка 40°С.

Осушенный газ отводится сверху абсорбера и направляется в магистральный газопровод, а гликоль, насыщенный влагой, отводится снизу абсорбера и направляется в выветриватель – для отдува поглощенных углеводородов. После выветривателя насыщеный влагой гликоль нагревается в подогревателе и поступает на регенерацию в десорбер, в котором из-за меньшего давления и подвода тепла происходит испарение и отвод поглощенной гликолем в абсорбере влаги из газа.
Из десорбера регенерированный гликоль с концентрацией 95-97% поступает вновь на абсорбцию и цикл повторяется.

Глубина осушки газа методом абсорбции

Глубина осушки газа очень сильно зависит от концентрации гликоля, с которым газ контактирует в абсорбере. Максимально возможная концентрация гликоля, которой можно достичь, равна 97%.
Абсорбция гликолем с концентрацией гликоля 96-97% позволяет достичь депрессии точки росы осушаемого газа равную 30°С.
Увеличение концентрации гликоля до 99% позволяет, значению депрессии точки росы вырасти до 40°С.

В тех случаях, когда стандартных настроек процесса осушки недостаточно для получения необходимого качества осушки газа, возможно аппаратурное оформление установки для осуществления процесса осушки в двух ступенчатом исполнении.
На первом этапе осушка происходит по стандартному циклу, газ осушается в абсорбере, контактируя с гликолем концентрацией 96 %, после чего поступает в абсорбер вторичной осушки, где уже осушеный на первом этапе газ повторно осушается гликолем концентрации 99,5 %. В десорбере этапа первичной осушки, процесс регенерации гликоля происходит под давлением 1-2 атм, а в десорбере вторичной осушки под вакуумом.
Применение процесса двух стадийной осушки газа, позволяет получить на выходе с установки депрессию точки росы около 90°С.

Адсорбционная осушка газа – это технологический процесс, который заключается в избирательном поглощении порами поверхности твердого адсорбента молекул воды из газа, с последующим извлечением их из пор посредством применения внешних воздействий.

Процесс адсорбционной осушки газа позволяет достигать депрессия точки росы в 100°С. (минимальная точка росы, достигаемая адсорбцией около -90°С.)

На стандартной установке адсорбционной осушки технологический процесс осушки газа представляет собой последовательное выполнение следующих этапов в рамках одного рабочего цикла осушки:

- адсорбция
- нагрев адсорбента
- десорбция (очистка адсорбента)
- охлаждение адсорбента
- далее, если есть необходимость, цикл повторяется.

