

УДК 621.791(075)

ББК 30.4я73

Д18

Рецензенты:

*Н. И. Фисенко*, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механика»  
Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии;

*М. А. Красников*, заместитель директора отраслевого института  
Омскгазтехнология, ОАО «Запсибгазпром»

**Данильцев, Н. Н.**

Д18 Проектирование сварных конструкций : конспект лекций / Н. Н. Данильцев ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014. – 176с. : ил.

ISBN 978-5-8149-1857-4

Рассмотрены основные принципы расчета и проектирования сварных конструкций. Представлены основы расчета стыковых и угловых сварных соединений, выполненных дуговыми способами сварки, соединений, выполненных контактной стыковой, точечной и роликовой сваркой. Рассмотрены особенности расчета сварных соединений, работающих при переменной нагрузке, в условиях усталости, особенности расчета на устойчивость. Для анализа работы конструкций при переменной нагрузке представлен раздел по линиям влияния. На основе вышеперечисленных основных принципов расчета приведены методы расчета и проектирования конкретных конструкций, таких как сварные балки, сварные фермы, сварные стойки и листовые конструкции (сосуды, резервуары).

Предназначено для студентов бакалаврского направления 150700.62 «Машиностроение» с профильной подготовкой «Оборудование и технология сварочного производства», а также для студентов специальности 150202 «Оборудование и технология сварочного производства» и специальности 150701 «Проектирование технологических машин и комплексов».

УДК 621.791(075)

ББК 30.4я73

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Омского государственного технического университета*

ISBN 978-5-8149-1857-4

© ОмГТУ, 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА.....	7
2. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	8
2.1. Углеродистые стали .....	9
2.2. Легированные стали .....	10
2.3. Строительные стали .....	11
2.4. Сортамент профилей .....	13
2.5. Легкие сплавы .....	15
2.6. Пластмассы .....	17
2.7. Композитные материалы .....	19
3. ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ И ДОПУСКАЕМЫМ НАПРЯЖЕНИЯМ .....	20
3.1. Принцип расчета по предельным состояниям .....	20
3.2. Принцип расчета по допускаемым напряжениям .....	25
3.3. Сравнение рассмотренных принципов расчета.....	26
4. РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ .....	27
4.1. Общие сведения по расчету .....	27
4.2. Расчет стыковых сварных соединений, выполненных дуговыми методами сварки .....	29
4.3. Расчет угловых швов в соединениях внахлестку на продольную нагрузку .....	32
4.4. Расчет соединений втавр на продольную нагрузку .....	37
4.4.1. Соединения с угловыми швами .....	37
4.4.2. Соединения со сквозным проплавлением присоединяемого элемента.....	39
4.5. Расчет соединений втавр со сквозным проплавлением присоединяемого элемента на изгиб и сложное сопротивление .....	40
4.6. Расчет соединений втавр с угловыми швами на изгиб и сложное сопротивление .....	42

4.7. Соединения с угловыми швами, лежащими в плоскости действия изгибающего момента (соединения внахлестку) .....	46
4.8. Расчет соединений, выполненных контактной сваркой ..	49
4.8.1. Соединения стыковой контактной сварки .....	49
4.8.2. Соединения контактной точечной сварки.....	50
4.8.3. Расчет соединений контактной точечной сварки на действие момента, лежащего в плоскости точек .....	53
4.8.4. Соединения контактной шовной сварки .....	55
4.8.5. О допускаемых напряжениях при контактной сварке ...	55
<b>5. КОНЦЕНТРАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ.....</b>	<b>56</b>
5.1. Концентрация напряжений в стыковых швах .....	58
5.2. Концентрация напряжений в лобовых швах .....	60
5.3. Распределение напряжений в соединении с фланговыми швами.....	62
5.4. Концентрация напряжений в соединениях точечной контактной сварки .....	65
<b>6. ПРОЧНОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ НАГРУЗКЕ.....</b>	<b>67</b>
6.1 Оценка пределов выносливости сварных соединений .....	73
<b>7. ЛИНИИ ВЛИЯНИЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РАСЧЕТАХ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....</b>	<b>77</b>
7.1. Понятие о линиях влияния .....	77
7.2. Общее правило построения линий влияния .....	78
7.3. Линии влияния опорных реакций .....	79
7.4. Линии влияния изгибающих моментов и поперечных сил в сечении балки.....	81
7.5. Линии влияния продольных усилий в стержнях фермы ....	83
<b>8. СВАРНЫЕ БАЛКИ.....</b>	<b>87</b>
8.1. Схема расчета балок .....	88
8.2. Определение расчетных усилий в балке методом линий влияния .....	88
8.3. Определение высоты балки из условия ее жесткости .....	89

8.4. Определение высоты балки из условия ее наименьшего веса .....	92
8.5. Подбор сечения балки .....	94
8.6. Общая устойчивость балки .....	95
8.7. Местная устойчивость балки .....	97
8.8. Сварные соединения балки .....	99
9. СВАРНЫЕ СТОЙКИ .....	102
9.1. Расчет стоек со сплошным сечением при центральном сжатии .....	105
9.2. Центально-сжатые стойки с составным поперечным сечением .....	106
9.3. Соединительные элементы в стойках и их расчет .....	108
9.4. Соединительные элементы в стойках с составными сечениями .....	109
10. СВАРНЫЕ ФЕРМЫ .....	112
10.1. Общие сведения. Усилия в стержнях фермы .....	112
10.2. Проектирование и расчет элементов фермы .....	113
10.3. Сжатые элементы фермы .....	117
10.4. Растянутые элементы фермы .....	119
10.5. Подбор сечений элементов фермы по предельной гибкости .....	119
10.6. Узлы фермы .....	119
10.6.1. Узлы без косынок .....	120
10.6.2. Узлы с надставками .....	120
10.6.3. Узлы с вставками .....	121
10.6.4. Узлы с прокладками .....	122
10.6.5. Опорные узлы .....	122
10.7. О конструировании ферм, работающих при переменных нагрузках .....	123
11. ЛИСТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ .....	124
11.1. Общие сведения .....	124
11.2. Сведения из теории расчета тонких оболочек .....	124
11.3. Расчет на устойчивость листовых конструкций .....	127

11.4. Краевой эффект в месте сопряжения цилиндрических круговых оболочек с плоскими днищами .....	129
11.5. Определение изгибающего момента в зоне краевого эффекта узла сопряжения плоского днища со стенкой цилиндриче- ского резервуара .....	130
11.6. Резервуары .....	133
11.6.1. Вертикальные цилиндрические резервуары низкого давления .....	134
11.6.2. Днища резервуаров .....	136
11.6.3. Пример расчета окраек вертикального цилиндрического резервуара объемом 5000 м <sup>3</sup> .....	137
11.6.4. Расчет листовых обшивок .....	141
11.6.5. Постоянные и временные нагрузки на резервуары .....	143
11.6.6. Расчет и конструирование стенок резервуара .....	144
11.6.7. Стационарные крыши вертикальных резервуаров низкого давления .....	149
11.6.8. Расчет и конструирование элементов конического покрытия .....	151
11.7. Сосуды, работающие под давлением .....	160
11.7.1. Общие сведения по расчету .....	160
11.7.2. Расчет цилиндрических обечаек .....	163
11.7.3. Расчет выпуклых днищ и крышек .....	165
11.7.4. Расчет укрепления отверстий .....	168
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	173