Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный технический университет»
Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована ООО «ДКС РУС» по международному стандарту ISO 9001:2015

Институт нефти и газа
Кафедра «Технологические машины и оборудование»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

по дисциплине «**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»,**
«**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКИ»,**
НА ТЕМУ

«РАСЧЕТ СЕПАРАТОРА»

Направление:

18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»,

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль

«Машины и аппараты химических производств»,

«Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

Квалификация (степень)

(бакалавр)

Форма обучения:

Очная / заочная

Астрахань – 2024

Цель - изучение конструкции основных типов сепараторов, изучение конструкции и принципа работы вертикального сепаратора сетчатого типа ГС, расчет вертикального сетчатого сепаратора.

I. Теоретическая часть.

Сепарацией газа от нефти называют процесс отделения от жидкой фазы (нефти) газообразной фазы.

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.

Газожидкостные сепараторы, используемые на газоперерабатывающих заводах, предназначены для отделения капельной жидкости (влаги, тяжелых углеводородов и примесей ингибиторов). По принципу действия они подразделяются на гравитационные, инерционные, жалюзийные, центробежные, сетчатые и фильтры-сепараторы (рис. 1).

В настоящее время гравитационные сепараторы на ГПЗ практически не используют вследствие их высокой металлоемкости и крупных габаритов. Инерционные более эффективны и компактны, чем гравитационные, но тем не менее уступают по эффективности центробежным и сетчатым сепараторам. Самыми эффективными в процессе очистки газа от капельной жидкости являются фильтры-сепараторы.

Инерционные, жалюзийные и прямоточные центробежные сепараторы уже долгое время широко используются на большинстве ГПЗ. В последние годы наблюдается тенденция увеличения роли фильтров-сепараторов со всевозможными фильтрующими материалами.

Эффективность процесса сепарации определяется степенью очистки газа от капельной жидкости и жидкости от газа, что характеризуется коэффициентами уноса жидкости потоком газа $К_ж$ и газа потоком жидкости $К_г$, а также предельной средней скоростью газа в свободном сечении сепаратора $ϑ_{rmax}$ и $t_з$ временем задержки жидкости в сепараторе. Коэффициенты уноса жидкости и газа и показатели совершенства сепаратора $ϑ_{rmax}$ и $t_з$ зависят от физико-химических свойств, расхода жидкости и газа, давления и температуры, уровня жидкости в сепараторе, способности жидкости к вспениванию и других факторов [4].

Коэффициент уноса жидкости и коэффициент уноса газа соответственно равны:

$$К_ж = \frac{q_ж}{Q_г} \quad (1)$$

$$К_Г = \frac{q_г}{Q_ж} \quad (2)$$

где: $q_ж$. - объемный расход капельной жидкости, уносимой потоком газа из сепаратора, $м^3/ч$; $q_г$- объемный расход остаточного (окклюдированного) газа, уносимого потоком жидкости из сепаратора, $м^3/ч$; $Q_г$- объемный расход газа на выходе из сепаратора, $м^3/ч$; $Q_ж$ - объемный расход жидкости на выходе из

сепаратора, $м^3$/ч, при Р и Т сепарации.

Чем меньше Кж и Кг при прочих равных условиях, тем совершеннее сепаратор. Однако уменьшение этих показателей обычно связано с усложнением конструкции сепаратора и увеличением его габаритных размеров. Поэтому очень высокая степень очистки газа и жидкости оказывается не всегда оправданной. Здесь необходимо ориентироваться на требуемую степень очистки, которая в известной мере зависит от конкретных условий сбора нефти и газа и сравнительно трудно поддается теоретической оценке. По практическим же данным в настоящее время приняты временные нормы, в соответствии с которыми коэффициенты уноса жидкости и газа имеют следующие ориентировочные значения: $К_ж \leq 50см^3$ /$1000м^3$ газа и $К_г \leq 20\text{-}103см^3/м^3$ жидкости [4].

Гравитационные сепараторы могут быть вертикальными или горизонтальными. В вертикальном сепараторе поток движется снизу вверх, тяжелая фаза оседает по направлению, противоположному потоку газа. В горизонтальных сепараторах газ движется горизонтально, а тяжелая фаза - сверху вниз, перпендикулярно к потоку. После входа газа в аппарат движение его постепенно переходит от неравномерного к равномерному. Длительность этого перехода называется временем релаксации. Для обеспечения перехода от неравномерного движения к равномерному предусматривают зону выравнивания потока. По данным Гипрокаучука, в вертикальных сепараторах высота этой зоны рекомендуется не менее 0,6 м, в горизонтальных - длина зоны осаждения принимается не менее 3 м.

Жалюзийные сепараторы снабжены жалюзийными насадками, представляющими собой пакет криволинейных листов, уложенных на некотором расстоянии друг от друга и образующих криволинейные каналы. Двухфазный поток проходит через криволинейные каналы, где за счет инерционных сил осаждается тяжелая фаза. Эффективность сепарации в значительной степени зависит от равномерности укладки жалюзи в пакете. Для более равномерного распределения газа в сечении отбойной насадки рекомендуется располагать плоскость отбойного пакета на расстоянии, равном не менее половины максимальной ширины отбойного пакета от входного и выходного штуцеров.

