

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

РАХМАН Мд. Моджибур

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ТВЕРДЫХ
РАСТВОРОВ НА БАЗЕ ВОРИДА ЖЕЛЕЗА Fe_2B
С ЦЕЛЮ ОПТИМИЗАЦИИ СВОЙСТВ
НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

01.04.07 - физика твердого тела

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск - 1994

Диссертация является рукописью.

Работа выполнена в отделе динамической металлофизики АН Украины Днепропетровского государственного университета.

Научный руководитель : доктор технических наук
профессор СПИРИДОНОВА И.М.

Официальные оппоненты : доктор физико – математических наук
профессор МАТЫСИНА З.А.
доктор технических наук
зам. директора ИЭС им.Е.О.Патона
ДАНИЛЬЧЕНКО В.В.

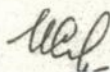
Ведущая организация : Институт проблем
материаловедения, г.Киев

Защита состоится "27" сентября 1994г. в "14⁰⁰" часов на заседании
специализированного совета К 03.01.06 при Днепропетровском госу-
дарственном университете по адресу: 320625, ГСП-10, г.Днепропетровск,
пр. Гагарина 72, корп. 11 , ауд. 300

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Днепропетро-
вского государственного университета.

Автореферат разослан "26" августа 1994г.

Ученый секретарь
специализированного совета
К 03.01.06
доктор технических наук



СПИРИДОНОВА И.М.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00756602 (Q)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Наиболее эффективным способом борьбы с износом оборудования крупномасштабного производства является электродуговая наплавка порошковыми проволоками и лентами. Наплавленный слой, состоящий из сплавов железа или никеля, обладает повышенным сопротивлением разрушению в различного вида абразивных средах. Для обеспечения работоспособности ответственных деталей часто применяют добавки бора. Эксплуатационные характеристики экономилегированных борсодержащих наплавов не уступают показателям дефицитных дорогостоящих сплавов.

Однако введение бора может снижать пластичность сплавов и вызывать повышенное трещинообразование, что ставит под сомнение эффективность использования легирования. Особенно неоднозначно поведение бора в коррозионных процессах. Решение задач, связанных с качеством защитного слоя и его адгезией с основным металлом, зависит от сведений о его структуре и свойствах. Многокомпонентное легирование, которое обычно сопутствует получению наплавленного металла, затрудняет расшифровку его фазового и структурного состава, а также взаимосвязи с физико-механическими свойствами. Для прогнозирования поведения материала в равновесных и метастабильных условиях важно создание структурных диаграмм как с помощью физического, так и математического экспериментов.

В связи с тем, что детали оборудования горнодобывающей промышленности находятся под совместным воздействием абразивной и коррозионной сред, актуальным является разработка условий наплавки, повышающих пластичность борсодержащих сплавов, и получение структуры, обладающей защитными свойствами при коррозионном разрушении.

Цель работы. Целью настоящей работы является оптимизация структуры и свойств борсодержащего наплавленного металла, обеспечивающего повышение долговечности деталей оборудования горнодобывающей промышленности. Для достижения поставленной цели в работе осуществляли решение следующих задач:

1. Изучение особенностей образования многокомпонентных твердых растворов на основе боридов железа Fe_2B .
2. Исследование структуры и свойств борсодержащих сплавов, легированных алюминием, марганцем, кремнием и хромом после кристал-

ликации со скоростью охлаждения $15-10^3 \text{ K/c}$ и термического воздействия при $800-1050^\circ\text{C}$.

3. Построение структурных диаграмм двойных, тройных и многокомпонентных борсодержащих сплавов.

4. Разработка условий электродуговой наплавки порошковых материалов, обеспечивающих повышение противоабразивных и коррозионных свойств наплавленного металла.

