



Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего образования «Югорский государственный университет»
СУРГУТСКИЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИКУМ
(филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Югорский государственный университет»

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

(ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ)

**ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ
СРЕДНЕГО ЗВЕНА СПЕЦИАЛЬНОСТИ СПО**

Часть 3

Составитель Андреева Т.А.



Сургут
2016

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Югорский государственный университет»

Сургутский нефтяной техникум
(филиал) Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Югорский государственный университет»

Рекомендовано отраслевым
учебно-методическим центром

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
(ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ)
ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА
СПЕЦИАЛЬНОСТИ СПО**

Учебное пособие
Часть 3

Для студентов специальности:
18.02.09. Переработка нефти и газа (базовой подготовки).

Сургут
2016

УДК 66
Э-11

Печатается по решению методического совета СНТ

Эксплуатация технологического оборудования (для студентов очной и заочной форм обучения): учебное пособие. Ч. 3 / составитель: Андреева Т.А.; Сургут. нефт. тех-м - Сургут : РИЦ СНТ, 2016. - 68 с.

Пособие в 3-х частях предназначено для студентов очной и заочной форм обучения специальности 18.02.09. "Переработка нефти и газа" и рекомендуются к применению при изучении тем модуля ПМ 01 "Эксплуатация технологического оборудования". Соответствует требованиям ФГОС.

Издание включает учебно-методические материалы по изучению каждой темы, вопросы для самоконтроля, лекционный материал для самостоятельного изучения тем, экзаменационные вопросы, методические указания по оформлению и выполнению контрольных работ.

Пособие рассчитано на студентов и преподавателей средних учебных заведений.

УДК 66

Рецензенты:

Белоусов А.Е. Начальник технического отдела
ООО «Газпром переработка»

Рашкина Н.А. Преподаватель высшей категории
СНТ (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»

©Андреева Т.А., 2016

©Сургутский нефтяной техникум
(филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ», 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Методические указания по изучению тем	7
ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ УЧЕБНЫХ ИЗДАНИЙ, ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ, ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	8
ТЕМА: «МЕХАНИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ».....	9
ТЕМА: «ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»	22
ТЕМА: «ВИДЫ ДЕФЕКТОВ И НЕ РАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ»	47
Методические указания по оформлению контрольной работы	50
Методические указания по выполнению контрольной работы.....	51
Задания на контрольную работу	51
Экзаменационные вопросы к экзамену.....	63

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов (СРС) при изучении модуля «Эксплуатация технологического оборудования».

СРС - это учебная, научно-исследовательская и общественно значимая деятельность студентов, направленная на развитие общих и профессиональных компетенций, которая осуществляется без непосредственного участия преподавателя, хотя и направляется им.

В ходе самостоятельной работы студент может:

- освоить теоретический материал по изучаемой дисциплине (отдельные темы, отдельные вопросы тем, отдельные положения и т. д.);
- закрепить знание теоретического материала, используя необходимый инструментарий, практическим путем (выполнение контрольных работ, тестов для самопроверки);
- применить полученные знания и практические навыки для анализа ситуации и выработки правильного решения (подготовка к групповой дискуссии, подготовленная работа в рамках деловой игры, и т. д.);
- применить полученные знания и умения для формирования собственной позиции, теории, модели (написание учебно-исследовательской работы студента).

Самостоятельная работа студента, рассматриваемая в общем контексте его самообразования, представляет собой высшую форму его учебной деятельности по критериям саморегуляции и целеполагания.

В образовательном процессе среднего учебного заведения выделяют два вида самостоятельной работы – аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по модулю выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его занятиям. Внеаудиторная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа может осуществляться как индивидуально, так и группами студентов в зависимости от цели, объема конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и умений студентов.

Результатом освоения программы профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности (ВПД) **Эксплуатация технологического оборудования**, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

студент должен овладеть профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.1.	Контролировать эффективность работы оборудования.
ПК 1.2.	Обеспечивать безопасную эксплуатацию оборудования и коммуникаций при ведении технологического процесса.
ПК 1.3.	Подготавливать оборудование к проведению ремонтных работ различного характера.
Код	Наименование результата обучения
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

иметь практический опыт:

- подготовки к работе технологического оборудования и коммуникаций;
- эксплуатации технологического оборудования и коммуникаций;
- обеспечения бесперебойной работы оборудования;
- выявления и устранения отклонений от режимов в работе оборудования;

уметь:

- контролировать эффективность работы оборудования;
- обеспечивать безопасную эксплуатацию оборудования при ведении технологического процесса;
- подготавливать оборудование к проведению ремонтных работ различного характера;
- решать расчетные задачи с использованием информационных технологий;

знать:

- гидромеханические процессы и аппараты;
- тепловые процессы и аппараты;
- массообменные процессы и аппараты;
- химические (реакционные) процессы и аппараты;
- холодильные процессы и аппараты;
- механические процессы и аппараты;
- основные типы, конструктивные особенности и принцип работы оборудования для проведения технологического процесса на производственном объекте;
- конструкционные материалы и правила их выбора для изготовления оборудования и коммуникаций;
- выбор оборудования с учетом применяемых в технологической схеме процессов;
- основы технологических, тепловых, конструктивных и механических расчетов оборудования;
- методы осмотра оборудования, обнаружения дефектов и подготовки к ремонту;
- паро-, энерго- и водоснабжение производства;
- условия безопасной эксплуатации оборудования.

Методические указания по изучению тем

- «Классификация, конструктивные элементы технологического оборудования».
- «Теплообменные аппараты и трубчатые печи».
- «Колонные аппараты для массообменных процессов».
- «Реакционные аппараты для проведения химических процессов».
- «Механические аппараты».
- «Оборудование для ведения гидромеханических процессов».
- «Типы дефектов и неразрушающий контроль».
- « Паро-, энерго- и водоснабжение производства».
- «Устройство и оборудование сооружений очистки сточных вод».
- «Стандарты на оборудование».
- «Основные положения по устройству, расчету и испытанию оборудования».
- « Подготовка оборудования к ремонту».
- « Общие вопросы ремонта».

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ УЧЕБНЫХ ИЗДАНИЙ, ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ, ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основные источники:

1. Процессы и аппараты нефтепереработки и нефтехимии: Учебник для вузов/А.И. Скобло, Ю.К. Молоканов, В.А. Владимиров, В.А. Щелкунов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра-Бизнес-центр, 2013. – 677 с.
2. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебник для вузов/под редакцией С.А. Ахметова.-Санкт-Петербург.: Недра, 2006.-868с.
3. Процессы и аппараты нефтепереработки: Учебник для техникумов, Ю.К. Молоканов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра-Бизнес-центр, 2013. – 467 с.
4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 2006. – 783 с.
- 5.Поникратов И.И., Гайнуллин М.Г. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: Учебник. – 2-е изд. перераб. п доп. – М.; Альфа-М, 2006. – 608 с.
6. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти: В 3т. – М.: Изд-во ЦИН – ТИ Химнефтемаш, 2000-2003. – Ч.І, 2000. – 224 с.; Ч.ІІ, 2002. – 551 с.; Ч.ІІІ, 2003. – 504 с.

Дополнительные источники:

1. Колонные аппараты. Каталог ВНИИ нефтемаш. – М.: Изд-во ЦИНТИ химнефтемаш, 1992. – 25 с.
2. Головачев В.Л., Марголин Г.А., Пугач В.В. Справочник каталог. Промышленная кожухотрубчатая теплообменная аппаратура. – М.: Изд-во. ИНТЭК ЛТД, 1992. – 265 с.
3. Каталог выпускаемого обор-я ОАО «Уралтехнострой - Туймазыхиммаш». Т.2. – Уфа, 2005. – 343 с.
4. Трубчатые печи. Каталог ВНИИнефтемаш. – М.: Изд-во ЦИНТИхимнефтемаш, 1998.–27с.
- 5.Фарамазов С.А. Оборудование нефтегазоперерабатывающих заводов и его эксплуатация:-М.:Химия, 1988.-352 с.5/
6. Дытперский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов: В2 кн. – М.: Химия, 1995.
7. Судаков Е.Н. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки. – М.; Химия, 1999. – 568 с.

ТЕМА: «МЕХАНИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ»

Емкости для хранения нефти, газа и нефтепродуктов

Для хранения нефти, газа и нефтепродуктов на нефтеперерабатывающих заводах применяется большое число емкостей, сосредотачиваемых в резервуарных парках.

В зависимости от назначения хранимого продукта отличают сырьевые, промежуточные и товарные резервуарные парки. Сырьевые и товарные парки сооружают обособленно, вдали от технологических установок, промышленных и бытовых зданий. Парк резервуаров промежуточных продуктов размещают вблизи тех установок, в которых эти продукты используются.

В большинстве случаев сырая нефть хранится в крупных подземных или полуподземных железобетонных резервуарах с внутренней металлической облицовкой и без нее. В таких же резервуарах хранят готовые светлые нефтепродукты. Основные преимущества подземных железобетонных резервуаров состоят в экономии металла, в уменьшении потерь сырья вследствие испарения легких фракций от действия солнечных лучей, а также в противопожарных и маскировочных свойствах.

Металлические емкости, как правило, расположены над землей, что обеспечивает простоту их эксплуатации.

Число и объем устанавливаемых емкостей определяют с учетом суточной производительности завода по сырью и по каждому продукту, числа одновременно хранимых нефтепродуктов, а также норм продолжительности хранения сырья и нефтепродуктов. Потребный объем сырьевых резервуаров устанавливают из расчета 5—7-суточного запаса сырья; для резервуаров промежуточных продуктов предусматривается 16—48-часовой запас; емкость резервуаров товарного парка должна обеспечить 15—20-суточное хранение готовой продукции.

Для экономии производственных площадей, материала, трудовых затрат при монтаже и эксплуатации проектируют возможно меньшее число емкостей за счет увеличения объема каждой емкости. Размеры выбранных емкостей должны быть согласованы с соответствующими нормами, в которых указаны полный и полезный объемы, внутренний диаметр, максимальные рабочие давления и температура, максимальная высота налива и другие данные.

Конструкция емкостей определяется множеством факторов, однако основными являются химические и физические свойства, а также давление и температура находящихся в них жидкостей и газов.

Сжиженные газы (пропан, бутан и др.) и легкие фракции бензина хранят в горизонтальных или вертикальных цилиндрических пустотелых аппаратах, устанавливаемых на фундаментах или постаментах. В таких же емкостях, часто называемых монжусами, хранят химически активные вещества; в этом случае внутренние поверхности аппарата покрывают антикоррозионной облицовкой.

Горизонтальные емкости диаметром более 1,4 м внутри у люка снабжают стремянкой для спуска людей. Они должны быть оборудованы также измерительными, регулирующими и предохранительными устройствами, предотвращающими превышение давления, температуры и высоты заполнения выше допустимых значений. Соответствующие лестницы и площадки обеспечивают свободный доступ обслуживающего персонала к арматуре, измерительным, контрольным приборам и предохранительным устройствам. Для предохранения от нагрева солнечными лучами емкости окрашивают снаружи в белый цвет, а в случае необходимости создают теньевую защиту.

Цилиндрические вертикальные резервуары

Цилиндрические вертикальные резервуары — наиболее распространенный тип емкостей для хранения нефтепродуктов. Они занимают меньше площади, чем горизонтальные, требуют меньше металла на изготовление, удобны в эксплуатации, позволяют простым способом замерять количество содержащейся в них жидкости. Объем эксплуатируемых в настоящее время вертикальных цилиндрических резервуаров составляет от 25 до 100 000 м³. Большинство резервуаров стандартизовано, остальные изготавливают по специальным проектам. Резервуары покоятся на основании, состоящем из надежно уплотненного грунта и песчаной подушки толщиной 0,06—0,1 м. Чтобы предохранить днище от коррозии, верхний слой песчаной подушки смазывают битумом или мазутом. Основание имеет форму конуса с вертикальной осью; уклон от центра к периферии равен 1: 120; диаметр основания должен быть на 1—1,2 м больше диаметра днища резервуара.

Для предотвращения осыпания песка из-под утора вокруг основания резервуара устраивают бетонную или каменную стенку (кольцо) толщиной 0,25—0,3 м.

В отечественной промышленности до недавнего времени (а за рубежом и сейчас) резервуары изготавливали методом листовой сборки. По этому методу весь резервуар изготавливают в заводских условиях в виде отдельных заготовок: свальцованных листов с обработанными под сварку кромками — для цилиндрического корпуса; выкроенных и обрезанных под сварку листов — для днища и крыши. В заводских условиях изготавливают также несущие фермы, лестницы, площадки и т. п. Сборку резервуара производят на месте его установки, для этого предварительно подготавливают основание под днище.

Настилаемые на основание листы днища резервуара сваривают встык или внахлестку (сначала сваривают поперечные швы, затем продольные). Сварку производят автоматически или вручную обратноступенчатым способом в направлении от центра днища к его периферии. Все листы днища, за исключением периферийных, одинакового размера (1500X6000 мм). Периферийные листы раскраивают так, чтобы обеспечить круглую форму днища.

Корпус резервуара собирают по поясам, которые составляют из заготовок — свальцованных листов. Сварку отдельных листов и поясов друг с другом

производят встык или внахлестку так, чтобы вертикальные (меридиональные) швы не совпадали, а располагались вразбежку. При сварке внахлестку пояса располагают телескопически, с уменьшением диаметра каждого пояса снизу вверх или ступенчато.

Размеры вертикальных цилиндрических резервуаров определяют из условия наиболее экономичной высоты его, т. е. той высоты, при которой при заданном объеме расход металла на изготовление минимален.

Зная объем и высоту резервуара, определяют его диаметр. Практика сооружения резервуаров в различных странах показывает, что между их емкостью и высотой нет строгой закономерности: при высоких резервуарах необходима большая толщина стенок для обеспечения прочности, зато при низких резервуарах той же емкости металл расходуется на днища и покрытия значительно большей площади.

Число поясов n определяют в зависимости от H , ширины выбранных стальных листов b и типа кольцевых швов (встык или внахлестку).

Гидростатическое давление на стенки резервуара по высоте будет распределяться по закону треугольника с основанием у днища. Давление на стенки самого верхнего пояса наименьшее, но толщину листа его нельзя принимать менее 4 мм, независимо от расчета. Толщину листов остальных поясов определяют из условий прочного сопротивления гидростатическому давлению жидкости на стенки резервуара, а также давлению внутри резервуара, равному 2 кПа, или разрежению, равному 0,25 кПа.

Покрытия резервуаров изготавливаются на заводах и состоят из отдельных транспортабельных щитов. Щит представляет собой каркас из швеллеров и уголков, покрытый листовой сталью толщиной 2,5 мм, свариваемой внахлестку. Щиты упираются на корпус резервуара; при больших диаметрах или плоских крышах резервуаров второй опорой щитов служит центральная трубчатая или решетчатая стойка, устанавливаемая внутри резервуара на его днище. Для очень крупных резервуаров покрытия покоятся на специально рассчитанных стальных фермах. Число ферм n для резервуара диаметром D определяют из условия минимального веса покрытия.

При расчете резервуаров (особенно крупных) необходимо учитывать возможность потери устойчивости стенок под действием собственного веса покрытия, снеговой и ветровой нагрузок. Наиболее вероятна потеря устойчивости при вакууме в резервуаре. Расчет устойчивости резервуаров дан в «Руководство по безопасности вертикальных. Цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов».

В последние годы на заводах проектируют резервуары, сооружаемые только рулонным способом. Это позволяет индустриализировать монтаж и сократить его продолжительность, а также обеспечить более высокое качество сварных стыковых швов, выполняемых автоматом на заводе-изготовителе. Днище и корпус после изготовления сворачивают в рулоны, которые на месте монтажа разворачивают так, что требуется только сварить шов, соединяющий вертикальные кромки корпуса и корпус с днищем. Покрытие, центральная стойка,

лестницы и прочие металлоконструкции поставляются заводом-изготовителем возможно более крупными узлами. У очень крупных резервуаров толщина листов нижних поясов корпуса значительно больше, чем толщина верхних поясов, поэтому сворачивание корпуса в рулон с помощью обычного оборудования не представляется возможным.

Для того, чтобы давление или вакуум в резервуаре не превышали допустимого значения, его снабжают особыми устройствами, регулирующими выброс газов, создающих давление, а также поступление из атмосферы (или специальной газовой линии) воздуха или газов, предотвращающих образование вакуума. В практике эксплуатации резервуаров это принято называть «дыханием». Отличают «большое дыхание» — вытеснение паров нефтепродуктов из газового пространства резервуаров при наливке нефтепродуктов — и «малое дыхание» — выход паров нефтепродуктов из резервуара при повышении температуры (например, днем) или, наоборот, вход воздуха (газов) при понижении температуры (например, ночью).

Потери нефтепродуктов от малых и больших дыханий весьма существенны, поэтому необходимо бороться с этими потерями. Наиболее эффективными способами борьбы являются: создание газоуравнительной обвязки нескольких резервуаров; абсорбционная система «дыхания» резервуаров; сооружение резервуаров с «дышащей», или «плавающей», крышей; сооружение резервуаров каплевидной или шаровой формы.

В обычных условиях наиболее эффективно применение резервуаров с «плавающей» крышей. Иногда может оказаться действенным включение таких резервуаров в газоуравнительную систему с целью сокращения их числа в резервуарном парке.

Резервуар с плавающей крышей представляет собой обычный вертикальный цилиндрический резервуар со стенками, сваренными встык, внутри которого на поверхности продукта плавает металлический диск — понтон, обеспечивающий постоянство объема над жидкостью. Плаучесть диска обеспечивается или изготовлением его с двойной стенкой (двухдечный) или установкой на специально изготовленные, мало металлоемкие понтоны. В большинстве стран для крупных резервуаров наиболее распространена однодечная крыша с понтоном по ее периметру. Для обеспечения жесткости плавающие крыши больших диаметров снабжают в радиальном направлении балками коробчатого сечения.

Понтон составляет примерно 20—25% площади крыши. Он выполнен в виде кольца по периметру крыши или отдельными секциями пирамидального сечения. Для предотвращения разрушения крыши под действием вакуума, который может образоваться в резервуаре при полном сливе продукта, на нем устанавливают вакуумные клапаны, обеспечивающие доступ воздуха.