В *центробежных сепараторах* на осаждение жидкой фазы большое влияние оказывают следующие факторы: неравномерность распределения поля скоростей газа по сечению аппарата, зависимость траектории частиц тяжелой фазы от их дисперсности и плотности, влияние вторичного уноса осажденной дисперсной фазы и влияние турбулентных пульсаций на процесс осаждения и вторичного уноса. Влияние всех этих факторов чрезвычайно сложно, и поэтому на сегодняшний день не существует общего метода расчета всех этих процессов. На практике для центробежного сепаратора каждого типа экспериментальным путем определяют его эффективность и пропускную способность.

Сетчатые сепараторы для отделения капельной жидкости снабжены сетчатыми насадками, выполненными из разных материалов, -

металлическими и синтетическими - с разными плетениями проволочных рукавов и размерами петель. Обычно сетчатая насадка (мат) выполняется из вязаных рукавных сеток, уложенных друг на друга или свернутых в круглый моток. Число слоев сеток в мате 50-70, диаметр проволоки сетки 0,1- 0,5 мм, толщина матов (высота насадки) 70-300 мм, удельная поверхность (отношение поверхности проволоки к занимаемому матом объему) 120-1900 $м^2/м^3$, свободный межпроволочный объем 91-99 %, масса насадки на единицу объема 50-530 $кг/м^3$. Сетчатые маты обеспечивают сепарацию частиц жидкости диаметром более 5 мкм, а при двухслойном расположении - и более мелких частиц.

