

Оборудование и сооружения для сбора, подготовки и транспортировки продукции скважин

Лекция №5

Доцент ОНД ИШПР
Холодная Галина Евгеньевна

Подготовка нефти и газа

Оборудование **для сбора и подготовки** нефти и газа к **транспортировке**, а пластовой воды к использованию или захоронению имеет большое значение в соращении потерь нефти и газа и требует большого внимания и затрат

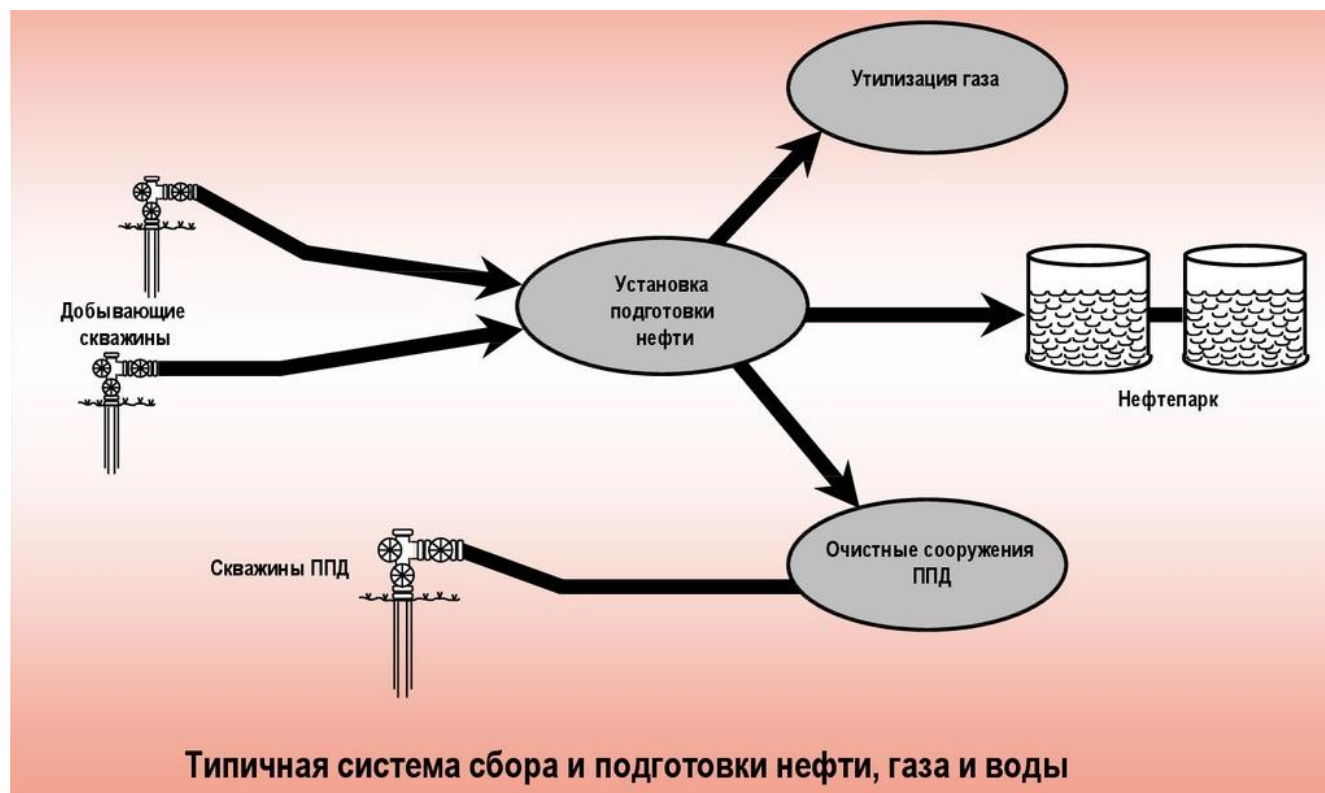
! На долю систем сбора и подготовки продукции нефти приходится около **50% всех затрат на промышленное обустройство**

Велика и металлоемкость этих систем, включающих большую сеть трубопроводов, сепараторы, отстойники и резервуары, обычно имеющие большие габариты



Подготовка нефти и газа

Система сбора и подготовки продукции скважин в общем случае состоит из систем замера дебита скважин, шлейфов, промысловых коллекторов, установок комплексной подготовки нефти (УКПН) и газа (УКПГ), дожимных насосных (ДНС) и компрессорных станций (ДКС), путевых подогревателей, сепараторов, отстойников



Установка подготовки нефти



Дожимная насосная станция



Центральный пункт сбора продукции



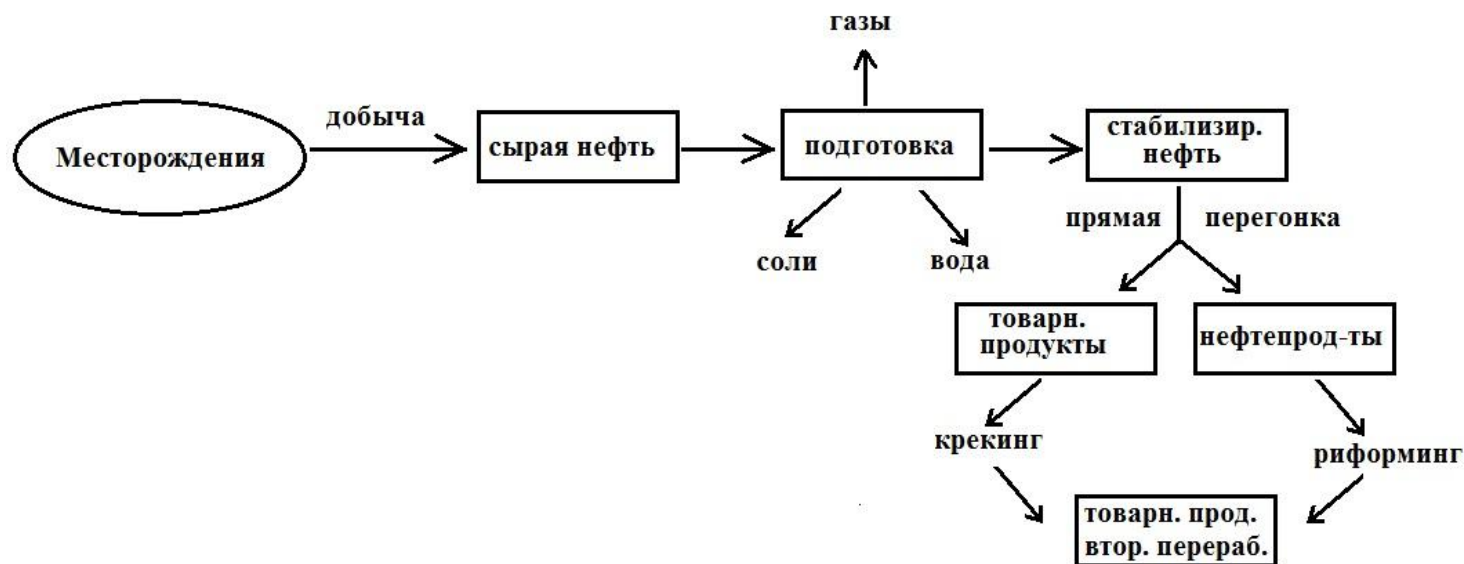
Установка предварительного сброса воды



Подготовка нефти и газа

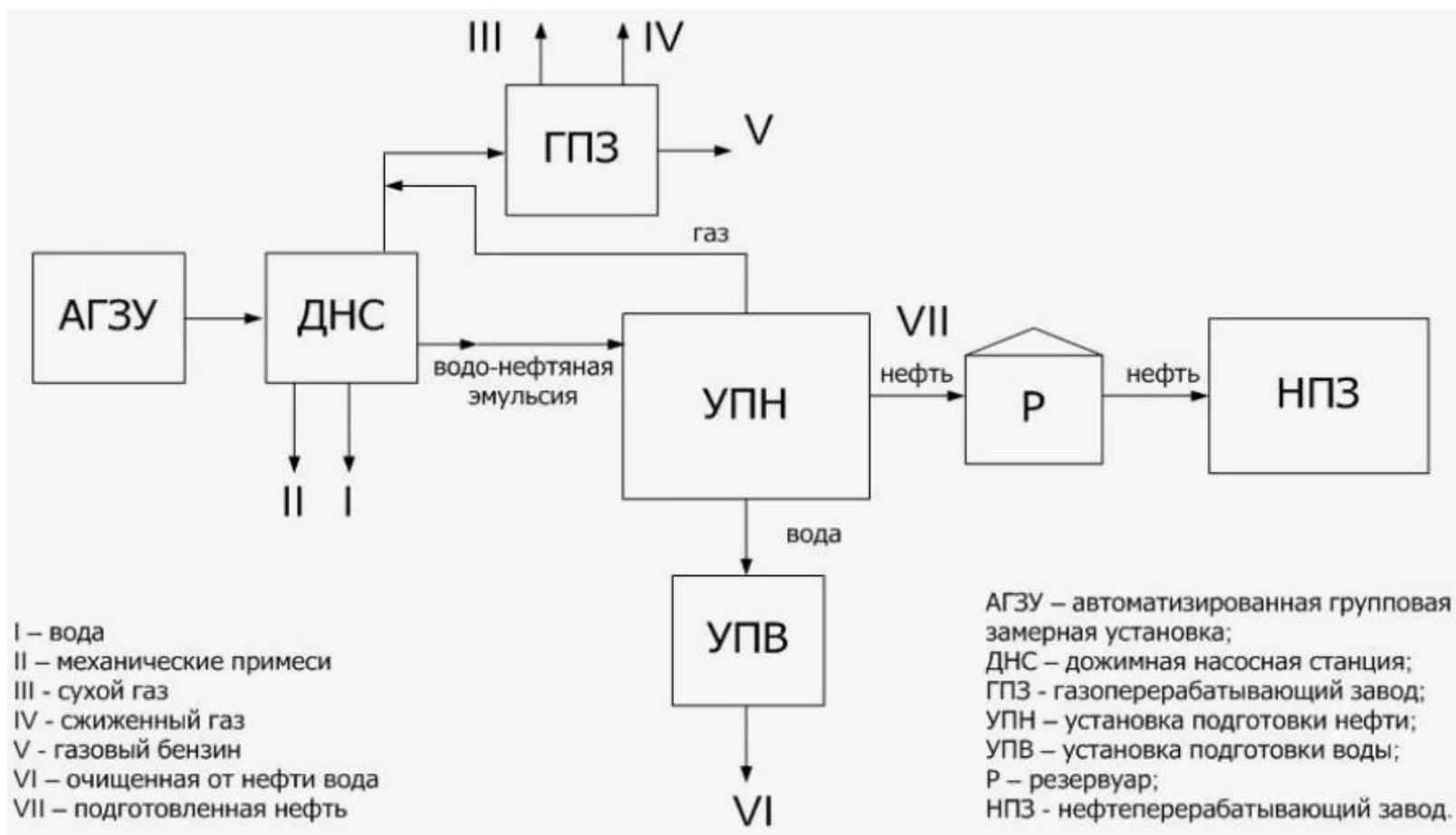
Система сбора зависит

- от размера и конфигурации месторождения;
- числа залежей;
- пластовых и устьевых давлений и температур;
- запасов нефти, газа и конденсата;
- дебитов скважин;
- обводненности продукции пласта;
- содержания конденсата в газе;
- наличия коррозионноактивных компонентов;
- климатических условий, в которых находится месторождение



Подготовка нефти и газа

Система сбора и подготовки продукции скважин проектируется и выбирается на весь срок разработки месторождения на основе технико-экономических расчётов



Подготовка нефти и газа

Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа

Подготовка нефти и газа

Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа

Продукция нефтяных и газовых скважин представляет собой **смесь углеводородного газа, конденсата или нефти, воды с растворенными в ней минеральными солями** (обычно с большим содержанием NaCl), **других газов**, в том числе окиси углерода (CO_2), иногда сероводорода (H_2S), и **твердых веществ в виде взвеси**, состоящей из песка пород-коллекторов, обычной грязи, а также **обломков отложений и продуктов коррозии** на стенках насосно-компрессорных и обсадных труб



Подготовка нефти и газа

Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа

Для реализации добытых углеводородов (как газообразных, так и жидких) **необходимо их подготовить** (очистить от воды и твердойфазы), **измерить, продать и отправить потребителю** по трубопроводу, автоцистернами, железнодорожными цистернами или океанскими танкерами.



Подготовка нефти и газа

Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа

Газ транспортируется в основном по трубопроводам, однако может также переправляться морским, автомобильным и железнодорожным транспортом в виде сжиженного природного газа (СПГ) в резервуарах (танкерах) высокого давления.



Подготовка нефти и газа

Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа

Рассмотрим методы предпродажной промышленной подготовки нефти и газа.

! Целью подготовки нефти является получение товарной нефти, отвечающей требованиям покупателя относительно максимально допустимого количества воды, соли и других нежелательных примесей



Подготовка нефти и газа

Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа

Газ также проходит подготовку для достижения соответствия требованиям покупателя относительно точки росы (температуры конденсации водяного пара и углеводородов) для минимизации конденсации в процессе транспортировки



Подготовка нефти и газа

Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа

Промысловая вода должна отвечать нормативным требованиям для захоронения в океане, если скважины пробурены в акватории, требованиям по предотвращению закупоривания пор при закачке в коллекторские пласты, а также техническим требованиям к качеству воды для иного использования, например, в паровых котлах при нагнетании горячей воды или пара или, в некоторых случаях, для ирригации



Подготовка нефти и газа

Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа

Определение: *оборудование, расположенное между скважинами и трубопроводом или иной системой транспортировки, называется промышленными установками*



Подготовка нефти и газа

Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа

Нефтепромысловые установки, предназначенные для подготовки нефти, имеют ряд отличий от нефтеперегонных и химических заводов

Технологический процесс нефтепромысловой установки проще и состоит из сепарации (разделения жидких и газообразных УВ) и изменения температуры и давления, при этом не происходит никаких химических реакций с образованием новых молекул.



Подготовка нефти и газа

Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа

На нефтеперегонном заводе скорость и состав сырьевого потока определяются еще до проектирования оборудования



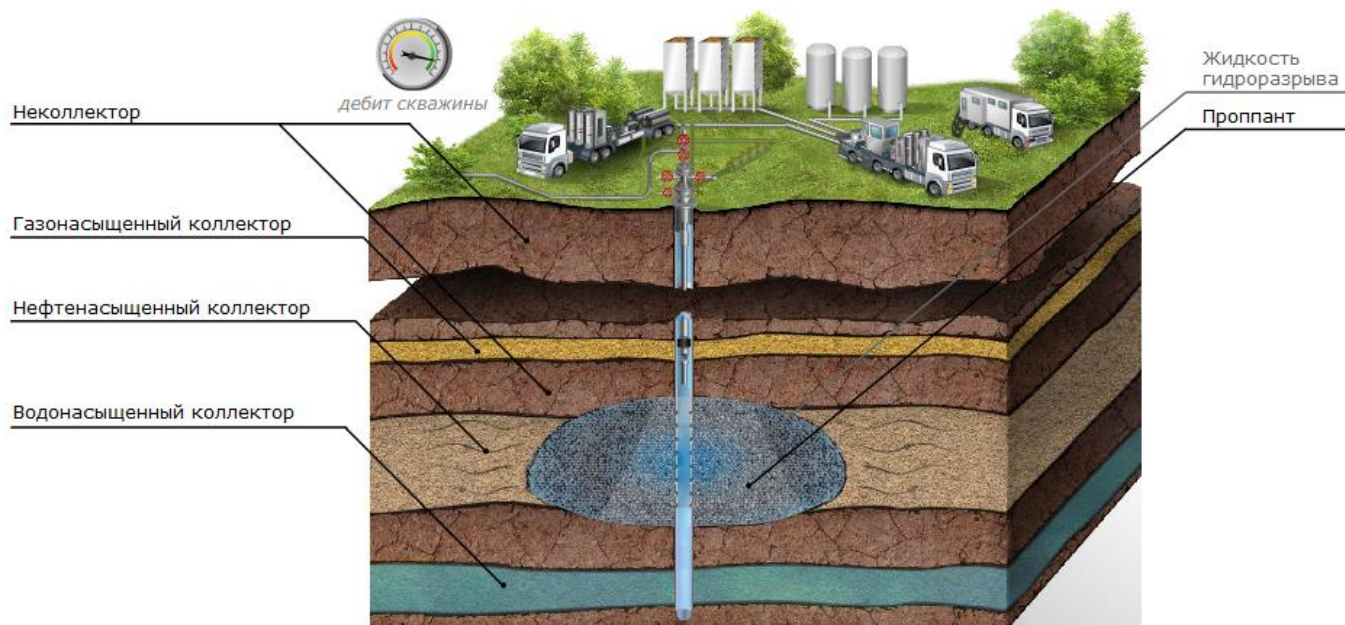
В случае *промысловой установки* состав обычно устанавливается по результатам испытаний поисково-разведочных скважин испытателем пластов или принимается по аналогии с существующими скважинами на сходных по строению месторождениях

Подготовка нефти и газа

Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа

Расчетная скорость потока (дебит скважины) оценивается по данным каротажа и результатам моделирования.

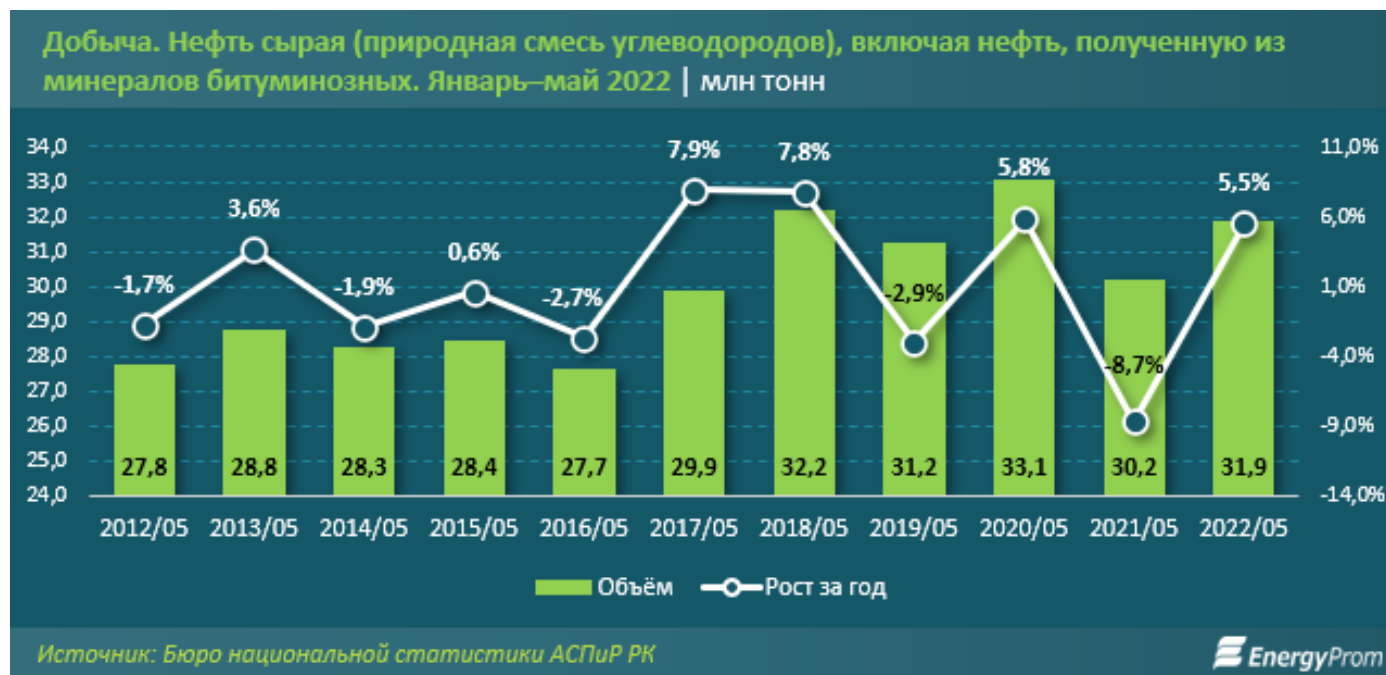
Даже при высокой точности оценок фактический состав, дебиты (газа, нефти и воды), давление и температура меняются с течением времени эксплуатации месторождения, по мере «старения» первоначальных и бурения новых скважин



Подготовка нефти и газа

Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа

Расчетная производительность промысловых установок соответствует наиболее вероятной оценке максимальной скорости потока (максимальным дебитам) по нескольким скважинам, основанной на графиках динамики добычи и суммарного количества нефти или газа, теоретически извлекаемого из данной залежи



Подготовка нефти и газа

Введение: от продукции скважин до товарной нефти и газа

Фактические уровни производительности установки возрастают по мере того, как скважины достигают **расчетных дебитов**.

Этот уровень производительности может некоторое время поддерживаться за счет бурения дополнительных скважин, после чего уровни добычи нефти и газа начинают снижаться, добыча воды — возрастать, а рабочее давление потока — снижаться по мере истощения залежи

Оборудование следует проектировать для работы при различных скоростях потока, неопределенном составе флюидов и при различных температурах

Подготовка нефти и газа

Определение терминов

Подготовка нефти и газа

Определение терминов

Нефть — жидкие углеводороды, добываемые из коллектора

Конденсат — жидкие углеводороды, образующиеся путем конденсации из газа в результате снижения давления и температуры при подъеме газа из коллектора вверх по трубам и выходе из скважины через диафрагму на ее устье. Обычно конденсат имеет более светлую окраску, более низкий молекулярный вес и меньшую вязкость, чем нефть; однако легкая нефть может иметь свойства, аналогичные свойствам конденсата

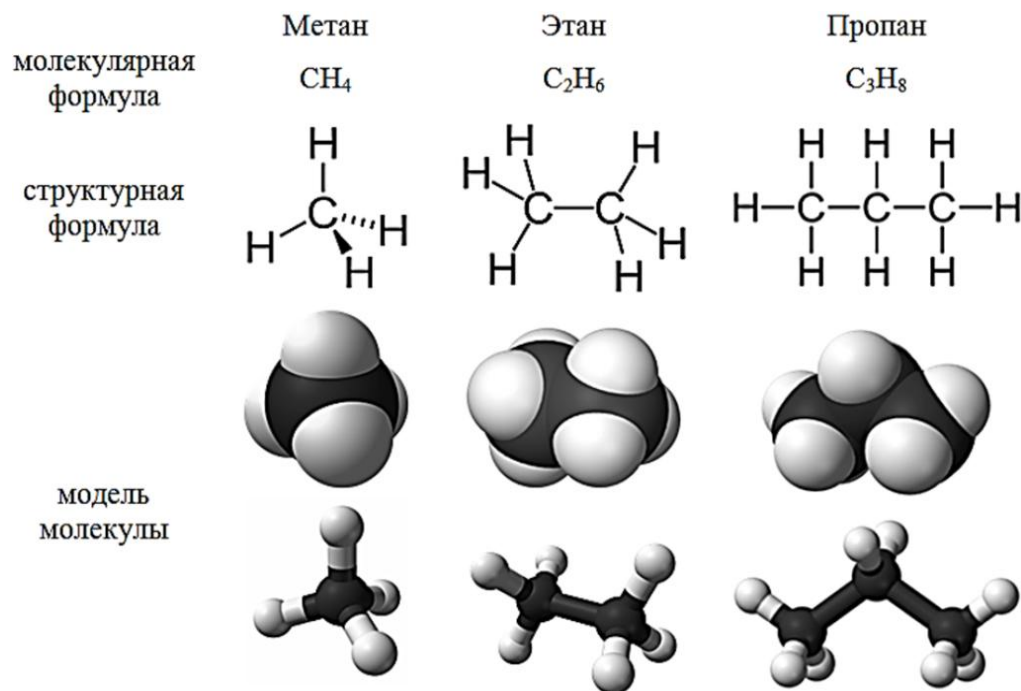


Подготовка нефти и газа

Определение терминов

Углеводороды состоят из многочисленных различных «компонентов», или молекул, сложенных атомами углерода и водорода

В порядке возрастания молекулярного веса, начиная с самого легкого, к углеводородам относятся метан (CH_4), этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}), пентан (C_5H_{12}), гексан (C_6H_{14}) и так далее.



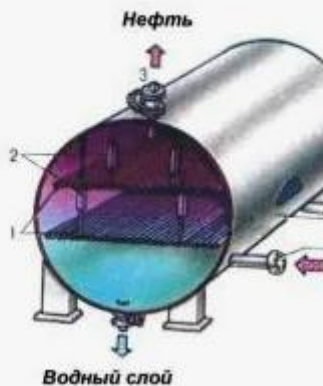
С увеличением отношения атомов углерода к атомам водорода молекулы становятся «тяжелее» с одновременным возрастанием тенденции существовать скорее в жидком, чем в газообразном состоянии

Подготовка нефти и газа

Определение терминов

Промысловая установка представляет собой совокупность оборудования, используемого для сепарации (разделения) флюидов, полученных из нефтяной или газовой скважины, на разные потоки, которые затем можно продать и отправить на газо- или нефтеперерабатывающий завод для дальнейшей переработки

ЭЛЕКТРОДЕГИДРАТОР



ДЕГАЗАТОРЫ НЕФТИ



ВАКУУМНЫЙ СЕПАРАТОР



Подготовка нефти и газа

Определение терминов

Моделирование процесса — расчеты, выполняемые обычно с помощью компьютерной программы, с целью предсказания реакции компонентов скважинных флюидов на изменения давления и температуры при подготовке на промысловых установках



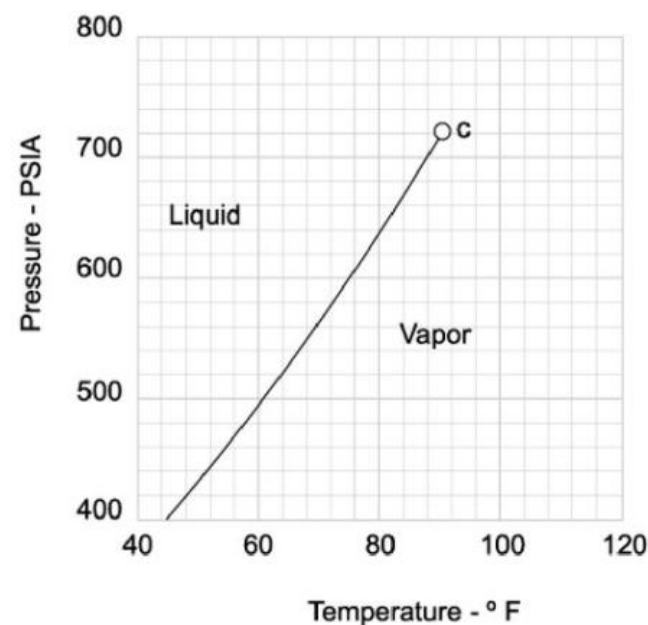
Подготовка нефти и газа

Определение терминов

Это не химическая реакция, скорее — простой фазовый переход с превращением жидкостей в пар или конденсацией пара в жидкость.

При снижении давления или повышении температуры легкие молекулы газов, таких как метан и этан, выкипают, превращаются в парообразную фазу, захватив с собой некоторое количество компонентов со средними молекулярными весами.

Остальные компоненты среднего молекулярного веса и большинство тяжелых молекул стабилизируются в виде жидкости.



PT диаграмма этана

Подготовка нефти и газа

Определение терминов

Основной твердый отстой и вода (ТОиВ) — *содержание воды и твердых частиц в нефти (в объемных процентах)*

Согласно спецификациям обычных нефтепроводов, эта величина не должна превышать 0,1–3 %, а для трубопроводов.

Мексиканского залива — 1 %.

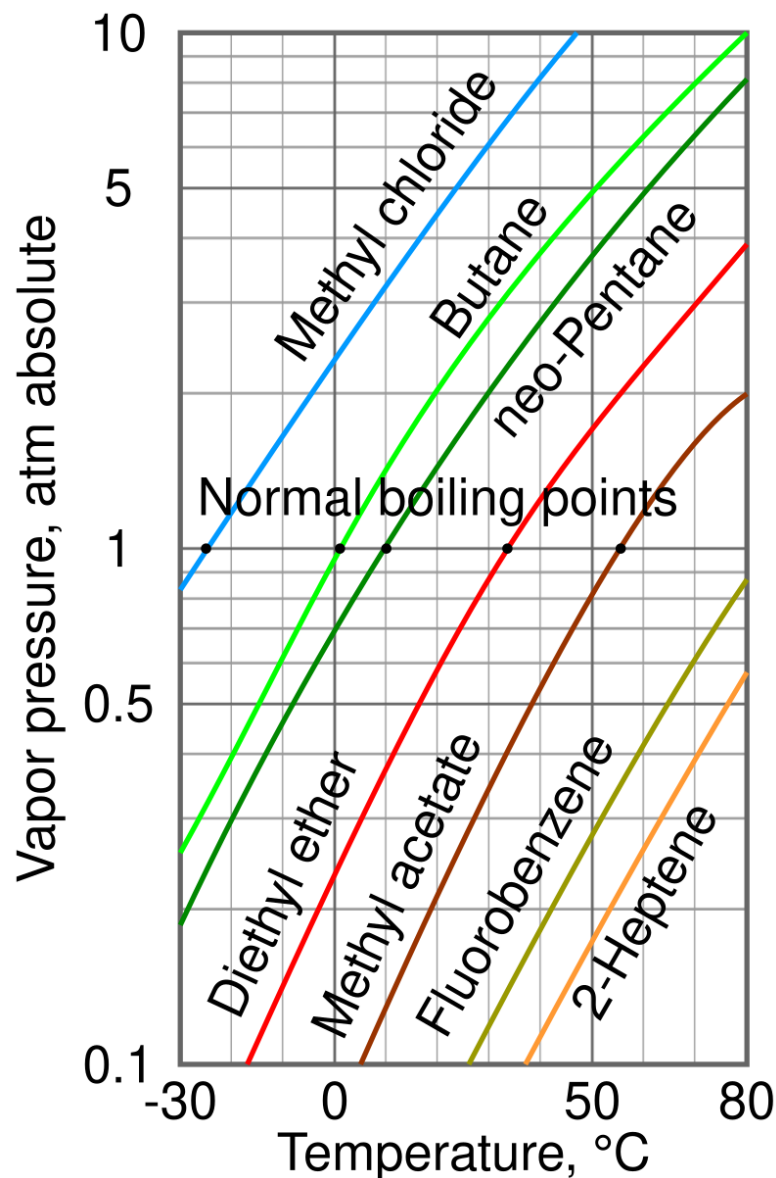


Подготовка нефти и газа

Определение терминов

Точка кипения (давление насыщения, истинное давление пара) — давление, при котором растворенный газ начинает выделяться из жидкости при повышении температуры или снижении давления

Величина давления насыщения жидких углеводородов зависит от давления, температуры и состава жидкости



Подготовка нефти и газа

Определение терминов

Давление пара по шкале Рейда — *давление, при котором углеводородная жидкость начинает испаряться при определенных условиях*

Оно может быть измерено в полевых условиях в соответствии с особым стандартом Американского общества по испытаниям и материалам (American Society for Testing and Materials) с получением значения давления, более низкого, чем истинное давление пара



Подготовка нефти и газа

Определение терминов

Точка росы по углеводородам — значение, при котором углеводородная жидкость начинает конденсироваться из газа при снижении температуры или повышении давления; точка росы зависит от состава газа



Подготовка нефти и газа

Определение терминов

В спецификациях газопроводов часто указывается точка росы по воде для контроля образования гидратов в трубах и коррозии труб

Точки росы по углеводородам и по воде могут не совпадать.

