Проектирование сепараторов

Теоретический материал к практической работе №1

Определения

Сепарация – процесс разделения на компоненты смесей жидкостей, твердых материалов, эмульсий, жидких и газообразных сред с взвешенными частицами.

В процессе разделения **не происходит изменения химического состава и свойств элементов смеси.**

Сепаратор - аппарат, производящий разделение продукта на фракции с разными характеристиками.





Область использования

Сепараторы широко применяются в технологиях нефтегазовой отрасли:

❖ ***на промыслах*** *для разделения продукции скважин на газ, нефть, пластовую воду;*

❖ *низкотемпературные сепараторы* ***на газофракционирующих установках*** *в установках подготовки газа на месторождениях и перерабатывающих заводах;*

❖ ***на установках пиролиза****, каталитического риформинга, изомеризации, гидроочистки, каталитического крекинга и др. на перерабатывающих заводах;*

❖ ***в составе факельных установок;***

❖ *в блоках подготовки газа на компрессорных станциях и др.*







Классификация и движущая сила процесса

Классификация сепараторов.

По назначению			
замерные		сепарирующие	
По геометрической форме			
цилиндрические		сферические	
По положению в пространстве			
вертикальные	горизонтальные	наклонные	
По характеру основных действующих сил			
гравитационные	инерционные	центробежные	ультразвуковые
По рабочему давлению			
высокого давления 6,4 МПа	среднего давления 0,6 – 6,4 МПа	низкого давления до 0,6 МПа	вакуумные (давление ниже атмосферного)

Сепарация происходит **при снижении давления и повышении температуры**, а также **вследствие молекулярной диффузии углеводородных и других компонентов**, содержащихся в нефти, **в пространство с их меньшей концентрацией, находящееся над нефтью**.

Классификация сепараторов по технологическому назначению:

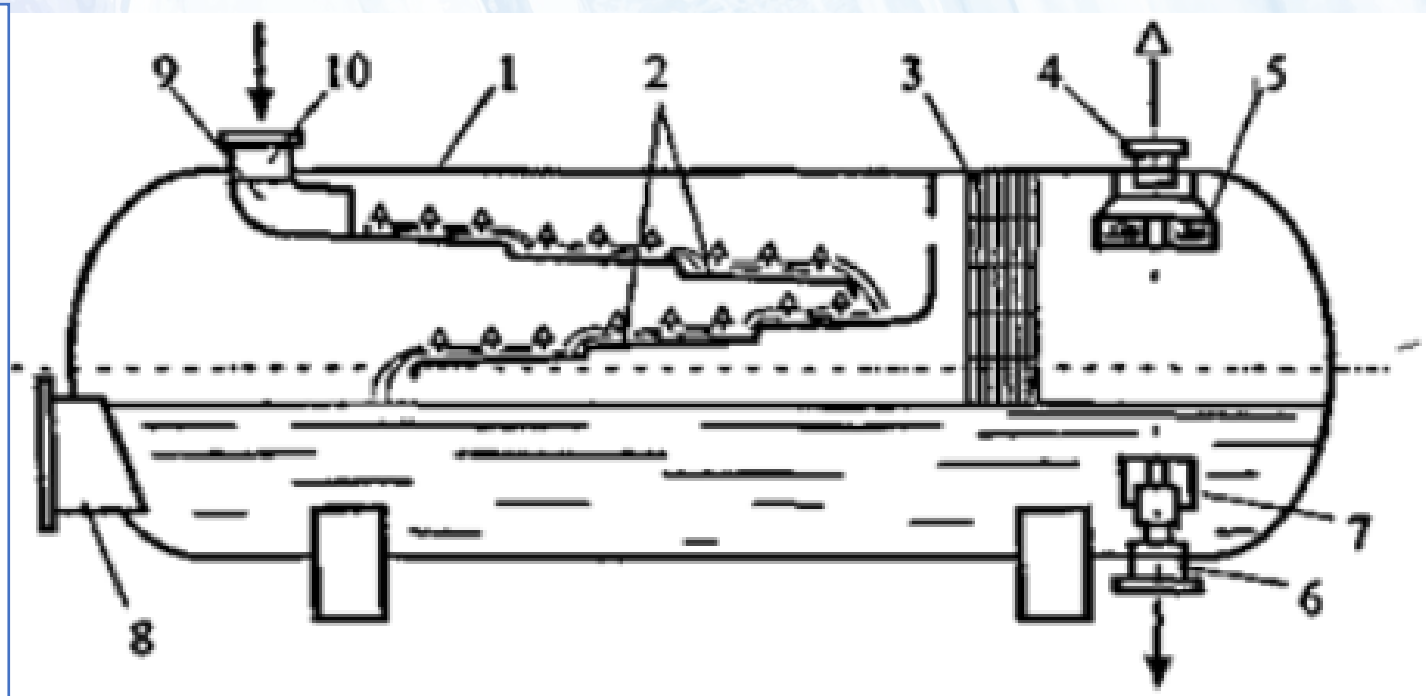
- **двухфазные** – применяются для разделения сырья на жидкую и газовую фазу;
- **трехфазные** – служат для разделения потока на нефть, газ и воду;

Принцип работы сепаратора.

Принцип работы ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ТРЕХФАЗНОГО СЕПАРАТОРА

Горизонтальный газонефтяной сепаратор:

1 — технологическая емкость;
2 — наклонные желоба;
3 — пеногаситель;
4 — выход газа,
5 — влагоотделитель;
6 — выход нефти;
7 — устройство для предотвращения образования воронки;
8 — люк-лаз;
9 — распределительное устройство;
10 — ввод продукции



