МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. Алексеева»
ДЗЕРЖИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Технологическое оборудование и транспортные системы»

К У Р С О В О Е П Р О Е К Т И Р О В А Н И Е

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС»

конструкторского направления

Методические указания
по курсовому проектированию для студентов
направления подготовки
15.03.02 – «Технологические машины и оборудование»,
направленность «Технологическое оборудование химических
и нефтехимических производств»
всех форм обучения

Нижний Новгород 2021

Составители: Д.Е. Суханов, В.А. Диков, В.С. Коновалов

УДК 66.02.0012

Курсовое проектирование по дисциплине «Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс»: метод. указания по курсовому проектированию для студентов направления подготовки 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование», направленность «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств» всех форм обучения / сост.: Д.Е. Суханов, В.А. Диков, В.С. Коновалов; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2021. – 33 с.

Изложены задачи, тематика, состав, содержание и объем курсового проекта по дисциплине «Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс». Даны рекомендации по выполнению разделов пояснительной записки и графической части, по организации работы над проектом и его защите. Приведен перечень рекомендуемой литературы.

Редактор Е.А. Репникова

Подписано в печать 28.12.2020. Формат $60\times84^{1}/_{16}$. Бумага газетная.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 2,0. Тираж 50 экз.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.
Типография НГТУ. 603950, Нижний Новгород, ул. Минина, 24.

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2021

1. ЗАДАЧИ И ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект по дисциплине «Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс» является одним из важных этапов подготовки бакалавра по направлению подготовки 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование». Задачами курсового проектирования являются:

– систематизация, углубление и закрепление теоретических и практических знаний по специальности;

– развитие навыков самостоятельной работы по решению конкретных инженерно-технических задач, связанных с разработкой, монтажом, эксплуатацией и ремонтом технологического оборудования химических производств;

– подготовка к выпускной квалификационной работе.

Тематика курсовых проектов, как правило, следующая:

– разработка машин и аппаратов предприятий химии и переработки пластмасс на основе стандартизованного технологического оборудования в соответствии с заданной производительностью и эффективностью работы;

– разработка оригинальных конструкций технологического оборудования на основе изобретений;

– модернизация серийно выпускаемого технологического оборудования с использованием усовершенствованных элементов и узлов, направленная на повышение интенсивности или эффективности работы, а также решение вопросов энерго- и ресурсосбережения;

– усовершенствование конструкций действующего в производстве оборудования без его замены с целью повышения производительности, эффективности работы, решения вопросов ресурсо- и энергосбережения;

– разработка конструкций экспериментального оборудования с целью изучения его работы в условиях исследовательской лаборатории кафедры.

Тематика курсовых проектов должна быть актуальной и отражать современные достижения науки и техники.

2. СОСТАВ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Состав и объем пояснительной записки приведены в табл. 2.1. Пояснительная записка курсового проекта должна иметь объем 35 – 45 страниц формата А4 (объем приложений не регламентируется).

Таблица 2.1. Состав и объем пояснительной записки

Состав пояснительной записки	Количество страниц
Титульный лист	1
Задание	1
Аннотация	1
Содержание	1
Конструкция машины (аппарата)	3 – 4
Технологический расчёт машины (аппарата)	10 – 14
Энергетический расчёт	2 – 3
Прочностной расчёт основных элементов машины (аппарата)	10 – 14
Выводы	1
Список литературных источников	1 – 2

Состав и объём графической части курсового проекта приведён в табл. 2. Общий объём графической части должен составлять 3 – 4 листа формата А1.

Таблица 2.2. Содержание и объем графической части курсового проекта

Содержание графической части	Кол-во листов в пересчете на формат А1
Сборочный чертеж машины (аппарата)	2 – 3
Чертежи сборочных единиц	0,5 – 1
Чертежи технически сложных деталей	0,5 – 1

Окончательный объем разделов пояснительной записки и графической части согласовывается с руководителем курсового проекта.

Оформление пояснительной записки и графической части проекта должно соответствовать требованиям стандартов и нормативов. Основным нормативным документом студента ДПИ НГТУ для правильного оформления текстовой части проекта является стандарт организации СК–У–37,3–16–11 «Общие требования к оформлению пояснительных записок дипломных и курсовых проектов».

За правильность принятых в проекте конструкторских решений и проведенных расчетов, за оформление пояснительной записки и графической части отвечает студент – автор курсового проекта.

3. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

3.1. АННОТАЦИЯ

В аннотации кратко формулируются основные положения проекта, дающие общее представление о решаемых вопросах и полученных результатах.

3.2. ВВЕДЕНИЕ

Во введении следует отметить народнохозяйственное значение и область применения химической продукции, получаемой с использованием разрабатываемой машины (аппарата); отразить роль и значимость разрабатываемой машины (аппарата) в производстве, сформулировать задачи, решаемые в курсовом проекте.

3.3. КОНСТРУКЦИЯ МАШИНЫ (АППАРАТА)

Следует дать аналитический обзор конструкций машин (аппаратов), которые применяются или могут применяться для реализации заданного процесса, с указанием их достоинств и недостатков. По данным обзора обосновать выбор разрабатываемой в проекте конструкции машины (аппарата).

Если темой проекта предусмотрена модернизация серийно выпускаемой машины (аппарата) или усовершенствование действующего оборудования, то необходимо привести анализ недостатков существующей машины (аппарата) и обосновать пути совершенствования конструкции.

Следует дать описание устройства и принципа работы разрабатываемой машины (аппарата). При этом обязательна ссылка на чертеж или рисунок в тексте с указанием позиций элементов оборудования.

Необходимо выбрать конструкционные материалы для разрабатываемой машины (аппарата) с обоснованием их использования на основе условий эксплуатации аппарата (коррозионных и эрозионных свойств среды, давления и температуры среды), технологических и механических свойств конструкционного материала и экономических соображений.

При изложении данного раздела рекомендуется давать ссылки на литературные источники из списка, приведённого в конце пояснительной записки. Ссылка даётся в виде номера источника из списка, заключённого в квадратные скобки, например: [1], [2, 3] и т. п.

3.4. РАСЧЕТЫ МАШИНЫ (АППАРАТА)

При разработке конструкции машины проводятся технологический, кинематический, энергетический и прочностной расчеты.

При разработке конструкции аппарата ограничиваются, как правило, технологическим и прочностным расчетами. Но если разрабатываемый аппарат снабжен приводом, например, аппарат с перемешивающим устройством, барабанная сушилка и др., то обязательно производится кинематический и энергетический расчеты.

3.4.1. Технологический расчет

Целью технологического расчета является определение основных параметров разрабатываемой машины или аппарата (материальных и тепловых потоков, объема и основных размеров машины или аппарата и его элементов), необходимых для выполнения конструкторской проработки объекта, а также получение данных, необходимых для проведения последующих специальных расчетов его отдельных элементов (кинематического, энергетического, прочностного).

Исходными данными для технологического расчета является производительность по готовому продукту, качественные показатели исходных материалов (сырья) и готового продукта, показатели эффективности процесса, режимные параметры процесса и др.

Технологический расчет оборудования содержит ряд последовательных этапов, главными из которых являются материальный и тепловой балансы, кинетические расчеты, расчет объема или рабочей поверхности аппарата (машины) и основных его размеров. Дополнительно выполняются конструктивные расчёты, определяющие размеры важнейших конструктивных элементов (диаметры штуцеров, диаметр и число отверстий в решётках, мешалки и др.), а также необходимые тепловые, гидравлические и другие виды расчетов.

Материальный баланс основан на законе сохранения массы и, таким образом, выражает равенство масс потоков исходных материалов и продуктов процесса. Этот принцип справедлив для любого химического, физико-химического или механического процессов. В исходных материалах и полученных продуктах следует учесть все потоки веществ и входящие в них компоненты, включая примеси, вспомогательные вещества, носители, побочные продукты.