Это зависит от компонентного состава газа и конкретных термобарических условий проведения измерений.

Например, при измерении в реальных условиях эксплуатации при рабочем давлении в газопроводе точка росы по углеводородам может лежать выше, совпадать или лежать ниже точки росы по влаге.

Подготовка нефти и газа

Определение терминов

Гидраты — кристаллические, похожие на лед твердые вещества, образующиеся из углеводородных газов и жидкой воды

Гидраты могут образовываться при температурах значительно более высоких, чем точка замерзания воды, и могут забивать оборудование и трубопроводы



Подготовка нефти и газа

Функции промысловых установок

Подготовка нефти и газа

Функции промысловых установок

1. Основной технологический процесс

Основной функцией промысловой установки является

- разделение нефти, газа, воды и твердых примесей;
- подготовка нефти для соответствия товарным спецификациям (в частности, по содержанию твердых частиц и воды, содержанию солей, давлению пара);
- измерение и анализ характеристик нефти для определения ее цены и доставка к транспортным средствам (трубопроводу, автоцистерне, танкеру или железнодорожной цистерне)



Подготовка нефти и газа

Функции промысловых установок

1. Основной технологический процесс

Газ должен быть подготовлен для продажи или удаления

В прошлом удаление газа иногда означало сжигание его на факеле или выпуск в атмосферу, однако сейчас газ, который не может быть транспортирован, обычно используется для обратной закачки в пласт с помощью компрессора



Подготовка нефти и газа

Функции промысловых установок

1. Основной технологический процесс

Подготовка газа может означать лишь отделение его от жидкостей или включать в себя также дополнительные процессы, такие как компримирование (сжатие), дегидратация (обезвоживание), удаление H_2S и CO_2 или обработку с целью конденсации тяжелых компонентов, которые можно транспортировать в жидком виде



Подготовка нефти и газа

Функции промысловых установок

2. Дополнительные технологические процессы

Помимо подготовки нефти и газа для продажи, следует проводить подготовку добываемой вместе с ними воды и твердых примесей для последующего удаления или захоронения отходов



Подготовка нефти и газа

Функции промысловых установок

2. Дополнительные технологические процессы

Подготовка добываемой воды обычно включает в себя удаление из нее рассеянных и растворенных углеводородов и может означать не только сепарацию или сбор нефти с поверхности, но также фильтрацию, деионизацию или перекачку из одной емкости в другую



Подготовка нефти и газа

Функции промысловых установок

2. Дополнительные технологические процессы

Если требуется обработка твердых частиц, она может включать в себя промывку в воде и перемешивание твердой взвеси с целью удаления нефти и последующего обезвоживания



Подготовка нефти и газа

Функции промышленных установок

3. Вспомогательные системы

В дополнение к основным технологическим процессам могут потребоваться процессы нагревания и охлаждения

Технологическое тепло обычно требуется для подготовки нефти и перегрева топливного газа для использования в газотурбогенераторах и компрессорах. Технологическое охлаждение обычно требуется для компримирования газа



Подготовка нефти и газа

Функции промысловых установок

3. Вспомогательные системы

Хотя технологические установки при необходимости могут работать без использования электроэнергии, производство электроэнергии и электросети обычно используются на крупных и сложных установках, а также в жилых помещениях для персонала



Подготовка нефти и газа

Функции промысловых установок

! Все технологические установки требуют организации систем безопасности, включая контрольно-измерительные приборы системы безопасности, систему глушения скважин, обнаружения пожара и утечек газа, противопожарное оборудование, средства эвакуации, такие как спасательные плоты и аварийно-спасательные капсулы при работе в акватории, а также другое оборудование в зависимости от расположения и сложности технологической установки и наличия обслуживающего персонала

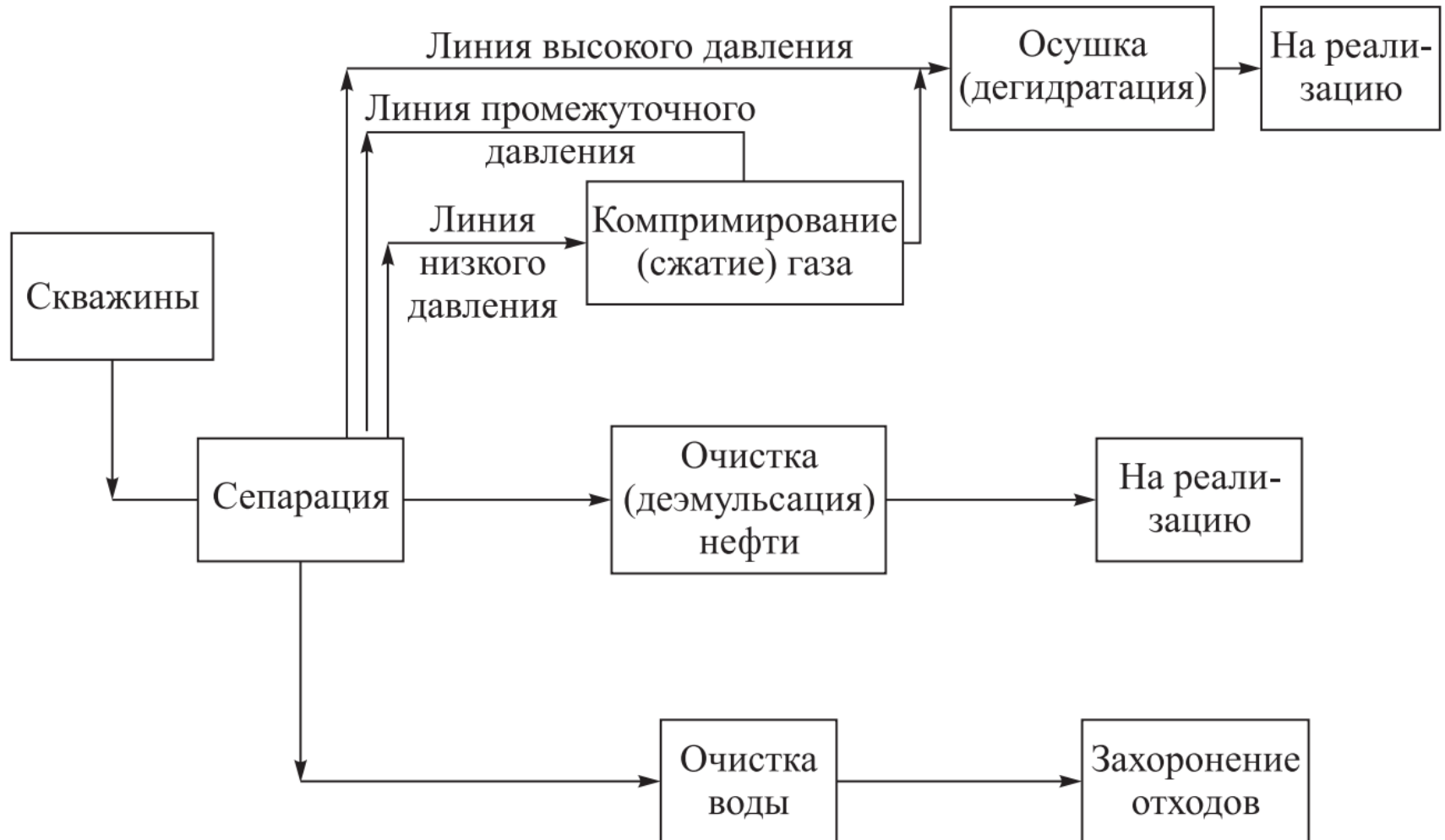
Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти



Блок-диаграмма простой установки для подготовки нефти

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

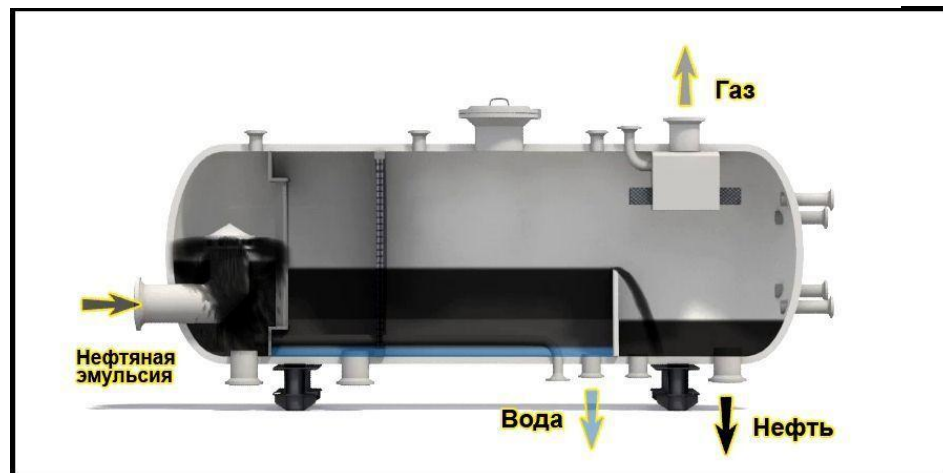
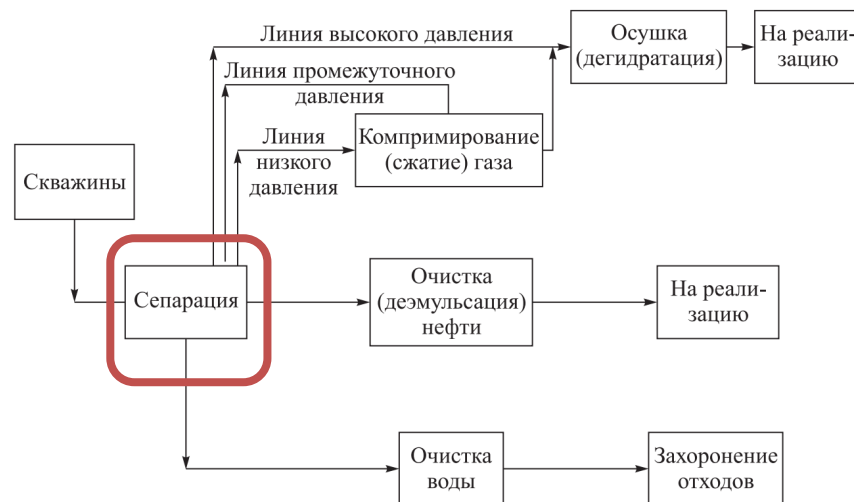
Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

Первый этап процесса — отделение газа от жидкости и воды от нефти

Это обычно производится в сепараторе — емкости высокого давления, в которую направляется поток продукции скважины для разделения газа, нефти и воды под действием гравитации

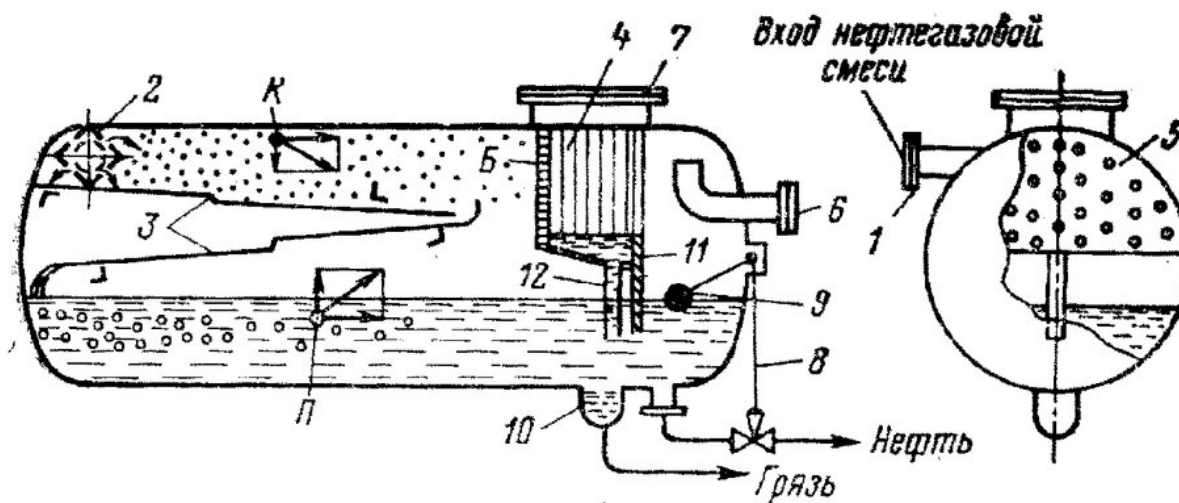


Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

Сепараторы могут содержать впускные отводящие устройства (диверторы), выпускные гасители вихрей, ковши, переливные камеры и каплеуловители, способствующие разделению потоков



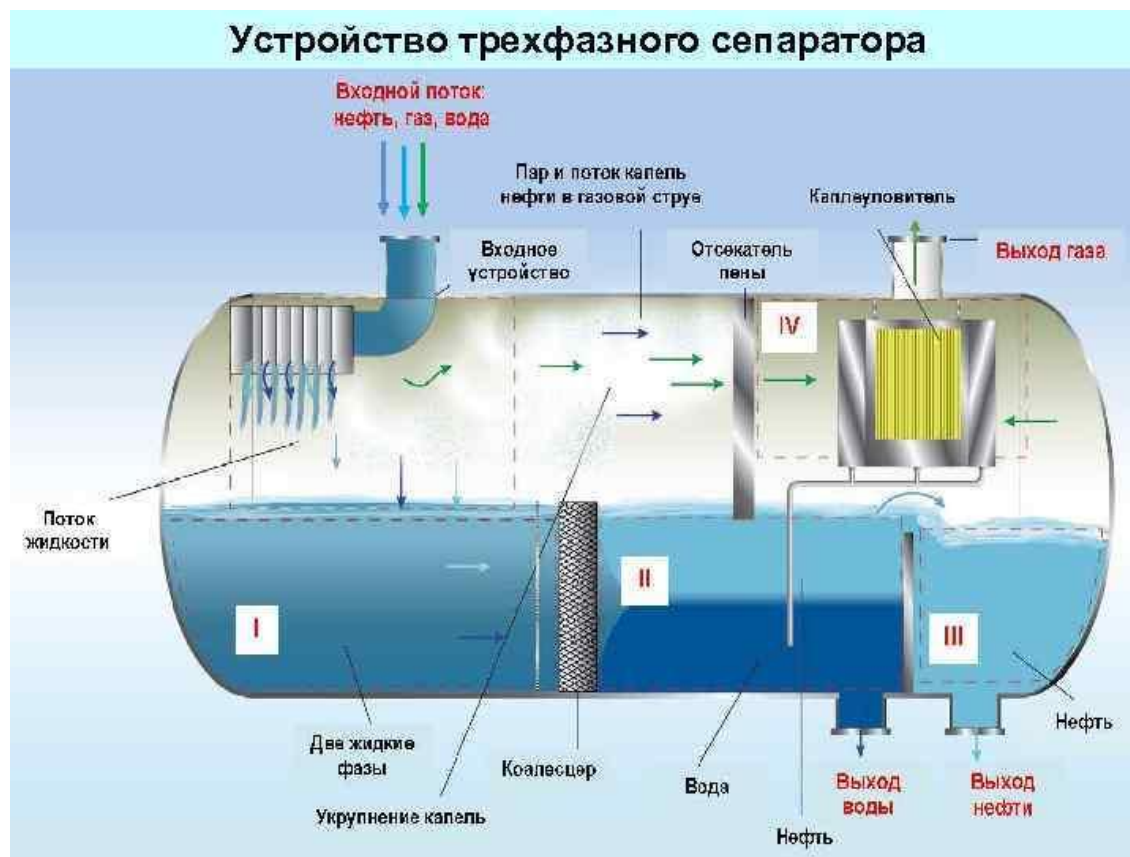
- 1 - ввод газонефтяной смеси; 2 - диспергатор; 3 - наклонные плоскости; 4 - жалюзийная насадка-каплеуловитель; 5 - перегородка для выравнивания потока газа; 6 - выход газа; 7 - люк; 8 - регулятор уровня; 9 - поплавковый уровнедержатель; 10 - сброс грязи; 11 - перегородка для предотвращения прорыва газа; 12 - сливная трубка

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

Сепаратор может быть двухфазным (двухкомпонентным) — с отделением газа от жидкостей, а также трехфазным (трехкомпонентным) — с разделением газа, нефти и воды, выводимых через три различных выпускных отверстия

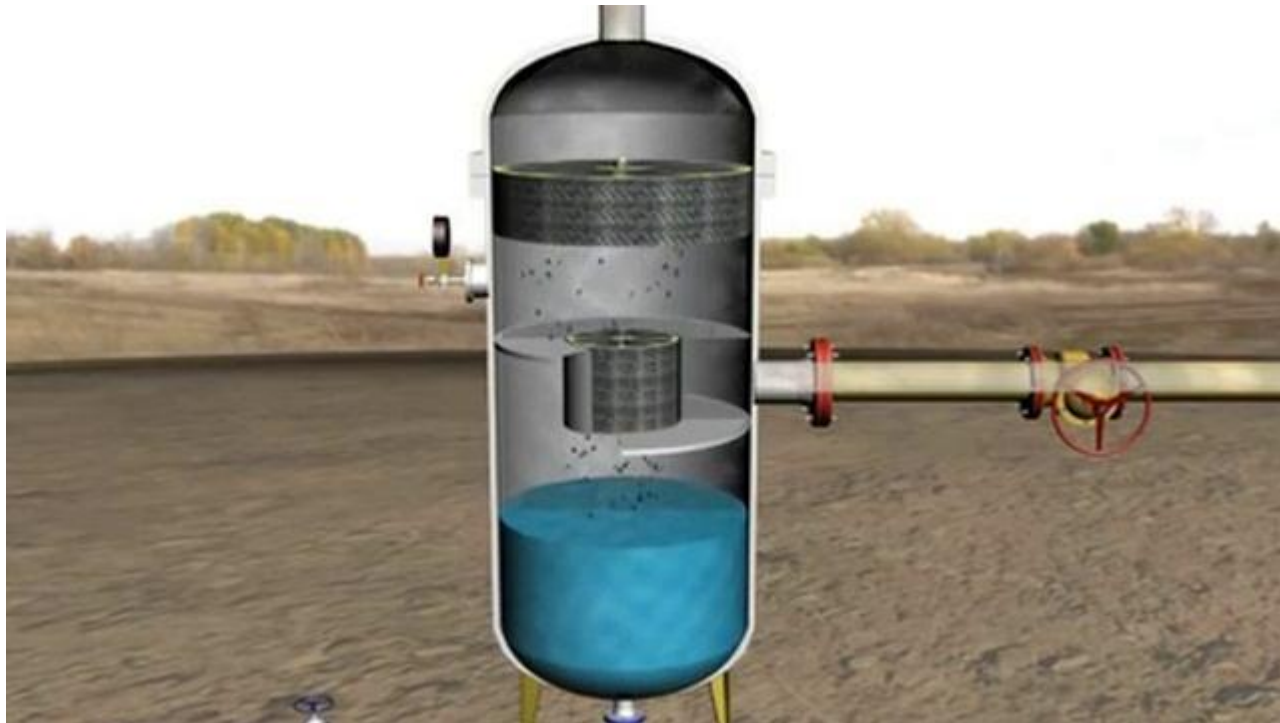


Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

Газ занимает гораздо больший объем, чем равное по массе количество нефти, поэтому диаметр трубопровода, рассчитанного на поток жидкости, окажется недостаточным, если часть жидкости мгновенно перейдет в газообразное состояние, что приведет к резкому повышению скорости потока и падению давления



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

По этой причине владельцы трубопроводов обычно определяют максимально допустимое давление пара для предотвращения мгновенного испарения легких компонентов жидкости

Процесс снижения давления пара в нефти с целью соблюдения спецификаций нефтепроводов называется **«стабилизация нефти»**



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

Для стабилизации простейшим способом нефть помещается в резервуар под давлением, близким к атмосферному. Этим достигается испарение газа из жидкости в резервуаре со сниженным до атмосферного давлением



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

При этом истинное давление пара в нефти (давление насыщения) снижается до атмосферного или даже ниже атмосферного, если помимо снижения давления осуществляется по-догрев, и спецификации нефтепровода относительно давления насыщения будут соблюдены

Газ, испарившийся в резервуаре, затем сжимается до уровня исходного давления в сепараторе и соединяется с газом сепарации



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

Если нефть направляется не напрямую в резервуар с атмосферным давлением, а в сепаратор промежуточного давления, то газ, выделяющийся в таком сепараторе, будет иметь более высокое давление и потребуются меньшая мощность компрессора для компримирования



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

Кроме того, общее количество нефти, стабилизированной в резервуаре с атмосферным давлением, окажется большим при использовании промежуточной стадии сепарации, чем при одномоментном резком снижении давления до атмосферного. Это связано с равновесием системы газ–жидкость при мгновенном испарении под высоким давлением и изменением состава нефти, испаряющейся в резервуаре



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

Хотя газ будет мгновенно испаряться и при переливе нефти в резервуар из сепаратора промежуточного давления, количество этого газа будет гораздо меньше, чем в первом случае, когда жидкость поступает в резервуар непосредственно из сепаратора высокого давления



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

Таким образом, добавление промежуточной стадии сепарации имеет два **преимущества:**

- во-первых, снижение мощности,необходимой для компримирования газа, поскольку газ испаряется под более высоким давлением;
- во-вторых, получение более стабильной нефти

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

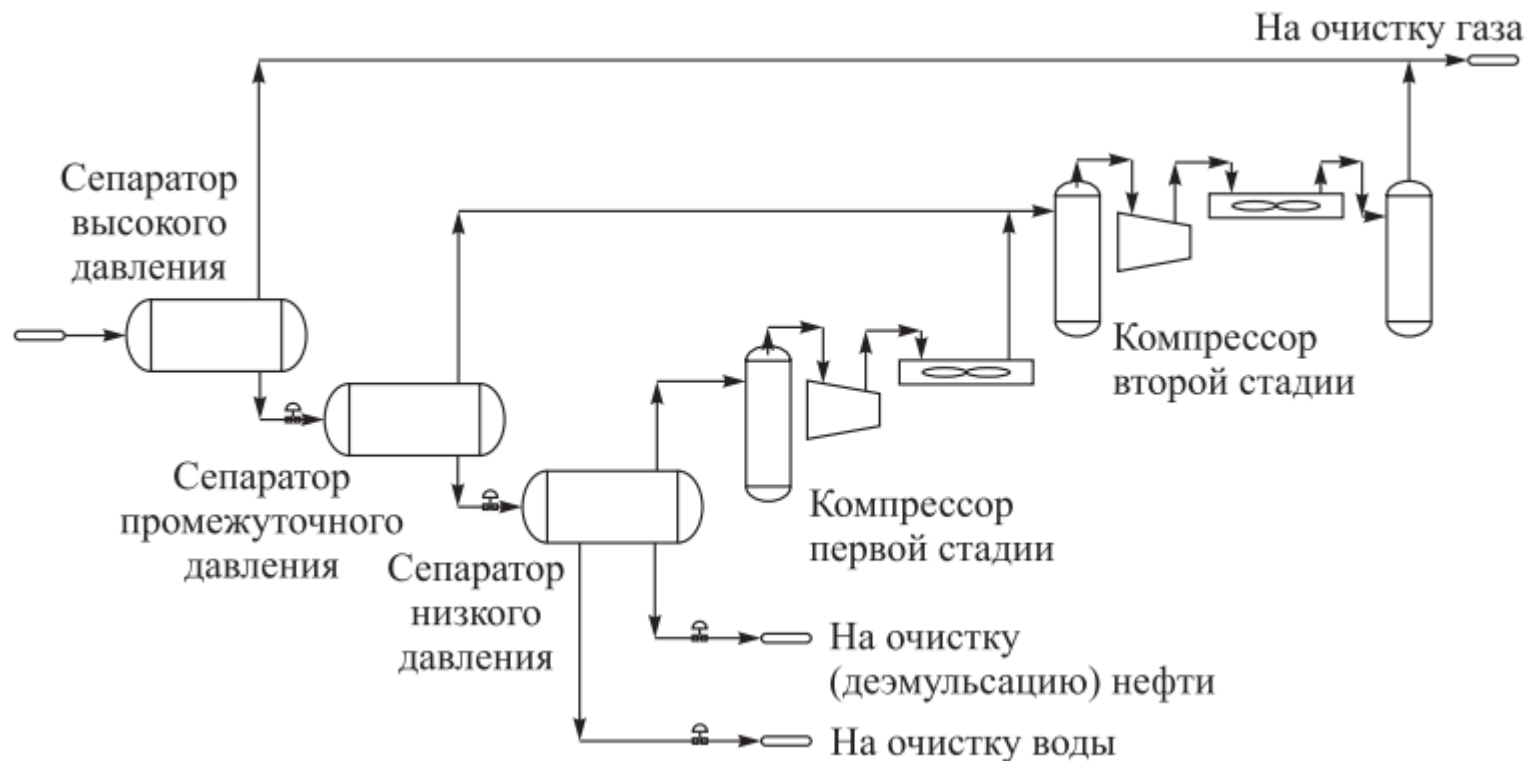
Если мы **добавим еще и третью** стадию сепарации под низким давлением, общий объем жидкости в резервуаре еще более возрастет при дополнительном объеме газа, испаряющегося под повышенным давлением и, таким образом, требующего еще более низкой мощности компрессора; однако при этом капитальные затраты на дополнительную стадию сепарации не оправдываются незначительным повышением цены углеводородов

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

! Типичная технологическая цепочка сепарации



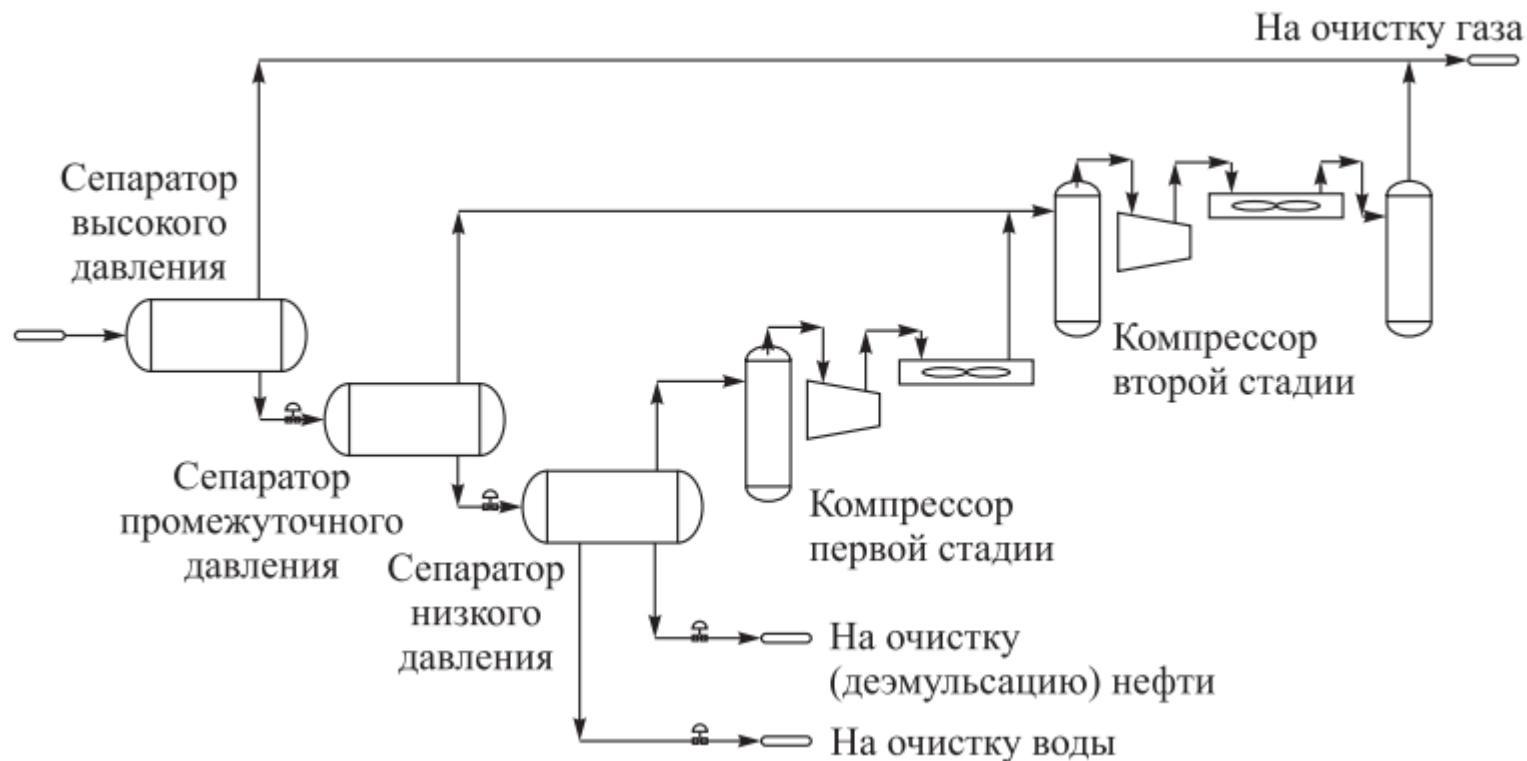
цепочка сепарации может включать в себя скважину, продукция которой направляется в сепаратор высокого давления под давлением 76 бар, затем в сепаратор низкого давления под давлением 10,3 бар, затем, возможно, в нефтеочиститель (деэмульгатор) под давлением 3,5 бар, а затем на хранение в резервуар с атмосферным давлением

