

А. В. СУГАК, В. К. ЛЕОНТЬЕВ, Ю. А. ВЕТКИН

ОБОРУДОВАНИЕ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Рекомендовано

*Федеральным государственным автономным учреждением
«Федеральный институт развития образования» (ФГАУ «ФИРО»)
в качестве учебного пособия для использования
в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих
программы среднего профессионального образования
по специальности 240134 «Переработка нефти и газа»,
ПМ.01 «Эксплуатация технологического оборудования»*

*Регистрационный номер рецензии 441
от 12 декабря 2011 г. ФГАУ «ФИРО»*



Москва
Издательский центр «Академия»
2012

УДК 665.6(075.32)
ББК 65.304.13я723
С89

Рецензент —

преподаватель спецдисциплин КА и Р № 27 (УК № 5), Почетный работник начального профессионального образования Российской Федерации *И. Л. Липская*

Сугак А. В.

С89 Оборудование нефтеперерабатывающего производства : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / А. В. Сугак, В. К. Леонтьев, Ю. А. Веткин. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 336 с.

ISBN 978-5-7695-7191-6

Представлена классификация основного оборудования для проведения процессов переработки нефти. Изложены основные требования к выбору оборудования, материала для изготовления элементов конструкций. Приведены описание, принцип действия и основы расчета оборудования для процессов переработки нефти, а также особенности его эксплуатации.

Учебное пособие может быть использовано при освоении профессионального модуля ПМ.01 «Эксплуатация технологического оборудования» по специальности 240134 «Переработка нефти и газа».

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

УДК 665.6(075.32)
ББК 65.304.13я723

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение
любым способом без согласия правообладателя запрещается*

ISBN 978-5-7695-7191-6

© Сугак А. В., Леонтьев В. К., Веткин Ю. А., 2012
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2012
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современные процессы переработки нефти отличаются большим многообразием параметров, каждый из которых оказывает существенное влияние на качество и глубину ее переработки. Большое значение имеет также хороший уровень знаний по правильному выбору, обоснованному расчету и умелой эксплуатации сложного оборудования, которое обладает высокой единичной мощностью, современными средствами автоматизации и механизации.

Выпускник колледжа, занимая на предприятии должность техника-конструктора, аппаратчика или начальника смены, должен обладать комплексом современных научных знаний об основных процессах нефтепереработки, устройстве и принципе действия оборудования. Это необходимо еще и потому, что эти процессы относятся к высшему классу взрыво- и пожароопасности и их неправильная эксплуатация может привести к тяжелым последствиям как для здоровья людей, так и для окружающей среды.

В учебном пособии представлена классификация основного оборудования для проведения процессов переработки нефти. Изложены основные требования к вопросам выбора оборудования, материала для изготовления элементов конструкций. Приведены описание, принцип действия и основы расчета оборудования для процессов переработки нефти, а также особенности его монтажа, эксплуатации, обслуживания и ремонта.

КЛАССИФИКАЦИЯ И РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1. ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТИ. ПЕРЕРАБОТКА НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ

Первые упоминания об использовании нефти в качестве топлива появились в русских летописях VI в. Вплоть до второй половины XIX в. нефть сжигали в топках. Однако уже во второй половине XIX в. из нефти стали получать керосин, используемый для освещения, и смазочные масла, которые нашли применение в быстро развивающемся машиностроении. Бензин в то время сжигали как побочный продукт.

Лишь в XX в., с началом активного развития автомобильной и авиационной промышленности, бензин становится основным продуктом переработки нефти. Кроме того, совершенствование технологии переработки нефти позволило получить другие продукты (лигроин, смазочные масла и т. д.), а в 1930-х гг. начато производство нефтепродуктов, которые впоследствии стали использоваться в химической промышленности: этилен, пропилен, фенол, бензол и т. д. Таким образом, переработка нефти превращается в важнейшую отрасль нефтехимического синтеза. В настоящее время на заводах, оснащенных современным оборудованием, из нефти получают не только различные виды топлив (нефтеперерабатывающие заводы), но и сырье для производства пластмасс, синтетического каучука, синтетических моющих средств и т. д. (нефтехимические заводы).

