



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

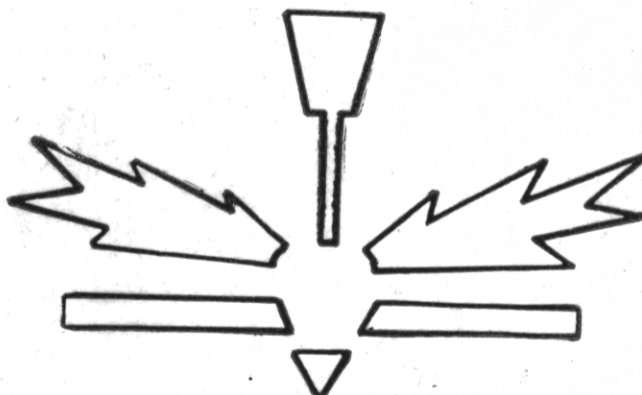
Брянский государственный технический университет

А.В. АБРАШИН

СВАРКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Утверждено редакционно-издательским советом
в качестве учебного пособия

Издание второе, стереотипное



Брянск
Издательство БГТУ
2005

УДК 621.791:669.017

Абрашин, А.В. Сварка специальных сталей и сплавов: учеб. пособие. – Брянск: БГТУ, 2005. – 116 с.

ISBN 5-89838-128-7

Показано влияние легирующих элементов на процессы, происходящие при сварке, условия плавления и кристаллизации металла сварочной ванны, механизм химической и физической неоднородности, свариваемость.

Рассмотрены свойства, области применения, свариваемость и технология сварки перлитных жаропрочных, хромистых, хромоникелевых, аустенитных и разнородных сталей, а также сплавов на никелевой основе.

Даны сведения о способах, материалах и режимах сварки, видах и режимах термической обработки и свойствах сварных соединений.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 150202 – "Оборудование и технология сварочного производства" при изучении дисциплины "Сварка специальных сталей и сплавов", может быть полезно работникам промышленных предприятий.

Табл. 33. Ил. 47. Библиогр. – 9 назв.

Научный редактор Кашук М.Г.

Рецензенты: кафедра "Технология конструкционных материалов и ремонт машин" Брянской государственной инженерно-технологической академии,
к.т.н. Кузнецов Л.Д.

ISBN 5-89838-128-7

© Брянский государственный
технический университет, 2005

ПРЕДИСЛОВИЕ

Специальные стали и сплавы относятся к большой группе конструкционных материалов, обеспечивающих работу узлов и деталей машин в условиях воздействия высоких температур, агрессивных сред, радиационного излучения и т.п.

Целью учебного пособия является обобщение современной информации о способах и технологии сварки указанных материалов таким образом, чтобы она была доступна для студентов при изучении и выполнении курсовых и дипломных проектов.

Данное пособие содержит информацию о свойствах сталей и сплавов, особенностях и трудностях при их сварке, возможных дефектах и способах их предупреждения и устранения.

Изложение материала в пособии включает краткое изложение особенностей работы сварных конструкций из специальных сталей и сплавов; влияния легирующих элементов на процессы, протекающие в сталях при сварке; рассматривает вопросы свариваемости и технологии сварки жаропрочных перлитных, хромистых, аустенитных хромоникелевых сталей, никелевых сплавов и разнородных сталей.

Основное содержание пособия соответствует требованиям Государственного общеобразовательного стандарта по специальности 150202 – "Оборудование и технология сварочного производства".

В пособии рассмотрено влияние легирующих элементов на процессы, протекающие в сталях при сварке, на физические свойства сталей, свариваемость легированных сталей и природа образования холодных и горячих трещин при сварке. Для каждой группы сталей представлены свойства и области применения при изготовлении сварных конструкций. Определены трудности и представлена технология сварки, обеспечивающая получение сварных соединений с требуемыми свойствами. В приложении приведены условные обозначения химических элементов, перечень лабораторных и практических работ и темы индивидуальных докладов для студентов. Для оценки усвоения материала учебного пособия в конце каждой главы предлагаются контрольные вопросы.

Автор выражает свою признательность научно-методическому консультанту, зам. председателя РИСО БГТУ, к.т.н. А.П. Шлюшенкову за полезные замечания при редактировании пособия. Автор будет благодарен всем, кто выскажет конструктивные замечания и предложения для дальнейшей работы над данным учебным пособием.

Наш адрес: 241035, Россия, г. Брянск, бульвар им. 50-летия Октября, д.7, БГТУ, кафедра "ОиТСП", тел./факс (0832) 56-09-93.

ВВЕДЕНИЕ

Основным конструкционным материалом в промышленности являются углеродистые и низколегированные стали. Но с развитием энергетики, авиации, ракетной и атомной техники, химического машиностроения и судостроения, криогенной технологии и других отраслей непрерывно возрастает потребность в новых конструкционных материалах, обладающих специальными свойствами. Такие стали и сплавы называют *специальными*.