Научная новизна. На основании комплексных исследований впервые изучены структура и свойства многокомпонентного твердого раствора $(\text{Fe, Me})_2(\text{B, C})$, легированного алюминием, марганцем, кремнием и хромом. Построена его кристаллохимическая модель. Исследовано влияние скорости охлаждения при кристаллизации и последующих отжигов на образование и распад пересыщенного твердого раствора. Изучены структурно-чувствительные механические и коррозионные свойства борсодержащих сплавов. Создана программа для построения структурных диаграмм двух- и трехкомпонентных сплавов. Построены эмпирические структурные диаграммы для сплавов систем Fe-B-C и Fe-B-C-легирующий элемент. Разработаны схемы двухэлектродной электродуговой наплавки в два слоя, обеспечивающие экономию тепловложения и повышение свойств наплавленного металла.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Особенности строения твердого раствора $(\text{Fe, Cr, Mn, Si, Al})_2(\text{B, C})$ и его свойства после кристаллизации в интервале скоростей охлаждения $15-10^3 \text{ K/c}$ и отжига при $850-1050^\circ\text{C}$.

2. Механизм и кинетика коррозионного разрушения борсодержащих сплавов в растворах неорганических и органических кислот и его связь со структурой.

3. Аналитическое и экспериментальное построение структурных диаграмм борсодержащих сплавов.

4. Условия формирования борсодержащего наплавленного металла, обладающего стойкостью в абразивно-коррозионной среде.

Практическая ценность. Оптимизированные составы наплавленного металла, обладающего повышенным сопротивлением разрушению в абразивно-коррозионной среде, а также схемы двухэлектродной наплавки использованы при разработке технологии восстановительной и упрочняющей наплавки шнеков горючих ГШ-500 и ГШ-250 на обогатительных фабриках. Предложенный технологический процесс и составы прошли испытания в промышленных условиях шахт г.Инты.

Достигнуто увеличение срока службы упроченных деталей в 1,6-1,8 раза по сравнению с существующей технологией наплавки.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы доложены на международных, республиканских конференциях, семинарах, совещаниях: Объединенном заседании XIV конференции по тепловой микроскопии "Структура и прочность металлов в широком диапазоне температур" и школы-семинаре 1992 г., г. Воронеж, Россия; Украинской научной конференции молодых ученых и специалистов "Физика и химия сложных полупроводниковых материалов, декабрь 1992г., г. Ужгород, Украина; 4-м научном семинаре "Методы получения, физико-химические свойства, применение боридов и сплавов на их основе", октябрь 1993 г., г. Черкасы, Украина; Международной конференции "8-th Asian Pacific Corrosion Control conference", Bangkok, Thailand, Dec. 1993; научных семинарах кафедры металлофизики, а также итоговых научных конференциях ДГУ 1991-1994 гг.

Публикации. Основные положения работы изложены в 3 публикациях.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав и общих выводов, содержит 209 страниц машинописного текста, 64 рисунков, 16 таблиц, список литературы 147 наименований, 2 приложения.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе выполняли исследования сплавов составов 14X4P4ГЗС2Ю и 09X10P4ГЗС2Ю в состоянии после кристаллизации в интервале скоростей охлаждения $15-10^3\text{K/с}$, последующего отжига при температуре $800-1050^\circ\text{C}$ в течение 1-10 часов, а также электродуговой наплавки порошковой проволокой и лентой. Изучение тройных растворов осуществляли на составах, приведенных в таблице 1.

Исследование микроструктуры сплавов после кристаллизации и наплавки проводили на микроскопе "Неофот" при увеличении 400...1000. Количественный металлографический анализ осуществляли на микроанализаторе "Эпиквант". Точность определения соотношения фаз в структуре составила 7%, размеров первичных и эвтектических фаз - 5%. Фазовый состав сплавов, параметры кристаллической решетки определяли методом рентгеноструктурного анализа на дифрактометре

ДРОН-3М в Fe_{α} и Cr_{α} -палученні. Растворимость легирующих элементов в бориде железа оценивали микрорентгеноспектральным анализом на установке "Камебакс" при ускоряющем напряжении 300 кВ.