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

1. Сепарация

Типичная технологическая цепочка сепарации



Давления в сепараторах подобраны таким образом, чтобы газ испарения после каждой стадии сепарации поступал на компримирование с разумной степенью сжатия

Сепараторы условно можно подразделить на следующие категории:

- **по назначению:** замерные и сепарирующие;
- **по геометрической форме:** цилиндрические, сферические;
- **по положению в пространстве:** вертикальные, горизонтальные и наклонные;
- **по характеру основных действующих сил:** гравитационные, инерционные, центробежные, ультразвуковые и т.д.
- **по технологическому назначению нефтегазовые сепараторы делятся на:**
 - - двухфазные - применяются для разделения продукции скважин на жидкую и газовую фазу;
 - - трехфазные - служат для разделения потока на нефть, газ и воду;
 - - сепараторы первой ступени сепарации – рассчитаны на максимальное содержание газа в потоке и давление I ступени сепарации;
 - - концевые сепараторы - применяются для окончательного отделения нефти от газа при минимальном давлении перед подачей товарной продукции в резервуары;
 - - сепараторы-делители потока – используются, когда необходимо разделить выходящую из них продукцию на потоки одинаковой массы

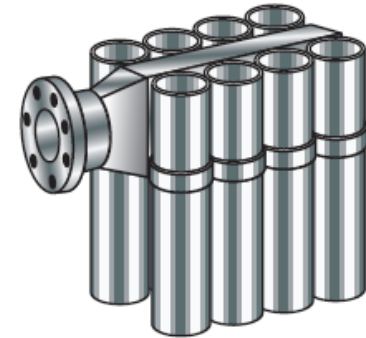
Сепараторы бывают вертикальные, горизонтальные и гидроциклонные



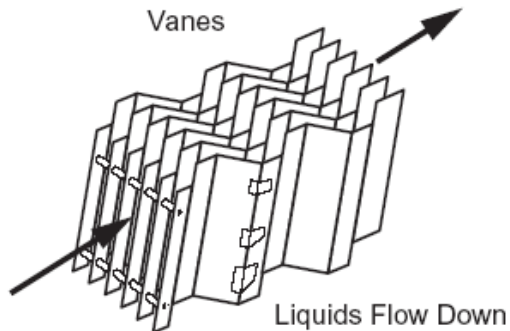
Внутрикорпусные устройства сепараторов



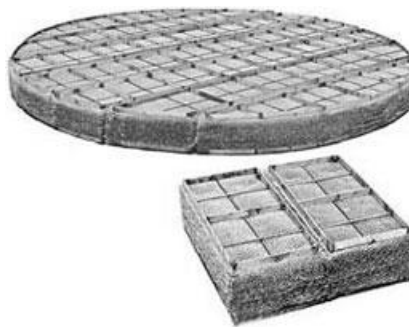
Входная перегородка



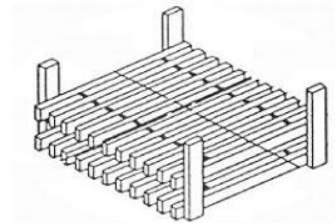
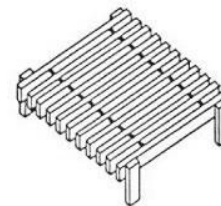
Центробежное входное устройство



Лопастной каплеотбойник

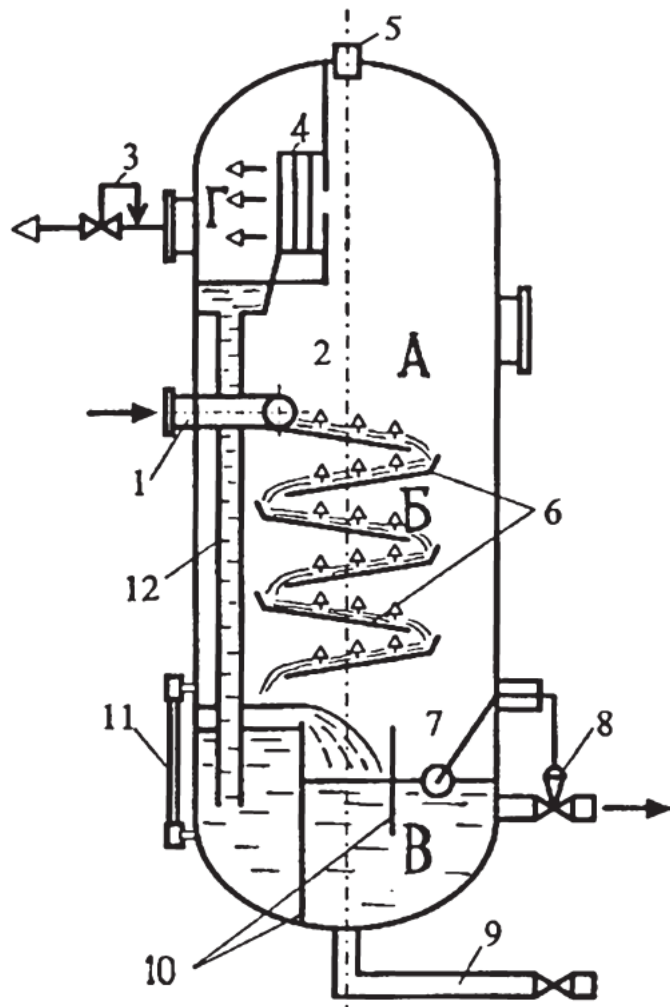


Сетчатый каплеотбойник



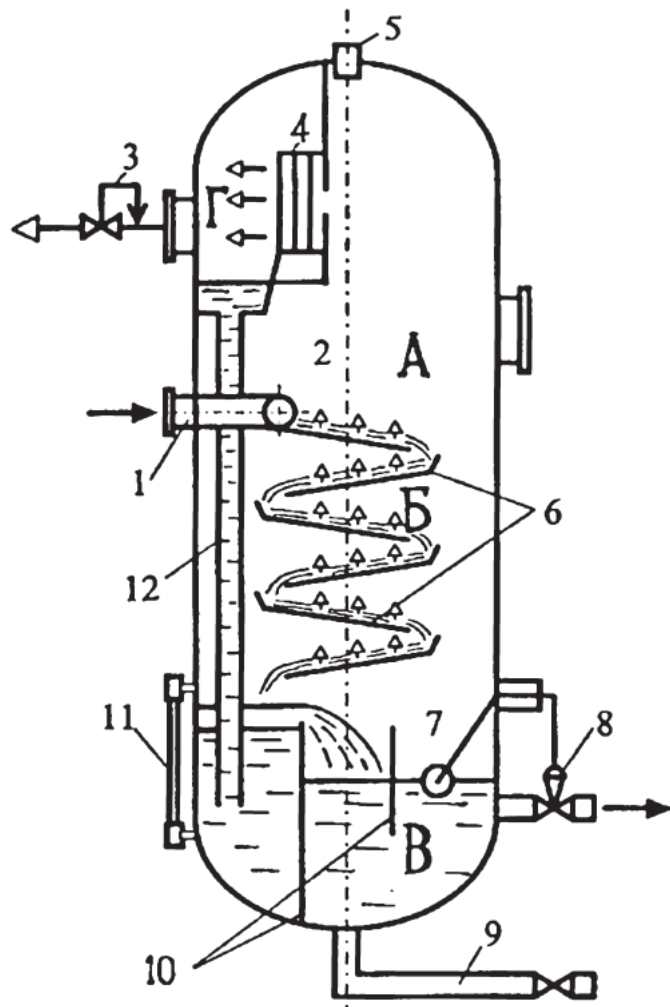
Антизавихрители

Вертикальный сепаратор



Вертикальный сепаратор представляет собой вертикально установленный цилиндрический корпус с полусферическими днищами, снабженный патрубками для ввода газожидкостной смеси и вывода жидкой и газовой фаз, предохранительной и регулирующей арматурой, а также специальными устройствами, обеспечивающими разделение жидкости и газа.

Вертикальный сепаратор



А - основная сепарационная секция;

Б - осадительная секция;

В - секция сбора нефти;

Г - секция каплеудаления;

1 - патрубок ввода газожидкостной смеси;

2 - раздаточный коллектор со щелевым выходом;

3 - регулятор давления «до себя» на линии отвода газа;

4 - жалюзийный каплеуловитель;

5 - предохранительный клапан;

6 - наклонные полки;

7 - поплавок;

8 - регулятор уровня на линии отвода нефти;

9 - линия сброса шлама;

10 - перегородки;

11 - уровнемерное стекло;

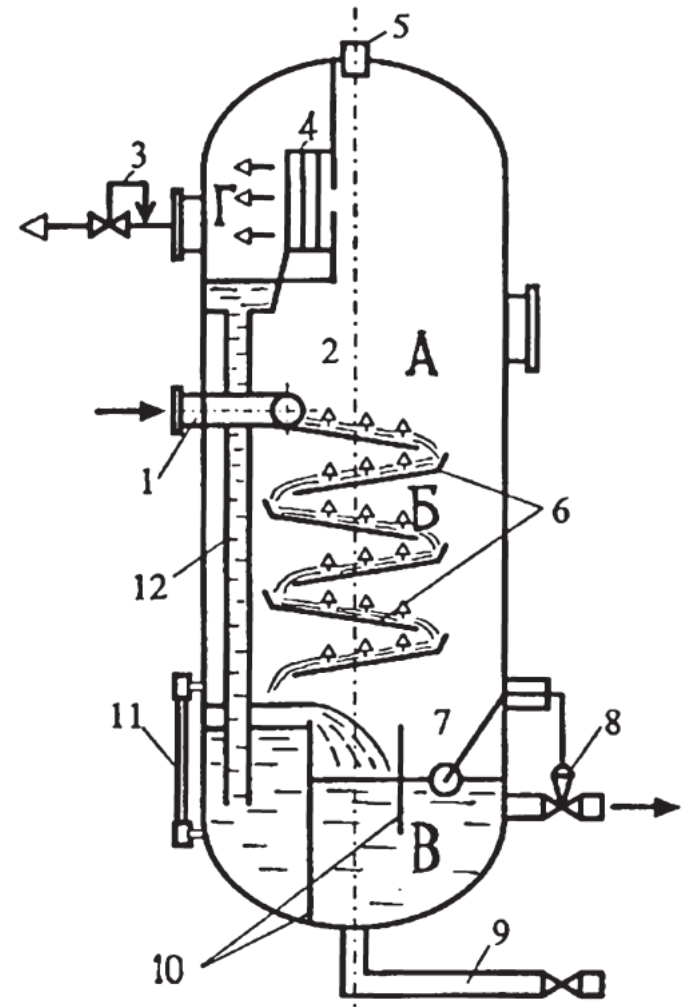
12 - дренажная труба

Вертикальный сепаратор

А - Основная сепарационная секция

Предназначается для отделения основной части жидкости (нефти, газового конденсата, воды) от входящего газожидкостного потока, для обеспечения высокоэффективной предварительной сепарации и равномерного распределения потока по сечению аппарата применяют конструктивные устройства:

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

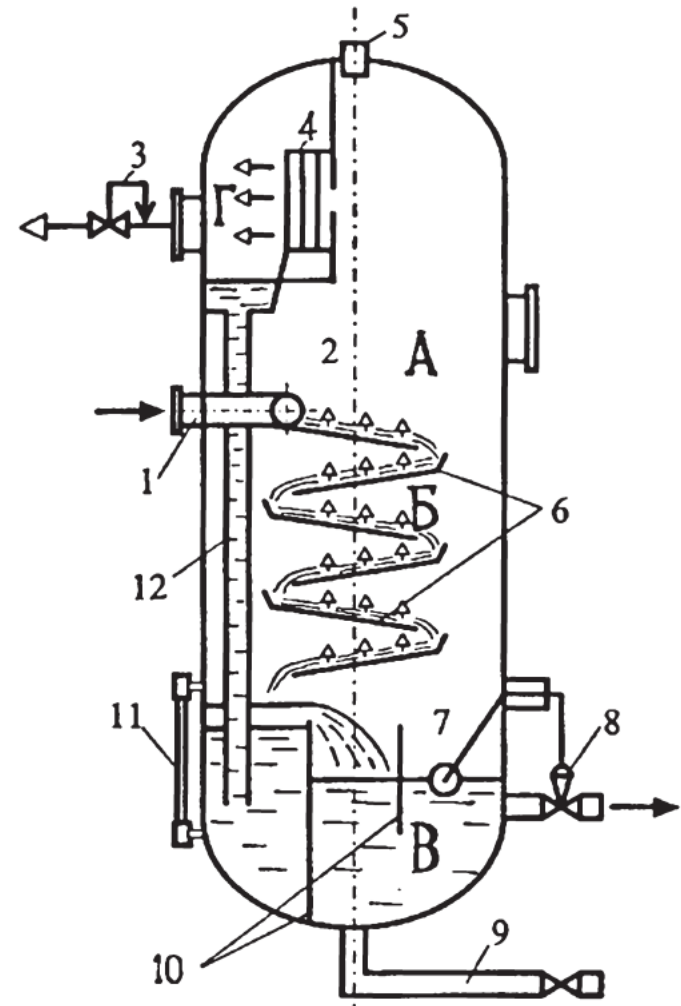


Вертикальный сепаратор

Б - Осадительная секция. 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.

В газовых сепараторах некоторых конструкций для снижения турбулентности применяют различные устройства — пластины, цилиндрические и полуцилиндрические поверхности

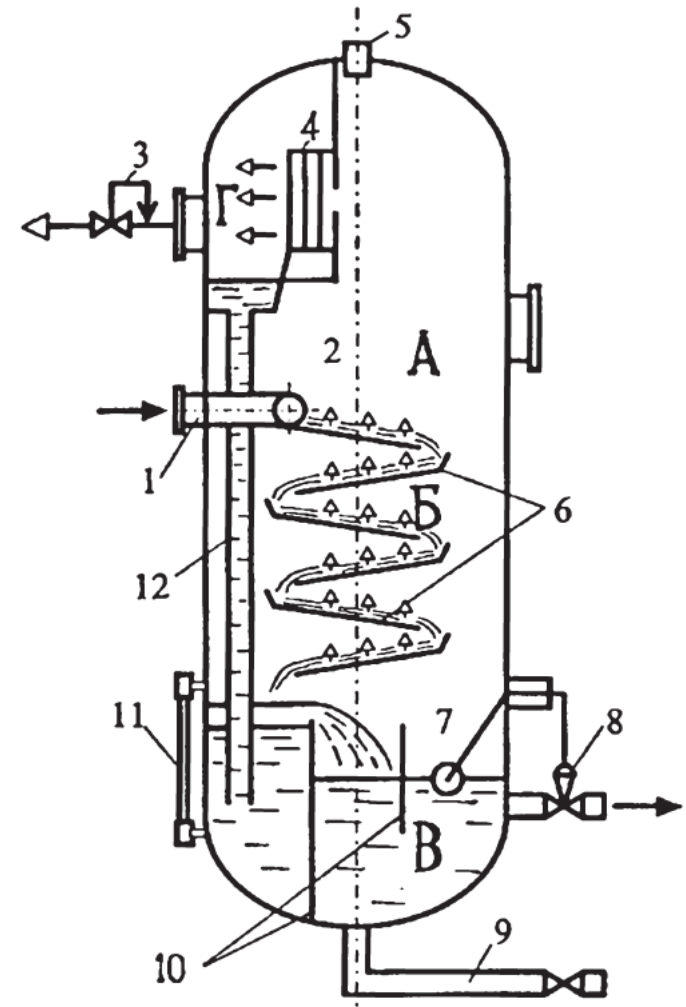


Вертикальный сепаратор

В - Секция сбора жидкости. 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.

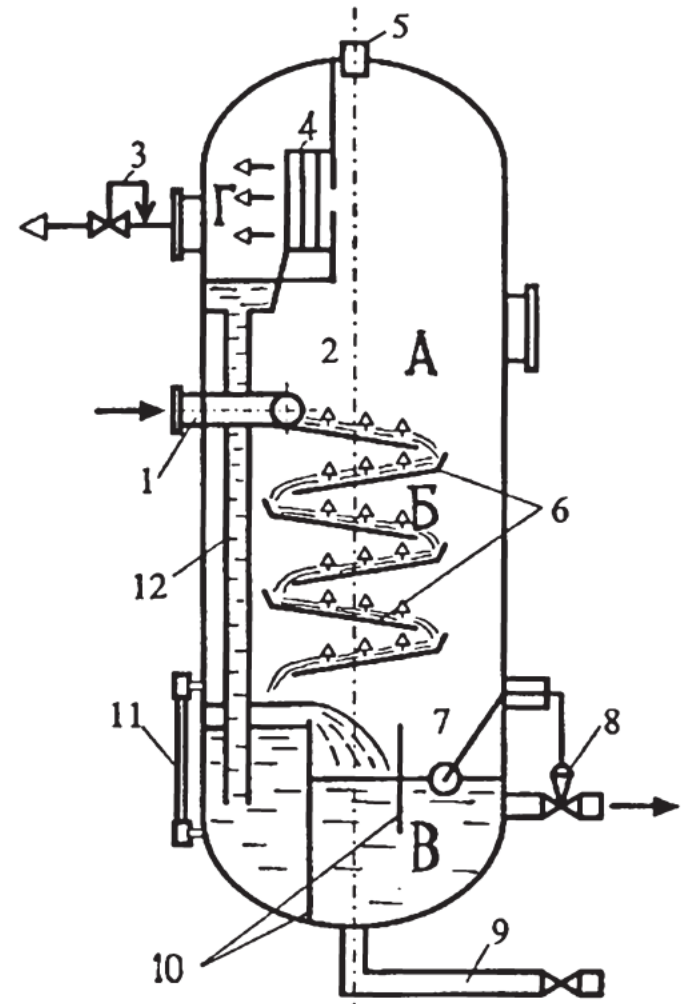


Вертикальный сепаратор

Г - Секция каплеулавливания.

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 проволоочной 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



Вертикальный сепаратор



Эффективность работы отбойных насадок зависит от нескольких факторов, основными из которых являются:

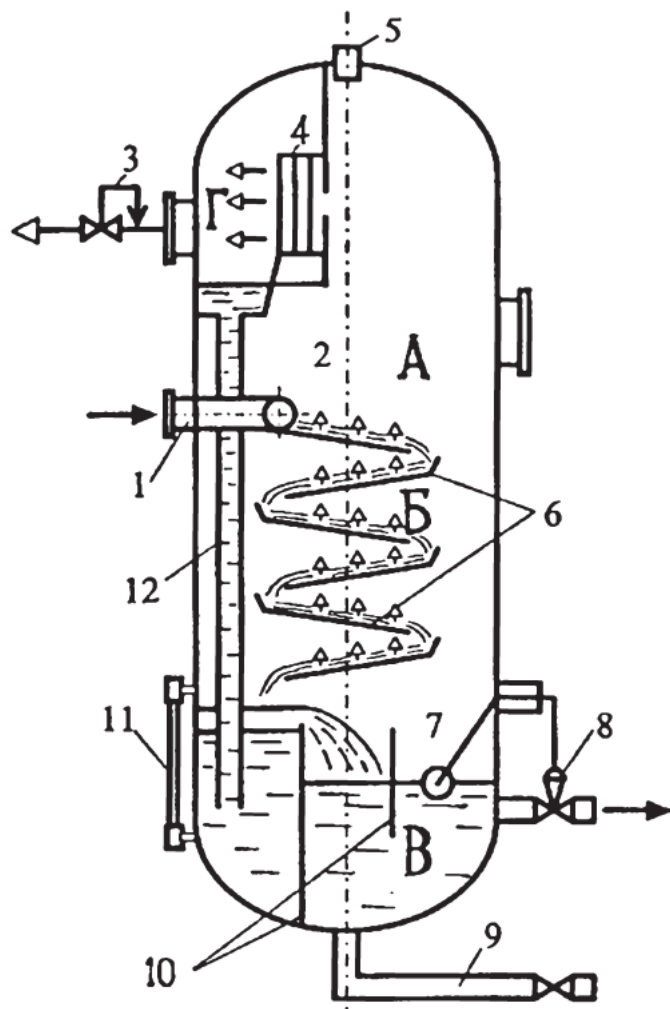
- допустимая скорость набегания газа,
- определенное количество жидкости, поступающей с газом,
- равномерная загрузка насадки по площади ее поперечного сечения.

Вертикальный сепаратор



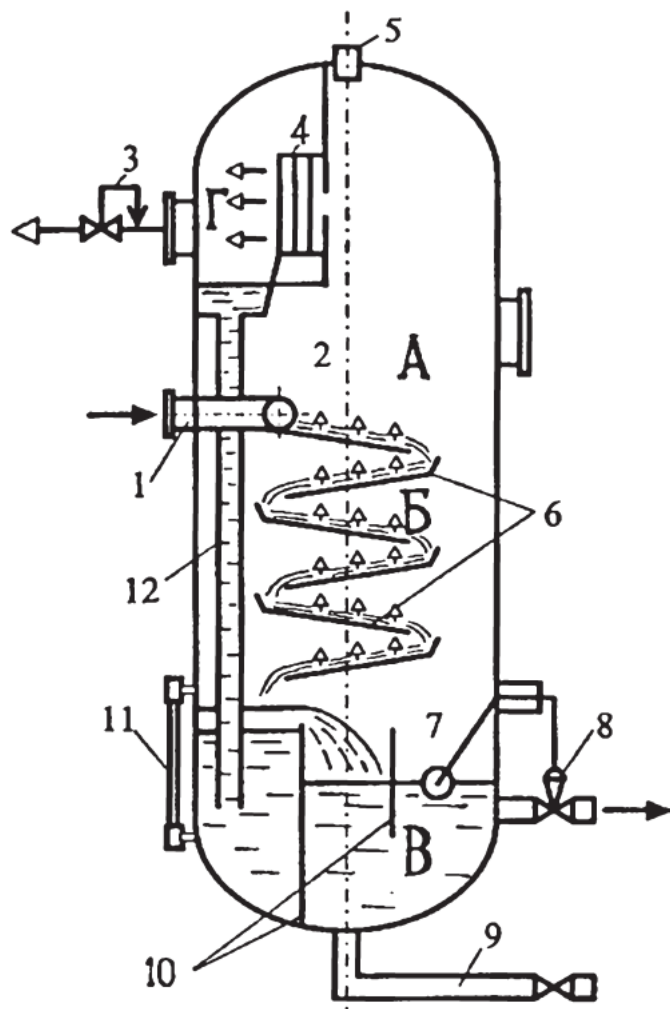
В конструкциях сепараторов должны предусматриваться элементы, **предотвращающие образование пены и гасящие ее**, а также **снижающие вредное влияние пульсации газожидкостного потока на сепарацию жидкости и газа.**

Вертикальный сепаратор



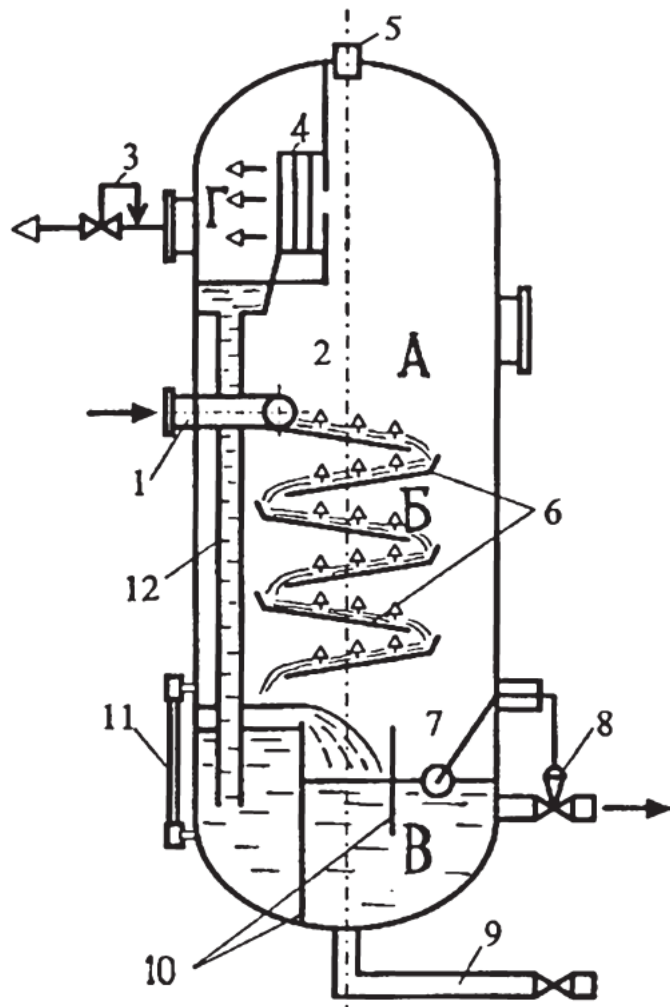
Газонефтяная смесь под давлением поступает в сепаратор по патрубку 1 в раздаточный коллектор 2 со щелевым выходом. Регулятором давления 3 в сепараторе поддерживается определенное давление, которое меньше начального давления газожидкостной смеси. За счет уменьшения давления из смеси в сепараторе выделяется растворенный газ.

Вертикальный сепаратор



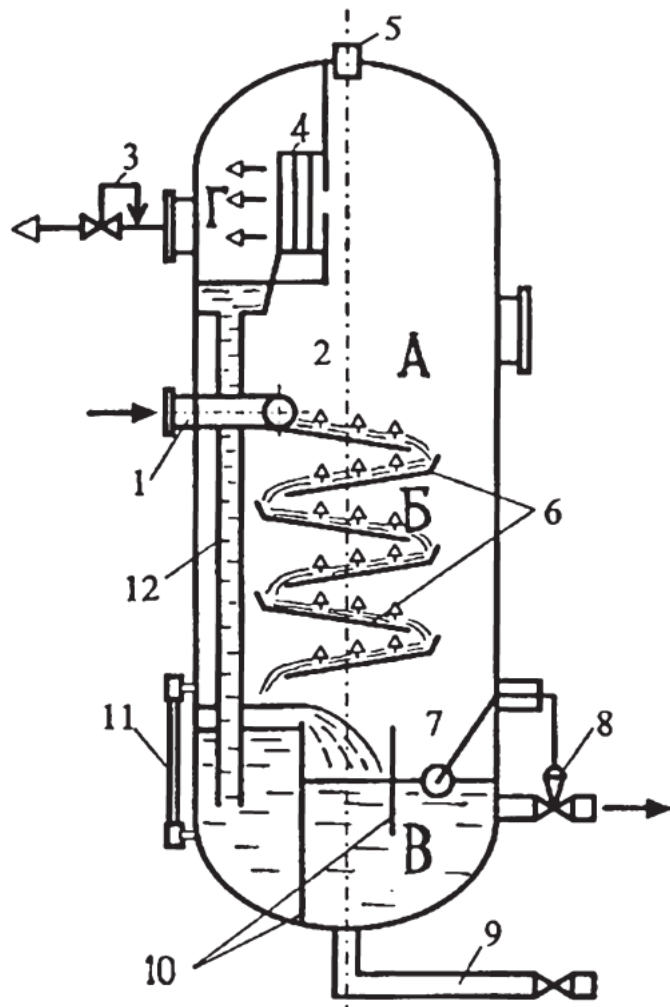
Поскольку этот процесс не является мгновенным, время пребывания смеси в сепараторе стремятся увеличить за счет установки наклонных полок 6, по которым она стекает в нижнюю часть аппарата. Выделяющийся газ поднимается вверх. Здесь он проходит через жалюзийный каплеуловитель 4, служащий для отделения капель нефти, и далее направляется в газопровод. Уловленная нефть по дренажной трубе 12 стекает вниз.