Общий материальный баланс обычно дополняют материальным балансом отдельного, представляющего главный интерес компонента.

При решении уравнений материального баланса необходимо учитывать условия равновесия, определяющие предельно достижимые параметры процесса: температуру, концентрацию, давление.

В результате балансовых расчётов получают данные по расходам материальных потоков рабочей среды и её компонентов.

Тепловой баланс основан на термодинамическом законе сохранения энергии, также подразумевающем равенство прихода и расхода тепла в аппарате. Данные теплового баланса используют для расчета расхода теплоносителя или хладагента и требуемой площади поверхности теплопередачи в аппарате (рубашки, змеевика, трубчатки и т.п.).

Кинетика технологического процесса определяется скоростью переноса (или изменения состояния) вещества или энергии, которая прямо пропорциональна движущей силе и обратно пропорциональна сопротивлению. Коэффициенты сопротивления или скорости различных процессов определяют с помощью теоретических или экспериментальных зависимостей. Данные расчета кинетики используют для определения скорости протекания процесса во времени, а иногда и времени, необходимого для проведения процесса до заданных конечных параметров.

По найденным величинам материальных или тепловых потоков и по величине кинетически необходимого времени процесса определяют рабочий объем и основные параметры машины или аппарата, а также конструктивные размеры элементов машины (аппарата), определяющие её нормальное функционирование.

В расчётной части пояснительной записки обязательно следует указывать ссылки на литературные источники из списка в следующих случаях:

- при использовании применяемого метода расчёта машины (аппарата) и их узлов;
- при использовании эмпирических формул;
- при указании значений физико-химических величин, найденных в справочной, учебной или технической литературе.

На общеизвестные формулы, выражающие, например, соотношения материального и теплового балансов, критерии подобия, уравнения расхода, теплопередачи, массопередачи, пересчёт концентраций в другие размерности, параметры геометрических фигур и т. п., ссылки на литературные источники приводить не следует.

Иногда приходится ссылаться на уже полученные в данной работе исходные или расчётные данные, упоминавшиеся ранее. В этих случаях ссылки следует приводить в круглых скобках с сокращённым словом «смотри» номер страницы, рисунка, уравнения и т.п., например: «см. с. 15», «см. табл. 10», «см. уравнение (3.5)».

Формулы в записке нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из разделённых точкой цифр номера раздела и порядкового номера формулы, например: (3.1). Формулу с её решением вписывают в следующем порядке.

Записывают формулу, после неё ставят запятую, с новой строки пишут слово «где» (со строчной буквой «г», без отступа и без знака двоеточия), после которого вписывают символы, входящие в основную формулу, с известными числовыми значениями и пояснениями. Раскрывают содержание промежуточных формул, а затем пишут: «Найденные числовые значения подставляем в формулу (в скобках указывают номер основной формулы) и получаем (результат)». С новой строки ставят символ основной формулы, затем знак равенства, подставляют числовые значения, снова ставят знак равенства, а после этого – результат вычислений, размерность и точку.

Подставляемые в формулу числа и результат вычислений с достаточной для инженерных расчётов точностью должны быть округлены до трёх значащих цифр (за исключением особо оговоренных случаев), как это принято на практике по отношению к константам широкого пользования. Например: число $\pi = 3{,}14$ (вместо 3,141592654…), ускорение свободного падения $g = 9{,}81\,\text{м}/\text{с}^2$ (вместо 9,80665…), мольный объём идеального газа $V_0 = 22{,}4\,\text{м}^3/\text{кмоль}$ (вместо 22,4136) и т. д.

Пример 1. Коэффициент теплоотдачи α, Вт/(м^2·К), от плоской стенки аппарата в воздух помещения определим по эмпирической формуле [4]:

$$\alpha_{\text{в}} = 9{,}3 + 0{,}058 t_{\text{нар}}, \qquad (3.1)$$

где $t_{\text{нар}} = 50\ ^\circ\text{C}$ – допустимая температура наружной стенки [5].

$$\alpha_{\text{в}} = 9{,}3 + 0{,}058 \cdot 50 = 12{,}2\ \text{Вт}/\left(\text{м}^2 \cdot \text{К}\right).$$

Пример 2. Определим значение критерия Рейнольдса

$$\text{Re} = \frac{wd\rho}{\mu}, \qquad (3.2)$$

где w – скорость жидкости в трубопроводе, м/с; $d = 0{,}15\,\text{м}$ – диаметр трубопровода; $\rho = 998\,\text{кг/м}^3$ – плотность воды при $t = 20\ ^\circ\text{C}$ [4]; $\mu = 1 \cdot 10^{-3}\ \text{Па} \cdot \text{с}$ – вязкость воды при $t = 20\ ^\circ\text{C}$ [4].

Определим скорость движения воды в трубопроводе:

$$w = 4V/(\pi d^2) = 4 \cdot 0{,}0232/(3{,}14 \cdot 0{,}15^2) = 1{,}31\,\text{м/с},$$

где $V = 0{,}0232\,\text{м}^3/\text{с}$ – расход воды согласно заданию.

Найденные данные подставляем в формулу (3.2):

$$\mathrm{Re} = \frac{1{,}31 \cdot 0{,}15 \cdot 998}{1 \cdot 10^{-3}} = 196000.$$

3.4.2. Кинематический расчет

Целью кинематического расчета является определение всех основных параметров кинематических цепей машины (аппарата).

Разработанная кинематическая схема машины (аппарата) приводится в пояснительной записке.

Образец кинематической схемы приведен в прил. А.

При выполнении курсового проекта определяются кинематические параметры передаточных механизмов.

Кинематический расчет передаточных механизмов включает в себя:

а) определение общего передаточного отношения от вала электродвигателя до вала ведущего звена исполнительного механизма;

б) распределение общего передаточного отношения всей кинематической цепи привода между отдельными передаточными механизмами, составляющими эту цепь;

в) определение конструктивных параметров каждого передаточного механизма (для зубчатых и цепных передач – определение числа зубьев шестерни и звездочек, для ременных передач – определение расчетных диаметров шкивов и т.п.);

г) определение частоты вращения всех валов передаточных механизмов кинематической цепи;

д) определение для вариаторов предельных (максимального и минимального) значений передаточного отношения и частоты вращения выходного вала;

е) определение скоростей перемещения поступательно движущихся элементов передаточных механизмов (плунжеров, толкателей и т.д.).

3.4.3. Энергетический расчет и выбор привода

Основными целями данного раздела являются определение требующейся мощности привода, выбор электродвигателя и привода машины.

При расчете требуемой мощности привода либо пользуются формулами, приведенными в справочной литературе, либо сначала определяют работу или крутящий момент и по ним далее рассчитывают потребляемую мощность привода с учетом КПД передач привода.

Выбор электродвигателя привода машины (аппарата), редуктора или мотор-редуктора производят в зависимости от требуемой мощности, час-

тоты вращения (передаточного числа) и требуемого исполнения с точки зрения взрыво- и пожаробезопасности.

3.4.4. Прочностной расчет

Целью прочностных расчетов является определение размеров основных элементов проектируемой машины (аппарата) исходя из условий прочности, устойчивости формы, жесткости и виброустойчивости.

При конструировании машины рассчитывают на прочность и долговечность роторы, барабаны, валы, рычаги, шпонки, подшипники, шнеки, пружины, цепные, зубчатые, ременные, фрикционные передаточные звенья и другие несущие механическую нагрузку элементы.

При конструировании аппаратов определяют толщину стенок обечаек, днищ, трубных решеток, тарелок, опорных устройств и других элементов, рассчитывают укрепления отверстий. Если аппарат оснащен перемешивающим устройством, то выполняют расчет вала, подбор и расчет подшипников, муфт и других несущих механическую нагрузку элементов.

