

В. П. Миронов, И. В. Постникова

Расчет сосудов и аппаратов

Часть I

Расчет основных конструктивных элементов

Учебное пособие

Иваново - 2009



В.П. Миронов, И.В. Постникова

РАСЧЕТ СОСУДОВ И АППАРАТОВ
Часть I
Расчет основных конструктивных элементов

Учебное пособие

Иваново – 2009

УДК 66.002.5.0012.(07)

Миронов В.П., Постникова И.В. Расчет сосудов и аппаратов. Часть I. Расчет основных конструктивных элементов: Учебное пособие / Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2009. 107 с. ISBN 978-5-9616-0333-0.

В данном учебном пособии изложены основные теоретические положения по курсу «Конструирование и расчет элементов оборудования». Даются основные сведения по теории и практике расчета и конструирования основных конструктивных элементов сосудов и аппаратов, работающих под давлением, разрежением и при различном сочетании нагрузок. Приводятся методики инженерного расчета, разработанные на основе нормативной документации с учетом иерархической структуры конструкций. В пособии сформулированы контрольные вопросы по каждому рассматриваемому разделу, а также общий тестовый контроль знаний студента по данному курсу. Приводятся варианты заданий для выполнения самостоятельных студенческих работ.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальностям «Машины и аппараты химических производств» и «Машины и аппараты пищевых производств».

Табл. 11. Ил. 17. Библиогр.: 43 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

Рецензенты:

Кафедра теплотехники Ивановской государственной текстильной академии; доктор технических наук П. П. Гуюмджян (Ивановский государственный архитектурно-строительный университет).

ISBN 978-5-9616-0333-0

© Ивановский государственный
химико-технологический
университет, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1	
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	10
1.1. ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	10
1.2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ОБОРУДОВАНИЮ	10
1.3. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ	11
1.4. ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	12
1.5. КОНСТРУКТИВНЫЙ СИНТЕЗ АППАРАТА	13
1.6. ПРАВИЛА ГОРТЕХНАДЗОРа РФ	17
ГЛАВА 2	
КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОБЕЧАЕК НА ПРОЧНОСТЬ	21
2.1. ВЫБОР КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	22
2.2. РАБОЧЕЕ И РАСЧЕТНОЕ ДАВЛЕНИЯ	28
2.3. РАСЧЕТНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	29
2.4. ДОПУСКАЕМЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ	30
2.5. ОБЕЧАЙКИ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ВНУТРЕННИМ ДАВЛЕНИЕМ. БЕЗМОМЕНТНАЯ ТЕОРИЯ	31
2.5.1. Цилиндрические обечайки, работающие под внутренним давлением	31
2.5.2. Сферические обечайки	33
2.5.3. Эллиптические днища, работающие под внутренним давлением	35
2.5.4. Расчет конических днищ, работающих под внутренним давлением	36
ГЛАВА 3.	39
РАСЧЕТ СОСУДОВ И АППАРАТОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ	
3.1. РАСЧЕТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБЕЧАЕК СРЕДНЕЙ ДЛИНЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ НАРУЖНОГО ДАВЛЕНИЯ	39
3.2. РАСЧЕТ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ДЛИННЫХ ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБЕЧАЕК (ТРУБ) ПРИ ДЕЙСТВИИ НАРУЖНОГО ДАВЛЕНИЯ	41
3.3. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ОБОЛОЧКИ, ПОДКРЕПЛЕННЫЕ КОЛЬЦАМИ ЖЕСТКОСТИ, РАСПОЛОЖЕННЫМИ ДРУГ ОТ ДРУГА НА РАССТОЯНИИ $l \geq \frac{D}{2}$	42