Вертикальный сепаратор



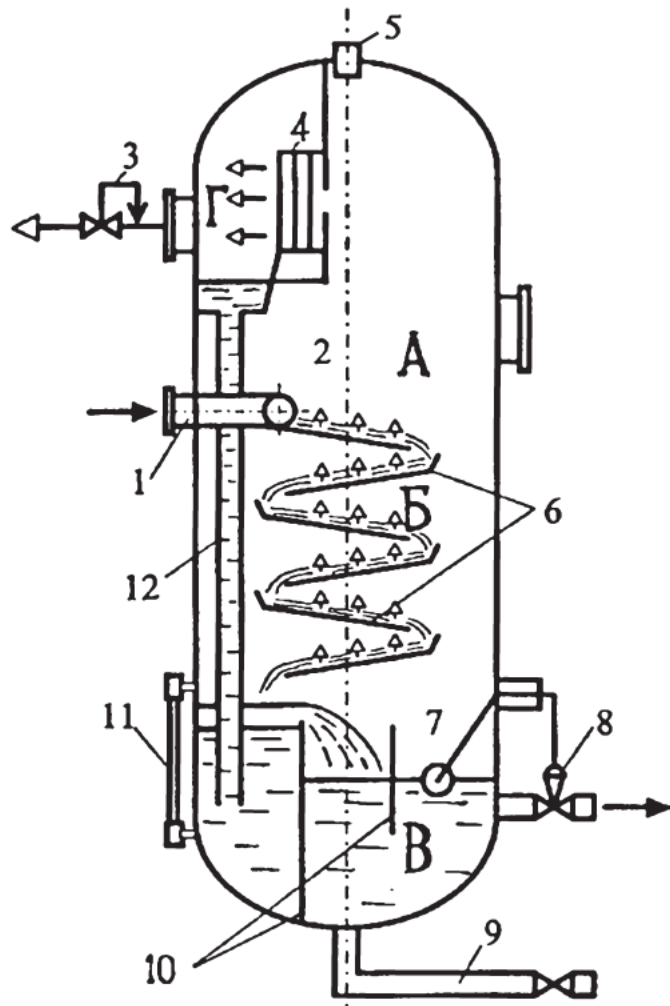
Контроль за уровнем нефти в нижней части сепаратора осуществляется с помощью регулятора уровня 8 и уровнемерного стекла 11. Шлам (песок, окалина) из аппарата удаляется по трубопроводу 9.

Вертикальный сепаратор



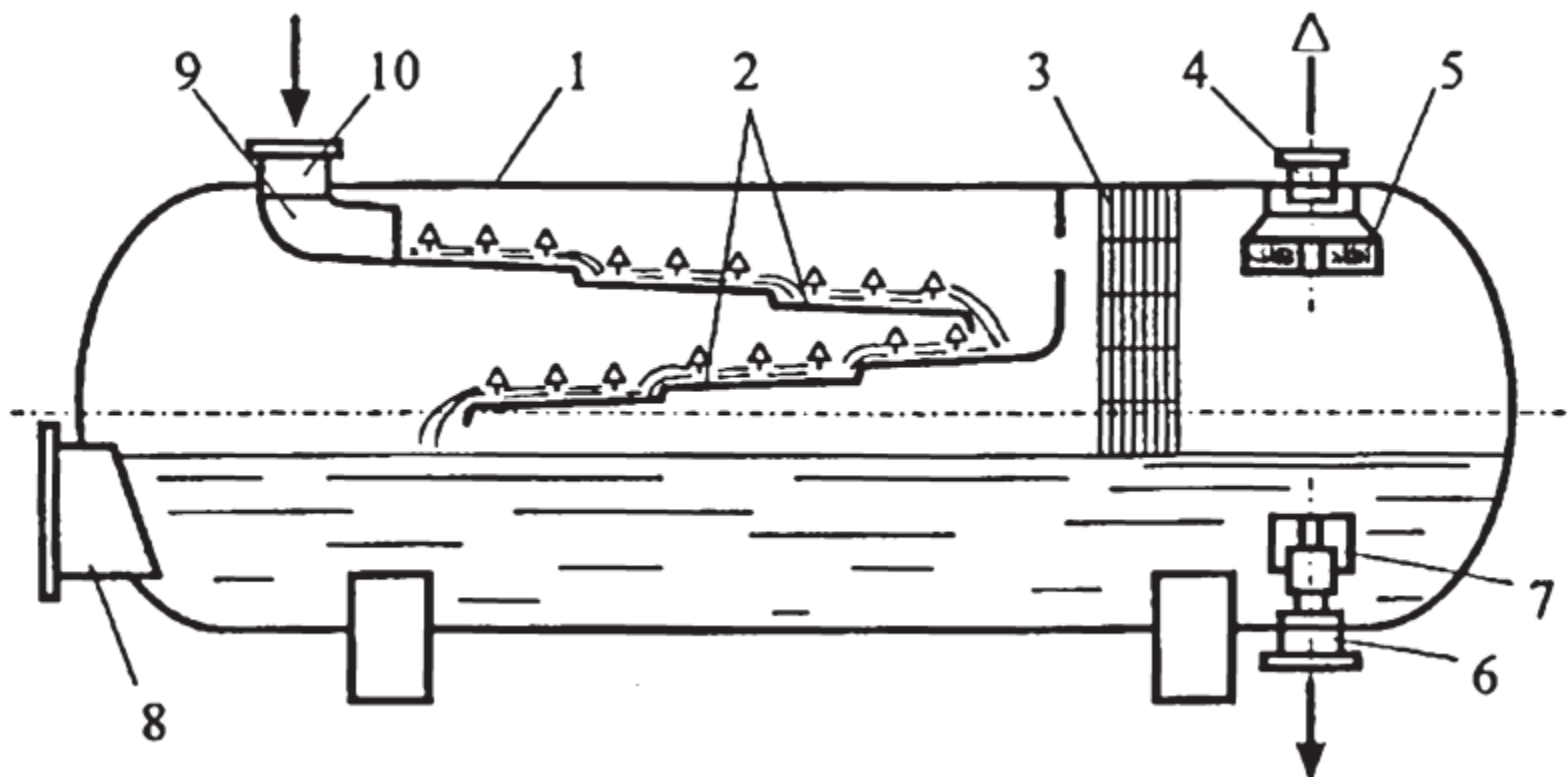
Достоинствами вертикальных сепараторов являются относительная простота регулирования уровня жидкости, а также очистки от отложений парафина и механических примесей. Они занимают относительно небольшую площадь, что особенно важно в условиях морских промыслов, где промысловое оборудование монтируется на платформах или эстакадах.

Вертикальный сепаратор



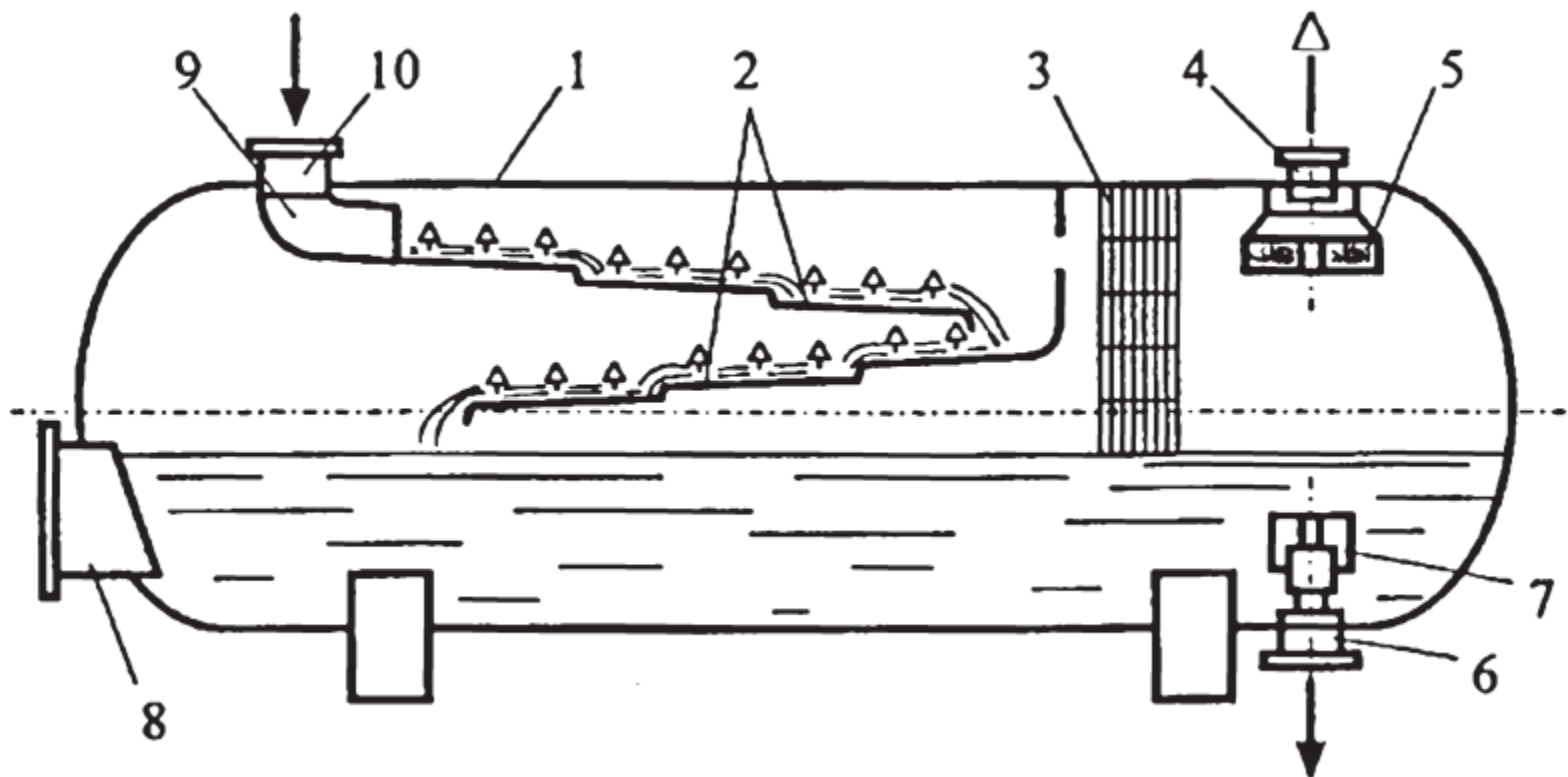
Однако вертикальные сепараторы имеют и существенные **недостатки**: меньшую производительность по сравнению с горизонтальными при одном и том же диаметре аппарата; меньшую эффективность сепарации.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор



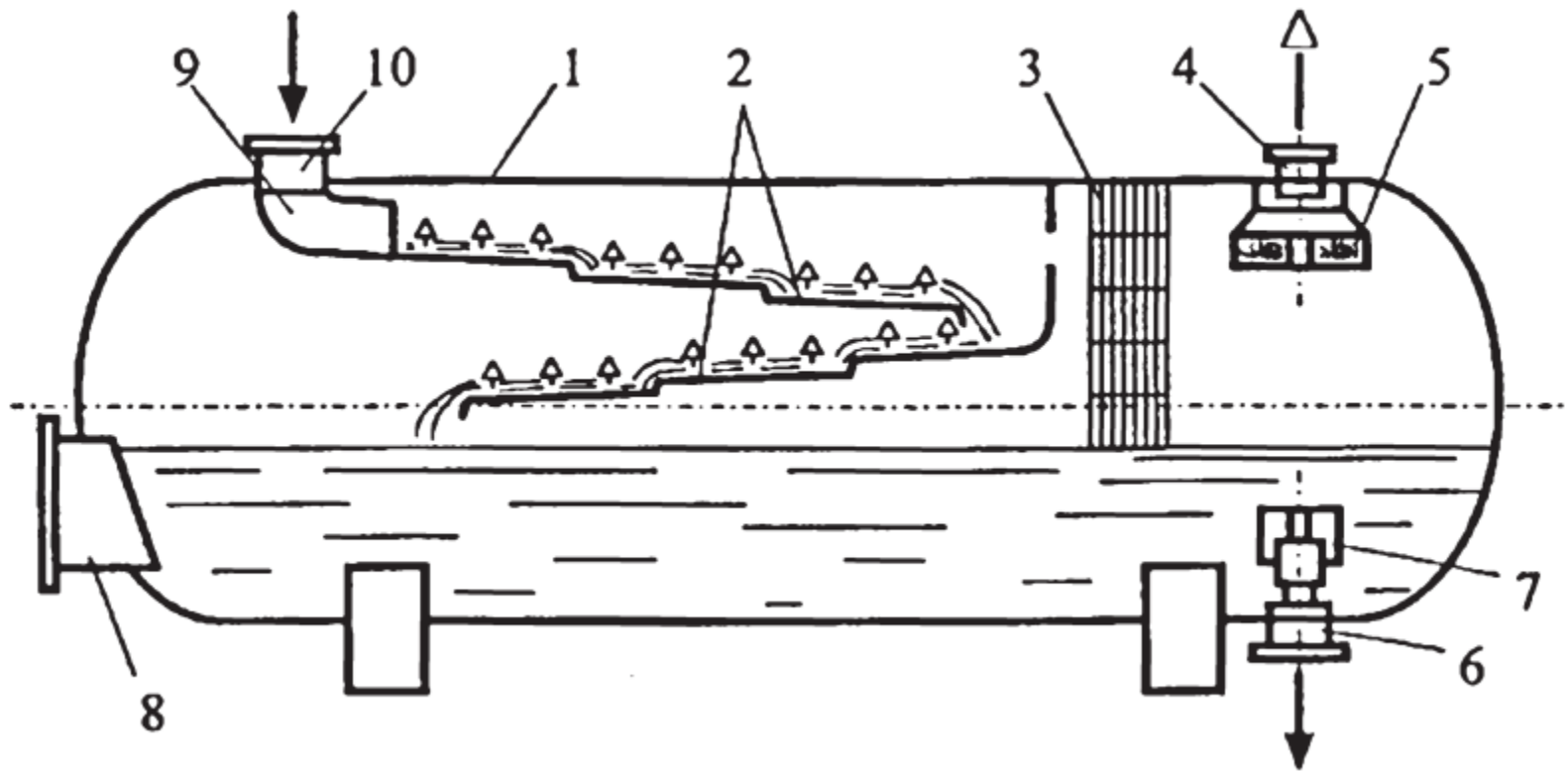
Горизонтальный газонефтяной сепаратор состоит из технологической емкости 1, внутри которой расположены две наклонные полки 2, пеногаситель 3, влагоотделитель 5 и устройство 7 для предотвращения образования воронки при дренаже нефти.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор



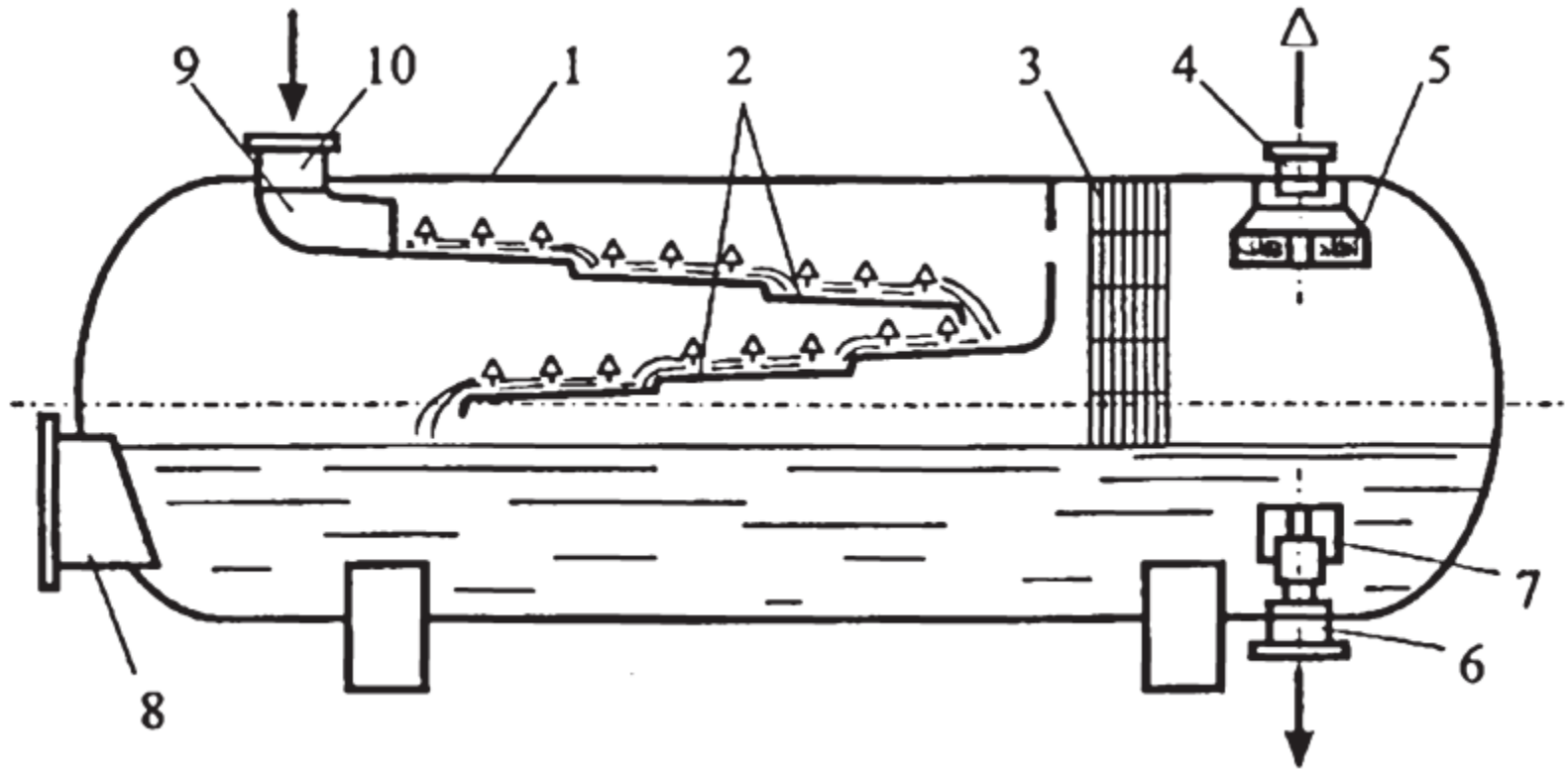
Технологическая емкость снабжена патрубком 10 для ввода газонефтяной смеси, штуцерами выхода газа 4 и нефти 6 и люком 8. Наклонные полки выполнены в виде желобов с отбортовкой не менее 150 мм. В месте ввода газонефтяной смеси в сепаратор смонтировано распределительное устройство 9.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор



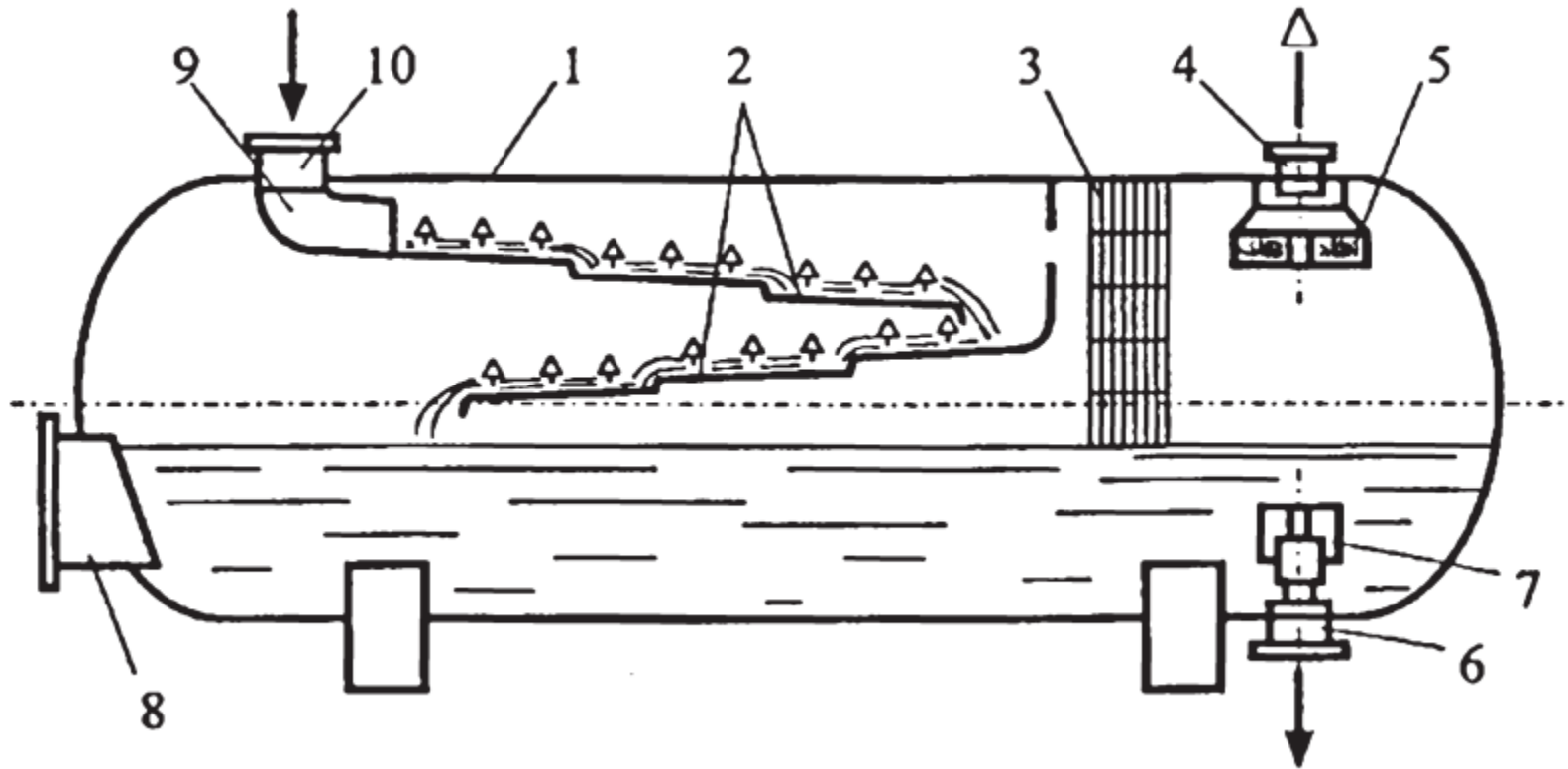
Сепаратор работает следующим образом: газонефтяная смесь через патрубок 10 и распределительное устройство 9 поступает на полки 2 и по ним стекает в нижнюю часть технологической емкости.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор



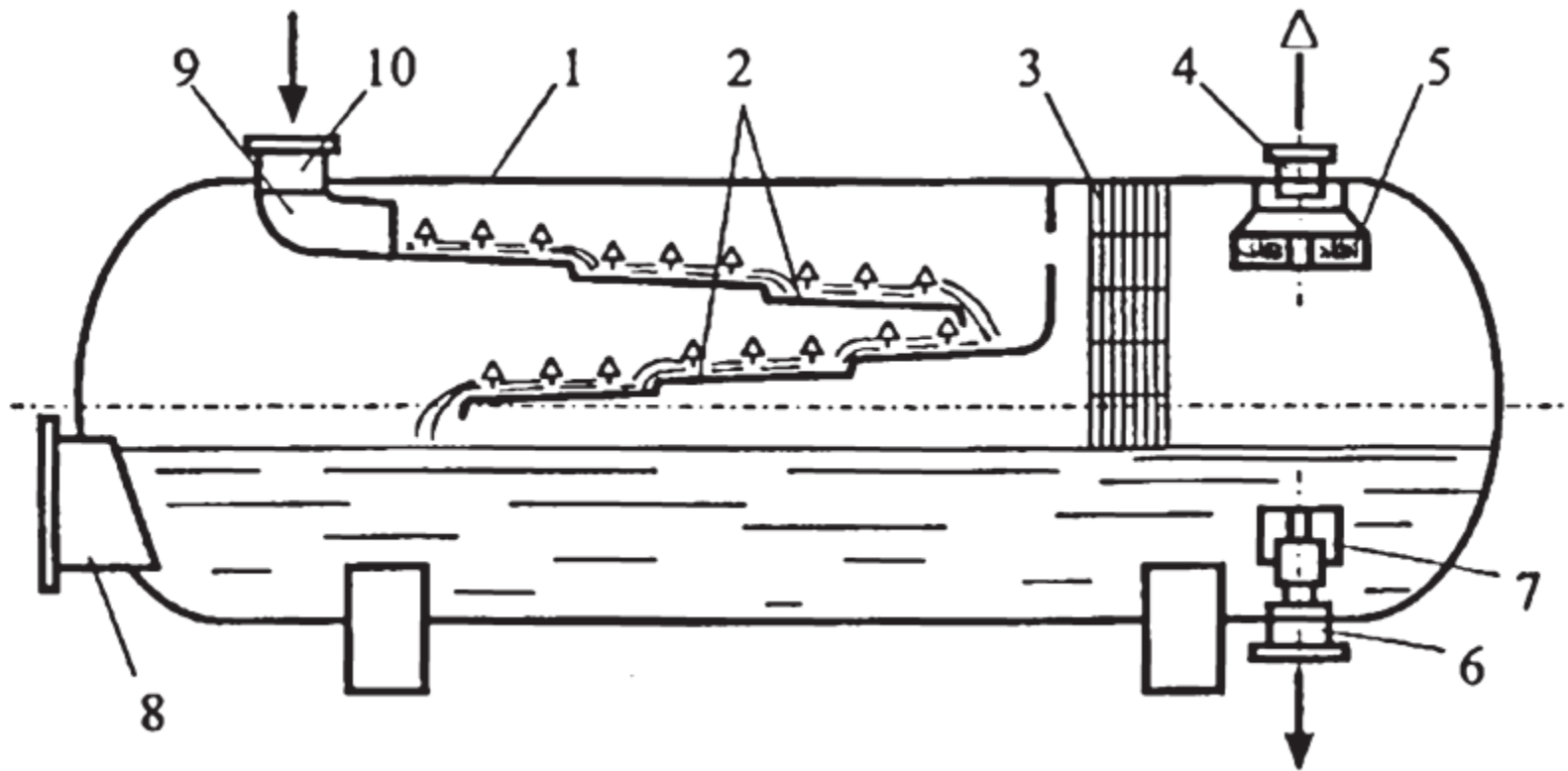
Стекая по наклонным полкам, нефть освобождается от пузырьков газа. Выделившийся из нефти газ проходит пеногаситель 3, где разрушается пена, и влагоотделитель 5, где очищается от капель нефти, и через штуцер выхода газа 4 отводится из аппарата.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор



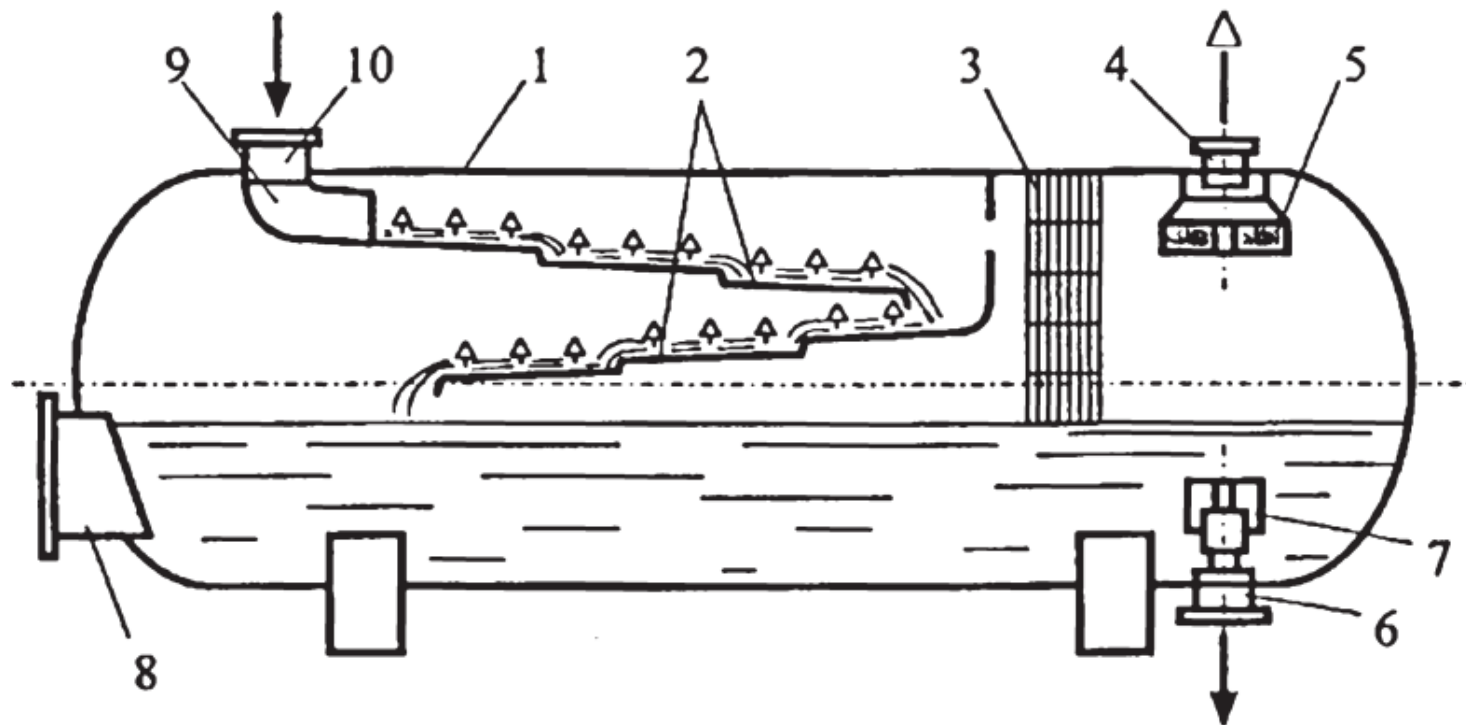
Дегазированная нефть накапливается в нижней части технологической емкости и отводится из аппарата через штуцер 6.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор



