

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Жилиякова Аркадия Юрьевича

«Формирование структуры сплавов систем Ni-Cr-Mo и Fe-Ni-Cr-Mo при деформационном и термическом воздействии с целью повышения их коррозионной стойкости в ионных жидкостях»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 06. 16. 01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Актуальность диссертационной работы

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений, так как она посвящена одной из современных проблем физического материаловедения – улучшению служебных характеристик коррозионностойких материалов, имеющих широкое применение в различных областях промышленности. Особое внимание в работе уделено подбору наиболее перспективных составов конструкционных материалов для безаварийной работы в условиях агрессивных сред, поэтому постановка данного исследования и его результаты имеют важную научную и практическую значимость.

Актуальность темы диссертационной работы подтверждается также её соответствием тематике выполненных проектов разного уровня, реализованных в рамках программ Минобрнауки РФ.

Содержание диссертационной работы

Диссертационная работа изложена на 157 страницах и состоит из введения, 5 глав, заключения, списка цитируемой литературы, включающего 145 источников.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, ее цель, сформулированы основные положения, вносимые на защиту, научная новизна работы и ее практическая значимость.

Первая глава содержит обзор литературных данных по теме диссертации. Подробно изложены факторы, определяющие коррозионное поведение сплавов в водных растворах и в высокотемпературных ионных жидкостях. Представлены характеристики аустенитных сплавов систем Ni-Cr-Mo и Fe-Ni-Cr-Mo. Описаны теоретические и эксплуатационные исследования о строении металлических расплавов. Заканчивается глава постановкой задач диссертационной работы.

Во второй главе дано описание материалов и методов исследования, включающих металлографию, рентгеноструктурный фазовый анализ и электронную микроскопию. Приведены схемы горячей пластической деформации и термической обработки сплавов ЭК77 и G35. Подробно описаны испытания на коррозионную стойкость и механические свойства металлов. Рассмотрены различные режимы термообработки сплава ЭК77 в жидком состоянии.

Вх. № 05-19/1-249
от 17.11.14 г.

В третьей главе представлен эксперимент по влиянию термической и деформационной обработок на кинетику и морфологию выделений вторичных фаз в сплавах ЭК77 и G35. Показано изменение морфологии частиц в зависимости от режимов обработок, построены C – диаграммы выделения вторичных фаз в сплавах разного состава. Предложена схема изменения морфологии σ – фазы в аустенитных сплавах в зависимости от степени холодной пластической деформации и режимов старения.

Четвертая глава посвящена изучению физических, механических и коррозионных свойств сплавов. В частности, методом ПЭМ подтверждено наличие зон Гинье – Престона, которые обуславливают немонотонный характер изменения удельного сопротивления от температуры отжига. Приведены результаты влияния морфологии интерметаллидных фаз на комплекс механических свойств в сплаве G35 и на коррозионную стойкость сплава ЭК77. Приведена структура и поверхности разрушения сплавов после старения и после коррозионных испытаний.

В пятой главе представлены результаты по влиянию различных режимов термовременной обработки расплава на структурообразование сплава ЭК77. На основании анализа политерм кинетической вязкости сделано заключение о наличии структурных превращений в расплаве и описан эксперимент, показавший влияние структуры расплава на процессы гомогенизации и старения.

В конце каждой из глав приведены краткие выводы. Общие результаты и выводы сформулированы в Заключение диссертационной работы.

Научная новизна и достоверность результатов

В качестве наиболее важных новых научных результатов работы, с моей точки зрения, можно указать следующие:

1. Экспериментально доказано существование зонной стадии распада пересыщенного твердого раствора в сплаве G35 и показано, что немонотонное изменение физических свойств в области температур от 350 до 600°С обусловлено наличием зон Гинье – Престона, состоящих из скоплений атомов хрома и молибдена.
2. Установлено влияние степени предварительной холодной пластической деформации, температуры и времени старения на морфологию и кинетику выделения σ – фазы в сплавах G35 и ЭК77. На основании экспериментальных исследований предложена схема изменения морфологии выделений σ – фазы в коррозионностойких аустенитных сплавах на основе Ni и Fe, позволяющая научно-обоснованно осуществлять выбор оптимальных режимов комбинированных обработок, обеспечивающих повышенный уровень механических и коррозионных свойств сплавов.
3. Установлена взаимосвязь структуры и свойств сплава ЭК77 в жидком и твердом состояниях. Доказана возможность управления процессами старения и полигонизации путем изменения режимов термовременной обработки расплава.

Достоверность экспериментальных данных обеспечивается большим объемом выполняемых экспериментов на аттестованных образцах с применением разнообразных современных методов исследования: металлографии, локального рентгеноспектрального анализа, рентгеновского фазового анализа, измерения физических и механических свойств по стандартным методикам, а также повторяемостью результатов при совместном исследовании несколькими методами.