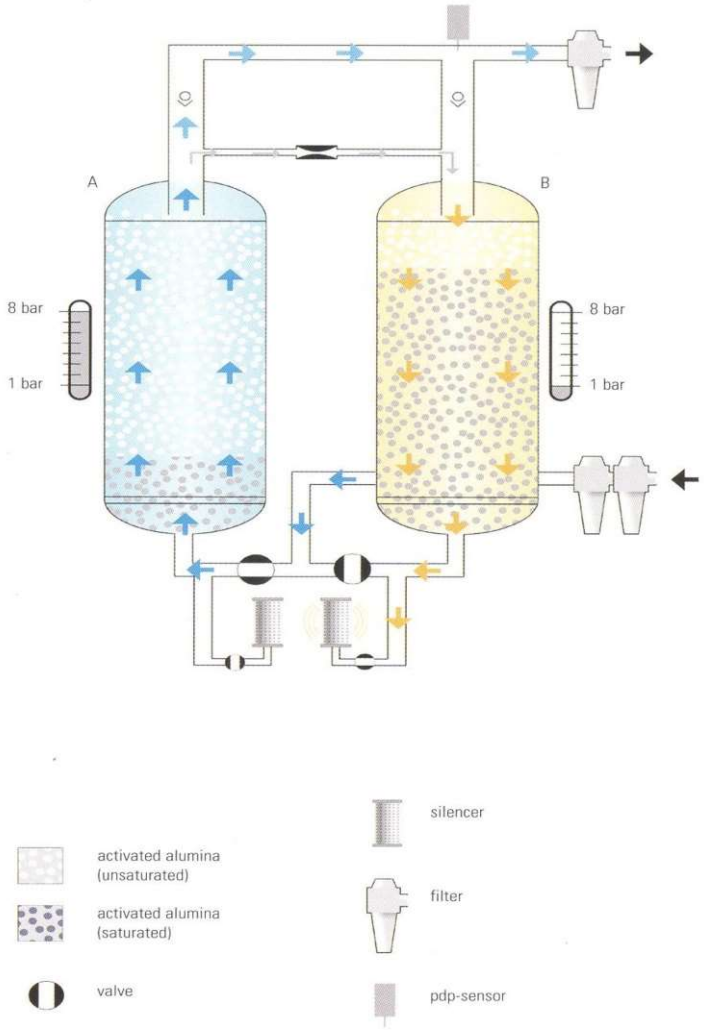
@KVIHT

WWW.KVIHT.RU

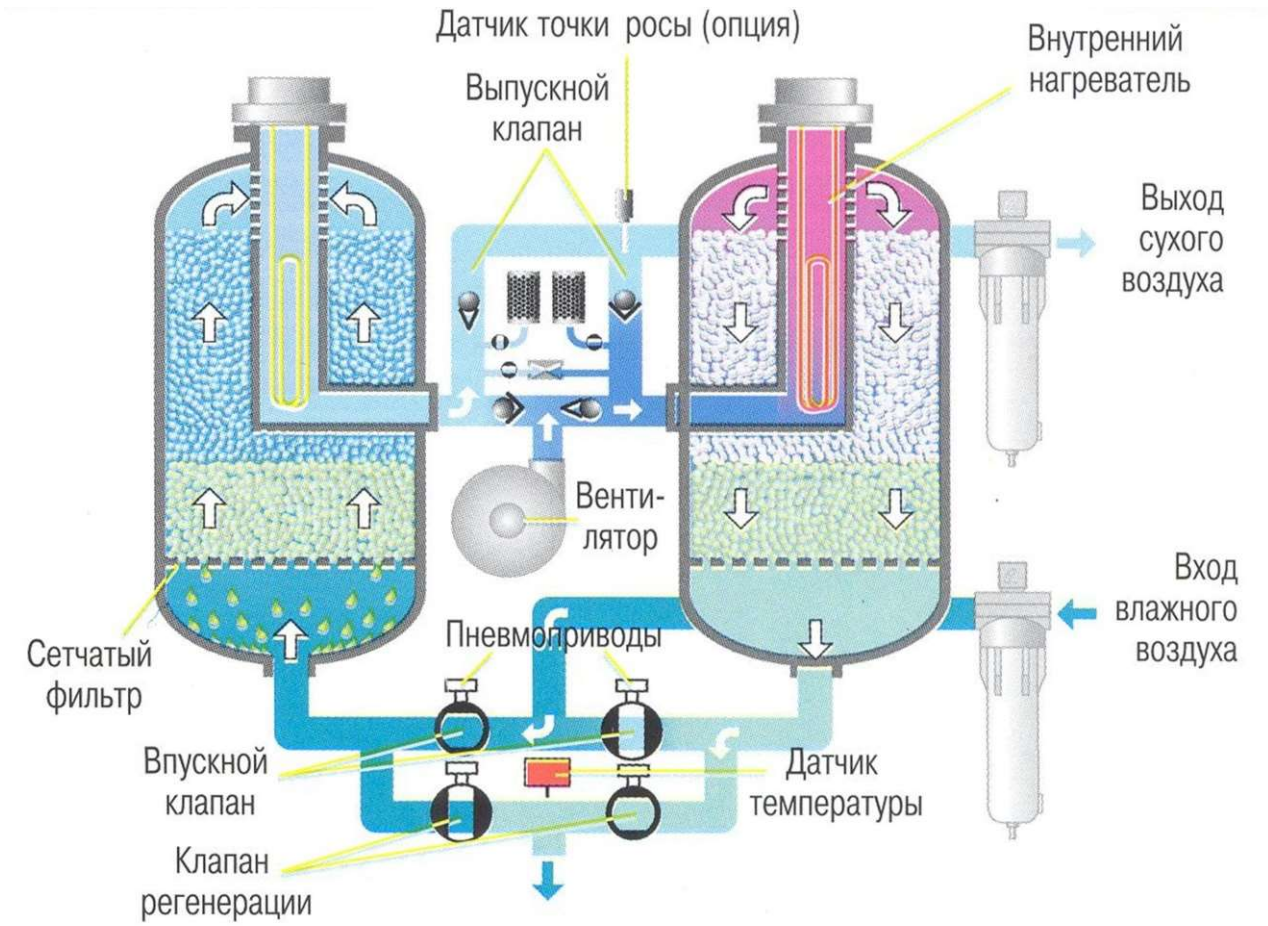
+7 (812) 715-41-64

Научно-инжиниринговая группа
«Компрессорная, вакуумная, холодильная
техника и системы транспорта и переработки газа»

Конструктивное исполнение адсорбционных осушителей холодной регенерации