Состав и свойства нефти. Нефть представляет собой маслянистую жидкость плотностью ρ , значение которой находится в диапазоне 830...970 кг/м³. Цвет нефти — от светло-желтого до темно-коричневого и даже черного. Температура застывания нефти — от -20 до +10 °С; теплота сгорания составляет 40 000...44 000 кДж/кг.

Нефть состоит из 85...86 % углерода и 12... 14 % водорода, которые находятся в связанном состоянии. Такие вещества называют углеводородами. Кроме того, в нефти также имеется незначительное количество азота, серы, кислорода. Так как нефть при добыче находится под давлением, то часть легких углеводородов ($C_1 \dots C_4$) испаряется в виде попутного газа, а часть остается. Такую нефть называют *нестабильной*.

Первичная переработка нефти. Первичным этапом переработки нефти является ее *стабилизация*, которая заключается в отгонке более легких компонентов. Эти компоненты отправляются в газофракционирующую установку, где, в свою очередь, разделяются на фракции: метан, этан, пропан, бутан.

Удаление из нефти минеральных солей осуществляют в процессе *обессоливания* — промывки теплой водой. Дальнейшее удаление воды из нефти производят, как правило, электрическим методом — пропусканием нефтяной пленки через электроды. В результате этого происходит активное разрушение эмульсии и отделение нефти от воды.

На современных нефтеперерабатывающих заводах существуют физические и химические методы переработки нефти.

В основе *физического метода* переработки нефти лежит использование физических свойств компонентов, входящих в ее состав: температур кипения, растворимости, кристаллизации. Этот процесс переработки называют перегонкой. На рис. 1.1 представлена схема процесса перегонки нефти. Разогретая в трубчатой печи 1 до 350 °С нефть, находясь в парожидком состоянии, подается в колонну 2

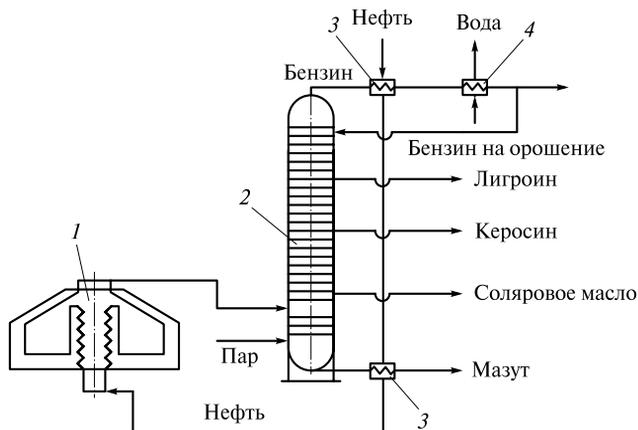


Рис. 1.1. Схема процесса перегонки нефти:
1 — трубчатая печь; 2 — колонна; 3, 4 — теплообменники

Таблица 1.1. Получаемые фракции при перегонке нефти

Фракции	Температура отбора, °С	Выход, % масс.
Бензин	До 170	14,5
Лигроин	160 ... 200	7,5
Керосин	200 ... 300	18,0
Соляровое масло	300 ... 350	5,0
Мазут	350	55,0

и охлаждается жидкостью (флегмой), стекающей сверху. Соприкосновение паров с жидкостью приводит к разделению смеси на фракции по температурам кипения. Часть полученного бензина после охлаждения в теплообменниках 3 и 4 конденсируется и в виде флегмы возвращается в колонну. Мазут далее используют в качестве сырья для производства смазочных масел или в результате дальнейшего химического превращения из него получают бензин. Значения температур, при которых производят отбор фракций, и примерный выход продукта приведены в табл. 1.1.

Химические методы переработки нефти предусматривают воздействие на нефть в целях осуществления более глубоких структурных изменений углеводородного сырья. Такие изменения происходят в результате воздействия на нефть давлением, катализаторами, повышением температуры. Например, термический крекинг (пироллиз, риформинг, коксование) проводят при температуре 450 ... 720 °С и давлении до 7 МПа. Химические методы позволяют дополнительно получить жидкие и газообразные продукты. Это происходит благодаря расщеплению углеводородов под воздействием температуры.

