

Фильтрация

Статические фильтры



Making the World Safer, Healthier & More Productive

Содержание

01 Типы фильтров

02 Критерии выбора
размеров

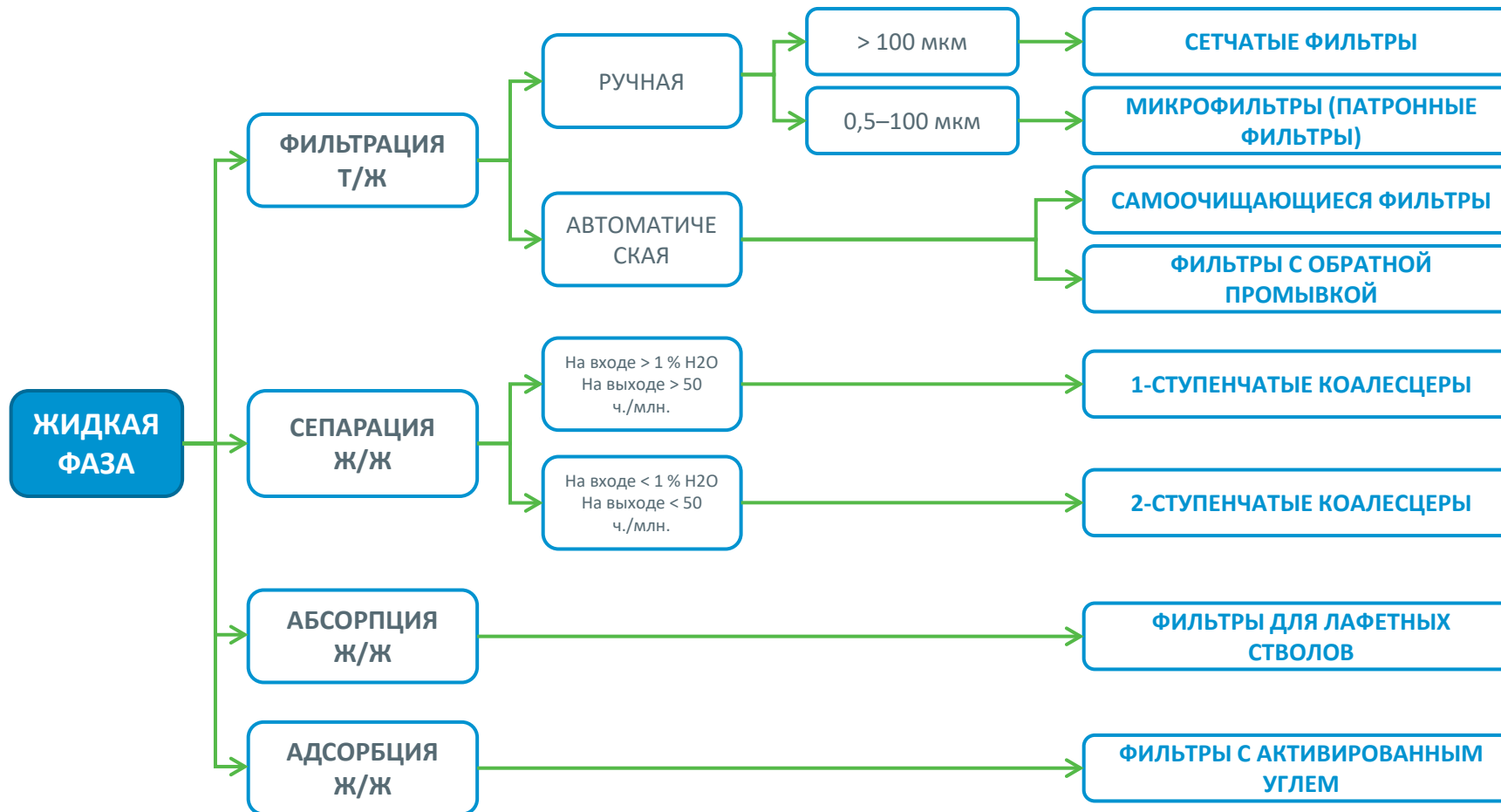
03 Патроны и
фильтрующие
материалы

04 Применение на нефтегазо-
перерабатывающих
заводах

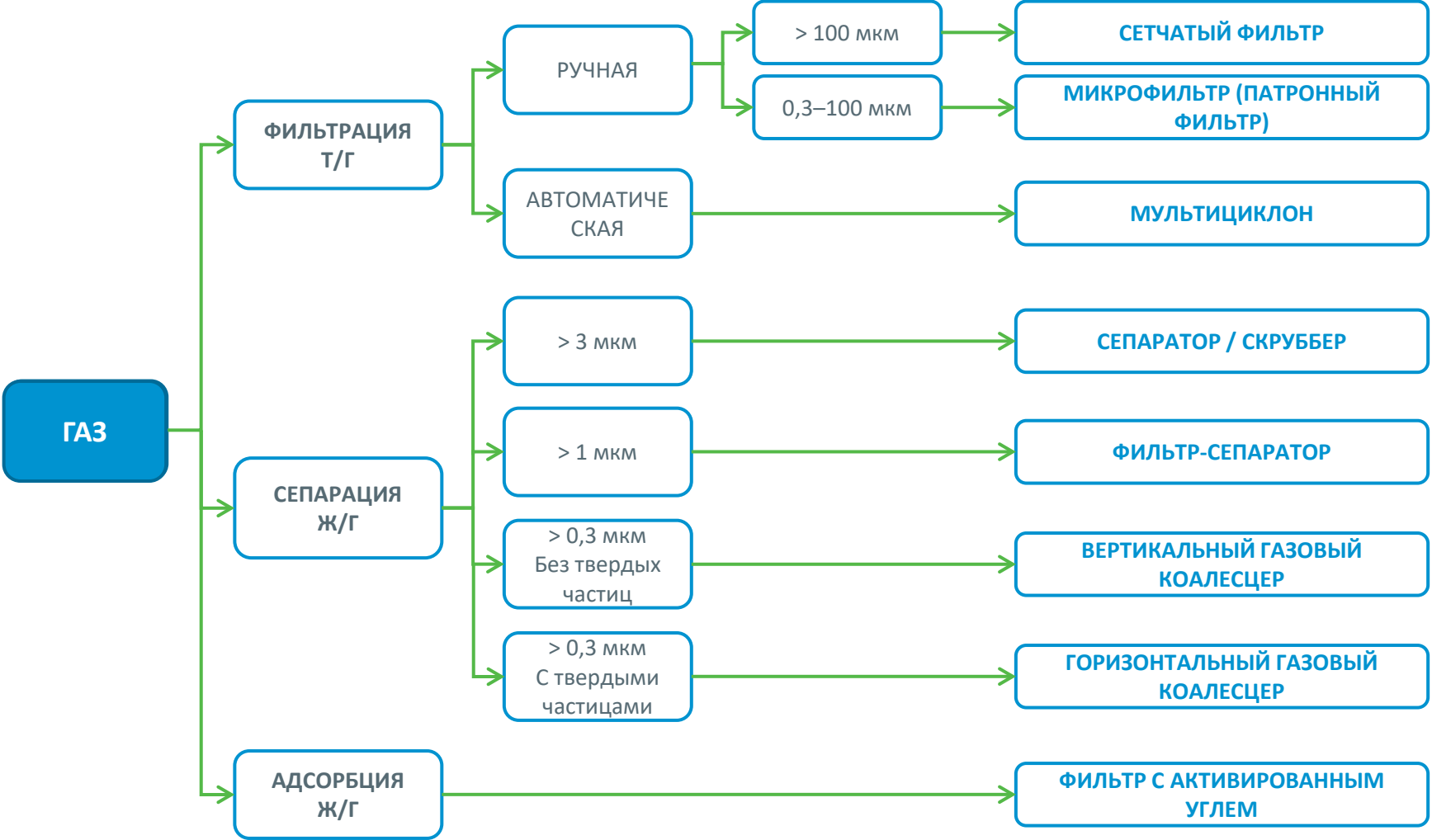
01

Типы фильтров

Жидкие растворы

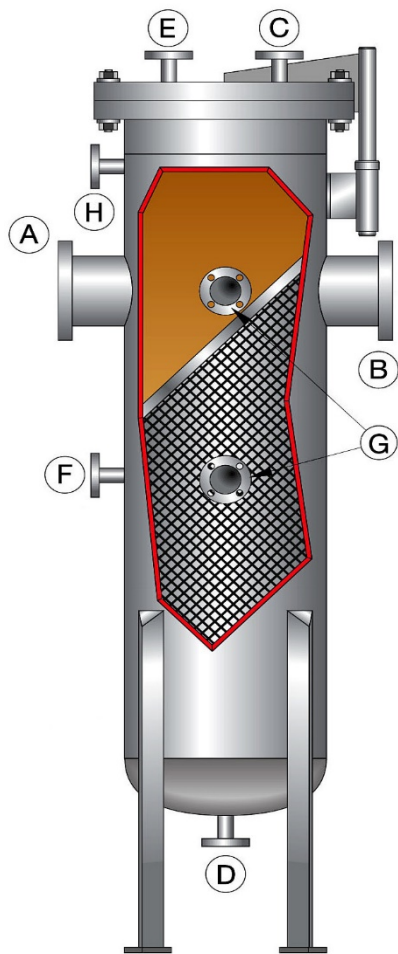


Фильтрация газов



ФИЛЬТРАЦИЯ ЖИДКОСТЕЙ

Сетчатые фильтры



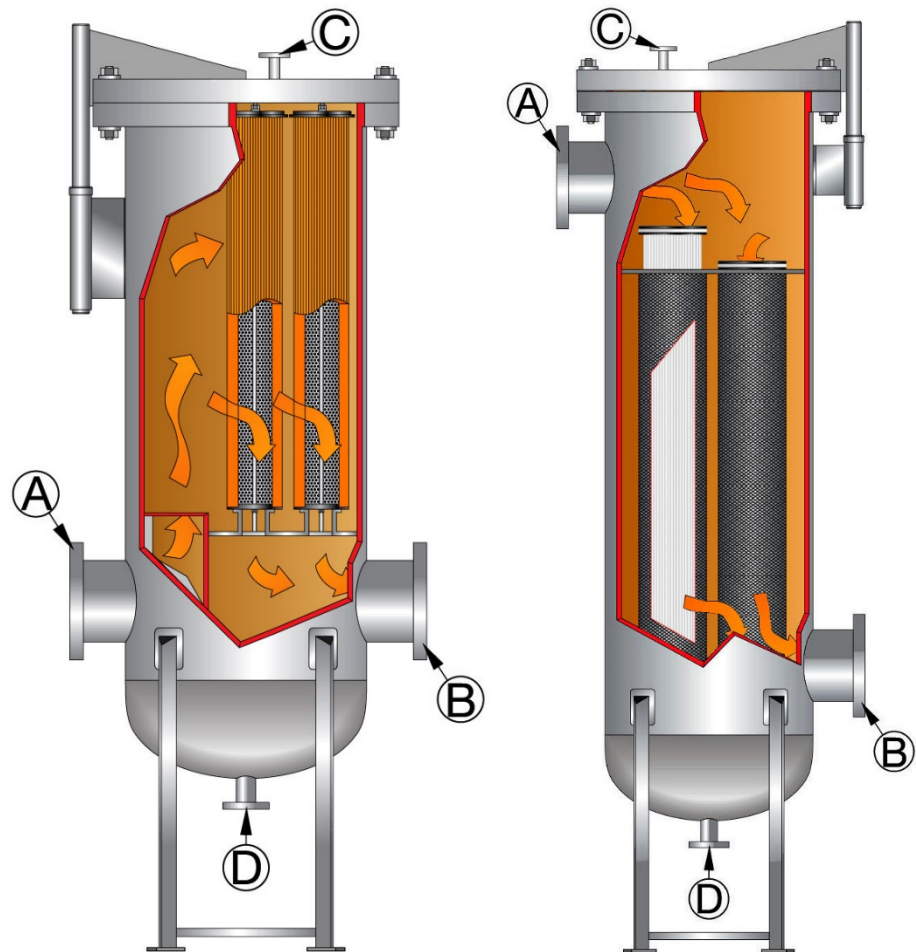
Фильтры для улавливания частиц твердой/жидкой фазы

- Однobarьерные
- Корзины могут быть выполнены из перфорированных пластин, проволоки клиновидного сечения или сетчатой подкладки в зависимости от конкретных требований.
- Как правило, для частиц размером более 100 мкм
- Материалы по запросу (в стандартной комплектации корпус из углеродистой стали и корзина из нержавеющей стали SS304)

Технологические процессы / области применения

- Защита насоса
- Колонны охлаждения
- Котловая вода
- Глубокая закачка в скважины
- Трубопроводы жидкой фазы и газопроводы

Микрофильтры



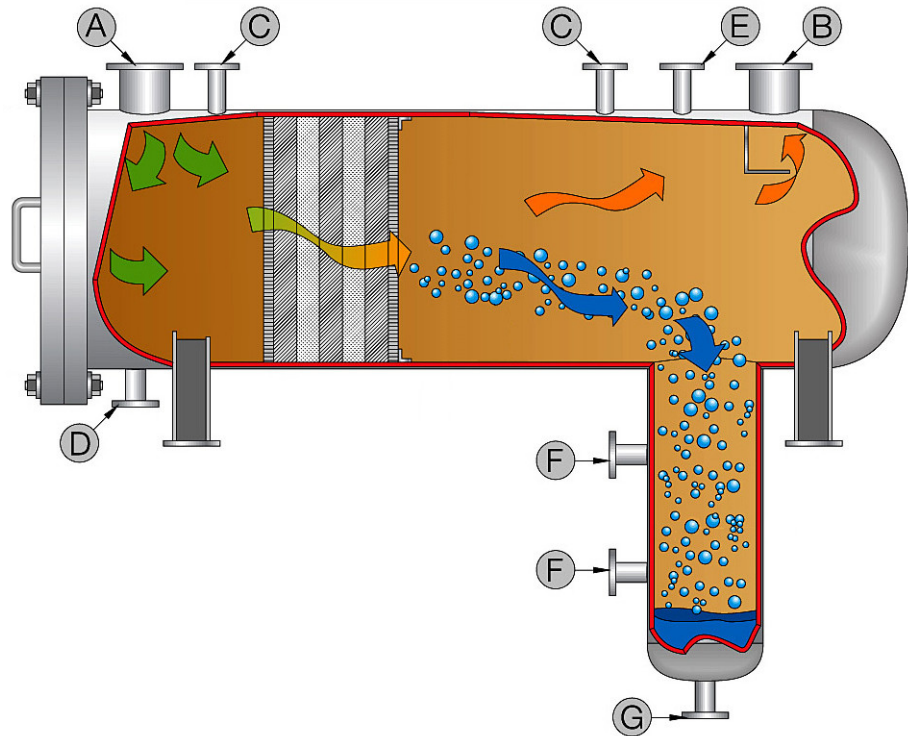
Фильтры для улавливания частиц твердой/жидкой фазы

- Однobarьерные
- Предпочтительно с использованием элементов большого диаметра, с высоким расходом
- До 0,3 мкм до 100+ мкм
- Материалы зависят от совместимости / температуры
- Доступна вертикальная и горизонтальная конфигурация

Технологические процессы / области применения

- Предварительная фильтрация для высокопроизводительных коалесцеров Ж/Ж
- Фильтрация конечной продукции
- Гликоли / амины / вода
- Сырье