Если резервуар не снабжен стационарной крышей, закрывающей плавающую, то воду с плавающей крыши отводят дренажными системами с помощью шлангов или по стальным трубам с шарнирами, обеспечивающими дренаж во всех положениях понтона. Плавающую крышу резервуаров проверяют

на плавучесть при условии аварийного затопления двух смежных отсеков понтона и неисправности дренажной системы.

Зазор между краями диска и стенкой резервуара по всему периметру герметизируют с помощью специального уплотнения. Уплотнения бывают механические (жесткие) и мягкие (эластичные). Для нормальной работы уплотнения необходимо, чтобы внутренние стенки корпуса резервуара были возможно более гладкими, без выступающих валиков сварных швов.

Механические затворы по конструкции многообразны и сложны в изготовлении, поэтому их применяют только тогда, когда мягкие затворы применять нельзя из-за малой стойкости их в среде продукта.

Мягкие (эластичные) затворы изготавливают из прорезиненной ткани, из полиуретана и других эластичных и стойких к данным средам материалов. Применяют губчатые, жидкостные и воздушные затворы. В губчатых затворах уплотнение обеспечивается за счет упругости губчатого материала, всегда прижатого к стенке резервуара; в жидкостном затворе мягкий мешок с жидкостью прижимается к стенкам за счет веса этой жидкости, в воздушных затворах — за счет упругих свойств воздуха.

В первом случае уплотнение достигается сжатием пенополиуретанового сердечника оригинальной формы, покрытого слоем прочного резинотканевого листового материала; во втором случае пористый материал заключен в упругий чехол, обладающий износостойкостью. Жидкостные и воздушные затворы более сложны по конструкции и в эксплуатации, чем губчатые.

Как показала практика, применение резервуаров с плавающей крышей позволяет снизить потери нефти и нефтепродуктов от «малых дыханий» на 80—80%, а от «больших» — на 90—95% по сравнению с потерями в типовых резервуарах. Благодаря этому затраты на устройство понтонов окупаются в короткий срок.

Каплевидные резервуары

Для хранения нефтепродуктов, характеризующихся высоким давлением паров (до 0,2 МПа), возможно применение каплевидных резервуаров, названных так из-за внешней формы, напоминающей форму капли жидкости на несмачиваемой плоскости. Общий вид такого резервуара показан на рис.

Форма оболочки каплевидного резервуара обеспечивает одинаковое напряжение растяжения во всех кольцевых и меридиональных сечениях, что является основой экономичности конструкции. Однако изготовление таких резервуаров сложно, поэтому они не получают широкого распространения.

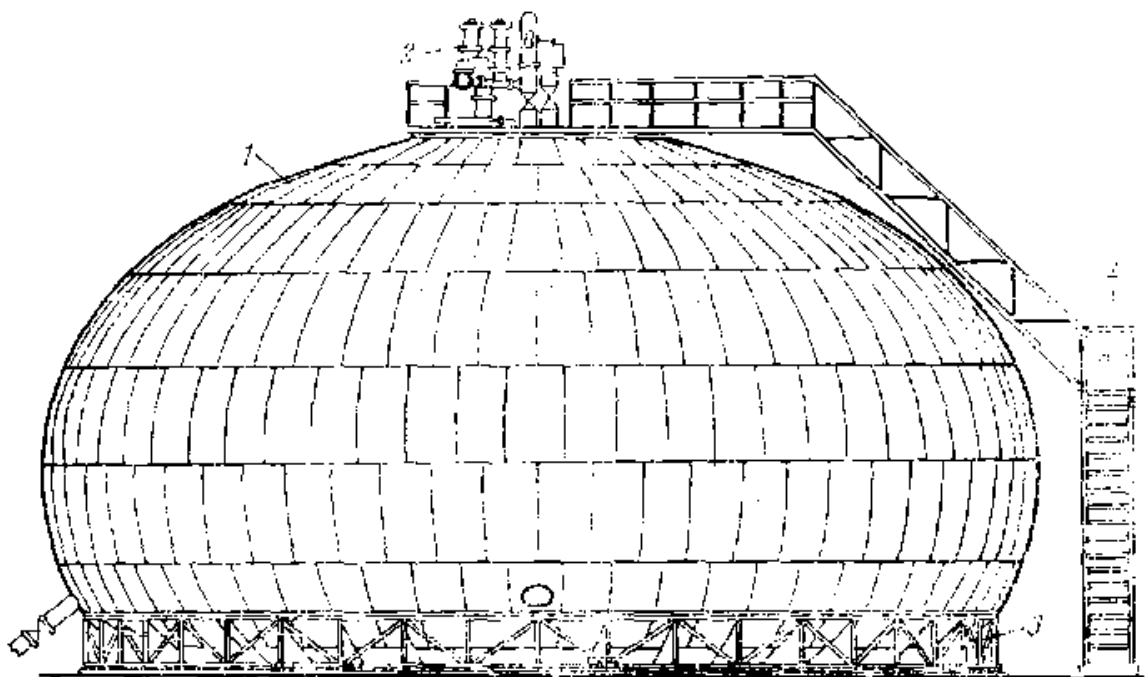


Рисунок 1. Каплевидный резервуар
1 — корпус резервуара; 2 — предохранительные устройства;
3 — опора — лестничная клетка обслуживания

Шаровые резервуары

Шаровые резервуары выдерживают значительные давления (до 1 МПа) и высокий вакуум (до 500 мм вод.ст.). Диаметр их практически не ограничен. Например, в Японии построены шаровые резервуары диаметром 33 м, рассчитанные на работу под давлением 3 МН/м².

На нефтеперерабатывающих заводах в шаровых резервуарах хранят метан, этилен, пропан-бутановую фракцию и другие газы. Резервуары сферической формы используют также для изготовления электродегидраторов для сырой нефти на установках электрообессоливания.

При одинаковых эксплуатационных показателях расход металла на шаровые резервуары меньше, чем на цилиндрические. Что касается изготовления, которое, конечно, более сложно, то в настоящее время оно освоено достаточно хорошо и уже не является фактором, ограничивающим применение шаровых резервуаров там, где это целесообразно.

Толщину всех поясов оболочки принимают одинаковой, за исключением тех, которыми резервуар устанавливают на опоры; эти пояса (нижний для кольцевой опоры и экваториальный для опор на стойках) изготавливают большей толщины.

Основными элементами заготовок шаровых резервуаров являются лепестки. Их выполняют горячей штамповкой, холодной штамповкой, а в последнее время — холодной прокаткой. Сварные швы заваривают обратноступенчатым способом

одновременно в нескольких местах, расположенных симметрично по отношению к стыкам. Сначала сваривают меридиональные, затем кольцевые швы. Качество сварных швов проверяют по операционно в процессе монтажа и после изготовления. Обязательной проверке подлежат все места пересечения меридиональных и кольцевых швов, а также не менее 10% всех швов.

Эксплуатация резервуаров

Для нормальной эксплуатации резервуаров они должны быть обеспечены необходимым оборудованием для приема и выдачи хранимой жидкости, замера ее количества в любой момент времени, поддержания в резервуаре номинального давления, предотвращения разрушения от непредвиденных нарушений режимов эксплуатации. Для обслуживания резервуара должны иметь люки и лазы, через которые при ремонтах заходят внутрь люди, а также затаскивается и вытаскивается внутрирезервуарное оборудование. Каждый резервуар снабжается необходимой металлоконструкцией (лестницами и площадками) с учетом удобств для обслуживающего персонала. Резервуарное оборудование выпускается промышленностью по ГОСТ или нормам, в зависимости от размеров резервуаров и их эксплуатационных данных.

Приемно-раздаточные патрубки (штуцера) устанавливают на нижнем поясе вертикальных резервуаров или в нижней части шаровых и каплевидных резервуаров. Особенно важно выдержать отметку раздаточного патрубка, который должен обеспечить возможно более полное опорожнение резервуара. Иногда раздаточный патрубок внутри резервуара присоединяется к так называемой подъемной трубе, позволяющей осуществлять забор продукта с самого низа или с нужного, наперед выбранного уровня. Эта труба соединена со штуцером резервуара шарнирно, так что наклон ее может изменяться в вертикальной плоскости относительно оси шарнира. Подъем и опускание конца трубы осуществляется тросом, наматываемым через систему блоков на ручную лебедку, прикрепляемую к корпусу резервуара снаружи.

Для предотвращения больших утечек продукта при авариях на приемных трубопроводах приемный патрубок внутри резервуара снабжается предохранительно-запирающим устройством (хлопушкой), позволяющим быстро запираться его.

Один или два стандартных люка, предназначенных для ремонтных целей, устанавливают на нижнем поясе резервуара. На крыше также устанавливают люк, который открывается для проветривания резервуара перед ремонтом и для спуска и подъема внутреннего резервуарного оборудования; этот люк называется световым.

Один из люков на крыше резервуара предназначен для контрольных замеров; он называется замерным люком и устанавливается независимо от наличия стационарных замерных устройств (в том числе автоматических). Замерный люк снабжается быстротъемной крышкой.

Особенно важным резервуарным оборудованием являются дыхательные клапаны. Они обеспечивают «большие» и «малые дыхания» при условии минимальных потерь нефтепродуктов. Известно множество конструкций дыхательных клапанов, выбираемых в зависимости от их пропускной способности и конкретны: эксплуатационных условий (верхнего и нижнего пределов давлений в резервуаре, температуры среды и воздуха, скорости наполнения и опорожнения и т. д.).

Клапан работает следующим образом. При повышении давления внутри резервуара выше допустимого значения открывается нижняя тарелка, при образовании вакуума — верхняя тарелка, благодаря чему газовое пространство резервуара соединяется с атмосферой. Как только давление (или вакуум) в резервуаре будут восстановлены в пределах нормы, соответствующий клапан под собственным весом садится на свое седло, изолировав резервуар от атмосферы. Таким образом, давление (вакуум) в резервуаре регулируется весом клапанов.

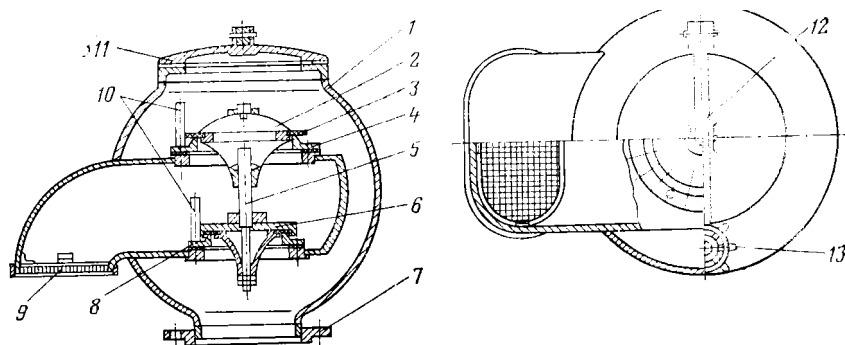


Рисунок 2. Дыхательный клапан резервуара
корпус; 2, 6-клапаны; 3-прокладка; 4, 8-седла; 5-центральный стержень;
7-соединительный фланец; 9-металлическая сетка;
10-наружные направляющие стержни; 11-крышка;
12-откидной рычаг крышки; 13-накидной болт

Осмотр, чистку и смену клапанов и седел производят через верхний круглый проем в корпусе, который закрывается крышкой 11, шарнирно связанной с откидным рычагом 12, зажимаемым накидным болтом 13. Открытый конец патрубка корпуса накрывается медной или стальной оцинкованной сеткой 9, предохраняющей от засорения трущиеся и уплотняющие поверхности.

Правилами предусмотрен строгий порядок осмотра и проверки дыхательных клапанов: раз в месяц при морозах, два раза в месяц в остальное время года. Состояние клапана удовлетворительно, если движение тарелок плавное и они обеспечивают плотную посадку в гнездах (седлах), а также если не происходит примерзание тарелок и направляющих. Сетки клапанов поддерживают в чистоте, а зимой систематически освобождают ото льда.

Чтобы предотвратить разрушение резервуара в случае неисправности дыхательного клапана, на его крыше устанавливают предохранительный клапан. Предохранительные клапаны резервуаров работают по принципу гидравлического затвора, из которого запирающая жидкость вытесняется под действием

давления или вакуума, превышающих установленные значения, и тогда газовое пространство резервуара соединяется с атмосферой. После восстановления рабочего давления жидкость вновь запирает затвор. На рисунке 2 показана конструкция предохранительного клапана. Газы прорываются в атмосферу (при избыточном давлении в резервуаре) или воздух поступает в резервуар (при вакууме в нем) через зубчатые кромки перегородки.

Жидкость затвора должна быть незамерзающей, маловязкой и неиспаряющейся. Применяют, например, соляровое масло, дизельное топливо, водный раствор глицерина. В процессе эксплуатации необходимо следить за уровнем жидкости в затворе, для этой цели имеется указатель уровня со спусковым краном. Необходимо поддерживать в чистоте все штуцера, перегородки и сетки.

Для того, чтобы предохранительный клапан не сработал одновременно с дыхательным, его регулируют на открытие при более высоком давлении и вакууме (на 5—10% выше).

При дыхании в резервуар через предохранительные или дыхательные клапаны могут попасть огонь и искры из окружающей среды. Чтобы этого не произошло, применяют огнепреградители различной конструкции. Они представляют собой устройство с узкими каналами, через которые резервуар сообщается с атмосферой. Способность огнепреградителей гасить пламя определяется главным образом сечением и длиной этих каналов. Каналы могут быть ленточными, насадочными, сетчатыми и др. Нормалей на конструкции огнепреградителей для резервуаров пока не существует; их конструируют для каждого отдельного случая, рассчитывая сечения пламягасящих каналов исходя из свойств газов и жидкостей, а также их количества и теплового режима горения.

На рисунке 16 показана конструкция огнепреградителя с развитой поверхностью теплообмена. Металлический оребренный колпак способствует охлаждению газов. Пластинчатые кассеты необходимо систематически проверять, очищать от грязи и предохранять от замерзания.

На каждом нефтепроводе или продуктопроводе, связанном с резервуаром, кроме запорной арматуры непосредственно у резервуара, в противопожарных целях устанавливают задвижку на расстоянии 100—500 м от резервуара.

Для защиты от прямых ударов молнии и от разрядов статического электричества резервуары заземляют.

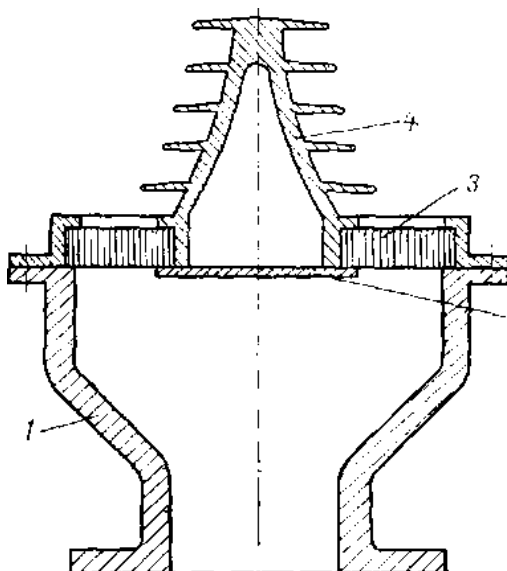


Рисунок 3. Огнепреградитель
1 — корпус; 2 — сетка (или заглушка);
3 — ленточная кольцевая кассета; 4 — оребренный колпак

При хранении высоковязких нефтепродуктов возникает необходимость подогрева их для облегчения перекачивания. В этом случае в резервуарах по дну или у раздаточного патрубка монтируют нагревательный змеевик или трубчатый пучок, в котором греющим агентом служит водяной пар, горячая вода или другой теплоноситель.

На эксплуатируемые резервуары должны быть технические паспорта, составленные предприятием, ведающим эксплуатацией.

Для обеспечения точного учета приемно-отпускных операций составляют калибровочные таблицы с интервалом 1 см, позволяющие определить количество продукта в резервуаре по высоте налива.

Для сокращения потерь нефтепродуктов от испарения резервуары окрашивают лучеотражающими светлыми красками (белыми, алюминиевыми).

Эксплуатируемые резервуары подвергают осмотру, текущему и капитальному ремонтам, периодичность которых устанавливается в зависимости от содержащегося в резервуаре нефтепродукта, размеров и конструктивных особенностей резервуара. С увеличением емкости резервуара повышаются требования к его обслуживанию и осмотру.

В процессе эксплуатации ежедневно визуальную проверку подлежат упорные уголки (участки приварки нижнего пояса к днищу), вертикальные сварные швы нижнего пояса, штуцера, дыхательные и предохранительные клапаны, другое наружное оборудование. При обнаружении пропусков следует немедленно принять надлежащие меры в соответствии с утвержденной инструкцией.

В зимнее время нельзя заполнять свободные от нефтепродуктов резервуары водой без обогрева. Это может привести к нарушению герметичности корпуса и к

разрушению резервуарного оборудования. Резервуар и резервуарное оборудование обогревают горячей водой.

Резервуары необходимо периодически очищать — при подготовке к наливу нефтепродукта, качественно отличающегося от предыдущего, при загрязнении стенок продуктами окисления ими неральными осадками, портящими продукт, при подготовке к ремонту.

Очистка резервуаров — очень трудоемкая операция. Способ очистки зависит от количества и природы осадков, а также от наличных средств механизации. Наиболее часто применяемый способ очистки заключается в промывке резервуара водой, пропаривании, естественной или принудительной вентиляции твердой грязи с помощью подручных средств, повторной промывке.

Обязательное условие начала работ внутри резервуара — дегазация, качество которой устанавливается лабораторным анализом или с помощью специальных приборов. При очистке резервуаров для хранения сернистых нефтепродуктов в него непрерывно подают небольшое количество пара, чтобы предотвратить самовозгорание пирофорных отложений.

Грязь из резервуара можно удалять вручную, гидродинамическим способом (сильной струей воды), химическим способом, основанным на применении моющих средств. Порядок операций и меры, обеспечивающие безопасность работающего персонала при очистке, устанавливаются специальной инструкцией, подлежащей неукоснительному выполнению.