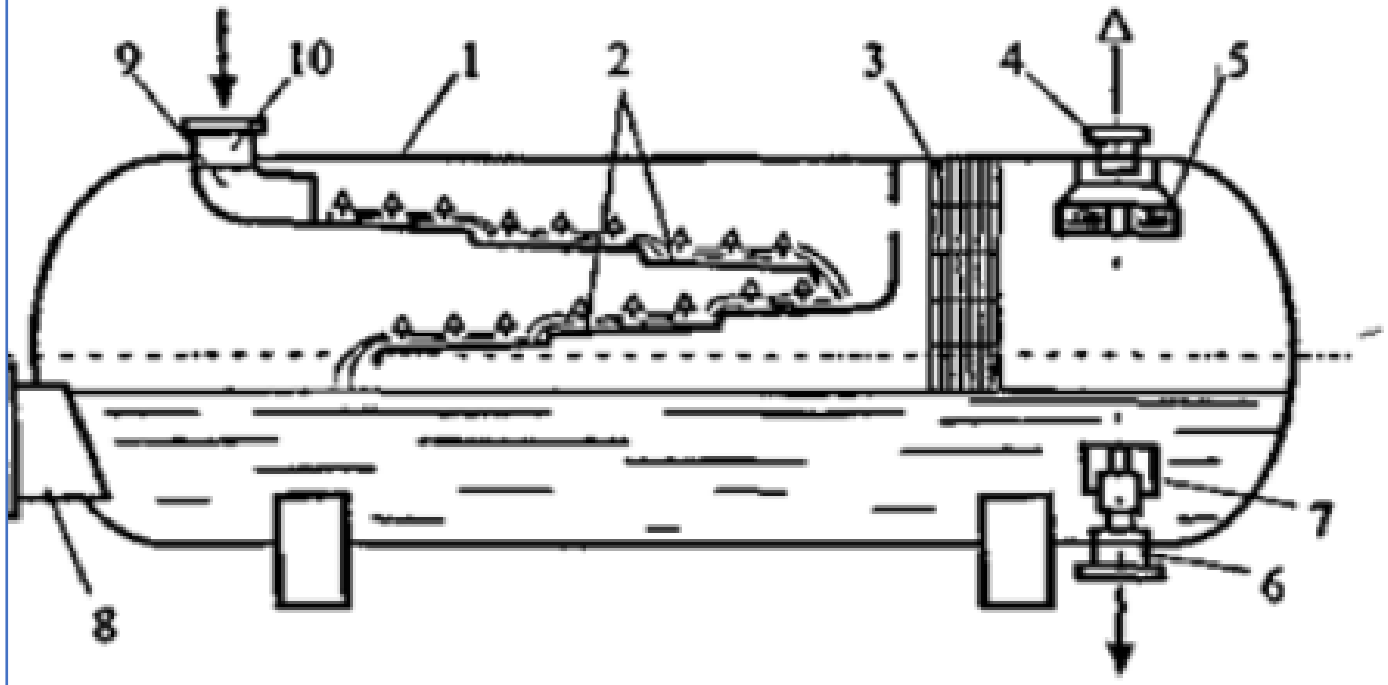
Газонефтяной сепаратор состоит из технологической емкости *1*, внутри которой расположены две наклонные полки *2*, пеногаситель *3*, влагоотделитель*5* и устройство *7* для предотвращения образования воронки при дренаже нефти. Технологическая емкость снабжена патрубком 10 для ввода газонефтяной смеси, штуцерами выхода газа *4* и нефти *6* и люк-лазом *8*. Наклонные полки выполнены в виде желобов с отбортовкой не менее 150 мм. В месте ввода газонефтяной смеси в сепаратор смонтировано распределительное устройство *9*.

Принцип работы сепаратора.

Принцип работы ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ТРЕХФАЗНОГО СЕПАРАТОРА

Горизонтальный газонефтяной сепаратор:

1 — технологическая емкость;
2 — наклонные желоба;
3 — пеногаситель;
4 — выход газа,
5 — влагоотделитель;
6 — выход нефти;
7 — устройство для предотвращения образования воронки;
8 — люк-лаз;
9 — распределительное устройство;
10 — ввод продукции



Газонефтяная смесь через патрубок *10* и распределительное устройство *9* поступает на полки *2* и по ним стекает в нижнюю часть технологической емкости. Стекая по наклонным полкам, нефть освобождается от пузырьков газа. Выделившийся из нефти газ проходитпеногаситель*3*, где разрушается пена, и влагоотделитель *5*, где очищается от капель нефти, и через штуцер выхода газа *4* отводится из аппарата. Дегазированная нефть накапливается в нижней части технологической емкости и отводится из аппарата через штуцер *6*.

Принцип работы сепаратора.

ПЕРИМУЩЕСТТВА И НЕДОСТАТКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ТРЕХФАЗНОГО СЕПАРАТОРА

Основное преимущество горизонтальных цилиндрических сепараторов состоит в том, что они могут быть большой единичной мощности. Эти сепараторы широко применяются на нефтяных промыслах и предназначены для разделения газожидкостной смеси с высоким содержанием жидкой фазы или для разделения жидкостей, склонных к ценообразованию.

Недостатком горизонтальных сепараторов является трудность выхода из сепаратора твердых примесей. Этого недостатка лишены вертикальные цилиндрические сепараторы. Эллиптическое днище этих сепараторов обеспечивает сток жидкости и твердых примесей в нижнюю часть аппарата и их отвод в дренажную систему.

Для повышения эффективности процесса сепарации в горизонтальных сепараторах используют **гидроциклонные устройства** (рисунок).

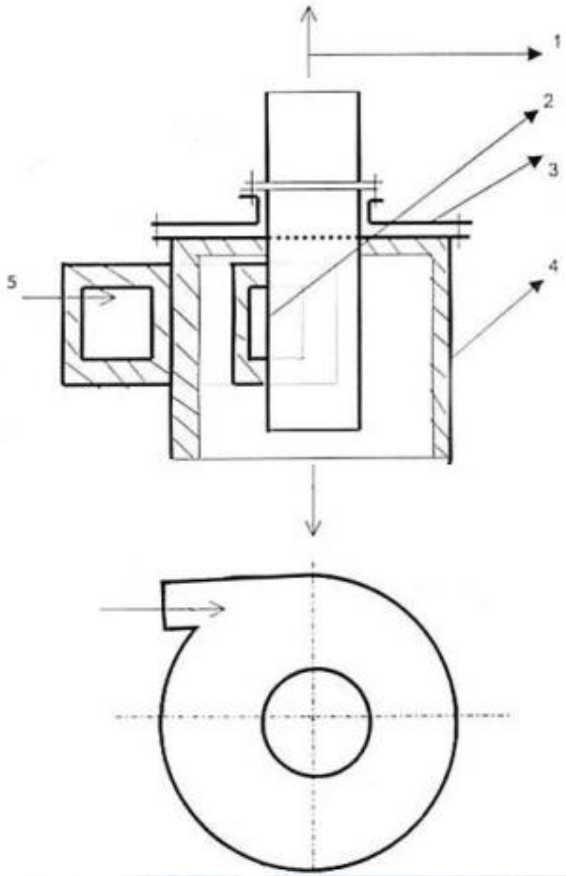


Рисунок 3 - Гидроциклонное устройство: 1 – выход газа, 2 – сливной патрубок, 3 – верхняя крышка, 4 – цилиндрическая часть корпуса, 5 – питающий патрубок (с тангенциальным вводом любого сечения) для подачи ГЖС.