Коалесцеры жидкость/жидкость / 1-ступенчатые



Сепараторы для разделения жидкостей

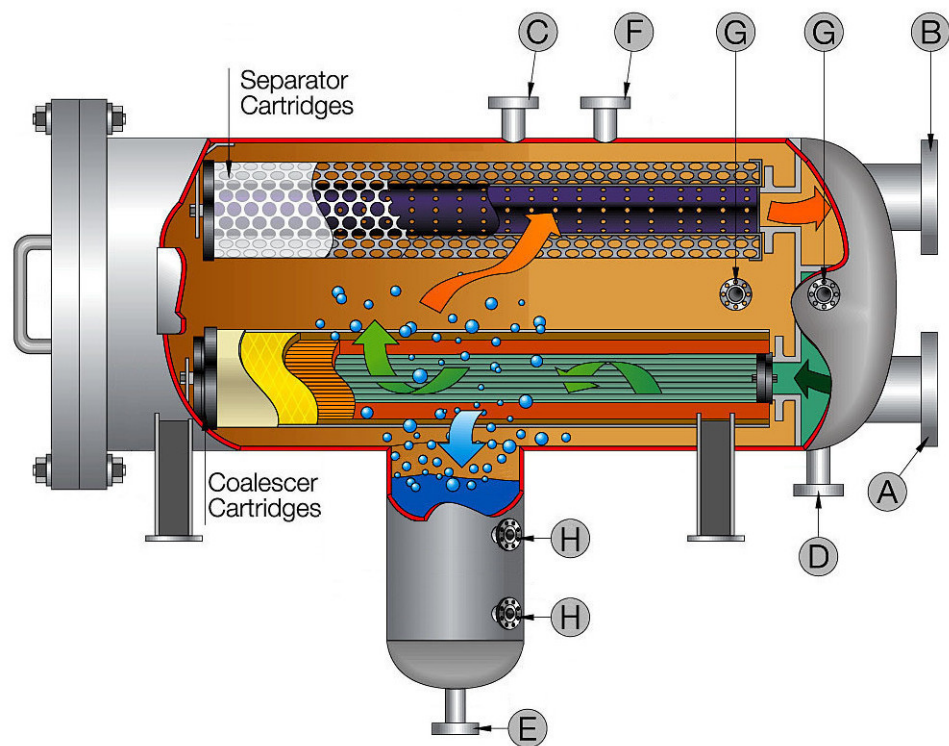
- Только горизонтальная конфигурация
- С патронами (направление потока изнутри наружу) или со сменой набивки
- Концентрация воды на входе > 1 % при смене набивки
- Концентрация воды на выходе до 40–50 ч./млн.
- Коалесцирующие патроны в исполнении из микростекловолокна (многослойные)
- Переупаковка набивки в корпус из древесины, микростекловолокно, нержавеющей стали и пр.
- Межфазное натяжение > 35 дин/см

Технологические процессы / области применения

- Удаление воды из углеводородов
- Отделение щелочей от нефтезаводского топлива
- Водонефтяные сепараторы

**** Рекомендуется установка предварительного фильтра твердых частиц.**

Коалесцеры жидкость/жидкость / 2-ступенчатые



Сепараторы для разделения жидкостей

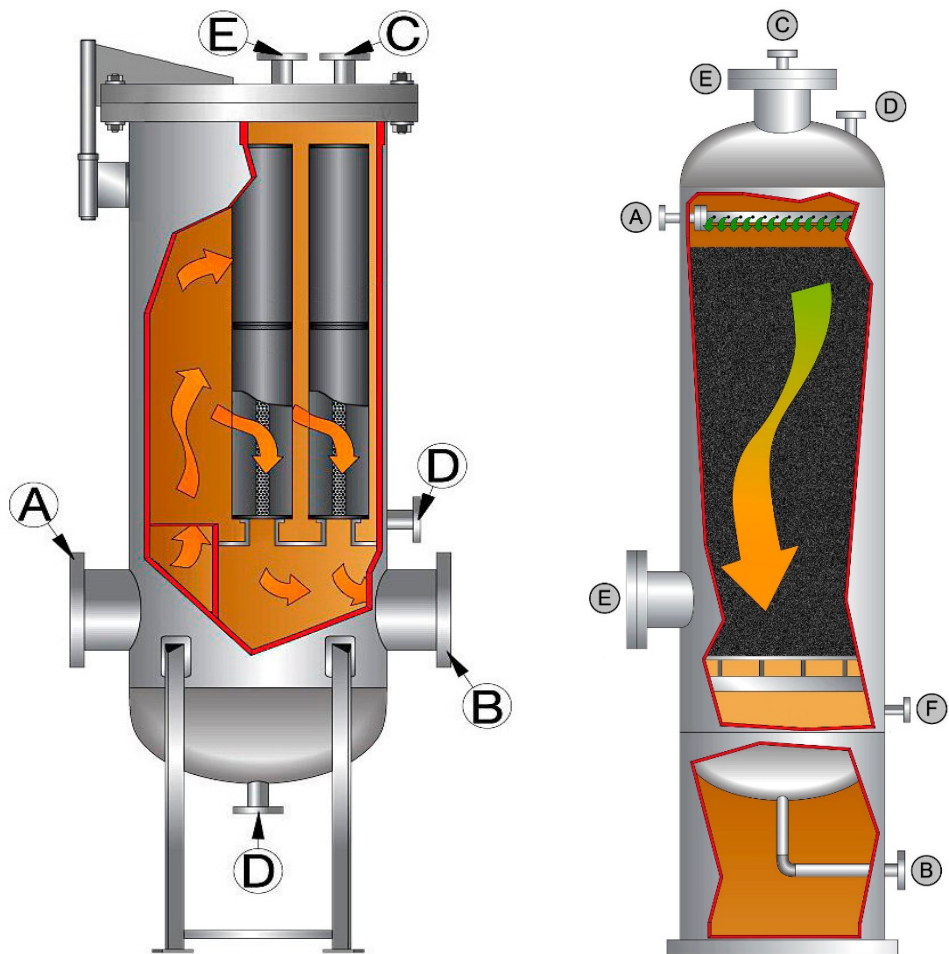
- Вертикальная / горизонтальная конфигурация
- Концентрация воды на входе < 1 %
- Концентрация воды на выходе до 5–10 ч./млн.
- Коалесцеры из микростекловолокна (многослойные).
Направление потока — изнутри наружу
- Сепараторы тефлоновые или синтетические.
Направление потока — снаружи внутрь
- Межфазное натяжение до 4 дин/см в специальном исполнении (в идеале > 35 дин/см)

Технологические процессы / области применения

- Удаление воды из углеводородов (повышенная производительность)
- Отделение щелочей от нефтезаводского топлива
- Водонефтяные сепараторы

**** Рекомендуется установка предварительного фильтра твердых частиц.**

Фильтр с активированным углем/глиной



Адсорберы жидкостей

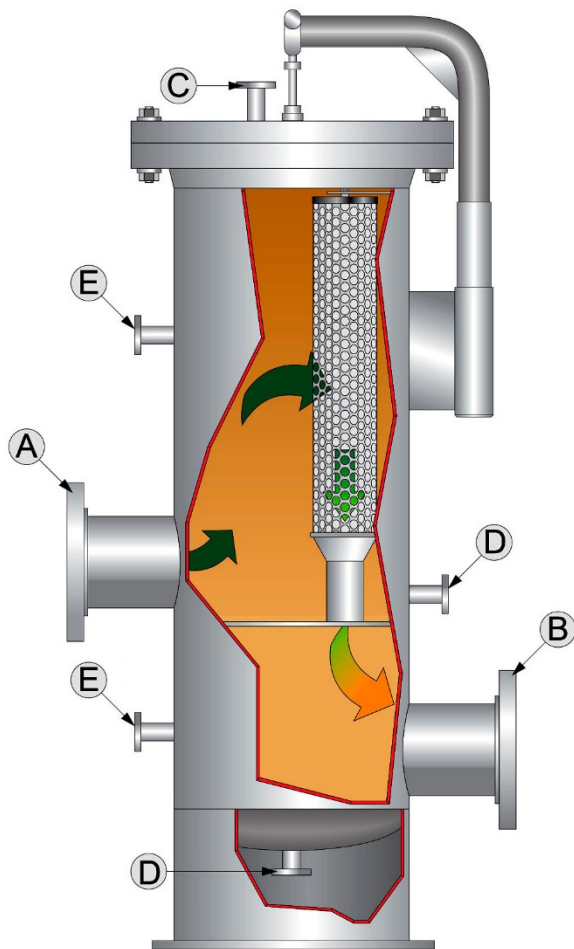
- Коробки для легкого удаления и замены
- Для бОльших значений расхода рекомендуются неподвижные слои
- Чистый углерод с высоким йодным числом
- Наполнение глиняных коробок грунтом
- Характерное содержание угля: 8x30 / 12x40
- Вертикальный поток на неподвижных слоях
- Вертикальный или радиальный поток в коробках

Технологические процессы / области применения

- Гликоли и амины
- Дезодорирование
- Восстановление грунтовых вод
- Обесцвечивание ШФЛУ и других углеводородов

ФИЛЬТРАЦИЯ ГАЗОВ

Фильтры сухого газа



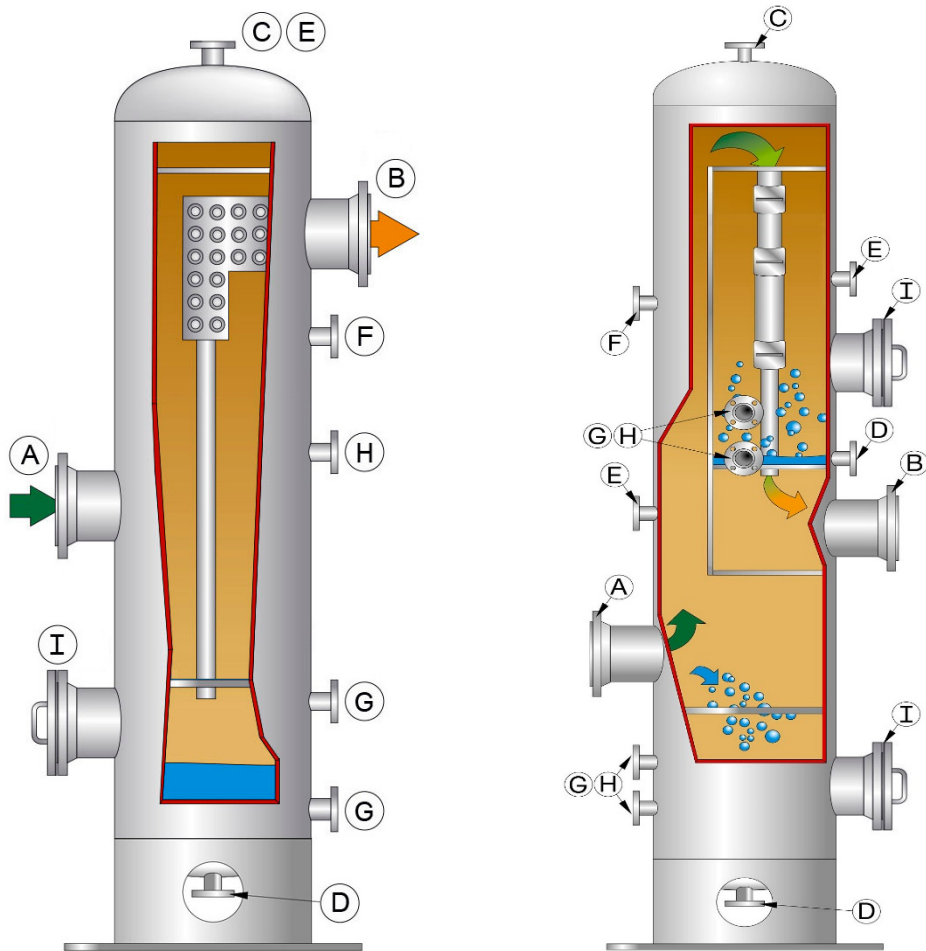
Фильтры для улавливания частиц сухого газа / пыли

- Однobarьерные (только сухой газ, без жидкой фазы)
- Вертикальные и горизонтальные конфигурации
- Как правило, 0,3–100 мкм

Технологические процессы / области применения

- Предварительная фильтрация для сепараторов и коалесцеров
- Фильтрующие слои после молекулярного сита
- Концевые угольные фильтрующие слои
- Измерение и регулировка расхода газа

Газосепараторы / скрубберы



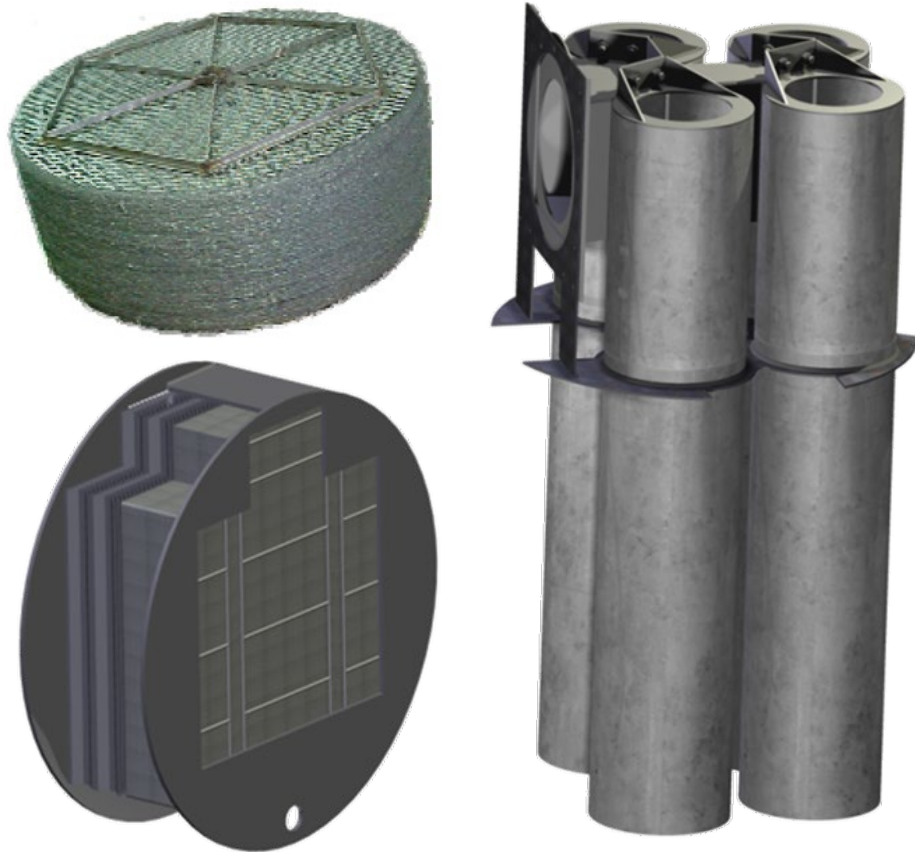
Газожидкостные сепараторы

- Механическая сепарация (без патронов)
- Удаление захваченных жидкостей и связанных с ними твердых частиц
- Производительность: до 3 мкм при 98 %
- Повышенная пропускная способность скрубберов
- Минимально допустимая производительность установки — 4:1
- Самоочищающееся оборудование

Технологические процессы / области применения

- Туманоулавливание газов
- Сброс из устья скважины перед системой сбора
- Аминные и гликолевые колонны выше/ниже по технологической линии
- Всас компрессора (низкая производительность)
- Защита коалесцеров топливного газа

