

УДК 621(075.8)
ББК 30.61
Г52

*Рекомендовано Научно-методическим советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебника*

Рецензенты:

зав. кафедрой «Электронное машиностроение и сварка» СГТУ
имени Ю.А. Гагарина, д-р техн. наук, профессор *Г.В. Конюшков*;
зав. кафедрой «Электронное машиностроение и сварка»
Московского государственного университета
приборостроения и информатики,
д-р техн. наук, профессор *В.М. Ямпольский*

Гладков, Э. А.

Г52 Автоматизация сварочных процессов : учебник / Э. А. Гладков,
В. Н. Бродягин, Р. А. Перковский. — 3-е изд. — Москва : Изда-
тельство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. — 421, [3] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-5557-7

Приведено описание основных элементов автоматики сварочных установок. Даны принципы построения и примеры реализации современных систем управления оборудованием и процессами дуговой, контактной и электронно-лучевой сварки. Рассмотрены системы управления пространственным положением источника нагрева относительно линии стыка, автоматизированные комплексы с микроконтроллерами и ЭВМ для управления качеством сварного соединения, а также проблемы роботизации дуговой и контактной сварки.

Для студентов высших учебных заведений. Учебник может быть полезен аспирантам и специалистам в области сварочного производства при выборе средств автоматизации.

УДК 621(075.8)
ББК 30.61

© Гладков Э. А., Бродягин В. Н.,
Перковский Р. А., 2014
© Гладков Э. А., Бродягин В. Н.,
Перковский Р. А., 2017, с изменениями
© Оформление. Издательство МГТУ
им. Н. Э. Баумана, 2021

ISBN 978-5-7038-5557-7

Оглавление

<i>Предисловие</i>	3
<i>Введение</i>	5
Глава 1. Элементы автоматики сварочных установок	10
1.1. Классификация элементов автоматики	10
1.2. Датчики	11
1.2.1. Основные характеристики датчиков	11
1.2.2. Датчики линейного перемещения	14
1.2.3. Датчики угла поворота	23
1.2.4. Датчики скорости вращения	27
1.2.5. Датчики силы	29
1.2.6. Датчики температуры	31
1.2.7. Датчики электрических параметров	37
1.2.8. Датчики магнитного поля	38
1.3. Устройства передачи информации	39
1.3.1. Передача бинарной информации	39
1.3.2. Передача аналоговой информации	41
1.3.3. Передача цифровой информации	44
1.3.4. Промышленные сети	45
1.4. Усилители	46
1.4.1. Магнитные усилители	48
1.4.2. Тиристорные усилители	49
1.4.3. Транзисторные усилители	51
1.4.4. Интегральные усилители	54
1.5. Исполнительные устройства	56
1.5.1. Электрические серводвигатели постоянного тока	56
1.5.2. Электрические серводвигатели переменного тока	62
1.5.3. Пневматические двигатели	63
1.5.4. Гидравлические двигатели	66
1.6. Устройства управления	68
1.6.1. Аналоговые устройства управления	68
1.6.2. Цифровые устройства управления	75
Глава 2. Сварочные процессы как объекты регулирования и управления	85
2.1. Общая характеристика объектов автоматизации	85
2.2. Особенности автоматизации процессов в комплексной задаче механизации и автоматизации сварочного производства	97
2.3. Классификация возмущений в сварочном контуре	99
2.4. Характеристика физических процессов в объектах регулирования при различных способах сварки	102
2.5. Управляющие воздействия и показатели качества сварочного процесса как объекта регулирования	120

Глава 3. Системы автоматического регулирования параметров сварочного процесса и оборудования	144
3.1. Разомкнутые системы автоматического регулирования параметров процесса и оборудования	144
3.1.1. Настройка параметров и управление режимами аргонодуговой сварки неплавящимся электродом	144
3.1.2. САР параметров дуги и процесса формирования шва при сварке неплавящимся электродом	147
3.1.3. Настройка параметров и управление режимами ручной дуговой сварки покрытыми электродами и механизированной сварки в среде защитных газов	150
3.1.4. Системы управления переносом электродного металла и формированием шва при дуговой сварке в защитном газе	153
3.1.5. САР параметров дуги и процесса формирования шва при автоматической сварке под флюсом	179
3.1.6. Системы управления параметрами процесса и оборудования контактной сварки	186
3.1.7. Системы управления параметрами процесса и оборудования ЭЛС	191
3.2. Замкнутые системы автоматического регулирования параметров зоны проплавления в процессе сварки	199
3.2.1. САР глубины проплавления при дуговой сварке	199
3.2.2. САР глубины проплавления при ЭЛС	202
Глава 4. Системы слежения за линией стыка при сварке	210
4.1. Системы слежения за линией стыка при дуговой сварке	210
4.1.1. Системы с копирными датчиками прямого и непрямого действия	210
4.1.2. Системы непрямого действия с бесконтактными датчиками. Функциональные схемы следящих систем	216
4.2. Системы автоматического слежения за линией стыка при электронно-лучевой сварке	253
4.2.1. Копировально-следящая система	253
4.2.2. Аналого-цифровые системы слежения за линией стыка с датчиком вторичных электронов	254
4.2.3. Микрокомпьютерная система слежения за линией стыка с датчиком вторичных электронов	257
4.2.4. Телевизионные следящие системы	261
Глава 5. Системы программного управления сварочными процессами и оборудованием	265
5.1. Системы программного управления процессами дуговой сварки	265
5.2. Программное управление процессами контактной сварки	271

5.3.	Программное управление процессом электронно-лучевой сварки	278
5.4.	Программное управление траекторией движения сварочной головки по линии стыка	285
Глава 6.	Автоматизированные системы управления технологическим процессом сварки	289
6.1.	Структуры АСУ ТП	289
6.2.	АСУ ТП дуговой сварки неплавящимся электродом	291
6.2.1.	АСУ ТП однопроводной дуговой сварки труб из аустенитных сталей	291
6.2.2.	АСУ трубосварочным автоматом для многослойной сварки кольцевых стыков труб	306
6.3.	АСУ ТП дуговой сварки плавящимся электродом	315
6.3.1.	Структура микропроцессорной системы управления оборудованием для MIG/MAG-сварки	315
6.3.2.	АСУ ТП многослойной MIG/MAG-сварки кольцевых стыков магистральных трубопроводов	317
6.4.	АСУ ТП контактной сварки	323
6.4.1.	Иерархия электросварочного оборудования с микроконтроллерами и ЭВМ	323
6.4.2.	Управление точечной контактной сваркой по математическим моделям	327
6.5.	АСУ ТП электронно-лучевой сварки	330
6.5.1.	Состав и функциональная схема АСУ ТП	330
6.5.2.	Режимы работы микропроцессорной АСУ	333
Глава 7.	Роботизация процесса сварки	340
7.1.	Особенности роботизированного процесса сварки	340
7.2.	Состав робототехнических комплексов	346
7.3.	Манипуляционные системы робототехнических комплексов	349
7.4.	Системы управления, методы обучения и программирования сварочных робототехнических комплексов	362
7.5.	Сварочное оборудование робототехнических комплексов	377
7.6.	Методы и технические средства адаптации сварочных робототехнических комплексов	397
	<i>Заключение</i>	<i>414</i>
	<i>Литература</i>	<i>417</i>