Резервуары должны быть обеспечены средствами пожаротушения: песком, лопатами, ведрами, огнетушителями, пенной водой, пожарными шлангами и брандспойтами.

Газгольдеры

Для хранения большого объема газов при небольших давлениях (до 0,4 м вод.ст.) применяют газгольдеры — резервуары переменного объема. По принципу работы они делятся на сухие и мокрые.

Сухие газгольдеры применяют редко. Конструктивно сухой газгольдер представляет собой цилиндрический вертикальный резервуар со сферическим покрытием, внутри которого имеется подвижная перегородка-поршень, плотно прилегающая к стенкам резервуара. При нагнетании газа под поршень последний поднимается, увеличивая объем, при удалении газа поршень опускается. Давление газа в газгольдере определяется весом поршня и внутренним диаметром цилиндрического корпуса резервуара. Из-за несовершенства конструкции подвижного сопряжения поршня со стенкой корпуса эксплуатация сухого газгольдера сложна и небезопасна.

Мокрые газгольдеры очень распространены; типовые конструкции их рассчитаны на объем 100—32 000 м³. Газгольдер состоит из резервуара 1, подвижного колокола 3, телескопа 2 (они имеются у газгольдеров емкостью более 10 тыс. м³) и направляющих 4. Резервуар, имеющий плоское днище, сверху открыт; в него входят телескоп-цилиндрическая оболочка, открытая по обоим

торцам, и колокол-цилиндрический резервуар без дна, со сферической каркасной кровлей. Колокол и телескоп под действием собственного веса опускаются до дна резервуара, а под напором нагнетаемого в газгольдер газа поднимаются до упоров по направляющим 4, приваренным к резервуару 1. Направляющие для колокола могут быть и внутри телескопа. Беспрепятственное перемещение по направляющим обеспечивается перекачиванием по ним направляющих роликов 6, прикрепленных на кронштейнах 5 к телескопу и колоколу. Иногда направляющие выполняют по винтовой линии. Все внешние направляющие жестко связаны друг с другом и с корпусом, поэтому обладают надежной устойчивостью.

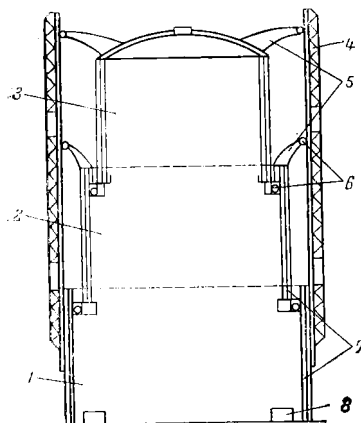


Рисунок 4. Схема мокрого газгольдера
1-резервуар; 2-телескоп; 3-колокол; 4-направляющие каркасы на стенках;
5-кронштейны; 6-направляющие ролики; 7-внешний направляющий каркас;
8-нижний упор для колокола и телескопа

Герметичность между резервуаром и телескопом, а также телескопом и колоколом обеспечивается водяным затвором. Для этого с наружной стороны нижних частей колокола и телескопа приваривают корытообразное кольцо, в которое входят соответствующие кольца на внутренней стороне верхних частей резервуара и телескопа. Перед началом эксплуатации, когда телескоп и колокол находятся в нижнем положении, резервуар, выполняющий роль водяного бассейна, заполняется водой; одновременно заполняются водой затворы колокола и телескопа.

Для того, чтобы телескоп и колокол не засосало илом и грязью, обычно скапливающимися с течением времени в газгольдере, на дно резервуара укладывают специальные опоры, чтобы садясь на них, телескоп и колокол не соприкасались с дном.

При подаче в газгольдер газа сначала поднимается колокол. Дойдя до верхнего затвора телескопа, колокол увлекает его за собой. Телескоп может подниматься только до упора.

Давление в газгольдере создается и поддерживается весом колокола и телескопа. Для нормальной эксплуатации газгольдера и предотвращения разрыва его корпуса из-за повышения давления применяют автоматическую систему, отключающую нагнетательную газовую линию.

Очень опасно замерзание воды на дне резервуара и в кольцевых затворах колокола и телескопа, поэтому его нужно предотвратить надежным способом, исходя из местных условий.

Литература: Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебник для вузов/под редакцией С.А. Ахметова.-Санкт-Петербург, стр. 206-225.

ТЕМА: «ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Оборудование для гидромеханических процессов

Назначение гидромеханических процессов — обработка жидких и газовых неоднородных систем для образования этих систем путем смешения или для разделения их на составные части.

Неоднородными системами называют жидкости и газы, в которых содержатся во взвешенном состоянии твердые частицы, капельки других жидкостей или пузырьки газа. Примерами неоднородных систем могут служить сырая нефть, содержащая во взвешенном состоянии частицы воды и грязи; дистиллят масла, подвергаемый контактной или кислотной очистке; воздух, применяемый для пневмотранспорта сыпучих веществ, и др.

Жидкость или газ, содержащие взвешенные частицы, являются внешней, или дисперсионной, фазой неоднородной системы; взвешенные во внешней фазе частицы — внутренней, или дисперсной, фазой. В зависимости от сочетаний внешней и внутренней фаз - каждая неоднородная система носит определенное название. Например, суспензия состоит из внешней фазы — жидкости и внутренней — твердых частиц; эмульсия представляет собой взвесь капелек одной жидкости в другой; если внешняя фаза — газ, внутренняя — твердые частицы, система называется пылью, и т. д.

Способ разделения неоднородных систем зависит прежде всего от характеристики данной системы, т. е. от свойств ее внешней и внутренней фаз, а также от концентрации и размеров частиц взвешенного вещества. Известны следующие *способы разделения неоднородных систем*:

- 1) под действием силы тяжести;
- 2) под действием искусственно развиваемой центробежной силы;
- 3) под действием давления;
- 4) под действием силы тяжести с предварительным укрупнением частиц.

Пыль можно осаждать в электрическом поле и разделять с применением жидкости (мокрое разделение).

При одном и том же составе фаз способ разделения неоднородной системы зависит главным образом от размеров внутренней, взвешенной фазы. Разделение системы тем сложнее, чем мельче частицы, взвешенные во внешней фазе. Так, например, частицы размерами менее 0,4—0,5 мкм в жидкой фазе и менее 0,1 мкм в газовой фазе практически не оседают под действием силы тяжести из-за интенсивного броуновского движения. Для разделения таких смесей требуются специальная подготовка внешней среды и более совершенные методы осаждения.

Неоднородные системы характеризуются также концентрацией взвешенного вещества. Поэтому при расчете гидромеханических процессов

задаются начальной и конечной концентрациями взвешенного вещества соответственно в суспензии и очищенной жидкости, а также количеством жидкости в осадке твердого вещества (влажностью осадка).

Конструкция оборудования для гидромеханических процессов отличается большим разнообразием и зависит от конкретного назначения процесса и характеристики образуемой или разделяемой неоднородной системы.

Оборудование для перемешивания

В нефтепереработке перемешивание в жидкой среде имеет множество технологических назначений: перемешиванием получают однородные растворы, эмульсии, суспензии; перемешивание применяют для ускорения растворения твердых и пастообразных веществ в жидкости. При перемешивании увеличиваются поверхности контактов, образуются вихри, вследствие чего интенсифицируются тепловые, диффузионные и химические процессы.

Качественная характеристика процесса перемешивания (эффективность перемешивания) выражается по-разному, в зависимости от назначения процесса. Например, сравнивают коэффициенты теплопередачи или скорости реакции химического превращения при перемешивании и без него. Если процесс предназначен для получения суспензий или эмульсий, то эффективность перемешивания обычно характеризуют равномерностью распределения фаз в суспензии или эмульсии. Для эмульсий эффективность процесса определяется также размером частиц дисперсной фазы, образующейся в процессе перемешивания.

При конструировании перемешивающей аппаратуры для обеспечения необходимой интенсивности процесса обычно исходят из практических данных или руководствуются рекомендациями.

Способы перемешивания

Оборудование для перемешивания различно и зависит от способа ведения процессов. Известно три основных способа перемешивания: пневматическое, гидравлическое и механическое.

Пневматическое перемешивание осуществляют газом (чаще всего воздухом или водяным паром), проходящим через слой жидкости. Подаваемый под некоторым давлением воздух или пар барботирует (пробулькивает) через жидкость, перемешивая ее.

Для более интенсивного барботажа и, следовательно, перемешивания необходимо достаточное количество воздуха (пара). При расчетах исходят из удельного расхода воздуха в пределах $0,4—1,2 \text{ м}^3$ в 1 мин на 1 м^2 свободной поверхности жидкости.

Для равномерного распределения воздуха внутри жидкости применяют специальные барботеры, или маточники. Они состоят из труб со множеством мелких отверстий, обычно устанавливаемых на дне аппарата, и могут быть различной формы (змеевик, крестовина, спираль, кольца с параллельными хордами и др.). Сечения отдельных элементов барботеров рассчитывают таким образом, чтобы обеспечить необходимую скорость истечения воздуха через все отверстия для равномерного процесса перемешивания и предотвращения закупорки части отверстий.

Давление перемешивающего газа в барботере должно быть достаточным для преодоления сопротивлений:

- 1) истечения через отверстия;
- 2) столба жидкости в мешалке;
- 3) отрыва пузырьков от отверстий.

Сумму этих сопротивлений обычно определяют опытным путем.

Барботер состоит из центральной трубы, введенной в мешалку через ее верхнее днище, центрального коллектора и трубчатых перфорированных лучей. Коллектор и лучи располагают на днище мешалки в один или несколько ярусов, в зависимости от конструкции днища. Процесс перемешивания может происходить при выделении тепла или, наоборот, потребует подвода тепла. С этой целью мешалку снабжают рубашкой, в которую подают греющий или охлаждающий агент.

При выборе пневматического способа перемешивания необходимо учитывать возможности контакта перемешиваемого сырья с воздухом или паром; в первом случае продукт может окислиться, во втором — обводниться. При перемешивании воздухом легких нефтепродуктов возможны большие потери их. Следует учитывать также вероятность накопления статического электричества, т. е. пожароопасность процесса.

Износ элементов пневматических мешалок в основном зависит от агрессивных свойств перемешиваемой среды. В качестве защитных слоев используют нержавеющие стали, футеровку из керамических плит, гуммированные поверхности и др. Частому ремонту подвергают барботеры (маточники), претерпевающие эрозионный износ.

Гидравлическое перемешивание жидкостей на нефтеперерабатывающих заводах используют для приготовления товарной продукции из нескольких компонентов-полуфабрикатов или путем добавления к товарным дистиллятам соответствующих жидких реагентов для повышения качества продукта. В большинстве случаев гидравлическое перемешивание осуществляют насосом, который забирает жидкую смесь из резервуара и вновь подает в него, т. е. осуществляет циркуляцию жидкости через себя.

На товарных смесительных станциях для дозированного непрерывного смешения широко применяют инжектирование и дросселирование.

Инжекторный смеситель используют для непрерывного перемешивания при выщелачивании бензина раствором едкого натра. При прохождении бензина через центральное сопло создается пониженное

давление в смесительной камере, куда подсасывается раствор NaOH. Смесь интенсивно перемешивается в диффузоре и далее нагнетается в резервуар.

Конструкция инжекторных смесителей проста. Быстро изнашиваются только сопло и диффузор, поэтому их изготавливают легкосменяемыми, а также из коррозионностойких и эрозионностойких металлов. Существуют также многосопельные инжекторные смесители, которые применяют при большой производительности смесительных станций. В камерах этих смесителей расположено параллельно друг другу несколько сопел.

Перемешивание дросселированием заключается в создании вихрей за счет повышения степени турбулентности жидкостного потока. Для дросселирования применяют клапаны и диафрагмы, попеременно суживающие и расширяющие проход жидкости. Смесительная камера аппарата в общем случае представляет собой трубу, в которой на определенном расстоянии друг от друга размещают несколько (до 20) клапанов или диафрагм. Такие смесители применяют при очистке светлых нефтепродуктов реагентами.

Механическое перемешивание является самым распространенным способом перемешивания. В механических мешалках перемешивание осуществляется посредством специальных устройств, так что они пригодны почти для всех сочетаний внешней и внутренней фаз. Поэтому эксплуатационные особенности механических мешалок заслуживают более подробного рассмотрения.

Все механические мешалки обычно имеют форму цилиндра с конусным или эллиптическим нижним днищем. Многочисленные мешалки, применяемые в нефтеперерабатывающей промышленности, принципиально отличаются характером перемешивания, зависящим от конструкции самих перемешивающих устройств. Последние вращаются электродвигателем через редуктор и при работе приводят в движение все содержимое емкости. При этом между двумя или несколькими слоями перемешиваемой жидкости образуются сильные волны, переходящие в вихри. Последние способствуют энергичному перемешиванию, увлекая за собой внутреннюю фазу.

Интенсивность перемешивания зависит от типа, формы и скорости движения перемешивающих устройств. Последние выбирают в зависимости от свойств перемешиваемых сред, а также от заданных параметров, характеризующих качество перемешивания.

Лопастные, рамные и якорные мешалки

Для растворения или взмучивания твердых тел применяют главным образом лопастные мешалки. Они состоят из двух или нескольких лопастей, укрепленных на валу. Вал вращается в неподвижных опорах, жестко соединенных с корпусом аппарата. Лопасти могут быть установлены в одной плоскости с осью вала или наклонены под углом 30—45°. Наклонное

расположение лопастей позволяет обеспечить, кроме кругового, также и некоторое перемешивание вдоль оси вала.

Размеры лопастей обычно выбирают из практических соображений: диаметр — в пределах 0,5—0,7 диаметра аппарата, высоту (или ширину) — равной приблизительно 1/10 диаметра самих лопастей. Предельно допустимая скорость перемешивающего элемента (окружная скорость лопасти) устанавливается в зависимости от вязкости перемешиваемой смеси. Обычно она не должна превышать 1—3 м/с.

Конструкция крепления отдельных лопастей в общую раму или на втулке может быть разборной и неразборной. В первом случае втулку снабжают плоскими поверхностями для установки по крайней мере двух болтов на каждую лопасть. Применение разборных лопастей целесообразно при работе их в агрессивных средах или если они подвержены абразивному износу.

В высоких мешалках лопасти устанавливают в два (и более) яруса, расположенных «крест-накрест». Иногда между ярусами к стенке аппарата радиально приваривают планки (отбойники), которые препятствуют увлечению жидкости вращающимися лопастями, способствуя ее дроблению и дополнительному вихреобразованию.

Для больших объемов вязких смесей используют рамные мешалки, состоящие из нескольких жестко связанных одна с другой горизонтальных, вертикальных и наклонных лопастей.

Якорными называют мешалки, форма которых соответствует контуру аппарата. Такие мешалки предотвращают оседание на дне и стенках аппарата густых масс при перемешивании очень вязких сред. Для этого зазор между перемешивающим устройством и стенками сосуда делают небольшим (порядка 0,05 диаметра аппарата). Общим недостатком всех лопастных мешалок является большая пусковая мощность, которая превышает рабочую в 3--т раза, поэтому включать мешалку следует одновременно с началом ее заполнения, а останавливать — после опорожнения.

Пропеллерные мешалки

Для перемешивания маловязких жидкостей (вязкостью до 0,4 Па) применяют пропеллерные мешалки. Перемешивание в них достигается за счет сильного вихревого движения жидкости, сообщаемого ей вращающимся пропеллером. Диаметр винта обычно составляет 0,25—0,33 диаметра аппарата, а окружная скорость— 4,8—16 м/с. При более высокой скорости пропеллер может обнажиться из-за значительных размеров воронки, возникающей в жидкости с его тыльной стороны. Образование глубоких воронок предотвращают следующими способами:

- 1) смещением пропеллера по отношению к оси аппарата на $1/4$ его диаметра;
- 2) наклоном оси пропеллера к оси аппарата на $10—20^\circ$;
- 3) радиальной установкой нескольких пластин по образующим аппарата.

Благодаря переменной ширине и переменному углу наклона рабочих лопастей пропеллера (винта) можно обеспечить примерно одинаковую осевую скорость движения жидкости по всему объему аппарата. Большинство пропеллеров снабжено тремя цельными или разъемными лопастями. Встречаются также двух- и четырех-лопастные винты. Пропеллеры сажают на вал посредством шпонок, резьбы или стопорных болтов.

Когда требуется направленная циркуляция жидкости внутри аппарата, пропеллер помещают в неподвижную направляющую трубу — диффузор. Пропеллер обычно располагают со стороны нижнего днища или с боков аппарата. В связи с этим к конструкциям уплотнительных устройств (сальников) предъявляют особые требования; наилучшую работу обеспечивают торцевые уплотнения.

Турбинные мешалки

Работа турбинных мешалок основана на использовании центробежной силы, развиваемой вращающейся турбиной. Перемешивающим устройством турбинных мешалок является система радиально расположенных лопастей. Перемешиваемая ими среда с большой скоростью перемещается от оси вращения к периферии. Различают мешалки с открытым и закрытым турбинными колесами.

Открытые турбинные колеса применяют для более вязких сред. Они представляют собой диски, к которым сваркой, клепкой или на болтах прикреплены короткие лопасти — лопатки плоской или изогнутой формы. В особых случаях лопатки могут быть изготовлены стреловидными или двоякоизогнутыми.

Диаметр открытых колес принимают в пределах $0,25—0,35$ диаметра аппарата, окружную скорость — $3—9$ м/с. Открытые турбинные мешалки похожи на лопастные, однако вследствие большей скорости вращения жидкость перемещается в радиальном направлении значительно интенсивнее.

Закрытые турбинные колеса сообщают перемещаемой среде значительно большую скорость, чем другие мешалки. Эти колеса могут обеспечивать односторонний и двусторонний прием жидкости. В последнем случае они засасывают жидкость, находящуюся по обе стороны колеса. Для интенсификации перемешивания колеса выполняют таким образом, чтобы «верхняя» и «нижняя» жидкости при выходе из каналов пересекались). В некоторых случаях на одной оси с турбинным колесом в аппарате

устанавливают неподвижное направляющее устройство, регулирующее направление движения жидкости.

Общим преимуществом пропеллерных и турбинных мешалок по сравнению с другими является быстроходность, что позволяет применять более компактные приводы для них.