Полученные результаты дополняют и хорошо согласуются с известными данными других исследователей.

Практическая значимость диссертационной работы

Полученные новые экспериментальные результаты о морфологии и кинетике образования вторичных фаз в сплавах ЭК77 и G35 существенно развивают представления о закономерностях структурных и фазовых превращений в многокомпонентных аустенитных сплавах при деформационном и термическом воздействиях и позволяют прогнозировать режимы комплексных обработок с целью получения материалов с высоким уровнем механических свойств.

Установленные в работе особенности разрушения поверхности образцов из сплавов ЭК77 и G35, а также определение скорости и типа коррозии в солевом расплаве $KCl - NaCl$ дают возможность осуществить научно обоснованный выбор режимов эксплуатации этих материалов в агрессивной среде солевых расплавов.

Доказанная автором положительная роль термовременной обработки расплава в улучшении литой структуры сплава ЭК77 может служить основанием для совершенствования технологии его получения.

Замечания по работе:

1. Для выбора режимов термовременной обработки жидкого сплава ЭК77 автор использовал результаты измерения кинематической вязкости расплава, представленные на рис. 5.2, согласно которым температура $1650^{\circ}C$ является точкой гистерезиса на кривых нагрева и охлаждения. Как известно из многочисленных теоретических и экспериментальных работ по изучению жидкого и твердого состояний металлических материалов, наиболее существенное влияние на характер кристаллизации оказывает именно перегрев выше температуры гомогенизации расплава, тем не менее, таких экспериментов в работе не проводилось.
2. При анализе механизмов кристаллизации слитков, полученных при разных перегревах расплава, выдвигается гипотеза о том, что уменьшение концентрационного переохлаждения, приводящее к смене дендритной кристаллизации на ячеистую кристаллизацию, связано с изменением ближнего порядка в кластерах (стр. 118-121). Однако, более вероятной причиной смены форм роста твердой фазы является тот факт, что увеличение перегрева расплава от 43° до $305^{\circ}C$ влечет за

собой уменьшение его скорости охлаждения (а, следовательно, и скорости кристаллизации), что также способствует снижению переохлаждения на фронте кристаллизации.

3. В главе 4 утверждается, что в сплаве G35 формирование равноосных и равномерно распределённых по объёму выделений σ – фазы уменьшает скорость коррозии по сравнению с однофазным состоянием, в то время как сплав ЭК77 именно в однофазном состоянии демонстрирует наибольшую коррозионную стойкость. В чем причина такого различия?
4. Хотелось бы уточнить, с какой целью проводилось сравнение экспериментально рассчитанных значений параметра решётки аустенита с теоретическими значениями, если они по данным, приведённым на рисунке 5.7 а,б совершенно не согласуются между собой.

Опечатки, допущенные при оформлении работы:

- на стр.85 вместо рисунка 4.4 указан рисунок 2а;
- рисунки 3.30 и 4.28 повторяют друг друга;
- на стр. 99 хром указан, как электроположительный элемент, а на стр. 110 - как наиболее электроотрицательный;
- в списке статей автора не указаны страницы (автореферат),
- фазы, выделяющиеся при отжиге (старении), названы избыточными (см. вывод 4), в то время как таковыми являются фазы ликвационного происхождения, формирующиеся при кристаллизации;
- ошибка в подписи к рисунку 5.3в.

Отмеченные недостатки не изменяют общей положительной оценки диссертационной работы и не снижают ее научной и практической значимости.

Заключение

Содержание диссертации полностью соответствует формуле специальности 05.16.01 – ”Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов” и п. 2 паспорта специальности: ”2. Теоретические и экспериментальные исследования фазовых и структурных превращений в металлах и сплавах, происходящих при различных внешних воздействиях”.

Текст автореферата в достаточной мере отражает содержание диссертации. Полученные результаты соответствуют цели и задачам диссертационной работы и отражены в публикациях автора в рецензируемых и включенных в Перечень ВАК журналах.

Диссертация Жиликова А.Ю. является законченной научно-квалификационной работой, в которой получены новые результаты в области физического металловедения сплавов, имеющие важное научно – практическое значение.

Содержание работы соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным пунктом 9 "Положения о порядке присуждения ученых степеней", утвержденного Правительством Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842.

Считаю, что Жиляков А.Ю. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 "Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов"

Доктор технических наук,
профессор

Ирина Григорьевна Бродова

Главный научный сотрудник
лаборатории цветных сплавов
ИФМ УрО РАН
620990 г. Екатеринбург,
ул. С. Ковалевской, д. 18.
тел. (343)378-36-11
e-mail: brodova@imp.uran.ru



Подпись Бродова
заверяю
Руководитель общего отдела
Алексей Н.Ф.Лямина
"14" 11 20 14г.