Газовые сепараторы / скрубберы — внутренние устройства



Типы

- Лопasti
- Циклотрубки
- Минициклоны
- Туманоуловители

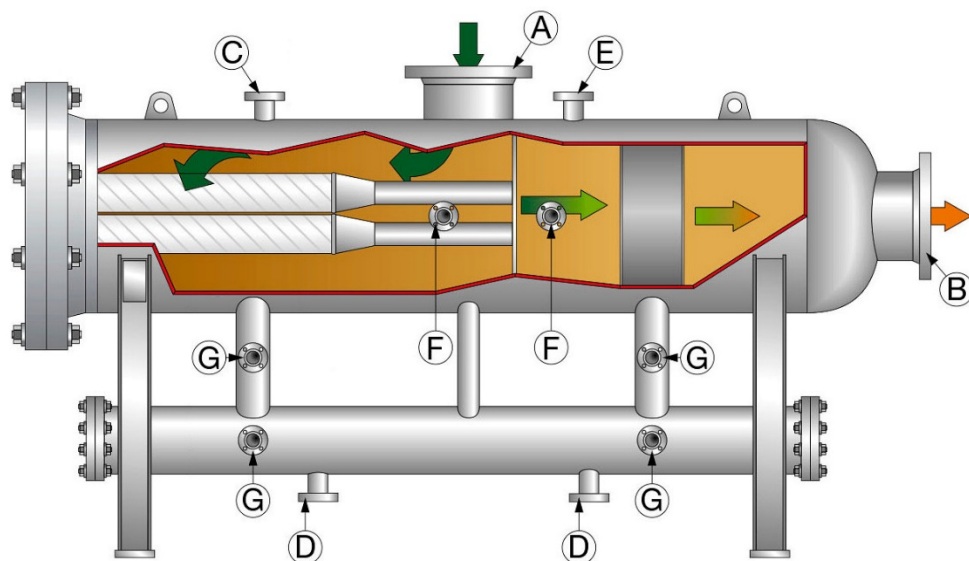
Сепараторы тонкой очистки газа

Сепараторы для отделения газа от жидких и твердых частиц

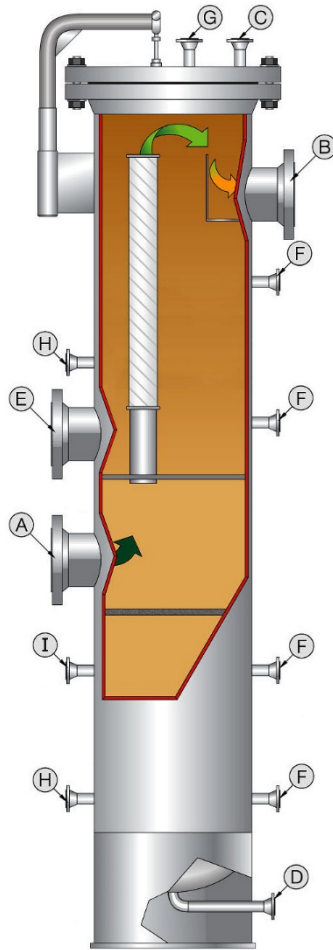
- 2-ступенчатый сепаратор (фильтрующие элементы + туманоуловитель)
- Не для жидкостей с низким поверхностным натяжением, таких как смазочное масло
- Горизонтальные (и вертикальные) конфигурации
- Удаление твердых частиц: до 0,3 мкм при 99,98 %
- Удаление жидких частиц: 1 мкм при 99,98 %
- Удаление жидкости со скоростью до 0,5 галл./мин (1,89 л/мин) на элемент (удельный вес > 0,65)
- Минимально допустимая производительность установки — 10:1

Технологические процессы / области применения

- Предварительная фильтрация для высокопроизводительных коалесцеров
- Всас компрессора
- Топливный газ
- Замерные установки
- Обработка и обезвоживание газа
- Защита контактных колонн
- Узлы учета



Вертикальные газовые коалесцеры



Газожидкостные сепараторы

- 1-ступенчатый газовый коалесцер обратного потока (направление потока — изнутри наружу)
- Эффективны для жидкостей с низким поверхностным натяжением, таких как смазочное масло
- Только вертикальная конфигурация
- Удаление жидких частиц: 0,3 мкм при 99,98 %
- Удаление жидкости со скоростью до 25 галл./сутки (95 л/сутки) на элемент
- Не рекомендуется для твердых частиц
- Минимально допустимая производительность установки — 100 %

Технологические процессы / области применения

- Сторона нагнетания компрессора
- Защита молекулярного сита
- Топливный газ для турбин
- Холодильная установка
- Горелки со сверхнизким выбросом NOx

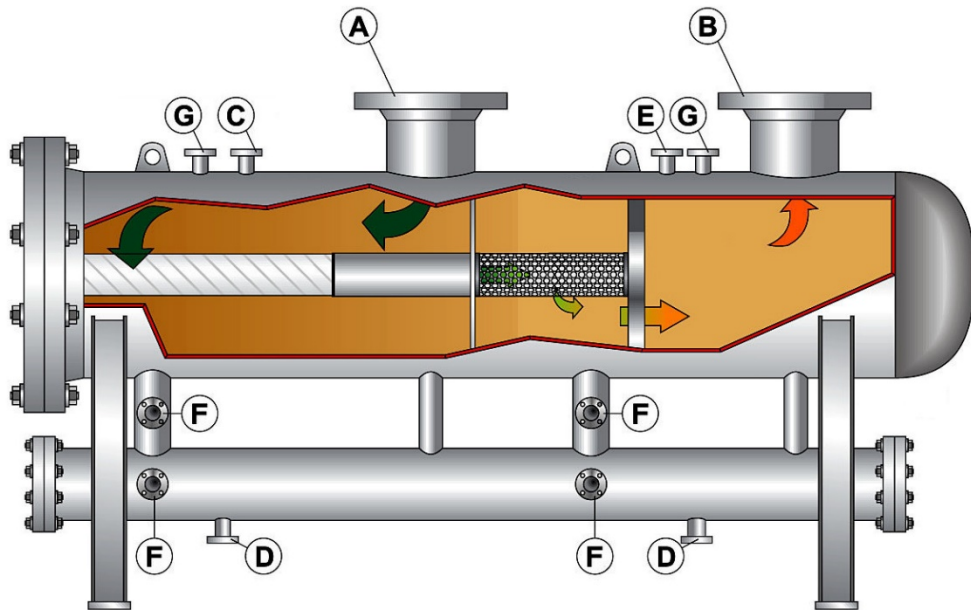
Горизонтальные газовые коалесцеры

Сепараторы для отделения газа от жидких и твердых частиц

- 2-ступенчатый газовый коалесцер (снаружи внутрь / изнутри наружу)
- Эффективны для жидкостей с низким поверхностным натяжением, таких как смазочное масло
- Только горизонтальная конфигурация
- Удаление жидких и твердых частиц: 0,3 мкм при 99,98 %
- 30-кратное увеличение расхода жидкости по сравнению с традиционными газовыми коалесцерами
- Удаление жидкости со скоростью до 0,5 галл./мин (1,89 л/мин) на элемент (удельный вес > 0,65)
- Минимально допустимая производительность установки — 100 %

Технологические процессы / области применения

- Топливный газ
- Горелки со сверхнизким выбросом NOx
- Туманоулавливание и удаление частиц с высокой производительностью
- Удаление жидкостей / аэрозолей с низким поверхностным натяжением
- Большая нагрузка твердых частиц и умеренная нагрузка жидкостей
- Виброустановки
- Выше/ниже компрессоров по технологической линии и т. д.

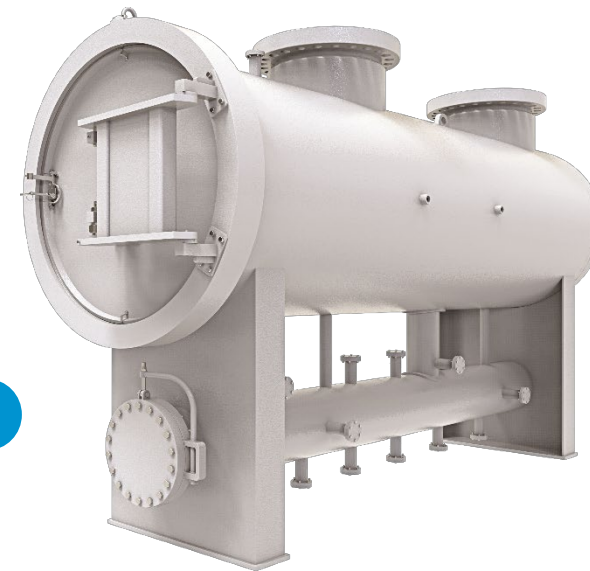


Сепарация газов и жидкостей — эволюция

Фильтр-
сепаратор



Коалесцер с обратным
поток



Горизонтальный
коалесцер

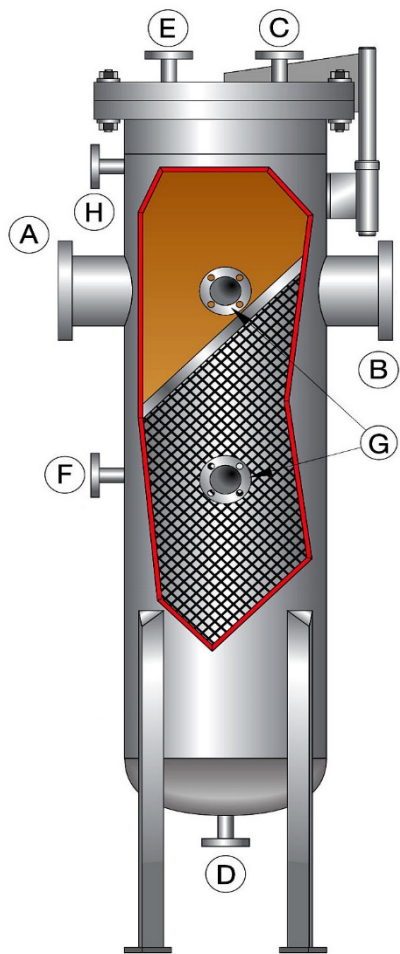
Преимущества:

Сочетание удаления всех сыпучих
твердых веществ
и тонкое коалесцирование

02

Критерии выбора размеров

Сетчатые фильтры



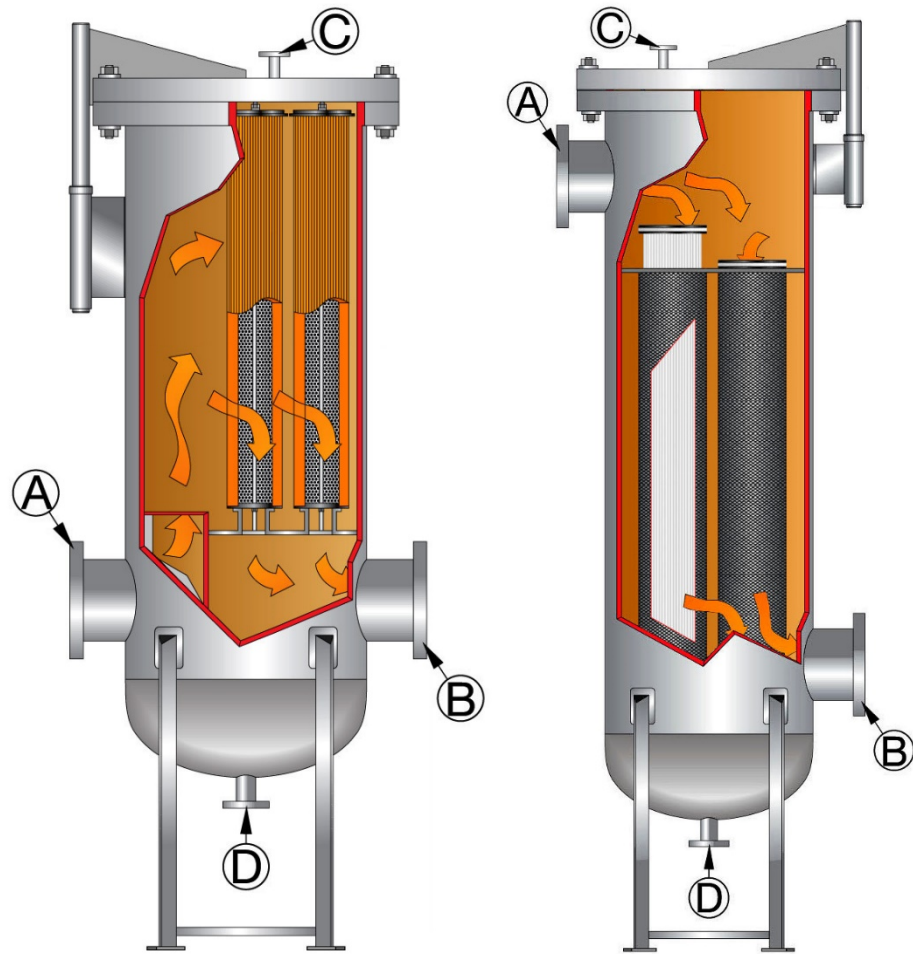
Требуемые параметры

- Расход
- Рабочая температура
- Вязкость и плотность жидкости
- Эффективность фильтрации
- Допустимый перепад давления
- Дополнительно: содержание и распределение твердых частиц, впускной/выпускной штуцер и пр.

Рекомендации/примечания по выбору размеров

- Для частиц размером от 100 мкм
- Скорость частиц на впускном/выпускном штуцере, как правило, < 2–3 м/с (не более 5 м/с)
- Зона фильтрации ~ 4X–5X зона впуска/выпуска
- Площадь корзины ~ 4X площадь поверхности фильтрации
- D аппарата (дюймы) ~ впуск/выпуск (дюймы) + 4

Микрофильтры



Требуемые параметры

- Расход
- Рабочая температура
- Вязкость и плотность жидкости
- Эффективность фильтрации
- Состав жидкой фазы / pH / загрязняющие вещества
- Допустимый перепад давления
- Дополнительно: содержание и распределение твердых частиц, впускной/выпускной штуцер и пр.

Рекомендации/примечания по выбору размеров

- Для частиц размером < 100 мкм (как правило)
- Скорость частиц на впускном/выпускном штуцере, как правило, < 3 м/с
- Выбор технологии фильтрации/фильтрующего материала в зависимости от параметров, совместимости, загрязняющих веществ и др.
- Определение количества патронов в зависимости от суммарного расхода и расхода на патрон (определяется вязкостью жидкости, фильтрующим материалом, допустимым значением dP и т. д.)
- Дополнительно: выбор размеров в зависимости от содержания твердых частиц и минимального времени работы (требуется информация о твердых частицах)