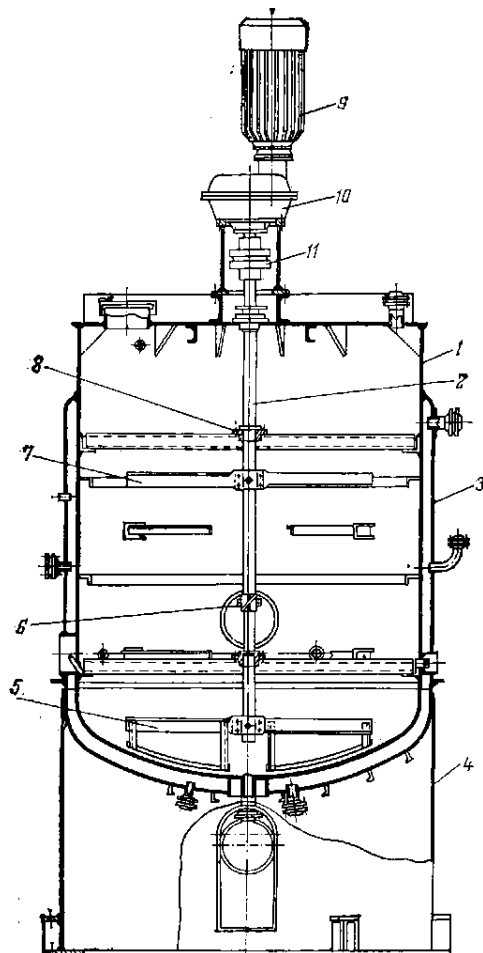


Рисунок 5. Якорно-лопастная мешалка
1 — корпус; 2 — вал мешалки; 3 — паровая рубашка; 4 — юбка мешалки;
5 — якорь; 6 — узел соединения отдельных частей вала мешалки;
7 — лопасть; 8 — промежуточный упорный подшипник; 9 —
электродвигатель; 10 — планетарный редуктор; II — узел соединения привода с валом
мешалки

Интенсивное перемешивание обеспечивают планетарные мешалки. Они представляют собой работающую от единого привода группу лопастных или рамных мешалок, оси которых вращаются вокруг центральной вертикальной оси.

Конструктивные элементы мешалок

Корпус аппарата снабжен рубашкой для подачи пара или хладагента, с помощью которых поддерживается заданная температура процесса

перемешивания. Перемешивающие устройства закреплены на валу в два яруса; верхний ярус представляет собой две прямые лопасти с малым наклоном в сторону вращения, нижний ярус — якорь. Для допуска внутрь аппарата корпус снабжают одним или двумя люками-лазами.

Герметичность аппарата в месте прохода вала ротора должна быть надежной. Это особенно важно для аппаратов, работающих под давлением и вакуумом или предназначенных для перемешивания взрывоопасных и ядовитых сред.

Для герметизации применяют сальники или торцевые уплотнения. Сальники с мягкой набивкой и осевым натяжением хорошо работают в большинстве аппаратов при различных давлениях, температурах и скоростях. Установка масляного фонаря, а также устройство специальной камеры для водяного охлаждения улучшают эксплуатационные свойства сальников. Торцевые уплотнения при правильном монтаже являются более надежным, чем сальники, средством герметизации мешалок. Применение их особенно оправдано при работе в ядовитых средах.

Вал ротора внутри мешалки установлен в двух промежуточных подшипниках, которые находятся в поперечной раме из уголков, приваренных к корпусу.

Мешалка имеет планетарный привод. Он установлен на специальной раме, которая прикреплена к крышке аппарата, обладающей достаточной жесткостью благодаря опорным балкам и косынкам. Соединение вала мешалки с приводом и сальниковое уплотнение показаны на рис. VIII-7. Сальник снабжен промежуточным кольцом, в которое подается уплотнительная жидкость (масло). Для надежной работы уплотнения необходимо, чтобы биение вала у сальника не превышало 0,1 мм.

На рисунке 17 показаны соединения валов мешалки и привода с помощью продольно-свертной глухой муфты и торцевого уплотнения. Для нормальной работы подвешенного ротора и уплотнения установочная плита, приваренная к крышке корпуса, должна иметь строго горизонтальное положение.

Перемешивающие устройства и их приводы в настоящее время нормализованы, что облегчает выбор их при конструировании мешалок. Для перемешивающих устройств частотой вращения не более 100 об/мин нормальными предусмотрена установка внутри аппарата концевых опор), однако их можно устанавливать только в тех случаях, когда среда в аппарате неабразивная.

Особые требования предъявляют к валам перемешивающих устройств. Они должны быть прочными, жесткими и виброустойчивыми. Угловая скорость валов мешалок, как правило, ниже критической, поэтому их при расчетах принимают жесткими.

Найденный таким образом диаметр вала проверяют, в зависимости от схемы крепления его, на максимальный изгибающий момент (с учетом собственного веса), на максимальный прогиб и на угол поворота сечения вала в опорах по

формулам, известным из курса сопротивления материалов. С учетом прибавок на коррозию и механический износ диаметр вала необходимо округлить до ближайшего большего размера вала нормализованного привода.

Отстойники

Отстойниками называют аппараты, в которых равномерно распределенные в жидкой фазе твердые частицы или капельки воды постепенно осаждаются под действием сил тяжести. В некоторых случаях взвешенные капельки, наоборот, всплывают, а внешняя фаза оседает (например, в нефтеловушках).

Отстаивание можно осуществлять периодически и непрерывно. В первом случае процесс происходит с постепенным уплотнением осадка и осветлением жидкой фазы при одновременном снижении уровня раздела фаз. Этот уровень может быть ярко выражен, если скорость осаждения постоянна до момента начала уплотнения осадка. Непрерывный процесс характеризуется постоянством уровня раздела фаз, или уровня зон отстаивания.

Движению осаждающихся под действием собственного веса частиц препятствуют подъемная сила внешней фазы и сопротивление среды. Подъемная сила равна весу объема внешней среды, вытесняемой частицами в процессе движения.

Сопротивление среды является результатом ускоренного движения частиц и зависит от следующих факторов:

- 1) скорости движения частиц в данный момент;
- 2) размеров и формы частиц;
- 3) вязкости внешней фазы.

При малых размерах частиц и большой вязкости внешней среды, когда скорость осаждения мала, сопротивление среды выражается только силой трения частиц о жидкую фазу. Такой режим осаждения называют ламинарным. При значительных размерах частиц, больших скоростях осаждения и маловязкой внешней среде движение сопровождается вихреобразованием, которое представляет собой основное сопротивление среды, намного превышающее сопротивление сил трения. Такой режим осаждения называют турбулентным.

На практике твердые частицы могут быть самой различной формы, но для определения скорости отстаивания принимают, что все осаждающиеся частицы имеют форму шара. При расчетах пользуются некоторым средним диаметром, определяемым из условия равенства объемов фактической и гипотетической шарообразной частиц. Очевидно, что фактическая скорость осаждения будет отличаться от расчетной; в большинстве случаев она меньше.

Под производительностью отстойника понимают объем жидкости, прошедшей через него в единицу времени. Производительность зависит от скорости отстаивания и поверхности осаждения, т. е. от площади отстойника:

$$V = 3600Fw$$

Где V — производительность отстойника;
 F — площадь отстойника;
 w — скорость отстаивания.

Эта формула соответствует идеальным условиям отстаивания. Практически процесс всегда сопровождается некоторым, вихреобразованием, нарушающим равномерное взаимное движение фаз на всех участках отстойника.

При расчетах важно определить необходимую площадь отстойника. Для этого исходят из количества поступающей в него суспензии и концентрации фаз:

где G_c — расход суспензии; X_i и x_3 — массовая доля (концентрация) твердой фазы соответственно в суспензии и в осадке.

В приведенных формулах высота отстойника не фигурирует. Это значит, что производительность отстойников не зависит от высоты; на практике высоту принимают равной 1,5—4 м.

К наиболее распространенным в нефтепереработке отстойникам относятся дегидраторы — горизонтальные цилиндрические аппараты, предназначенные для отделения воды со взвешенными в ней частицами грязи и солей от поступающей на переработку нефти.

В дегидраторе происходит раздел трех фаз: нефти, воды и твердого осадка. Скорость осаждения грязи больше скорости осаждения воды, поэтому она скорее достигает дна аппарата. Чтобы грязь не оставалась долгое время и не успела уплотниться и затвердеть, воду спускают из дегидратора возможно чаще. Удаление воды осуществляется автоматически по мере ее накопления. На отводных линиях не должно быть острых углов или поднимающихся участков. Аппарат необходимо несколько наклонить в сторону спускного штуцера, чтобы грязь сползала под действием собственного веса. Все дегидраторы работают под давлением. Они являются отстойными аппаратами полунепрерывного действия, поскольку внешняя фаза (очищенная нефть) отводится из них непрерывно, а осадок (вода и грязь) — периодически.

В настоящее время для очистки эмульсионных нефтей от воды применяют главным образом электродегидраторы в которых процесс отстаивания ускоряется благодаря воздействию на эмульсию поля переменного электрического тока высокого напряжения (до 40 000 В). Вследствие этого мелкие капельки воды, сливаясь, укрупняются. Осаждение укрупненных капелек происходит, как и в обычных дегидраторах, под действием разности удельных весов.

Для отстаивания густых и твердых фаз применяют вертикальные отстойники с конусным дном периодического и непрерывного действия.

Аппараты периодического действия применяют для трудноразделяющихся сред, требующих продолжительного отстаивания и специальных коагуляторов. Их используют также, если осаждению предшествует другой процесс, осуществленный в тех же аппаратах. Примером периодически действующих вертикальных отстойников могут служить кислотные мешалки, отстойные емкости установок регенерации кислого гудрона и др.

Из практических соображений размеры отстойников (по высоте) принимают следующими: цилиндрическая часть — $(1-5D)$, конусная часть — не менее $0,5D$ (где D — диаметр аппарата).

Примером аппарата непрерывного действия может служить отстойник для предварительного осаждения механических примесей (шлама) на установках производства присадок к маслам. Отличительная особенность аппарата заключается в специальном скребковом устройстве, с помощью которого шлам снимается со дна емкости и выталкивается к спускному штуцеру, расположенному в центре конуса. Обязательным условием работы таких отстойников являются весьма малые скорости скребков (не более $0,05$ м/с).

Отстоявшийся шлам отводят с помощью герметичного барабанного дозатора. Работа дозатора должна быть отрегулирована так, чтобы над ним всегда находился слой шлама высотой более $0,4$ м.

Фильтры

Процесс фильтрации заключается в пропускании суспензии через перегородку, состоящую из фильтрующего материала и постепенно накапливающегося на его поверхности слоя осадка. В фильтрующем материале имеются поры различных размеров и формы. Проходя через них, жидкость совершает движение по сложной траектории, определяемой их расположением. При этом взвешенные твердые частицы задерживаются в порах соответствующих размеров, уменьшая их свободное сечение и препятствуя дальнейшему прохождению не только крупных, но и более мелких частиц.

С образованием слоя осадка на поверхности фильтрующей перегородки жидкость проходит сначала через этот слой. По мере утолщения осадка он уплотняется, а размеры пор для прохода жидкости уменьшаются. Таким образом, в большинстве случаев фильтрация осуществляется в основном через слой осадка, поэтому фильтрат высокого качества получается только после того, как на фильтрующей перегородке образуется слой осадка определенной толщины.

С увеличением слоя осадка качество фильтрата неизменно улучшается, но одновременно возрастает потеря напора при прохождении жидкости через фильтрующую перегородку. Поэтому при образовании слоя осадка определенной толщины фильтрацию необходимо прекратить, а лишний слой осадка срезать и удалить с поверхности фильтрующего материала.

Пропускная способность, или производительность, фильтра при известном давлении перед фильтрующей перегородкой зависит от свойств фильтрующего материала и слоя осадка на нем.

В качестве фильтрующих материалов применяют главным образом тканые, набивные, а также сетчатые (плетеные из проволок) и керамические фильтрующие перегородки. Выбор фильтрующего материала обусловлен его удерживающей способностью, а также свойствами суспензии и режимом фильтрации (давлением и температурой).

Продолжительность цикла фильтрации, включающего собственно фильтрацию, продувку, промывку и удаление лишнего осадка, разборку и сборку фильтра, зависит от количества и свойств осадка.

По способу удаления осадка различают фильтры периодического и непрерывного действия. По способу создания движущей силы процесса фильтры делятся на работающие под давлением и вакуум-фильтры.

Рамные фильтр-прессы

Рамный фильтр-пресс относится к периодически действующим фильтрам, работающим под давлением. Он состоит из плит и заключенных между ними рам, сжимаемых специальной нажимной плитой с помощью винтовой передачи. Плиты, рамы и нажимная плита с двух сторон опираются специальными рождками на балки, жесткость которых обеспечивается стойками и тягами. На этих же балках закреплена упорная плита, к которой прижимается вся система из плит, рам и нажимной плиты.

В качестве фильтрующего материала в рамных фильтрах обычно применяют фильтровальную бумагу. Ее зажимают между рифлеными плоскостями плит и рамами. В процессе составления элементов необходимо обращать внимание на то, чтобы фильтровальный материал, зажатый между рамами и плитами, не имел складок. В каждом из двух верхних углов плиты и рамы имеются отверстия, которые после сборки фильтра образуют два канала, соединенных через штуцер упорной плиты с трубопроводами. Один канал предназначен для суспензии, другой — для промывной жидкости. Отверстия рам проверяют специальным щупом: закупорка этих отверстий часто служит причиной поломки плит из-за одностороннего давления.

Отверстия рам, составляющих в собранном виде общий канал для суспензии, соединены с внутренней полостью так, что суспензия поступает в пространство между двумя плитами. Пройдя через фильтрующую перегородку, жидкость стекает по каналам плит к выходному отверстию, заканчивающемуся краником. Осадок задерживается на поверхности фильтрующего материала и постепенно заполняет пространство между двумя плитами. О количестве осадка судят по давлению фильтрации, которое не должно быть выше максимально допустимого. Для этого на отводной линии насоса, подающего суспензию, устанавливают клапан, отключающий систему, если давление в ней превышает допустимое на 5—10%.

Просушку и промывку осадка производят по схеме подачи суспензии, но к подводящему трубопроводу подключают линию воздуха или промывной жидкости. Под фильтр-прессом по всей его длине установлены противни для сбора твердого осадка.

Достоинством фильтр-прессов является высококачественное проведение процесса при сильно развитой фильтрующей поверхности. Если при работе повреждается какая-нибудь из фильтрующих перегородок и через соответствующий краник начинает проходить мутная жидкость, оператор, не

прекращая процесса, легко восстанавливает качество фильтрации, закрыв данный краник. Недостатком фильтр-прессов является трудоемкость операций, связанных с их обслуживанием.

Фильтр-прессы целесообразно применять, если содержание осадка в суспензии незначительно, например при повторном фильтровании ее после других фильтров.

Листовые (пластинчатые) фильтры

Листовые фильтры также относятся к фильтрам периодического действия. Конструктивно они сложнее, чем фильтр-прессы, но обслуживание их проще, поэтому они получили более широкое распространение. Фильтрующими элементами в этих фильтрах являются листы (пластины), состоящие из ободов, на которые с двух сторон натянут фильтрующий материал (рисунок 4) поверх металлического сетчатого каркаса. Сетчатый каркас состоит из крупной сетки (внутренний слой) и одного или двух слоев мелкой сетки. Плотность соединения обода и фильтрующего материала (бельтинг, стеклоткань, сетка из цветных металлов) обеспечивается шнуром, уложенным в специальный паз обода.

Суспензию подают под давлением снаружи листов, на поверхностях которых постепенно накапливается осадок. Пространство между двумя фильтрующими перегородками через щелевое отверстие на поверхности обода соединяют патрубком с коллектором для вывода фильтрата.

Листовой фильтр, изображенный на рисунке-18, имеет 36 пластин диаметром 900 мм и общей поверхностью фильтрации 44 м². Пластины установлены в горизонтальном закрытом цилиндре, разъемном по горизонтальной плоскости. Плоскость разъема делит корпус аппарата на два полуцилиндра. Верхний полуцилиндр неподвижно закреплен на фундаменте посредством металлических стоек, а нижний полуцилиндр, поворачиваясь на шарнире, смыкается с ним. Плотность соединения полуцилиндров достигается резиновой прокладкой, удерживаемой в пазах плоскостей сопряжения. Затяжка осуществляется накидными болтами и эксцентриковым валом, проворачиваемым в подшипниках с помощью штурвала.

Суспензия подается в корпус фильтра под давлением 0,4 Па и фильтруется через пластины, оставляя на них слой осадка. Фильтрат через соединительные патрубки поступает в коллектор. Действие каждой пластины проверяется по прохождению фильтрата через короткое указательное стекло-патрубок. В случае плохой работы пластины из-за прорыва фильтрующего материала ее выключают, закрывая вентиль на указанном патрубке.

Фильтрация продолжается до тех пор, пока толщина слоя осадка не превысит допустимого значения. После этого фильтрацию прекращают, отключив суспензию, и в корпус фильтра подают сжатый воздух. Линия фильтрата при этом должна быть отключена от мерников готовой продукции и подсоединена к продувным бочкам, представляющим собой гидроциклоны. Фильтрат из гидроциклонов откачивают в специальные мерники.

В зависимости от толщины слоя осадка время продувки составляет 5—30 мин, после чего подачу воздуха прекращают и давление в корпусе фильтра снижают до нуля.

Очистку пластин от высушенного осадка производят при вскрытом корпусе фильтра. Для этого прежде всего необходимо убедиться в отсутствии в фильтре продукта и в том, что температура внутри аппарата ниже температуры самовоспламенения среды.

Полуцилиндры корпуса размыкают в определенной последовательности. Сначала проворачиванием штурвала ослабляют болты, которые при дальнейшем вращении эксцентрикового вала выходят из прорезей и удерживаются в наклонном положении; затем открывают четырехходовый кран гидравлического домкрата, шток которого шарнирно соединен с кронштейном на нижнем полуцилиндре. Откидываясь на шарнирах, этот полуцилиндр открывает доступ к пластинам. Угол между плоскостями сопряжения полуцилиндров открытого фильтра равен 105° . Открывание и закрывание цилиндра облегчается противовесом, жестко прикрепленным к нижнему полуцилиндру. С поверхностей пластин осадок удаляют встряхиванием. Затем осадок выгребают скребками со дна нижнего полуцилиндра, где он скапливается.