Конструктивное исполнение адсорбционных осушителей горячей регенерации



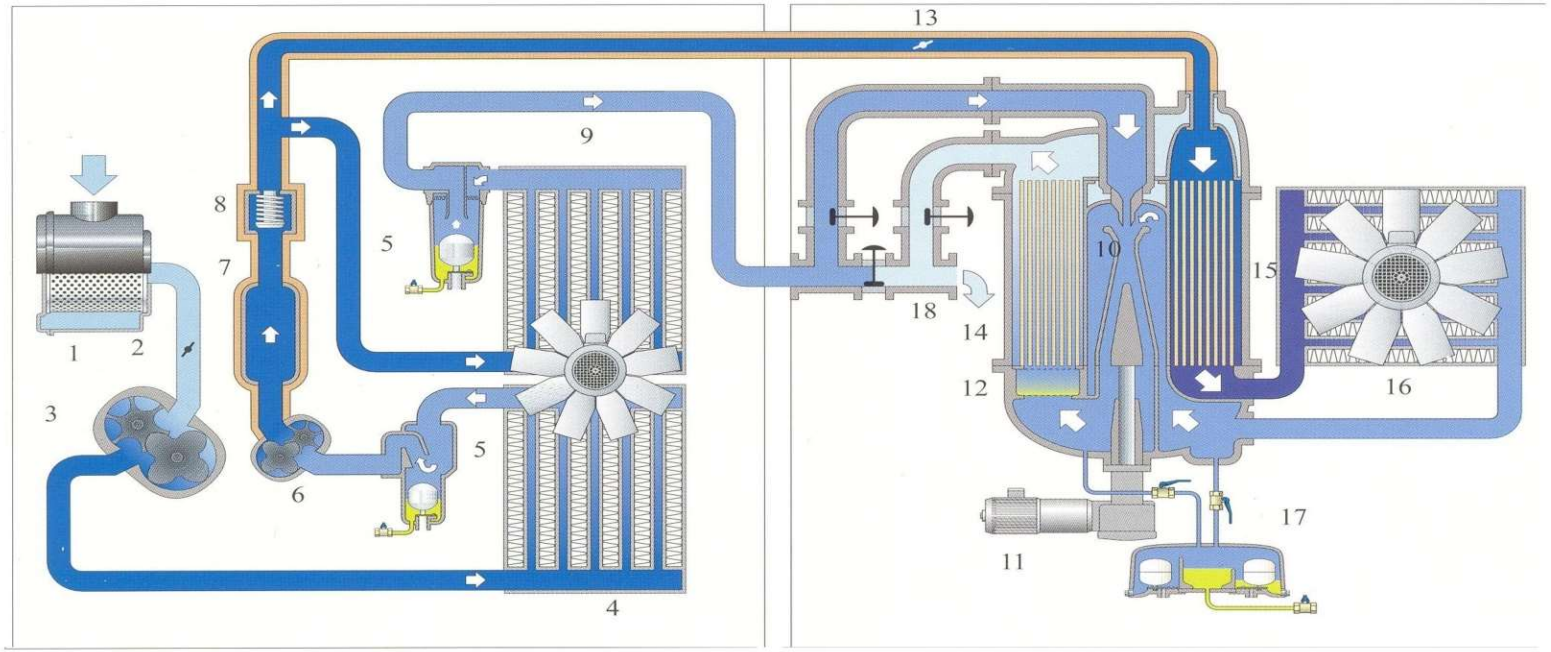
@KVIHT

WWW.KVIHT.RU

+7 (812) 715-41-64

Научно-инжиниринговая группа
«Компрессорная, вакуумная, холодильная
техника и системы транспорта и переработки газа»