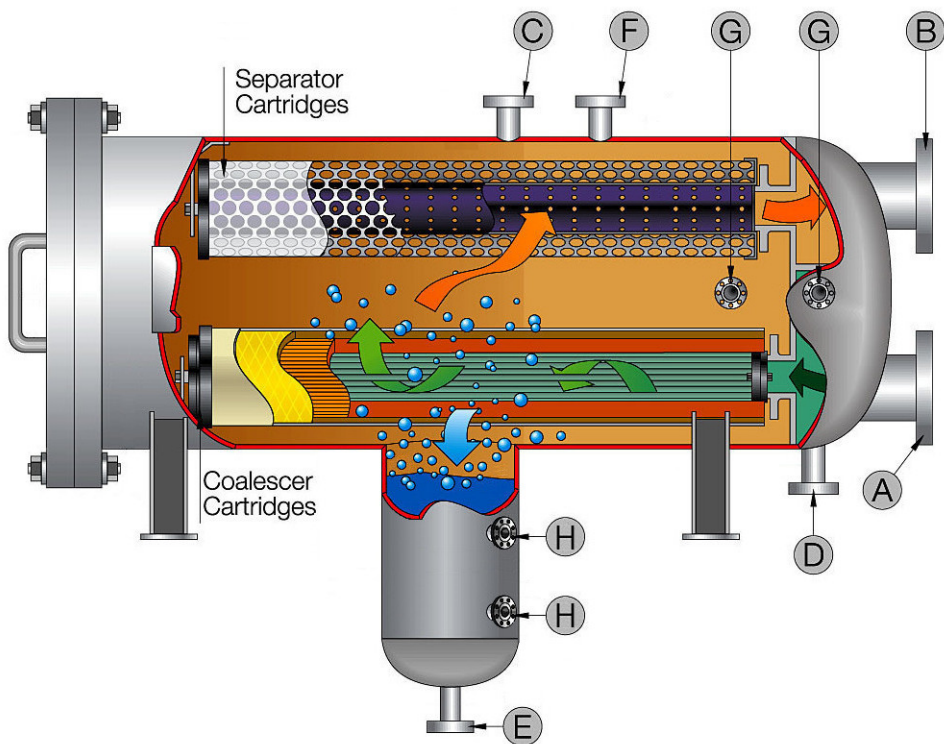
Коалесцеры жидкость/жидкость

Требуемые параметры

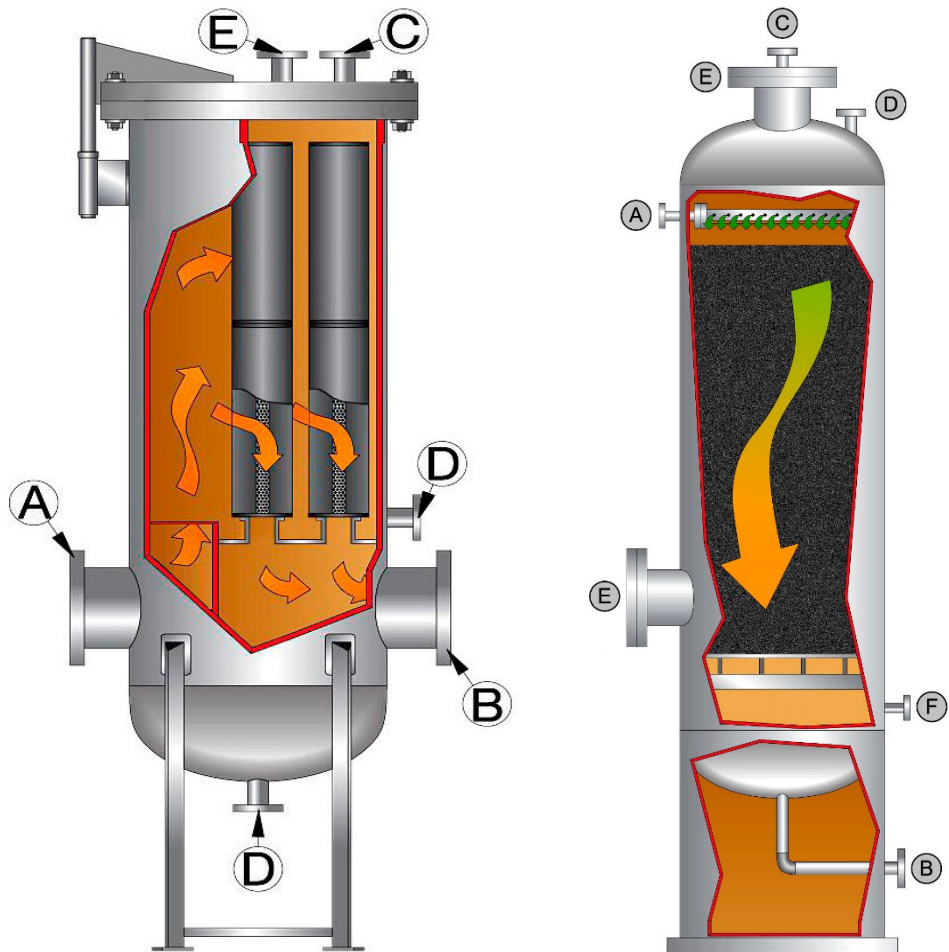
- Расход
- Рабочая температура
- Вязкость и плотность жидкости
- Эффективность фильтрации
- Жидкость/pH/загрязняющие вещества/межфазное натяжение
- Допустимый перепад давления
- Дополнительно: содержание и распределение твердых частиц, впускной/выпускной штуцер и пр.

Рекомендации/примечания по выбору размеров

- При концентрации воды на входе > 1% рекомендуется смена набивки
- При концентрации воды на выходе до 40–50 ч./млн. рекомендуется использование 1 ступени
- На выходе до 5–10 ч./млн. рекомендуется использование 2 ступеней
- Расчет количества патронов коалесцера в зависимости от скорости потока на дюйм (в зависимости от вязкости)
- 2-ступенчатые коалесцеры: расчет количества патронов сепаратора в зависимости от скорости потока на дюйм (в зависимости от вязкости)



Фильтр с активированным углем/глиной



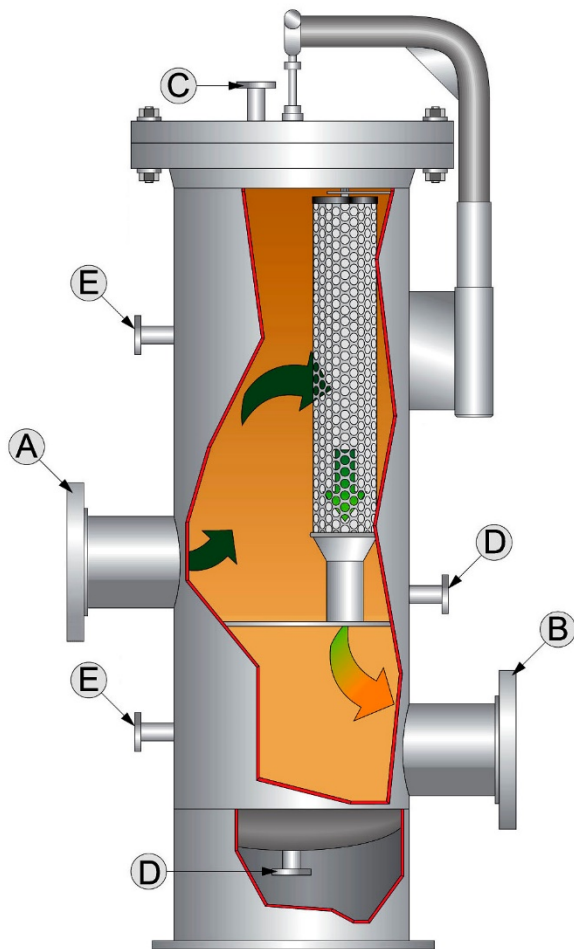
Требуемые параметры

- Расход
- Рабочая температура
- Вязкость и плотность жидкости
- Допустимый перепад давления
- Вертикальная скорость (для фильтров с неподвижным слоем)
- Время выдерживания (для фильтров с неподвижным слоем)
- Дополнительно: концентрация загрязняющих веществ, впускной/выпускной штуцер и пр.

Рекомендации/примечания по выбору размеров

- Коробки используются только для низкого расхода (размер выбирается по скорости 1,5–1,7 гал/мин (5,7–6,4 л/мин) на канистру)
- Коробки можно складывать в штабели до 3 шт. на колонну
- Типичная вертикальная скорость: 10 м/ч (амин) → Диаметр фильтрующего слоя ($Q/v=A$; $A=\pi R^2$; $D=2R$)
- Типичное время выдерживания: 15–20 мин (амин) → Высота фильтрующего слоя ($H=v*tr$)
- Высота фильтрующего слоя в аппарате TL-TL, как правило, в 1,5 раза больше для обеспечения обратной промывки

Фильтры сухого газа



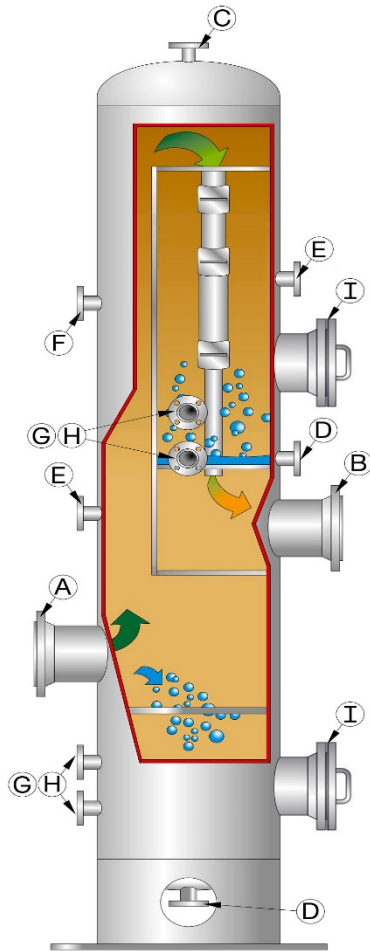
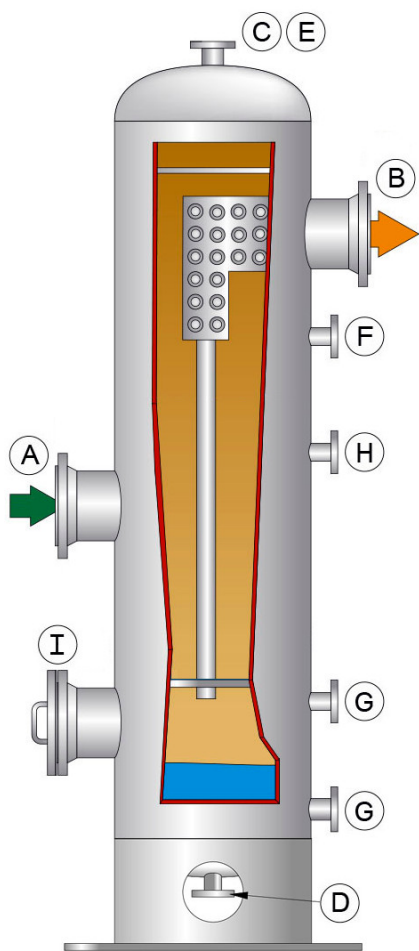
Требуемые параметры

- Расход
- Максимальная рабочая температура
- Минимальное рабочее давление
- Вязкость и плотность / молекулярная масса / состав жидкости
- Допустимый перепад давления
- Дополнительно: загрязняющие вещества, впускной/выпускной штуцер и пр.

Рекомендации/примечания по выбору размеров

- Размеры впускных/выпускных штуцеров выбираются в зависимости от скорости (< 65 футов/с, т. е. < 19 м/с)
- Размеры элементов выбираются по коэффициенту перепада давления K (полученному из принципа Бернулли)
- Дополнительно: выбор размеров в зависимости от содержания твердых частиц (для удаления продуктов коррозии в трубопроводах и т. п.) при условии предоставления информации

Газосепараторы / скрубберы



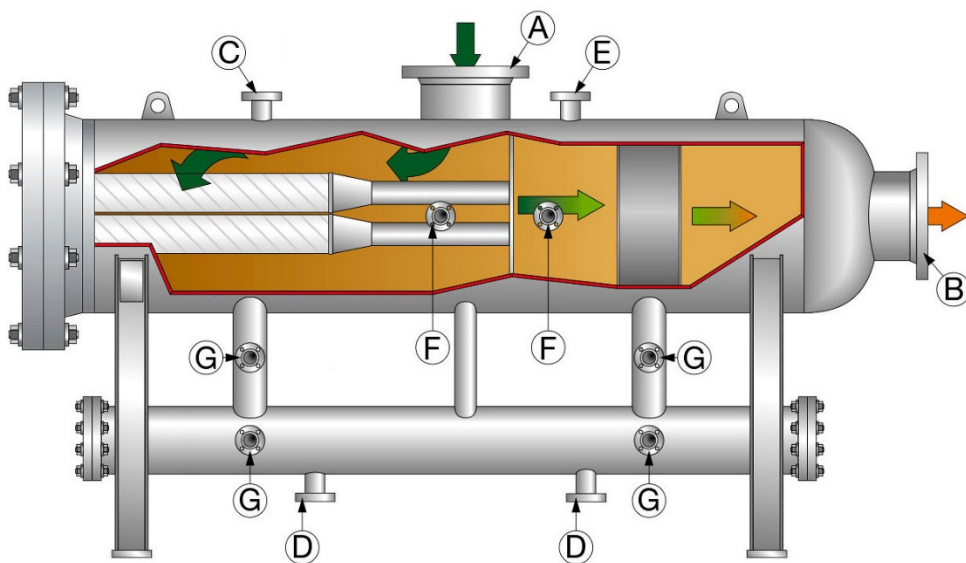
Требуемые параметры

- Максимальный и минимальный расход
- Максимальная рабочая температура
- Минимальное рабочее давление
- Вязкость и плотность / молекулярная масса / состав жидкости
- Допустимый перепад давления
- Дополнительно: загрязняющие вещества, впускной/выпускной штуцер и пр.

Рекомендации/примечания по выбору размеров

- Размеры впускных/выпускных штуцеров выбираются в зависимости от скорости (< 60 футов/с, т. е. < 18 м/с)
- Определение размеров внутренних элементов в зависимости от выбранной технологии: мультициклоны, циклотрубки, лопасти и т. д. (главным образом, в зависимости от скорости)

Сепараторы тонкой очистки газа



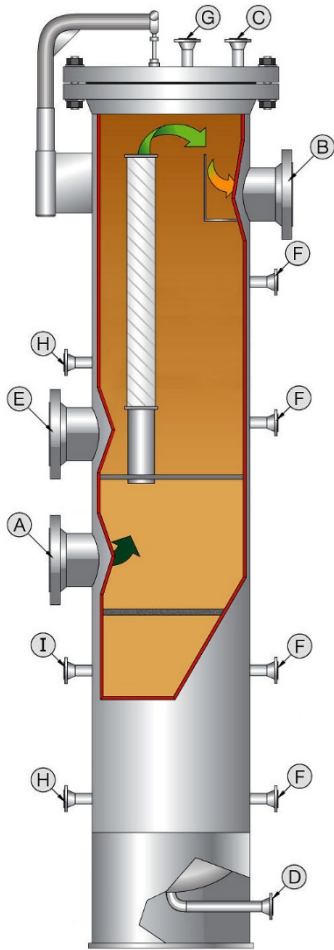
Требуемые параметры

- Максимальный и минимальный расход
- Максимальная рабочая температура
- Минимальное рабочее давление
- Вязкость и плотность / молекулярная масса / состав жидкости
- Допустимый перепад давления
- Дополнительно: загрязняющие вещества, впускной/выпускной штуцер и пр.

Рекомендации/примечания по выбору размеров

- Размеры впускных/выпускных штуцеров выбираются в зависимости от скорости (< 60 футов/с, т. е. < 18 м/с)
- Размеры элементов выбираются по коэффициенту перепада давления K (полученному из принципа Бернулли)
- Расчет 2-й ступени (лопасти, циклотрубки и пр.) по коэффициенту K (скорости)
- Дополнительно: выбор размеров в зависимости от содержания твердых частиц (для удаления продуктов коррозии в трубопроводах и т. п.) или содержания жидкой фазы при условии предоставления информации

Вертикальные газовые коалесцеры



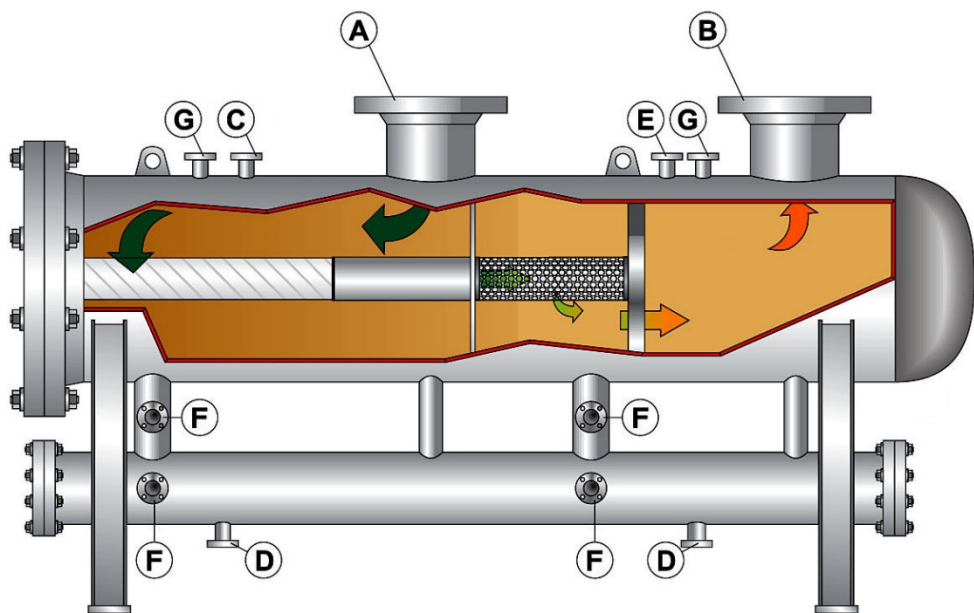
Требуемые параметры

- Максимальный расход
- Максимальная рабочая температура
- Минимальное рабочее давление
- Вязкость и плотность / молекулярная масса / состав жидкости
- Допустимый перепад давления
- Дополнительно: загрязняющие вещества, впускной/выпускной штуцер и пр.