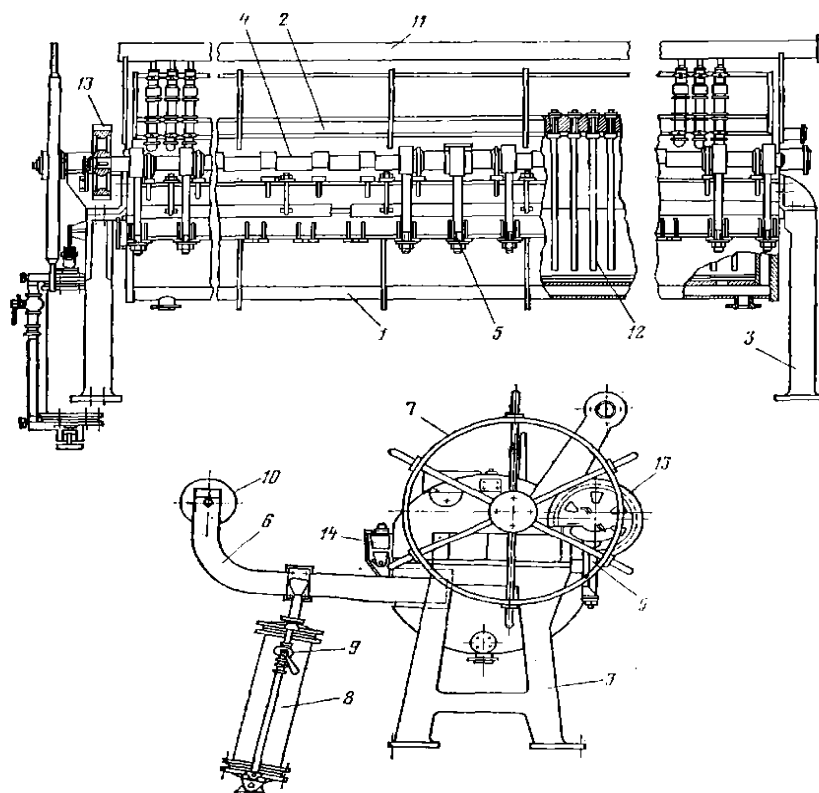


Рисунок 6. Листовой фильтр

- 1- нижнее корыто; 2- верхнее корыто; 3- стойка; 4- эксцентриковый вал;
 5- натяжные болты; 6- кронштейн; 7- штурвал эксцентрического вала;
 8- домкрат; 9- регулировочный кран; 10- противовес;
 11- прерывный коллектор; 12- фильтровальный диск;
 13- шестерня редуктора; 14- задние шарниры

Перед закрытием фильтра необходимо убедиться в том, что все пластины целы, т. е. сетка и фильтрующий материал не порваны и надежно зачеканены в ободу, а соединительные патрубки ободов герметично вмонтированы в верхний полуцилиндр. Тщательно проверяют также состояние уплотнительной резины.

Полуцилиндры смыкают включением домкрата и поворотом штурвала эксцентрикового вала до входа крепежных болтов в прорези и их затяжки.

В процессе работы и при вскрытии фильтра запрещается стоять у плоскостей разъема. Чтобы предотвратить ожоги людей при пробивке резиновой прокладки, плоскости разъема снаружи фильтра накрывают короткими защитными фартуками (рисунок-18), прикрепленными к верхнему полуцилиндру.

Все фильтры, предназначенные для фильтрации суспензий нефтяного происхождения, должны быть надежно заземлены.

Вакуум-фильтры

В вакуум-фильтрах процесс фильтрации осуществляется, как правило, непрерывным способом.

Горизонтальный полый цилиндр (барабан) разделен на несколько секций внутренними продольными перегородками. Поверхность цилиндра перфорирована и обтянута фильтрующей тканью. Часть цилиндра погружена в суспензию, непрерывно подаваемую в корыто под ним. В секции, находящиеся под вакуумом, во время погружения в суспензию через фильтрующую перегородку засасывается фильтрат, а осадок откладывается на цилиндрической поверхности.

Барабан постоянно вращается. После выхода из суспензии поверхность его покрывается слоем осадка, который осушается благодаря вакууму в секциях. Для промывки осадка на поверхность барабана на определенном участке подается промывочная жидкость, которая засасывается внутрь секции через слой осадка. Просушенный и промытый осадок непрерывно снимается с поверхности фильтра неподвижным ножом.

При непрерывном вращении барабана циклы повторяются в такой последовательности: фильтрация, сушка, промывка, обдувка и съём осадка. Таким образом, в каждой секции барабана происходит периодическая фильтрация, а фильтр работает как аппарат непрерывного действия, потому что подача суспензии, отвод фильтрата и удаление лишнего слоя осадка производятся непрерывно.

Каждая секция при движении должна последовательно соединяться с одной из четырех неподвижных камер: для отвода фильтрата под вакуумом; для подсушки осадка под вакуумом, т. е. отсасывания из него остатка фильтрата; для приема промывной жидкости под вакуумом; для подачи внутрь секции инертного газа (в случае возможного образования взрывоопасной смеси) с целью обдувки осадка в процессе его съема вплоть до момента погружения поверхности секции в суспензию. Такое соединение осуществляется с помощью специального распределительного устройства — золотника.

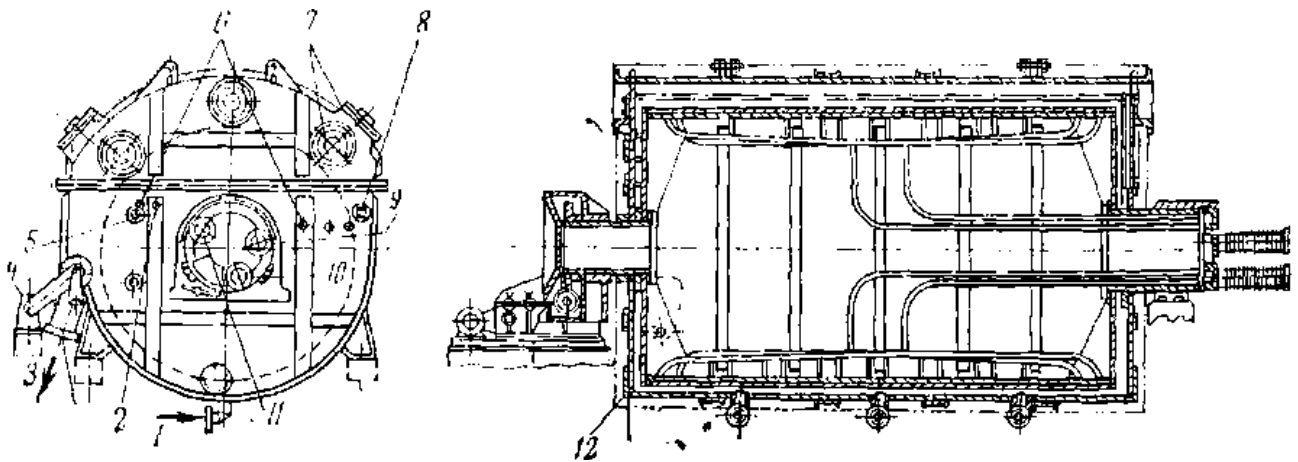


Рисунок 7. Барабанный вакуум-фильтр

- 1 — ввод и вывод суспензии; 2, 8 — ввод инертного газа;
 3 — вывод осадка из шнека; 4 — насос для централизованной смазки;
 5 — штуцер для регулятора уровня смазки; 6 — вводы промывной жидкости;
 7 — смотровые люки; 9 — вывод промывной жидкости;
 10 — вывод фильтрата; 11 — ввод обдувочного газа;
 12 — тепловая изоляция

В зависимости от характера движения фильтровальной перегородки и конструкции золотникового устройства различают барабанные, дисковые, ленточные и другие вакуум-фильтры.

На рисунке 5 показан закрытый барабанный вакуум-фильтр 550-3,0/5,4 с поверхностью фильтрации 50 м^2 , применяемый в производстве парафинов. В корпусе фильтра, состоящем из корыта и крышки, размещен медленно вращающийся вокруг своей оси барабан с закрепленной на нем фильтровальной перегородкой. К торцам барабана приварены цапфы, сидящие в подшипниках скольжения. Плотность соединения цапф и корпуса обеспечивается сальниками.

Барабан приводится во вращение от взрывобезопасного электромотора через редуктор и червячную пару, причем червячное колесо наглухо соединено с одной из цапф.

В некоторых фильтрах вместо редукторов установлены бесступенчатые вариаторы скоростей, облегчающие выбор оптимального режима фильтрации.

Поверхность барабана покрыта двумя слоями сетки: крупной из легированной стальной проволоки и мелкой из фосфористобронзовой проволоки. Первая сетка образует полость для отсасывания фильтрата или промывной жидкости, а также для подачи инертного газа; вторая сетка служит каркасом для укладывания на нее фильтрующей ткани. Для скрепления ткани на поверхности барабана имеются специальные прямолинейные и кольцевые проточки (пазы) под «ласточки хвост», в которых ткань заклинивается свинцовой проволокой с последующей чеканкой. Кроме того, поверх ткани на всю поверхность барабана спирально навивают проволоку из бериллиевой бронзы диаметром 2 мм, предотвращающую отрыв ткани от сетки.

Системой труб поверхность барабана по отдельным участкам (секциям) соединяется с диском полой цапфы (со стороны, противоположной приводу). Этот диск по окружности снабжен отверстиями в соответствии с числом секций барабана или соединительных труб. К диску тремя пружинами постоянно прижата распределительная головка, разделенная на камеры фильтрации, промывки и обдувки осадка. Эти камеры, в свою очередь, связаны с системами для создания вакуума, отбора жидкости или для подачи соответствующего газа с целью обдувки осадка

В корыте фильтра поддерживается постоянный уровень суспензии так, чтобы с учетом расположения прорезей в диске распределительной головки нижняя часть барабана всегда была погружена в жидкость на одинаковую глубину. Над фильтром устанавливают трубы-маточники для равномерного орошения поверхности осадка промывной жидкостью. Осадок снимается ножом и с помощью шнека, имеющего самостоятельный привод, выводится из корпуса фильтра.

Нормальная работа фильтра зависит от правильного регулирования головки в соответствии со схемой распределения зон. Эту схему выбирают на основе опыта эксплуатации или по данным исследований. Пружины, прижимающие торец распределительной головки к диску цапфы, должны быть подтянуты равномерно во избежание перекосов и, следовательно, пропусков жидкости или подсоса воздуха. Нож для съема осадка необходимо устанавливать так, чтобы толщина снимаемого слоя была одинакова по всей его длине.

Преимуществами вакуум-фильтров по сравнению с другими фильтрами являются непрерывность процесса и меньшая трудоемкость обслуживания. Однако движущая сила фильтрации здесь незначительна из-за ограниченной величины вакуума, который можно создать в секциях.

В последние годы получают распространение ленточные вакуум-фильтры, у которых фильтрующая поверхность представляет собой движущуюся бесконечную ленту. Фильтр состоит из приводного и натяжного барабанов, стола с вакуумными камерами, коллекторов для отвода фильтрата, устройств для подачи суспензии, снятия осадка и т. д. Важной деталью является резиновая лента специального профиля, благодаря которому обеспечивается плотность прилегания фильтрующей перегородки к столу и предотвращается слив суспензии.

Центрифуги и сепараторы

Разделение суспензий с мелкими взвешенными твердыми частицами, а также эмульсий производят центрифугами и центробежными сепараторами. В них, независимо от способа разделения (отстаивание или фильтрация), движущей силой процесса является центробежная сила, в поле действия которой попадает жидкая среда.

Отстойные центрифуги

В одном и том же вращающемся поле центробежные силы внешней и внутренней фаз различны по величине. Чем больше разность между этими силами, тем интенсивнее происходит разделение неоднородной системы.

Центробежная сила, как известно, зависит от окружной скорости частицы и ее массы. Следовательно, разделение тем эффективнее, чем больше угловая скорость емкости, в которую заключена неоднородная система, и чем больше диаметр этой емкости. Развиваемая во вращающемся поле движущая сила во много раз превышает движущую силу процесса при естественном отстаивании (т. е. разность удельных весов). Отстойная центрифуга представляет собой аппарат, в котором находится барабан, вращающийся с определенной скоростью. Попадая на поверхность барабана, суспензия увлекается ею и вращается вместе с барабаном, прижимаясь к его стенкам. Барабан может иметь различную форму (цилиндра, конуса, двух конусов, обращенных один к другому основаниями, цилиндра с одним или двумя конусами и т. д.). Свободная поверхность жидкости внутри барабана практически образует цилиндр, диаметр которого уменьшается в процессе подачи суспензии и при установившемся режиме определяется диаметром соосного отверстия в торце барабана (внутренним диаметром кольцевого днища).

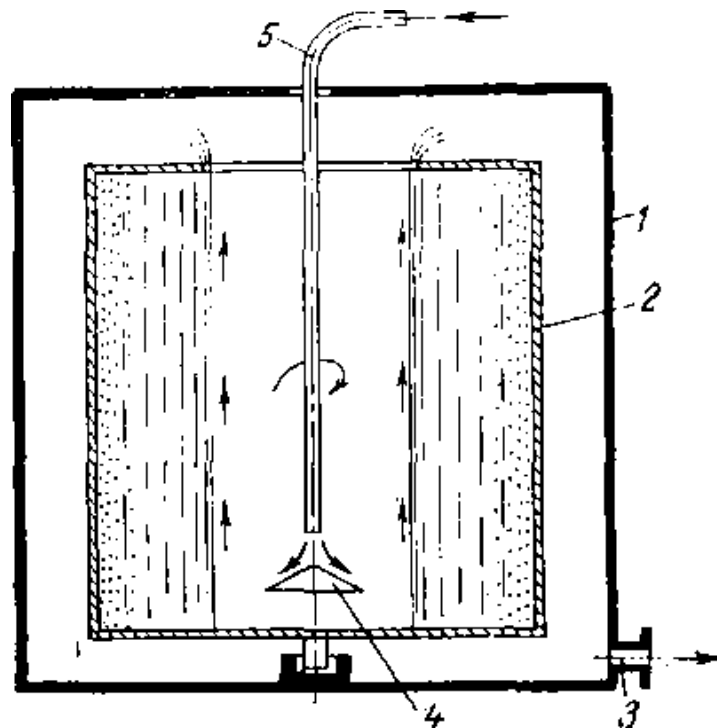


Рисунок 8. Схема работы отстойной центрифуги:
1 — кожух; 2 — ротор; 3 - вывод отстаившейся жидкости;
4 — распределительный конус; 5 — ввод суспензии

Тяжелая фаза суспензии, двигаясь внутри слоя жидкости вдоль барабана, под действием центробежной силы одновременно перемещается к периферии и прижимается к его стенкам, образуя на них слой осадка. Отстоявшаяся жидкость располагается ближе к оси вращения, и по мере вытеснения ее подаваемой в центрифугу суспензией сливается через борт верхнего торца барабана. Схема работы отстойной центрифуги приведена на рисунке 6.

Осадок, накапливающийся на стенках барабана, состоит из скелета, образованного твердыми частицами, и жидкости, заполняющей пустоты между этими частицами. По мере возрастания давления мелкие частицы скелета осадка заполняют пустоты между более крупными частицами и уплотняют осадок, вытесняя из него жидкость.

Отстойные центрифуги просты в эксплуатации. Их применяют для разделения суспензий, содержащих твердые частицы диаметром 5—100 мм. Недостатком отстойного центрифугирования является отсутствие надежной промывки и просушки осадка.

Фильтрующие центрифуги

Если поверхность цилиндрического барабана центрифуги перфорирована и покрыта фильтрующим материалом, то под действие!/ центробежной силы фильтрат покидает центрифугу, пройдя последовательно через слой осадка, фильтрующий материал и отверстия на (поверхности барабана..

В большинстве центрифуг между фильтрующим материалом и стенкой барабана укладывают сетку из проволоки диаметром 1 — 1,25 мм с ячейками размером 5 мм. Сетка образует пространство для свободного перетока жидкости от фильтрующей перегородки к отверстиям на барабане и тем самым предотвращает уменьшение живого сечения фильтрующей перегородки.

Фильтрующие центрифуги применяют для разделения суспензий, содержащих твердые частицы диаметром не менее 100 мкм. Осадок, получаемый в этих центрифугах, легко просушивается и промывается в том же направлении, в каком происходит фильтрация.

Большинство центрифуг может работать и как отстойные, и как фильтрующие, в зависимости от устройства барабана и камеры для приема фильтрата (осветленной жидкости). Исключение составляют специальные центрифуги, в которых предусмотрена автоматическая выгрузка осадка из барабана.

Валы и опоры. Конструкция центрифуг во многом определяется способом крепления вала барабана и пространственным расположением его. Все конструкции должны обеспечить прежде всего устойчивость ротора центрифуги. Поскольку вал приводит во вращение большую массу, он должен быть особенно устойчивым.

Скорость вращения вала не должна равняться его критической скорости вращения, а должна быть больше или меньше нее. В первом случае вал называют гибким, во втором — жестким.

Критическую скорость вала центрифуги определяют для двух случаев:

1) направление вращения вала и направление вращения его изогнутой оси совпадают (такое движение называется прямой процессией);

2) эти направления противоположны (такое движение называется обратной процессией).

Критическая скорость вращения вала возрастает с увеличением его диаметра и уменьшением длины. Поэтому при жестких опорах валы центрифуг изготавливают полыми и короткими. Гибкие валы, наоборот должны вращаться с низкой критической скоростью, т. е. иметь малый диаметр и большую длину. Однако прочность конструкции чаще всего достигается применением специальных опор для вала барабана центрифугах с гибким валом обычно используют упругие опоры (подробнее см. ниже), предназначенные для снижения критической скорости благодаря тому, что они обеспечивают некоторое смещение или поворот вала, подвергающегося прогибу от действия неуравновешенных вращающихся масс. Применение упругих опор облегчает и ускоряет наступление стабильного режима вращения вала барабана, при котором скорость его больше критической. Необходимость в упругих опорах возникает также во всех случаях, когда в процессе загрузки центрифуги жидкость или твердый осадок распределяется неравномерно по поверхности барабана, нарушая его устойчивость.