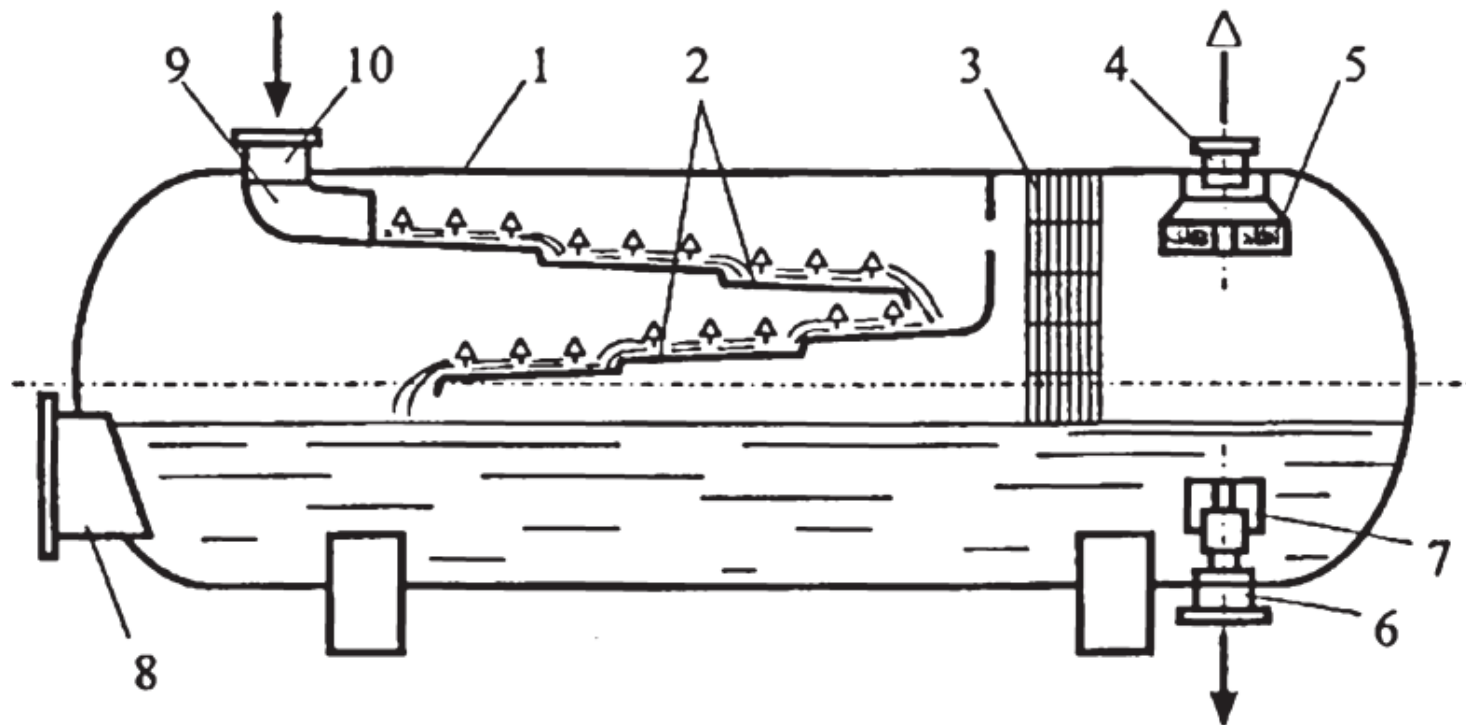
Достоинствами сепараторов являются : горизонтальные сепараторы обладают большей емкостью жидкости и лучше всего подходят для разделения жидкость-жидкость и пенообразования.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор



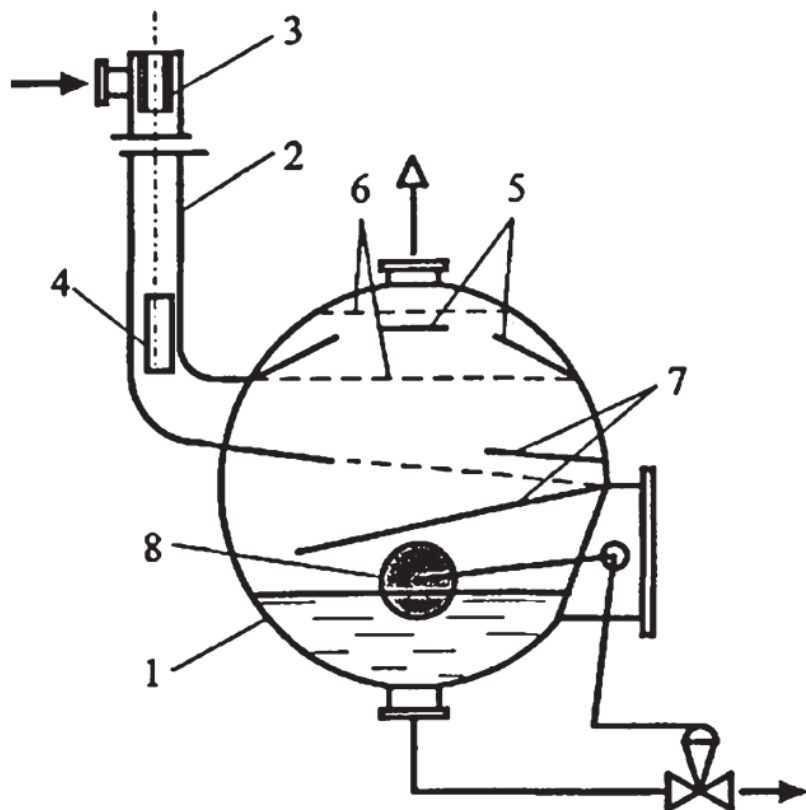
Горизонтальные сепараторы не так хороши, как вертикальные сепараторы при работе с твердыми веществами. Сброс жидкости вертикального сепаратора может быть размещен в центре нижней головки, так что твердые частицы не будут накапливаться в сепараторе, а продолжаться до следующего сосуда в процессе

Горизонтальный газонефтяной сепаратор



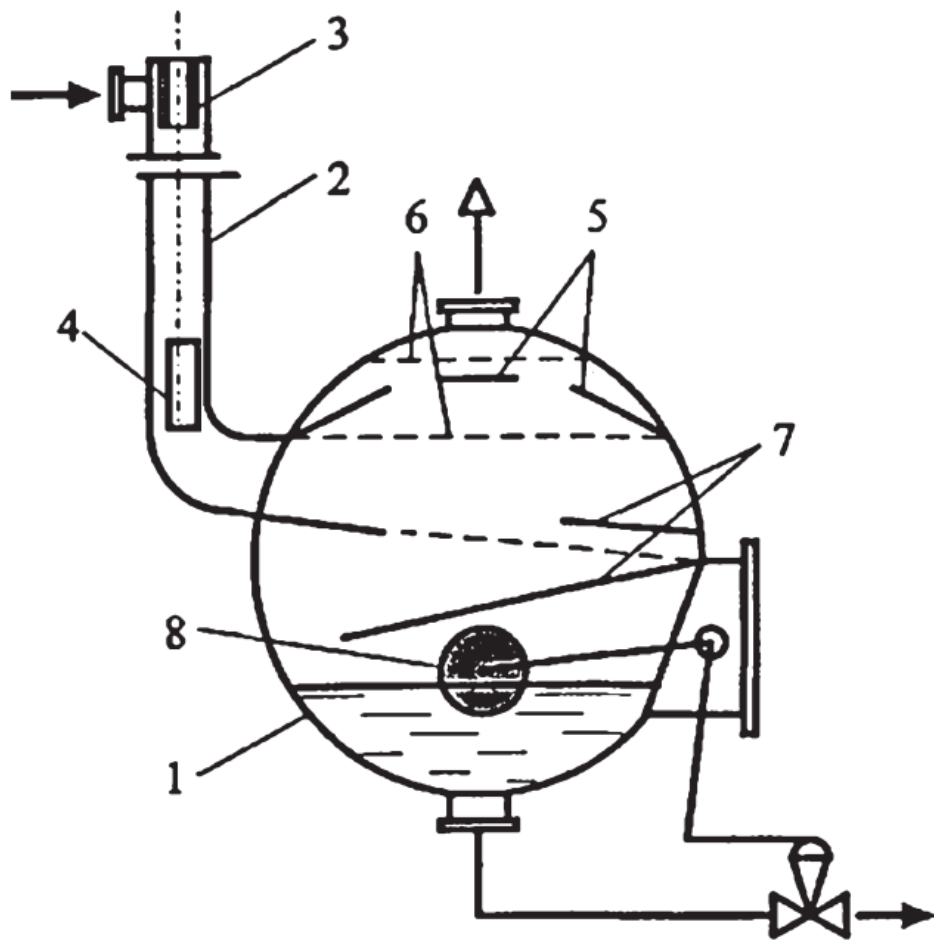
Горизонтальным судам требуется больше площади для выполнения того же разделения, что и вертикальным. Хотя это может не иметь большого значения на суше, оно может быть очень важным в море.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор гидроциклонного типа



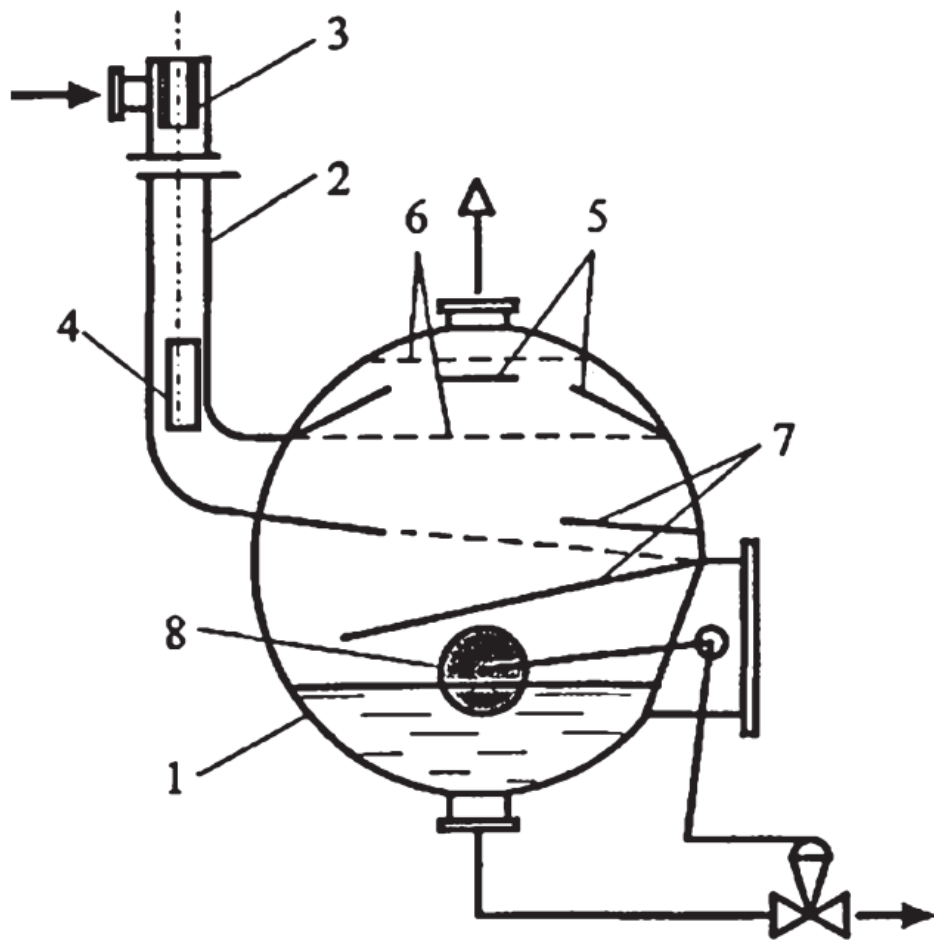
Для повышения эффективности процесса сепарации в горизонтальных сепараторах используют гидроциклонные устройства.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор гидроциклонного типа



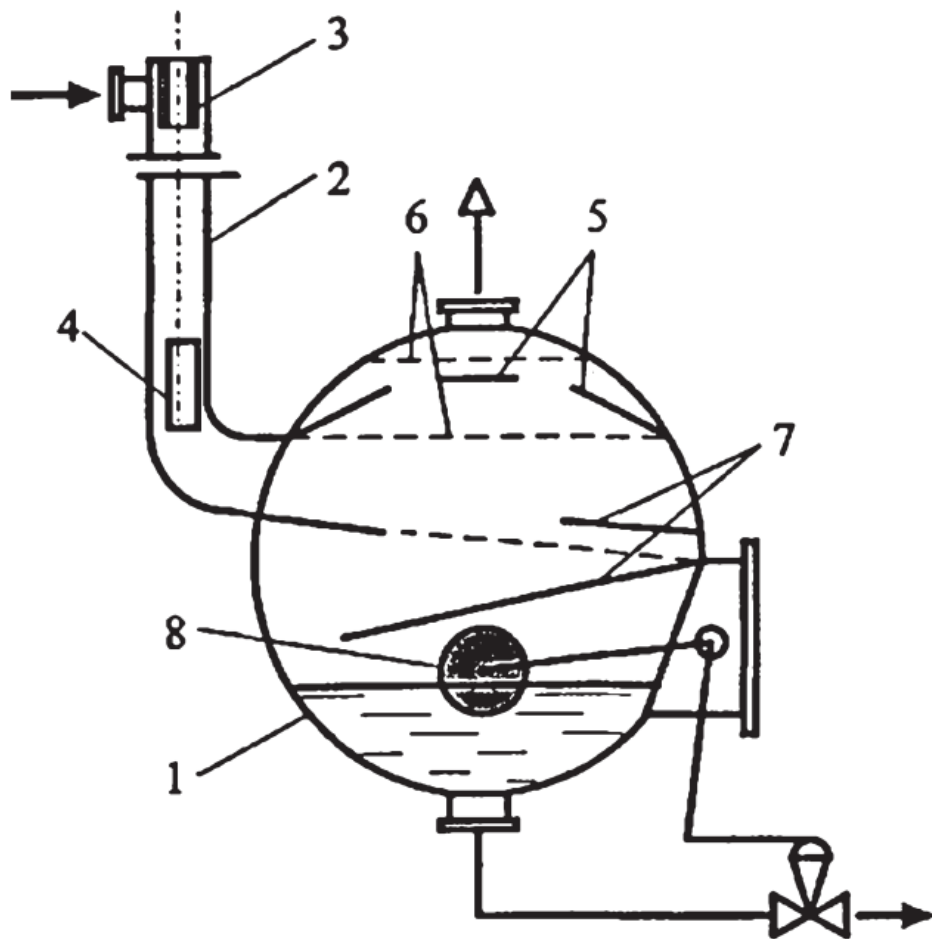
Горизонтальный газонефтяной сепаратор гидроциклонного типа состоит из технологической емкости 1 и нескольких одноточечных гидроциклонов 2.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор гидроциклонного типа



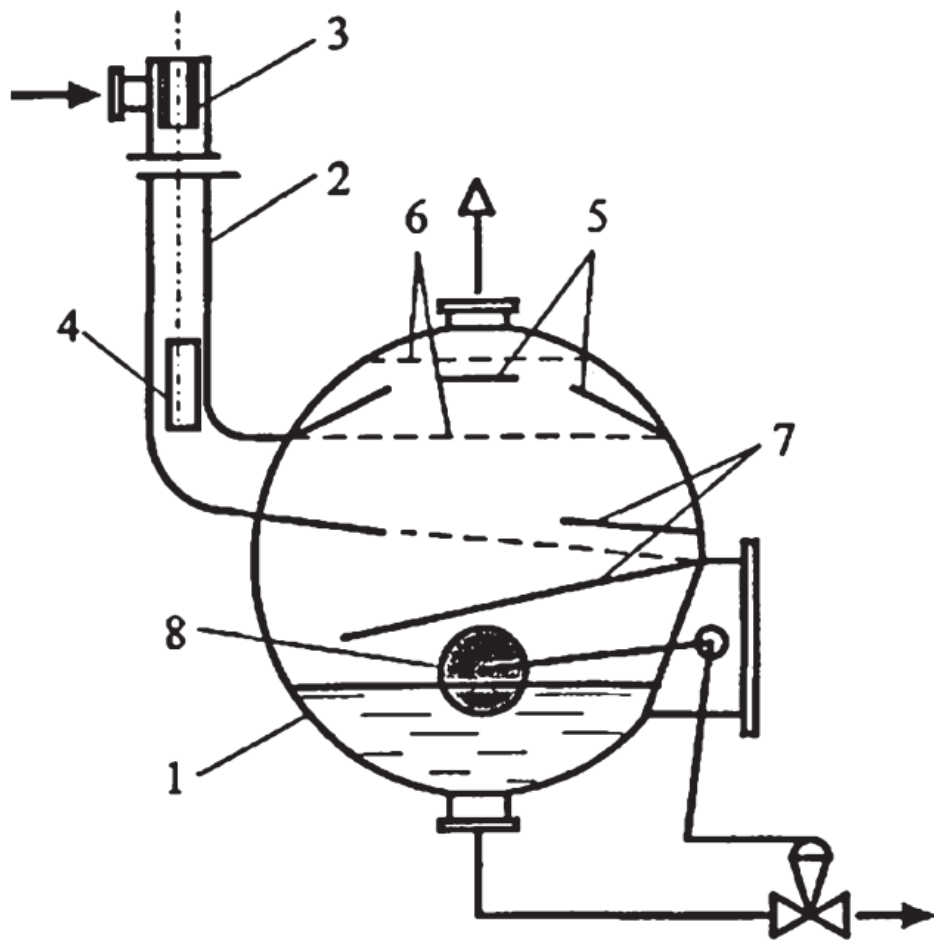
Конструктивно однотоновый циклон представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат с тангенциальным вводом газонефтяной смеси, внутри которого расположены направляющий патрубок 3 и секция перетока 4.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор гидроциклонного типа



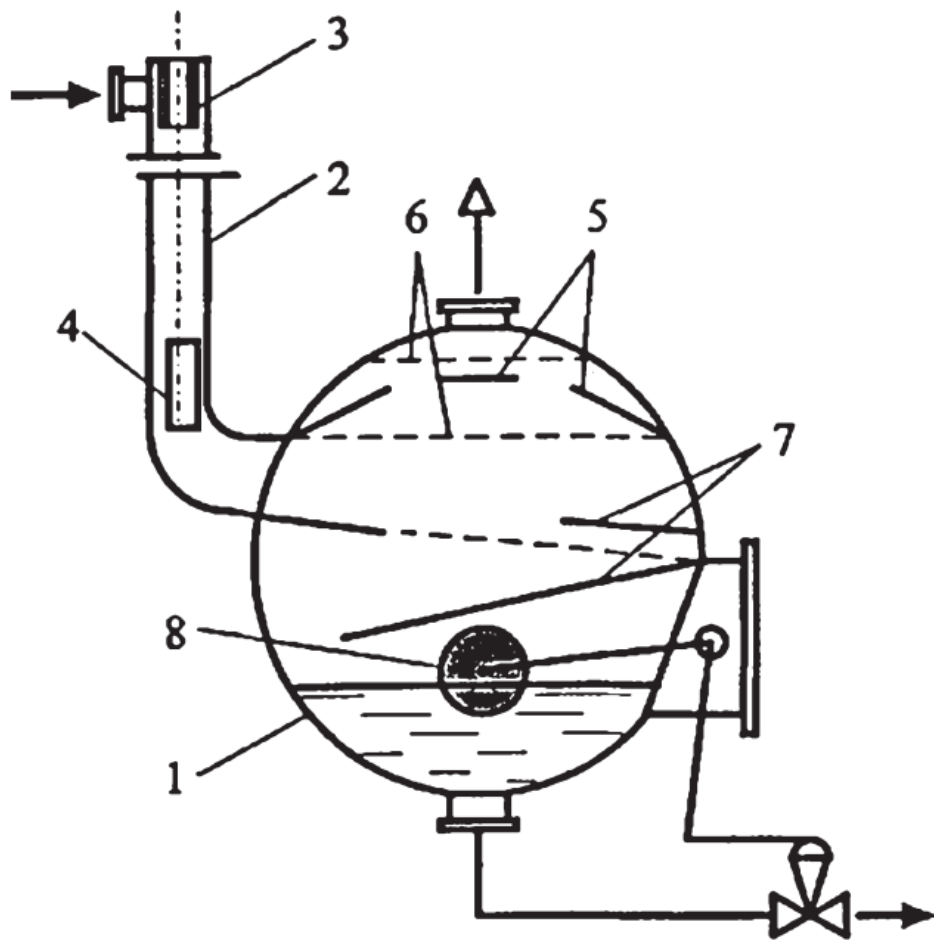
- 1 - емкость;
- 2 - гидроциклон;
- 3 - направляющий патрубок;
- 4 - секция перетока;
- 5 - каплеотбойник;
- 6 - распределительные решетки;
- 7 - наклонные полки;
- 8 - регулятор уровня

Горизонтальный газонефтяной сепаратор гидроциклонного типа



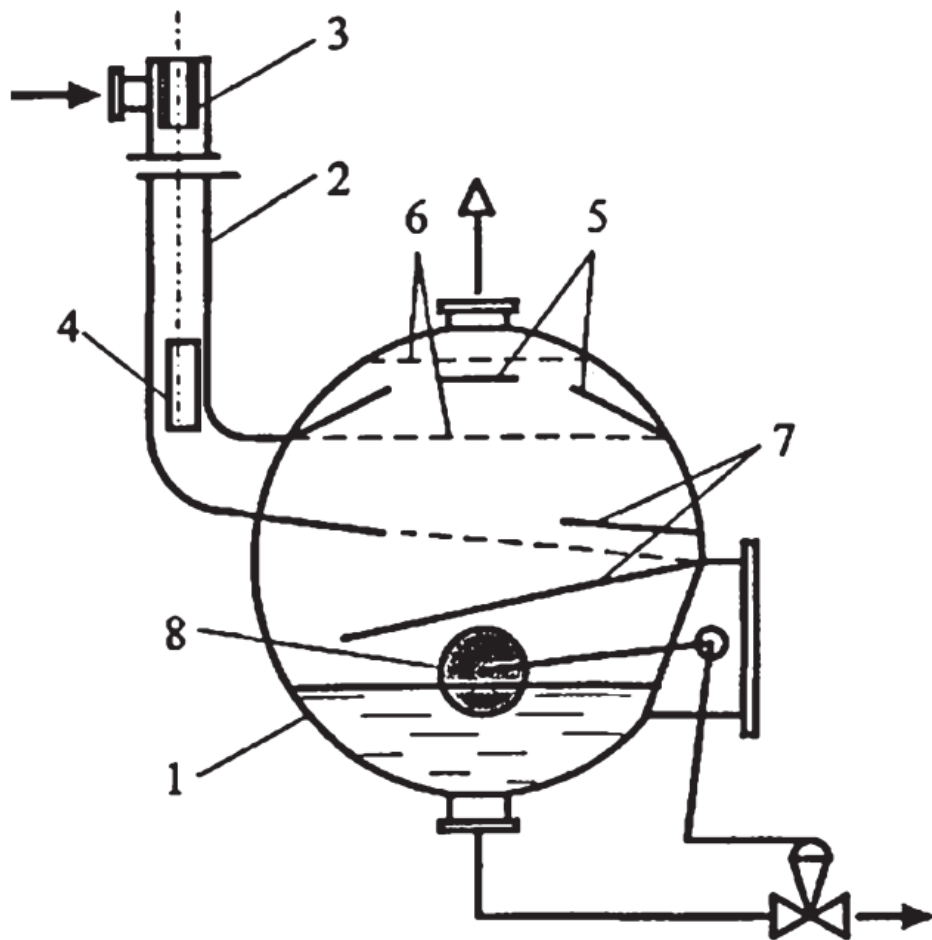
В одноточном гидроциклоне смесь совершает одновременно вращательное движение вокруг направляющего патрубка и нисходящее движение, образуя нисходящий вихрь.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор гидроциклонного типа



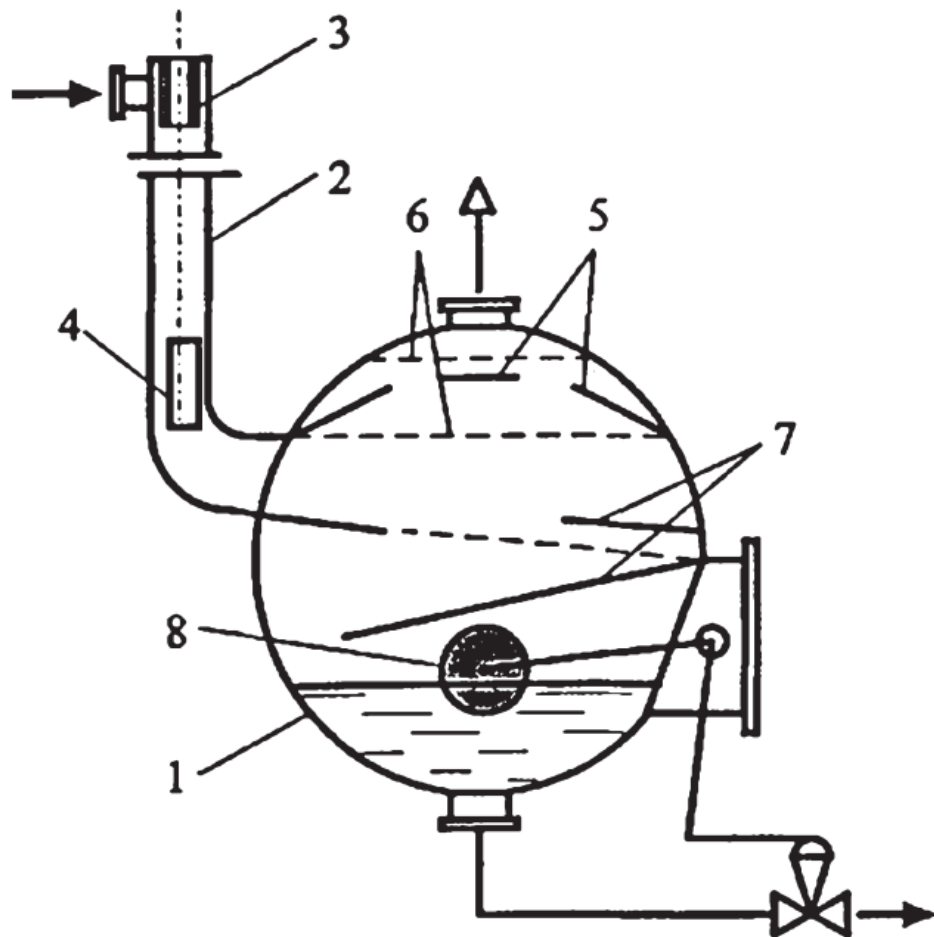
Нефть под действием центробежной силы прижимается к стенке циклона, а выделившийся и очищенный от капель жидкости газ движется в центре его.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор гидроциклонного типа



В секции перетока нефть и газ меняют направление движения с вертикального на горизонтальное и поступают отдельно в технологическую емкость. Далее газовый поток проходит каплеотбойник 5, распределительные решетки 6 и выходит из сепаратора.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор гидроциклонного типа



Нефть по наклонным полкам 7 стекает в нижнюю часть емкости.

Ее уровень поддерживается с помощью регулятора 8.

Расчёт сепараторов

Материальный баланс

Сепарация по своей физической сущности является сочетанием физических и массообменных процессов, протекающих между газовой и жидкой фазами, содержащими большое количество компонентов, т.е. является сложным многокомпонентным процессом.

$$Q_{\text{сырья}} = Q_{\text{нефти}} + Q_{\text{воды}} + Q_{\text{газа}}$$

Тепловой расчет

Целью теплового расчета является определение толщины тепловой изоляции.

$$\delta_{из} = \frac{\lambda_{из}}{\alpha_n} \cdot \frac{(t_{ст} - t_{из})}{(t_{из} - t_{окр})}$$

где

- $\delta_{из}$ – толщина тепловой изоляции;
- $\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности материала изоляции;
- α_n – коэффициент теплоотдачи в окружающую среду (воздух);
- $t_{ст}, t_{окр}, t_{из}$ – соответственно температуры наружной стенки аппарата, окружающей среды и наружной поверхности теплоизоляционного слоя.

Коэффициент теплоотдачи можно рассчитать по приближенному уравнению: $\alpha_n = 9,74 + 0,07 \cdot \Delta t = 9,74 + 0,07 \cdot 10 = 11,14 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$,

где $\Delta t = t_{из} - t_{окр}$, С.

Затем выбирают изоляционный материал.

Аппаратурный расчет

Основной целью технологического расчета является определение диаметра и высоты сепаратора.

Для того чтобы рассчитать расход газа в условиях сепарации, необходимо учесть сжимаемость газа. С помощью уравнения состояния идеального газа рассчитаем плотности газа при стандартных условиях и в условиях сепарации.

$$PV = z \frac{mRT}{Mr} \quad \longrightarrow \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{P Mr}{z R}$$

где ρ - плотность, кг/м³; P – давление в сепараторе, Па;

Mr – молекулярная масса, г/моль;

R – универсальная газовая постоянная, Дж/моль·К;

T – температура в сепараторе, К;

z – коэффициент (фактор) сжимаемости газа.

Для того чтобы вычислить плотность газа в условиях сепарации рассчитываем z для каждого компонента смеси газа.

Фактор сжимаемости является функцией приведенных параметров:

$$z = 1 - \left(0.73\tau_{np} - 0.18 \right) \pi_{np}$$

• где τ, π - приведенные температура и давление, соответственно.

Для того, чтобы вычислить расход газа в условиях сепарации необходимо расход газа при стандартных условиях умножить на плотность газа при стандартных условиях и поделить на плотность газа в условиях сепарации.

$$U_{max} = \sqrt{\frac{(\rho_{нефть} - \rho_{газ})}{\rho_{газ}}}$$

Обычно значение коэффициента уравнения Саудер-Брауна при горизонтальной ориентации сепаратора и наличии лопастного каплеотбойника принимают равным 0,12 м/с.