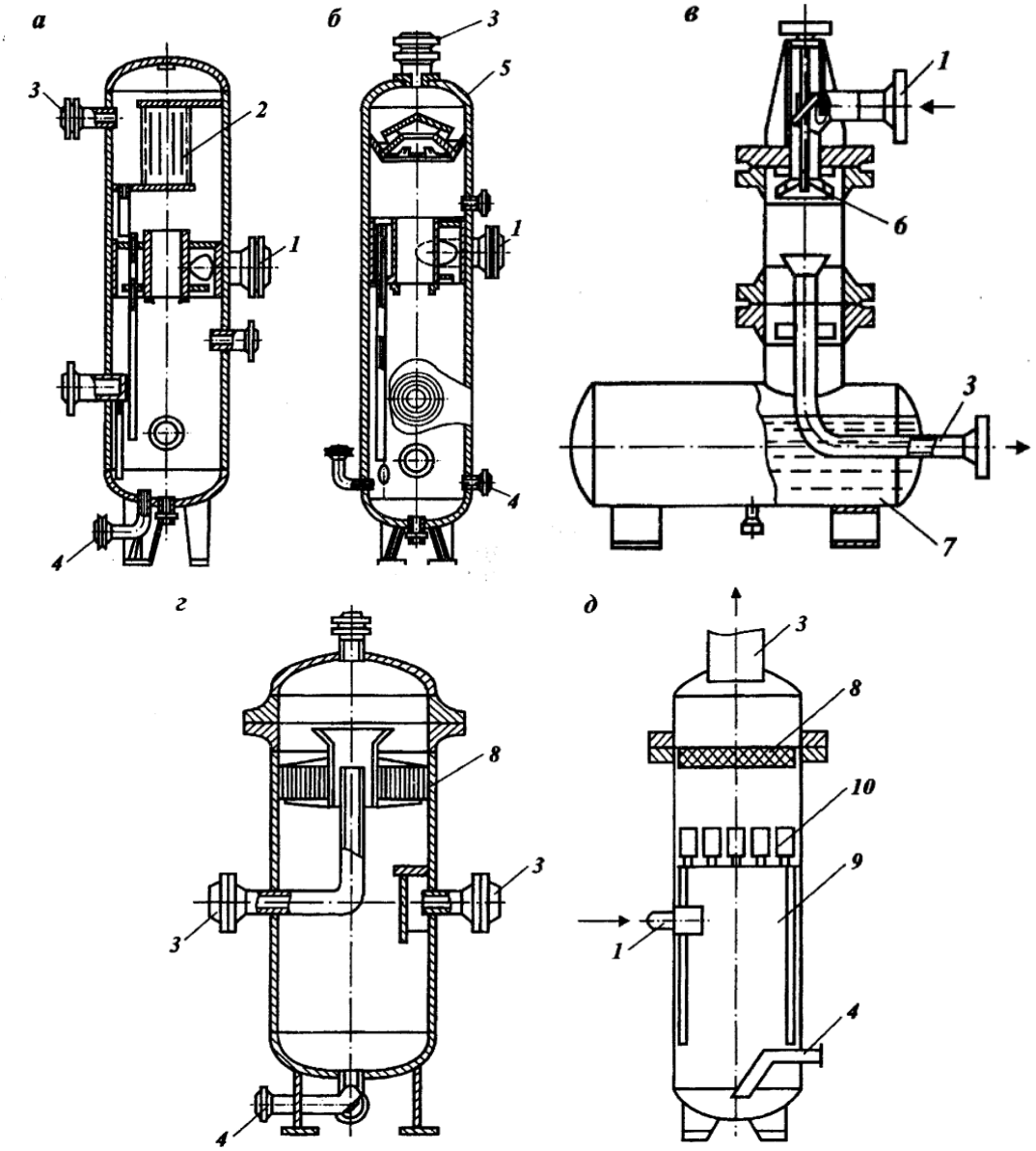


Рис.1 - Механические сепараторы:
а - жалюзийные; б - инерционные отбойные; *в* - прямоточные центробежные;
г - сетчатые; *д* - фильтрационно-сетчатые;
1 - входной патрубок; *2* - жалюзийный отбойник (вертикальный); *3* - патрубок для выхода газа; *4* - патрубок для вывода жидкости; 5 - инерционный отбойник;
6 - регулируемый завихритель; 7 - сборная емкость; *8* - сетчатый отбойник;
9 - гравитационная секция; *10* - фильтрующая ступень

Фильтры-сепараторы обычно применяют в процессах двух- или многоступенчатой сепарации. В волокнистых фильтрующих материалах происходит диффузионная или инерционная коалесценция капельной жидкости. Фильтры такого типа используют обычно после отделения пленочной и крупнодисперсной жидкости - на второй ступени очистки для отделения тонкодисперсной туманообразной жидкости. В трехступенчатом фильтрационно-сетчатом сепараторе (см. рис. 1) пленочная жидкость отделяется после входного патрубка / в гравитационной секции *9* (первая ступень). На второй фильтрующей ступени происходит коалесценция мелкодисперсной жидкости, которая сепарируется от газового потока в третьей ступени - сетчатом отбойнике, установленном выше. Основной недостаток этих сепараторов заключается в том, что диаметр волокон и плотность упаковки существенно влияют на характеристики фильтра.

Рассмотрев типовые конструкции сепараторов, используемых на производстве, перейдем к обзору газонефтяных сепараторов разной конструкции.

Газонефтяной сепаратор (рисунок 2) 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* [5].

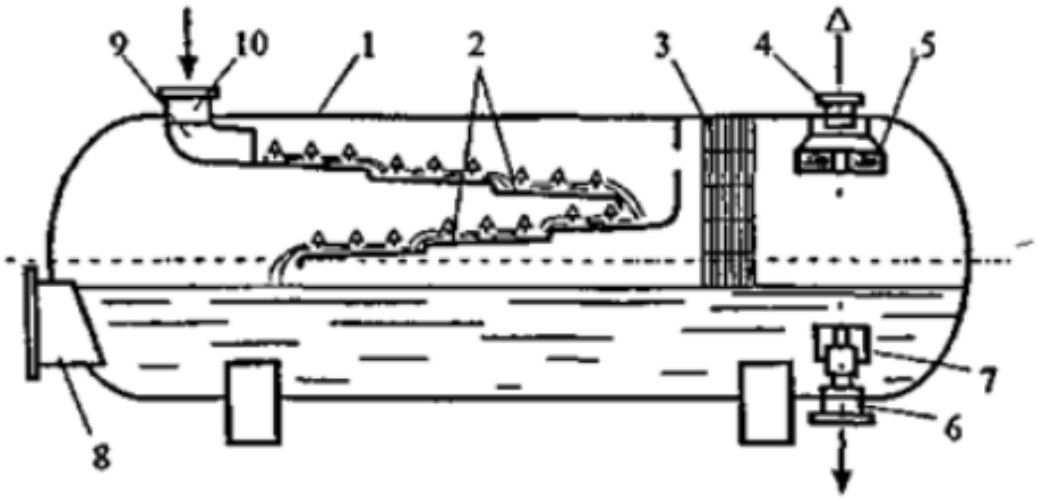


Рисунок 2 - Горизонтальный газонефтяной сепаратор:
1 — технологическая емкость; 2 — наклонные желоба; 3 — пеногаситель; 4 — выход газа, 5 — влагоотделитель; 6 — выход нефти; 7 — устройство для предотвращения образования воронки; 8 — люк-лаз; 9 — распределительное устройство; 10 — ввод продукции.

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*.

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 [5].

Для повышения эффективности процесса сепарации в горизонтальных сепараторах используют гидроциклонные устройства (рисунок 3).

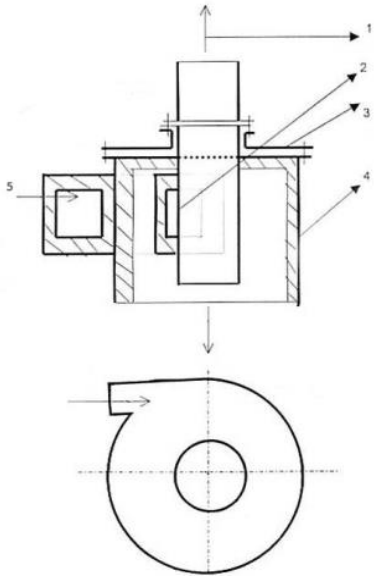


Рисунок 3 - Гидроциклонное устройство: 1 – выход газа, 2 – сливной патрубок, 3 – верхняя крышка, 4 – цилиндрическая часть корпуса, 5 – питающий патрубок (с тангенциальным вводом любого сечения) для подачи ГЖС.