Принцип работы сепаратора. Основные секции

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТРЕХФАЗНОГО СЕПАРАТОРА

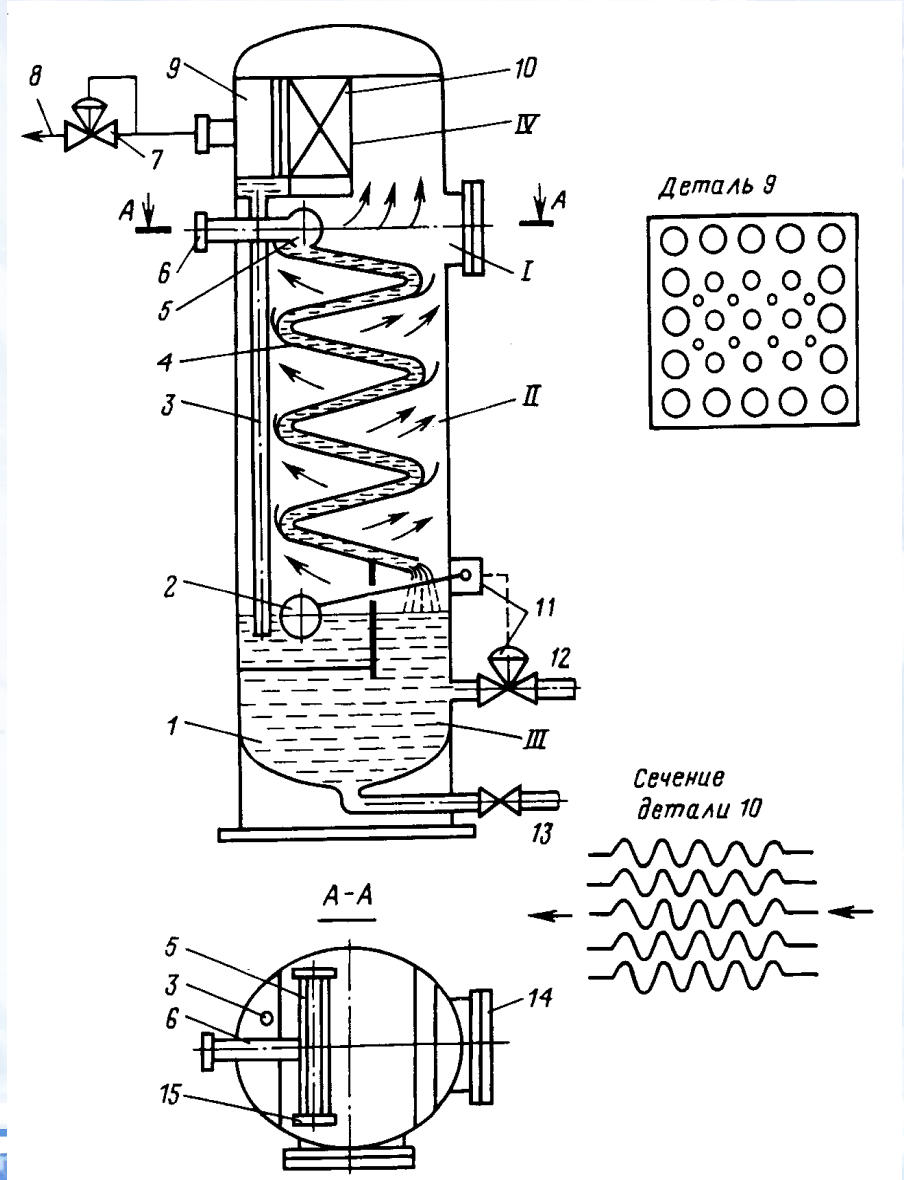


Рисунок – Вертикальный газонефтяной сепаратор:
1 – корпус,
2 – поплавок,
3 – дренажная труба,
4 – наклонные плоскости,
5 –раздаточный коллектор
6 – ввод газожидкостной смеси,
7 – регулятор давления «до себя»,
8 – выход газа,
9 – перегородка для выравнивания скорости газа,
10 – жалюзийный каплеуловитель,
11 – регулятор уровня,
12 – сброс нефти,
13 – сброс грязи,
14 - люк,
15 – заглушки;
I – основная сепарация,
II – осадительная секция,
III – секция сбора жидкости,
IV – секция каплеуловителя.

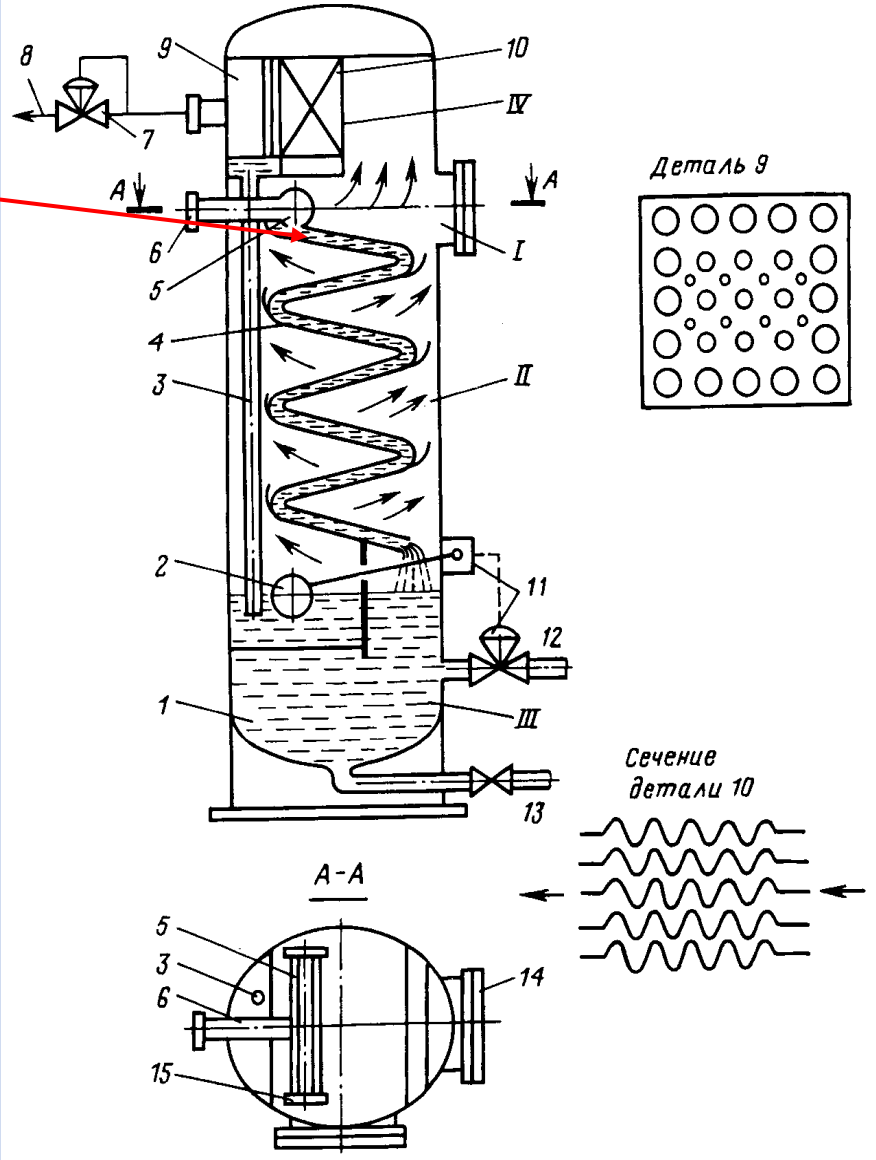
Принцип работы сепаратора. Основные секции

В газонефтяных сепараторах любого типа различают **четыре секции**

Основная сепарационная секция I
предназначается для отделения основной части жидкости (нефти, газового конденсата, воды) от входящей в сепаратор газожидкостной смеси.