Таким образом, зная скорость и расход газа, можем посчитать минимальную площадь сечения, необходимую для газовой фазы.

$$A_{min} = \frac{Q}{U_{max}}$$

Расчет производительности сепараторов по нефти осуществляется на основании времени удержания газонефтяной смеси в сепараторе. Согласно рекомендациям время удержания должно быть меньше одной минуты. Задаем дополнительное условие: ***граница раздела фаз сепаратора проходит через его середину***. Соответственно, расход нефти через сепаратор с эффективной длиной L_{eff} и с D будет описываться следующим уравнением:

$$\frac{\pi D^2 L_{eff}}{4} * \frac{1}{2} = Q_{нефть} * t_{нефть}$$

$t_{нефть}$ – время удержания нефти в сепараторе

$Q_{нефть}$ – дебит нефти

D – диаметр сепаратора

L_{eff} – эффективная длина сепаратора

Отношение длины сепаратора к диаметру называется коэффициентом стройности сепаратора. Для стандартных сепараторов данное соотношение обычно остается примерно постоянным и равно 3,5. С учетом того, что эффективная длина сепаратора обычно равна $\frac{3}{4}$ от общей длины сепаратора, следующее выражение для диаметра в зависимости от времени удержания газонефтяной смеси в сепараторе может быть получено:

$$\frac{L}{D} = 3,5; \frac{L_{eff}}{D} = \frac{3}{4} \rightarrow \frac{L_{eff}}{D} = 2,63$$

$$Q_{нефть} * t_{нефть} = \frac{1}{2} * \frac{\pi D^2 L_{eff}}{4} = \frac{\pi D^3}{8} * 2,63$$



$$D = \sqrt[3]{\frac{8Q_{нефть}t_{нефть}}{2,63\pi}} = \sqrt[3]{6,27 t_{нефть}}$$

На основании полученного выражения для зависимости диаметра сепаратора от времени удержания газонефтяной смеси, могут быть получены основные геометрические характеристики сепараторов, а именно, длина и объем

Конструктивные особенности сепараторов российского производства

- конструкция входной трубы для предварительного дегазирования нефти;
- наличием трубы для образования капель, активизирующей их слияние до осаждения;
- конструкцией аппаратов, препятствующих уносу газа, устанавливаемых над основным сепаратором.

Эффективность процесса сепарации зависит от:

1. Средней скорости газа в свободном сечении сепаратора.
2. Времени задержки жидкости в сепараторе τ_3 : чем больше время пребывания жидкости в сепараторе, тем большее количество захваченных нефтью пузырьков газа успеют выделиться из нее в сепараторе, тем самым уменьшив КГ.
3. Физико-химических свойств нефти и газа: вязкости, поверхностного натяжения, способности к пенообразованию.
4. Конструктивных особенностей сепаратора: способ ввода продукции скважин, наличие полок, каплеуловительных насадок и др.
5. Уровня жидкости в сепараторе. Слой жидкости внизу сепаратора является гидрозатвором, чтобы газ не попал в нефтесборный коллектор.
6. Расходов нефтегазовой смеси: при большом расходе увеличивается коэффициент уноса газа, т.к. весь газ не успевает выделиться. Для уменьшения КГ следует увеличить количество сепараторов. При высоком газовом факторе увеличение коэффициента уноса возможно и при небольшом расходе.
7. Давления и температуры в сепараторе.

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

2. Первичная очистка (деэмульсация) нефти

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

2. Первичная очистка (деэмульсация) нефти

Никакая сепарация не бывает идеальной, в нефти всегда остается немного воды. Содержание воды в нефти может колебаться от менее 1 об. % до более 20 об. %. Чем выше значение плотности нефти (то есть чем выше молекулярный вес и вязкость нефти), тем ниже эффективность сепарации

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти



! Для извлечения остаточной воды нефть пропускается через очиститель (деэмульгатор) или систему очистки

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

2. Первичная очистка (деэмульсация) нефти

Деэмульгатор - реагент, используемый для разрушения эмульсий, которые образованы из взаимно нерастворимых (малорастворимых) веществ, одно из которых раздроблено в другом в виде мелких капелек (глобул)



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

2. Первичная очистка (деэмульсация) нефти

Станция подачи деэмульгатора похожа сепаратор, однако имеет некоторые специальные конструктивные элементы, способствующие отделению воды от нефти

В комплект оборудования для дозировки деэмульгатора входит:

- ёмкость;
- мешалка;
- электрооборудование;
- трубопроводы с запорной арматурой

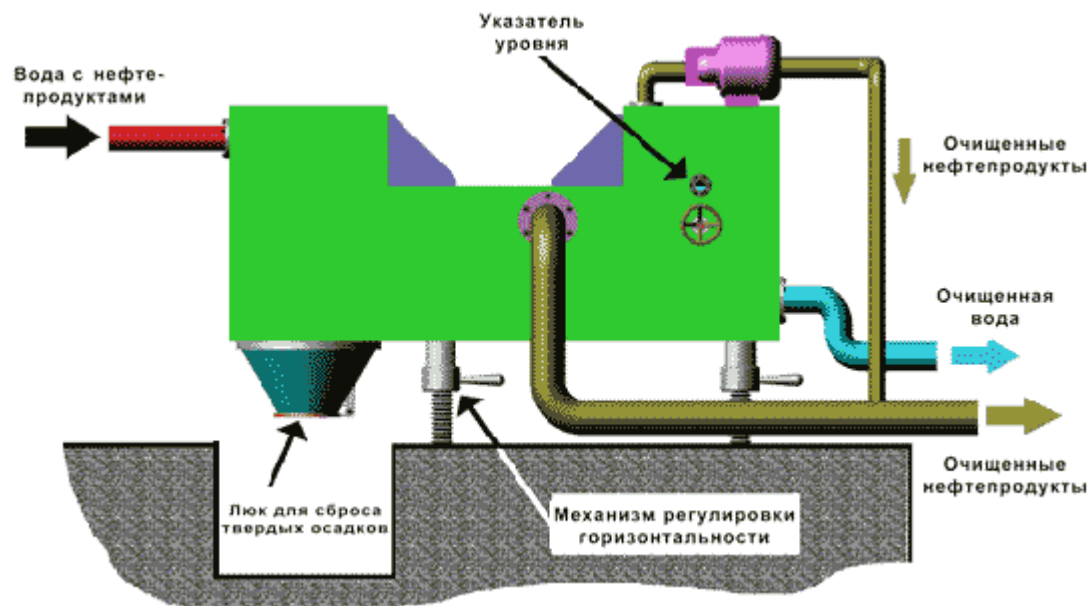


Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

2. Первичная очистка (деэмульсация) нефти

Очистители или системы очистки обычно используют нагрев для снижения вязкости нефти, снабжены крупными отстойными секциями, в которых процесс отделения воды от нефти может происходить в течение определенного времени, и иногда снабжены электростатической решеткой для коалесценции капель воды



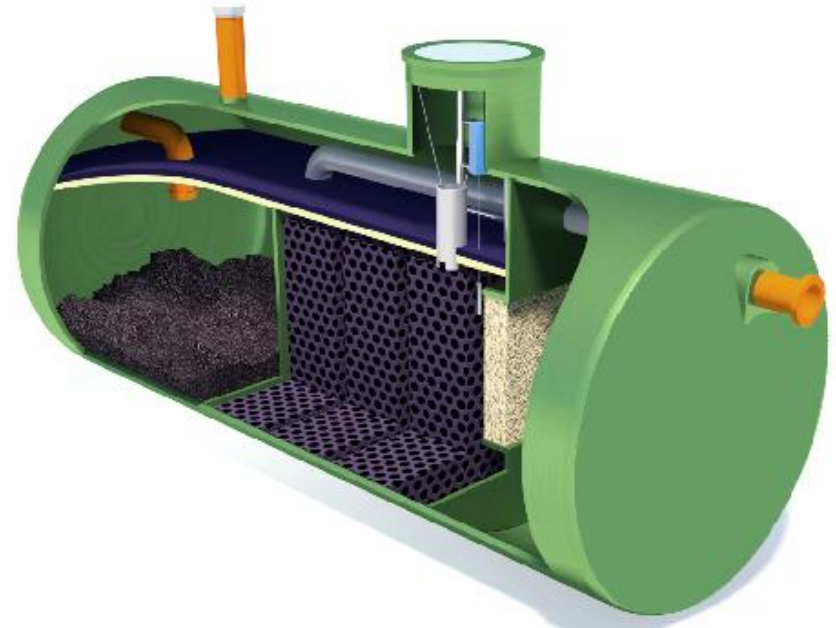
Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

2. Первичная очистка (деэмульсация) нефти

Традиционные очистители обычно имеют передний отдел с нагревателем, в котором водонефтяная эмульсия нагревается и происходит первичное отделение «свободной воды»

Затем нефть направляется в следующий отдел емкости, где происходит коалесценция и осаждение капель воды

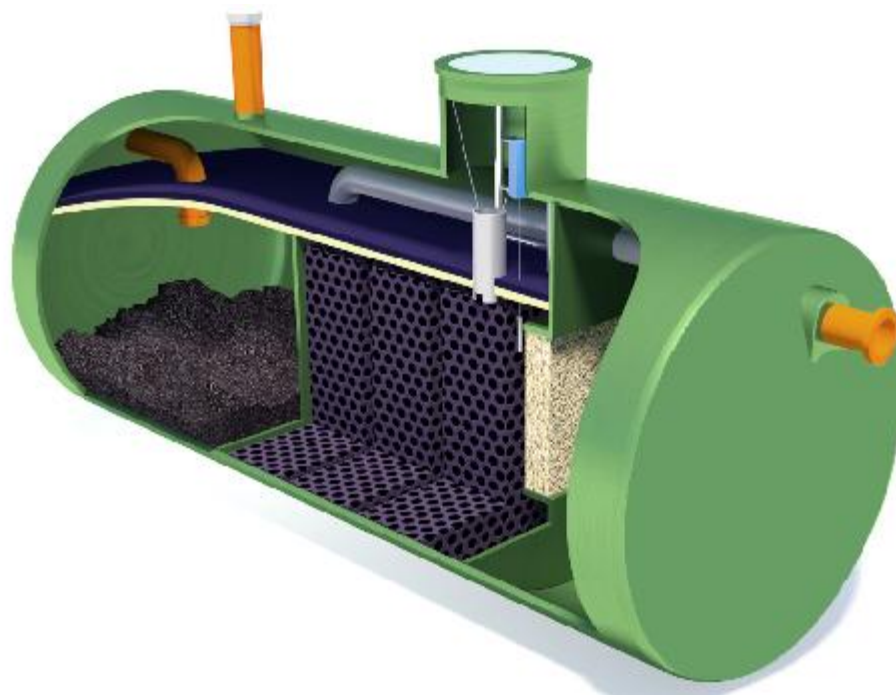


Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

2. Первичная очистка (деэмульсация) нефти

Газ отделяется (то есть высвобождается) из эмульсии по мере снижения давления и повышения температуры в сепараторе, расположенном выше по потоку



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

2. Первичная очистка (деэмульсация) нефти

В **традиционном очистителе** (с подогревателем, секцией отделения свободной воды и секцией осаждения) содержание воды в нефти может быть *снижено до 1 % и ниже*

Электростатический очиститель, представляющий собой традиционный очиститель с электростатической решеткой в секции осаждения, может снизить содержание воды *до 0,3–0,5 % по объему*

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

2. Первичная очистка (деэмульсация) нефти

В контракте *между продавцом* нефти, который обычно ее и добывает, и *покупателем*, которым может быть трубопроводная компания, обычно оговаривается *допустимое содержание воды*, может быть также указано *максимально допустимое содержание соли в нефти*



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

2. Первичная очистка (деэмульсация) нефти

Более высокое содержание воды может повысить опасность коррозии нефтепроводов и других систем транспортировки, а также создать проблемы при переработке нефти

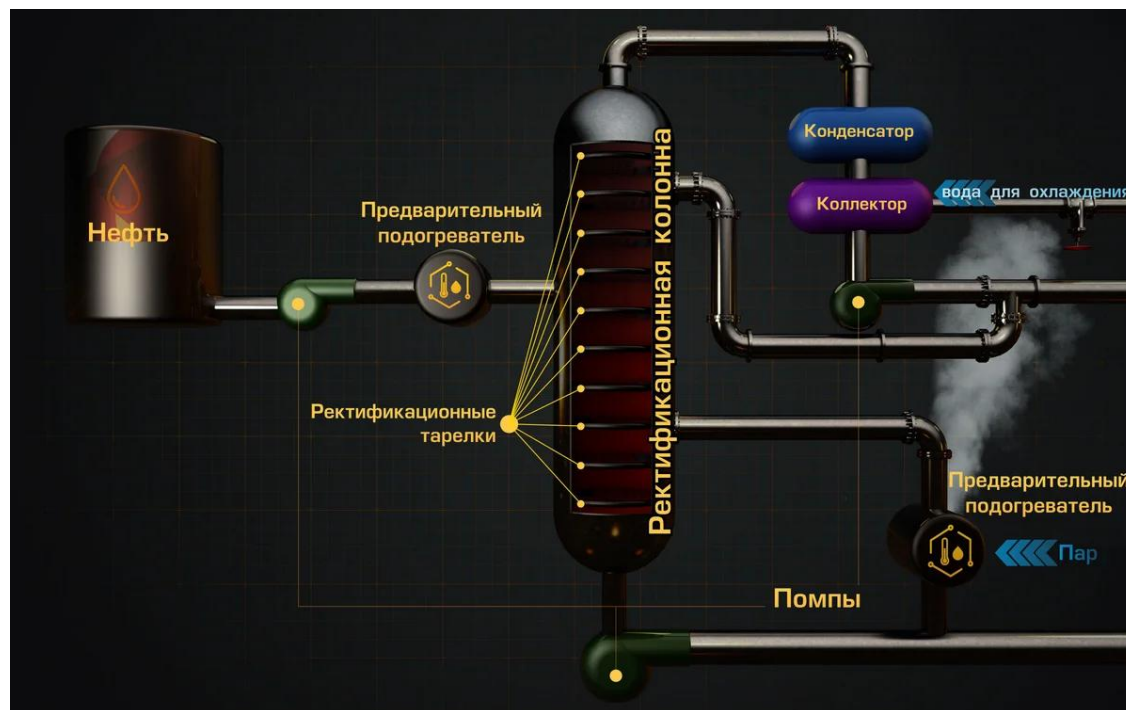


Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

2. Первичная очистка (деэмульсация) нефти

Высокое содержание соли, связанное с минерализацией добываемой пластовой воды, оставшейся в нефти, может вызвать проблемы при переработке нефти, когда вода выпаривается в перегонной установке НПЗ



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

2. Первичная очистка (деэмульсация) нефти

Нефть из очистителя обычно направляется в сухой нефтяной резервуар, из которого она прокачивается через товарный расходомер для передачи на узелучета и далее в трубопровод для транспортировки



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

3. Очистка попутной воды

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

3. Очистка попутной воды

Сепарация не идеальна, и количество нефти, оставшееся в сепарированной воде, обычно составляет от 100 до 2 000 мг/л (ppm)



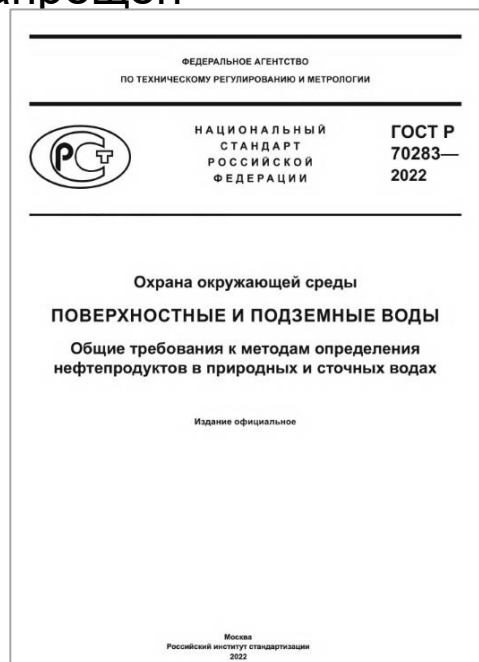
Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

3. Очистка попутной воды

Для дальнейшего захоронения воды это количество следует снизить до приемлемого уровня.

! Нормативные требования по содержанию нефти в воде при ее захоронении путем сброса за пределы промысла различны в разных районах, и в ряде случаев сброс попутной (добываемой вместе с нефтью) воды полностью запрещен



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

3. Очистка попутной воды

Например, на внешнем континентальном шельфе Мексиканского залива (федеральные воды США) на нефтедобывающие компании накладываются ограничения по содержанию нефти в воде *не более 42 мг/л для каждой пробы и не более 29 мг/л в среднем за месяц*

На суше этого района сброс попутной воды полностью запрещен

В случаях запрета сброса попутная вода обычно возвращается в пласт через специальные скважины для закачки промстоков

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

3. Очистка попутной воды

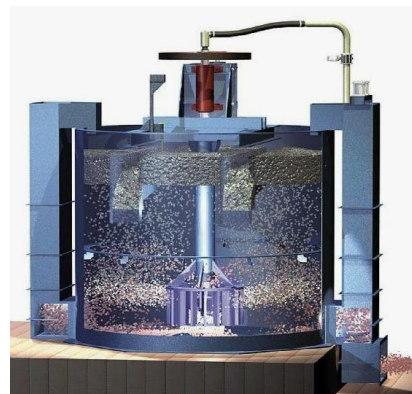
Типы оборудования, используемые для очистки воды, включают в себя устройства для сбора нефти с поверхности воды (а), сепараторы с плоскими коалесцирующими фильтрами (б), устройства для газовой флотации (отделения нефти путем продувки газа через воду (в)) и гидроциклоны



(а)



(б)



(в)



(г)

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

3. Очистка попутной воды

Дополнительное оборудование, включающее в себя пескоотделители и фильтры, может потребоваться для удаления твердых частиц перед закачкой



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

3. Очистка попутной воды

Для успешной работы гидроциклонов требуется перепад давления выше 7 бар и их размещение между сепаратором и его клапаном регулятора уровня воды. Кроме удаления нефти из воды, гидроциклоны обладают способностью коалесцировать оставшиеся капли нефти в потоке воды, способствуя сепарации капель в оборудовании, расположенном ниже по технологической цепочке



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

3. Очистка попутной воды

Устройства для сбора нефти с поверхности (скиммеры) используют гравитационную сепарацию для удаления нефти, оставшейся в попутной воде, и обычно размещаются после сепараторов и гидроциклонов



Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

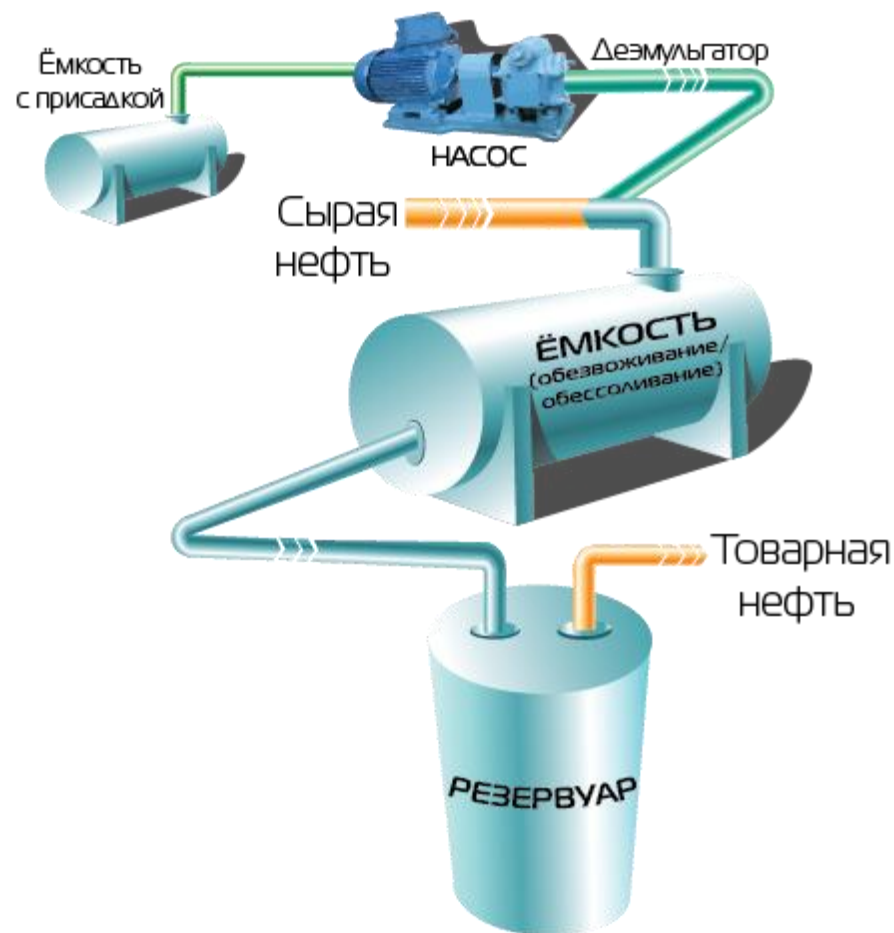
! Хорошее практическое правило предполагает использование двух типов водоочистителей на установке комплексной подготовки газа (УКПГ) и трех — на установке подготовки нефти (УПН), где нефть отделить труднее

Например, система водоочистки может состоять из гидроциклона, за которым следует скиммери камеры газовой флотации

Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

Таким образом, **установки для подготовки нефти (УПН)** — это комплекс оборудования, который используется на нефтяных месторождениях, нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях для предварительной подготовки добытой нефти перед её отправкой на нефтеперерабатывающие заводы



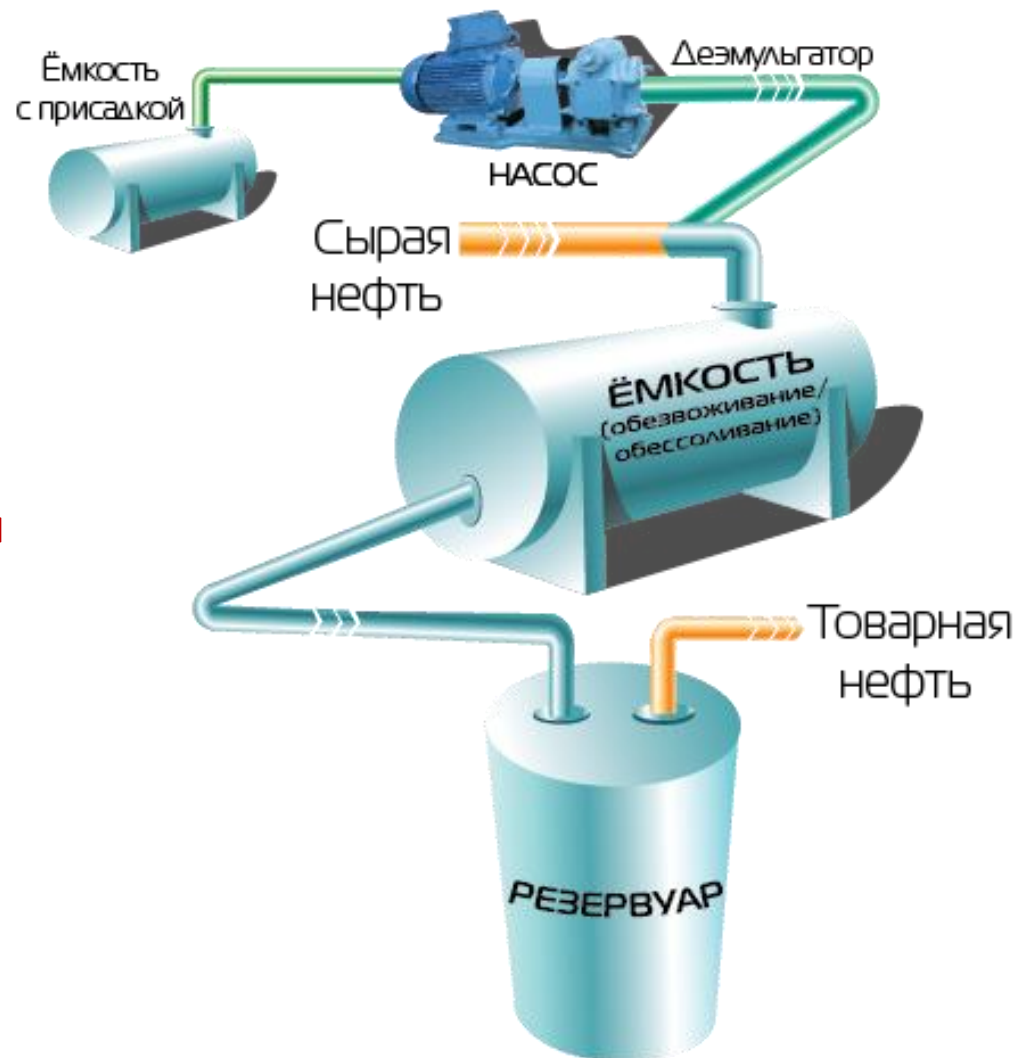
Подготовка нефти

Пример установки для подготовки нефти

Назначение установок

- обессоливание;
- обезвоживание;
- нагрев нефтяной эмульсии

! В результате нефть становится пригодной для транспортировки и дальнейшего использования



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа



Подготовка газа

Блок-диаграмма простой установки комплексной подготовки газа



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

1. Подогрев

Газовые скважины часто являются высоконапорными, со статическим давлением в насосно-компрессорных трубах 345–1 034 бар и динамическим давлением свыше 207 бар. Такое давление в точке потока газа через устьевую диафрагму скважины необходимо снизить примерно до уровня давления в трубопроводе



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

1. Подогрев

При снижении давления потока газа этот газ охлаждается, происходит конденсация жидкости и могут сформироваться гидраты



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

1. Подогрев

Гидраты — это кристаллические твердые вещества, образующиеся из молекул углеводородов и воды при наличии углеводородных газов и жидкой воды при температурах, значительно более высоких, чем точка замерзания вод



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

1. Подогрев

Гидраты могут закупорить диафрагму и выкидные линии, поэтому высоконапорные газовые скважины обычно снабжаются линейным обогревателем; при этом выкидные линии и диафрагма помещаются в ванну с горячей водой для предотвращения замерзания скважины



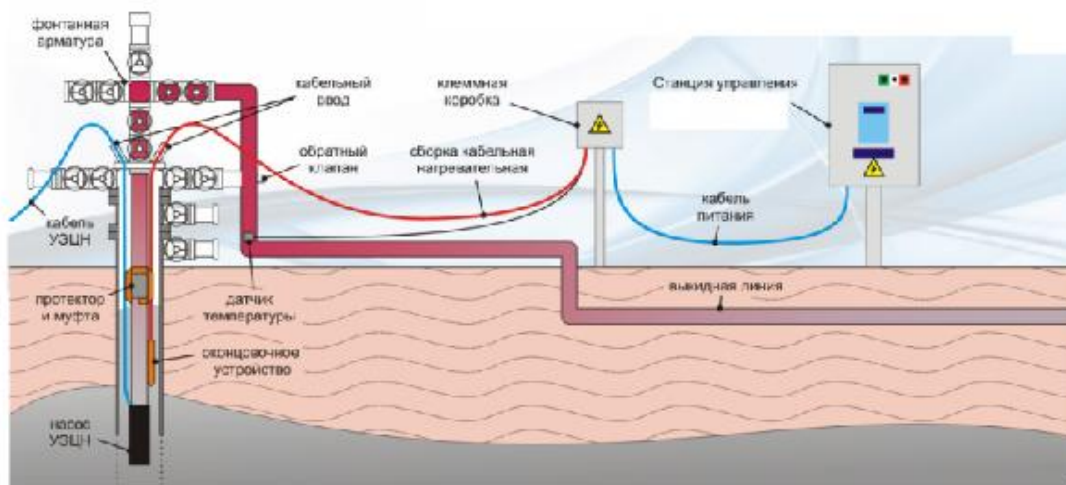
Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

1. Подогрев

Образование гидратов можно *затормозить путем закачки растворителя*, например метанола, в выкидную линию. Это практикуется на подводных скважинах и других скважинах, где использование линейного обогревателя невозможно

! Для большинства скважин с высокими дебитами использование линейных обогревателей предпочтительнее в связи с высокой стоимостью метанола

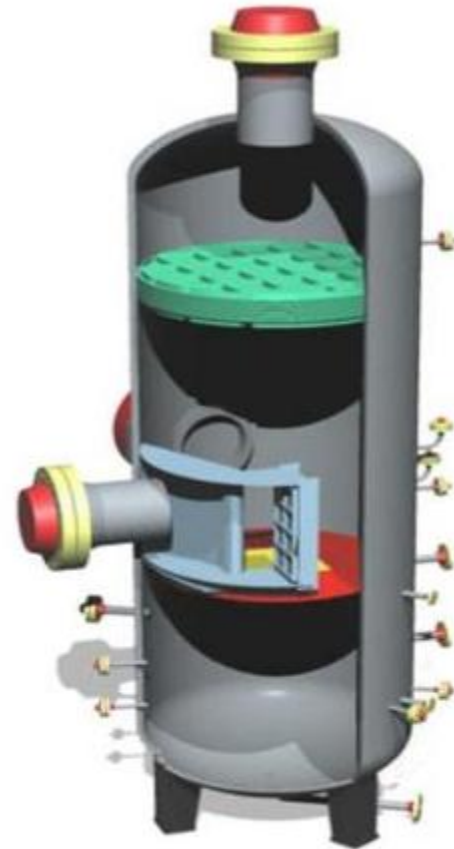


Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

2. Сепарация

Сепаратор представляет собой место для осаждения любых жидкостей из газа



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

2. Сепарация

В сепараторе создается давление, более высокое, чем в трубопроводе, чтобы газ прошел требуемое охлаждение, очистку, осушку (дегидратацию) и подготовку, причем каждая операция сопровождается некоторым снижением давления, и поступил в трубопровод под тем давлением, которое поддерживается в трубопроводе



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

3. Охлаждение

В случае высокой динамической температуры газа температура технологической цепочки ниже устьевой диафрагмы может быть достаточно высокой, что избавляет от необходимости *использования линейного обогревателя* выше сепаратора высокого давления



