

С. В. Михайлицын  
И. Н. Зверева  
М. А. Шекшеев

# СВАРОЧНЫЕ И НАПЛАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



**С. В. Михайлицын  
И. Н. Зверева  
М. А. Шекшеев**

# **СВАРОЧНЫЕ И НАПЛАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

*Учебник*

Москва Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2020

УДК 621.791

ББК 34.641

М69

**Михайлицын, С. В.**

**М69** Сварочные и наплавочные материалы : учебник / С. В. Михайлицын, И. Н. Зверева, М. А. Шекшеев. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 228 с. : ил., табл.  
ISBN 978-5-9729-0402-0

Даны сведения о современных сварочных и наплавочных материалах, материалах для пайки и напыления: электродах, проволоках сплошного сечения и порошковых, лентах, прутках, стержнях, неплавящихся электродах, порошках, флюсах и защитных газах. Описаны требования к компонентам покрытий электродов, методы подбора и расчёта их состава, технология производства штучных электродов и порошковых проволок. Показан путь выбора материалов для создания качественных изделий с помощью сварки, наплавки, пайки и напыления.

Для обучающихся в магистратуре и бакалавриате по направлению «Машиностроение» по профилю «Оборудование и технология сварочного производства», а также молодых специалистов, изобретателей и ученых.

УДК 621.791

ББК 34.641

ISBN 978-5-9729-0402-0

© С. В. Михайлицын, И. Н. Зверева, М. А. Шекшеев, 2020

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2020

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2020

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	6
<b>Глава 1. Введение. История развития теории и практики производства сварочных материалов. Классификация электродов в соответствии с ГОСТами</b> .....	7
§ 1.1. Введение .....	7
§ 1.2. История развития теории и практики производства сварочных материалов .....	8
§ 1.3. Классификация электродов в соответствии с ГОСТами .....	13
<b>Глава 2. Виды покрытия, обозначения, характеристики, состав и назначение. Компоненты покрытий электродов</b> .....	18
§ 2.1. Вид покрытия, обозначения, характеристики, состав и назначение .....	18
2.1.1. <i>Электроды с кислым покрытием</i> .....	18
2.1.2. <i>Электроды с рутиловым покрытием</i> .....	20
2.1.3. <i>Электроды с целлюлозным покрытием</i> .....	21
2.1.4. <i>Электроды с основным покрытием</i> .....	23
§ 2.2. Компоненты электродных покрытий .....	24
<b>Глава 3. Методика подбора и расчёта компонентов покрытий. Порядок расчёта состава покрытий</b> .....	28
§ 3.1. Методика подбора и расчёта компонентов покрытий .....	28
§ 3.2. Порядок расчёта состава покрытий .....	31
3.2.1. <i>Формирование состава шлаков при плавлении электрода</i> .....	31
<b>Глава 4. Группы электродов – их марки, характеристики, механические свойства, области применения, технологические особенности сварки (наплавки), условные обозначения и соответствие электродов зарубежным стандартам</b> .....	38
§ 4.1. Электроды для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей .....	38
4.1.1. <i>Электроды с различными видами покрытия</i> .....	39
4.1.2. <i>Электроды различных типов</i> .....	49
4.1.3. <i>Обозначение электродов согласно стандартам</i> .....	56
§ 4.2. Электроды для сварки легированных конструкционных сталей повышенной и высокой прочности .....	60
§ 4.3. Электроды для сварки теплоустойчивых сталей .....	64
§ 4.4. Электроды для сварки высоколегированных коррозионностойких сталей и сплавов .....	68
§ 4.5. Электроды для сварки высоколегированных жаростойких и жаропрочных сталей и сплавов .....	81
4.5.1. <i>Электроды для сварки никелевых сплавов</i> .....	87
§ 4.6. Электроды для сварки специализированных сталей .....	90
§ 4.7. Электроды для сварки разнородных сталей и сплавов .....	91

§ 4.8. Электроды для наплавки.....	98
4.8.1. Классификация электродов для наплавки.....	106
§ 4.9. Электроды для сварки и наплавки чугуна.....	107
§ 4.10. Электроды для сварки цветных металлов.....	113
4.10.1. Электроды для сварки алюминия и его сплавов.....	116
4.10.2. Электроды для сварки меди и её сплавов.....	116
4.10.3. Электроды для сварки никеля и его сплавов.....	119
§ 4.11. Электроды для резки металлов.....	120

<b>Глава 5. Оборудование и технология изготовления покрытых электродов. Цеха для изготовления покрытых сварочных (наплавочных) электродов. Испытания (аттестация) электродов (на примере электродов общего назначения).....</b>	<b>122</b>
---	------------