В газонефтяных сепараторах любого типа различают четыре секции (рисунок 4). **Основная сепарационная секция** предназначается для отделения основной части жидкости (нефти, газового конденсата, воды) от входящей в сепаратор газожидкостной смеси. Для обеспечения высокоэффективной предварительной сепарации и равномерного распределения потока по сечению аппарата 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 [24].

Последние аппараты эффективны при сепарации газонефтяных смесей на различных ступенях.

В осадительной секции в газонефтяных сепараторах происходит дополнительное выделение пузырьков газа из нефти.

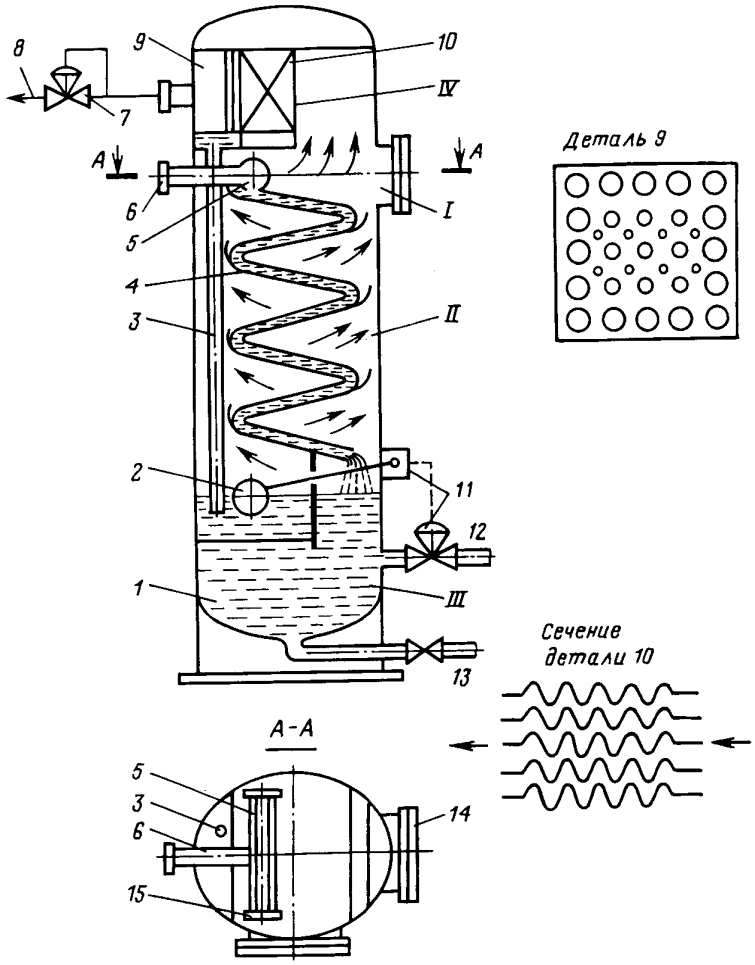


Рисунок 4 – Вертикальный газонефтяной сепаратор:
1 – корпус, 2 – поплавок, 3 – дренажная труба, 4 – наклонные плоскости, 5 – раздаточный коллектор, 5 – раздаточный коллектор, 6 – ввод газожидкостной смеси, 7 – регулятор давления «до себя», 8 – выход газа, 9 – перегородка для выравнивания скорости газа,
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.

Жидкость в данной секции отделяется под воздействием гравитационных сил, а газ движется в сосуде с относительно низкой скоростью. В газовых сепараторах (некоторые конструкции) для снижения

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

В газонефтяных сепараторах для интенсификации процесса выделения свободного и растворенного газа из нефти применяют наклонно расположенные плоскости. При этом поток нефти (жидкости) должен плавно, без брызг, сливаться в нижнюю часть сепаратора.

Секция сбора жидкости. Для сепараторов, в которых разделяются газ и легкие углеводороды, содержащиеся в жидкой фазе, 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. Исследованиями Гипровостокнефти, ВНИИСПТнефти и других установлено, что основная часть уносимого вместе с нефтью газа находится в свободном состоянии [24].

Очевидно, что в зависимости от условий сепарации, а также от совершенства конструкции газонефтяного сепаратора соотношение растворенного и свободного газа в составе уносимого с нефтью газа может быть больше или меньше. При этом увеличение площади контакта фаз (поверхности аппарата или сливных полок) до 5-6 раз позволяет дополнительно выделить из нефти только 10-15% газа от общего количества, остающегося в ней.

Увеличение времени пребывания нефти в сепараторе в 5-6 раз также практически не увеличивает отбор газа. Если растворенный газ, который должен был выделиться из нефти при данных термодинамических условиях сепарации, не выделился при движении нефти тонким слоем по поверхности аппарата или сливным полкам, то, попав в нефтяную фазу под слой жидкости, он выделяется незначительно [15].

Выделение свободного газа можно интенсифицировать разделением фаз на входе в сепаратор путем турбулизации газонефтяной смеси, способствующей более быстрому образованию и выделению из нефти пузырьков газа, или использованием поля центробежных сил.