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

3. Охлаждение

Если динамическая температура газа в насосно-компрессорных трубах еще выше, то горячий газ, выходящий из сепаратора высокого давления, может создать **технологические и коррозионные проблемы** в очистительной системе, расположенной ниже по технологической цепочке

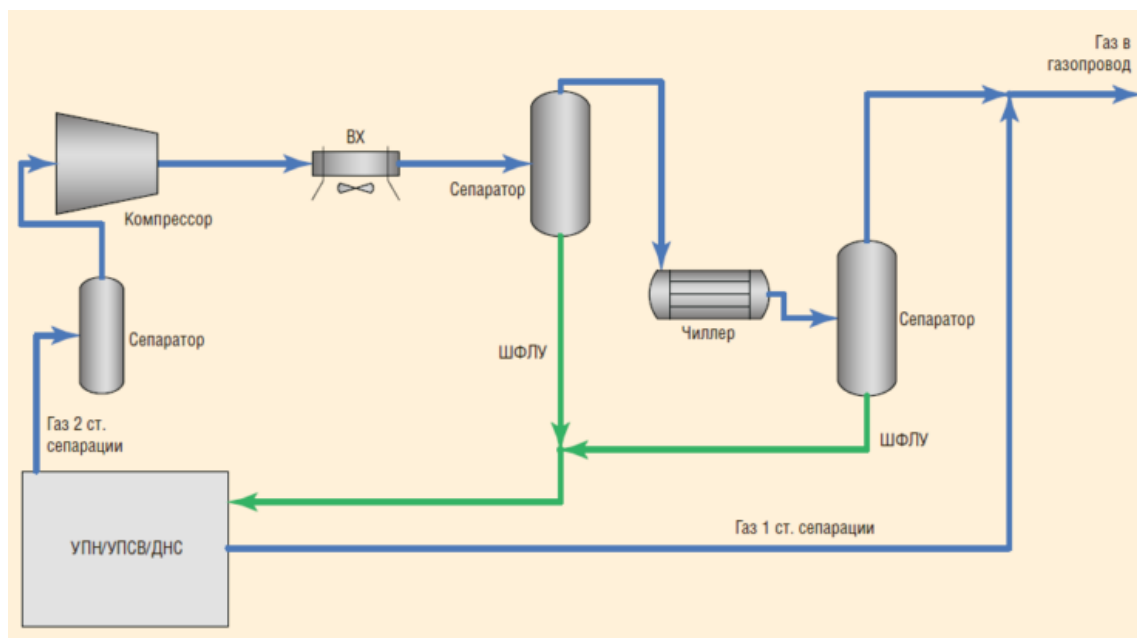


Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

3. Охлаждение

Кроме того, горячий газ содержит больше водяного пара, из-за которого система осушки должна быть более габаритной и дорогостоящей, чем в случае предварительного охлаждения газа. В связи с этим иногда необходимо установить охладитель газа после сепаратора первой стадии

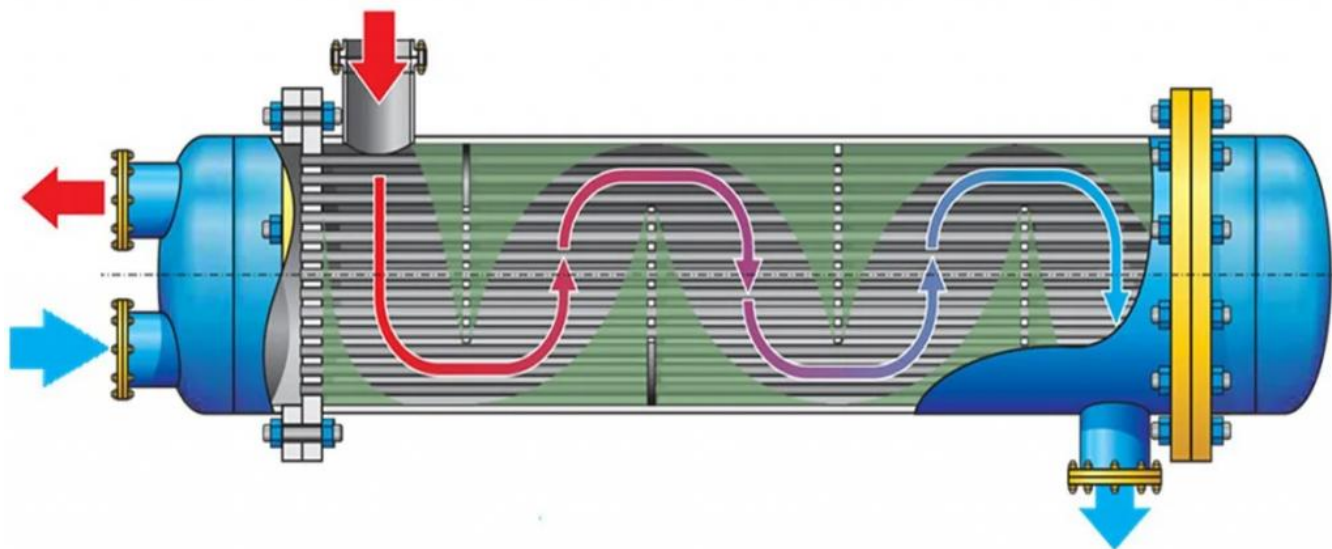


Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

3. Охлаждение

В качестве охладителя можно применять воздушный охладитель или кожухотрубный теплообменник, работающий непосредственно на морской воде или включающий в себя контур воды, охлаждаемый морской водой или водой из другого источника

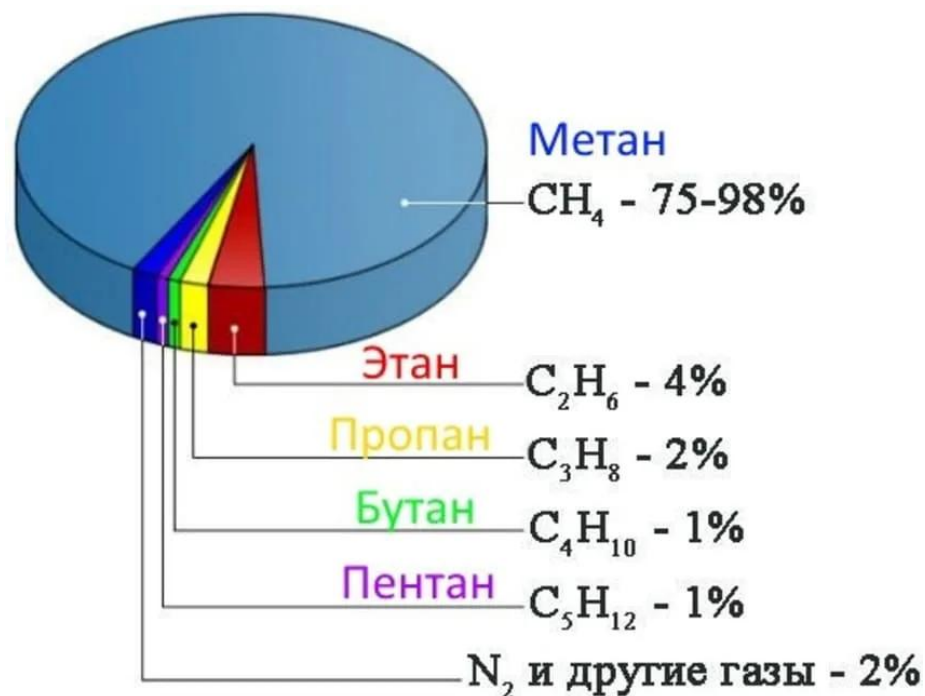


Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

4. Очистка газа

Природный газ может содержать ряд примесей, таких как H_2S и CO_2 , которые именуются «кислыми газами»



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

4. Очистка газа

Природный газ, содержащий H_2S , называется **высокосернистым** газом; если газ не содержит H_2S или если H_2S из него удален, он называется «сладким» (бессернистым, малосернистым) газом. Процесс удаления H_2S и, по возможности, CO_2 называется **обессериванием** (десульфуризацией) газа

Состав газа, % об.								
Месторождение	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	$\text{C}_5\text{H}_{12+\text{B}}$	CO_2	H_2S	N_2
Газовое								
Уренгойское	96,00	0,09	0,01	0	0,01	0,49	-	3,40
Медвежье	99,20	0,08	0,01	0,07	0,02	0,06	-	0,57
Ямбургское	95,20	0,04	0,01	0,00	0,01	0,30	-	4,00
Газлинское	92,70	3,20	0,90	0,47	0,13	0,10	-	2,50
Газоконденсатное								
Астраханское	54,15	5,54	1,68	0,93	1,57	21,55	12,60	1,98
Оренбургское	81,70	4,50	1,80	1,00	3,55	2,35	4,00	1,10
Карачаганакское	75,31	5,45	2,62	1,37	5,98	4,79	3,69	0,79
Шатлыкское	95,70	1,70	0,23	0,04	0,02	1,24	-	1,40
Нефтяное								
Туймазинское	41,00	21,00	17,40	6,80	4,60	0,10	2,00	7,10
Ишимбайское	42,40	12,00	20,50	7,20	3,10	1,00	2,80	11,00
Жирновское	82,00	6,00	3,00	3,50	1,00	5,00	-	1,50
Мухановское	30,10	20,20	23,60	10,60	4,80	1,50	2,40	6,80

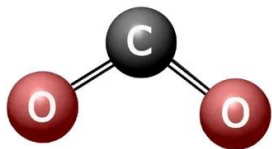
Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

4. Очистка газа



Газ H_2S высокотоксичен



CO_2 образует концентрированную кислоту, обладающую высоким коррозионным действием в присутствии воды.

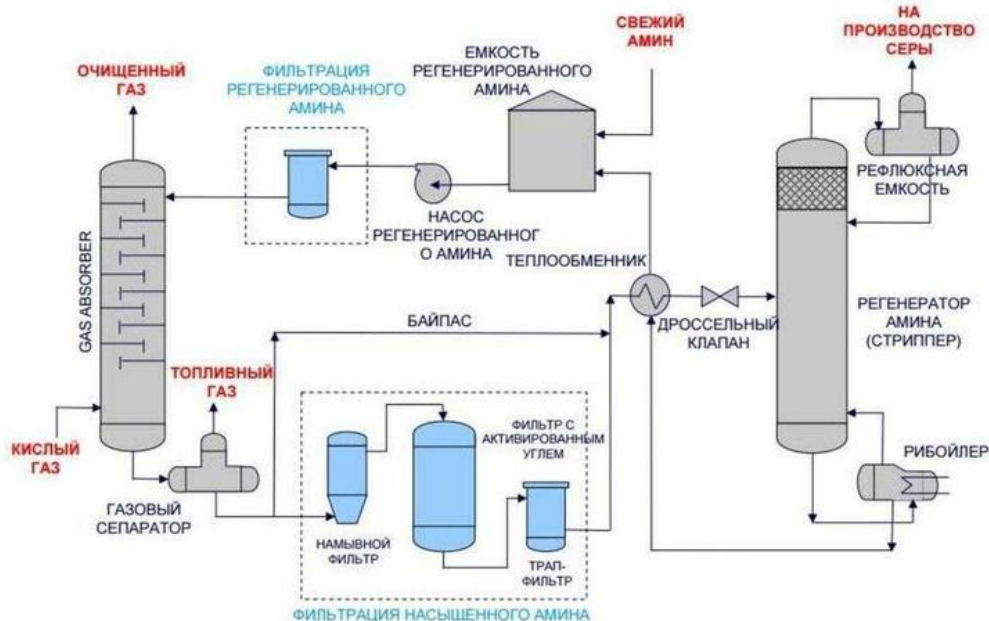
! Вместе эти вещества вызывают **коррозию**, а если коррозия приводит к утечке, они представляют собой **смертельную опасность**

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

4. Очистка газа

Обычно H_2S и CO_2 удаляются из природного газа с помощью аминовой системы, которая состоит из колонны аминовой промывки с лотками или структурированной насадкой для продувки высокосернистого газа через аминовую жидкость, поглощающую H_2S и частично CO_2 . Затем амин регенерируется в очистной колонне, где от него отделяются H_2S и CO_2



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

4. Очистка газа

В продаже также имеется ряд лицензированных процессов с использованием физических растворителей и периодической чистки (химической или адсорбционной)



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Осушка (дегидратация) газа

Для предотвращения конденсации воды в газопроводе, которая может привести к коррозии и образованию гидратов, спецификации трубопроводов обычно содержат ограничения по содержанию водяного пара в газе



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Осушка (дегидратация) газа

Стандартные спецификации газопроводов на большей части юга США предполагают содержание воды не более 1 кг на 10 000 м³ газа (0,1 г/м³)

Это соответствует точке росы примерно 0 °C под давлением 69 бар. В северных районах или в глубоководных акваториях, где температуры вокруг трубопровода могут быть значительно ниже, в спецификациях обычно указывается значение 0,6 кг воды на 10 000 м³ газа (0,06 г/м³), что соответствует точке росы -17,8 °C под давлением 69 бар



Технические характеристики

Технические характеристики труб HENCO Standard, RIXc, PE-Xc.

Наружный диаметр (мм)	13	14	16	16	18	20	20	25	25	32	40	50	63	75	90
Внутренний диаметр (мм)	8,3	10	12	12	14	16	16	18	20	20	25	32	42	54	66
Толщина стенки (мм)	1,6	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3,5	4	4,5	6	7
Максимальная рабочая температура (°C)	60	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Максимальное рабочее давление (бар)	6	10	16	10	10	16	10	16	10	16	10	16	10	10	10
Класс применения (EN ISO 21003-1) (ISO 3183-2013)	4	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5
Коэффициент теплопроводности (Вт/мК)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,41	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Коэффициент линейного расширения (1/°C)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Шероховатость внутренней поверхности трубы (мм)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Коэффициент диффузии кислорода (l/m ² /атм/сут)	0	0	0	0	<0,1	0	0	0	<0,1	0	0	0	0	0	0
Минимальный радиус изгиба арматурно-внешней стальной проволоки (мм)	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	*	*	*	*	*
Минимальный радиус изгиба арматурно-внутренней стальной проволоки (мм)	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	*	*	*	*	*
Минимальная степень сжатия (%) по ISO 3183-2013	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Масса (кг/м)	0,084	0,108	0,125	0,101	0,088	0,119	0,132	0,147	0,129	0,117	0,252	0,249	0,39	0,528	0,766
Объем воды (л/м)	0,061	0,079	0,113	0,113	0,113	0,154	0,201	0,201	0,201	0,314	0,514	0,531	0,855	1,385	2,29

* Здесь необходимо использовать угловой фитинг

* 3XDU при использовании трубки BM-16

Таблица из стандарта DIN EN ISO 15875-2

Таблица максимальных рабочих давлений для SL PE-Xc (DIN EN ISO 15875-2)		
Класс применения	16 x 2	20 x 2
1	10	8
2	10	6
4	10	8
5	8	6

Значения выражены в барах



ВСЯ ТРУБА HENCO АБСОЛЮТНА УНИВЕРСАЛЬНА, ПОДХОДИТ ДЛЯ:



ОТОПЛЕНИЕ



ВОДОСНАБЖЕНИЕ



ТЕПЛЫЙ ПОЛ

ДОСТУПНЫЕ ДИАМЕТРЫ



Standard
Ø 16x2, 20x2, 26x3
32x3... 40, 50, 75,
90

RIXc
Ø 16x2, 20x2,
26x3

SL PE-Xc
Ø 16x2, 20x2

Сеть магазинов "Панна Сантехника" Адреса в Санкт-Петербурге: Панковский пр. 72, ул. Адмирала Трибуца 7, пр. Славы 40, ул. Подвойского 27

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Осушка (дегидратация) газа

Вода часто удаляется из газа с помощью системы осушки газа гликолем.

При осушке газа гликолем для поглощения водяного пара из газа обычно используется триэтиленгликоль.

Типовая установка гликолевой осушки состоит из двух основных блоков:

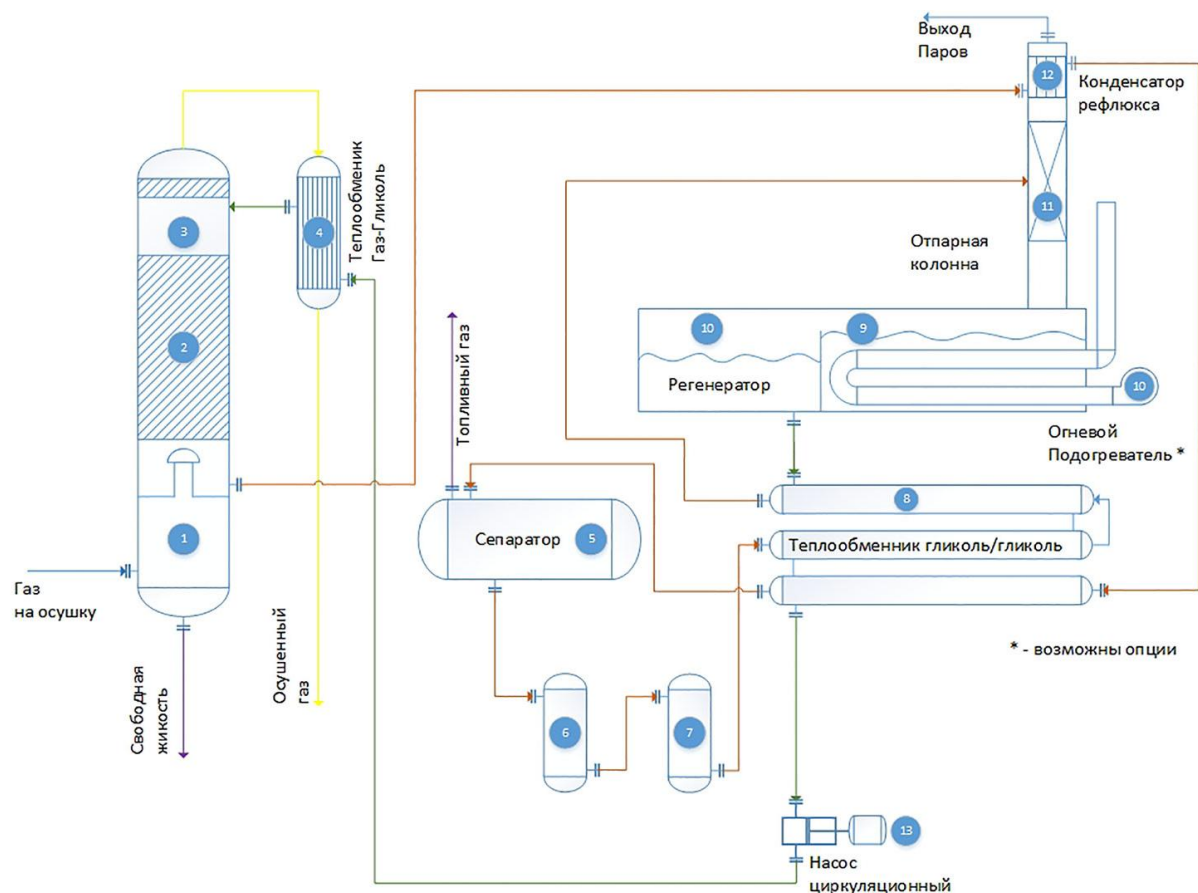
- абсорбционная колонна;
- ёмкость выветривания



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Осушка (дегидратация) газа

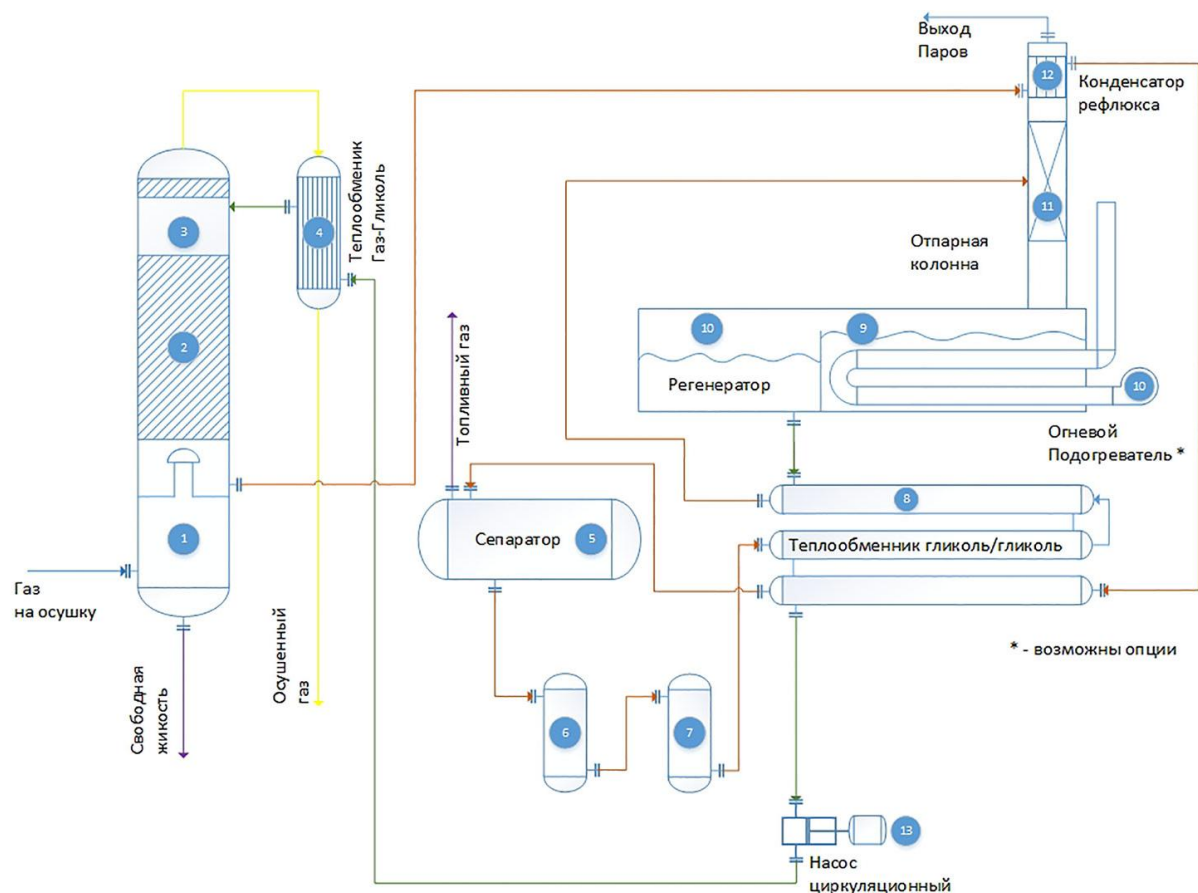


Поглощение водяного пара из газа протекает в **колонне** гликолевой промывки, в которой обедненный(регенерированный, восстановленный или сухой) гликоль течет из верхней части колонны вниз по лоткам или структурированной насадке под действием силы тяжести

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Осушка (дегидратация) газа

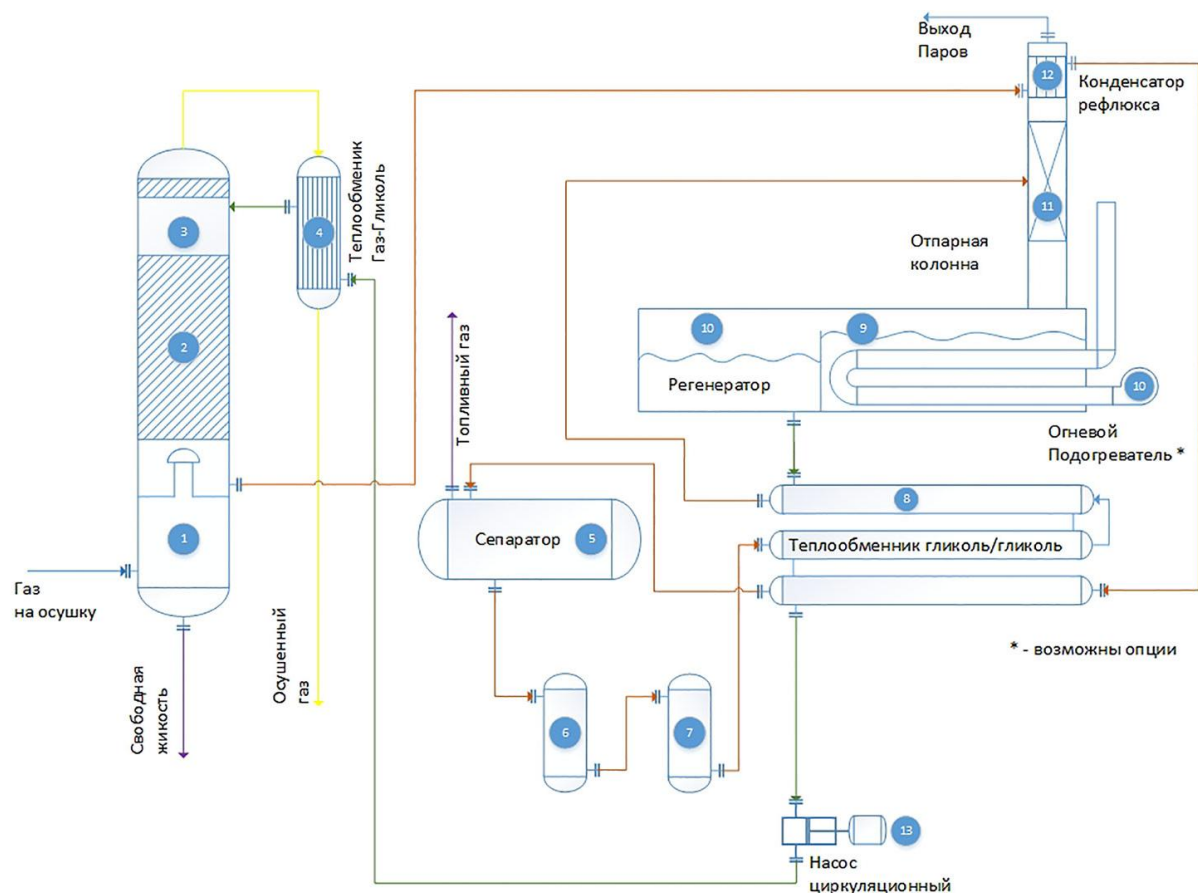


Газ пропускается противотоком снизу вверх таким образом, чтобы наиболее сухой газ контактировал с наиболее сухим гликолем

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Осушка (дегидратация) газа



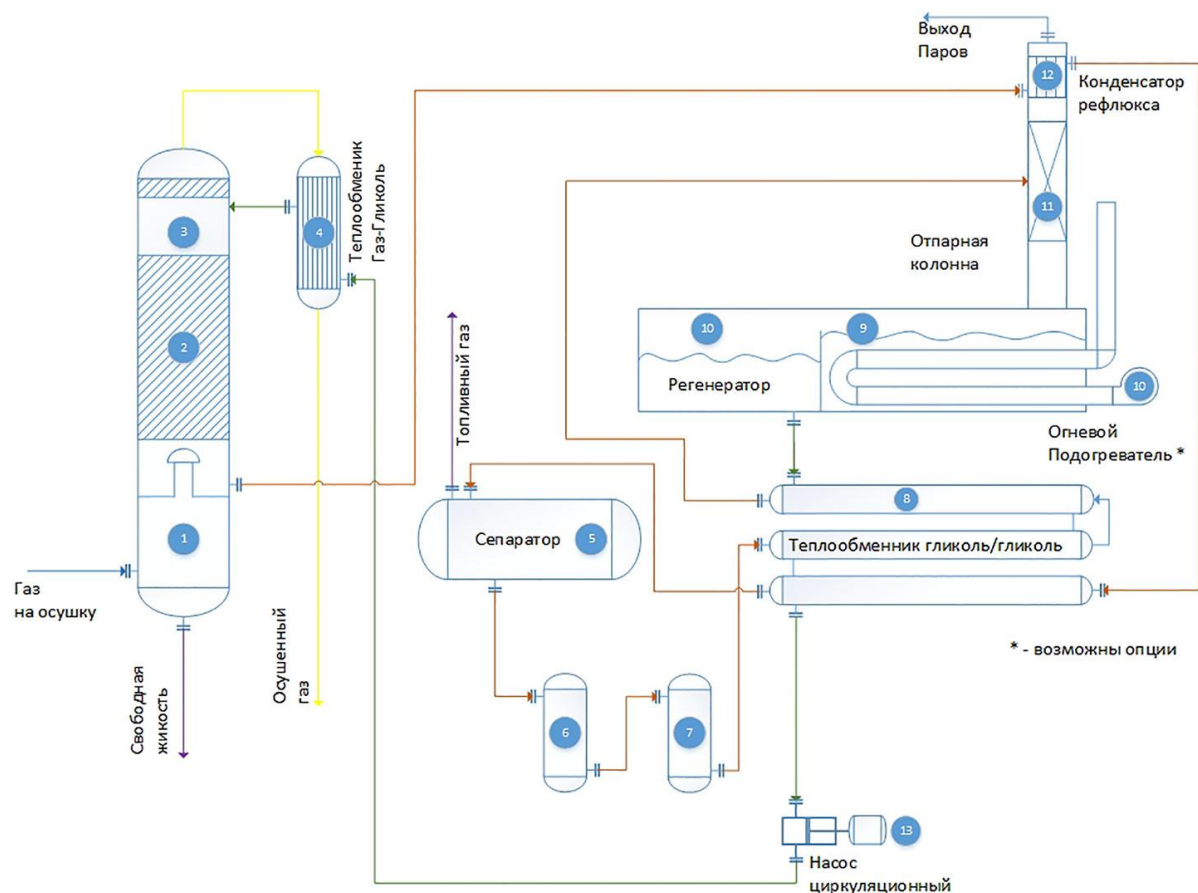
Сухой газ, выходящий из колонны, используется для предварительного охлаждения обедненного гликоля перед поступлением в колонну