Различают центрифуги с вертикальными барабанами, имеющие подпертый, висячий или подвешенный на колонках валы, и центрифуги с горизонтальными барабанами, имеющие валы на двух опорах, с консольным и промежуточным расположением роторов.

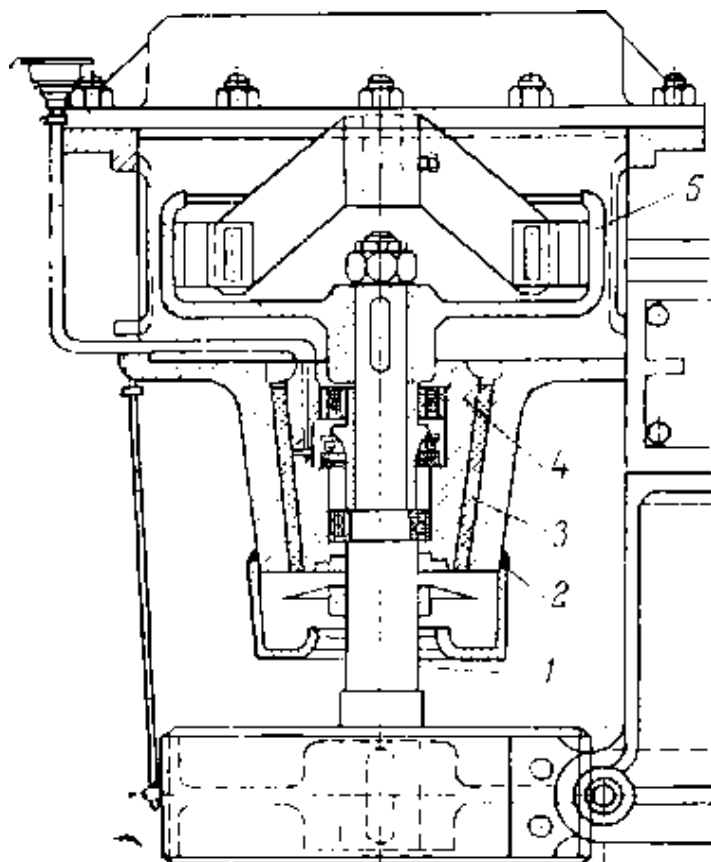
В качестве опор применяют подшипники качения, воспринимающие радиальные и осевые нагрузки. Особое внимание следует уделять конструкциям упругих опор, от состояния которых зависит автоматическая балансировка ротора в процессе работы. Наиболее часто встречаются следующие варианты исполнения упругих (плавающих) опор.

- Подшипник заключен в корпус, который устанавливают на опорную плоскость из упругого материала (специальной резины). Гибкую прокладку можно поместить также между стаканом подшипника и его корпусом. На рис. приведен пример такой конструкции подвеса вала, состоящей из конического корпуса, расположенной в нем резиновой манжеты и стакана, сидящего в этой манжете. Внутри стакана помещены подшипники вала.

- Подшипник устанавливают в корпус, удерживаемый в неподвижной втулке соосно с ней по крайней мере тремя пружинами, амортизирующимися при вращении вала. Подшипники могут удерживаться растянутыми либо сжатыми пружинами, однако все пружины первоначально должны быть равномерно отрегулированы.

- Неподвижный корпус подшипника на участке подвеса имеет сферическую форму. В нем сидит стакан, имеющий снаружи такую же форму верхнего прилива. В стакане установлены подшипники, в которых вращается вал. Подвесной ротор при вращении может отклоняться от вертикали. Резиновая

манжета, расположенная между стаканом и корпусом подшипника, обеспечивает амортизацию при качениях вала. Для нормальной работы центрифуги необходимо, чтобы сферические поверхности были хорошо обработаны и притерты одна к другой.



**Рисунок 9. Узел подвеса вала центрифуги на гибкой прокладке
1— вал; 2 — конический корпус; 3 — манжета (гибкая прокладка);
4— стакан; 5 — шкив**

Ротор со всеми опорами устанавливают на специальных пружинных подвесках, прикрепленных к корпусу центрифуги. Устойчивость системы увеличивается, если точки подвеса находятся выше центра вращающихся масс. Примерами таких центрифуг являются трехколонные, или маятниковые, центрифуги, нашедшие широкое применение в нефтеперерабатывающей промышленности.

Вал центрифуги вращается в двух подшипниках качения, размещенных в корпусе привода. На его верхнем конусном конце крепится барабан, на нижнем — приводной шкив. Ротор приводится во вращение вертикально установленным электродвигателем через клиноременную передачу и пусковую турбинную муфту.

Роторы. Конструкции роторов центрифуг разнообразны и зависят от их технологического назначения, способа центрифугирования и системы выгрузки осадка. Барабаны центрифуг, служащих для центробежного отстаивания, имеют сплошные стенки. Для центробежного фильтрования стенки барабанов перфорируют.

Эксплуатация центрифуг

Цикл работы центрифуги включает следующие операции: разгон ротора (примерно 0,5—10 мин), наполнение барабана (1—5 мин), центрифугирование (10—120 мин), промывку осадка (до 10 мин), подсушку осадка (5—15 мин), торможение ротора (0,5—5 мин), разгрузку осадка и ремонт фильтрующей перегородки (до 60 мин). Таким образом, наибольшая продолжительность приходится на собственно процесс центрифугирования и на смену (ремонт) фильтрующей перегородки (фильтровальной ткани, бумаги или сетки).

Все центрифуги представляют собой быстроходные машины и поэтому требуют квалифицированного обслуживания. Особенно внимательно нужно следить за вращением барабана. При нарушении балансировки ротора, когда появляется заметная на глаз вибрация, центрифугу необходимо немедленно остановить.

Остановка ротора при выключенном электродвигателе ускоряется тормозом, который должен быть соответствующим образом отрегулирован. В большинстве случаев применяют ленточные тормоза с пружинным приводом: тормозная лента обхватывает тормозной обод ротора, и он постепенно останавливается. Система управления центрифугой имеет блокировочное устройство, которое предотвращает возможность одновременного включения тормоза и двигателя. При выключенном тормозе лента не должна касаться тормозного обода.

Перед пуском центрифуги необходимо убедиться в отсутствии внутри барабана посторонних предметов. В процессе работы систематически контролируют количество масла в подшипниках привода (его должно быть достаточно); состояние шаровых опор в подвесках колонок и станины (они должны быть смазаны и иметь чистую поверхность); надежность крепления всех узлов; ограждения гидромурфты, шкива и ремней.

После каждого ремонта ротора необходимо произвести его статическую и динамическую балансировку.

Центробежные сепараторы

В последнее время для разделения стойких нефтяных эмульсий и некоторых суспензий применяют сепараторы. Принцип работы их заключается в разделении неоднородной системы, находящейся в поле центробежных сил, на отдельные фазы с различным удельным весом. Это разделение, в отличие от обычного центрифугирования, осуществляют в тонком слое суспензии или эмульсии при ламинарном режиме.

Сепаратор ОРТ-ЗМБ-ЛЭ-П предназначен для разделения нефтяной ловушечной эмульсии. Сепаратор и привод установлены на общем основании на резиновых амортизаторах. В корпусе литой чугунной станины сепаратора на подшипниках смонтированы горизонтальный вал привода и вертикальный вал ротора. Передача вращения от электродвигателя к горизонтальному валу

осуществляется через четырехколодочную центробежно-фрикционную муфту, которая обеспечивает плавный разгон барабана в течение примерно 10 мин.

На верхнем, конусном конце вертикального вала установлен барабан сепаратора. Положение вала и барабана по высоте регулируют винтом упора, перемещающим стакан нижнего сдвоенного радиально-упорного подшипника. Верхняя гибкая опора вала представляет собой шарикоподшипник, заключенный в обойму, которая центрируется относительно корпуса шестью цилиндрическими пружинами, поджатыми в обойме колпачковыми гайками.

Барабан сепаратора состоит из следующих основных частей: основания, крышки, тарелкодержателя, разделительной тарелки, пакета тарелок, запирающего поршня и затяжных колец.

В нижней части основания барабана имеется проточка, из которой буферная жидкость через отверстия поступает в полости под поршень и над ним. В цилиндрической части основания по всему периметру расположены щели, через которые выгружают осадок.

На основании барабана закрепляют тарелкодержатель. Пакет тарелок устанавливают на его поверхности посредством шпонки. Внутри тарелкодержателя имеются ребра для сообщения вращения сепарируемой жидкости.

Пакет состоит из набора конических вставок (тарелок). Зазор между тарелками обеспечивается планками, приваренными к их наружной поверхности. Разделительная тарелка на наружной поверхности конусной части имеет пазы для отсепарированной воды, а в месте перехода конуса в цилиндр — ребра, с помощью которых вращение барабана передается выходящей жидкости.

Разделяемая эмульсия очищается от крупных механических примесей в фильтре, установленном сбоку от сепаратора, и поступает в сепарационную камеру барабана по каналам тарелкодержателя. В межтарелочном пространстве эмульсия разделяется на фазы по их удельному весу. Легкая жидкость, оттесняемая к оси барабана, скользит по верхней поверхности нижней тарелки, затем, пройдя наружные каналы тарелкодержателя, направляется в камеру для приема легкой фракции, расположенную в крышке сепаратора. Тяжелая жидкость, прижимаемая к периферии, проходит над разделительной тарелкой через сменную гравитационную шайбу, служащую для регулирования кольцевого зазора, и поступает в специальную камеру, также находящуюся в крышке аппарата.

Осадок, накопившийся внутри барабана, периодически удаляют опусканием запирающего поршня, для чего в полость над ним подают буферную жидкость (воду). При этом между поршнями торцом конусной крышки образуется зазор, через который осадок центробежной силой подводится к разгрузочным щелям основания ротора, откуда выбрасывается в камеру для шлама. Неполная выгрузка осадка из барабана может нарушить равномерность хода сепаратора, поэтому необходимо следить за тем, чтобы внутри ротора не собиралось большое количество осадка.

По окончании промывки внутренней полости барабана прекращают подачу воды над поршнем. Под действием гидродинамического давления вращающейся буферной жидкости, находящейся в полости под поршнем, он поднимается вверх и плотно прижимается к резиновой прокладке, в торце крышки барабана, герметизируя его. После этого сепарация возобновляется. Цикл работы аппарата автоматизирован.

Циклоны

Отделение от потока газа взвешенных в нем твердых частиц производят главным образом в циклонах, отличающихся простотой конструкции и обслуживания. Циклон представляет собой заканчивающийся внизу конусом вертикальный цилиндр, внутри которого расположена центральная выхлопная труба. Газ (воздух) с большой скоростью поступает по тангенциальному штуцеру в пространство между конусом и центральным патрубком и начинает вращаться. Развиваемая при этом центробежная сила прижимает твердые частицы к периферии цилиндра, откуда они под действием собственного веса опускаются в конус и выводятся наружу. Газ, очищенный от твердых взвешенных частиц, уходит по центральной выхлопной трубе.

Работа циклона зависит от его диаметра и формы (соотношения размеров), определяемых выбранной моделью аппарата. На рисунке 8, *а* приведена схема наиболее часто применяемой модели циклона. Конструктивные размеры аппарата выражены через диаметр конуса, который, в свою очередь, обусловлен заданной производительностью циклона.

Диаметр корпуса аппарата обычно составляет менее 800 мм; при увеличении его фактор разделения уменьшается, а путь твердой частицы до поверхности осаждения удлиняется. Если исходя из производительности требуется аппарат большого диаметра, то включают параллельно несколько циклонов диаметром до 800 мм.

Степень очистки газа в циклонах зависит от его скорости, которую принимают в пределах 15—25 м/с. Установлено, что с возрастанием скорости до определенного значения очистка газа улучшается. Дальнейшее увеличение скорости не приводит к повышению степени очистки, но вызывает значительное повышение перепада давления в аппаратах. Чтобы избежать больших и неоправданных энергетических затрат, скорость газа в циклонах следует выбирать очень рационально, учитывая также, что при высоких скоростях усиливаются местные завихрения и, следовательно, ухудшается очистка газа.

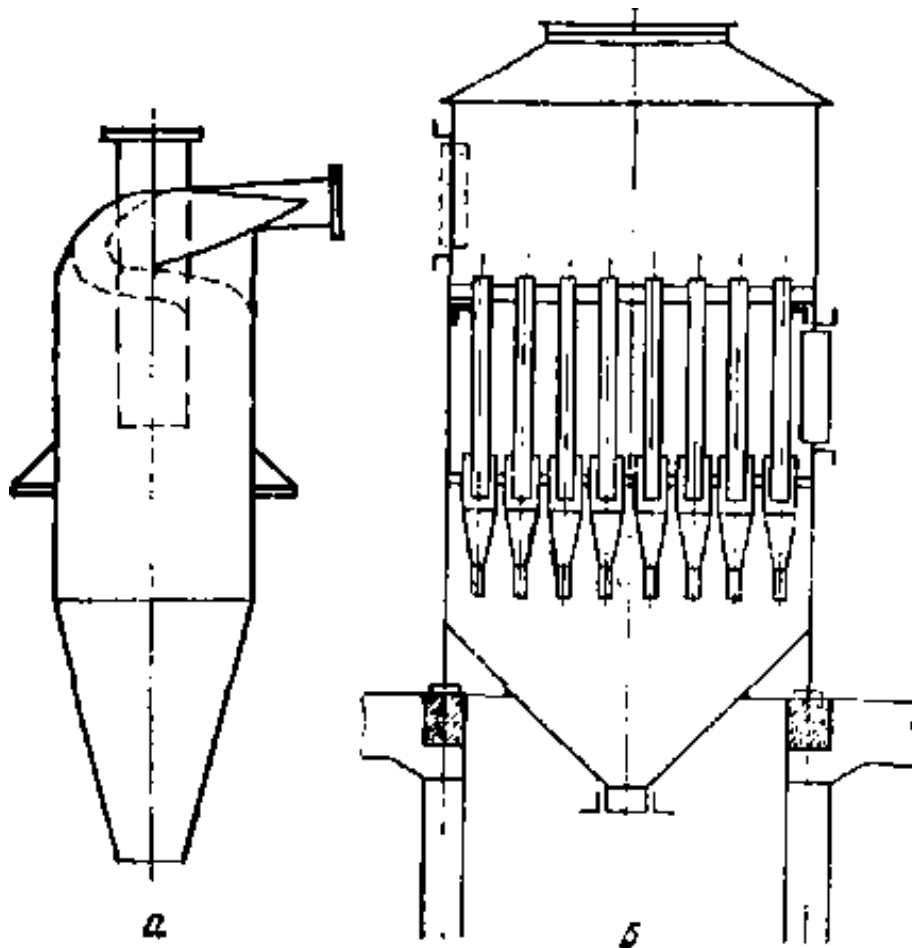


Рисунок 10. Циклоны для улавливания пыли
а — одиночный аппарат; б — батарейный циклон

Для повышения эффективности очистки газа при малых его скоростях применяют батарейные циклоны, состоящие из многих параллельно работающих аппаратов небольших диаметров, смонтированных в общем корпусе (рисунке 8, б).

Циклоны не обеспечивают высокой степени очистки газа от тонкодисперсной пыли.

Литература: Процессы и аппараты нефтепереработки: Учебник для техникумов, Ю.К. Молоканов, стр. 289-321.

ТЕМА: «ВИДЫ ДЕФЕКТОВ И НЕ РАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ»

Дефектом называется каждое несоответствие отдельных частей аппаратуры требованиям, установленным нормативной документацией (паспорт, рабочий чертеж ГОСТ).

Дефекты подразделяются на явные и скрытые. Явные поверхностные дефекты обнаруживаются по внешнему виду, а скрытые внутренние и поверхностные, не различимые глазом, выявляют с помощью специальных устройств.

В зависимости от возможного влияния на рабочие свойства детали, дефекты могут быть критическими, значительными и малозначительными.

Критическим – дальнейшее использование детали не возможно по условиям безопасности.

Значительным – дефект, который существенным образом влияет на дальнейшее использование детали, ввиду возможно развития этого дефекта до критического или существенным образом снижает долговечность работы детали.

Малозначительным – дефект, который не оказывает какого-либо значения при эксплуатации.

По происхождению дефекты подразделяют на производственные и эксплуатационные. Производственные дефекты в свою очередь делятся на металлургические, возникающие при отливке и прокате, и технологические, возникающие при изготовлении детали (сварки, обработки,ковки и др.).

Эксплуатационные дефекты возникают после какой-либо наработки детали, в результате нарушения правил эксплуатации, коррозии, механического износа.

К металлургическим дефектам относятся:

- горячие и холодные трещины – это разрывы поверхности отливки или проката;

- газовые и усадочные раковины, они представляют собой пористость полости произвольной формы, образующейся при остывании металла;

- неметаллические включения, попадающие в металл извне, или частицы окислов, силиконов, образующиеся внутри металла;

- пленки в отливках, пленки, образующиеся на поверхности металла, состоящего из окислов, часто с включением формовочного материала;

- ликвационные зоны – неравномерность химического состава металла в теле отливки или проката;

- раковины – разрывы или надрывы металла разнообразного очертания с рваными краями;

- закаты – вдавленные и закатанные в прокатываемом металле заусеницы на поверхности;

- волосины – мелкие внутренние или выходящие на поверхность трещины, образовавшиеся из газовых пузырей или неметаллических включений при ковке.

К технологическим дефектам относятся:

- трещины в зоне сварного шва;
- непровар – отсутствие сплавления между основным и наплавленным металлом в корне сварного шва или по кромке, а также между отдельными слоями при многослойной сварке;
- поры и раковины в металле шва;
- шлаковые включения в металле шва, в процессе закалки, возникающие при охлаждении детали из-за высоких внутренних напряжений;
- надрывы – это неглубокие трещины, возникающие при обработке детали (сверлении, развертке) из-за деформации при работе тупым инструментом;

К эксплуатационным дефектам относятся трещины усталости. Основная причина возникновения трещин действие высоких переменных напряжений. Трещины усталости возникают в местах с резкими переходами сечений и наличием надрезов у оснований резьбы и зубьев шестерен, в углах шпоночных канавок, у отверстий, и в других местах концентрации напряжений.