Для **повышения эффективности** применяют специальные конструктивные устройства:

- **тангенциальный ввод потока,** по которому жидкость под действием центробежной силы отбрасывается к стенке сосуда и стекает по ней, а газ распределяется по сечению аппарата и выводится;
- **отражательные устройства** (пластины прямоугольные или круглой формы, полусферы), устанавливаемые на входе в газонефтяной сепаратор;
- **встроенный циклон**, устанавливаемый на входе в горизонтальный сепаратор;
- конструкции, позволяющие осуществлять **раздельный ввод газа и жидкости в сепаратор**



Принцип работы сепаратора. Основные секции

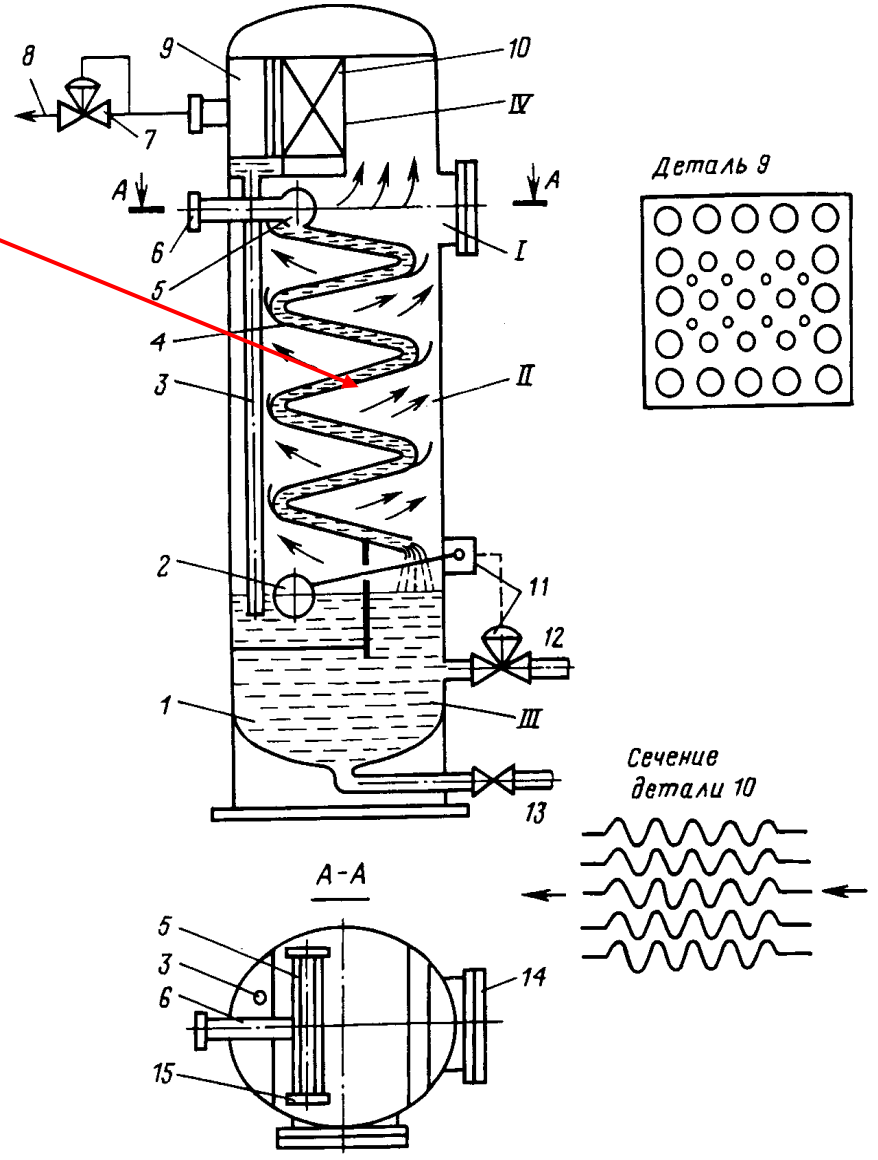
В газонефтяных сепараторах любого типа различают **четыре секции**

Осадительная секция. Секция II

В этой секции в газонефтяных сепараторах происходит **дополнительное выделение пузырьков газа из жидкости**.

В газовых сепараторах жидкость в данной секции отделяется под действием **гравитационных сил,** а газ движется в сосуде с относительно **низкой скоростью**.

Для **снижения турбулентности** применяют различные устройства — пластины, цилиндрические и полуцилиндрические поверхности.



Принцип работы сепаратора. Основные секции

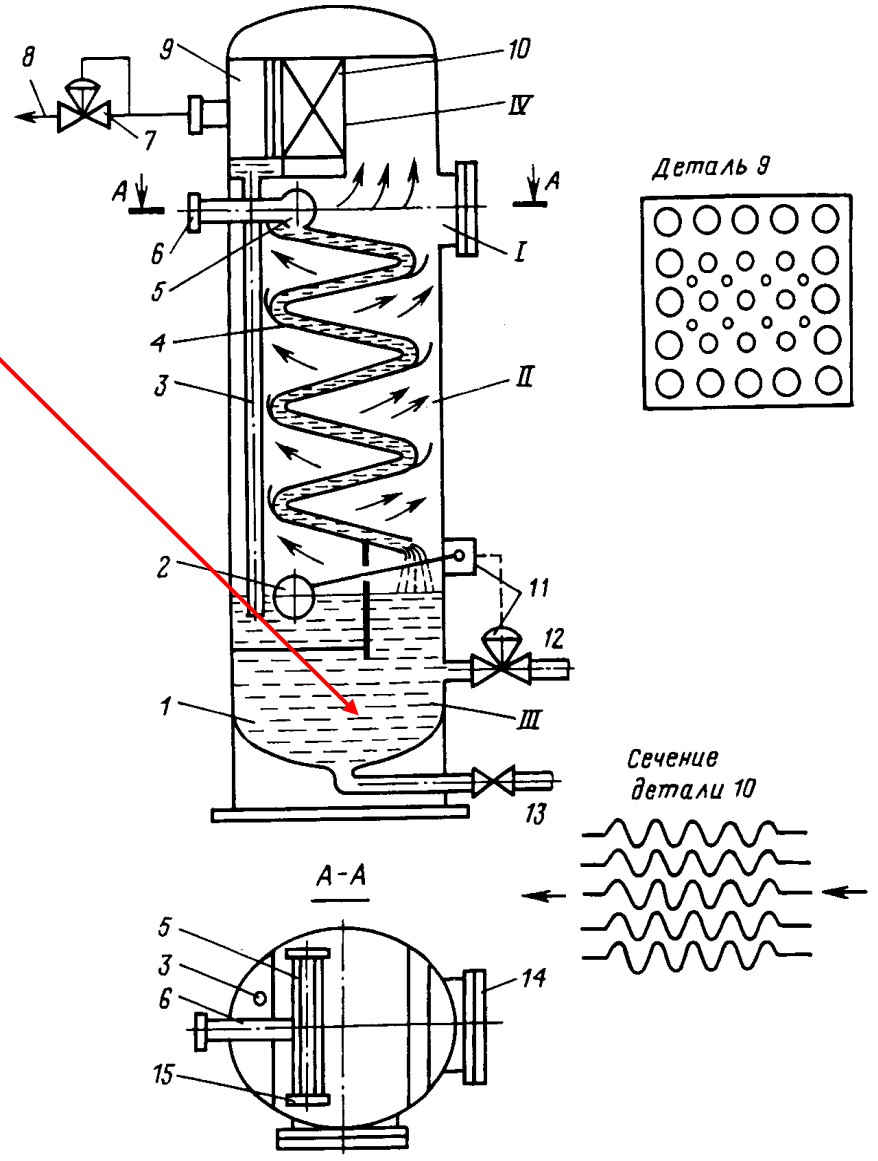
В газонефтяных сепараторах любого типа различают **четыре секции**

Секция сбора жидкости. Секция III

Служит **для сбора жидкости**, из которой почти полностью в предыдущих секциях выделился газ при температуре и давлении в сепараторе.