Общую и горячую твердость сплавов измеряли на приборе "Ро-квелл" с приспособлением, обеспечивающим нагрев образца. Микротвердость и микрокрупность измеряли на приборе ПМТ-3 при нагрузках 20, 150, 200 Г и времени выдержки под нагрузкой 10 с. На каждом образце выполняли 15 замеров. Точность измерения составила 3-4%. Математическую обработку результатов проводили на вычислительном комплексе "СМ-1800.03".

Коррозионные исследования осуществляли гравиметрическим и потенциодинамическим методами в растворах кислот H_2SO_4 , HCl , H_3PO_4 , HNO_3 , CH_3COOH , а также солей $NaCl$ и Na_2SO_4 . Состав агрессивных сред выбран для изучения коррозионных процессов, протекающих с кислородной и водородной деполаризацией.

Для количественной оценки взаимосвязи структурного фактора со свойствами строили структурные диаграммы для изотермических условий. Определение количества фаз эвтектических и перитектических двухкомпонентных сплавов проводили по правилу отрезков, в трехкомпонентных сплавах - с использованием центра тяжести концентрационного треугольника. Общие программы для расчета структурных диаграмм двойных и тройных сплавах созданы на языке "Турбо-Паскаль 5.5". Расчеты проводили на ЭВМ ИСКРА 1030-11 СМ 5508. Экспериментальная проверка расчетных вариантов проведена для систем Fe-B, Fe-C, Fe-B-C.

СТРОЕНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ (Fe,Cr,Mn,Si,Al)₂(B,C)

Исследовано образование тройных твердых растворов $(Fe,Cr)_2(B,C)$; $(Fe,Mn)_2(B,C)$; $(Fe,Si)_2(B,C)$; $(Fe,Al)_2(B,C)$. В сплавах системы Fe-B-C с помощью микрорентгеноспектрального анализа показано, что легирующие элементы растворяются в тетрагональной решетке бориде железа Fe_2B . При этом изменение параметра коррелирует с атомным радиусом металла (табл.1). Влияние легирования на микротвердость и микрокрупность (характеристики электронного

Таблица 1.

Параметры кристаллических решеток
 твердых растворов $(Fe,Me)_2(BC)$,
 легированных Cr, Mn, Si, Al

B	C	Cr	Mn	Si	Al	$(Fe,Me)_2(B,C)$		
						a	c	c/a
4,30	1,41	-	-	-	-	$5,1131 \pm 0,0008$	$4,2415 \pm 0,0007$	0,8295
4,45	0,85	3,2	-	-	-	$5,1176 \pm 0,0011$	$1,2443 \pm 0,0005$	0,8293
6,36	0,74	-	2,34	-	-	$5,1169 \pm 0,0008$	$4,2449 \pm 0,0009$	0,8296
4,82	1,76	-	-	2,82	-	$5,1165 \pm 0,0007$	$4,2435 \pm 0,0012$	0,8294
6,90	0,72	-	-	-	4,07	$5,1164 \pm 0,0005$	$4,2434 \pm 0,0011$	0,8294
4,0	1,4	4,0	2,8	2,0	1,0	$5,1140 \pm 0,0011$	$4,2420 \pm 0,0006$	0,8294
4,0	0,9	10	3,0	2,5	<1,0	$5,1227 \pm 0,0006$	$4,2261 \pm 0,0007$	0,8249

взаимодействия при образовании твердых растворов) неоднозначно. Хром, кремний и алюминий снижают микротвердость и микрохрупкость боридов $Fe_2(B,C)$, но марганец повышает его микротвердость и микрохрупкость (рис. 1). Полученные результаты свидетельствуют о том, что при образовании тройных твердых растворов необходимо учитывать объемный и электронный факторы в соответствии с правилом Юм-Розери.