Рекомендации/примечания по выбору размеров

- Размеры впускных/выпускных штуцеров выбираются в зависимости от скорости (< 60 футов/с, т. е. < 18 м/с)
- Размеры элементов выбираются по коэффициенту перепада давления K (полученному из принципа Бернулли)
- Дополнительно: выбор размеров в зависимости от содержания жидкой фазы при условии предоставления информации

Горизонтальные газовые коалесцеры



Требуемые параметры

- Максимальный расход
- Максимальная рабочая температура
- Минимальное рабочее давление
- Вязкость и плотность / молекулярная масса / состав жидкости
- Допустимый перепад давления
- Дополнительно: загрязняющие вещества, впускной/выпускной штуцер и пр.

Рекомендации/примечания по выбору размеров

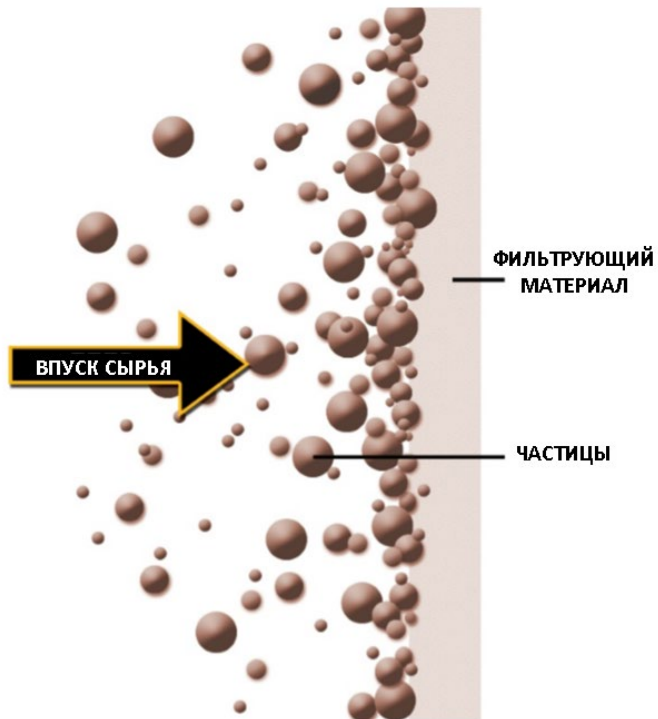
- Размеры впускных/выпускных штуцеров выбираются в зависимости от скорости (< 65 футов/с, т. е. < 19 м/с)
- Размеры элементов выбираются по коэффициенту перепада давления K (полученному из принципа Бернулли)
- Дополнительно: выбор размеров в зависимости от содержания твердых частиц (для удаления продуктов коррозии в трубопроводах и т. п.) или содержания жидкой фазы при условии предоставления информации

03

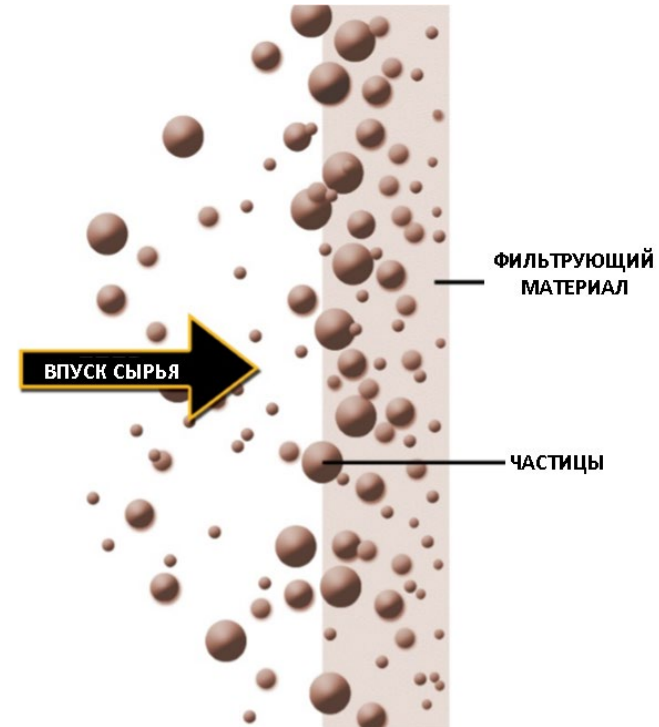
Патроны и фильтрующие материалы

Механизмы фильтрации

Поверхностная фильтрация

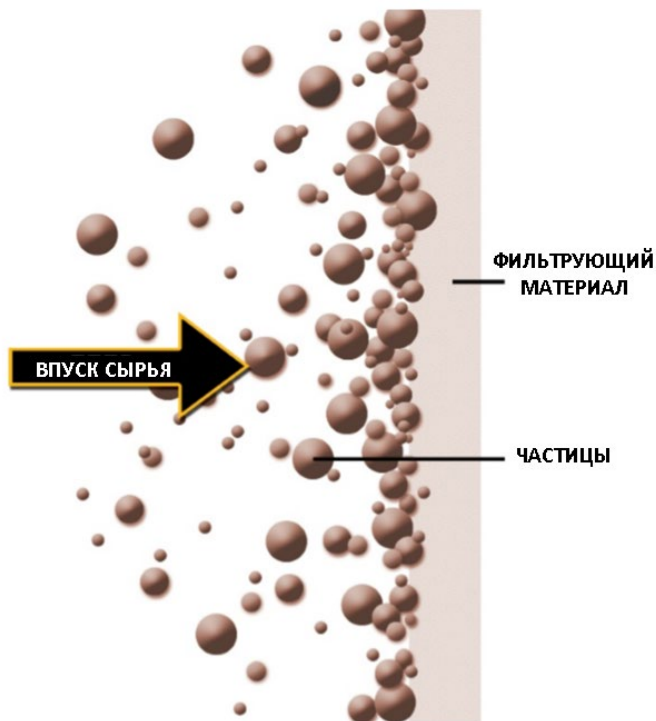


Глубинная фильтрация

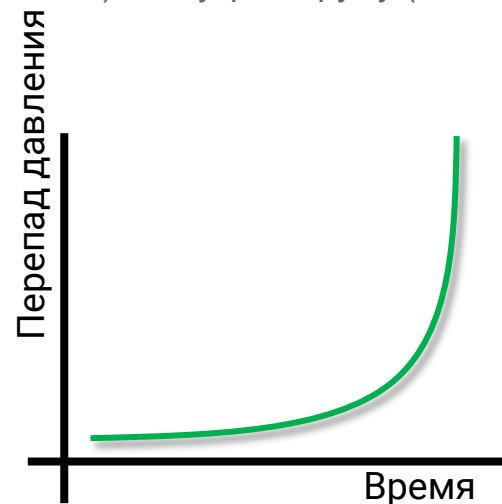


Механизмы фильтрации

Поверхностная фильтрация

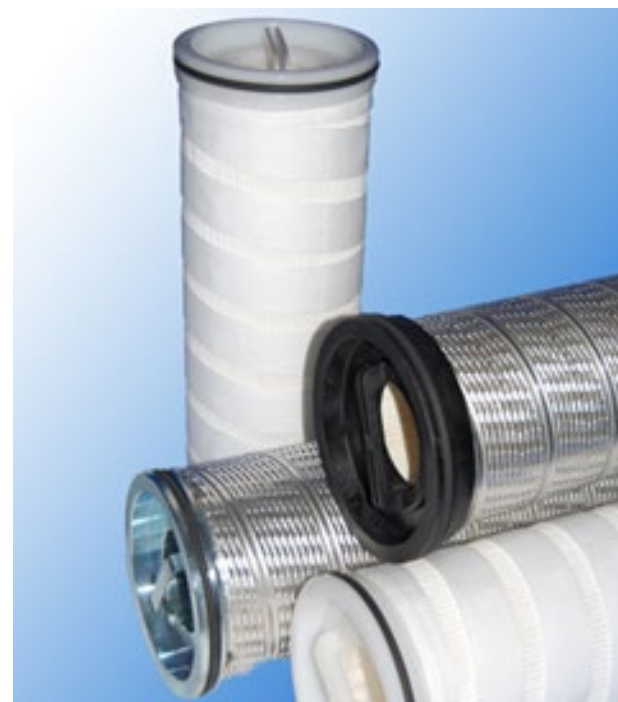
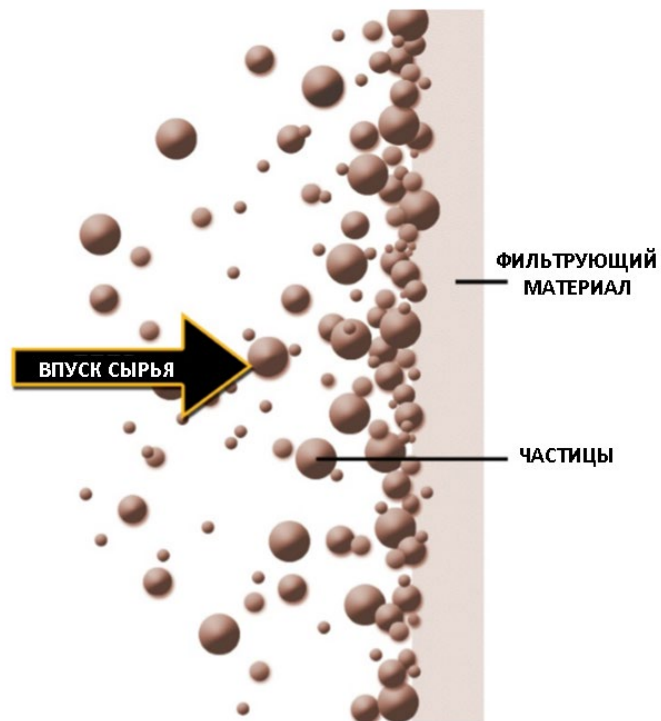


- Использование грубой фильтрации/просеивания для удаления частиц, размер которых превышает размер пор фильтрующего материала
- Поверхность способствует образованию осадка из пористых частиц, что способствует повышению эффективности фильтрации.
- Рекомендуется для жестких загрязняющих веществ (песок, окалина, осушители и т. п.)
- Фильтрующие материалы: Полиэтилен, полипропилен, целлюлоза, стекло и пр.
- Направление потока: снаружи внутрь (традиционный расход) / изнутри наружу (высокий расход)



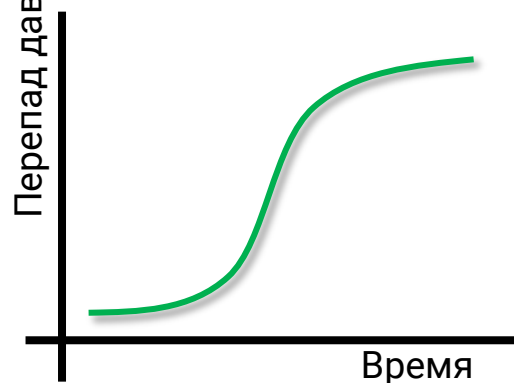
Механизмы фильтрации

Поверхностная фильтрация

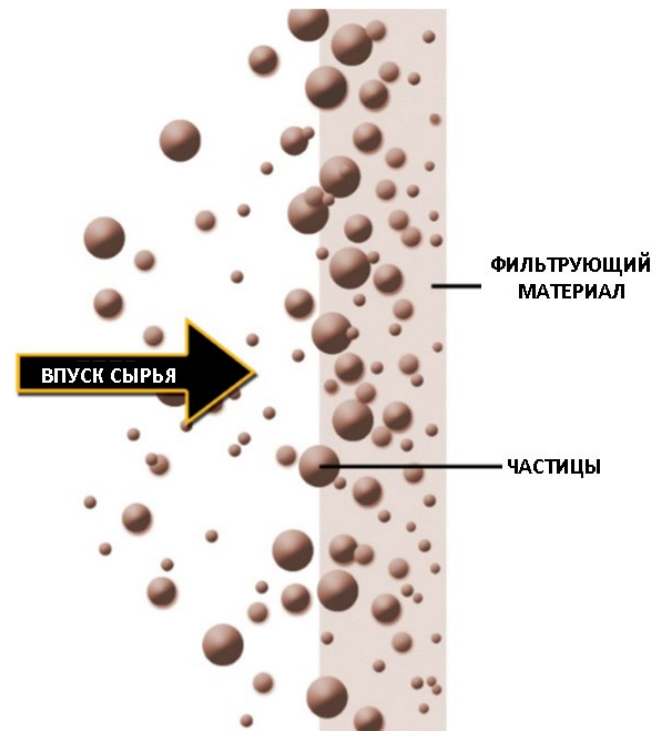


Механизмы фильтрации

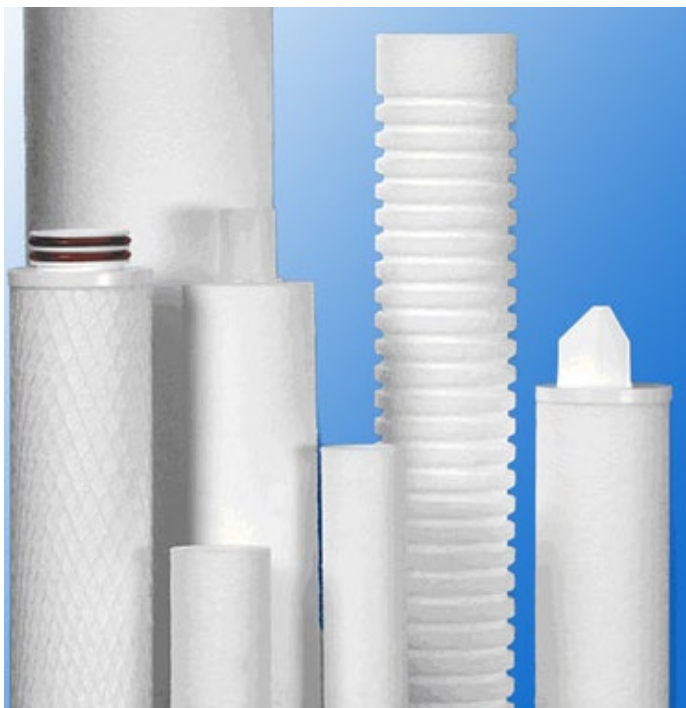
- Использование механизмов грубой фильтрации/просеивания, столкновения и диффузии частиц для захвата и удержания их на поверхности и по всей глубине фильтрующего материала
- Возможность улавливания частиц меньшего размера, чем средний размер пор
- Рекомендуется для **полутвердых загрязняющих веществ и деформируемых частиц** (воск, гель, влажные продукты коррозии в трубопроводах и др.)
- Фильтрующие материалы: Полиэтилен, полипропилен, целлюлоза, стекло и пр.
Направление потока: снаружи внутрь



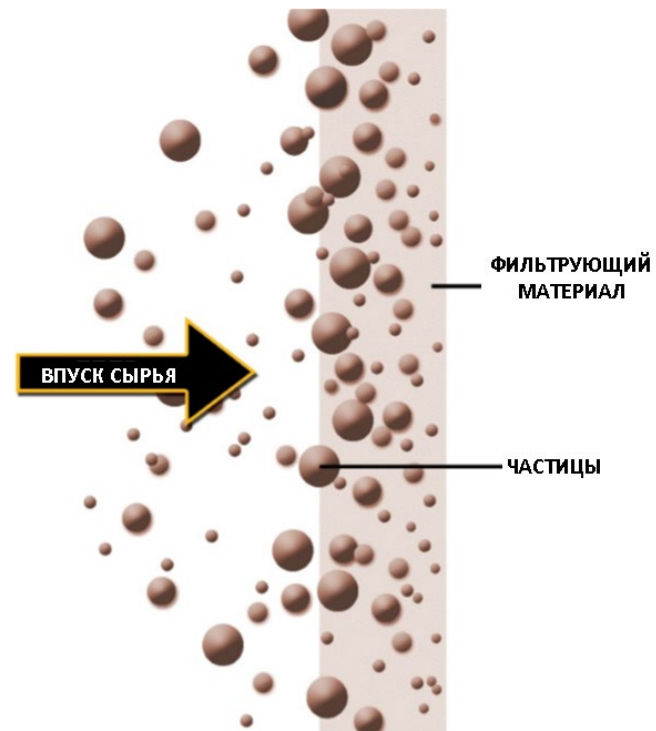
Глубинная фильтрация



Механизмы фильтрации



Глубинная фильтрация



Выбор температурного режима — общие правила

Материал	Температура
Полипропилен	< 180 °F (82 °C)
Стекловолокно или полиэфир	< 240 °F (116 °C)
Целлюлоза	< 275 °F (135 °C)
Хлопок	240–300 °F (116 – 149 °C)
Нейлон	300–350 °F (149 °C – 177 °C)
Стекло/номекс	350–425 °F (177 – 218 °C)