Функциональная схема адсорбционных осушителей барабанного типа

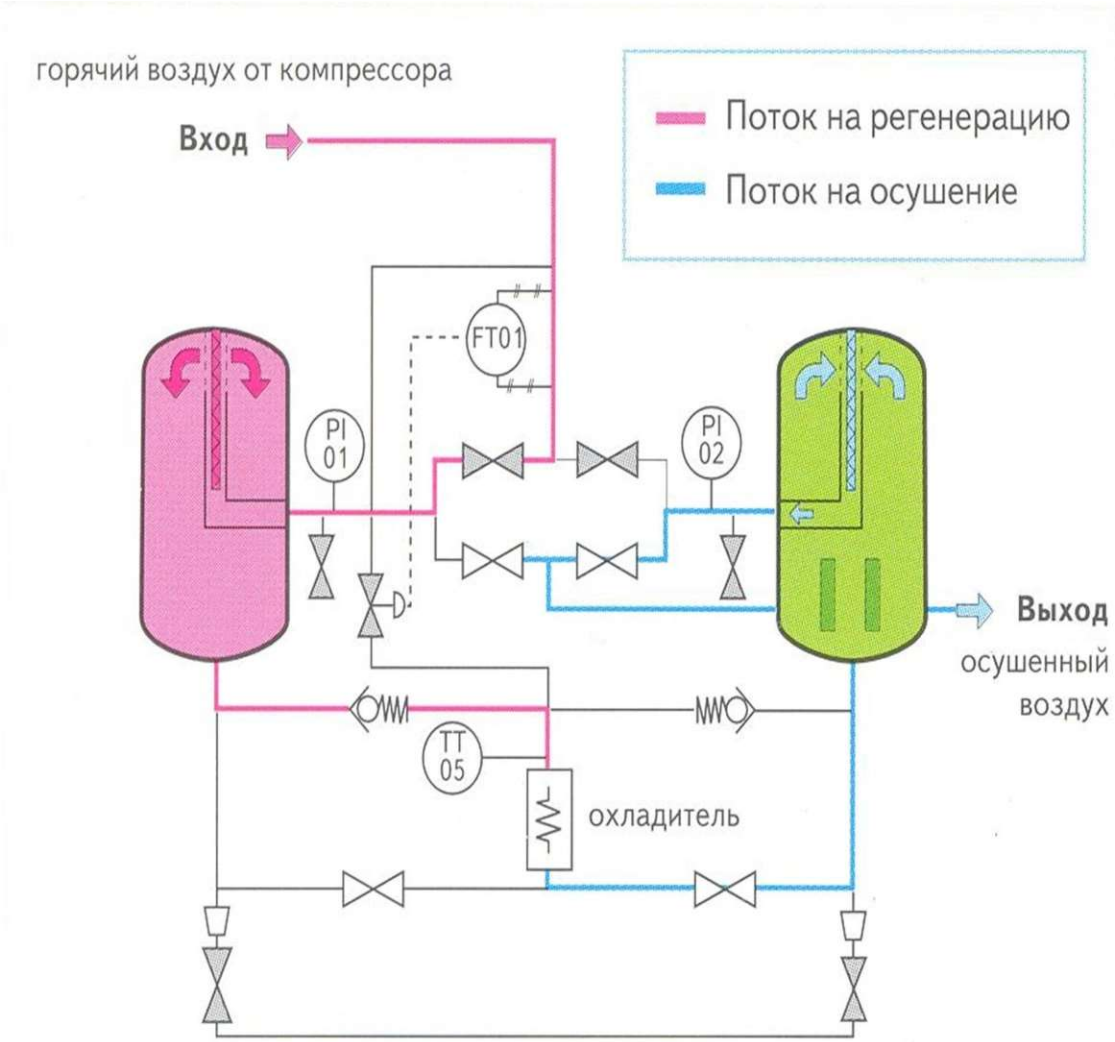


Воздух на входе
Горячий ненасыщенный воздух
Холодный насыщенный воздух
Горячий влажный воздух
Сухой возддух
Охлаждающая вода
Конденсат
Изоляция