Образование многокомпонентного твердого раствора на основе боридов железа $(Fe, Cr, Mn, Si, Al)_2(B, C)$ изучали в сплавах, в которых изменяли содержание углерода и хрома: 9X10P4ГЗС2Ю и 14X4P4ГЗС2Ю. Образование шестикомпонентного твердого раствора подтверждено микрорентгеноспектральным анализом. При этом значительно увеличилась микротвердость фазы внедрения и снизилась микрохрупкость (рис. 1). Однако изменение параметра решетки наблюдали только в случае повышенного содержания хрома (табл. 1.).

Увеличение скорости охлаждения с 15 до 10^3 К/с сопровождается ростом растворимости легирующих элементов, микротвердости и микрохрупкости фазы $(Fe, Cr, Mn, Si, Al)_2(B, C)$. Последующие отжиги при температуре 850-1050 °С в течение 1-10 часов уменьшали пересыщенность твердого раствора. Изменение в структуре сплавов возникало при нагреве свыше 1000 °С.

При термическом воздействии снижалась микротвердость и микрохрупкость сплавов.

На базе кристаллохимической модели боридов Fe_2B предложена кристаллохимическая модель многокомпонентного твердого раствора $(Fe, Cr, Mn, Si, Al)_2(B, C)$. В основу положено предположение об образовании раствора внедрения-замещения, в котором атомы углерода частично занимают позиции бора, а атомы бора замещают в определенных узлах атомы железа. Подсчитанный коэффициент компактности тетрагональной решетки (табл. 2) свидетельствует о возможности компенсации в этом случае объемных эффектов, возникающих при одновременном растворении четырех компонентов, имеющих большие атомные радиусы, чем железо. При этом целесообразно представить определенную группировку отдельных атомов. Например, атом алюминия будет окружен атомами бора, за которыми будут располагаться атомы хрома. Рост скорости охлаждения увеличивает как число замещений В—Fe, так и создает возможности для повышения растворимости в тетрагональной решетке легирующих элементов.