В нефтеперерабатывающей промышленности часто для ускорения химического процесса используют катализатор. Такие процессы проводят при температуре 450 ... 500 °С и атмосферном давлении. Присутствие катализатора увеличивает выход бензина до 70 % и повышает его октановое число до 82 единиц. К таким процессам можно отнести каталитический крекинг, каталитический риформинг, гидрокрекинг и др.

Завершающим этапом процесса получения моторных топлив и смазочных масел является их очистка от непредельных углеводородов, сернистых и азотистых соединений. Эти процессы проводят с помощью химических (сернокислотная очистка и гидроочистка) и физико-химических (абсорбция и адсорбция) методов.

1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПО НАЗНАЧЕНИЮ И КОНСТРУКЦИИ

Процесс переработки нефти представляет собой сложную цепочку взаимосвязанных технологических операций, каждая из которых важна и необходима.

Все оборудование химической технологии в зависимости от закономерностей протекания процесса условно подразделяют на пять групп.

К *первой группе* отнесится оборудование для проведения механических процессов: измельчения, транспортирования, сортировки и смешения твердых материалов. Процессы этой группы проводят в специально сконструированных машинах и аппаратах (например, измельчителях, классификаторах, дозаторах и др.).

Вторая группа — оборудование для гидромеханических процессов, интенсивность которых определяется законами гидродинамики — законами о движении жидкостей и газов. К этой группе оборудования относятся трубопроводы для перемещения жидкостей и газов, осадительные камеры, циклоны и гидроциклоны и др.

Третья группа — оборудование для тепловых процессов, скорость протекания которых зависит от скорости теплопередачи. В данную группу входят холодильники, подогреватели, испарители, выпарные установки, холодильные агрегаты, печи и др.

Четвертая группа включает в себя оборудование для массообменных процессов, скорость которых зависит от скорости теплопередачи. Это абсорберы, адсорберы, колонны для перегонки, ректификации, экстракции, кристаллизации, аппараты для сушки и др.

Пятая группа — химические реакторы, в которых происходит химическая реакция — превращение веществ с изменением их химических свойств. Конструкции реакторов разнообразны: реакторы с мешалками, с неподвижным или псевдооживленным слоем катализатора и др.

Технологический процесс может быть организован в периодическом или непрерывном режиме.

В *периодическом режиме* все стадии процесса проводятся в одном аппарате, но в разное время. Например, сначала осуществляют загрузку исходного сырья, затем перемешивают и нагревают смесь, а после окончания процесса опорожняют реактор. В таком режиме последовательно проводят все технологические операции, каждая из которых требует строгого соблюдения временных параметров процесса, участия большого числа реагентов. Как правило, произво-

дительность таких процессов невелика. В периодическом режиме проводят процессы с участием большого числа участвующих компонентов, а также малотоннажные процессы.

При *непрерывном режиме* загрузка сырья, протекание процесса, выгрузка продукта осуществляются в одно время, но в разных аппаратах. К преимуществам непрерывного режима проведения процесса относится возможность использования специальной аппаратуры для каждой стадии процесса, стабилизации процесса во времени, улучшения качества продукта, решения вопросов автоматизированного управления процессом. Как правило, многотоннажные процессы переработки нефти осуществляют в непрерывном режиме.

1.3. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К АППАРАТАМ

К аппарату, в котором должен проходить процесс, предъявляется ряд требований. Каждый аппарат должен быть надежным, удобным и безопасным в эксплуатации, высокопроизводительным и экономичным.

Главным условием длительной и бесперебойной работы аппарата является его механическая надежность (прочность, жесткость, устойчивость, долговечность, герметичность конструкции).

Аппарат должен обладать конструктивным совершенством, под которым понимают простоту конструкции, малые массу и габаритные размеры, минимально необходимое количество дорогостоящих материалов, используемых при его конструировании, высокий коэффициент полезного действия.

К эксплуатационным достоинствам аппарата относятся удобство, простота и низкая стоимость сборки, монтажа и эксплуатации.

На выбор конструкции также оказывают влияние следующие критерии:

- особенности технологического процесса;
- силы, действующие на аппарат;
- особенности изготовления аппарата;
- эксплуатационные требования.

