




**Г. М. КОРОТКОВА**

# **ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВАРКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

---

 «Инфра-Инженерия»

**Г. М. Короткова**

**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ  
ДЛЯ СВАРКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

*Монография*

Москва    Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2021

УДК 621.791  
ББК 34.641  
К68

*Рецензенты:*

доктор технических наук, профессор Поволжского государственного университета (г. Тольятти) *Туищев Алексей Иванович*;  
доктор технических наук, профессор Тольяттинского государственного университета *Сидоров Владимир Петрович*

**Короткова, Г. М.**

**К68** Источники питания для сварки алюминиевых сплавов : монография / Г. М. Короткова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 312 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-9729-0664-2

Рассмотрены основные факторы, определяющие конструкцию источника питания сварочной дуги. Приведены вольт-амперные характеристики дуги при сварке W-Al в Ar. Проанализированы энергетические характеристики трехфазной сварочной дуги. Освещены вопросы влияния формы переменного тока на параметры и стабильность дуги при смене полярности. Рассмотрена тема промышленного освоения источников питания однофазной и трехфазной дуги.

Для специалистов в области сварочного производства. Может быть полезно студентам и научным работникам.

УДК 621.791  
ББК 34.641

ISBN 978-5-9729-0664-2

© Короткова Г. М., 2021  
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021  
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

# СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КОНСТРУКЦИЮ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ .....	9
1.1. Сварка сплавов на основе алюминия .....	9
1.2. Функциональные элементы системы «сеть – потребитель» .....	19
1.3. Сварочная дуга, как объект управления .....	38
ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДУГИ ПРИ СВАРКЕ W-AL В АРГОНЕ НА ПЕРЕМЕННОМ ОДНОФАЗНОМ ТОКЕ.....	55
2.1. Методы и средства наблюдения и регистрации электрических параметров дуги в состоянии статического равновесия .....	56
2.2. Методика наблюдения и регистрации электрических параметров дуги в состоянии динамического равновесия.....	58
2.3. Методика определения динамического сопротивления и проводимости дуги за период изменения тока .....	62
2.4. Методика наблюдения и регистрации неэлектрических параметров дуги за период изменения тока .....	68
ГЛАВА 3. ВОЛЬТ-АМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДУГИ ПРИ СВАРКЕ W-AL В АR.....	78
3.1. Статические вольт-амперные характеристики дуги.....	78
3.2. Приэлектродные падения напряжения на дуге переменного тока при сварке W-Al в Ar.....	87
3.3. Динамические вольт-амперные характеристики дуги при сварке W-Al в Ar.....	98
ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА ПАРАМЕТРЫ И СТАБИЛЬНОСТЬ ДУГИ ПРИ СМЕНЕ ПОЛЯРНОСТИ.....	103
4.1. Функциональные зависимости дуги $r_n(t)$ , $g(t)$ , $S(t)$ , $n_c(t)$ , $j(t)$ при синусоидальной форме тока .....	104
4.2. Функциональные зависимости дуги $r_n(t)$ , $g(t)$ , $S(t)$ , $n_c(t)$ , $j(t)$ при искажении формы тока .....	116
4.3. Функциональные зависимости дуги $r_n(t)$ , $g(t)$ , $S(t)$ , $n_c(t)$ , $j(t)$ дуги при прямоугольной форме тока.....	122

- 4.4. Влияние искажения формы переменного тока  
на тепловые характеристики дуги и геометрические размеры шва ... 132

## ГЛАВА 5. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ДЛЯ СВАРКИ ТОЛЩИН (0,2...2,0) ММ .....	136
5.1. Особенности формирования сварного соединения сплава Al толщиной от 0,2 до 0,8 мм дугой переменного синусоидального тока неплавящимся электродом .....	136
5.2. Управление процессом сварки дугой переменного тока синусоидальной формы .....	141
5.3. Проектирование схем источников питания импульсной дуги .....	145
5.4. Электромагнитная совместимость сети и системы «источник питания – дуга» .....	161
5.5. Особенности формирования сварного соединения из сплава Al толщиной от 0,8 до 2 мм .....	167
5.6. Управление процессом сварки на переменном токе прямоугольной формы и проектирование схем источников питания .....	177

## ГЛАВА 6. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕХФАЗНОЙ СВАРОЧНОЙ ДУГИ .....

188	
6.1. Особенности формирования сварного соединения из сплавов Al толщиной (2,0...30,0) мм .....	188
6.2. Обобщенное представление о горении трехфазной сварочной дуги при симметричной схеме питания .....	190
6.3. Моделирование трехфазной дуги .....	206
6.4. Внутренний механизм и закономерности горения элементарных дуг в факеле трехфазной сварочной дуги с $K_T = 1,73$ при несимметричной схеме питания .....	212
6.5. Влияние искажения формы линейных токов на условия повторных возбуждений элементарных дуг .....	228
6.6. Фазные вольт-амперные характеристики свободной трехфазной дуги .....	231

## ГЛАВА 7. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ТРЕХФАЗНОЙ ДУГИ

ДЛЯ СВАРКИ AL СПЛАВОВ ТОЛЩИН ОТ 2,0 ДО 30,0 ММ .....	238
7.1. Особенности формирования длинномерных сварных соединений толщиной (2,0...6,0) мм, (6,0...10,0) мм, (10...30) мм .....	238

7.2. Управление сварочным током в источниках питания трехфазной дуги .....	240
7.3. Проектирование магнитной системы трехфазного сварочного трансформатора с несимметричным включением обмоток .....	245
7.4. Методика расчета реактивного сопротивления рассеяния сварочного трансформатора с витым кольцевым магнитопроводом .....	249
7.5. Проектирование несимметричных схем источников питания трехфазной дуги .....	259
<b>ГЛАВА 8. ПРОМЫШЛЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ОДНОФАЗНОЙ И ТРЕХФАЗНОЙ ДУГИ.....</b>	<b>280</b>
8.1. Стендовые испытания источников питания для сварки однофазной дугой переменного тока синусоидальной и прямоугольной формы .....	280
8.2. Технологические возможности дуги переменного тока прямоугольной формы с асимметричным циклом .....	286
8.3. Технологические возможности установок трехфазной дуги .....	290
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>293</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>	<b>295</b>