§ 5.1. Цеха для изготовления покрытых сварочных (наплавочных) электродов.....	122
5.1.1. Поставка и складирование сырьевых материалов.....	123
5.1.2. Входной контроль и порядок запуска материалов в производство.....	123
5.1.3. Подготовка компонентов покрытия.....	124
5.1.4. Волочение катанки.....	129
5.1.5. Рубка стержней.....	131
5.1.6. Приготовление жидкого стекла из силикатной глыбы.....	132
5.1.7. Составление сухой шихты.....	134
5.1.8. Приготовление замесов обмазочной массы.....	136
5.1.9. Опрессовка электродов.....	138
5.1.10. Сушка и прокатка электродов.....	144
5.1.11. Упаковка, маркировка, транспортирование электродов.....	148
§ 5.2. Испытания (аттестация) электродов.....	151

<b>Глава 6. Сварочные и наплавочные проволоки, прутки, стержни, порошковые проволоки и ленты. Их классификация, обозначение, назначение и характеристика. Порошки для наплавки, неплавящиеся электроды. Оборудование и технология производства порошковых проволок и лент.....</b>	<b>163</b>
--	------------

§ 6.1. Сварочные и наплавочные проволоки, прутки, стержни, порошковые проволоки и ленты. Их классификация, обозначение, назначение и характеристика.....	163
6.1.1. Сварочная сплошная проволока.....	163
6.1.2. Проволока для наплавки.....	165
6.1.3. Сварочная проволока из алюминия и его сплавов.....	168
6.1.4. Сварочная проволока из меди и её сплавов.....	168
6.1.5. Прутки для наплавки.....	169
6.1.6. Сварочная порошковая проволока.....	170
6.1.7. Порошковая лента.....	178
§ 6.2. Порошки для наплавки, неплавящиеся электроды.....	180
6.2.1. Порошки для наплавки и напыления.....	180
6.2.2. Неплавящиеся электроды.....	181

§ 6.3. Оборудование и технология производства порошковых проволок и лент .....	183
<b>Глава 7. Порошки для напыления. Марки, состав, свойства, назначение и технологические особенности .....</b>	<b>186</b>
§ 7.1. Порошки для напыления. Марки, состав, свойства, назначение и технологические особенности .....	186
7.1.1. <i>Металлы и сплавы для напыления</i> .....	191
7.1.2. <i>Композиционные материалы для напыления</i> .....	191
7.1.3. <i>Самофлюсующиеся сплавы</i> .....	193
7.1.4. <i>Керамика</i> .....	194
<b>Глава 8. Флюсы сварочные. Керамические и плавные. Назначение, состав, марки, характеристика. Флюсы для электрошлаковой сварки. Флюсы для пайки .....</b>	<b>197</b>
§ 8.1. Флюсы сварочные. Керамические и плавные. Назначение, состав, марки, характеристика.....	197
8.1.1. <i>Классификация флюсов по способу изготовления</i> .....	197
8.1.2. <i>Классификация флюсов по химическому составу</i> .....	197
8.1.3. <i>Классификация флюсов по основности</i> .....	198
8.1.4. <i>Классификация флюсов по химической активности</i> .....	199
8.1.5. <i>Классификация флюсов по назначению</i> .....	200
8.1.6. <i>Классификация флюсов по внешним характеристикам зёрен</i> .....	200
8.1.7. <i>Керамические флюсы</i> .....	201
8.1.8. <i>Плавные флюсы</i> .....	202
8.1.9. <i>Флюсы для сварки цветных металлов</i> .....	205
§ 8.2. Флюсы для электрошлаковой сварки.....	205
§ 8.3. Флюсы для пайки.....	210
<b>Глава 9. Защитные газы. Инертные и активные. Марки, назначение, характеристики .....</b>	<b>213</b>
§ 9.1. Инертные и активные газы. Марки, назначение, характеристики .....	213
9.1.1. <i>Аргон</i> .....	213
9.1.2. <i>Гелий</i> .....	215
9.1.3. <i>Углекислый газ</i> .....	216
9.1.4. <i>Кислород</i> .....	217
9.1.5. <i>Азот</i> .....	218
9.1.6. <i>Водород</i> .....	220
9.1.7. <i>Смесь газов</i> .....	221
<b>Заключение .....</b>	<b>223</b>
<b>Вопросы для самоконтроля .....</b>	<b>224</b>
<b>Библиографический список.....</b>	<b>225</b>