К *особенностям технологического процесса* относятся характер процесса (тепловой, диффузионный, массообменный и др.) и способ проведения процесса (периодический, непрерывный). Кроме того,

необходимо иметь данные по агрегатному состоянию обрабатываемых веществ, термодинамическим условиям проведения процесса (давление, температура), степени агрессивности сред.

При выборе необходимо изучить, какие *силы (динамические нагрузки)* будут действовать на аппарат во время его эксплуатации.

Особенности изготовления аппарата определяются доступностью способов его изготовления, легкостью обработки конструкционного материала деталей, из которых он изготовлен.

К *эксплуатационным требованиям* относится оснащение конструкции различными узлами и устройствами: люками, крышками, смотровыми окнами и другими вспомогательными устройствами.

Учитывая указанные критерии, можно произвести обоснованный выбор конструкции аппарата.

1.4. МЕТОДЫ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА ОБОРУДОВАНИЯ

Основной целью расчета технологического оборудования являются определение основных размеров аппаратов, задействованных в осуществлении технологического процесса, и обеспечение его безопасной эксплуатации. Конечной целью таких расчетов являются поиск оптимальных условий проведения процесса и минимизация затрат на его осуществление.

Существует определенный подход к анализу процесса и проведению расчетов.

На первом этапе необходимо определить необходимое количество сырья $\sum G_c$, поступающего на переработку, и получаемое количество продукта $\sum G_{\text{прод}}$. Для этой цели используют уравнение материального баланса, которое составляют на основании закона сохранения массы:

$$\sum G_c = \sum G_{\text{пр}} \quad (1.1)$$

Уравнение материального баланса может быть составлено для всего технологического процесса получения продукта или для отдельного технологического процесса (одного аппарата).

Величины, входящие в уравнение (1.1), могут иметь размерность [кг/сут], [кг/ч] или [кг/с]. Основой для составления уравнения материального баланса в случае проведения химического превращения являются уравнения химической реакции, из которых получают необходимые данные о требуемом количестве исходного вещества для получения необходимого количества продукта.

В условиях промышленной реализации химического процесса, когда в силу ряда факторов фактическое количество получаемого продукта $G_{\text{пр.ф}}$ становится меньше теоретического $G_{\text{пр.т}}$, вводят понятие *выход продукта*, значение которого определяют по формуле

$$\eta = G_{\text{пр.ф}}/G_{\text{пр.т}}$$

Если задана годовая производительность предприятия по продукту П (кг/год) при непрерывном режиме работы, то его суточную производительность цеха $G_{\text{пр}}$ (кг/сут) можно определить по формуле

$$G_{\text{пр}} = П/N_{\text{раб}}$$

где $N_{\text{раб}}$ — количество рабочих дней в году.

Зная соотношение между количеством продукта и количеством сырья, идущего на переработку, можно рассчитать необходимое количество аппаратов, размещаемых в цехе.

При непрерывном режиме проведения процесса необходимое количество аппаратов $N_{\text{н}}$ составит

$$N_{\text{н}} = Q_V \tau_{\text{пр}} / (V_{\text{ном}} \varphi),$$

где Q_V — объемный расход сырья, поступающего в цех на переработку, м³/с; $\tau_{\text{пр}}$ — время пребывания жидкости в аппарате (для химического процесса величина $\tau_{\text{пр}}$ равна времени реакции τ_p), с; $V_{\text{ном}}$ — номинальный объем одного аппарата, м³; φ — коэффициент заполнения аппарата, значение которого зависит от конкретного процесса (при полностью заполненном аппарате $\varphi = 1$; если процесс проходит без пенообразования, то можно принять $\varphi = 0,75 \dots 0,80$; при пенообразовании $\varphi = 0,4 \dots 0,6$).

Если процесс проводят в периодическом режиме, то необходимое количество аппаратов $N_{\text{пер}}$, размещаемых в цехе, определяют по формуле

$$N_{\text{пер}} = Q_V \tau_{\text{пр}} / (24 V_{\text{ном}} \varphi). \quad (1.2)$$

В уравнении (1.2) принят трехсменный режим работы цеха.