Компрессор
1 Воздушный фильтр на входе
2 Клапан на входе
3 Винтовой элемент низкого давления
4 Промежуточный охладитель
5 Влагосепаратор
6 Винтовой элемент высокого давления
7 Демпфер пульсаций
8 Обратный клапан
9 Концевой охладитель компрессора

Осушитель
10 Эжектор
11 Приводной электродвигатель
12 Встроенный влагосепаратор
13 Дроссельный клапан
14 Зона осушки
15 Зона регенерации
16 Охладитель на регенерации
17 Дренаж с системой защиты
18 Сухой воздух на выходе

Конструктивное исполнение и функциональная схема адсорбционных осушителей с регенерацией теплом сжатия



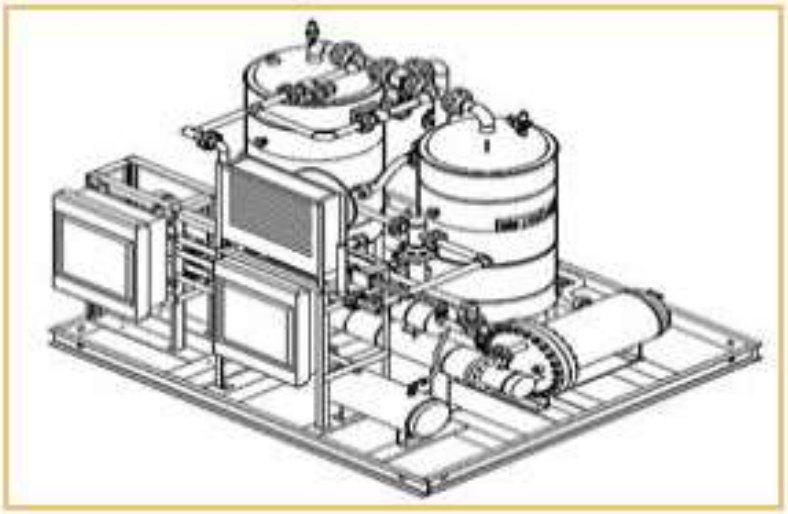
@KVIHT

WWW.KVIHT.RU

+7 (812) 715-41-64

Научно-инжиниринговая группа
«Компрессорная, вакуумная, холодильная
техника и системы транспорта и переработки газа»

Пример установки для осушки газа методом адсорбции



Внешний вид установки

Характеристики газа на входе:

Производительность	708,5 нм^3/ч
Давление на входе	16 бар
Температура газа на входе	от +30°С до +40°С
Относительная влажность	100%

Пример установки для осушки газа методом адсорбции

Покомпонентный состав газа в % об.:

Метан (CH_4)	93,342
этан (C_2H_6)	0,0271
пропан (C_3H_8)	0,238
н-бутан (n-C_4H_{10})	0,135
изобутан (i-C_4H_{10})	0,082
пентан (C_5H_{12})	0,031
азот (N_2)	4,348
кислород (O_2)	0,413
углекислота (CO_2)	1,100

Пример установки для осушки газа методом адсорбции

Характеристики газа на выходе:

Точка росы	не выше - 8°С, приведённая к давлению 39,2 бар
Исполнение	блочно-модульное
Установка	на открытом воздухе
Температура окружающего воздуха	от -20°С до +30°С

@KVIHT

WWW.KVIHT.RU

+7 (812) 715-41-64

Научно-инжиниринговая группа
«Компрессорная, вакуумная, холодильная
техника и системы транспорта и переработки газа»