Однако некоторое количество газа в ней имеется.

Для сепараторов объем данной секции выбирают так, чтобы он позволил удержать отсепарированную жидкость в течение времени, необходимого для выхода пузырька газа на поверхность и вторичного попадания в газовый поток.



Принцип работы сепаратора. Основные секции

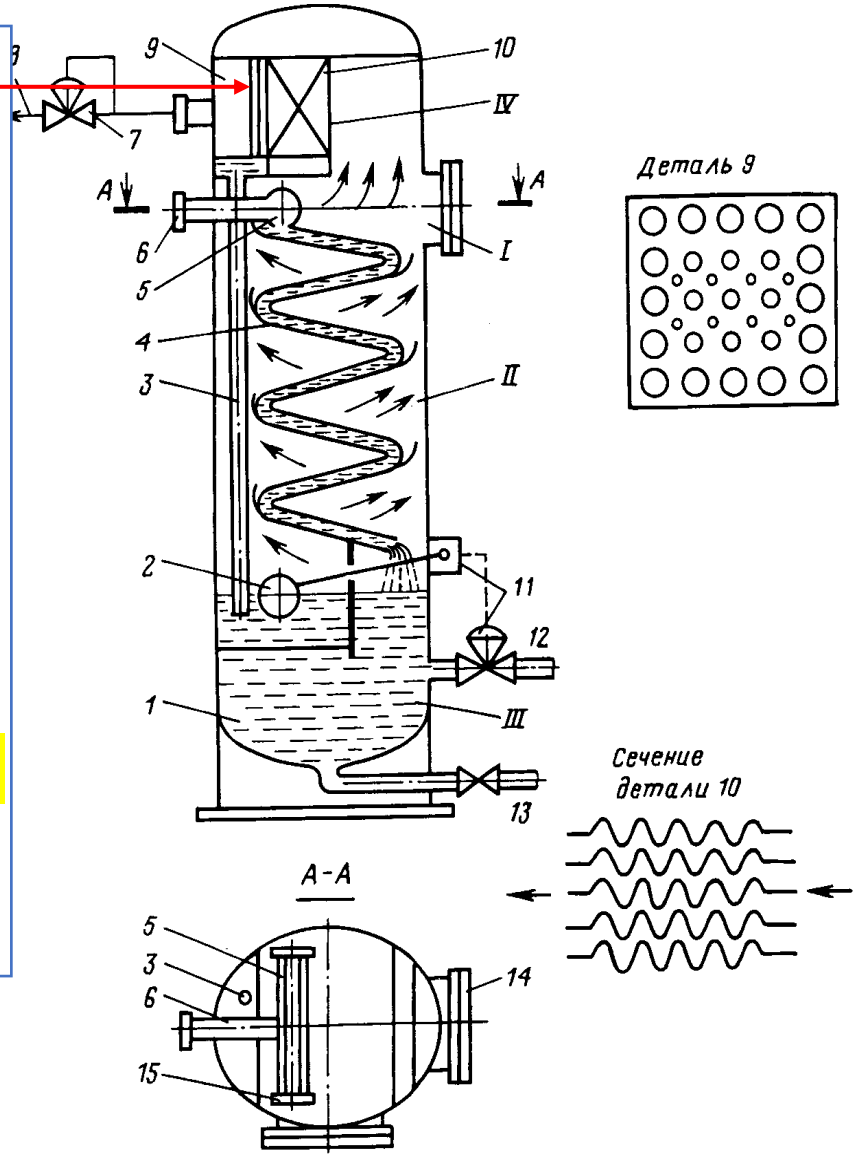
В газонефтяных сепараторах любого типа различают **четыре секции**

Секция каплеулавливания. Секция IV

Предназначена для улавливания частиц жидкости в уходящем из сепаратора газе.

Секция состоит обычно из отбойных устройств (насадок) различного вида — керамических колец, жалюзи, пакетов из плетеной проволочной сетки и т. д.

Критерием эффективности отделения капельной жидкости от газа является величина удельного уноса жидкости, которая должна находиться в пределах от 10 до 50 мг/м3 газа



Принцип работы сепаратора. Основные секции

В газонефтяных сепараторах любого типа различают **четыре секции**

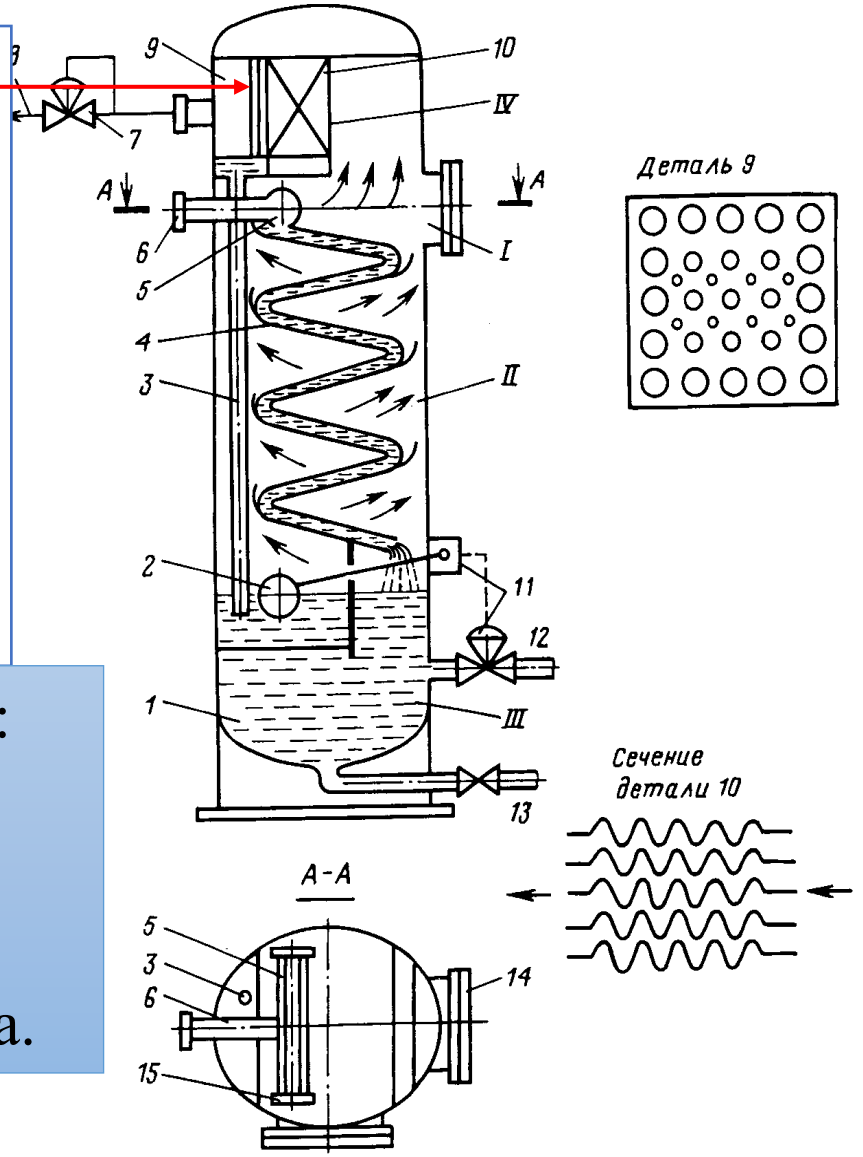
Секция каплеулавливания. Секция IV

Эффективность работы отбойных насадок зависит от:

- **допустимая скорость** набегания газа,
- определенное **количество жидкости**, поступающей с газом,
- **равномерная загрузка насадки** по площади ее поперечного сечения.