Секция каплеулавливания предназначена для улавливания частиц жидкости в уходящем из газонефтяного сепаратора газе. Секция состоит обычно из отбойных устройств (насадок) различного вида — керамических колец, жалюзи, пакетов из плетеной проволочной сетки и т.д. Критерием эффективного отделения капельной жидкости от газа является значение удельного уноса жидкости с 1 $м^3$ газа.

Эффективность работы отбойных насадок зависит от нескольких факторов, основными из которых являются: допустимая скорость набегания газа, количество жидкости, поступающей с газом, равномерная загрузка насадки по площади ее поперечного сечения [24].

Кроме функций, выполняемых описанными секциями, в конструкциях сепараторов должны предусматриваться элементы, предотвращающие образование пены и гасящие ее, а также снижающие вредное влияние пульсации газожидкостного потока на сепарацию нефти и газа.

Предотвращение пульсации особенно актуально для газонефтяных сепараторов, устанавливаемых в системах сбора нефти.

Сферические сепараторы применяются для разгазирования нефти при разработке шельфовых месторождений, которые отличаются высоким давлением. Конструкции сферических сепараторов представлены на рисунке 5.

Шаровые сепараторы более компактны и менее металлоемки. Сферические сепараторы имеют небольшую массу при таком же диаметре, что и цилиндрические, они компактны. Наибольшее преимущество в металлоемкости (масса сепаратора в килограммах, отнесенная к пропускной способности по газу в тысячах кубических метров в сутки) у сферических сепараторов проявляется при работе с газом высокого давления и при больших объемах обрабатываемого газа [24].

Компактность этих сепараторов позволяет легко их обслуживать и проводить необходимый ремонт. Эти преимущества проявляются тем больше, чем выше рабочее давление и производительность сепаратора.

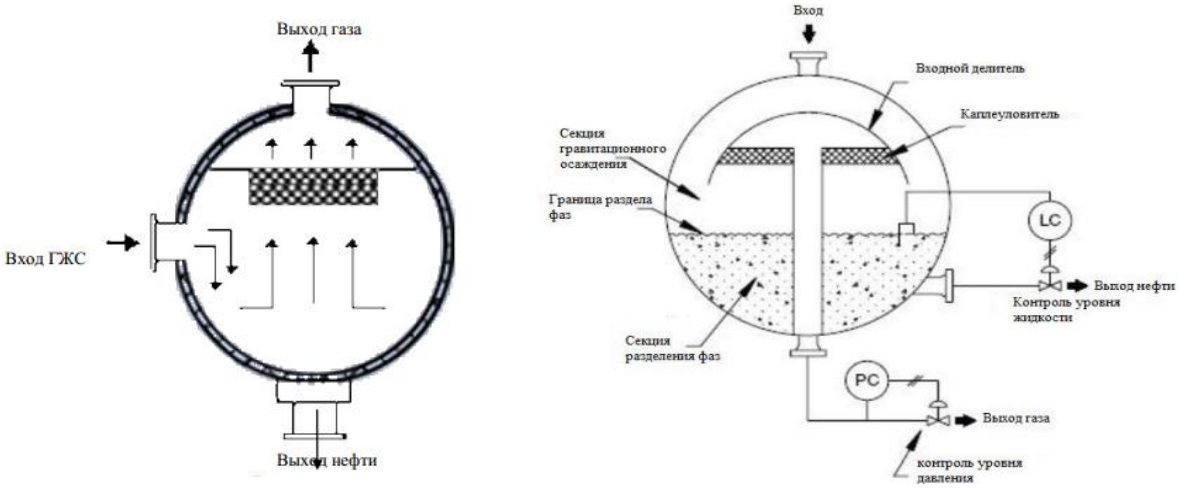


Рисунок 5 - Конструкции сферических сепараторов.

Основным недостатком шаровых сепараторов является ограниченность внутреннего пространства, исключающая возможность размещения в корпусе вспомогательных элементов, повышающих эффективность сепарации. Сферические сепараторы имеют самую высокую сепарационную способность, однако для пропуска больших количеств газа и пульсирующих потоков они уступают горизонтальным.

Маркировка сепараторов

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***.

Устройство обвязка газосепаратора

Газосепаратор представляет собой вертикальный цилиндрический стальной сварной аппарат с эллиптическими днищами.

Газосепаратор оборудован смотровым люком для обслуживания и осмотра.

Газосепаратор имеет штуцеры ввода и вывода рабочей среды DN 700.

Газосепаратор оборудован вспомогательными штуцерами и патрубками:

– дренаж DN50;

– слив DN50;

– установка уровнемера DN50 два патрубка соединенных выносной камерой DN150, торцы которой оборудованы фланцами с присоединенными заглушками фланцевыми. Верхняя DN100 PN 64 по DIN EN 1092–1. Нижняя заглушка DN150 PN63;

– исполнения 2 по АТК 24.200.02–90 и оборудована дренажным патрубком с наружной резьбой М20х1,5;

– установка датчиков уровня DN50 два патрубка с заглушками фланцевыми с отверстиями диаметром 23,8 мм с приваренными бобышками – резьба трубная коническая RC 3/4";

– установка датчика давления штуцер DN 50 с заглушкой и бобышка с резьбой М20х1,5;

– установка датчика температуры бобышка с резьбой М20х1,5;

– установка манометра штуцер DN 50 с заглушкой и бобышка с резьбой М20х1,5;

– установка термометра бобышка с резьбой М20х1,5;

– установка предохранительного клапана фланец DN 80.