Если при проведении расчетов необходимо определить номинальный объем одного аппарата $V_{\text{ном}}$, то можно воспользоваться уравнением

$$V_{\text{ном}} = V_{\text{ж}} / \varphi,$$

где $V_{\text{ж}}$ — объем жидкости в аппарате.

Объем жидкости в аппарате определяют по формуле

$$V_{\text{ж}} = \tau_{\text{пр}} Q_V^{\text{ап}},$$

где $Q_V^{\text{ап}}$ — производительность одного аппарата (реактора) по сырью, м³/с.

Площадь поперечного сечения аппарата S определяют по уравнению

$$S = Q_V^{\text{ап}}/v,$$

где v — средняя скорость потока, м/с, значение которой известно или им задаются (например, для вынужденного движения газа по трубе можно принять $v = 20 \dots 25$ м/с; для вынужденного движения жидкости $v = 1,5 \dots 2,0$ м/с; для пара $v = 20 \dots 40$ м/с).

Диаметр аппарата может быть найден по формуле

$$D_{\text{ап}} = (4S/\pi)^{0,5},$$

где V — площадь сечения аппарата, м².

В случае, если реактор заполнен катализатором или насадкой со значением удельной поверхности σ (м²/м³), рабочий объем такого аппарата составит

$$V_{\text{раб}} = S_{\text{кат}}/\sigma,$$

где $S_{\text{кат}}$ — площадь сечения аппарата, занятая насадкой, м²; значение σ находят из справочной литературы.

Необходимый объем катализатора в реакторе определяют по уравнению

$$V_{\text{кат}} = Q_V^{\text{ап}}/n_{\text{об}},$$

где $n_{\text{об}}$ — объемная скорость подачи сырья, ч⁻¹, равная количеству кубометров сырья, проходящего через 1 м³ катализатора за 1 ч (ее значение находят из справочной литературы для конкретного химического процесса. Например, для процесса каталитического крекинга, проводимого на алюмосиликатном катализаторе, $n_{\text{об}}$ принимают в диапазоне $2,0 \dots 2,4$ ч⁻¹).

Для определения тепловых характеристик процесса, расчета и подбора необходимого теплообменного оборудования используют уравнение теплового баланса

$$Q_c + |Q_p| + |Q_{\text{тн}}| + Q_{\text{ф.п}} + |Q_{\text{пост}}| = Q_{\text{пр}}, \quad (1.3)$$

где Q_c — количество теплоты, поступающее в реактор с сырьем; Q_p — количество теплоты, выделяемое или поглощаемое химической реакцией; $Q_{\text{тн}}$ — количество теплоты, отдаваемое хладагенту или получаемое от теплоносителя; $Q_{\text{ф.п}}$ — количество теплоты, затрачиваемое на фазовый переход вещества; $Q_{\text{пост}}$ — количество теплоты, теряемое или поступающее от окружающей среды; $Q_{\text{пр}}$ — количество теплоты, выходящее из реактора с продуктом.

Уравнение (1.3) составлено для стационарного процесса. Знак «плюс» в уравнении (1.3) перед слагаемым означает, что теплота поступает в реактор, знак «минус» — выходит из него в окружающую среду.

Уравнение (1.3) может быть упрощено в зависимости от конкретного теплового режима, в котором протекает процесс. Например, если в реакторе адиабатического действия протекает реакция с поглощением теплоты, фазового превращения не происходит, реактор работает в непрерывном режиме и тепловыми потерями пренебрегли, то уравнение теплового баланса примет вид

$$Q_c - Q_{\text{пр}} = Q_p.$$

В этом случае

$$Q_p = G_c q_p x,$$

где G_c — массовый расход сырья; q_p — тепловой эффект реакции, значение которого определяется по справочной литературе; x — степень превращения вещества, которая показывает глубину протекания реакции и изменяется в диапазоне от 0 до 1.

В случае проведения процесса в изотермическом режиме уравнение (1.3) можно записать в виде

$$Q_{\text{тн}} = Q_p \quad (1.4)$$

В уравнении (1.4) значение $Q_{\text{тн}}$ можно определить по формуле

$$Q_{\text{тн}} = KS\Delta t_{\text{ср}}$$

или

$$KS\Delta t_{\text{ср}} = G_{\text{тн}} c_{\text{тн}} (t_{\text{тн.н}} - t_{\text{тн.к}}),$$

где K — коэффициент теплопередачи; S — требуемая площадь поверхности теплообмена; $\Delta t_{\text{ср}}$ — средняя разность температур; $G_{\text{тн}}$ — массовый расход теплоносителя; $c_{\text{тн}}$ — теплоемкость теплоносителя; $t_{\text{тн.н}}$, $t_{\text{тн.к}}$ — начальная и конечная температуры теплоносителя.