Выбор pH — общие правила

Материал	pH
Полипропилен	0–14
Стекловолокно или полиэфир	3–9
Целлюлоза	3–11
Хлопок	0–14
Нейлон	5–9
Стекло/номекс	3–9

Газовые частицы — рекомендации

Области применения	Фильтрующие материалы
Природный газ (< 240 °F/116 °C)	Полиэфир
Природный газ (> 240 °F/116 °C)	Стекло
Природный газ с амином (< 180 °F/82 °C)	Полипропилен
Природный газ с амином (> 180 °F/82 °C)	Стекло

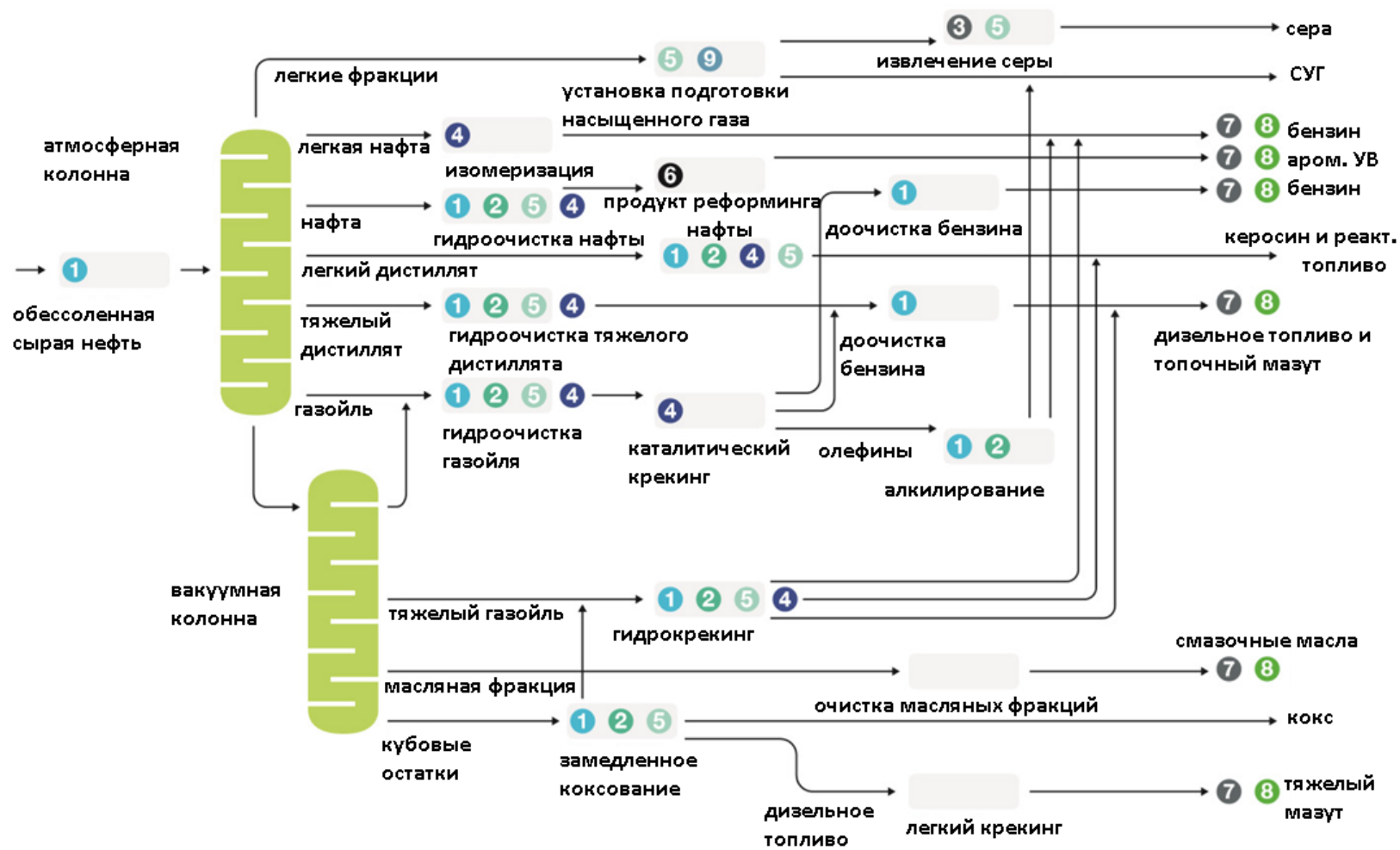
Жидкие частицы — рекомендации

Области применения	Фильтрующие материалы
Вода (< 180 °F/82 °C)	Полипропилен
Углеводород (< 250 °F/121 °C)	Целлюлоза или стекло
Углеводород (> 250 °F/121 °C)	Стекло
Смазочное масло	Целлюлоза или полиэфир
Амин (< 180 °F/82 °C)	Полипропилен
Амин (> 180 °F/82 °C)	Хлопок
Гликоль (< 250 °F/121 °C)	Полиэфир или стекло
Гликоль (> 250 °F/121 °C)	Хлопок

04

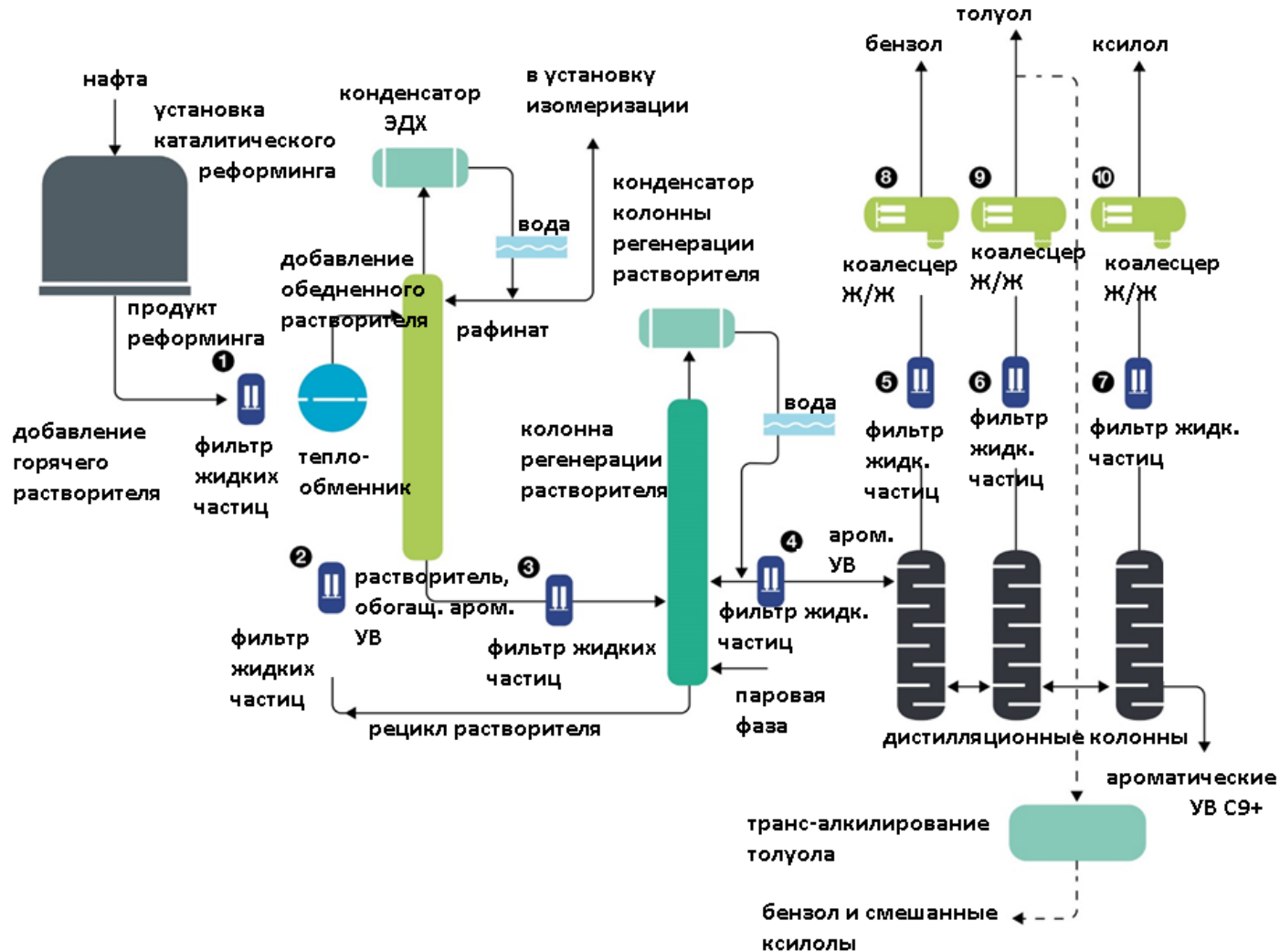
Характерные области применения

Нефтегазоперерабатывающий завод — общий обзор



области применения

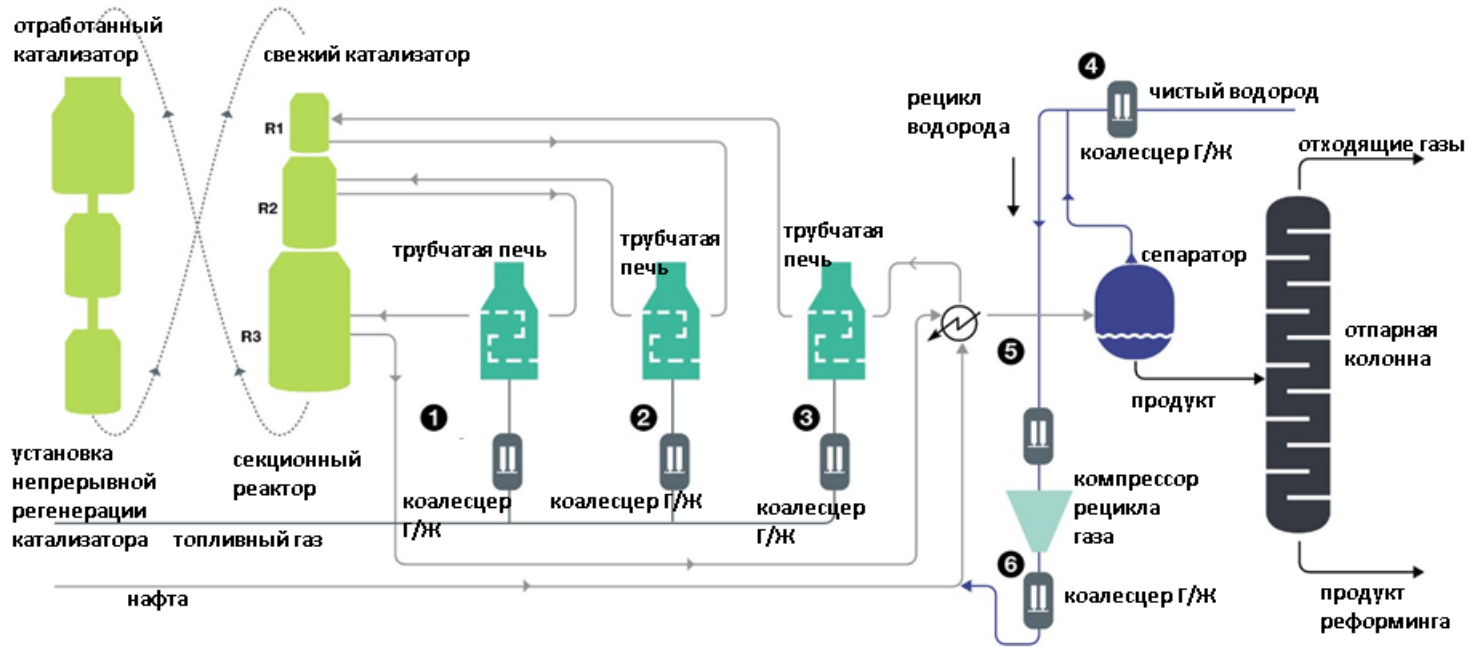
Извлечение БТК (бензола, толуола, ксилола)



Узел	Преимущество
1-4	<ul style="list-style-type: none"> - Защита оборудования ниже по технологической линии - Предотвращение засорения теплообменника и колонны - Снижение пенообразования
5-7	<ul style="list-style-type: none"> - Защита коалесцера и другого оборудования ниже по технологической линии - Эффективное использование коалесцеров для удаления воды из конечной продукции
8-10	<ul style="list-style-type: none"> - Поддержание характеристик поставляемой конечной продукции - Снижение затрат на утилизацию, обслуживание и переработку