В конструкциях сепараторов должны предусматриваться:

1. элементы, **предотвращающие образование пены** и гасящие ее,
2. снижающие вредное влияние пульсации газожидкостного потока на сепарацию жидкости и газа.



Внутрикорпусные устройства сепараторов



Рис. 2 - Входная перегородка

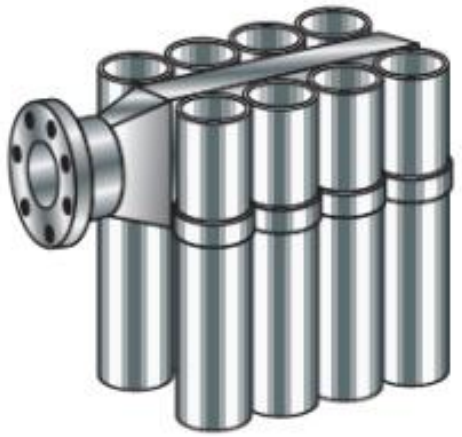


Рис 3 - Центробежное входное устройство

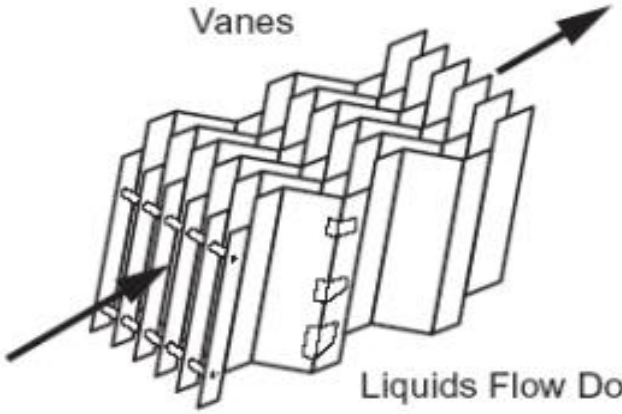


Рис 4 - Лопастной каплеотбойник

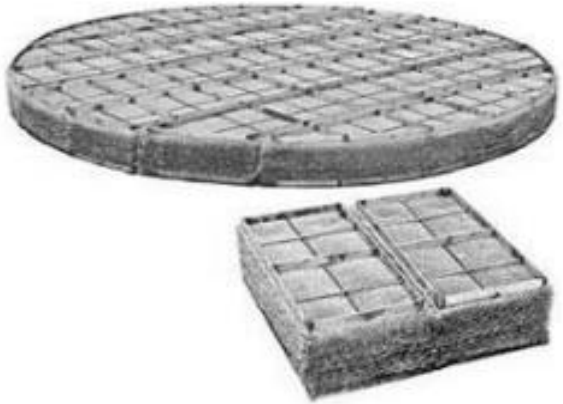


Рис 5 - Сетчатый каплеотбойник

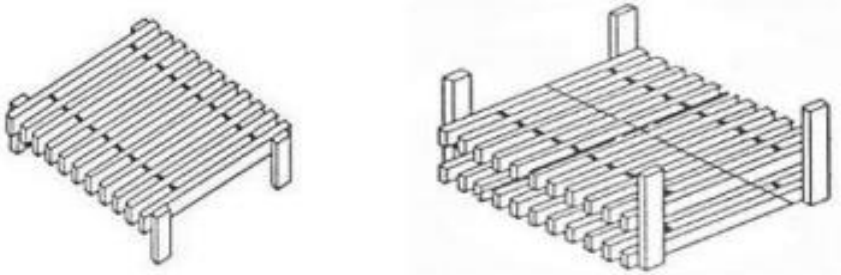
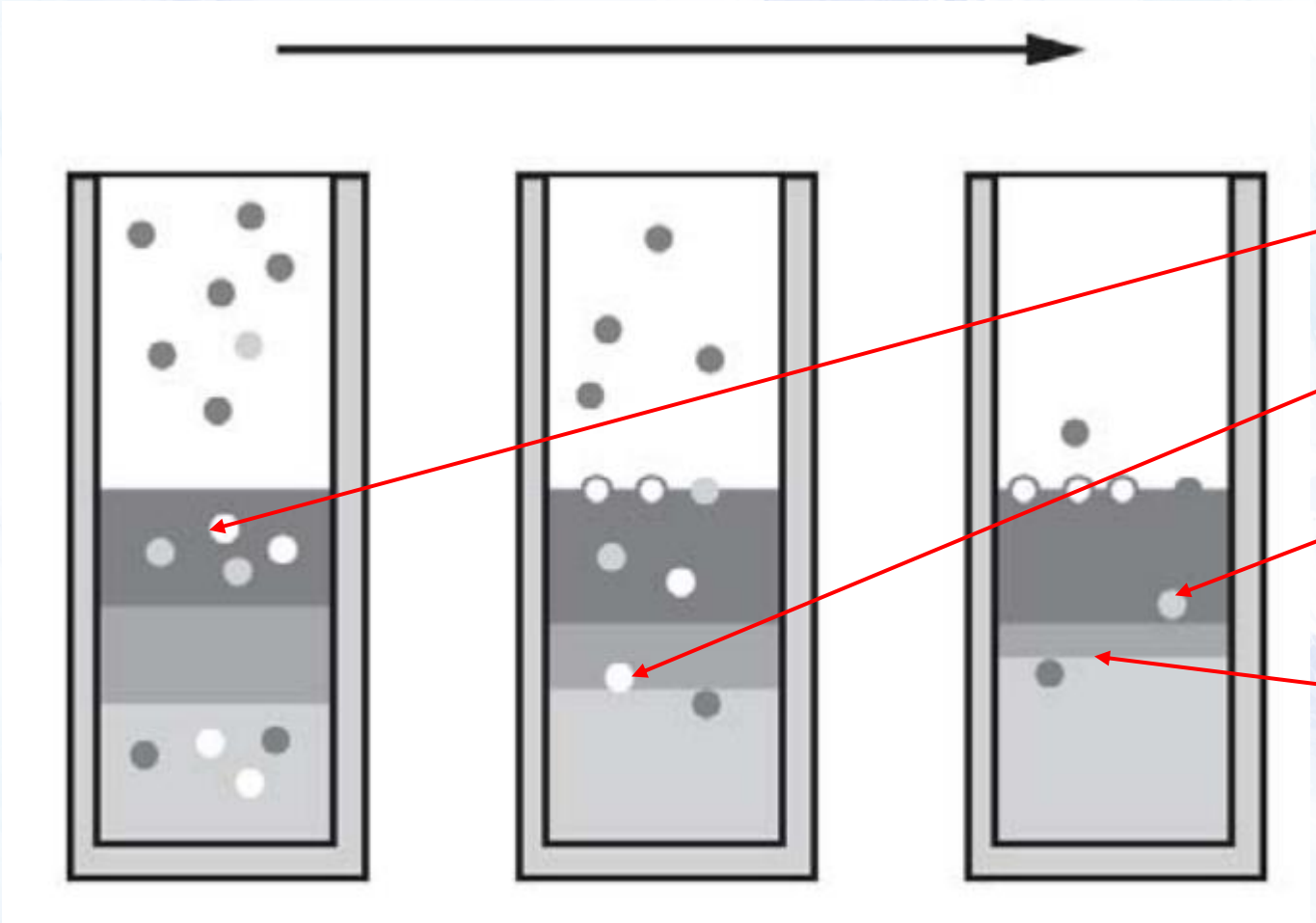