Затем газ отправляется на продажу или последующую переработку для отделения конденсата

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Осушка (дегидратация) газа

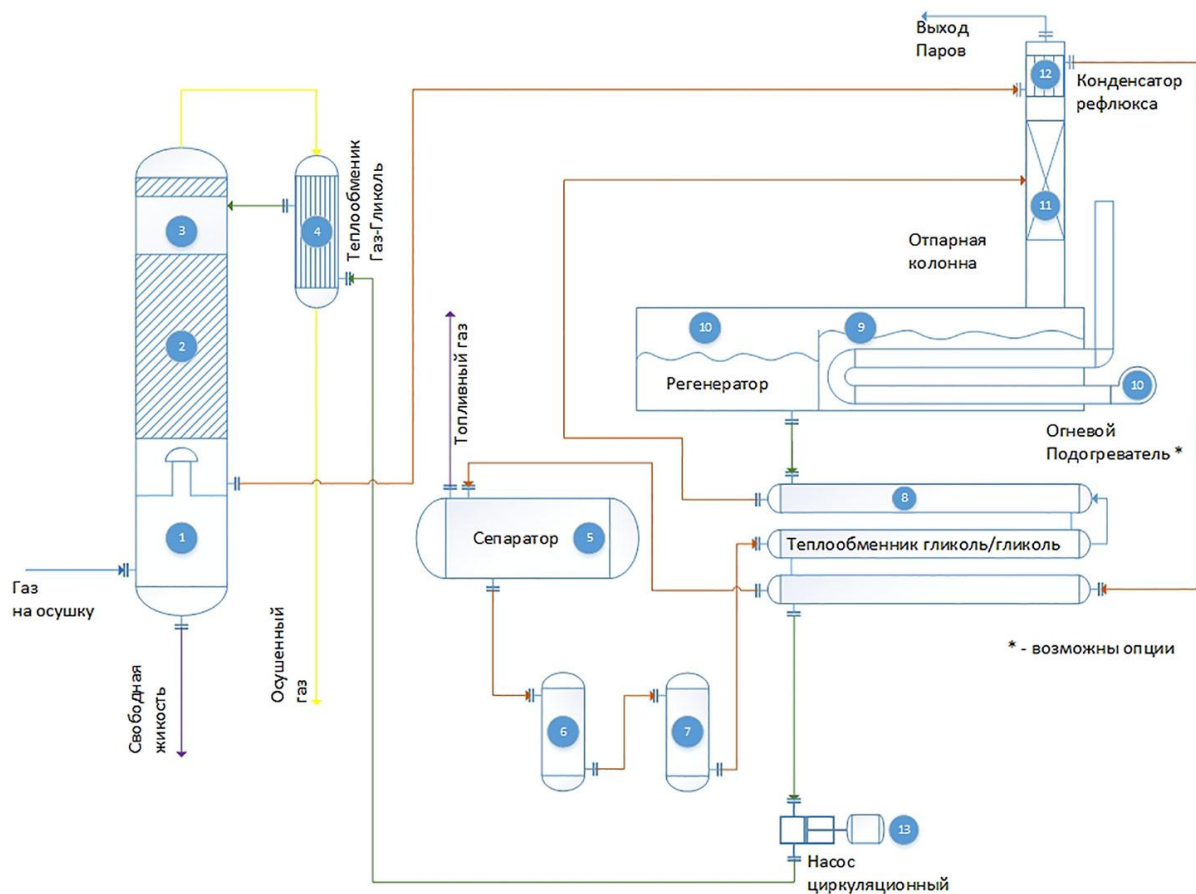


Насыщенный (обогащенный) гликоль, выходящий из нижней части колонны, **регенерируется** в непрерывном процессе

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Осушка (дегидратация) газа

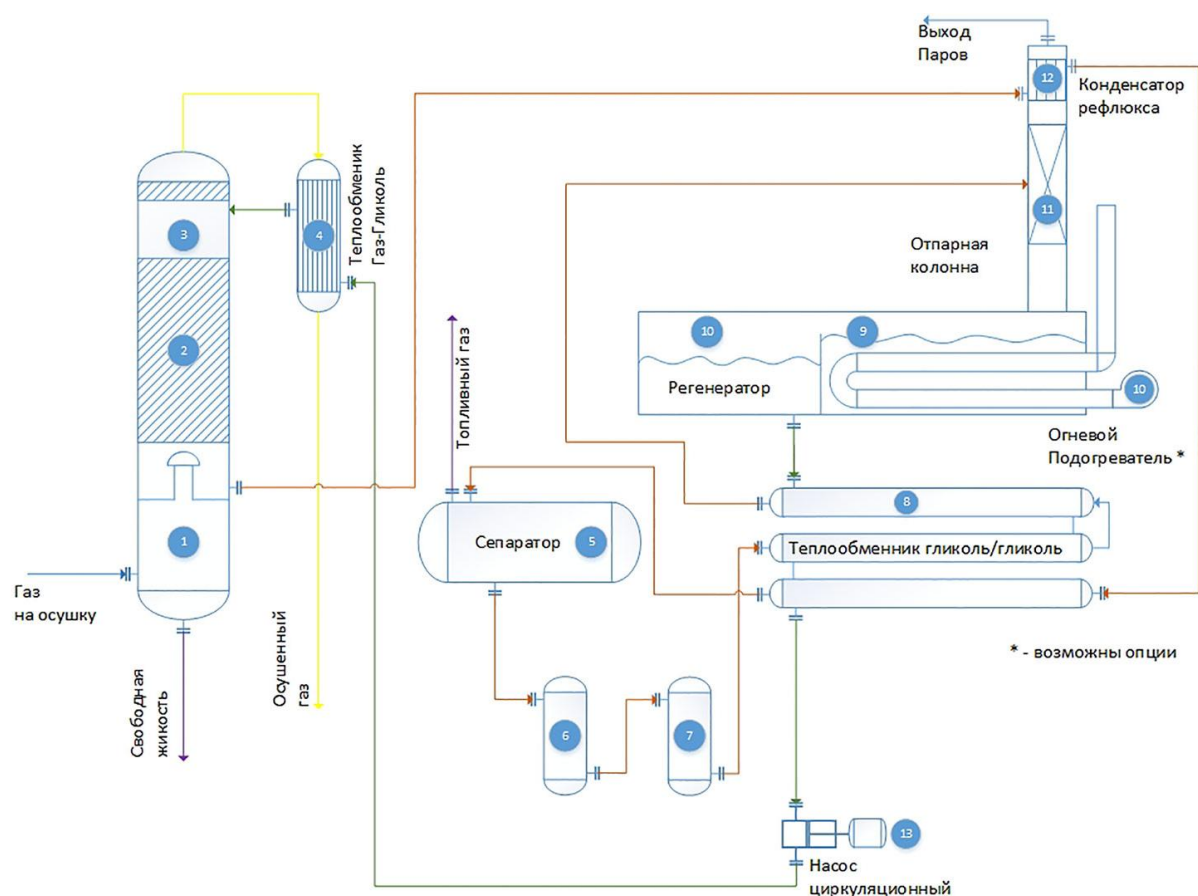


Вначале насыщенный гликоль отправляется на **сепаратор** для удаления конденсированных углеводородов, а затем *подогревается* и *фильтруется* перед отправкой на **ребойлер** или **регенератор**

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Осушка (дегидратация) газа



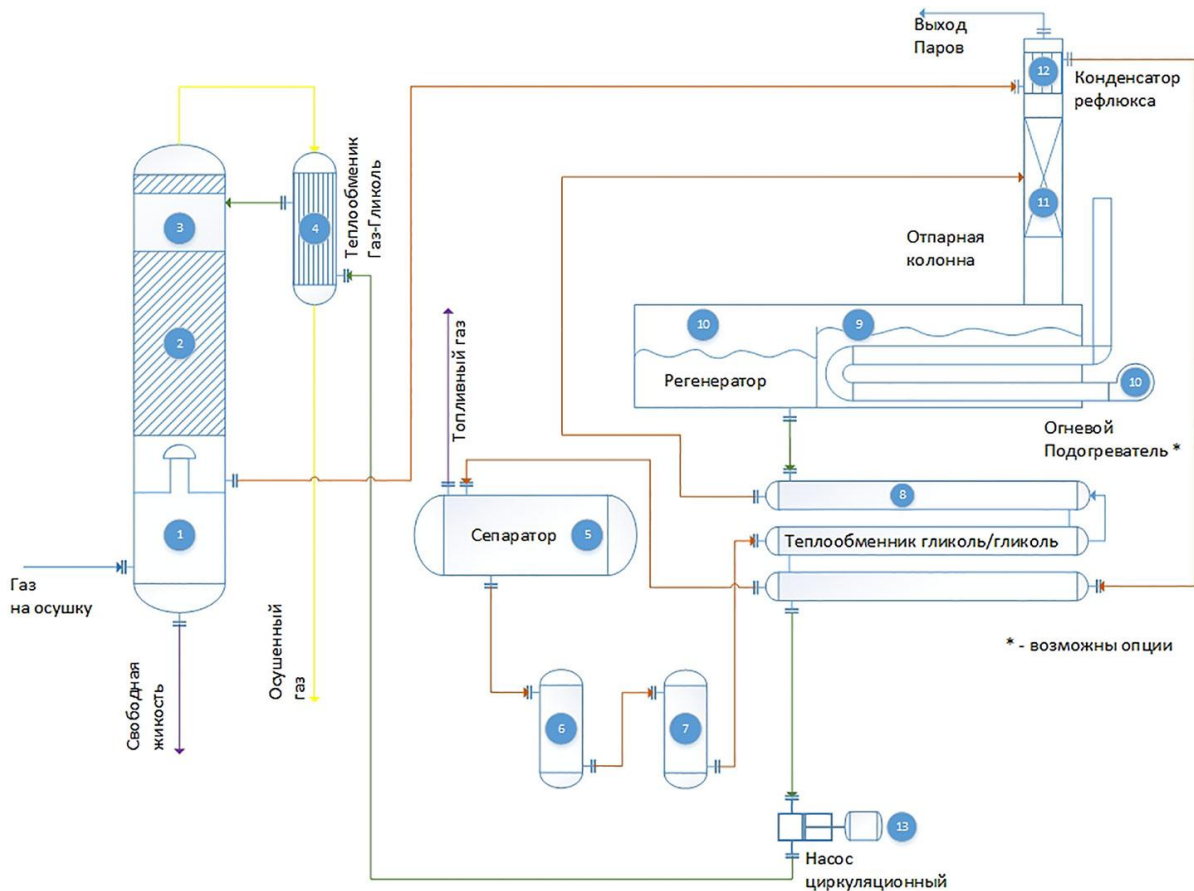
Насыщенный гликоль подогревается в **регенераторе** до 199–204 °С, в результате чего вода выкипает

Пар либо выпускается непосредственно в атмосферу, либо охлаждается и конденсируется для отделения небольших количеств углеводородных паров из воды

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Осушка (дегидратация) газа

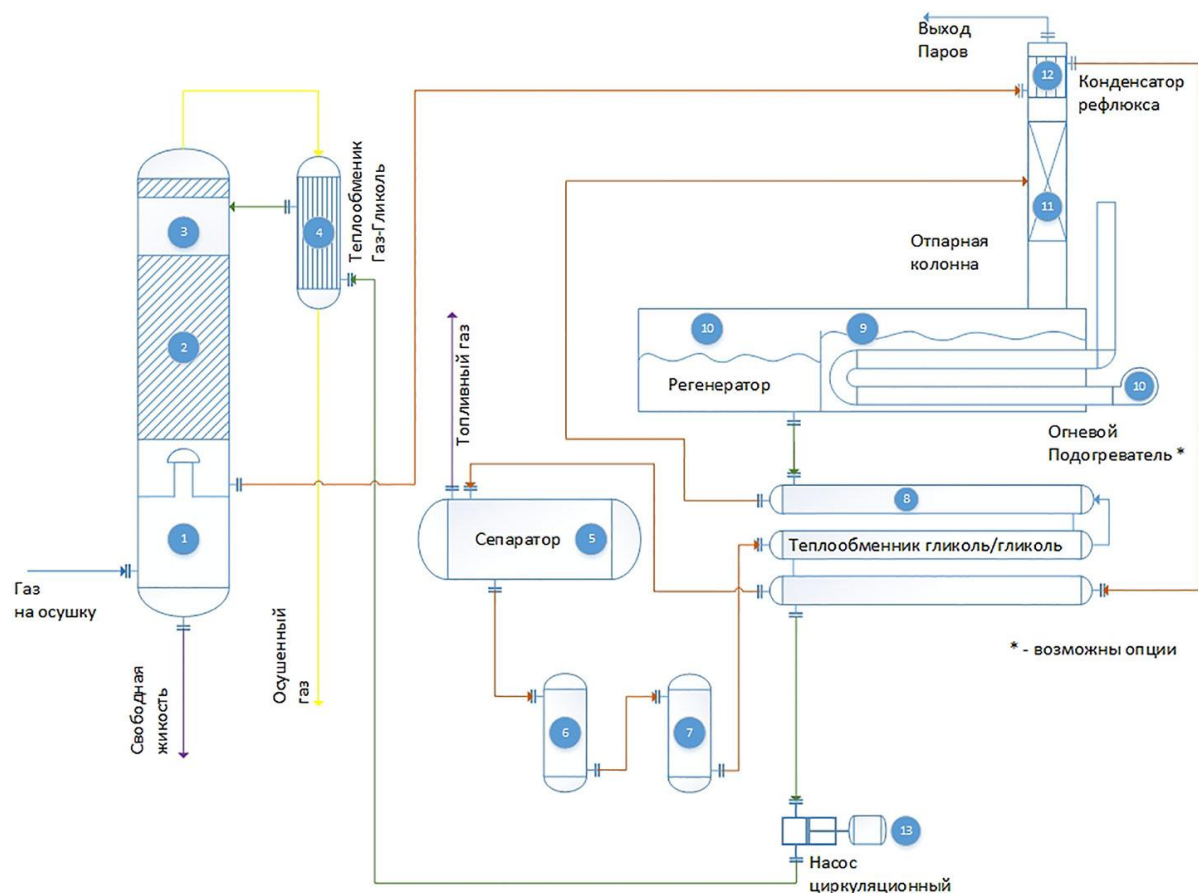


Полученный в результате этих процессов горячий обедненный гликоль охлаждается на перекрестном **теплообменнике** выходящим из колонны потоком прохладного насыщенного гликоля

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Осушка (дегидратация) газа

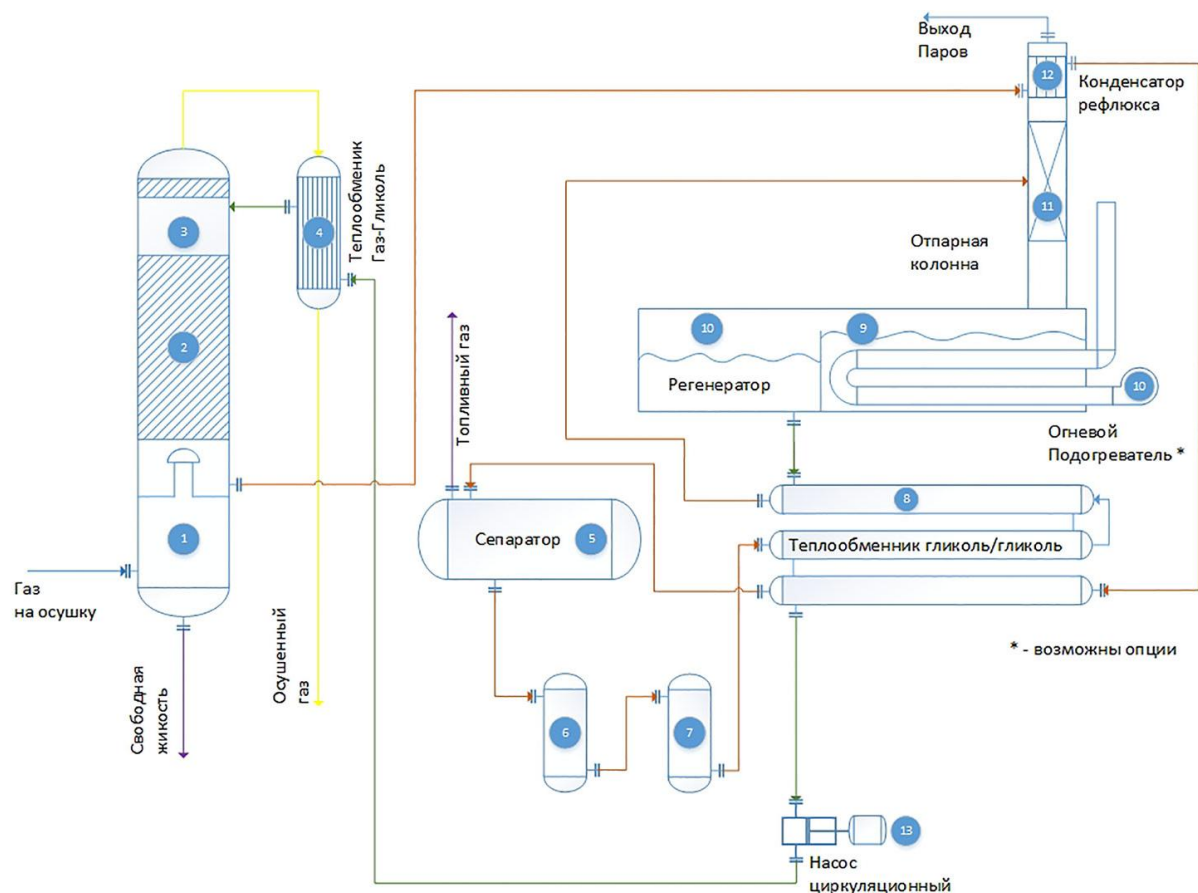


Перекрестный теплообмен повышает эффективность процесса, обеспечивая предварительный подогрев гликоля, отправляемого в ребойлер, что снижает **общее энергопотребление**

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Осушка (дегидратация) газа



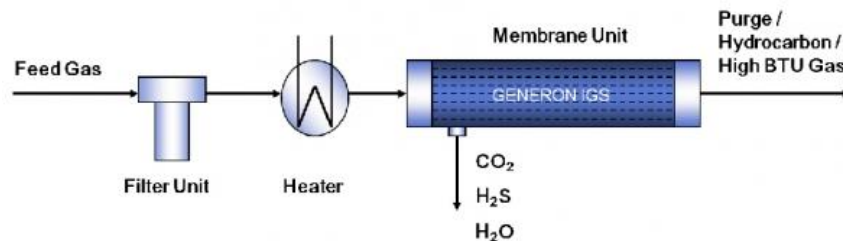
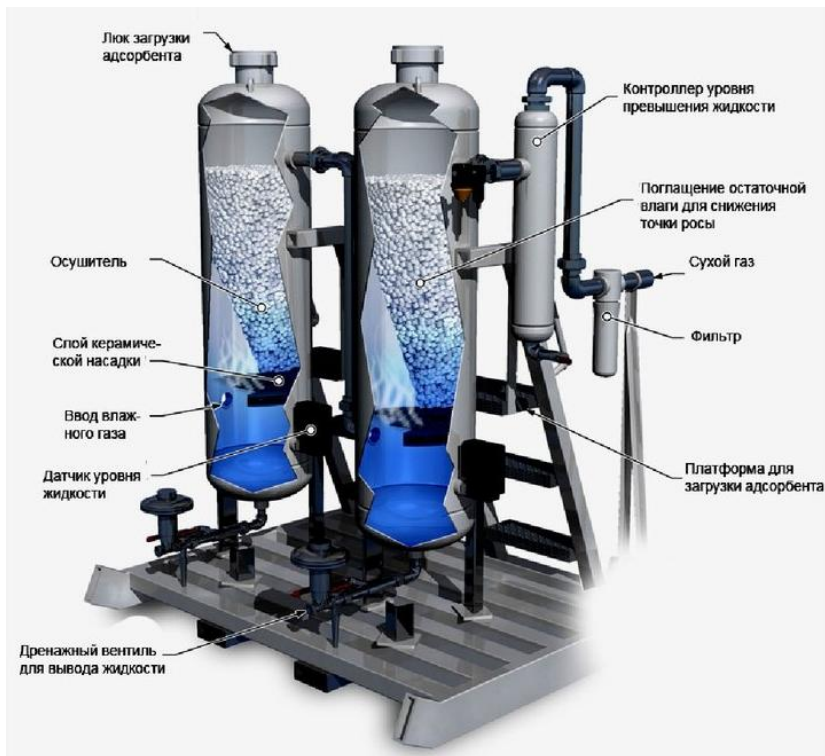
Ребойлер может подогреваться обогревателем на газовом топливе, электрическими подогревателями или системой теплоносителя

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Осушка (дегидратация) газа

Другие методы предполагают осушение твердым адсорбентом, низкотемпературную конденсацию (промораживание) и фильтрацию через мембрану



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Газопереработка

Сухой газ может подвергаться дальнейшей переработке для отделения жидких углеводородов в форме **газоконденсатных жидкостей**, **сжиженного природного газа** или **сжиженного нефтяного газа**



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Газопереработка

Газоконденсатные жидкости — это углеводородные жидкости, такие как этан, пропан, бутан и пентан (природный бензин), которые могут быть выделены из потока природного (свободного) газа после отделения более тяжелых углеводородных компонентов путем сепарации при температуре окружающего воздуха.

Сжиженный нефтяной газ — это смесь углеводородов, главным образом бутана и пропана, которые могут транспортироваться в жидком виде под давлением или при низких температурах и восстанавливаться в виде газа при снижении давления.

Сжиженный природный газ — это жидкость, состоящая главным образом из метана, который сжимается для облегчения транспортировки при невозможности транспортировки по газопроводу

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Газопереработка

Наиболее распространенными процессами сепарации газоконденсатных жидкостей или сжиженного нефтяного газа являются:

- поглощение отбензиненным (регенерированным) абсорбционным маслом;
- низкотемпературная конденсация;
- турбоэспандерные (турбодетандерные) установки.

Остаточный обедненный газ может быть использован как топливо, закачан обратно в пласт или направлен в трубопровод

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Газопереработка

Наиболее распространенными процессами сепарации газоконденсатных жидкостей или сжиженного нефтяного газа являются:

- поглощение отбензиненным (регенерированным) абсорбционным маслом;
- низкотемпературная конденсация;
- турбоэспандерные (турбодетандерные) установки.

Остаточный обедненный газ может быть использован как топливо, закачан обратно в пласт или направлен в трубопровод

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Газопереработка

- поглощение отбензиненным (регенерированным) абсорбционным маслом

процесс включает контакт газообразных компонентов с отбензиненным абсорбционным маслом, в результате чего меркаптаны поглощаются этим маслом и формируется насыщенное абсорбционное масло

Отбензиненное абсорбционное масло может включать нефту, керосин, средние углеводороды, поток бензина, реактивного топлива, дизельного топлива и смеси этих углеводородов

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Газопереработка

- низкотемпературная конденсация

процесс изобарного охлаждения природного газа или попутного нефтяного газа, сопровождающийся последовательной конденсацией отдельных компонентов газового конденсата или их фракций при определённом давлении

Осуществляется при температуре от 0 до -30 °C

Подготовка газа

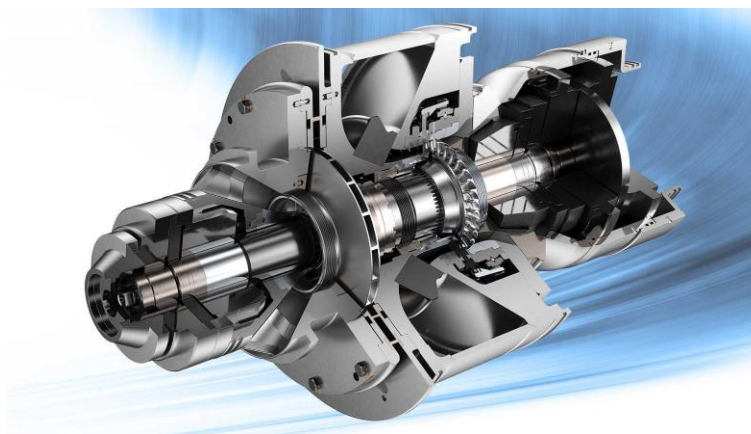
Пример установки для подготовки газа

5. Газопереработка

- турбоэспандерные (турбодетандерные) установки

турбинная лопаточная машина непрерывного действия для охлаждения газа путём его расширения с совершением внешней работы

Принцип работы: газ или газовая смесь проходит через неподвижные направляющие каналы (сопла), преобразующие часть потенциальной энергии газа в кинетическую, и систему вращающихся лопаточных каналов ротора. При резком расширении газа происходит падение давления, и при совершении им механической работы вращения ротора происходит интенсивное охлаждение газа.



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Газопереработка

Остаточный обедненный газ может быть использован как топливо, закачан обратно в пласт или направлен в трубопровод

Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Стабилизация

При стабилизации из потока жидкости удаляются легкие углеводороды либо путем снижения давления, приводящего к отделению легких компонентов, либо путем снижения давления одновременно с нагреванием



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Стабилизация

Большая часть воды будет удалена при сепарации.

Полученный стабильный конденсат имеет низкое давление пара и поэтому может заливаться в цистерны под атмосферным давлением для транспортировки автотранспортом, по железной дороге, баржами или танкерами без частой вентиляции для отвода пара. Часто вводятся ограничения на давление пара, при котором происходит стабилизация жидкости, необходимая также при транспорте газа трубопроводом.

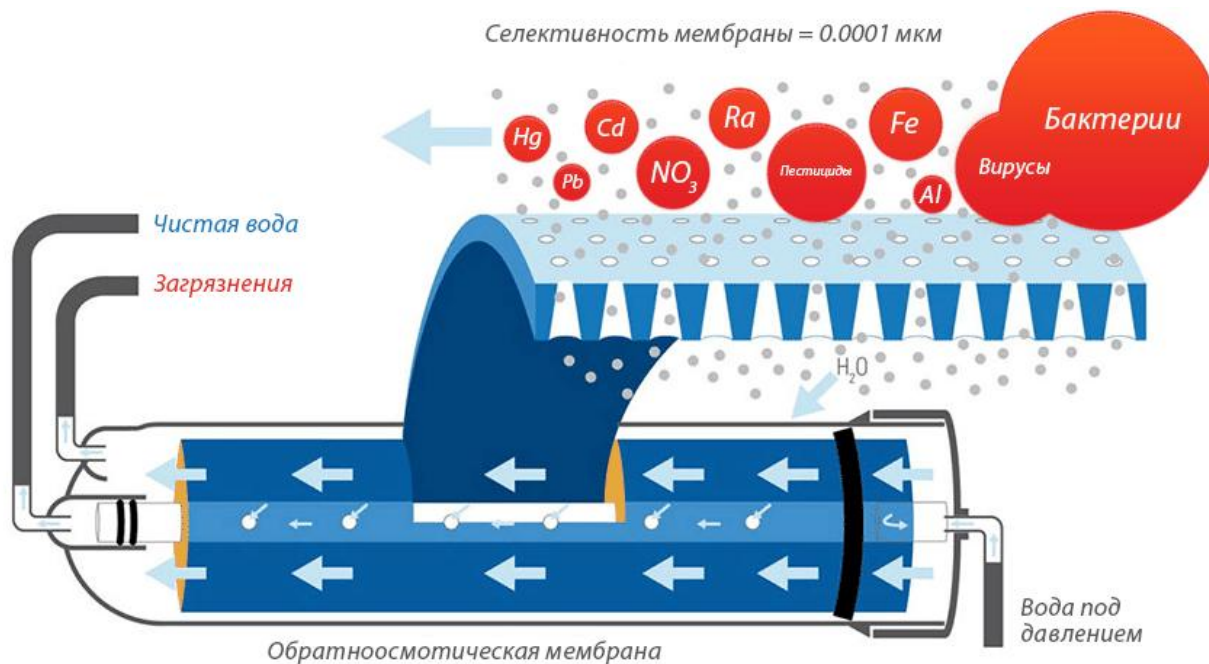


Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Стабилизация

Вода, отделенная в процессе сепарации/стабилизации, должна быть очищена и захоронена



Подготовка газа

Пример установки для подготовки газа

5. Компримирование

Легкие компоненты, удаленные в газообразной форме в процессе стабилизации, будут находиться под более низким давлением, чем основной поток газа. Эти компоненты могут быть сжаты до давления в сепараторе высокого давления для последующей переработки вместе с остальным газом



Контрольное задание

Ознакомится с ГОСТ Р 51858-2002.

Написать обозначение нефти по ГОСТ:

1) нефть (при поставке потребителю в России) массовой доли серы 1,15 %, плотностью при 20 ° С – 860,0 кг/м³, концентрации хлористых солей 120 мг/дм³, массовой доли воды 0,40 %, с массовой долей сероводорода 10 млн⁻¹, с массовой долей органических хлоридов во фракции с температурой 204 ° С – 3 млн⁻¹;

2) нефть (при поставке на экспорт) массовой доли серы 1,15 %, плотностью при 20 ° С 860,0 кг/м³, объемной доли фракций до 200 ° С – 26 %, до 300 ° С – 46 %, до 350 ° С – 55 %, массовой доли парафина 4,1 %, концентрации хлористых солей 90 мг/дм³, массовой доли воды 0,40 %, при отсутствии сероводорода;

3) нефть (при поставке потребителю в России) массовой доли серы 3,15 %, плотностью при 20 ° С 877,0 кг/м³, концентрации хлористых солей 120 мг/дм³, массовой доли воды 0,70 %, с массовой долей сероводорода 10 млн⁻¹, с массовой долей органических хлоридов во фракции с температурой 204 ° С – 11млн⁻¹.

Условное обозначение нефти состоит из четырех цифр, соответствующих обозначениям класса, типа, группы и вида нефти. При поставке нефти на экспорт к обозначению типа добавляется индекс «э». Структура условного обозначения нефти:

