

УДК 69.01/05 (075.8)

ББК 38.3/5 я73

П 78

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
Северо-Кавказского федерального
университета

Рецензенты:

д-р техн. наук, доцент Н. И. Стоянов,
главный инженер ООО «Нефтегазпроект» Д. А. Максимов

П 78 Прочностные расчеты элементов основного оборудования: учебное пособие / Воронин А. И., Аборнев Д. В., Фомущенко Л. В., Шагрова А. А. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2018. – 127 с.

В процессе изложения дисциплины особое внимание уделяется вопросам повышения эксплуатационной надежности теплоэнергетического оборудования и теплоиспользующих установок, работающих в условиях высоких температур и давлений. Материалы содержат необходимые схемы, чертежи и иллюстрации, которые помогают студентам более наглядно представлять изучаемые процессы и технологическое оборудование.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 08.04.01 Строительство, профилю «Теплогазоснабжение населенных мест и предприятий».

УДК 69.01/05 (075.8)

ББК 38.3/5 я73

Авторы:

канд. техн. наук, доцент А. И. Воронин,
канд. техн. наук, доцент Д. В. Аборнев,
ассистент Л. В. Фомущенко,
ст. преподаватель А. А. Шагрова

© ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский
федеральный университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
Лекция 1	
МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
1.1. Механические свойства материалов: диаграмма растяжения и напряжений. Виды нагружения	9
1.2. Конструкционные стали с сплавы: обычные и качественные стали. Легирующие элементы в конструкционных сталях. Классификация сталей	14
1.3. Чугуны и цветные металлы: виды, состав и технические характеристики	19
1.4. Влияние температуры, времени и термической обработки на механические свойства материалов	21
Лекция 2	
РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ УЗЛОВ ПАРОВЫХ КОТЛОВ И СОПРЯЖЕННЫХ ОБОЛОЧЕК	
2.1. Основы мембранной теории оболочек	26
2.2. Задачи, назначение и методика расчета на прочность деталей котла. Конструктивный и проверочный расчеты на прочность. Главные напряжения и выбор допускаемых напряжений по данным энергетической теории	30
2.3. Понятие о дополнительной распорной силе, возникающей по линии сопряжения оболочек и методика расчета на прочность. Сущность краевого эффекта по линии сопряжения оболочек	34
Лекция 3	
РАСЧЕТ АППАРАТОВ, НАГРУЖЕННЫХ ВНЕШНИМ ДАВЛЕНИЕМ	
3.1. Виды деформации и обеспечение первоначальной формы и жесткости оболочки, основное условие прочности .	47
3.2. Расчет на устойчивость длинных и коротких оболочек, сжатых внешним давлением	49

Лекция 4

РАСЧЕТ АППАРАТОВ, СЖАТЫХ ОСЕВЫМИ СИЛАМИ

4.1. Расчет на устойчивость оболочек, сжатых осевыми силами	56
4.2. Расчет на устойчивость сферических и конических оболочек	59

Лекция 5

РАСЧЕТ ПЛОСКИХ, КОНИЧЕСКИХ И БЕСШОВНЫХ ШТАМПОВАННЫХ ДНИЩ

5.1. Расчет толщины стенки плоских приварных доньшек, глухих или имеющих центральное неукрепленное отверстие. Расчетное давление и допускаемое напряжение	62
5.2. Расчет толщины стенки конических днищ при различных вариантах установки вертикальных опор: на цилиндрической или конической части аппарата	66
5.3. Определение толщины стенки глухого эллиптического днища, величины допустимого давления, высоты выпуклой части. Определение толщины стенки эллиптического днища, имеющего неукрепленные отверстия	73

Лекция 6

УКРЕПЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ

6.1. Укрепление отверстий при помощи приварного штуцера	79
6.2. Укрепление отверстий при помощи внешней или внутренней накладки	81

Лекция 7

ПРИМЕНЕНИЕ КОЛЕЦ ЖЕСТКОСТИ. ОПОРЫ ВЕРТИКАЛЬНЫХ АППАРАТОВ

7.1. Расчет аппаратов, нагруженных внешним давлением ...	88
7.2. Определение критического давления в момент потери устойчивости оболочки	89
7.3. Применение колец жесткости	95
7.4. Виды опор вертикальных аппаратов. Расчет на прочность бетонного основания и ребер жесткости	96

Лекция 8

РАСЧЕТ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

8.1. Типы фланцевых соединений	102
8.2. Определение расчетного усилия затяжки болтов и размеров прокладки	109
8.3. Расчет шпилек	112

Лекция 9

РАСЧЕТ БЫСТРОВРАЩАЮЩИХСЯ ДИСКОВ

9.1. Условия прочности быстровращающихся деталей	115
9.2. Допускаемые напряжения, толщина диска, его наружный диаметр	119
9.3. Предельно допустимая скорость вращения	123
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	126