Штуцера ввода и вывода рабочей среды, слива и дренажа оборудованы обтюраторами (служащими заглушками при проведении гидроиспытаний).

Для установки на фундаментное основание сосуд имеет 3 опоры. На сосуде предусмотреть закладные детали для строповки сосуда при перемещении. Корпус сосуда оборудован устройствами для крепления тепловой изоляции по ГОСТ 17314–81 (втулки).

На рисунке 6 показана типовая конструкция сетчатого сепаратора, в таблице 1 указаны назначения штуцеров и люков сепаратора.

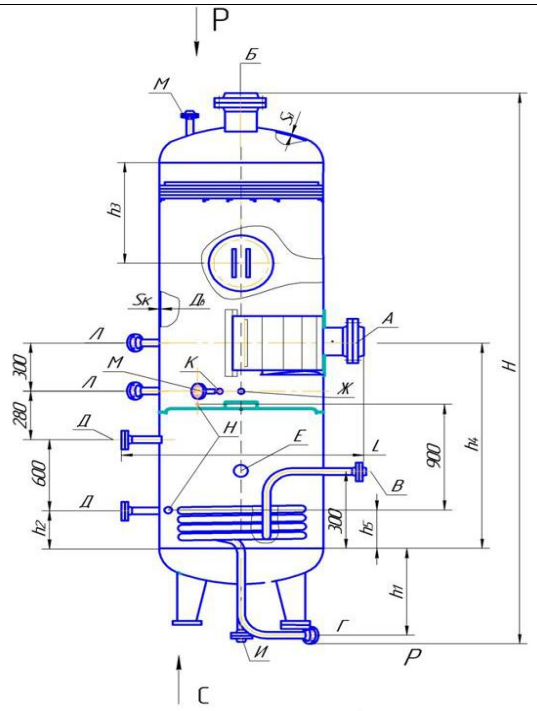


Рисунок 6 – Сетчатый сепаратор.

Таблица 1 - Назначение штуцеров и люков сепаратора

Обозначение	Назначение
А	Вход газа
Б	Выход газа
В	Выход конденсата
Г	Выход теплоносителя.
Д	Для камеры уровнемера
Е	Для термометра
Ж	Для термопреобразователя
З	Вход теплоносителя
И	Дренаж
К	Для манометра
Л	Для отбора давления
М	Для дифманометра
Н	Для указателя уровня
П	Люк–лаз

Принцип работы сетчатого сепаратора

Поток газа входит в корпус через входной штуцер и направляется дефлектором, в котором получает круговое движение вдоль стенки корпуса. Каплеотбойник задерживает крупные частицы воды, которые под действием силы тяжести стекают в кубовую часть. Далее под действием центробежных сил взвешенные частицы жидкости и механических примесей оседают на стенке корпуса и стекают в кубовую часть корпуса, а поток газа входит через направляющие лопатки внутрь сепарационного пакета, отделяясь от потока примесей, и выходит через выходной штуцер.

Технологический расчет сепаратора.

Основной целью технологического расчета является определение диаметра и высоты сепаратора.

Тип сепаратора, был задан первоначально, в данном случае принимаем для расчета конструкцию сетчатого сепаратора, таким образом, необходимо определите размеры сепаратора для разделения смеси нефти, газа и воды.

II. Практическая часть

Исходные данные для расчета:

Параметры	**Вариант 1**	**Вариант 2**	**Вариант 3**	**Вариант 4**	**Вариант 5**
Расход смеси, $V_г$	$16{,}41\frac{м^3}{с}$	$15{,}58\frac{м^3}{с}$	$14{,}75\frac{м^3}{с}$	$13{,}92\frac{м^3}{с}$	$13{,}09\frac{м^3}{с}$
Плотность жидкости, $\rho_г$	$1106\frac{кг}{м^3}$	$1106\frac{кг}{м^3}$	$1106\frac{кг}{м^3}$	$1106\frac{кг}{м^3}$	$1106\frac{кг}{м^3}$
Давление сепарации, P	1,5 МПа	1,5 МПа	1,5 МПа	1,5 МПа	1,5 МПа
Температура сепарации, T	48℃	48℃	48℃	48℃	48℃

Компонентный состав сырья:

Компонент	y_i	M_i
H_2O	0,001	18
H_2S	0,003	18
CO_2	0,024	44
N_2	0,014	28
CH_4	0,734	16
C_2H_6	0,068	30
C_3H_8	0,079	44
C_4H_{10}	0,055	58
C_5H_{12}	0,012	72
Углеводороды C_{6+}	0,002	86
меркаптаны	0,006	42
∑	1,000	–

Последовательность выполнения расчетной части практической работы (шаблон расчета).