По уравнению теплового баланса можно определить важные параметры процесса: необходимое количество отводимой или подводимой теплоты, требуемую площадь поверхности теплопередачи и расход теплоносителя.

1.5. СОСУДЫ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ. СТАНДАРТЫ НА ОБОРУДОВАНИЕ

В подразд. 1.4 были определены основные требования, предъявляемые к аппаратам процессов переработки нефти. Следование этим требованиям особенно важно в связи с необходимостью эксплуатации оборудования в экстремальных условиях — при высоких значениях температуры и давлении.

Таблица 1.2. Время выдержки сосуда под пробным давлением

Толщина стенки, мм	Время выдержки, мин
До 50	10
Свыше 50 до 100	20
Свыше 100	30

Если избыточное давление в аппарате превышает 0,07 МПа, то для такого аппарата необходимо соблюдать Правила Ростехнадзора, которые устанавливают основные требования к изготовлению, испытанию, безопасной эксплуатации оборудования.

Для безопасной эксплуатации оборудование подвергают гидравлическим испытаниям и испытаниям на герметичность.

При *гидравлических испытаниях* значение пробного давления зависит от расчетного давления p и определяется по формуле

$$p_{\text{пр}} = 1,25p \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_t},$$

где $[\sigma]_{20}$, $[\sigma]_t$ — допустимые напряжения материала корпуса при 20 °С и рабочей температуре.

Время испытаний определяется исходя из условий работы аппарата и исполнительной толщины стенки (табл. 1.2).

Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если во время их проведения не наблюдается падения давления по манометру, отсутствуют течи, потение, пузырьки воздуха или газа в сварных соединениях и на основном металле, признаки разрыва и течи в разъемных соединениях, а также отсутствует остаточная деформация.

Помимо гидравлических испытаний могут проводиться *испытания на герметичность*. Их проводят в целях определения утечек на местах сварных швов люминесцентным методом или путем смазывания керосином. Керосин вследствие малого значения коэффициента поверхностного натяжения обладает хорошей проникающей способностью. Сварные швы с одной стороны обильно смазываются керосином, а с другой — покрываются мелом. В местах наличия трещин или пор на мелованной стороне шва выступают пятна. Время выдержки в зависимости от толщины металла и расположения шва составляет от 20 до 40 мин.

К основным требованиям Ростехнадзора к оборудованию относятся следующие:

1. Изготовленный аппарат должен подвергаться испытаниям гидравлическим способом при пробном давлении на заводе-изготовителе и на месте эксплуатации при периодическом освидетельствовании.

В случае невозможности проведения гидроиспытаний (например, для колонных аппаратов в связи с большими нагрузками на фундамент) разрешается проведение пневмоиспытаний на такое же пробное давление.

При этом после выдерживания аппарата в течение 5 мин и снижения давления до рабочего проверку качества сварных швов осуществляют мыльной пеной. Отстукивание сварных швов аппарата не допускается из-за вероятности разгерметизации корпуса. Заполнение такого аппарата сжатым воздухом возможно только после его пропаривания водяным паром, так как в корпусе могут остаться взрывоопасные вещества.

Сосуды, работающие без давления (под налив), испытывают наливом воды под верхнюю кромку сосуда и выдержкой в течение четырех часов.

Аппараты, работающие под вакуумом, подвергаются гидроиспытаниям при значении пробного избыточного давления $p_{\text{проб}} = 0,2$ МПа, а пневмоиспытаниям — при давлении $p_{\text{проб}} = 0,11$ МПа.

2. Емкостные аппараты, имеющие внутренний диаметр корпуса более 800 мм, для удобства обслуживания должны снабжаться люками-лазами, диаметр которых должен быть более 400 мм.