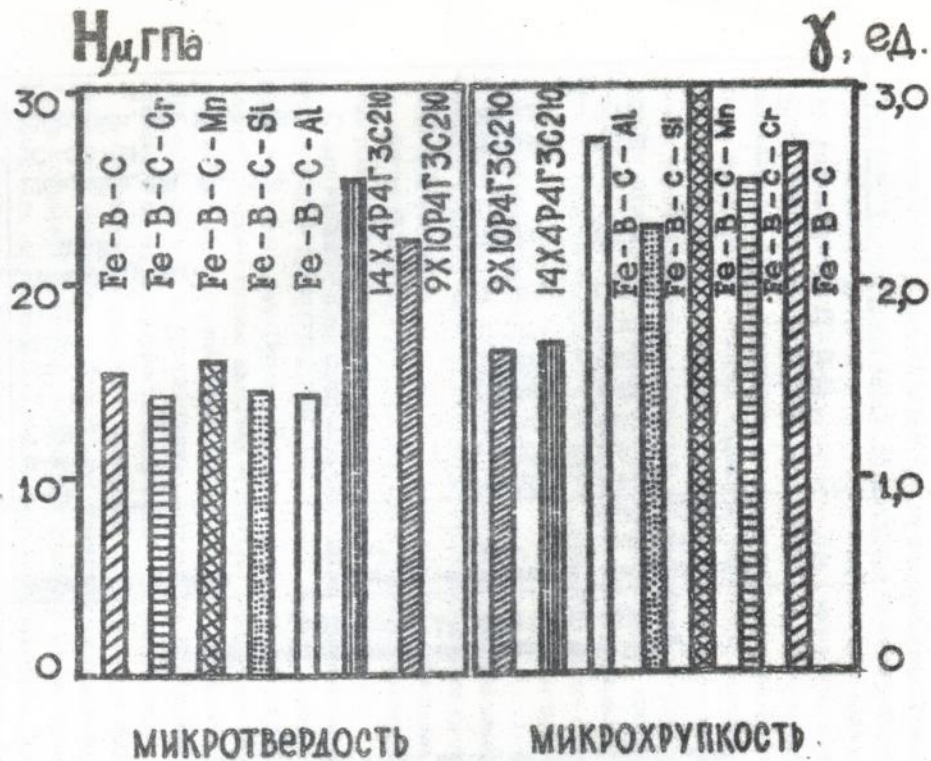


Рис.1. Сравнительные микротвердости и микрохрупкости легированных боридов железа $(\text{Fe, Me})_2(\text{B, C})$.

Таблица 2.

Изменение коэффициента компактности решетки кристалла Fe_2B
при замещении атома легирующими элементами

Коэффициент компактности решетки $\nu = \Sigma V_{ат.} / \Sigma V_{к.}$
 $V_{к.} = 110,90689 \text{ \AA}^3, Fe_2B (8Fe + 4B)$

Элемент	Замещение атомов	Количество ячеек	V атомов \AA^3	Коэффициент компактности $\nu = \Sigma V_{ат.} / \Sigma V_{к.}$	$\frac{\nu - \nu_0}{\nu_0}$ %
	Fe_2B	1	79,6594	0,7182	
B	$B \rightarrow Fe$	1	74,437	0,6710	-6,57
B, C	$C \rightarrow B \rightarrow Fe$	1	73,193	0,6599	-8,12
Cr	$Cr \rightarrow Fe$	1	79,860	0,720	+0,25
Mn	$Mn \rightarrow Fe$	1	80,4829	0,7256	+1,03
Si	$Si \rightarrow Fe$	1	81,3574	0,7335	+2,13
Al	$Al \rightarrow Fe$	1	83,529	0,753	+4,845
Cr, Mn, Si, Al, C, B	$Cr, Mn, Si, Al \rightarrow 4Fe$	1	79,659	0,719	+0,11
	$12Cr, 4Mn, 2Si, Al \rightarrow 19Fe$				
	$2C \rightarrow 2B \rightarrow 2Fe$	4	318,6804	0,718	-0,027
	$23Cr, 7Mn, 4Si, 2Al \rightarrow 36Fe$	8	636,336	0,717	-0,176
	$4C \rightarrow 4B \rightarrow 4Fe$				

СВОЙСТВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СПЛАВОВ, СОДЕРЖАЩИХ БОРИД ЖЕЛЕЗА (Fe,Cr,Mn,Si,Al)₂(B,C)

Проведено исследование механических и коррозионных свойств борсодержащих сплавов и показана их зависимость от структуры.

Общая твердость сплавов увеличивается с ростом содержания бора до появления эвтектических составов. При содержании в структуре свыше 20-25% боридов железа уровень общей твердости не зависит от концентрации бора. Влияние скорости охлаждения при кристаллизации и последующих отжигов аналогично влиянию на микромеханические характеристики легированного боридов железа. Увеличение скорости охлаждения сопровождается ростом общей твердости, последующие отжижки - ее снижением. Измерение горячей твердости подтверждает полученные результаты. Термическая стабильность исследуемых сплавов сохраняется до 800°C. При этом сплав, содержащий большее количество углерода и меньшее хрома, неизменно обладает большей общей твердостью.

Предел прочности на сжатие, который характеризует пластичность твердых сплавов, является структурно-чувствительным свойством. В доэвтектических сплавах его рост коррелирует с изменением общей твердости. При содержании в структуре боридов железа свыше 20-25% величина предела прочности на сжатие резко снижается.

Сопротивление поверхности разрушению в условиях абразивного износа также определяется объемной долей боридов железа и размерами первичных фаз. Оптимальной для износостойкости структурой борсодержащего сплава является структура, содержащая 20-25% боридов железа, причем размеры боридов не должны превышать 8-12 мкм. При этом наблюдали значительную зависимость абразивной износостойкости от микротвердости легированного боридов железа.