Трещины водородного растрескивания появляются на стенках аппарата при проникновении атомарного водорода в структуру металла. Такое растрескивание характерно для аппаратов, работающих в среде водорода, сероводорода при высоком давлении.

Коррозионные поражения встречаются на различных деталях. Степень коррозионного поражения зависит от агрессивности среды, качества защитных покрытий, неблагоприятного сочетания материалов деталей или элементов корпуса аппарата. Коррозией поражаются застойные зоны, недоступные для осмотра. Под коррозией подразумевают разрушение металла в результате химического или электрохимического взаимодействия металла с рабочей средой.

Эрозия характеризуется вымывание или уносом рабочей средой частичек металла. Эрозионный износ возникает в местах высоких скоростей или резкого изменения направления движения.

Термические трещины возникают при резкой смене температур, часто появляются на поверхностях закаленных деталей, азотированных, цементированных.

К механическим повреждениям поверхности относятся: забоины, вмятины, надирь, риски, местный наклеп и другие.

Задачей обслуживающего персонала является своевременное выявление дефектов и принятие мер по их устранению. Применение методов неразрушающего контроля аппаратуры и отдельных деталей (НК). Методы НК подразделяются на оптические, радиационные, акустические, капиллярные, магнитные, тепловые, методы контроля течеискателем, электромагнитные, ультразвуковые с помощью импульсного эхометода.

Литература:

Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебник для вузов/под редакцией С.А. Ахметова.-Санкт-Петербург, стр. 353-366.

Темы для самостоятельного рассмотрения:

«Устройство и оборудование сооружений очистки сточных вод»

Танатаров М.А. Технологические расчеты установок переработки нефти. стр. 314-325.

«Паро-, энерго- и водоснабжение производства»

Рудин М.Г. Проектирование нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов, стр. 171-196.

«Стандарты на оборудование»

«Основные положения по устройству, расчету и испытанию оборудования»

Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебник для вузов/под редакцией С.А. Ахметова.-Санкт-Петербург, стр. 353-366.

«Общие вопросы ремонта»

Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебник для вузов/под редакцией С.А. Ахметова.-Санкт-Петербург, стр. 366-378.

Методические указания по оформлению контрольной работы

При оформлении контрольных работ необходимо использовать следующие рекомендации:

- работа выполняется в ученических тетрадях в клетку. Тест работы пишется через строку чернилами одного цвета, в начале тетради должно быть вклеено индивидуальное задание на контрольную работу;
- после записи очередного вопроса необходимо записать наименование первого пункта плана (если он имеется) и дать по нему конкретный, полный и четкий ответ. Затем после записи следующего пункта - ответ на него и т.д. по всему вопросу;
- не допускается, за исключением цитирования материала нормативных документов, в ответах дословного переписывания текста из учебников и учебных пособий;
- при использовании в ответах расчетных выражений (формул) при первом их написании необходимо полное пояснение всех обозначений, входящих в них. Кроме того, в обязательном порядке необходимо обоснование принимаемых величин показателей к ссылая на литературу, из которой эти величины взяты;
- схемы, поясняющие устройство и работу технологического оборудования, приборов и приспособлений, должны быть выполнены простым карандашом с применением чертежного инструмента. Составные элементы различных конструкций на схемах должны быть обозначены позициями. Каждый из рисунков должен иметь порядковый номер и название. Обозначение рисунка и его название должны располагаться снизу от него. При описании устройства и работы оборудования и приспособлений в тексте обязательны должны быть сноски на их составные элементы, указанные на схеме;
- после изложения ответов необходимо привести список использованной литературы. Литературные источники в каждом списке должны иметь свой порядковый номер, как правило, не совпадающий с обозначением их в списке литературы в данных методических указаниях. Каждый литературный источник следует записать в следующем порядке: фамилия, имя, отчество автора; полное название источника; место его издания; издательство; год выпуска. Пример оформления списка литературы смотрите в данных методических указаниях;
- после списка литературы необходимо поставить дату выполнения контрольной работы и подпись;
- после получения рецензии на контрольную работу студент обязан выполнить в тетради весь объем дополнительной работы, указанный в рецензии, представить тетрадь преподавателю на экзамене.

Методические указания по выполнению контрольной работы
Задания на контрольную работу

Контрольная работа № 1

Перечень вопросов к контрольной работе.

1. Особенности и специфика эксплуатации оборудования, его износ и восстановление.
2. Проверка состояния оборудования при эксплуатации.
3. Общие вопросы ремонта: система ППР, виды ремонта, методы организации ремонтных работ.
4. Основные требования к эффективности, надежности, безопасности, материалоемкости, ремонтпригодности, долговечности оборудования.
5. Классификация оборудования по назначению и конструкции.
6. Сосуды, работающие под давлением. Устройство сварного корпуса.
7. Давление рабочее (технологическое), расчетное условие и пробное. Температура рабочая и расчетная.
8. Испытание аппаратов и оборудования на прочность и плотность, нормы и условия проведения.
9. Основные положения по расчету на прочность. Выбор расчетного давления. Допускаемые напряжения и запасы прочности.
10. Основные конструкционные материалы, применяемые для изготовления аппаратов, машин, трубопроводов, арматуры, металлоконструкций нефтегазоперерабатывающих заводов.
11. Факторы, определяющие выбор материалов, зависящие от внешних рабочих условий (температуры, давления, свойств среды) и связанные со свойствами материалов (физико-химическими, технологическими).
12. Экономическое обоснование выбора материала.
13. Изменение механических свойств и структуры металла и сплавов при кратковременных испытаниях и длительной работе в условиях высокой и низкой температур, под воздействием агрессивных сред.
14. Общая характеристика сталей, их маркировка. Влияние на сталь углерода, марганца, кремния, серы, фосфора, газов, легирующих элементов.
15. Классификация сталей по их свойствам: стали повышенной прочности, теплоустойчивые, жаростойкие, жаропрочные, нержавеющие. Биметаллы.
16. Классификация чугунов, их маркировка.
17. Медь и ее свойства. Марки меди по ГОСТ. Влияние примесей. Медные сплавы.

18. Латуни. Механические свойства латуни. Марки латуней по ГОСТ. Свойства и применение латуней.
19. Бронзы. Механические свойства бронзы в зависимости от содержания олова. Марки бронз по ГОСТ. Свойство и применение бронз.
20. Алюминий и его сплавы. Дюралюминий.
21. Антифрикционные сплавы. Антифрикционные сплавы на оловянистой, медной, алюминиевой, свинцовой и цинковой основах.
22. Антифрикционные чугуны. Металлокерамические подшипниковые материалы. Область применения антифрикционных сплавов.
23. Прокладочные и уплотняющие материалы. Применение металлических прокладок в аппаратуре.
24. Набивочные материалы.
25. Сальниковые и монтажные уплотнения.
26. Выбор уплотняющих материалов в зависимости от температуры, давления и свойств агрессивных сред.
27. Пластмассы. Основные физико-механические свойства пластмасс, их классификация.
28. Кислотостойкие замазки на основе жидкого стекла. Кислотоупорный цемент и андезит, их состав, механические свойства и химическая стойкость.
29. Каменное литье. Материалы для футеровки нефтезаводской и химической аппаратуры.
30. Натуральный и синтетический каучуки. Резинотехнические изделия и область их применения.
31. Коррозионная активность нефтей. Химический и электромеханический механизм коррозионного процесса.
32. Основные виды коррозии в нефтегазопереработке: сернистая и сероводородная во влажной среде, высокотемпературная сернистая, хлористоводородная, водородная, коррозия нафтеновыми кислотами, газовая.
33. Мероприятия и способы защиты аппаратуры и оборудования от коррозии: конструктивные, технологические.
34. Типы корпусов: цилиндрические, сферические, конусные, ящичные.
35. Кольца жесткости.
36. Необходимость учета ветровых и сейсмических нагрузок при расчете вертикальных аппаратов.
37. Днища цилиндрических аппаратов. Конструкции и применение сферических, эллиптических и конических днищ.
38. Назначение и конструкция фланцев, люков, лазов, штуцеров и бобышек.

39. Зависимость конструкции люков¹ и лазов от рабочих условий.
40. Укрепление вырезов в корпусах аппаратов. Способы укрепления вырезов: укрепляющим кольцом, за счет металла корпуса, патрубка.
41. Опоры вертикальных и горизонтальных аппаратов. Назначение и конструкция опор вертикальных и горизонтальных аппаратов. Требования к опорам.
42. Контроль качества сварных швов аппаратуры.
43. Определение зависимости коэффициента теплопередачи от скоростей потоков теплоносителей в кожухотрубчатых теплообменниках. Стандартные конструкции кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.
44. Кожухотрубчатые аппараты с неподвижными решетками (жесткого типа).
45. Температурные усилия и напряжения в трубках и в корпусе. Пуск и остановка аппарата.
46. Конструкция узла соединения труб с трубной решеткой.
47. Кожухотрубчатые теплообменники с компенсатором на корпусе, температурные усилия в конструкции.
48. Кожухотрубчатые теплообменники с подвижной решеткой и U-образными трубками.
49. Конструкции поперечных перегородок.
50. Схемы кожухотрубчатых аппаратов различных конструкций.
51. Опрессовка и чистка теплообменников.
52. Мероприятия по интенсификации работы кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.
53. Испарители с паровым пространством (рибойлеры).
54. Теплообменники типа «труба в трубе» жесткой конструкции и разборные со сводными трубами.
55. Виды оребрения труб для продольного обтекания.
56. Кристаллизаторы, особенности их конструкции.
57. Аппараты воздушного охлаждения.
58. Способы регулирования режима работы аппаратов воздушного охлаждения.
59. Градирни, применение и устройство.
60. Современные конструкции трубчатых печей и их классификация.
61. Основные узлы и детали печей.
62. Стали и сплавы для труб, трубных подвесок и решеток, условия их применения.
63. Типы и устройство печных горелок и форсунок

64. Чистка трубчатого змеевика.
65. Оценка степени эффективности работы массообменных аппаратов с тарелками различного типа.
66. Конструкции ректификационных колонн, абсорбентов, их узлов и деталей.
67. Конструкции и область применения тарельчатых контактных устройств: колпачковых; ситчатых, решетчатых, клапанных, вихревых и других.
68. Основные параметры стандартных тарельчатых контактных устройств.
69. Типы отбойных устройств.
70. Конструкции ввода сырья, орошения, вывода фракций.
71. Особенности работы абсорберов.
72. Реакторы и регенераторы установок каталитического крекинга.
73. Реакторы каталитического риформинга.
74. Реакторы каталитической гидроочистки.
75. Реакционные камеры установок замедленного коксования.
76. Оборудование для удаления и выгрузки кокса.
77. Реакторы гидрокрекинга.
78. Реакторы установок серноокислотного алкилирования.
79. Виды неоднородных систем и методы их разделения. Отстаивание. Типы отстойников, их устройство.
80. Фильтрация. Устройство различных видов фильтров. нутч - фильтры, пресс - фильтры, вакуум - фильтры (барабанные, ленточные, дисковые).
81. Центрифугирование. Классификация, устройство основных типов центрифуг и область их применения.
82. Цели и методы очистки газов. Классификация газоочистительных аппаратов.
83. Электрическая очистка газов. Электрофильтры.
84. Перемешивание. Цели, методы, эффективность перемешивания. Конструкции механических мешалок, их сравнительная оценка, выбор.
85. Пневматическое и гидравлическое перемешивание.
86. Электродегидраторы и электроразделители.
87. Типы резервуаров и их назначение. Цилиндрические вертикальные резервуары, их устройство и основные параметры.
88. Конструкции плавающих крыш.
89. Классификация и назначение технологических трубопроводов, их узлы, детали и арматура.

90. Характеристика сточных вод, их классификация. Схемы очистки сточных вод.
Устройство песколовок, нефтеловушек.

Таблица 1. Контрольная работа №1

варианты	Номера вопросов		
	1	2	3
1	1	31	61
2	2	32	62
3	3	33	63
4	4	34	64
5	5	35	65
6	6	36	66
7	7	37	67
8	8	38	68
9	9	39	69
10	10	40	70
11	11	41	71
12	12	42	72
13	13	43	73
14	14	44	74
15	15	45	75
16	16	46	76
17	17	47	77
18	18	48	78
19	19	49	79
20	20	50	80
21	21	51	81
22	22	52	82
23	23	53	83
24	24	54	84
25	25	55	85
26	26	56	86
27	27	57	87
28	28	58	88
29	29	59	89
30	30	60	90

Расчет тонкостенных цилиндрических корпусов.

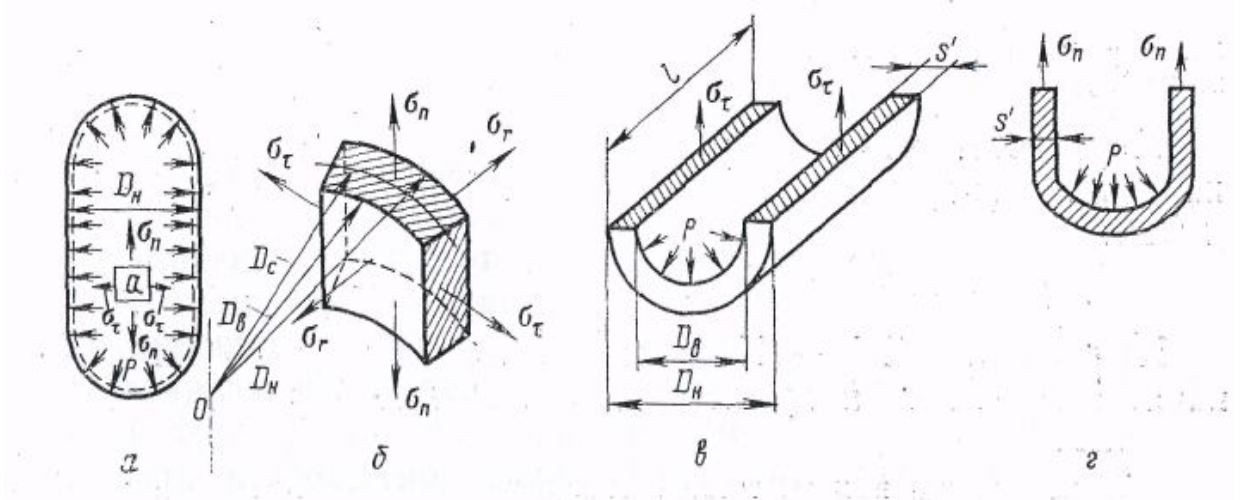


Рисунок 9. Напряжения, возникающие в стенке цилиндрической обечайки

Расчет тонкостенных* цилиндрических корпусов, работающих под внутренним давлением. Согласно мембранной теории радиальные напряжения δ_r , возникающие в цилиндрических оболочках от внутреннего или наружного давления, при расчете не принимаются во внимание.

Определим кольцевое а-с и меридиональное (в направлении образующей цилиндра) оп напряжения, возникающие в стенке цилиндра под действием внутреннего давления P .

Кольцевое напряжение возникает от давления среды на стенки цилиндра. Из условия равновесия имеем:

$$2\delta_\tau s' l = PD_C l, \text{ откуда} \quad (1) \quad \delta_\tau = PD_C / 2s'$$

(2)

где D_C — средний диаметр цилиндра; s' — толщина стенки цилиндра; l — длина Цилиндра.

Меридиональное напряжение возникает от давления среды на днище аппарата. Из условия равновесия имеем:

$$\delta_n \pi D_C s' = P \left(\frac{\pi}{2} \right) D_C^2, \text{ откуда} \quad (3)$$

$$\delta_n = PD_C / 4s' \quad (4)$$

В цилиндрических аппаратах кольцевые напряжения вдвое больше меридиональных, поэтому наиболее опасными местами в аппарате являются продольное сечение и продольные швы. Исходя из этого, аппараты рассчитывают на напряжения, возникающие в продольных сечениях. Значение максимального

напряжения можно легко определить и из уравнения Лапласа, приняв для цилиндра $\rho_n = \infty$ и $\rho_i = R_C = D_C / 2$.

В соответствии с первой теорией прочности расчет ведут по наибольшему нормальному напряжению. Это напряжение не должно превышать допустимое, поэтому с учетом коэффициента прочности сварного шва σ_p по формуле (1) находят номинальную расчетную толщину стенки аппарата:

$$S' = PD_C / (2\delta_{\text{доп}}\varphi) \quad \text{или} \quad (5)$$

$$S' = PD_B / (2\delta_{\text{доп}}\varphi - \rho), \quad \text{где} \quad (6)$$

где D_B — внутренний диаметр цилиндра; $\delta_{\text{доп}}$ — допустимое напряжение.

Полную толщину стенки аппарата с учетом прибавок (в мм) на коррозию и эрозию определяют по формуле (7) или (8):

$$S = \frac{PD_B}{2\delta_{\text{доп}}\varphi - \rho} + C + C_1, \quad (7)$$

$$S = \frac{PD_H}{2\delta_{\text{доп}}\varphi - \rho} + C + C_1 \quad (8)$$

где s — полная расчетная толщина стенки аппарата; D_H — наружный диаметр цилиндра; C — прибавка к расчетной толщине, учитывающая агрессивное действие рабочей среды на материал корпуса; C_1 — дополнительная прибавка к расчетной толщине, вводимая по технологическим, монтажным и другим соображениям.

Расчетные формулы (7) и (8) рекомендованы соответствующим ГОСТом, согласно которому допустимое давление в аппарате определяется по формуле:

$$P_{\text{доп}} = \frac{2\varphi\delta_{\text{доп}}(S - C)}{D_B + S - C} \quad (9)$$

Задание №1.

Рассчитать цилиндрическую обечайку, работающую под внутренним давлением. Колонна работает при атмосферном давлении P . В качестве расчетного давления принимается максимально возможное избыточное давление, но не менее 0,2 МПа. Колонна изготовлена из низколегированной стали 09Г2С. Используют ручную электродуговую сварку.