Рис 6 - Антизавихрители

Трехфазная сепарация

Модель сепарации в системе нефть/газ/вода



В процессе трёхфазной сепарации одновременно должны осуществляться четыре процесса:

1. Пузырьки газа поднимаются в слое воды и нефти,
2. Капли воды осаждаются в слое нефти,
3. Капли нефти поднимаются в слое воды,
4. В дисперсной зоне происходит коалесценция капель дисперсной фазы с соответствующей непрерывной зоной

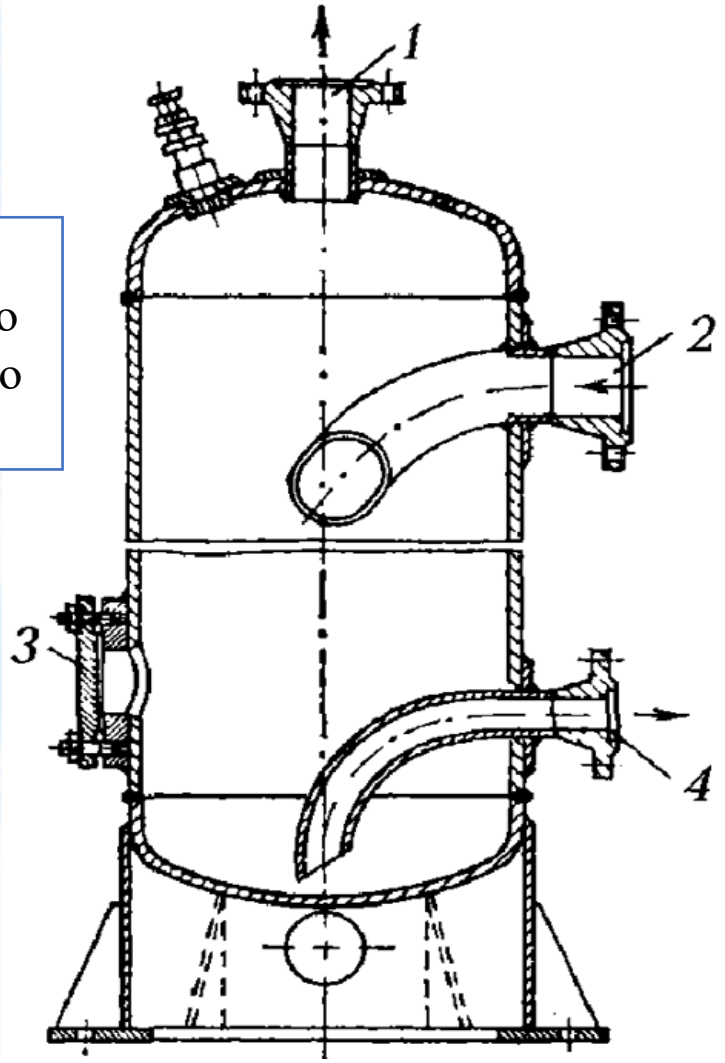
Классификация и движущая сила процесса

Классификация сепараторов.

По характеру действующих сил сепараторы делятся на:

1. Гравитационные, разделение фаз в которых происходит за счет сил тяжести при уменьшении скорости газа.

Схема гравитационного односекционного сепаратора.



1 — выходной патрубок для газа; *2* — входной патрубок; *3* — люк; *4* — патрубок для продувки сепаратора

- Редко ***используют вследствие их высокой металлоемкости и крупных габаритов***
- весьма чувствительны к изменению давления и скорости газа в них

Классификация и движущая сила процесса

Классификация сепараторов.

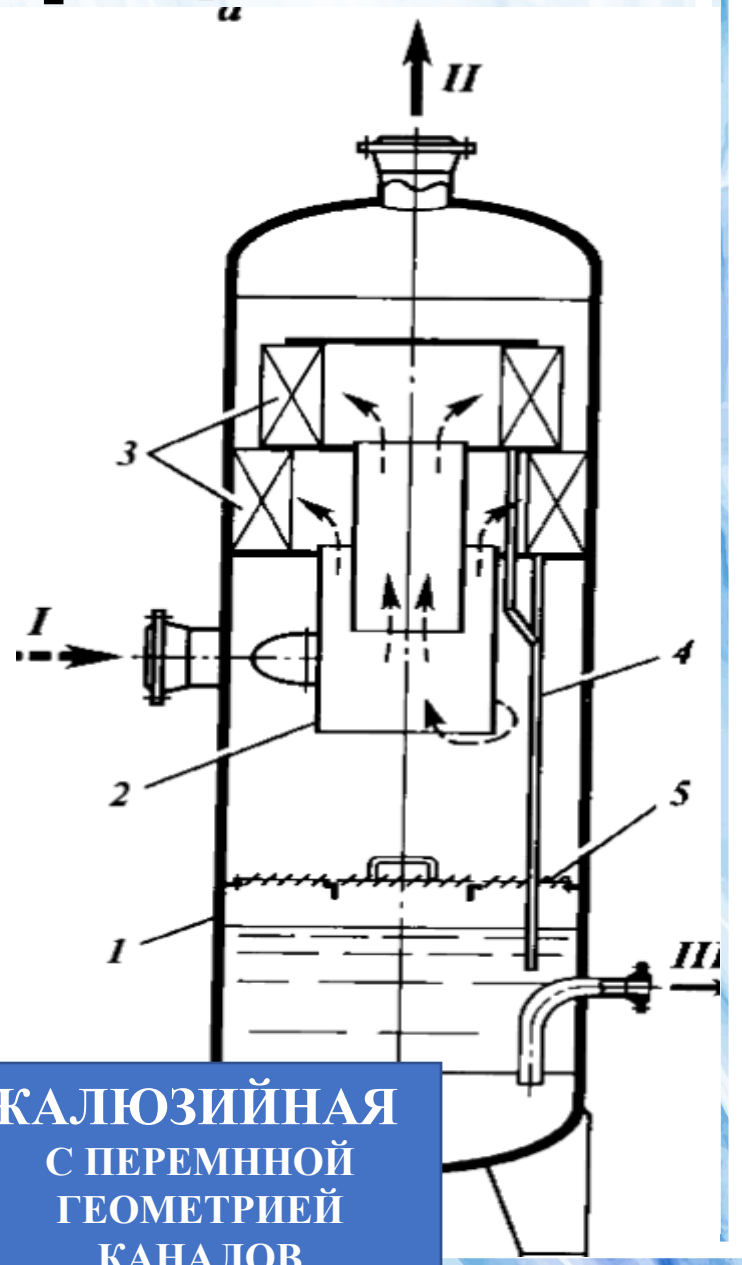
По характеру действующих сил сепараторы делятся на:

2. **Инерционные сепараторы,** основаны на **различии сил инерции разделяемых веществ.**

Более тяжелые, чем газ, частицы прижимаются к стенкам сосуда или к другим поверхностям и по ним стекают на дно.