При проведении прочностных расчетов особое внимание следует обратить на анализ условий работы оборудования, правильное определение расчетных параметров (расчетных давлений и температур) и допускаемых напряжений. Расчеты должны быть проиллюстрированы расчетными схемами с нанесенными на них расчетными нагрузками.

Расчеты машин и аппаратов необходимо выполнять с применением ЭВМ и САПР (расчеты механических передач и металлоконструкций – в системе APM WinMachine, прочностные расчеты технологического оборудования – в системе ПАССАТ, элементы гидравлической схемы – в программе Гидросистема). При этом расчетный файл сохраняется на сервере кафедры ТОТС.

Прочностные расчеты выполняют со ссылкой на действующие стандарты, а при их отсутствии – на справочную научно-техническую литературу.

3.5. ВЫВОДЫ

В выводах формулируют результаты выполненной работы. Особо отмечают принятые технические решения, направленные на снижение энергопотребления, материалоемкости и трудоемкости изготовления машины (аппарата), повышение удельной производительности оборудования, эффективности процесса и улучшения качества выпускаемой продукции, решение экологических проблем.

3.6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Следует привести список учебной, научно-технической, справочной и патентной литературы, на которую имеются ссылки в тексте пояснительной записки при обосновании конструкции машины (аппарата), подборе конструкционных материалов и выполнении всех видов расчетов машины (аппарата).

4 . ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

4.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Графическая часть курсового проекта выполняется в формате рабочих чертежей объекта в соответствии с требованиями ЕСКД, предусматривающего техническое решение по завершающей стадии изготовления разрабатываемого технологического оборудования – его сборке из отдельных узлов (сборочных единиц) и деталей с применением сварных, болтовых и иных соединений.

Графическая часть курсового проекта состоит из сборочных чертежей основного аппарата (машины), чертежей сборочных единиц и чертежей деталей, которые должны удовлетворять требованиям ЕСКД, предъявляемым к выполнению графической технической документации.

4.2. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ

4.2.1. Содержание сборочного чертежа, нанесение размеров

Сборочный чертеж дает полную информацию о конструкции изделия или его составной части, способе сборки, контроле правильности и качестве соединений. При необходимости на сборочном чертеже приводят данные о работе изделия (сборочной единицы) и взаимодействии соединяемых деталей (частей).

Чертеж изделия (сборочной единицы) должен содержать:

– изображения изделия (сборочной единицы), дающие представление о расположении и взаимной связи составных частей и деталей и способах их сборки, обеспечивающих возможность контроля;

– размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые выполняют и контролируют по данному чертежу (можно указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющие характер сопряжения);

– указания о характере соединения или сопряжения частей и деталей и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивают не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и

т.п., а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);

– номера позиций составных частей и деталей, входящих в сборочную единицу изделия;

– габаритные размеры;

– установочные, присоединительные и при необходимости иные размеры для справки (справочные размеры);

– координаты центра масс (при необходимости);

– таблицу штуцеров и люков (*см. прил. Б*);

– техническую характеристику (*см. прил. В*);

– технические требования на сборку, контроль и эксплуатацию сборочной единицы изделия (*см. прил. Г*);

– спецификацию частей и деталей (*см. прил. Д*), которая оформляется отдельным документом, выполненном на листах формата А4;

– угловой штамп с информацией о наименовании сборочной единицы, номера чертежа с индексом СБ, масштабе, массе, количестве листов.

При указании установочных и присоединительных размеров наносят координаты расположения, размеры с предельными отклонениями элементов, служащих для соединения с сопрягаемыми изделиями; другие параметры, например, для зубчатых колес, служащих элементами внешней связи, – модуль, количество и направление зубьев.

Перемещающиеся части на сборочном чертеже можно изображать в крайнем или промежуточном положении с соответствующими размерами. Если при изображении перемещающихся частей затрудняется чтение чертежа, то эти части следует изображать на дополнительных видах с поясняющими надписями, например:

Крайнее положение каретки поз. 5.

На сборочном чертеже составной части изделия можно помещать изображение пограничных (соседних) частей изделия или других изделий (обстановки) и размеры, определяющие их взаимное расположение. Составные части сборочной единицы, расположенные за «обстановкой», изображают как видимые. При необходимости можно изображать их как невидимые.

Предметы «обстановки» выполняют упрощенно и приводят необходимые данные для определения места установки, метода крепления и присоединения соседней части изделия или другого изделия. В разрезах и сечениях «обстановку» можно не штриховать. Если необходимо указать наименование или обозначение изделий, составляющих «обстановку», или их элементов, эти указания помещают непосредственно на изображении «обстановки» или на полке линии-выноски, проведенной от соответствующего изображения, например:

Патрубок маслоохладителя... и т. п.

Изделия вспомогательного производства (например, штампы, кондукторы и т. п.) можно помещать в правом верхнем углу сборочного чертежа в виде операционного эскиза.

Сборочные чертежи выполняют, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД и излагаемыми ниже.

На сборочных чертежах *можно не показывать*:

– фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;

– зазоры между стержнем и отверстием;

– крышки, щиты, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые или составные части изделия; при этом над изображением делают соответствующую надпись, например:

Крышка поз. 3 не показана;

– видимые составные части сборочной единицы изделия и их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями;

– надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

Составные части из прозрачного материала изображают как непрозрачные. Можно на сборочных чертежах составные части изделий и их элементы, расположенные за прозрачными предметами, изображать как видимые, например, шкалы, стрелки приборов, внутреннее устройство ламп и т.п.

Части, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти части и определяемой осевыми линиями сечений витков.

На сборочных чертежах применяют способы упрощенного изображения составных частей сборочных единиц:

– на разрезах изображают нерассеченными составные части, на которые оформлены сборочные чертежи;

– типовые, покупные и другие, широко применяемые изделия изображают упрощенными внешними очертаниями, не изображая мелких выступов, впадин и т. п., *но с соблюдением реального масштаба изделия*.

На сборочных чертежах, включающих изображения нескольких одинаковых составных частей (колес, опорных катков и т. п.), допускается выполнять изображение одной составной части, а изображения остальных частей – упрощенно, в виде внешних очертаний.

Сварные, паяные, клеевые и тому подобные составные части изделия из однородного материала в сборе с другими частями изделия или другими изделиями в разрезах и сечениях штрихуют в одну сторону, изображая

границы между деталями частей изделия сплошными основными линиями. Можно не показывать границы между деталями, т. е. изображать конструкцию как монолитное тело.

Если необходимо указать положение центра масс составной части изделия, то на чертеже приводят соответствующие размеры и на полке линии-выноски помещают надпись *ЦМ*. Линии центров масс составных частей изделия наносят штрихпунктирной тонкой линией, а на полке линии-выноски делают надпись: *Линия ЦМ*.

4.2.2. Номера позиций

На сборочных чертежах номера позиций на поле чертежа наносят в соответствии с порядком записи составных частей в спецификации. Номера позиций присваивают всем составным частям изделия, т. е. сборочным единицам, деталям, стандартным изделиям и материалам. Нанесение номеров позиций выполняют по принципу сквозной нумерации. Порядок нумерации составных частей изделия следующий: вначале обозначают сборочные единицы изделия, затем его детали, далее стандартные изделия и в последнюю очередь материалы.

4.2.3. Спецификация

Спецификация определяет состав сборочной единицы – комплекса и комплекта – и необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов и планирования запуска в производство изделий. *Рекомендуемая форма спецификации и пример ее заполнения приведены в прил. Д.*

Спецификации в общем случае состоят из разделов, которые располагают в такой последовательности: документация; комплексы; сборочные единицы; детали; стандартные изделия; прочие изделия; материалы; комплекты. Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия. Заголовок раздела записывают в графе «Наименование» и подчеркивают.

В раздел «Документация» вносят документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемой составной части изделия (кроме его спецификации, ведомости эксплуатационных документов и ведомости документов для ремонта), а также документы основного комплекта, записываемые в спецификацию неспецифицируемых составных частей (деталей), кроме их рабочих чертежей. Внутри раздела документы записывают в такой последовательности: документы на специфицируемое изделие; документы на неспецифицируемые составные части.

В разделы «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» изделия записывают в алфавитном порядке сочетания начальных знаков (букв) индексов организаций разработчиков и в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение.

В раздел «Стандартные изделия» записывают изделия, применяемые по государственным, республиканским, отраслевым стандартам, стандартам предприятия (для изделий вспомогательного производства). В пределах каждой категории стандартов запись приводят по группам изделий одного функционального назначения (например, подшипники, крепежные изделия, электротехнические изделия, изделия электронной техники и т. п.), в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия, например:

Шайбы ГОСТ...

Шайба 3

Шайба 4 и т.д.

В раздел «Прочие изделия» вносят изделия, примененные по основным конструкторским документам (по техническим условиям), за исключением стандартных.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Материалы записывают по видам в такой последовательности:

– металлы черные;

– металлы магнитоэлектрические и ферромагнитные;

– металлы цветные, благородные и редкие;

– кабели, провода, шнуры;

– пластмассы и пресс-материалы;

– бумажные и текстильные материалы;

– лесоматериалы;

– резиновые и кожевенные материалы;

– минеральные, керамические и стеклянные материалы;

– лаки, краски, нефтепродукты, химикаты;

– прочие материалы.

В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований, а в пределах каждого наименования – по возрастанию размеров или других технических параметров.

Не записывают те материалы, количество которых определяет не конструктор, а технолог (лаки, краски, клей, замазки, электроды, припои). Указание об их применении делают в технических требованиях на поле чертежа.

В раздел «Комплекты» вносят ведомости эксплуатационных документов и документов для ремонта, комплекты монтажных частей, сменных частей, запасных частей, инструмента и принадлежностей, укладочных средств, прочие комплекты.

Графы спецификации заполняют следующим образом. В графе «Формат» указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графу «Обозначение». Если документ выполнен на нескольких листах различных форматов, то в графе «Формат» ставят звездочку, а в графе «Примечание» знак звездочки повторяют и перечисляют все форматы в порядке их увеличения. Для документов, записанных в разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы», графу «Формат» не заполняют. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, в этой графе указывают: БЧ.

В графе «Зона» указывают обозначение зоны, в которой находится номер позиции записываемой составной части.

В графе «Поз.» указывают порядковые номера составных частей, непосредственно входящих в специфицируемую составную часть изделия, в последовательности записи их в спецификации. Для разделов «Документация» и «Комплекты» графу не заполняют.

В графе «Обозначение» указывают: в разделе «Документация» – обозначения записываемых документов; в разделах «Комплексы», «Сборочные единицы», «Детали» и «Комплекты» – обозначения основных конструкторских документов на записываемые в эти разделы изделия. Для деталей, на которые не выпущены чертежи, – присвоенное им обозначение. В разделах «Стандартные изделия», «Прочие изделия» и «Материалы» графу не заполняют. Если для изготовления стандартного изделия выпущена конструкторская документация, в графе «Обозначение» указывают обозначение выпущенного основного конструкторского документа.

4.3. ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

Рабочие чертежи деталей должны содержать изображения детали (виды, разрезы, сечения), необходимые для понимания конструкции детали, и технические требования на изготовление.

На рабочих чертежах должны быть указаны:

– размеры, необходимые для изготовления и контроля, их предельные отклонения, справочные и габаритные размеры;

– предельные отклонения формы и расположения поверхностей;

– обозначения шероховатости поверхностей;

– обозначения покрытий, термической и других видов обработки.

Деталь, при изготовлении которой предусматривается припуск на

последующую обработку отдельных элементов в процессе сборки, изображают на чертеже с размерами, предельными отклонениями и другими данными, которым она должна соответствовать после окончательной обработки. Такие размеры заключают в круглые скобки, а в технических требованиях делают запись:

Размеры в скобках после сборки.

На рабочих чертежах деталей с покрытиями указывают размеры и шероховатость поверхности до покрытия. Их можно указывать одновременно до и после покрытия.

Если размеры и шероховатость поверхности указывают только после покрытия, то соответствующие размеры и обозначения шероховатости поверхности отмечают знаком звездочки и в технических требованиях чертежа делают запись:

Размеры и шероховатость поверхности после покрытия.

Если ребро (кромку) необходимо изготовить острым или скруглить, то на чертеже помещают соответствующее указание. Если таких указаний нет, то их выполняют притупленными.

Технологические указания на рабочих чертежах, как правило, не помещают. Но в виде исключения можно указать:

– способы изготовления и контроля, если они единственные, гарантирующие требуемое качество изделия, например, совместная обработка, совместная гибка и т. п.;

– вид технологической заготовки (отливки, поковки и т. п.);

– определенный технологический прием, гарантирующий обеспечение отдельных технических требований к изделию, которые невозможно выразить объективными показателями, например, процесс старения, вакуумная пропитка и др.

4.3.1. Чертежи совместно обрабатываемых деталей

Если отдельные элементы детали необходимо до сборки обработать совместно с другой деталью, для чего их временно соединяют и скрепляют (например, половины корпуса, части картера и т. п.), то на обе детали выпускают в общем порядке самостоятельные чертежи с указанием на них всех размеров, предельных отклонений, шероховатости поверхности и других необходимых данных.

Размеры с предельными отклонениями элементов, обрабатываемых совместно, заключают в квадратные скобки и в технических требованиях помещают указание:

Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с...

В сложных случаях при указании размеров элементов, связывающих различные поверхности обеих деталей, рядом с изображением одной из деталей, наиболее полно отражающим условия совместной обработки, помещают полное или частичное упрощенное изображение другой детали, выполненное сплошными тонкими линиями.

Технические требования, относящиеся к поверхностям, обрабатываемым совместно, помещают на том чертеже, где изображены все совместно обрабатываемые детали. Указания о совместной обработке помещают на всех чертежах совместно обрабатываемых деталей.

Если отдельные элементы детали должны быть обработаны по другой детали и (или) пригнаны к ней, то размеры таких элементов отмечают у изображения знаком звездочки или буквенным обозначением, а в технических требованиях чертежа приводят соответствующие указания.

На чертеже детали, получаемой разрезкой заготовки на части и взаимозаменяемой с любой другой деталью, изготовленной из другой заготовки по данному чертежу, изображения заготовки не помещают.

На деталь, получаемую разрезкой заготовки на части или состоящую из двух (и более) совместно обрабатываемых частей, применяемых только совместно и невзаимозаменяемых с такими же частями другой такой же детали, разрабатывается один чертеж.

4.3.2. Чертежи изделий с дополнительной обработкой или переделкой

Чертежи выполняют с учетом следующих требований:

– деталь-заготовку изображают сплошными тонкими линиями, а поверхности, получаемые дополнительной обработкой, – сплошными основными линиями;

– наносят только те размеры, предельные отклонения и шероховатости поверхности, которые необходимы для дополнительной обработки.

На таких чертежах можно наносить справочные, габаритные и присоединительные размеры, а также изображать только часть детали-заготовки, элементы которой дополнительно обрабатывают.

На чертеже детали, изготовляемой дополнительной обработкой заготовки, в графе 3 основной надписи записывают слово *Заготовка* и обозначение детали-заготовки. Деталь-заготовку записывают в соответствующий раздел спецификации. При этом в графе «Поз.» ставят прочерк. В графе «Наименование» после наименования детали-заготовки указывают в скобках: (*Заготовка для...*).

4.3.3. Чертежи гнутых деталей

Если форма и размеры всех элементов определены на чертеже готовой детали, то развертку не приводят. Когда изображение детали, изготовляемой гибкой, не дает полного представления о форме и размерах отдельных ее элементов, на чертеже детали помещают ее полную или частичную развертку. На изображении развертки наносят те размеры, которые невозможно указать на изображении готовой детали. Развертку изображают сплошными основными линиями, толщина которых равна толщине линий видимого контура на изображении детали.

При необходимости на изображении развертки наносят линии сгибов, выполняемые штрихпунктирными тонкими линиями с двумя точками, с указанием на полке линии-выноски: *Линия сгиба*. Над изображением развертки наносят знак «◯▸».

Не нарушая ясности чертежа, можно совмещать развертку с видом детали. В этом случае развертку изображают штрихпунктирными тонкими линиями с двумя точками и знак «◯▸» не наносят.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ НАД ПРОЕКТИРОВАНИЕМ

Работу над курсовым проектом студент начинает с момента выдачи и оформления задания. Тема задания выбирается студентом по результатам производственной практики и согласовывается с преподавателем – руководителем курсового проектирования. В ряде случаев по согласованию с руководителем проекта студенту может быть назначена тема по данным литературных источников – «с листа».

Работа над проектом осуществляется согласно календарному плану работы, определяющему очередность и сроки выполнения отдельных этапов.

Студенты в период проектирования обязаны посещать консультации по проектированию не реже одного раза в неделю.

Кафедрой ТОТС с целью усиления контроля над работой студентов устанавливается несколько контрольных сроков, во время которых определяется степень готовности курсового проекта.

Законченный курсовой проект, подписанный студентом, представляется руководителю. После просмотра и одобрения руководитель подписывает чертежи и пояснительную записку, после чего курсовой проект утверждается заведующим кафедрой ТОТС.

6. ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Защита курсового проекта проводится в сроки, предусмотренные учебным планом. К защите студент представляет пояснительную записку и чертежи, подписанные руководителем проекта и утвержденные заведующим кафедрой. Для защиты проектов организуется кафедральная комиссия в составе двух – трех преподавателей.

В начале защиты студент делает доклад о выполненной им работе.

Доклад должен содержать:

– тему курсового проекта;

– сведения о разработанной конструкции машины (аппарата): назначение ее в данном производстве, устройство и принцип работы, используемые конструкционные материалы;

– сведения о порядке сборки (разборки) спроектированной машины или аппарата и отдельных составляющих узлов;

– сведения о выполненных технологических, кинематических, энергетических и прочностных расчетах;

– выводы по проекту.

После доклада студенту задаются вопросы по проектно-конструкторским решениям, выбору конструкционных материалов, выполненным расчетам машины (аппарата).

При оценке проекта учитываются обоснованность и качество конструкторских разработок и расчетов, правильность и аккуратность выполнения чертежей, аккуратность оформления пояснительной записки, правильность и четкость ответов на заданные вопросы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Общая литература по технологическому оборудованию

1. **Альперт, Л.З.** Основы проектирования химических установок: учеб. пособие для техникумов / Л.З. Альперт. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1989. – 304 с.
2. **Вихман, Г.Л.** Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов: учебник для вузов / Г.Л. Вихман, С.А. Круглов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 328с.
3. **Генкин, А.Э.** Оборудование химических заводов: учеб. пособие для техникумов / А.Э. Генкин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 279 с.
4. **Дытнерский, Ю.И.** Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов: в 2 кн. Ч. 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 1995. – 400 с.
5. **Дытнерский, Ю.И.** Процессы и аппараты химической технологии: учебник для

вузов: в 2 кн. Ч. 2. Массообменные процессы и аппараты / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 1995. – 368 с.
6. **Касаткин, А.Г.** Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / А.Г. Касаткин. – 12-е изд., стереотип. и дораб. – М.: Альянс, 2005. – 753 с.
7. **Козулин, Н.А.** Оборудование заводов лакокрасочной промышленности / Н.А. Козулин, И.А. Горловский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1980. – 376 с.
8. **Кольман-Иванов, Э.Э.** Машины-автоматы и автоматические линии химических производств: учеб. пособие для вузов / Э.Э. Кольман-Иванов, Ю.И. Гусев. – М.: МГУИЭ, 2003. – 496 с.
9. Конструирование и расчет машин химических производств: учебник для вузов / О.И. Гусев [и др.]; под ред. Э.Э. Кольмана-Иванова. – М.: Машиностроение, 1985. – 408 с.
10. **Макаров, Ю.И.** Технологическое оборудование химических и нефтеперерабатывающих заводов: учебник для техникумов / Ю.И. Макаров, А.Э. Генкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1976. – 368 с.
11. Машины и аппараты химических производств: примеры и задачи: учеб. пособие для вузов / И.В. Доманский [и др.]; под общ. ред. В.Н. Соколова. – Л.: Машиностроение, 1982. – 384 с.
12. Машины и аппараты химических производств: учеб. пособие для вузов / А.С.Тимонин [и др.]; под общей редакцией А.С.Тимонина. – Калуга: Изд-во Н.Ф. Федоровой, 2008. –872 с.
13. Машины и аппараты химических производств: учебник для вузов/ А.С. Тимонин [и др.]; под общей редакцией А.С. Тимонина. – Калуга: Ноосфера, 2014. – 856 с.
14. Машины химических производств: атлас конструкций / Под ред. Э.Э. Кольмана-Иванова. – М.: Машиностроение, 1981. – 118 с.
15. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию: учеб. пособие для вузов / Под ред. Ю.И. Дытнерского. – 4-е изд.; стереотип., перепечатка с изд-я 1991 г. – М.: Альянс, 2008. – 494 с.
16. **Поникаров, И.И.** Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. – М.: Альфа-М, 2006. – 608 с.
17. **Поникаров, И.И.** Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): учеб. пособие для вузов / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский. – М.: Альфа–М, 2008. – 720 с.
18. **Ульянов, В.М.** Технологические расчеты машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих производств: примеры и задачи: учеб. пособие для вузов / В.М. Ульянов, А.А. Сидягин, В.А. Диков; под общ. ред. В.М. Ульянова; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева – Н. Новгород, 2015. – 631 с.
19. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: примеры и задачи: учеб. пособие для вузов / М.Ф. Михалев [и др.]; под общ. ред. М.Ф. Михалева. – М.: Машиностроение, 1984. – 301 с.
20. **Фарамазов, С.А.** Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация: учеб. пособие для техникумов / С.А. Фарамазов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1984. – 328 с.

Машины и аппараты для гидромеханических процессов

21. **Васильцов, Э.А.** Аппараты для перемешивания жидких сред / Э.А. Васильцов, В.Г. Ушаков. – Л.: Машиностроение, 1979. – 272 с.
22. Вихревые аппараты / А.Д. Суслов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 251 с.
23. Газоочистное оборудование. Циклоны: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1977. – 21 с.
24. **Жужиков, В.А.** Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий / В.А. Жужиков. – М.: Химия, 1980. – 397 с.
25. **Лукьяненко, В.М.** Промышленные центрифуги / В.М. Лукьяненко, А.В. Таранец. – М.: Химия, 1974. – 375 с.
26. **Мустафаев, Н.М.** Гидроциклоны в нефтедобывающей промышленности / Н.М. Мустафаев, Б.М. Гутман. – М.: Недра, 1981. – 260 с.
27. Очистка промышленных газов от пыли / В.Н. Ужов [и др.]. – М.: Химия, 1981. – 237 с.
28. **Романков, П.Г.** Жидкостные сепараторы / П.Г. Романков, С.А. Плюшкин. – Л.: Машиностроение, 1976. – 296 с.
29. **Сандуляк, А.В.** Магнитно-фильтрационная очистка жидкостей и газов / А.В. Сандуляк. – М.: Химия, 1988. – 136 с.
30. **Скирдов, И.В.** Очистка сточных вод в гидроциклонах / И.В. Скирдов, В.Т. Пономарев. – М.: Стройиздат, 1975. – 176 с.
31. **Соколов, В.И.** Центрифугирование / В.И. Соколов. – М.: Химия, 1976. – 408 с.
32. **Терновский, И.Г.** Гидроциклонирование / И.Г. Терновский, А.И. Кутепов. – М.: Наука, 1994. – 350 с.
33. **Ульянов, В.М.** Оборудование для отстойного разделения суспензий: учеб. пособие для вузов / В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2013. – 88 с.
34. Фильтры для жидкостей: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1974. –246 с.
35. **Шкоропад, Д.Е.** Центрифуги для химических производств / Д.Е. Шкоропад. – М.: Машиностроение, 1975. – 248 с.
36. **Шкоропад, Д.Е.** Центрифуги и сепараторы для химических производств / Д.Е. Шкоропад, О.П. Новиков. – М.: Химия, 1987. – 256 с.

Аппараты для тепловых процессов

37. **Бажан, П.И.** Справочник по теплообменным аппаратам / П.И. Бажан, Г.Е. Каневец. – М.: Машиностроение, 1987. – 336 с.
38. **Барановский, Н.В.** Пластинчатые и спиральные теплообменники / Н.В. Барановский, Л.М. Коваленко, А.В. Ястребенецкий. – М.: Машиностроение, 1973. – 288 с.
39. **Воронин, Г.И.** Эффективные теплообменники /Г.И. Воронин, Е.В. Дубовицкий. – М.: Машиностроение, 1973. – 95 с.
40. **Ильин, В.Г.** Теплообменные аппараты из графита / В.Г. Ильин. – М.: Машиностроение, 1965. – 244 с.
41. Конструкции и расчёт кожухотрубчатых теплообменных аппаратов: метод. указания / сост. В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2014. – 43 с.
42. **Михеев, М.А.** Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – М.: Энергия, 1977. – 344 с.

43. **Рахмилевич, Р.З.** Расчет и конструирование кожухотрубчатой теплообменной аппаратуры / Р.З. Рахмилевич. – М.: Машиностроение, 1979. – 317 с.
44. **Сидягин, А.А.** Расчёт и проектирование аппаратов воздушного охлаждения: учеб. пособие для вузов / А.А. Сидягин, В.М. Косырев; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2009. – 150 с.

Аппараты для массообменных процессов

45. **Александров, И.А.** Ректификационные и абсорбционные аппараты /И.А. Александров. – М.: Химия, 1978. – 296 с.
46. **Белоглазов, И.Н.** Твердофазные экстракторы (инженерные методы расчета) / И.Н. Белоглазов. – Л.: Химия, 1985. – 240 с.
47. **Берестовой, А.И.** Жидкостные экстракторы (инженерные методы расчета) / А.И. Берестовой, И.Н. Белоглазов. – Л.: Химия, 1982. – 208 с.
48. **Заминян, А.А.** Абсорберы с псевдоожиженной насадкой / А.А. Заминян, В.М. Рамм. – М.: Химия, 1980. – 184 с.
49. **Кельцев, Н.В.** Основы адсорбционной техники / Н.В. Кельцев. – М.: Химия, 1984. – 592 с.
50. **Лыков, М.В.** Сушка в химической промышленности / М.В. Лыков. – М.: Химия, 1970. – 287 с.
51. **Муштаев, В.И.** Сушка дисперсных материалов / В.И. Муштаев, В.М. Ульянов. – М.: Химия, 1988. – 352 с.
52. Основы жидкостной экстракции / Г.А. Ягодин [и др.]. – М.: Химия, 1981. – 400 с.
53. **Плановский, А.Н.** Сушка дисперсных материалов в химической промышленности / А.Н. Плановский, В.И. Муштаев, В.М. Ульянов. – М.: Химия, 1979. – 288 с.
54. Пленочная тепло- и массообменная аппаратура / В.И. Олевский [и др.]. – М.: Химия, 1988. – 240 с.
55. **Рамм, В.М.** Абсорбция газов / В.М. Рамм. – М.: Химия, 1976. – 656 с.
56. **Сажин, Б.С.** Основы техники сушки / Б.С. Сажин. – М.: Химия, 1984. – 319 с.
57. **Серпионова, Е.Н.** Промышленная адсорбция газов и паров: учеб. пособие для вузов / Е.Н. Серпионова. – М.: Высш. шк., 1969. – 414 с.
58. **Стабников, В.Н.** Ректификационные аппараты. Расчет и конструирование / В.Н. Стабников. – М.: Машиностроение, 1965. – 356 с.
59. **Ульянов, В.М.** Сушильные аппараты: учеб. пособие / В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т. – Н.Новгород, 2006. – 92 с.

Химические реакторы

60. **Смирнов, Н.Н.** Химические реакторы в примерах, задачах: учеб. пособие для вузов / Н.Н. Смирнов, А.И. Волжинский. – 2-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1986. – 224 с.
61. **Смирнов, Н.Н.** Реакторы в химической промышленности: учеб. пособие для техникумов / Н.Н. Смирнов. – М.: Высш. шк., 1980. – 72 с.
62. **Соколов, В.Н.** Газожидкостные реакторы / В.Н. Соколов. – Л.: Машиностроение, 1976. – 214 с.
63. **Ульянов, В.М.** Химические реакторы и печи: учеб. пособие для вузов /В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2006. – 202 с.

Конструирование и расчет на прочность

64. ГОСТ Р 54522-2011. Сосуды и аппараты высокого давления. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических обечаек, днищ, фланцев, крышек. Рекомендации по конструированию: издание официальное: дата введения 2012-06-01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 28 с.
65. ГОСТ 26158-84. Сосуды и аппараты из цветных металлов. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования: издание официальное: дата введения 1985-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 10 с.
66. ГОСТ 26159-84. Сосуды и аппараты чугунные. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования: издание официальное: дата введения 1985-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 10 с.
67. ГОСТ 34233.1-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования: издание официальное: дата введения 2018-08-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 36 с.
68. ГОСТ 34233.2-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек: издание официальное: дата введения 2018-08-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 58 с.
69. ГОСТ 34233.3-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и наружном давлениях. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних статических нагрузках на штуцер: издание официальное: дата введения 2018-08-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 46 с.
70. ГОСТ 34233.4-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений: издание официальное: дата введения 2018-08-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 46, с.
71. ГОСТ 34233.5-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок: издание официальное: дата введения 2018-08-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 36 с.
72. ГОСТ 34233.6-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках: издание официальное: дата введения 2018-08-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 24 с.
73. ГОСТ 34233.7-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты: издание официальное: дата введения 2018-08-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 58 с.
74. ГОСТ 34233.8-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками: издание официальное: дата введения 2018-08-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 33 с.
75. ГОСТ 34233.9-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Аппараты колонного типа: издание официальное: дата введения 2018-08-01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 24 с.
76. ГОСТ 34283-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность при ветровых, сейсмических и других внешних нагрузках: издание официальное: дата введения 2012-06-01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 28 с.
77. ГОСТ 34347-2017. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия: издание официальное: дата введения 2018-08-01. – М.: Стандартинформ,

2018. – 32 с.
78. **Лащинский, А.А.** Конструирование сварных химических аппаратов: справочник /А.А. Лащинский. – Л.: Машиностроение, 1981. – 382 с.
79. **Тимонин, А.С.** Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования: справочник: в 2 т. Т. 1. / А.С. Тимонин. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2001. – 756 с.