3. Особые требования предъявляются к сварным швам аппаратов. Например, продольные и поперечные швы обечаек стальных сосудов должны быть только стыковыми. При этом, если свариваемые части сосуда имеют разную толщину, необходимо предусмотреть размещение специального переходного элемента с постепенным утончением толщины.

4. Для изготовления сварных аппаратов должен использоваться сталь, полученная путем выплавки в мартеновской печи или в электропечи.

5. На аппаратах, работающих под давлением, должен обязательно устанавливаться предохранительный клапан.

6. Контроль на герметичность качества приварки накладных колец, футеровки на патрубках и фланцах осуществляется также с помощью пневматических испытаний. При проведении пневматических испытаний значение пробного давления должно составлять:

- для швов приварки укрепляющих колец — 0,4...0,6 МПа, но не более значения расчетного давления в сосуде;
- для сварных соединений облицовки — 0,05 МПа.

7. Контроль качества сварки должен осуществляться обмазкой наружных швов мыльной эмульсией. Качество сварного соединения на герметичность следует считать удовлетворительным, если в результате применения любого соответствующего заданному классу герметичности метода не будет обнаружено течи.

Для удобства эксплуатации оборудования, ускорения сроков ремонта и замены пришедших в негодность узлов и механизмов подавляющее большинство этих деталей, узлов и аппаратов объединены в стандарты.

Различают государственные (ГОСТы), отраслевые (ОСТы) стандарты и стандарты предприятий (СТП). По этим нормативным документам можно выбрать конструкцию обечайки, днища, люка, штуцера, контактных тарелок колонн, прокладок фланцевых соединений, болтов, гаек и т. д.

Например, по ГОСТ 13372 — 78 для цилиндрических сосудов можно выбрать емкость с номинальным объемом (под *номинальным* понимают внутреннюю емкость сосуда без учета открывающихся крышек, люков и штуцеров) до 200 м³ из нормального ряда:

...0,100 0,125 0,160 0,200 0,250 ...
...5,000 6,300 8,000 10,00 12,50 16,00 20,00 25,00 32,00 ...
...100,0 125,0 160,0 200,0

ГОСТ 9617 — 76 устанавливает внутренний диаметр цилиндрических сосудов и аппаратов, изготовленных из стальных листов или поковок. Этот ряд выглядит следующим образом:

400 500 600 700 800 900 1 000 1 200 1 400 1 600 1 800 2 000 ...
2 200 2 400 2 500 2 600 2 800 3 000 ... 10 000 11 000 12 000 14 000
16 000 18 000 20 000

Типы, основные размеры корпусов сварных емкостных аппаратов определяются по ГОСТ 9931 — 85.

Вертикальные стальные цилиндрические аппараты с перемешивающими устройствами регламентированы ГОСТ 20680 — 75.

Для упорядочения выбора и проведения расчетов отдельных элементов конструкций устанавливается ряд условных значений давления, температуры, диаметров. Например, условные избыточные давления теплоносителя в рубашке аппарата с мешалкой выбираются из ряда 0,3; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 3,2; 4,0; 6,4 МПа.

Стандартное оборудование следует выбирать, например, при проектировании узлов и деталей аппарата с механическим перемешивающим устройством — привод перемешивающего устройства, люки и люки-лазы, опоры, крепежные элементы и др.

При проектировании специализированного оборудования, работающего в особых условиях (агрессивных, взрывоопасных средах), а также в условиях экстремальных давлений и температур, необходимо пользоваться отраслевыми стандартами.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы состав и свойства нефти?
2. В чем суть физического и химического методов переработки нефти?
3. Приведите общую классификацию химического оборудования.
4. Какие требования предъявляются к промышленному оборудованию?
5. В каком случае целесообразно проводить процесс в периодическом режиме, а в каком случае — в непрерывном?
6. Какова последовательность расчета аппарата? С какой целью составляют уравнения материального и теплового балансов?
7. В чем основная особенность работы аппарата под давлением?
8. В чем суть гидравлических испытаний оборудования и испытаний на герметичность?
9. Каковы основные требования Ростехнадзора к оборудованию, работающему под давлением?
10. Зачем разработаны стандарты на оборудование и почему при проектировании оборудования целесообразно выбирать стандартные узлы и механизмы?