Пример установки для осушки газа методом адсорбции

Характеристики установки

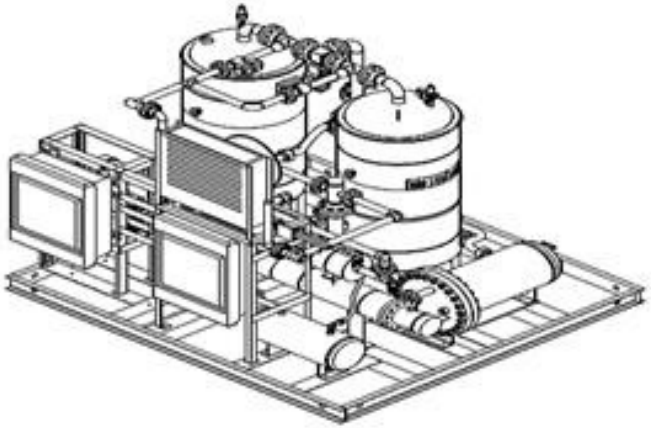
Тип	адсорбционный, с
Режим работы	автоматической
Присоединение	системой
Примерное падение давления	регенерации
	постоянный
	50 мм
	0,09 бар

Примерные габариты установки

Скид 3300х3000 мм

Высота 2700 мм

Вес 6000 кг



Пример установки для осушки газа методом адсорбции

Комплектация:

- Двухколонный поглотитель водяного пара природного газа с автоматической системой противоточной регенерации фильтра природного газа с замкнутым восстанавливающим контуром нагрева.
- Камеры осушителя, расчетная температура резервуара -28 до 260 °С, с допуском на коррозию 0,8 мм.
- Клапан для сброса давления, один (1) на каждую камеру, установленный на расчетное давление.
- Каждая камера осушителя изолирована стекловолокном толщиной 50 мм и имеет кожух из штампованного алюминия для работы на открытом воздухе.
- Высокопроизводительный прочный молекулярный ситовый осушитель для сведения к минимуму сопутствующей адсорбции меркаптанов.
- Смонтированные и оснащенные предварительной трубной обвязкой коалесцирующий фильтр грубой очистки и фильтр тонкой очистки для удаления частиц с ручными дренажными клапанами.
- Восстанавливающие циклы нагрева и охлаждения раздельных потоков с нагнетателем природного газа, установленным в резервуаре высокого давления.
- Изолированный корпус электронагревателя, с использованием низковаттных нагревательных элементов в кожухе и с сигнализацией и аварийным выключением при высокой температуре кожуха нагревателя и высокой температуре на выходе нагревателя.

Пример установки для осушки газа методом адсорбции

Комплектация (продолжение):

- Восстанавливающий выходной охладитель с ребристой трубой воздух-газ, оборудованный электродвигателем и безыскровым вентилятором. Сигнализация и аварийное выключение при высокой температуре на выходе из охладителя. Индикация температуры на входе и выходе из охладителя на цифровом дисплее.
- Высокоэффективный восстанавливающий коалесцирующий сепаратор, оборудованный баком для сбора жидкости.
- Один манометр с наполнением жидкостью, установлен на каждой сушильной камере.
- Сварной скид из конструкционной стали с четырьмя (4) подъемными проушинами.
- Установленные на месте фильтры грубой и тонкой очистки, датчики дифференциального давления.
- Жаропрочное покрытие силиконовой акриловой эмалью. Грунт и краска нанесены на все наружные неизолированные поверхности из углеродистой стали
- Гигрометр, датчик точки росы, расположенные на выходе из осушителя
- Текстовый дисплей, отображающий состояние осушителя, регенерации и точки росы

Пример установки для осушки газа методом адсорбции

Комплектация (продолжение):

- Восстанавливающий выходной охладитель с ребристой трубой воздух-газ, оборудованный электродвигателем и безыскровым вентилятором. Сигнализация и аварийное выключение при высокой температуре на выходе из охладителя. Индикация температуры на входе и выходе из охладителя на цифровом дисплее.
- Высокоэффективный восстанавливающий коалесцирующий сепаратор, оборудованный баком для сбора жидкости.
- Один манометр с наполнением жидкостью, установлен на каждой сушильной камере.
- Сварной скид из конструкционной стали с четырьмя (4) подъемными проушинами.
- Установленные на месте фильтры грубой и тонкой очистки, датчики дифференциального давления.
- Жаропрочное покрытие силиконовой акриловой эмалью. Грунт и краска нанесены на все наружные неизолированные поверхности из углеродистой стали
- Гигрометр, датчик точки росы, расположенные на выходе из осушителя
- Текстовый дисплей, отображающий состояние осушителя, регенерации и точки росы