Исследование коррозионного поведения борсодержащих сплавов проводили для установления взаимосвязи структуры и коррозионной стойкости сплавов в среде неорганических кислот и солей. Установлено, что скорость коррозии для образцов, легированных бором (до 2,0%B), ниже, чем скорость коррозии контрольного образца (Ст3). Борсодержащие сплавы с чисто эвтектической структурой корродируют сильнее, чем до- и эвтектические сплавы. При этом скорость коррозии увеличивается с ростом объема аустенита в эвтектической колонии.

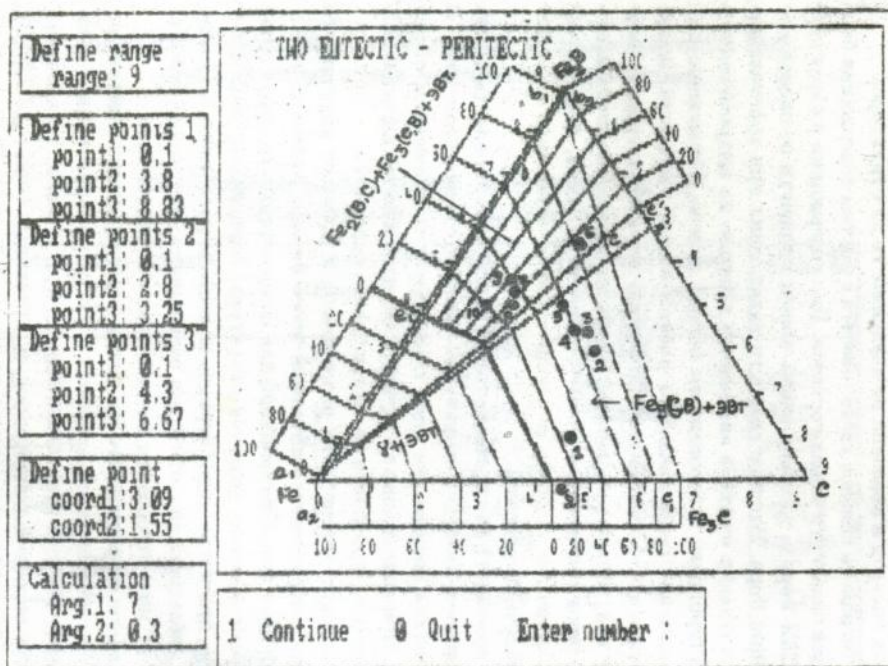


Рис.2. Структурная диаграмма сплавов Fe-B-C (система : две эвтектики - перитектика)

Одним из факторов, заметно ухудшающим коррозионную стойкость, является присутствие перитектических фаз и включений. По возрастанию скорости коррозии исследуемые растворы кислот и солей можно расположить в следующий ряд:



Значительное повышение коррозионной стойкости борсодержащих сплавов во всех изученных растворах достигается легированием хромом. Растворяясь в аустените и феррите, он создает пассивирующие пленки на поверхности и замедляет коррозионные процессы.

Таким образом, проведенные исследования показали, что механические и коррозионные свойства борсодержащих сплавов являются структурно-чувствительными. И для оптимизации свойств в определенных условиях эксплуатации, прогнозирования их поведения необходимы сведения о количественном соотношении структурных составляющих в сплавах. Построенная с помощью графических методов структурная диаграмма тройных сплавов Fe-B-C приведена на рис. 2. Ее экспериментальная проверка, отмеченная точками, показала удовлетворительное совпадение с расчетными результатами. Совместный анализ структурной диаграммы и эмпирических зависимостей свойств сплавов позволяет определить области составов, обладающих повышенным сопротивлением износу в абразивных и коррозионных средах. Многокомпонентное легирование сдвигает соотношение фаз в структуре. В связи с этим в работе экспериментально построены графы, дополняющие и коррелирующие рассчитанную структурную диаграмму.