Конструкционные материалы

80. **Анурьев, В.И.** Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1992.
81. **Воробьева, Г.Я.** Коррозионная стойкость материалов в агрессивных средах / Г.Я. Воробьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1975. – 816 с.
82. **Дятлов, В.Н.** Коррозионная стойкость металлов и сплавов: справочник / В.Н. Дятлов. – М.: Машиностроение, 1984. – 352 с.
83. **Журавлев, В.Н.** Машиностроительные стали: справочник / В.Н. Журавлев, О.М. Николаева. – М.: Машиностроение, 1981. – 391 с.
84. **Лащинский, А.А.** Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник / А.А. Лащинский, А.Р. Толчинский. – Л.: Машиностроение, 1970. – 652 с.
85. Справочник сталей и сплавов / Г.В. Сорокин [и др.]; под общ. ред. Г.В. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
86. **Тимонин, А.С.** Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования: справочник: в 2 т. Т. 1 / А.С. Тимонин. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2001. – 756 с.
87. **Туфанов, Д.Г.** Коррозионная стойкость нержавеющих сталей, сплавов и чистых металлов: справочник / Д.Г. Туфанов. – М.: Металлургия, 1982.–352 с.
88. **Ульянин, Е.А.** Коррозионностойкие стали и сплавы: справочник / Е.А. Ульянин. – М.: Металлургия, 1991. – 256 с.

Методическая литература

89. **Попова, Г.Н.** Машиностроительное черчение: справочник / Г.Н. Попова, С.Ю. Алексеев. – СПб.: Политехника, 1999. – 453 с.
90. СК-СТО1-У-37.3-11 Стандарт организации. Общие требования к оформлению пояснительных записок дипломных и курсовых проектов /НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2011. – 26 с.
91. **Чекмарев, А.А.** Справочник по машиностроительному черчению /А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – М.: Высш. шк., 2001. – 493 с.

Справочники, каталоги

92. **Анурьев, В.И.** Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение,1992.
93. **Бредшнейдер, С.** Свойства газов и жидкостей: инженерные методы расчета / С. Бредшнейдер. – Л.: Химия, 1966. – 356 с.
94. **Варгафтик, Н.Б.** Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н.Б. Варгафтик. – М.: Наука, 1972. – 720 с.
95. **Викторов, М.М.** Графические расчеты в технологии неорганических веществ: гра-

фики и номограммы / М.М. Викторов. – Л.: Химия, 1972. – 464 с.
96. **Викторов, М.М.** Методы вычисления физико-химических величин и прикладные расчеты / М.М. Викторов. – Л.: Химия, 1977. – 360 с.
97. Газоочистное оборудование. Циклоны: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1977. – 21 с.
98. **Зайцев, И.Д.** Физико-химические свойства бинарных и многокомпонентных растворов неорганических веществ: справ. изд. / И.Д. Зайцев, Г.Г. Асеев. – М.: Химия, 1988. – 416 с.
99. **Карапетьянц, М.Х.** Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ / М.Х. Карапетьянц, М.Л. Карапетьянц. – М.: Химия, 1968. – 470 с.
100. Колонные аппараты: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1978. – 30 с.
101. Компрессорные машины: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1987. – 192 с.
102. Краткий справочник конструктора нестандартного оборудования: в 2 т. / В.И. Бакуменко [и др.]; под общ. ред. В.И. Бакуменко. – М.: Машиностроение, 1997.
103. **Лащинский, А.А.** Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник / А.А. Лащинский, А.Р. Толчинский. – Л.: Машиностроение, 1970. – 752 с.
104. Нефтяные центробежные насосы: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1980. – 52 с.
105. Пластинчатые теплообменники для химической и нефтяной промышленности: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1968. – 47 с.
106. Пластинчатые теплообменники: каталог. – М.:ЦИНТИхимнефтемаш,1974 –61 с.
107. Промышленные жидкостные сепараторы: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1984. – 132 с.
108. Промышленные центрифуги: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1986.–111 с.
109. **Рид, Р.** Свойства жидкостей и газов: справ. пособие / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд.; под ред. Б.И. Соколова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1982. – 592 с.
110. Роторные испарители: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1985.–15 с.
111. **Сидоров, М.Д.** Справочник по воздуходувным и газодувным машинам / М.Д. Сидоров. – М.:Машиностроение, 1972. – 260 с.
112. **Смирнов, Г.Г.** Конструирование безопасных аппаратов для химических и нефтеперерабатывающих производств: справочник / Г.Г. Смирнов, А.Р. Толчинский. – Л.: Машиностроение, 1988. – 303 с.
113. Справочник по теплообменникам: в 2 т. / Под ред. Б.С. Петухова. – М.: Энергоиздат, 1987.
114. Справочник химика: в 5 т. / Под ред. Б.Н. Никольского. – М.–Л.: Химия, 1966.
115. Стальные спиральные теплообменники: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1976. – 22 с.
116. Стандартные, кожухотрубчатые теплообменные аппараты общего назначения: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1978. – 14 с.
117. Сушильные аппараты и установки: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1983.–55 с.
118. **Тимонин, А.С.** Основы конструирования и расчета технологического и природоохранного оборудования: справочник: в 3 т. / А.С. Тимонин. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2002.
119. **Тимонин, А.С.** Инженерно-экологический справочник: в 3 т. / А.С. Тимонин. –

Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2003.
120. Торцевые уплотнения для центробежных насосов: каталог. – М: ЦИНТИхимнефтемаш, 1980. – 40 с.
121. **Ульянов, В.М.** Физико-химические характеристики веществ. справочник проектировщика химического оборудования: учеб. справ. пособие / В.М. Ульянов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2009. – 309 с.
122. Фильтры для жидкостей: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1974. – 246 с.
123. Центробежные герметичные электронасосы: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1990. – 52 с.
124. Центробежные горизонтальные и вертикальные химические насосы с проточной частью из металла: каталог. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1990. – 80 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