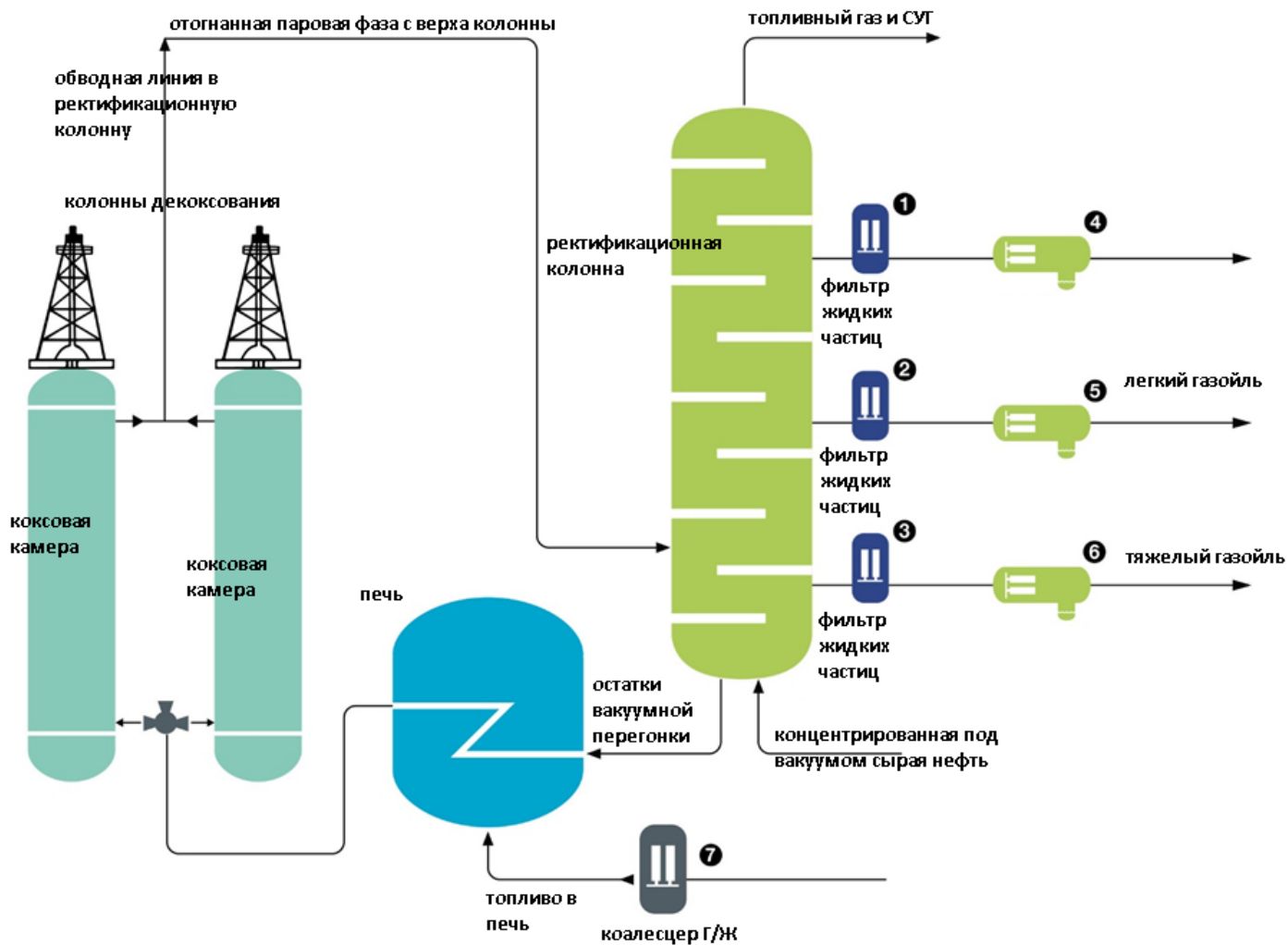
области применения

Непрерывный каталитический реформинг



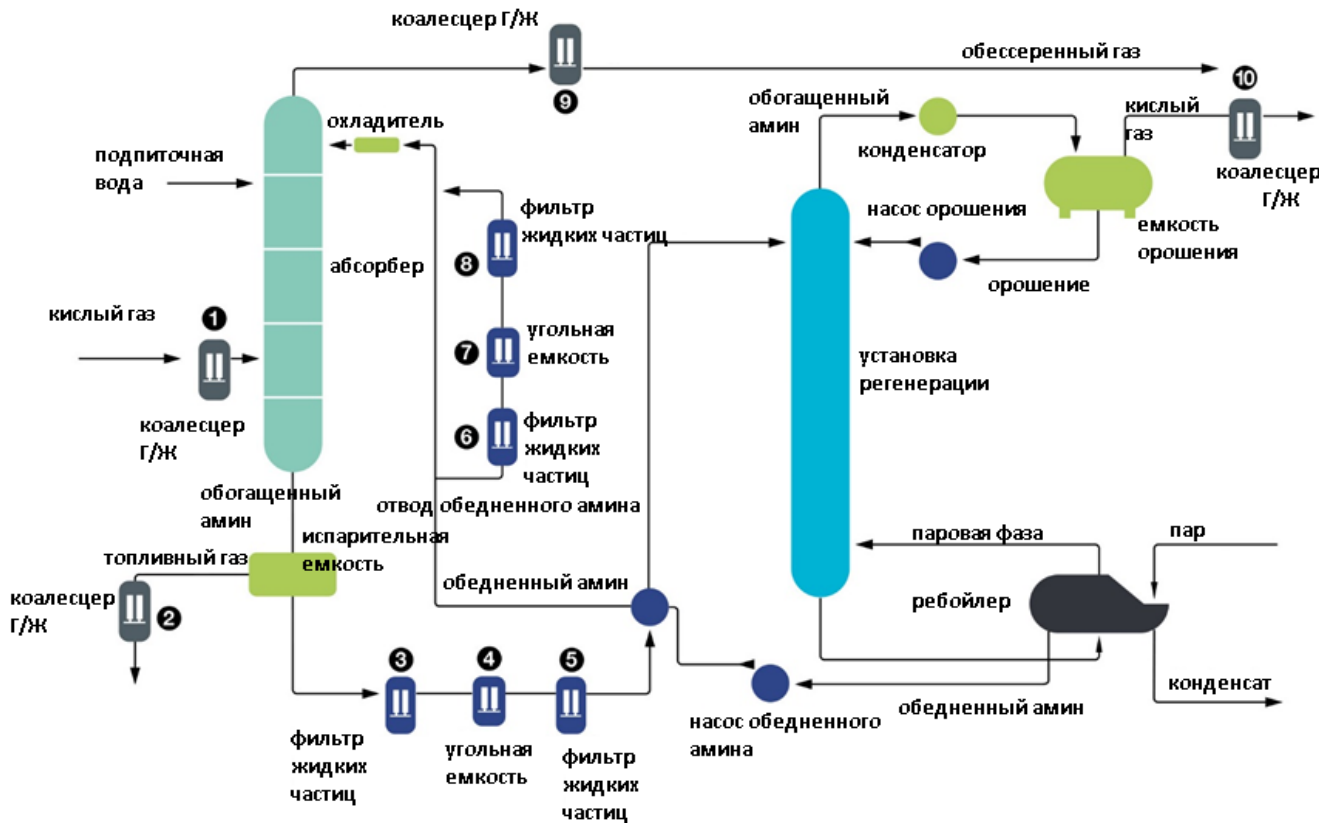
Узел	Преимущество
1–3	- Повышение производительности горелки, увеличение срока службы и снижение затрат на техническое обслуживание.
4	- Защита компрессора и оборудования ниже по технологической линии
5	- Защита компрессора, снижение степени загрязнения катализатора, повышение надежности
6	- Снижение затрат на техническое обслуживание и повышение производительности реактора

Замедленное коксование



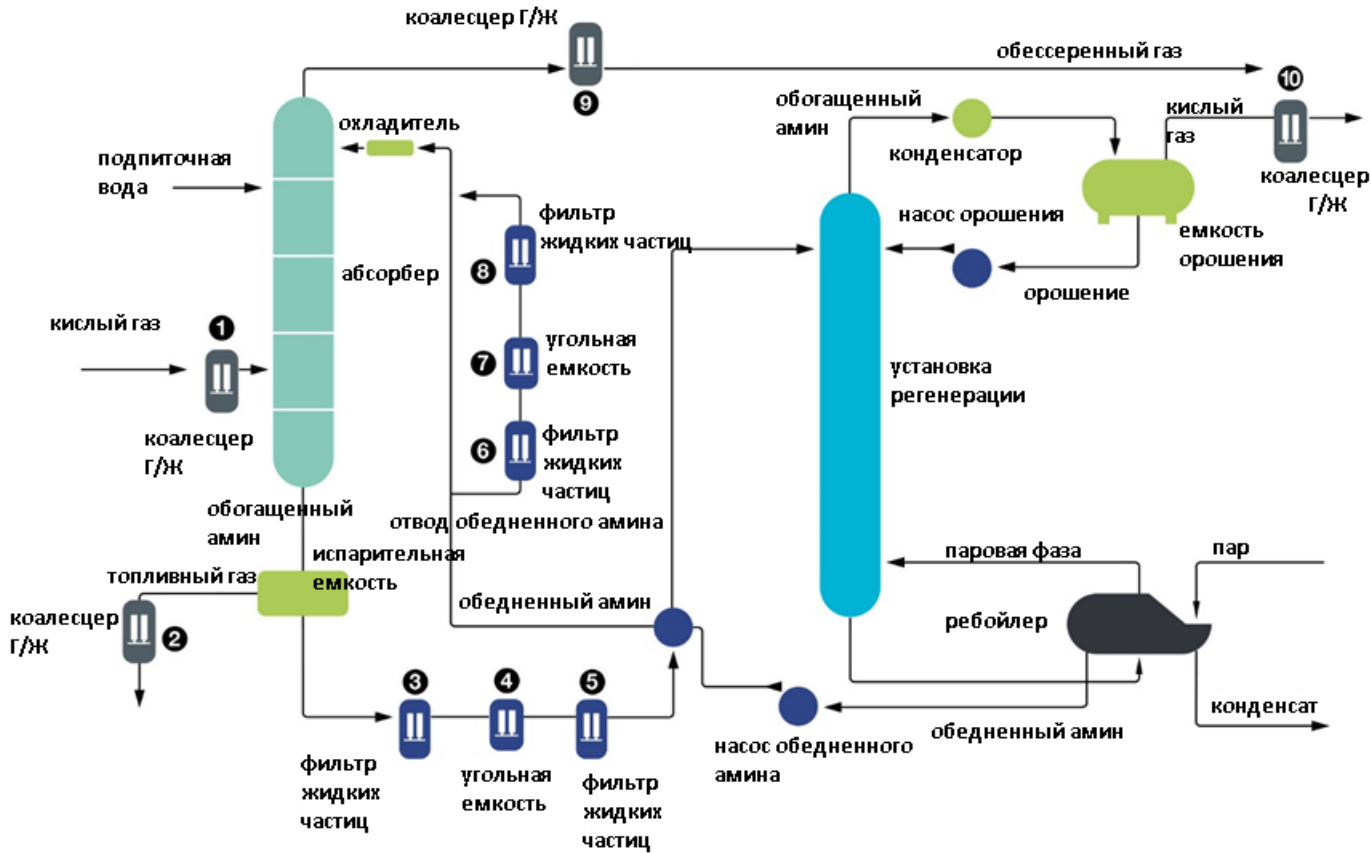
Узел	Преимущество
1–3	<ul style="list-style-type: none"> - Защита коалесцеров жидкой фазы и оборудования ниже по технологической линии - Поддержание технических характеристик конечной продукции и сырья
4–6	<ul style="list-style-type: none"> - Защита оборудования ниже по технологической линии - Поддержание технических характеристик конечной продукции и сырья
7	<ul style="list-style-type: none"> - Повышение производительности горелки, увеличение срока службы и снижение затрат на техническое обслуживание.

Обессеривание газа (аминовая система) [1/2]



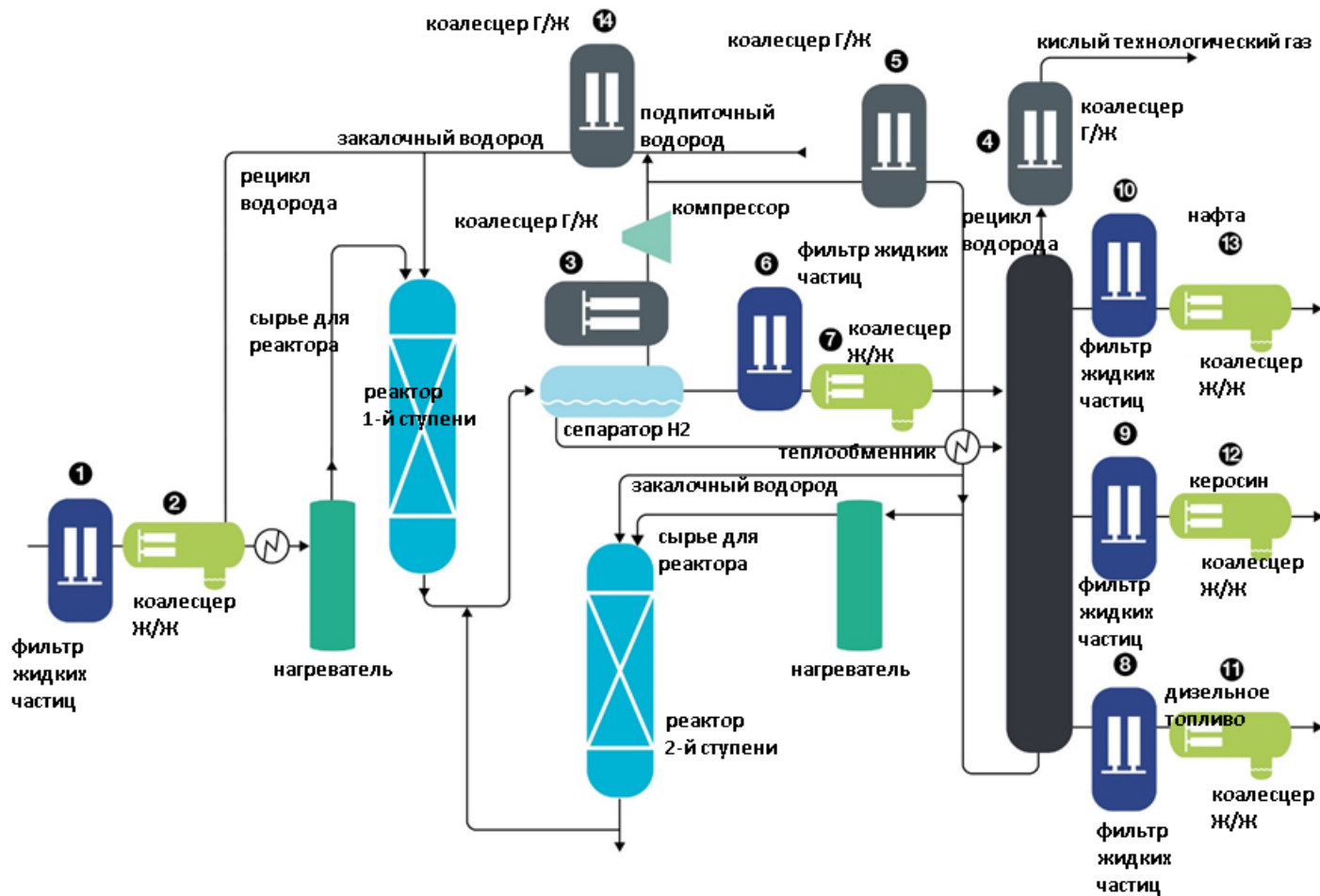
Узел	Преимущество
1	- Снижение пенообразования и засорения абсорбера, повышение абсорбции и производительности угольного фильтра
2	- Поддержание качества топливного газа и защита оборудования ниже по технологической линии
3	- Предотвращение закупоривания угольного фильтра, засорения ребойлера и теплообменника и уменьшение пенообразования.
4	- Снижение пенообразования амина в регенераторе (отпарной колонне) и предотвращение разрушения активной зоны в ребойлере
5	- Защита оборудования ниже по технологической линии Предотвращение засорения теплообменника и ребойлера

Обессеривание газа (аминовая система) [2/2]



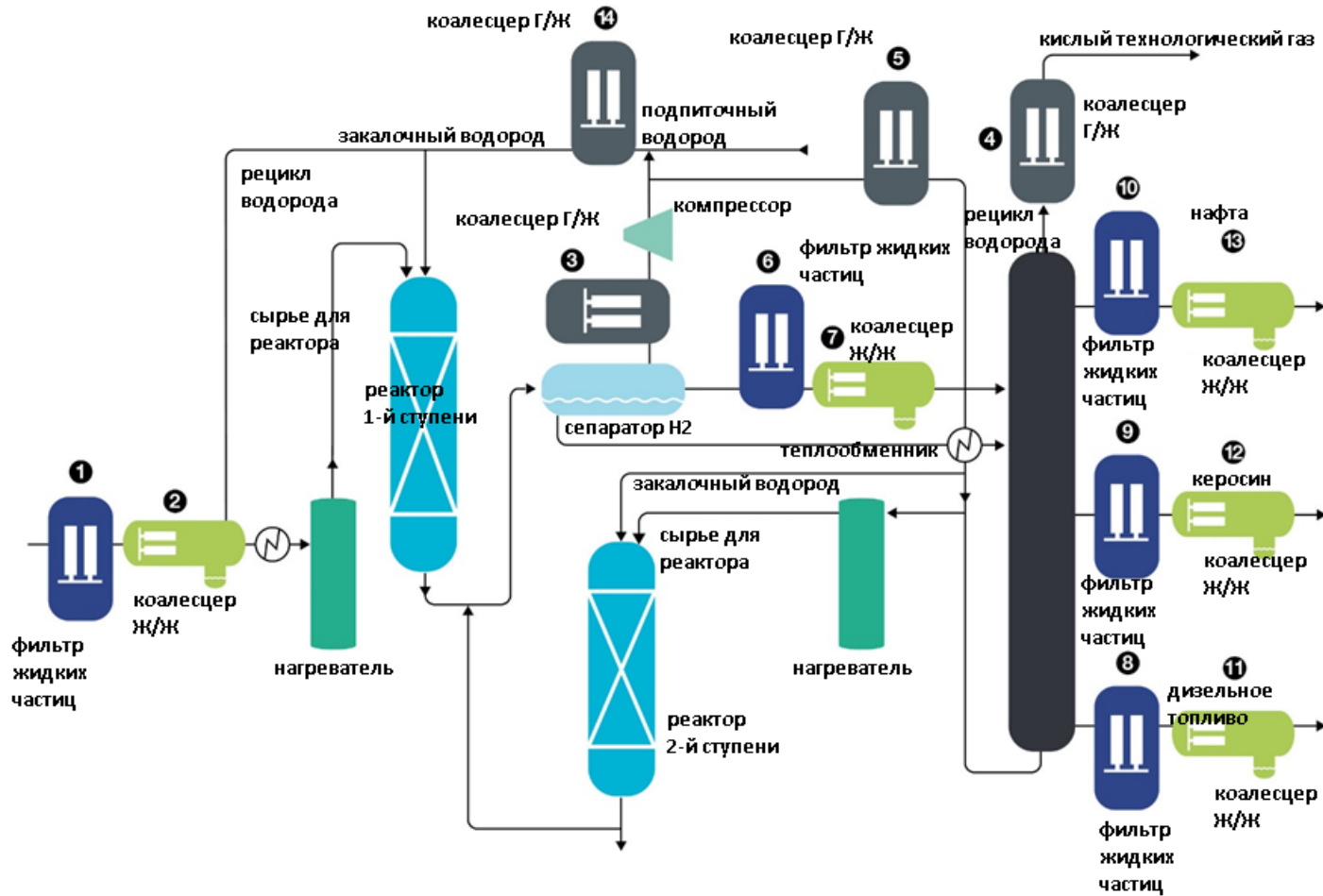
Узел	Преимущество
6	- Снижение пенообразования, предотвращение засорения углеродного фильтра и абсорбера
7	- Снижение коррозии и склонности к пенообразованию в системе, а также поддержание активности растворителя
8	- Защита оборудования ниже по технологической линии и предотвращение засорения абсорбера
9	- Защита оборудования и технологических процессов ниже по технологической линии
10	- Защита оборудования ниже по технологической линии - Снижение затрат на обслуживание и времени простоя установки регенерации серы