ТИПЫ КАПЛЕУЛОВИТЕЛЬНЫХ НАСАДОК





Классификация и движущая сила процесса

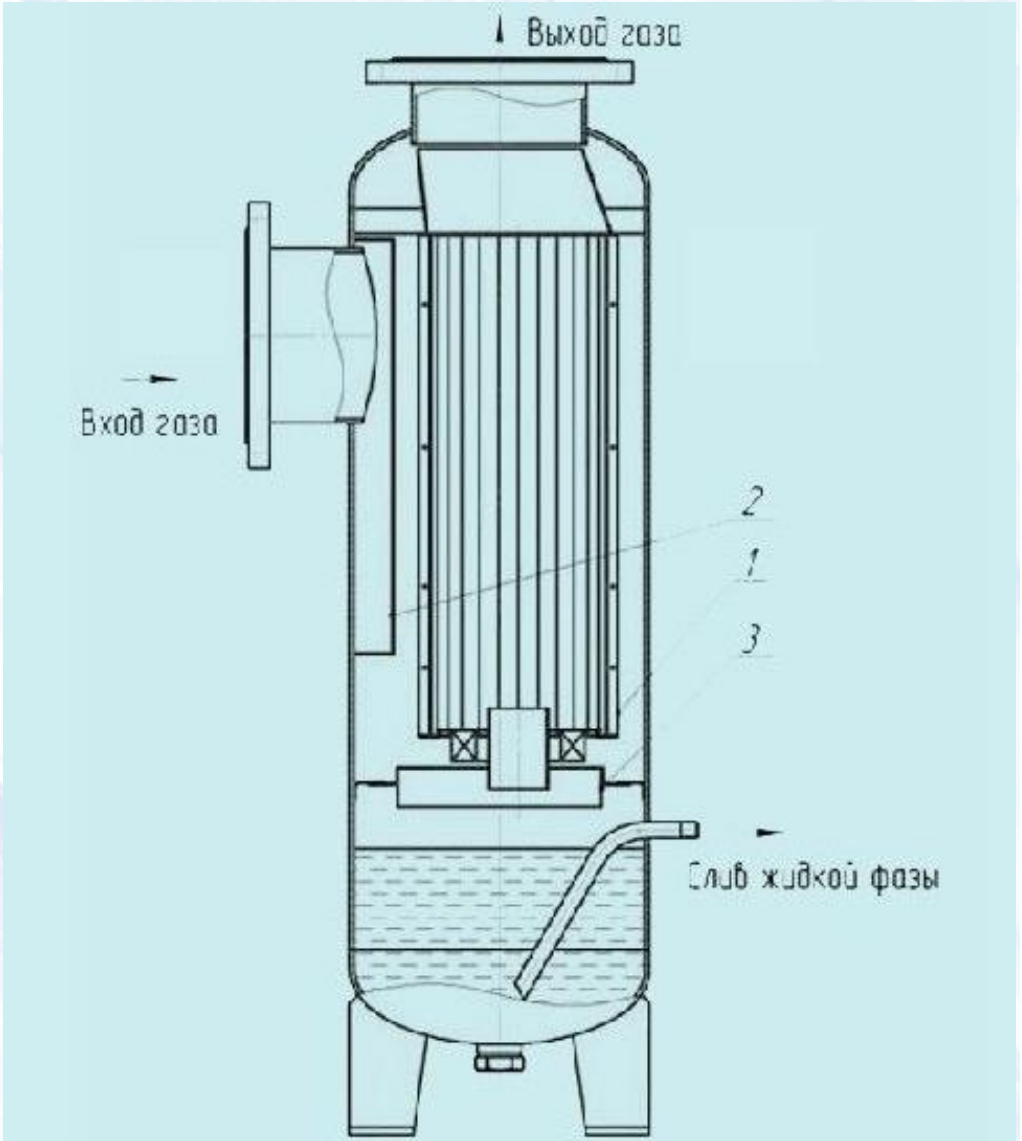
Классификация сепараторов.

По характеру действующих сил сепараторы делятся на:

3. Центробежные сепараторы.

Смесь газа с жидкостью вводится по касательной к обечайке сепаратора, струя получает **вращательное движение**. Капли отбрасываются **центробежными силами** к стенкам сепаратора и по ним стекают вниз.

Инерционный и центробежный сепараторы работают на скоростях газа 8 -25 м / сек и обладают значительным сопротивлением.



1-сепарационный пакет, дефлектор, 3-нижний отсекатель

Эффективность

Эффективность работы сепаратора оценивается **двумя показателями – коэффициентам уноса:**

Кж – количество капельной жидкости, уносимой потоком газа (определяется отношением объемного расхода капельной жидкости, уносимой потоком газа из сепаратора к объемному расходу газа на выходе из сепаратора при рабочих температуре и давлении).

Кг – количество газа, уносимого потоком нефти (жидкости) из секции сбора (определяется отношением объемного расхода газа, уносимого потоком жидкости к объемному расходу жидкости на выходе из сепаратора при рабочих температуре и давлении).

По практическим данным для действующих сепараторов приняты нормы, по которым Кж $\leq$ 50 см^3/1000 м^3 газа и Кг $\leq$ 0,02 м^3/м^3.

Чем меньше величина этих показателей, тем эффективнее работа сепаратора.

А также **предельной средней скоростью газа в свободном сечении сепаратора ϑ_{rmax} и $t_з$ временем задержки жидкости в сепараторе.**

Материал изготовления

Сепараторы изготавливают в следующих вариантах материального исполнения:

- Сталь Ст3 (рекомендована для температурных показателей не ниже - 30°С)
- Сталь 09Г2С-12 (рекомендована для температурных показателей не ниже - 40°С
- Сталь 09Г2С-15 (рекомендована для температурных показателей не ниже - 60°С)
- Нержавеющая сталь 12Х18Н10Т (аналог AISI)

МАРКИРОВКА

Маркировка

На боковой стороне корпуса каждого сепаратора, на табличке фирменной нанесена маркировка:

1) товарный знак или наименование изготовителя;
2) наименование или обозначение сосуда;
3) порядковый номер сосуда по системе нумерации изготовителя;
4) год изготовления;
5) условное давление, от 0,6 до 8,8 МПа;
6) диаметр сосуда, от 600 до 2000 мм;
7) допустимая максимальная и (или) минимальная рабочая температура среды, от минус 30°С до 100°С.;
8) масса сосуда, кг.
9) условия эксплуатации.
10) особенности исполнения: И - наличие теплоизоляции, Т-термообработка.

Пример, условного обозначения газосепаратора типа 2 на условное давление 0,6 МПа, диаметром 1600 мм, материального исполнения 1: ***ГС 2-0,6-1600-1***. Обозначение того же газосепаратора, подлежащего теплоизоляции, в случае его термообработки: ***ГС 2-0,6-1600-1-И-Т***.

Видео про сетчатый сепаратор: https://youtu.be/T7f3_s0OfNI