Исходные данные:

1. Расход смеси $V_г = \cdots \frac{м^3}{с}$
2. Плотность жидкости $\rho_г = 1106\frac{кг}{м^3}$
3. Давление сепарации $P = 1{,}5$ МПа
4. Температура сепарации $T = 48℃$

Определить:

1. Диаметр сепаратора
2. Высоту сепаратора

Расчет:

Таблица 1 – Состав отсепарированного газа

Компонент	y_i	M_i	y_i/M_i	$y_i' = \frac{y_i/M_i}{\sum(y_i/M_i)}$
H_2O	0,001	18		
H_2S	0,003	18		
CO_2	0,024	44		
N_2	0,014	28		
CH_4	0,734	16		
C_2H_6	0,068	30		
C_3H_8	0,079	44		
C_4H_{10}	0,055	58		
C_5H_{12}	0,012	72		
Углеводороды C_{6+}	0,002	86		
меркаптаны	0,006	42		
∑	1,000	–	0,052485	1,00000

Молекулярная масса отсепарированного газа:

$$M = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} \frac{y_i}{M_i}}, \quad (1)$$

$$M = \frac{1}{\ldots} =$$

Плотность отсепарированного газа при нормальных условиях:

$$\rho_г^0 = \frac{M}{22{,}4}, \quad (2)$$

$$\rho_г^0 = \frac{\ldots}{22{,}4} = \ (кг/м^3).$$

Таблица 2 – Приведенные параметры

Компонент	$T_{кр}$	$T_{кр} \cdot y_i$	$P_{кр}$	$P_{кр} \cdot y_i$
H_2O	647,2		225,65	
H_2S	100,4		9,01	
CO_2	304,0		75,00	
N_2	125,9		34,60	
CH_4	190,6		46,04	
C_2H_6	309,4		48,80	
C_3H_8	369,8		42,49	
C_4H_{10}	425,2		37,96	
C_5H_{12}	469,6		33,69	
Углеводороды C_{6+}	507,7		29,90	
меркаптаны	369,8		42,49	
∑	–	232,416	–	45,812

Приведенная температура:

$$T_{пр} = \frac{T}{T_{кр\ см}}, \quad (3)$$

$$T_{пр} = \frac{321}{\dots} =$$

Приведенное давление:

$$P_{пр} = \frac{P}{P_{кр\ см}}, \quad (4)$$

$$P_{пр} = \frac{1{,}5}{\dots} =$$

Коэффициент сжимаемости газа:

$$z = 1 - \left(0{,}73 \cdot T_{пр} - 0{,}18\right) \cdot P_{пр}, \quad (5)$$

$$z = 1 - (0{,}73 \cdot \dots - 0{,}18) \cdot \dots =$$

Плотность отсепарированного газа при рабочих условиях:

$$\rho_г = \rho_г^0 \cdot \frac{P \cdot T_0}{P_0 \cdot T \cdot z} \quad (6)$$

$$\rho_г = 0{,}85 \cdot \frac{1{,}5 \cdot 273}{0{,}1013 \cdot 321 \cdot \dots} = \ (кг/м^3)$$

Допустимая скорость газа в сепараторе:

$$\omega_{доп} = 0{,}12 \cdot \sqrt{\frac{\rho_ж}{\rho_г}}, \quad (7)$$

$$\omega_{доп} = 0{,}12 \cdot \sqrt{\frac{1106}{\dots}} = \cdots \left(\frac{м}{с}\right)$$

Диаметр сепаратора:

$$D = \sqrt{\frac{V_г}{0{,}785 \cdot \omega_{доп}}}, \quad (8)$$

$$D = \sqrt{\frac{\dots}{0{,}785 \cdot \dots}} = \cdots \ (м)$$

Принимаем $D = \cdots \ (м)$. Согласно ГОСТу 9931-85. Корпуса цилиндрические стальных сварных сосудов и аппаратов, ГОСТу 9617-76 Сосуды и аппараты. Ряды диаметров.

По практическим данным, допустимая скорость движения жидкости в сепараторе $\omega_x = 0{,}003 - 0{,}005 \ \left(\frac{м}{с}\right)$.

Принимаем $\omega_x = \cdots \ \left(\frac{м}{с}\right)$.

Время пребывания жидкости в сепараторе составляет $10 - 30$ *мин*.

Принимаем $\tau = 20$ (мин) $= 1200$ (с).

Высота уровня жидкости в сепараторе:

$$H_x = \omega_x \cdot \tau \quad (9)$$

$$H_x = \cdots \cdot 1200 = . . (м)$$

Высота сепаратора:

$$H = H_x \cdot \frac{100}{50} \quad (10)$$

$$H = \cdots \cdot \frac{100}{50} = \cdots \text{ (м)}$$

Принимаем $H = \cdots$ (м).

В отчет по практической работе должно входить:

1. Титульный лист. (Первая страница)

2. Содержание+ страницы (Вторая страница)

3. Цель. (Третья страница)

4. Выполнение задания (Третья страница и т.д.)

5. Реферат на тему (5 – 15 стр.):

1 группа – Гравитационные сепараторы

2 группа – Центробежные сепараторы

3 группа – Инерционные сепараторы

4 группа - Гидроциклонные сепараторы

5 группа – Фильтр-сепараторы

По каждому виду сепаратора нужно указать:

Принцип работы, классификация, область применения, типовые конструкции, преимущества и недостатки, пределы работы.