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ БОРСОДЕРЖАЩЕГО НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Структура наплавленного металла существенно зависит от условий наплавки, типа наплавочного материала. Сложная топология фронта кристаллизации обуславливает затвердевание в интервале повышенных скоростей охлаждения. Политермический цикл наплавки приводит к циклическим нагревам в зоне термического влияния. Вследствие этого наплавленный металл обладает неоднородным химическим и структурным составом в объеме сварочной ванны. Кроме того, при

нанесении на поверхность сложнелегированных твердых сплавов появляются дефекты в виде рыхлот и отслоений. Повышенная скорость охлаждения, как показали выше представленные исследования, приводит к повышению хрупкости сплавов и обуславливает повышенное трещинообразование.

Для повышения качества наплавленного металла и улучшения сплавляемости широко применяется предварительный подогрев. Снижение энергоемкости этого процесса возможно разработкой схемы нагрева, использующей автонагрев при электродуговой наплавке. Для создания новых путей, снижающих количество дефектов в наносимом слое и на межфазной границе, наплавленный металл при двухслойной наплавке условно разделили на три зоны:

1 - зона сплавления, которая образуется при наплавке первого слоя на границе с основным металлом. В этой области металл проходит две стадии термического воздействия. Первая идет с переплавом металла, вторая протекает как термоциклическая обработка в твердом состоянии. Эта зона имеет строение доэвтектического сплава, состоящего из дендритов аустенита, сформировавшегося на базе оплавленных зерен основного металла и двойных эвтектик.

2 - переходная зона наплавленного металла, находящаяся на границе первого и второго слоя. Она претерпевает двойное (тройное) переплавление металла и имеет структуру многофазных эвтектик.

3 - рабочая зона наплавленного металла испытывает температурные воздействия, характерные для однослойной наплавки. Ее структура состоит из легированных боридов железа $(Fe, Me)_2(B, C)$, легированных цементитных карбидов $(Fe, Me)_3(C, B)$, специальных карбидов хрома, боросилицидов железа.

Для определения интервалов термоциклов проводили расчет распределения температур в плоскости, перпендикулярной направлению движения электродов, согласно работы [Барянский К.В. Теория сварочных процессов.- Киев, Вища школа: 1976.- 327С.]

$$T = T_0 + \frac{0,368}{\pi r^2 \gamma C} \cdot \frac{2q_n}{v},$$

где T_0 - температура предварительного подогрева основного металла, γ - плотность наплавленного металла, r - расстояние от дуги, v - скорость наплавки.

Скорость охлаждения оценивали по зависимости

$$V_{\text{охла}} = \frac{T_{i+1} - T_i}{\Delta\tau},$$

где $\Delta\tau$ - промежуток времени, за который температура изменилась от T_i до T_{i+1} .

Изменение температуры в термической зоне представляли затухающими колебаниями с коэффициентом затухания, определяемым по зависимости [Карякин Н.И., Быстров К.Н., Киреев П.С. Краткий справочник по физике. -М.: Гос. Изд. Высшая школа, 1963, -559с. ил.]

$$\eta = \frac{1}{T} \ln \frac{a_n - 1}{a_n}.$$

где T - период колебаний, a_n, a_{n-1} - две последующие амплитуды.

Для повышения температуры предварительного подогрева, снижения скорости охлаждения и количества циклов нагрева в зоне термического влияния использовали наплавку двумя электродами, следующими друг за другом и смещенными друг относительно друга по горизонтали и вертикали. При такой схеме наплавки тепловая мощность увеличивается вдвое, температура предварительного подогрева возрастает до 500°C . Количество циклов нагрева в зоне термического влияния снижается в наплавляемой зоне. Скорость охлаждения находится в интервале $20-200 \text{ K/c}$.