№ вар	Дв	трасч	С1	С2
B1	400	≤410	3	2
B2	500	≤430	2,5	2
B3	600	≤420	3,5	2
B4	700	≤440	3	1,5
B5	800	≤450	3,2	2,8
B6	900	≤460	3,4	2,6
B7	1000	≤470	2,8	3,2
B8	1200	≤480	2,4	3,1
B9	1400	≤100	3,3	2,7
B10	1600	≤200	3	2,5
B11	1800	≤150	4	2
B12	2000	≤375	2,9	3,1
B13	2200	≤250	4	1,6
B14	2400	≤200	3,7	2,3
B15	2500	≤300	3,2	2,3
B16	2600	≤350	2,9	2,9
B17	2800	≤410	3,6	2,4
B18	3000	≤420	3,6	1,9
B19	3200	≤430	3,3	2,1
B20	3400	≤440	3,2	2,2
B21	3600	≤450	4	1,9
B22	3800	≤460	4,2	2,8
B23	4000	≤470	4,4	3,2
B24	4500	≤480	4,5	2,5
B25	450	≤250	3	1,5
B26	550	≤400	3,1	2
B27	650	≤100	3,2	1,8
B28	1100	≤150	3,3	1,9
B29	1300	≤200	2,9	2,9
B30	1500	≤350	4	1,8

Расчет коэффициента теплопередачи в зависимости от скоростей потоков теплоносителей.

Уравнение теплопередачи:

$$Q = KF\Delta t_{cp} \quad (1)$$

Где К – коэффициент теплопередачи [Вт/(м².град)],

F – поверхность теплообмена [м²,]

Δt_{cp} - температурный напор.

Коэффициент теплопередачи вычисляется по формуле:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (2)$$

Где α_1, α_2 – коэффициенты теплоотдачи обоих теплоносителей [Вт/м²град]

δ – толщина стенки (м)

λ – теплопроводность стенки [Вт/м.град]

Чем выше значения коэффициентов теплоотдачи, тем эффективней теплообмен, а значит выше коэффициент теплопередачи.

Основными факторами, определяющими величину коэффициента теплоотдачи является характер движения теплоносителей (ламинарный или турбулентный) и его скорость.

С увеличением скорости теплоносителя толщина ламинарного пограничного слоя уменьшается, вследствие чего его тепловое соприкосновение понижается, а коэффициент теплоотдачи возрастает.

Критерий Рейнольдса характеризует гидродинамический режим движения теплоносителя.

$$Re = \frac{\omega l}{\mu} \quad (3)$$

Где ω – скорость [кг/м²/с],

l – определяющий геометрический размер (м),

μ - динамическая вязкость Н*с/м².

Задание №2.

Вариант 1-15

Определить коэффициент теплопередачи от газа, движущегося по стальному трубопроводу, к окружающему воздуху. Наружный диаметр трубопровода d_2 (мм), толщина стены δ_2 (мм), теплопроводность λ_2 (Вт/м.град). Трубопровод футерован изнутри шамотным кирпичом, толщина футеровки δ_1 (мм), теплопроводность λ_1 (Вт/м.град). Коэффициент теплоотдачи от газа к стенке α_1 (Вт/м².град), коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стенки к воздуху α_2 (Вт/м².град).

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15
2	1000	800	600	500	400	200	250	650	550	100	150	1200	1250	1400	1100
2	10	15	8	12	18	11	9	8	6	9	10	15	18	20	12
2	45	50	35	40	45	55	60	65	45	50	35	55	40	60	50
1	65	70	50	45	40	35	30	50	55	60	65	70	75	80	50
1	0,81	0,8	0,75	0,7	0,85	0,83	0,84	0,76	0,77	0,76	0,74	0,73	0,72	0,71	0,82
1	11,6	11,4	11,2	11	11,5	11,3	11,5	10,9	10,8	10,6	10,5	10,4	10,2	10,3	10,8
2	15,5	15,4	15,3	15,2	15,1	15	15,6	15,7	15,8	15,9	16	16,1	16,2	16,4	16,5

Вариант 16-30

Определить коэффициент теплоотдачи при движении воды по трубе с внутренним диаметром d_v (мм), если массовая скорость воды ω (кг/м².с), а средняя температура Δt_{cp} (°C) составляет константы воды при этой температуре: вязкость μ (Н*с/м²), теплопроводность λ (Вт/м.град), удельная теплоемкость C (Дж/кг*град).

	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	B24	B25	B26	B27	B28	B29	B30
в	15	20	25	40	50	65	80	100	125	150	175	200	225	250	300
	400	350	300	340	420	320	410	330	335	355	345	420	425	440	390
ср	28	30	28,5	29	29,5	30,5	31	31,5	32	32,5	33	33,5	34	27,5	27
	0,835	0,83	0,82	0,825	0,83	0,834	0,833	0,84	0,845	0,838	0,836	0,828	0,822	0,821	0,833
	0,613	0,612	0,611	0,6	0,614	0,615	0,616	0,617	0,618	0,619	0,62	0,621	0,622	0,622	0,624
	4190	4195	4192	4193	4191	4196	4197	4200	4195	4189	4188	4187	4186	4186	1185

Механический расчет тарелок.

Схема и содержание механического расчета тарелки зависят от ее конструкции и диаметра колонны. Конструктивные размеры тарелок малых диаметров (менее 1 м) принимают без механического расчета, исходя только из возможности коррозионного и эрозионного износа.

Расчету подлежат опорный каркас и диск тарелки, желоба и колпачки (для желобчатых и S-образных тарелок), колосниковые решетки (для насадочных колонн), а также опорные уголки и другие элементы, привариваемые к корпусу колонны.

Тарелки, состоящие из перфорированного диска (тарелки с круглыми колпачками, клапанные, провальные) без специального опорного каркаса (привариваемые к корпусу колонны или устанавливаемые на опорное кольцо, приваренное к колонне) при расчете рассматривают как тонкие круглые пластинки, опирающиеся по контуру и нагруженные равномерной нагрузкой от собственного веса и веса флегмы на тарелке. Разность давлений под и над тарелкой при расчете не учитывают ввиду ее малости.

Расчет диска рассмотрим на примере тарелки с круглыми колпачками для колонны диаметром D . Нагрузку на тарелку примем равномерно распределенной. Определим сначала вес самой тарелки. Площадь тарелки:

$$F = \pi D^2 / 4 \quad (1)$$

Суммарная площадь всех отверстий для закрепления ниппелей составляет примерно 15—20% площади диска тарелки. Примем ее равной 18%:

$$F_1 = 0,18F \quad (2)$$

Вес диска тарелки $G_D = (F - F_1)s_D\gamma \quad (3)$

толщина диска тарелки, принимаемая в первом приближении равной 0,01-0,015 м; примем $s_d = 0,012$ м. Удельный вес стали $\gamma = 0,078$ МПа/м. Тогда $G_d = (7,57 - 1,36) 0,012 \cdot 0,078 = 0,00571$ МН

Вес одного ниппеля, обычно изготавливаемого из труб 76X3 мм высотой 0,09 м, равен примерно 5-10~6 МН; вес одного штампованного колпачка с крепежными деталями примем равным 12-Ю-6 МН. Тогда вес ниппеля и колпачка:

$$G_K = G_n + G_R$$

Число колпачков $n = F/f$, где f - площадь отверстия под ниппель. Вес тарелки:

$$G_T = G_d + nG_K$$

Зададимся высотой слоя жидкости (воды) на тарелке. Вес ее:

$$G_B = 0,01 \cdot 0,08 \cdot (F - nf) \quad (5)$$

Таким образом, общая нагрузка, на которую рассчитывают тарелку, составляет:

$$G = G_T + G_B \quad (6)$$

Толщину диска тарелки определяем из расчета на прочность по формуле:

$$s = D \sqrt{\frac{5}{16} \cdot \frac{\rho}{\delta_{доп}}} + C \quad ; \quad (7)$$

где D - диаметр диска; ρ - равномерно распределенная нагрузка на диск; $\delta_{доп}$ - допустимое напряжение на изгиб; C - прибавка на коррозию.

Рассчитаем значение ρ :

$$\rho = 4G / \pi D^2 \quad (8)$$

Если расчетная толщина оказалась больше той, которой мы задавались, расчет следует повторить.

Задание №3.

Рассчитать диск колпачковой тарелки ректификационной колонны. Считая нагрузку на тарелку равномерно распределено для колонны диаметром D м.

№ вар	Д (мм)	№ вар	Д (мм)
B1	1000	B16	2800
B2	1100	B17	3000
B3	1200	B18	3200
B4	1300	B19	3400
B5	1400	B20	3600
B6	1500	B21	3800
B7	1600	B22	4000
B8	1700	B23	4500
B9	1800	B24	5000
B10	1900	B25	5600
B11	2000	B26	6300
B12	2200	B27	7000
B13	2400	B28	7500
B14	2500	B29	8000
B15	2600	B30	8500

Экзаменационные вопросы к экзамену

Классификация оборудования по назначению и конструкции. Основные требования к эффективности, надежности, безопасности, материалоемкости, ремонт пригодности, долговечности оборудования.

Типы корпусов: цилиндрические, сферические, конусные, ящичные. Особенности расчета корпусов аппаратов, работающих под наружным избыточным давлением. Кольца жесткости. Необходимость учёта ветровых и сейсмических нагрузок при расчете вертикальных аппаратов.

1. Ректоры и регенераторы установок каталитического крекинга. Конструкции, материальное использование, защита от коррозии и эрозии.
2. Особенности специфика эксплуатации оборудования его износ и восстановление. Проверка состояния оборудования при эксплуатации. Общие вопросы ремонта: система ППР, виды ремонта, методы организации ремонтных работ.
3. Днища цилиндрических аппаратов, конструкции применения сферических, эллиптических и конических днищ.
4. Реакторы каталитического риформинга гидроочистки. Типы аппаратов и их материальное использование.
5. Экологически чистое оборудование. Сосуды, работающие под давлением. Устройства сварного корпуса. Давление рабочее (технологическое), расчеты, условное и пробное. Температура расчетная работа.
6. Назначение конструкции фланцев, люков, лазов, штуцеров. Зависимость конструкции люков и лазов от рабочих условий.
7. Виды неоднородных систем и методы их разделения. Отстаивание. Типы отстойников, их устройства.
8. Испытание аппаратов и оборудования на прочность и плотность, нормы и условия проведения.
9. Укрепление вырезов в корпусах аппаратов. Способы укрепления вырезов: укрепляющим кольцом, за счет металла корпуса, патрубка.
10. Реакционные камеры установок замедленного коксования. Оборудование для удаления и выгрузки кокса.
11. Стандартны на аппаратуру и оборудование, параметры, узлы и детали.

12. Опоры вертикальных и горизонтальных аппаратов. Требования к опорам. Контроль качества сварных швов аппаратуры.
13. Реакторы гидрокрекинга и установок сернокислотного алкилирования.
14. Основные конструкционные материалы, применяемые для изготовления аппаратов, машин, трубопроводов, арматур, металлоконструкций нефтегазоперерабатывающих заводов.
15. Определение зависимости коэффициента теплопередач от скоростей потоков теплоносителей в кожухотрубчатых теплообменниках. Стандартные конструкции кожухотрубчатых теплообменных аппаратов. Кожухотрубчатые аппараты с неподвижными решетками (жесткого типа)
16. Фильтрация. Устройства различных видов фильтров. НУТЧ – фильтры, прессфильтры (барабанных, ленточные, дисковые).
17. Факторы, определяющие выбор материалов, зависящие от внешних рабочих условий (температуры, давление, свойства среды) и связанные со свойствами материалов. Экономическое обоснование выбора материала.
18. Температурные усилия и напряжение в трубках и корпусе теплообменника. Пуск и остановка аппарата. Конструкция узла, соединение труб с трубной решеткой.
19. Центрифугирование. Классификация, устройство основных типов центрифуг и область их применения. Отстойное центрифугирование и центробежное фильтрование.
20. Изменение механических свойств и структуры металла и сплавов при кратковременных испытаниях и длительной работе в условиях высокой и низкой температур, под воздействием агрессивных сред.
21. Кожухотрубчатые теплообменники с компенсатором на корпусе, температурные усилия в конструкции.
22. Цели и методы очистки газов. Классификация газоочистительных аппаратов, устройство газоочистителей, пылесадительной камеры, инерционных пылеуловителей, рукавных фильтров, Мокрая очистка газов.
23. Общая характеристика сталей, их маркировка. Влияние на сталь углерода, марганца, кремния, серы, фосфора, газов, легирующих элементов. Классификация сталей по их свойствам: стали повышенной прочности, теплоустойчивые, жаростойкие, жаропрочные, нержавеющие. Биметалл.
24. Кожухотрубчатые теплообменники с подвижной решеткой и U-образными трубками.

25. Электрическая очистка газа. Электрофильтры.
26. Классификация чугунов и их маркировка.
27. Конструкции поперечных перегородок. Схемы кожухотрубчатых аппаратов различных конструкций.
28. Перемешивание, Цели, методы, эффективность перемешивания. Конструкции механических мешалок. Их сравнительная оценка, выбор.
29. Медь и её свойства, Марки меди по ГОСТ. Влияние примесей. Медные сплавы.
30. Аппараты с двойными трубными решетками. Теплообменники для высоких температур. Защиты труб от вибрации. Опрессовка и чистка теплообменников.
31. Пневматическое и гидравлическое перемешивание.
32. Латунь. Механические свойства латуни. Марки латуни по ГОСТ. Свойства и применение.
33. Мероприятия по интенсификации работы кожухотрубчатых теплообменных аппаратов.
34. Электродегидраторы и электроразделители.
35. Бронзы. Механические свойства бронзы в зависимости от содержания олова. Марки бронз по ГОСТ. Свойства и применение.
36. Испарители с паровым пространством (рибойлер).
37. Основные требования охраны труда при эксплуатации групп оборудования.
38. Антифрикционные сплавы. Антифрикционные чугуны. Металлокерамические подшипниковые материалы. Область применения антифрикционных сплавов.
39. Теплообменники типа «труба в трубе» жесткой конструкции и разборка со сводными трубками.
40. Типы резервуаров и их назначение. Цилиндрические вертикальные резервуары, их устройство и основные параметры. Конструкции плавающих крыш.
41. Прокладочные и уплотняющие материалы: резина, паронит, асбест, картон, фторопласт, фибро, кожа, пластикат и прорезиненные ткани.
42. Виды оребрения труб для продольного обтекания.
43. Классификация и назначение технологических трубопроводов, их узлы, детали и арматура.

44. Применение металлических прокладок в аппаратуре. Набивочные материалы (асбестовых пряжа, льняная пряжа, прорезиненные металлические графитовые набивки).
45. Кристаллизаторы. Особенности их конструкций.
46. Выбор материалов трубопроводов в зависимости от рабочих условий. Температурные деформации.
47. Сальниковые и монтажные уплотнения. Выбор уплотняющих материалов в зависимости от температуры, давления и агрессивности сред.
48. Аппараты воздушного охлаждения. Способы регулирования режима работы аппаратов воздушного охлаждения.
49. Назначение и виды компенсаторов на трубопроводах.
50. Пластмассы. Основные физико – механические свойства пластмасс, их классификация.
51. Градирни, применение и устройство.
52. Реакторы и регенераторы установок каталитического крекинга.
53. Применение керамики. Химическая стойкость каменно – керамических изделий.
54. Характеристика сточных вод, их классификация. Схема очистки сточных вод.
55. Реакторы каталитического риформинга и гидроочистки.
56. Кислотостойкие замазки на основе жидкого стекла. Кислотоупорный цемент и андезит, их состав, механические свойства и химическая стойкость.
57. Устройство песколовок, нефтеловушек. Биологическая очистка.
58. реакционные камеры установок замедленного коксования.
59. Кислотоупорный бетон. Полимербетона. Область применения и химически стойких бетонов, цементов и замазок.
60. Виды неоднородных систем метод из разделения. Отстаивание. Типы отстойников, их устройство.
61. Реакторы гидрокрекинга.
62. Каменное литьё. Материалы для футеровки нефтезаводской и химической аппаратуры.

- 63.Фильтрация. Устройство различных видов фильтратов. Нутч – фильтры, пресс – фильтры, вакуум – фильтры (барабанные, ленточные, дисковые).
- 64.Реакторы установки серноокислотного алкилирования.
- 65.Натуральные и синтетические каучуки. Свойства технического каучука, основные виды резины, физико – механические и антикоррозийные свойства мягкой резины. Резинотехнические изделия и их применение.
- 66.Центрифугирование, классификация, устройство основных типов центрифуг, область их применение.
- 67.Современные конструкции трубчатых печей и их классификация. Основные узлы и детали печей.
- 68.Графиты. Графитовые изделия. Графит как конструкционный материал. Применение угольных и графитовых изделий в теплообменной аппаратуре и в установках для высокотемпературных процессов.
- 69.Перемешивание. Цели, методы, эффективность перемешивания. Конструкции механических мешалок, их сравнительная оценка, выбор.
- 70.Реакторы и регенераторы установок каталитического крекинга. Конструкции, материальное использование, защиты от коррозии и эрозии.
- 71.Химическая стойкость тканей для резиновых рукавов и рукавных фильтров.
- 72.Необходимость учета ветровых и сейсмических нагрузок при расчете вертикальных аппаратов.
- 73.Пневматическое и гидравлическое перемешивание.

Учебное издание

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
(ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ)
ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА
СПЕЦИАЛЬНОСТИ СПО

Учебное пособие
Часть 3

Составитель: Андреева Т.А.

*Верстка: Павлова В.А.
Печатается в авторской редакции*

Подписано в печать 19.12.2016г. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 3,9. Тираж 100. Заказ № 15.

Оригинал-макет подготовлен и отпечатан
в редакционно-издательском центре СНТ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Югорский государственный университет»
Сургутский нефтяной техникум
(филиал) Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Югорский государственный университет»
628415, Россия, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
Г. Сургут, ул. Григория Кукуевицкого, д. 3
Тел. (3462) 45-75-91

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

(ДЛЯ СТУДЕНТОВ ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ)

**ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ
СРЕДНЕГО ЗВЕНА СПЕЦИАЛЬНОСТИ СПО**

Часть 3