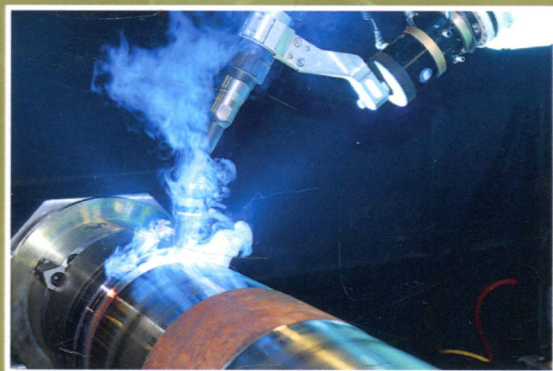


В. П. Сидоров

# РАСЧЕТЫ ПАРАМЕТРОВ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ



**В. П. Сидоров**

# **РАСЧЕТЫ ПАРАМЕТРОВ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ**

Учебное пособие

Москва Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2022

УДК 621.791.75

ББК 34.641

С34

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор Волжского университета им. В. Н. Татищева

*С. В. Краснов;*

д-р техн. наук, академик РАЕН, профессор Тольяттинского государственного  
университета *В. И. Столбов*

**Сидоров, В. П.**

**С34** Расчеты параметров сварки плавлением : учебное пособие / В. П. Сидоров. – Москва ; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. – 216 с. : ил., табл.  
ISBN 978-5-9729-0966-7

Приведены результаты анализа энергетических характеристик наиболее распространенных способов сварки плавлением. Изложены подходы к расчету проплавления основного металла при сварке плавящимся электродом. Рассмотрены вопросы производительности расплавления покрытых сварочных электродов. Обосновано понятие гибкости технологических процессов сварки. Даны примеры известных и новых гибких технологических процессов.

Для студентов высших технических учебных заведений, а также преподавателей и инженеров производства.

УДК 621.791.75

ББК 34.641

ISBN 978-5-9729-0966-7

© Сидоров В. П., 2022

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2022

© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2022

|   |     |
|---|-----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ.....  | 5   |
| ГЛАВА 1. ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ<br>СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ.....                          | 6   |
| 1.1. Понятие производительности образования соединения при сварке .....                               | 6   |
| 1.2. Возможности регулирования химического состава металла шва<br>при дуговой сварке.....             | 10  |
| 1.3. Особенности распространения тепла при сварке плавлением<br>и образования сварочной ванны .....   | 11  |
| 1.4. Тепловая эффективность сварочных источников тепла .....  | 12  |
| 1.5. Сосредоточенность теплового потока сварочных источников .....                                    | 18  |
| 1.6. Удельные затраты энергии при сварке .....  | 23  |
| ГЛАВА 2. ПОКАЗАТЕЛИ ПРОПЛАВЛЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ<br>СВАРОЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛА.....                      | 32  |
| 2.1. Схематизация тел и источников тепла при сварке .....   | 32  |
| 2.1.1. Полубесконечное тело с подвижным точечным<br>источником теплоты .....                          | 33  |
| 2.1.2. Бесконечная пластина с движущимся линейным<br>источником тепла.....                            | 38  |
| 2.1.3. Нормально-круговой источник на поверхности<br>плоского слоя.....                               | 40  |
| 2.2. Анализ показателей эффективности проплавления металла<br>при сварке.....                         | 44  |
| ГЛАВА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ<br>МОДЕЛИ.....   | 51  |
| 3.1. Методика приведения параметров математической модели.....  | 51  |
| 3.2. Сравнение расчетов с экспериментальными данными .....  | 59  |
| ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ<br>ПРИ СВАРКЕ НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ.....              | 71  |
| 4.1. Энергетическая эффективность сварки при действии НКИ.....  | 71  |
| 4.2. Предельные возможности проплавления при аргонодуговой<br>сварке (АРДС).....                      | 79  |
| 4.3. Влияние подогрева пластин на эффективность проплавления<br>металла .....                         | 86  |
| 4.4. Исследование односторонней тандемной сварки.....   | 89  |
| ГЛАВА 5. ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ<br>ПРИ СВАРКЕ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ.....                | 93  |
| 5.1. Коэффициент расплавления электрода.....  | 93  |
| 5.2. Определение вольтова эквивалента анодной мощности по<br>характеристикам плавления электрода..... | 96  |
| 5.3. Расчетные методы определения скорости плавления электродной<br>проволоки .....                   | 100 |
| 5.4. Влияние полярности на эффективность расплавления электрода.....                                  | 121 |

|   |     |
|---|-----|
| ГЛАВА 6. ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПЛАВЛЕНИЯ<br>ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ.....                                     | 130 |
| 6.1. Методика расчета скорости расплавления покрытого электрода.....  | 130 |
| 6.2. Влияние тока дуги на скорость расплавления электродов .....  | 138 |
| 6.3. Влияние полярности на скорость расплавления покрытых<br>электродов.....                                    | 141 |
| 6.4. Влияние тока дуги на время расплавления покрытых электродов.....   | 143 |
| ГЛАВА 7. ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОПЛАВЛЕНИЯ<br>ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА ПРИ СВАРКЕ ПЛАВЯЩИМИСЯ<br>ЭЛЕКТРОДАМИ..... | 146 |
| 7.1. Влияние полярности дуги на долю участия основного металла<br>в металле шва.....                            | 146 |
| 7.2. Методика аппроксимации зависимостей проплавления металла<br>при сварке плавлением .....                    | 148 |
| 7.3. Проплавляющая способность дуги под флюсом при сварке<br>разнополярными импульсами тока .....               | 153 |
| 7.4. Определение эффективной мощности дуги с разнополярными<br>импульсами тока.....                             | 159 |
| 7.5. Учет влияния полярности в расчетах проплавления основного<br>металла при сварке плавящимся электродом..... | 162 |
| 7.6. Расчет площади проплавления основного металла дугой<br>с плавящимся электродом .....                       | 170 |
| ГЛАВА 8. ГИБКИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ СВАРКИ .....   | 175 |
| 8.1. Понятие гибкости технологического процесса сварки .....  | 175 |
| 8.2. Плавление присадочной проволоки при сварке неплавящимся<br>электродом .....                                | 183 |
| 8.3. Сварка неплавящимся электродом пульсирующей дугой .....  | 183 |
| 8.4. Сварка с подогреваемой присадочной проволокой.....   | 185 |
| 8.5. Многодуговая сварка вольфрамовыми электродами .....  | 187 |
| 8.6. Сварка проникающей дугой с применением заостренного<br>вольфрамового электрода.....                        | 188 |
| 8.7. Одновременная двухсторонняя дуговая сварка (ОДДС) .....  | 190 |
| 8.8. Плазменная сварка дугой прямой полярности.....   | 191 |
| 8.9. Трехфазная сварочная дуга .....  | 193 |
| 8.9.1. Схема питания трехфазной сварочной дуги.....   | 193 |
| 8.9.2. Дополнительные технологические возможности<br>трехфазной дуги .....                                      | 194 |
| 8.9.3. Сварка пульсирующей трехфазной дугой.....  | 195 |
| 8.10. Способ сварки и наплавки дугой комбинированного действия.....   | 195 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....  | 203 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....   | 205 |