Гидрокрекинг [1/2]



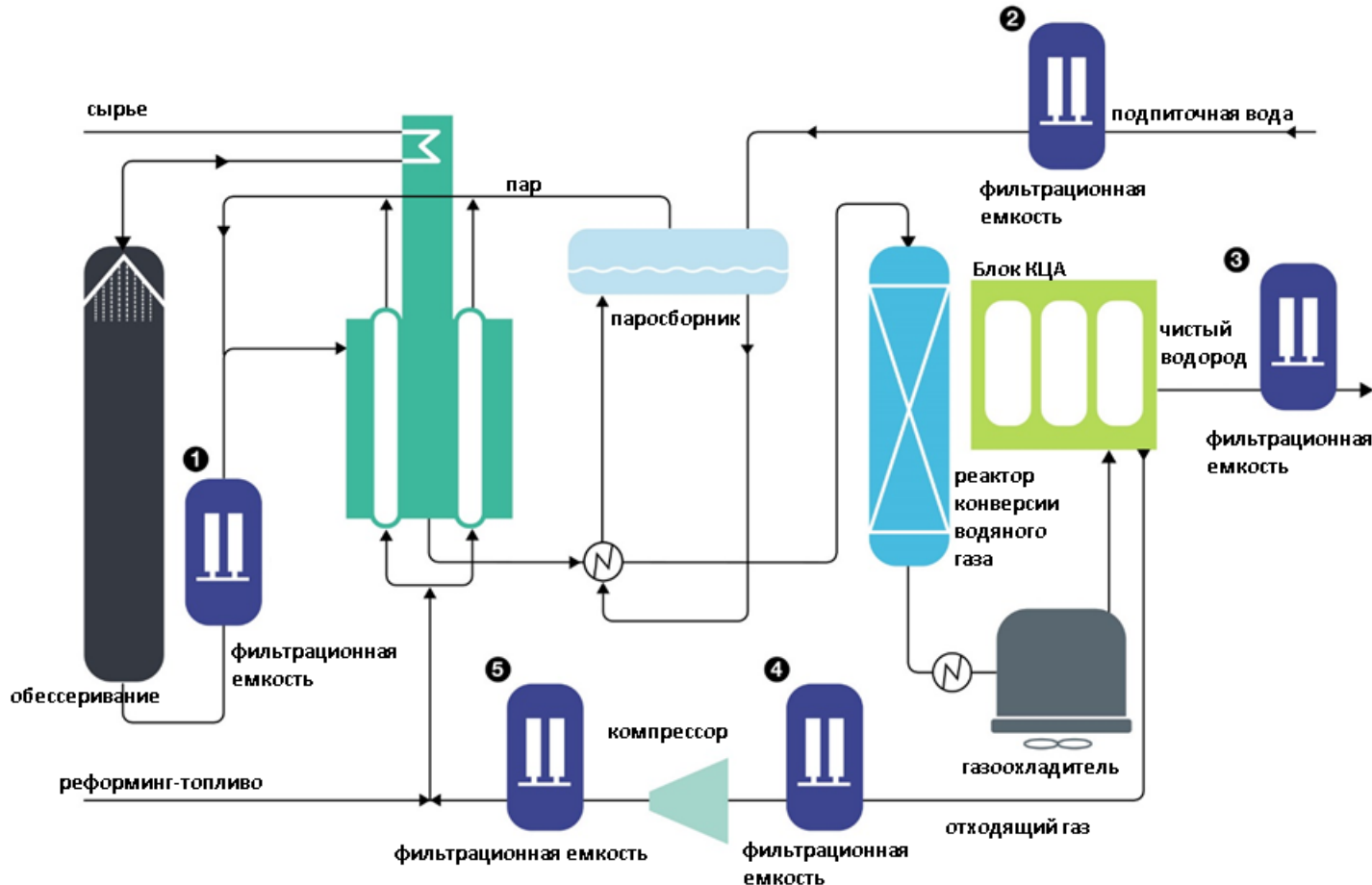
Узел	Преимущество
1	- Защита коалесцера, предотвращение внеплановых простоев реактора, уменьшение засорения теплообменников, продление времени между проведением технического обслуживания и остановками, уменьшение количества замен катализатора
2	- Предотвращение внеплановых простоев реактора и засорения теплообменников, защита оборудования ниже по технологической линии и продление срока службы слоя катализаторов
3	- Эффективная работа компрессора водорода и значительное снижение затрат на техническое обслуживание.
4–5	- Снижение затрат на техническое обслуживание и повышение производительности реактора

Гидрокрекинг [2/2]



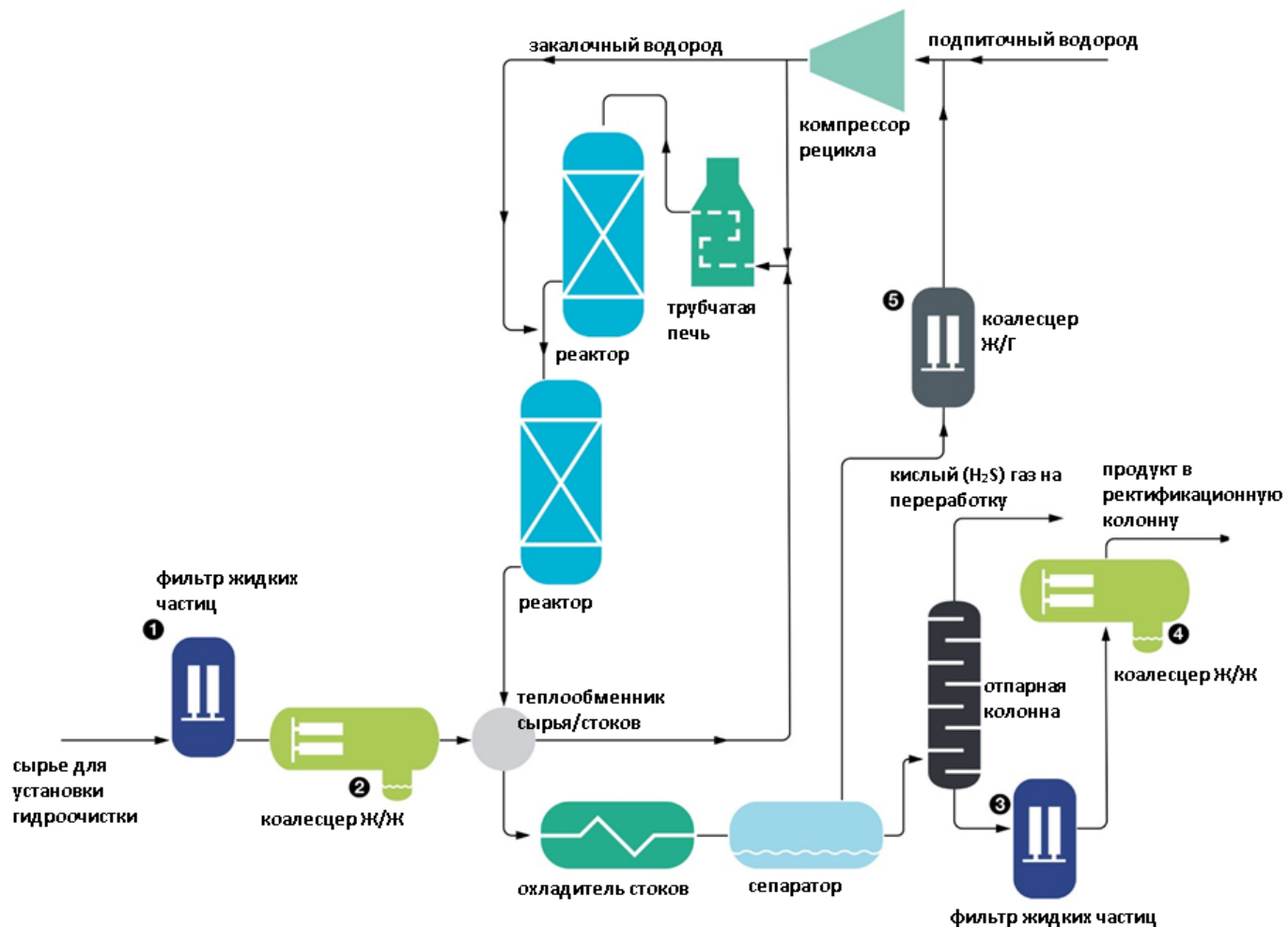
Узел	Преимущество
6	- Повышение производительности коалесцера и защита оборудования ниже по технологической линии
7	- Поддержание производительности ректификационной колонны путем предотвращения накопления загрязнений на пластинах сепаратора
8–10	- Защита коалесцеров жидкой фазы и оборудования ниже по технологической линии. - Поддержание характеристик конечной продукции
11–13	- Защита оборудования ниже по технологической линии - Поддержание характеристик конечной продукции
14	- Предотвращение загрязнения аминов в установке регенерации водорода

Производство водорода



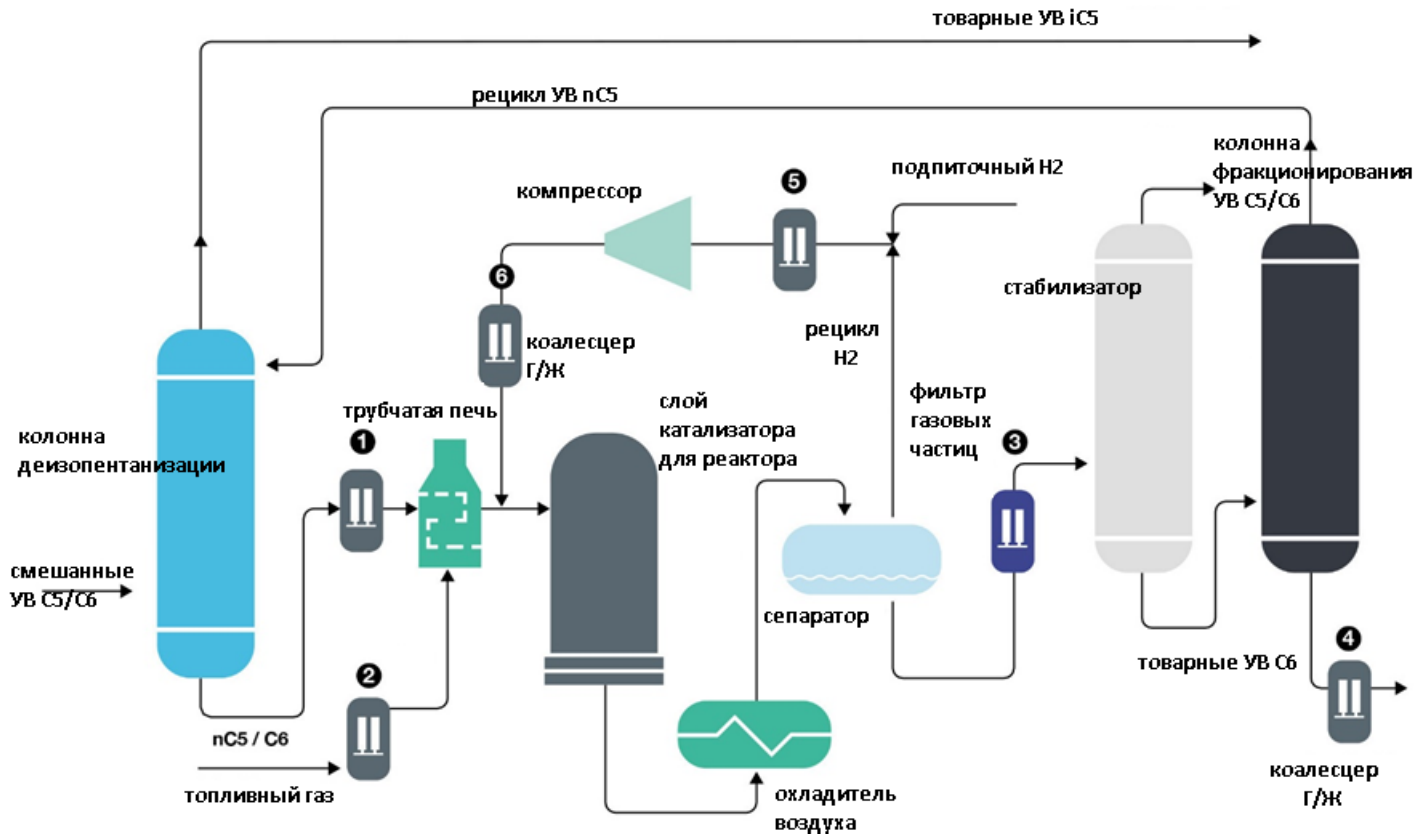
Узел	Преимущество
1	- Повышение эффективности реформинга, увеличение срока службы и снижение затрат на техническое обслуживание
2	- Улучшение теплообмена и контроля технологического процесса - Снижение затрат на обслуживание и поддержание оптимальной производительности установки
3	- Поддержание качества газообразного водорода
4	- Эффективная работа компрессора водорода и значительное снижение затрат на техническое обслуживание.
5	- Снижение затрат на техническое обслуживание и повышение производительности печи

Гидроочистка



Узел	Преимущество
1	- Предотвращение внеплановых простоев реактора; уменьшение засорения теплообменников, продление времени между проведением технического обслуживания и остановками; уменьшение количества замен катализатора
2	- Предотвращение внеплановых простоев реактора и засорения теплообменников, продление срока службы слоя катализаторов
3	- Защита оборудования ниже по технологической линии и снижение затрат на обслуживание и трудозатрат
4	- Поддержание технических характеристик жидкого топлива, защита оборудования ниже по технологической линии, снижение расходов на техническое обслуживание
5	- Эффективная работа компрессора водорода и значительное снижение затрат на техническое обслуживание.

Изомеризация



Узел	Преимущество
1	- Предотвращение внеплановых простоев реактора, продление срока службы слоя катализаторов
2	- Повышение производительности горелки, увеличение срока службы и снижение затрат на техническое обслуживание.
3	- Поддержание эффективной работы по удалению катализаторной пыли, которая может загрязнять внутренние компоненты стабилизатора
4	- Защита оборудования ниже по технологической линии
5	- Эффективная работа компрессора водорода и значительное снижение затрат на техническое обслуживание.
6	- Снижение затрат на техническое обслуживание и повышение производительности реактора

**Благодарим
вас!**