3.4.	ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ОБЕЧАЙКИ, ПОДКРЕПЛЕННЫЕ КОЛЬЦАМИ ЖЕСТКОСТИ, РАСПОЛОЖЕННЫМИ НА РАВНЫХ РАССТОЯНИЯХ $l < \frac{D}{2}$	44
3.5.	ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ОБЕЧАЙКИ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОСЕВОЙ СЖИМАЮЩЕЙ СИЛЫ И ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА	45
3.5.1.	Обечайки, работающие под действием осевой сжимающей силы	45
3.5.2.	Цилиндрические обечайки, работающие под действием изгибающего момента	48
3.6.	ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ОБЕЧАЙКИ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД СОВМЕСТНЫМ ДЕЙСТВИЕМ НАРУЖНОГО ДАВЛЕНИЯ, ОСЕВОЙ СЖИМАЮЩЕЙ СИЛЫ И ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА	49
3.7.	ЭЛЛИПТИЧЕСКИЕ ДНИЩА, РАБОТАЮЩИЕ ПОД НАРУЖНЫМ ДАВЛЕНИЕМ	49
3.8.	ПРОВЕРКА НА УСТОЙЧИВОСТЬ КОНИЧЕСКИХ ДНИЩ ПРИ СОВМЕСТНОМ ДЕЙСТВИИ ОСЕВОЙ СЖИМАЮЩЕЙ СИЛЫ И НАРУЖНОГО ДАВЛЕНИЯ	50
ГЛАВА 4		53
ПЛОСКИЕ КРУГЛЫЕ ДНИЩА И КРЫШКИ. КОРОБЧАТЫЕ ОБЕЧАЙКИ		
4.1.	ПЛОСКИЕ КРЫШКИ И ДНИЩА	53
4.2.	ПЛОСКИЕ КРУГЛЫЕ ДНИЩА, ПРИСОЕДИНЯЕМЫЕ К ФЛАНЦУ НА БОЛТАХ	53
4.3.	КОРОБЧАТЫЕ ОБЕЧАЙКИ И ПЛОСКИЕ КРЫШКИ, УКРЕПЛЕННЫЕ РЕБРАМИ ЖЕСТКОСТИ	54
4.4.	РАСЧЕТ КОРОБЧАТЫХ ОБЕЧАЕК, РАБОТАЮЩИХ ПОД ВНУТРЕННИМ ИЛИ НАРУЖНЫМ ДАВЛЕНИЕМ	55
4.5.	УКРЕПЛЕНИЕ КРУГЛЫХ ПЛОСКИХ ДНИЩ И КРЫШЕК РЕБРАМИ ЖЕСТКОСТИ	58
4.6.	ОСЕВЫЕ МОМЕНТЫ ИНЕРЦИИ И МОМЕНТЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЛЯ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ПРОФИЛЕЙ	60
4.7.	РАСЧЕТ УКРЕПЛЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ В ОБЕЧАЙКАХ И ДНИЩАХ	63
ГЛАВА 5		66
МОМЕНТНАЯ ТЕОРИЯ РАСЧЕТА ТОНКОСТЕННЫХ СОСУДОВ И КОРПУСОВ		
5.1.	ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	66
5.2.	МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТОНКОСТЕННЫХ ОБЕЧАЕК ПО МОМЕНТНОЙ ТЕОРИИ	72

5.3. КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ СНИЖЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В СТЫКОВЫХ СЕЧЕНИЯХ	74
ГЛАВА 6	75
ФЛАНЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ. РАСЧЕТ ПЛОСКИХ КРУГЛЫХ ФЛАНЦЕВ ИЗ ПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
6.1. ФЛАНЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	75
6.2. РАСЧЕТ КРУГЛЫХ НАРУЖНЫХ ПЛОСКИХ ФЛАНЦЕВ ИЗ ПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	77
6.3. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ФЛАНЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ.	83
ГЛАВА 7	87
КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ	
7.1. ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ ПО КУРСУ	87
7.2. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ	98
7.2.1 ВАРИАНТ I	98
7.2.2 ВАРИАНТ II	98
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	104
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	106

Учебное издание

Миронов Виктор Павлович
Постникова Ирина Викторовна

Расчет сосудов и аппаратов
Часть I
Расчет основных конструктивных элементов

Учебное пособие

Редактор В.Л. Родичева

Подписано в печать 15.12.2009. Формат 60x84 1/16.
Бумага писчая. Усл. печ. л.: 6,28. Уч. – изд. л. 6,97.
Тираж 300 экз., Заказ _____

ГОУ ВПО Ивановский государственный химико-технологический
университет

Отпечатано на полиграфическом оборудовании кафедры экономики и
финансов ГОУ ВПО «ИГХТУ».
153000, г. Иваново, пр. Ф.Энгельса, 7