Эти свойства определяются непрерывным повышением рабочих температур и давлений, созданием установок большой мощности, работой в различных агрессивных средах при низких и высоких температурах. Высокие температуры необходимы для обеспечения эффективной работы энергетических установок (тепло- и атомные станции, реактивные двигатели и т.д.). Так, реактивные двигатели должны изготавливаться из материалов, способных обеспечивать необходимую прочность при температурах более 1000 °С, а оборудование электрических станций работает в условиях действия термомеханических нагрузок (давление пара 25 МПа, температура 600 °С).

К этому добавляется коррозионное действие на металл активной водяной, паровой или газовой среды. Многие сварные конструкции работают в условиях коррозии и кавитации под действием высоких и низких температур, нейтронного облучения и т. п. В этой связи возникает необходимость изучения особенностей сварки специальных сталей и сплавов. Целью настоящего курса является изучение металлургических и технологических особенностей сварки плавлением этих материалов, обеспечивающих необходимую работоспособность сварных соединений в различных условиях эксплуатации.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ | 3 |
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ | 5 |
| 1. КЛАССИФИКАЦИЯ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ | 6 |
| Контрольные вопросы к главе 1 | 9 |
| 2. ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ | 10 |
| Контрольные вопросы к главе 2 | 12 |
| 3. ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В СТАЛЯХ ПРИ СВАРКЕ | 12 |
| 3.1. Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие при нагреве | 15 |
| 3.2. Влияние легирующих элементов на превращения аустенита при охлаждении | 16 |
| 3.3. Влияние легирующих элементов на структурные превращения при сварке | 18 |
| 3.4. Влияние легирующих элементов на физические свойства сталей | 20 |
| 3.5. Влияние легирующих элементов на плавление и кристаллизацию металлов и сплавов | 22 |
| 3.5.1. Особенности кристаллизации сварочной ванны | 24 |
| 3.6. Химическая неоднородность сварного соединения | 27 |
| 3.7. Влияние режима сварки на степень химической неоднородности сварного шва | 29 |
| Контрольные вопросы к главе 3 | 31 |
| 4. СВАРИВАЕМОСТЬ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ | 32 |
| 4.1. Горячие трещины в сварных соединениях | 33 |
| 4.1.1. Методы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин | 36 |
| 4.2. Холодные трещины в сварных соединениях | 38 |
| 4.2.1. Способы повышения сопротивляемости сварных соединений легированных сталей холодным трещинам | 41 |
| 4.3. Ламелярные трещины | 43 |
| 4.4. Трещины повторного нагрева | 44 |
| 4.5. Хрупкие разрушения | 44 |
| 4.6. Термическая обработка сварных соединений | 46 |
| Контрольные вопросы к главе 4 | 49 |

| | |
|--|-----|
| 5. СВАРКА ЖАРОПРОЧНЫХ ПЕРЛИТНЫХ СТАЛЕЙ | 49 |
| 5.1. Трудности при сварке жаропрочных перлитных сталей | 51 |
| 5.2. Технология сварки и свойства сварных соединений | 53 |
| 5.3. Термическая обработка сварных соединений | 57 |
| Контрольные вопросы к главе 5 | 60 |
| 6. СВАРКА ХРОМИСТЫХ СТАЛЕЙ | 60 |
| 6.1. Общие рекомендации по сварке хромистых сталей | 61 |
| 6.2. Сварка мартенситных сталей | 62 |
| 6.2.1. Технология сварки и свойства сварных соединений | 65 |
| 6.3. Сварка мартенситно-ферритных сталей | 65 |
| 6.3.1. Технология сварки и свойства сварных соединений | 68 |
| 6.4. Сварка ферритных сталей | 68 |
| 6.4.1. Технология сварки и свойства сварных соединений | 74 |
| Контрольные вопросы к главе 6 | 74 |
| 7. СВАРКА АУСТЕНИТНЫХ ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ СТАЛЕЙ | 75 |
| 7.1. Трудности при сварке хромоникелевых сталей | 80 |
| 7.1.1. Трещины в сварных соединениях | 80 |
| 7.1.2. Межкристаллитная коррозия сварных соединений | 83 |
| 7.1.3. Охрупчивание металла сварного соединения при эксплуатации..... | 85 |
| 7.1.4. Поры в наплавленном металле | 86 |
| 7.2. Общие рекомендации по сварке аустенитных сталей | 86 |
| 7.3. Технология сварки | 88 |
| 7.4. Термическая обработка | 92 |
| Контрольные вопросы к главе 7 | 93 |
| 8. СВАРКА РАЗНОРОДНЫХ СТАЛЕЙ | 93 |
| 8.1. Образование и строение зоны сплавления | 94 |
| 8.2. Образование диффузионных прослоек в зоне сплавления ... | 95 |
| 8.3. Дефекты сварных соединений | 98 |
| 8.4. Рекомендации по сварке разнородных сталей | 98 |
| Контрольные вопросы к главе 8 | 100 |
| 9. СВАРКА СПЛАВОВ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ | 100 |
| 9.1. Трудности при сварке никелевых сплавов | 102 |
| 9.2. Технология сварки и свойства соединений | 107 |
| Контрольные вопросы к главе 9 | 108 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 109 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 110 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 113 |