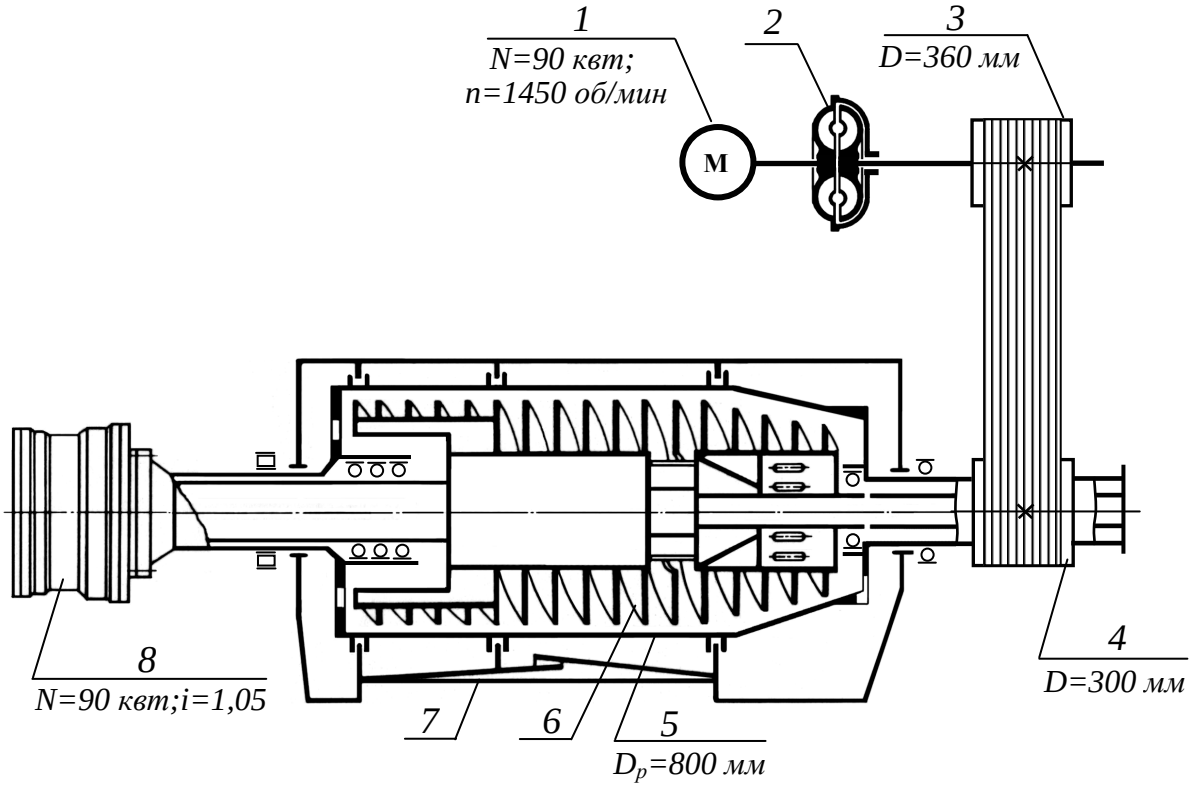

Рис. П.1. Кинематическая схема привода центрифуги ОГШ-802:
1 – электродвигатель; *2* – гидромуфта; *3*, *4* – шкивы; *5* – ротор; *6* – шнек; *7* – кожух; *8* – планетарный редуктор

Приложение Б

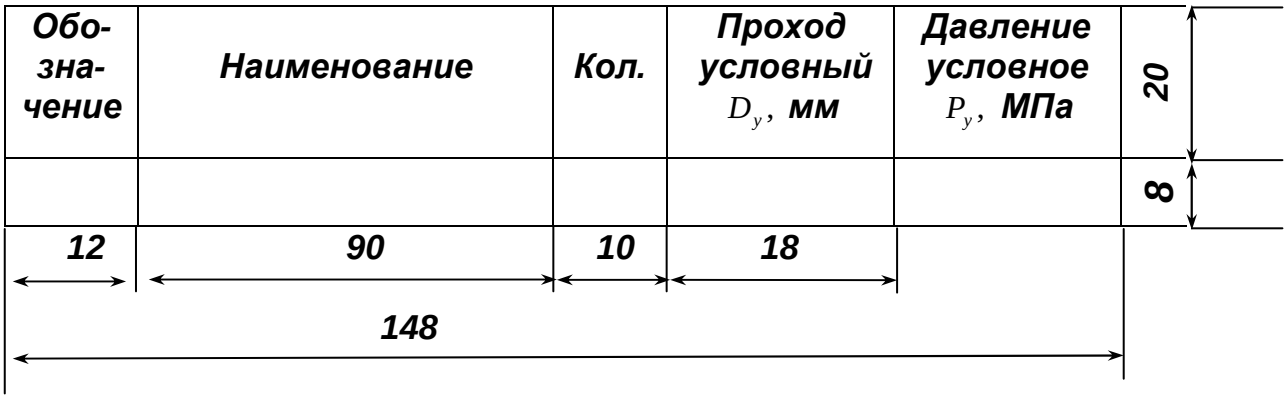

Таблица штуцеров

Обо-значе-ние	Наименование	Кол.	Проход условный D_y, мм	Давление условное P_y, мм
Б	Выход легкой фазы	1	100	0,6
В	Выход тяжелой фазы	1	100	0,6
Г	Вход легкой фазы	1	100	0,6
Д	Вход тяжелой фазы	1	100	0,6
$Е_{1-4}$	Для уровнемера	4	25	0,6
$Ж_{1-3}$	Для отбора проб	3	20	0,6
$З_{1-3}$	Гильза для термометра	3	25	2,5
$И_{1-4}$	Люк	4	400	0,6
$К_{1-3}$	Вход пара	3	25	0,6
$Л_{1-3}$	Выход конденсата	3	25	0,6
$М_{1-14}$	Вывод тяги	12	50	0,6

Приложение В

Техническая характеристика

Наименование			*Корпус*	*Рубашка**
Давление, МПа	*рабочее*			
	расчетное			
	пробное	*гидравлическое в вертикальном положении*		
		гидравлическое в горизонтальном положении		
Расчетная температура стенки, °С				
Характеристика рабочей среды	*состав*			
	температура, °С	*минимальная*		
		максимальная		
Срок службы, лет				
Число циклов нагружения за весь срок службы, не более				
Внутренний объем, м³				
Масса, кг:	*в рабочем состоянии, при гидроиспытании*			
Габаритные размеры, мм				
185			*40...50*	*40...50**

**Приводится только на чертеже аппаратов с рубашкой*

Приложение Г

Технические требования (для аппаратов)

1. Действительное расположение штуцеров, люков и других устройств – см. вид сверху, разрезы и сечения.

2. Аппарат поставляется в полностью собранном виде.

3. Неуказанные предельные отклонения размеров $\pm\frac{IT14}{2}$.

4. Размеры с верхним индексом «звездочка» (*) – для справок.

5. Сварные соединения должны соответствовать требованиям ОСТ 26.260.3 «Сварка в химическом машиностроении. Основные положения», ГОСТ Р 34347-2017 «Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия».

6. Аппарат испытать гидравлически давлением, указанным в таблице.

7. Аппарат теплоизолировать. Материал теплоизоляции – Rockwool TexBatts, толщина матов – 50 мм. Наружная облицовка – оцинкованные листы. Крепление теплоизоляции показано на виде Ж.

Приложение Д

Рекомендуемая форма таблицы и пример заполнения спецификации

185 (6, 8, 8, 70, 9, 22; 15, 8min)

Форм	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				Документация		
			Р 00.00.000 СБ	Сборочный чертеж		А1, А3
				Сборочные единицы		
А4		1	Р 01.00.000	Корпус	1	
А4		2	Р 02.00.000	Крышка	1	
А4		3	Р 03.00.000	Привод	1	
А4		4	Р 04.00.000	Мешалка	1	
				Детали		
А3		5	Р 00.00.001	Вал	1	
А4		6	Р 00.00.002	Заглушка	1	
А4		7	Р 00.00.003	Заглушка	1	
				Прокладки		
				паронит ГОСТ 481-71		
БЧ		8	Р 00.00.004	∅32×68×3	3	0,008 кг
БЧ		9	Р 00.00.005	∅32×78×3	2	0,009 кг
БЧ		10	Р 00.00.006	∅60×122×3	2	0,016 кг
БЧ		11	Р 00.00.007	∅78×122×3	1	0,02 кг
БЧ		12	Р 00.00.008	∅110×158×3	2	0,03 кг
БЧ		13	Р 00.00.009	∅400×435×5	1	0,15 кг
Б6		14	Р 00.00.010	∅700×765×5	2	0,28 кг

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КП-СОПХПП-НГТУ-16ТМО-000-20			
Разраб.		Смирнов Н.Н.			Реактор	Лит	Лист	Листов
Проверил		Пронин А.И.						
						ДПИ НГТУ гр. 16-ТМО		
Утвердил		Диков В.А.						

Форм	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				Стандартные изделия		
				Фланцы ГОСТ 1255-67		
		15		25-10	2	
		16		32-10	2	
		17		50-10	1	
				Болты ГОСТ 7798-70		
		18		М12×40.56		
		19		М16×50.56		
		20		М16×60.56		
		21		М20×90.56		
				Гайки ГОСТ 5915-70		
		22		М12.5		
		23		М16.5		
		24		М20.5		
				Материалы		
				Грунтовка ГФ-020		
				ГОСТ 4056-63		10 кг

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КП-СОПХПП-НГТУ-16ТМО-000-20	Лист 2