6. Ответы на контрольные вопросы

7. Вывод

Контрольные вопросы по практической работе №1.

1. Что такое сепарация?
2. Какая движущая сила у процесса сепарации?
3. Какими параметрами определяется эффективность процесса сепарации? И что они обозначают?
4. Какие виды сепараторов можно выделить по принципу действия?
5. В чем преимущества и недостатки горизонтальных газонефтяных сепараторов?
6. Какой принцип работы горизонтального газонефтяного сепаратора?
7. Опишите функцию каждой из четырех рабочих секций аппарата, которые есть в газонефтяных сепараторах любого типа.
8. Где нашли применение сферические сепараторы?
9. Как работает типовой вертикальный сетчатый сепаратор?
10. В чем смысл технологического расчета сепаратора?

III. Оформление отчета практической работы:

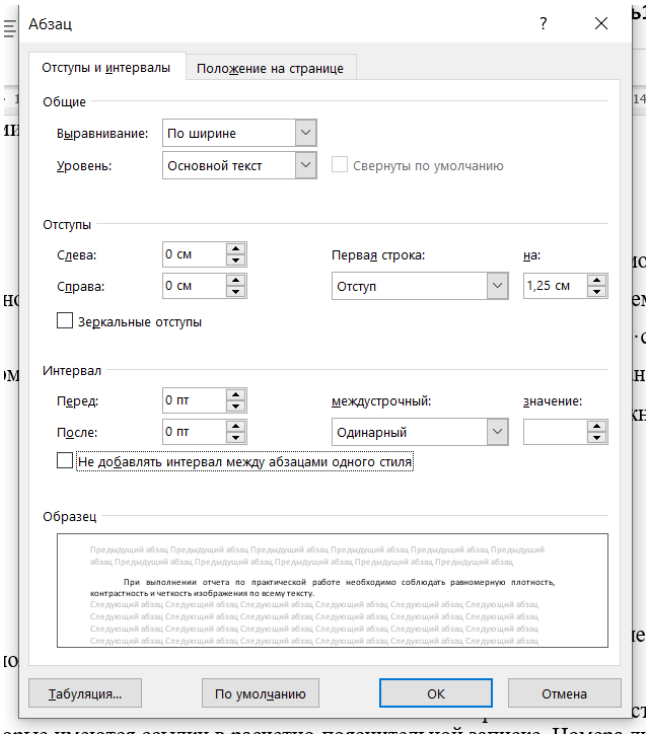
При выполнении отчета по практической работе необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всему тексту.

Отчет выполняется на одной стороне белого листа, имеющего стандартный формат (А-4), в формате MS Word с соблюдением следующих требований:

– поля: левое – 30 мм, правое – 20 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм;
– шрифт размером 14 пт, гарнитурой Times New Roman;
– межстрочный интервал – одинарный;
– отступ красной строки – 1,25;
– выравнивание текста – по ширине.

Заголовки разделов и подразделов – текст выравнивается «по ширине», полужирными, строчными буквами, шрифт Times New Roman, размер 14, без отступа красной строки, без переносов. Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами. Записывать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая.

Пример параметров по отступам и интервалам в разделе абзац в MS Word:



В общих выводах и заключении студент излагает основные результаты выполненной работы и дает их анализ.

Практическая работа оформляется в печатном виде, в папку на скоросшиватель.

Литература

1. Байков Н.М., Позднышев Г.Н., Мансуров Р.И.. Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды. – М.: Недра, 1981. – 261с.

2. Бекиров Т.М., Ланчаков Г.А. Технология обработки газа и конденсата. – М.: Недра, 1999. – 596 с.

3. Бекиров Т.М., Шаталов. Сбор и подготовка к транспорту природного газа. 1986.

4. Гужов А.И. Совместный сбор и транспорт нефти и газа. – М.: Недра, 1973. – 280 с.

5. ГОСТ 15150-69. Исполнение для различных климатических районов.

6. ГОСТ 12.2.085-2002 Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности.

7. Дунюшкин И.И. Сбор и подготовка скважинной продукции нефтяных месторождений: Учебное пособие. – М: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2006. – 320 с.

8. Жданова Н.В., Халиф А.Л. Осушка углеводородных газов. - М.: Химия, 1984. – 192 с.

9. Каспарьянц К.С., Кузин В.И., Григорьян Л.Г. Процессы и аппараты для объектов промысловой подготовки нефти и газа. – М.: Недра, 1977. – 252 с.

10. Ланчаков Г.А., Кульков А.Н., Зиберт Г.К. Технологические процессы подготовки природного газа и методы расчета оборудования - М : ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000 – 279 с.

11. Логинов В.И. Обезвоживание и обессоливание нефти. – М.: Химия, 1979. – 214 с.

12. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: Учебное пособие для вузов. – М.: Химия, 2001. – 568 с.

13. Медведев В.Ф. Сбор и подготовка нефти и воды: Справочник рабочего. – М.: Недра,1986. – 221с .

14. Подготовка газа к транспорту/Ю.П. Коротаев, Б.П. Гвоздев, А.И. Гриценко, Л.М. Саркисян. – М.: Недра, 1973. – 240 с.