



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

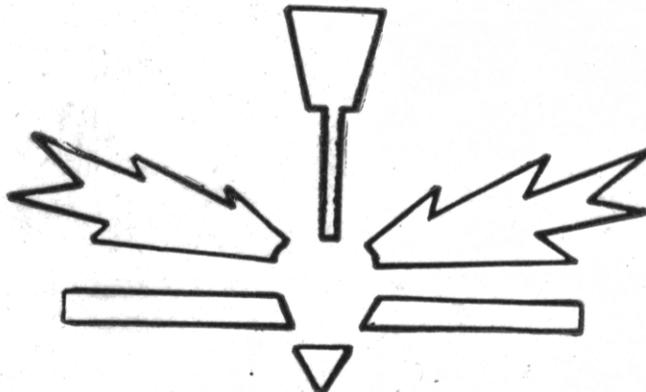
Брянский государственный технический университет

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 Кащук 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. Шлюшникову 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