Благоприятные температурные условия обеспечили получение бездефектного борсодержащего наплавленного металла, обладающего повышенной абразивной и коррозионной стойкостью. Предложенная схема была использована при разработке технологии восстановительной и упрочняющей наплавки шнеков грохотов горнообогатительных фабрик. Использование деталей в промышленных условиях показало повышение их долговечности в 1,6-1,8 раза.

ВЫВОДЫ

1. Проведено исследование образования тройных и шестикомпонентных твердых растворов на основе боридов железа Fe_2B . Показана возможность растворения углерода, алюминия, марганца, кремния, хрома в тетрагональной решетке с незначительным изменением ее параметров.

2. Установлено образование пересыщенных твердых растворов $(\text{Fe,Cr,Mn,Si,Al})_2(\text{B,C})$ в интервале скоростей охлаждения $15\text{-}10^3$ К/С, которое сопровождается ростом микромеханических характеристик.

3. Установлены термовременные режимы распада многокомпонентных твердых растворов, изменение в структуре и свойствах сплавов, содержащих фазу $(\text{Fe,Cr,Mn,Si,Al})_2(\text{B,C})$, повышение пластичности хрупких сплавов при отжиге.

4. На основе кристаллохимической модели борида Fe_2B создана модель твердого раствора $(\text{Fe,Cr,Mn,Si,Al})_2(\text{B,C})$, учитывающая возможность замены атомов железа атомами бора.

5. Исследованы механические свойства борсодержащих сплавов и установлена их зависимость от структурного фактора при кристаллизации сплавов в интервале скоростей охлаждения $15\text{-}10^3$ К/С и последующих отжигах.

6. Исследована кинетика и разработан механизм коррозионного разрушения борсодержащих сплавов. Установлено, что общая коррозия является структурной и зависит от объема эвтектических и перитектических структур. Повышение коррозионной устойчивости достигается легированием хромом. Установлен ряд неорганических кислот и солей по возрастанию скорости коррозии борсодержащих сплавов.

7. Проведено аналитическое и экспериментальное построение структурных диаграмм двухкомпонентных, трехкомпонентных сплавов для систем Fe-B-C и Fe-B-C-Al-Mn-Si-Cr.

8. Оптимизирован состав наплавленного металла, содержащего фазу $(\text{Fe,Cr,Mn,Si,Al})_2(\text{B,C})$, обладающего способностью сопротивляться абразивному и коррозионному воздействию. Установлено, что сплав X10P4ГЗС2Ю имеет большую коррозионную стойкость в растворах неорганических кислот и солей, чем сплав 14X4P4ГЗС2Ю.

9. Исследованы температурные условия формирования сварочной ванны. Разработаны схемы двухэлектродной наплавки в два слоя, обеспечивающие повышение температуры предварительного подогрева, снижение количества циклов нагрева в зоне термического влияния и скорости охлаждения. Новая схема наплавки обеспечила получение бездефектного борсодержащего наплавленного металла, обладающего сопротивлением абразивному и коррозионному разрушению.

ПУБЛИКАЦИИ

1. Спиридонова И.М., Сердюк Е.Б., Рахман Мд. Моджибур. Исследование влияния термической обработки на структуру и свойства борсодержащего наплавленного металла // Проблемы металлургии. - К.: Техника, 1992. - с. 10-15.
2. Спиридонова И.М., Рахман Мд. Моджибур. Построение структурных диаграмм для полупроводниковых сплавов с помощью ЭВМ. // Физика, химия сложных полупроводниковых материалов: сборник докл. 1-й Украинской научной конференции молодых ученых и специалистов, 6-12 дек., 1992. -Ужгород, 1992, с.80.
3. Rahman M.M., Spiridonova I.M., Fedash V.P. Improvement of corrosion resistance of iron alloys by boron doping // 8-th Asian-Pacific Corrosion Control conference, 6-11 dec, 1993. -Bangkok, Thailand, 1993.

Rahman

Типография ДГУ. Заказ N 433 . Тир. 100 экз.

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

458589

AB 30.693