

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, доцента Оленина Михаила Ивановича на диссертацию Шахназарова Карэна Юрьевича на тему: «Разработка единого критерия оценки взаимосвязи свойств сплавов с диаграммами состояния для обеспечения работоспособности машиностроительных материалов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

Актуальность темы исследования

На сегодняшний день в современном материаловедении существуют многочисленные инструментальные методы исследования структуры, которые позволяют в большинстве случаев с достаточной степенью точности дифференцировать структурные составляющие сплавов, определить их химический состав, тип кристаллической решетки и т.д. Между структурой и свойствами существует достаточно хорошая корреляция, что позволяет прогнозировать их возможное изменение с учетом закона академика Н.С. Курнакова. Однако, в ряде случаев между установленной по диаграмме состояния структурой сплавов и реальными полученными в процессе изготовления или эксплуатации физико-механическими и технологическими свойствами отсутствует какая-либо взаимосвязь, что осложняет процесс управления свойствами.

В связи с этим, разработанный в диссертационной работе Шахназарова Карэна Юрьевича единый для разных групп сплавов критерий оценки свойств по виду их диаграмм состояния является актуальным, поскольку позволяет установить взаимосвязь между реальными экспериментально полученными свойствами и диаграммами состояния, что в свою очередь, позволит прогнозировать свойства по виду диаграмм.

Проведение во второй части работы исследования по физико-механическим свойствам сталей, в особенности, сверхнизкоуглеродистой стали, содержащей всего 0,008% углерода при температуре отпуска 650, 450 и 200 °С также является актуальным. Интерес к сверхнизкоуглеродистой стали

ОТЗЫВ
ВХ. № 9-347 от 12.07.22
АУ "С

объясняется тем, что в данной стали наряду с ферритом можно исследовать процессы, происходящие при выделении только третичного цементита без выделения перлитной составляющей, что, несомненно, расширяет наши познания в изучении диаграммы железо-цементит.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена большим объемом выполненных научно-исследовательских работ и подтверждается сходимостью теоретических и экспериментальных исследований. Кроме того, об этом свидетельствуют результаты практического использования предложенных в диссертации подходов. Достоверность полученных результатов корректно проведенным исследованиям и использованием оправданных методик.

Структура и объем работы

Диссертация Шахназарова Карэна Юрьевича состоит из оглавления, введения, 4 глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы, включающего 188 наименований и 2 приложений на двух страницах. Диссертация изложена на 330 страницах машинописного текста, содержит 302 рисунка и 23 таблицы.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель, задачи работы и научная новизна, раскрыты теоретическая и практическая значимости исследования и изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе на основании анализа литературных данных по особенностям изменения свойств стали, содержащей ~ 0,5 %C, автором выявлены закономерности, позволяющие установить связь физико-механических свойств стали с диаграммой железо-цементит. На основании установленных закономерностей были поставлены цели и задачи исследования.

Во второй главе диссертационного исследования соискателем на основании анализа диаграмм состояния W – C, Ti – C, Ta – C, Fe – Cr разработана система оценки комплекса свойств сплавов по виду их диаграмм

состояния, включающая два фактора: (критерий K_{Δ}) и изменение структурной наследственности атомов компонентов сплавов. Проверка разработанной системы на ряде двойных сплавов показала возможность ее применение для объяснения аномалий физико-механических свойств сплавов и их связи с диаграммами фазового равновесия.

В третьей главе разработанная автором система оценки физико-механических и технологических свойств подтверждена на сталях, содержащих 0,1 % С, 0,2 % С, 0,8 % С, цветных сплавах. При исследовании более 50 сплавов К.Ю. Шахназаров установил, что критерий K_{Δ} позволяет детектировать свойства по виду диаграммы состояния. Разработанный автором критерий позволил расширить трактовку закона Н.С. Курнакова (правило аддитивности), в частности, и для сплавов с перетектическим превращением.

В четвертой главе на основании многочисленных литературных и собственных экспериментальных данных по физико-механическим свойствам сверхнизкоуглеродистой стали, содержащей всего 0,008 %С, а также конструкционных и инструментальных сталей автором обосновываются признаки превращения в процессе отпуска вблизи температур 650, 450 и 200 °С.

Анализ диссертационной работы позволяет сделать вывод, что тема диссертации полностью отвечает паспорту специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение). Текст диссертации и автореферата изложен логично, полно отражает выполненные в работе исследования и полученные результаты. Материал диссертации изложен в соответствии с нормативными требованиями технически грамотным языком.

Научная новизна исследований и практическая значимость работы

1. Установлена связь аномалий свойств расплава, феррито-цементитной смеси, твердых растворов (мартенсита и аустенита) и с изменением генеалогии атомов железа при $\sim 0,1$, $\sim 0,5$ % С и с качественными изменениями интервала кристаллизации и прекристаллизации (K_{Δ}) – в точках Н ($\sim 0,1$ % С), J ($\sim 0,2$ % С), В ($\sim 0,5$ % С), и S ($\sim 0,85$ % С) диаграммы Fe – С, что делает ее полезной для объяснения не только структуры, но и свойств.

2. Установлена связь с K_{Δ} максимальной пластичности с повышенной прочностью нормализованной или отожженной стали с $\sim 0,5\%$ C; модифицированного и немодифицированного силумина, однофазной латуни с $\sim 32\%$ Zn; равновесной с $\sim 13\%$ Sn и неравновесной с $\sim 8\%$ Sn двухфазных бронз; двухфазного магналия с $\sim 10\%$ Mg; двухфазных сплавов Cu + 40% Mn, Mg + $\sim 8\%$ Al; однофазной бронзы с $\sim 3\%$ Si и других сплавов.

3. Установлено, что с K_{Δ} связаны: неизменность и скачкообразные изменения линейной усадки литых сплавов; экстремумы жидкотекучести; аномалии свойств сплавов с компонентом-полупроводником.

4. Предложена новая версия правила Курнакова-Жемчужного для перетектических и перетектоидных сплавов, которая связывает максимумы и изгибы кривых свойства с критерием K_{Δ} .

5. На основании теплового эффекта, магнитного эффекта, изменения растворимости водорода и ряда других зависимостей, таких как максимума твердости, минимума числа Лоренца, теплового эффекта, аномалий на температурных зависимостях физико-механических свойств, включая теплоемкость и магнитную проницаемость, статическую и динамическую хрупкость, изменения растворимости водорода и металлографических исследований на сверхнизкоуглеродистой стали, содержащей 0,008 углерода, автором диссертационной работы установлено, что в стали, содержащей 0,008 углерода может иметь место прохождение карбидных реакции третичного цементита с образованием первоначально карбида Fe_2C .

При этом карбид Fe_2C может иметь две модификации – низкотемпературную (ϵ) карбид с гексогональной решеткой (так называемый карбид Хофера) и высокотемпературную (χ) с моноклинной решеткой (карбид Хэгга), что соответствует температуре $200^{\circ}C$. При повышении температуры до $450^{\circ}C$ карбид Fe_2C может переходить в карбид Fe_3C и наконец, при температуре $\sim 650^{\circ}C$, карбид Fe_3C может переходить в другой более сложный карбид.

Практическая значимость:

1. Разработан критерий K_{Δ} , устанавливающий взаимосвязь качественных изменений интервалов кристаллизации (перекристаллизации) с аномалиями свойств промышленных сплавов позволяет: дать объяснение природы этих аномалий; прогнозировать свойства по виду диаграмм состояния.

2. Установлена возможность прогнозирования свойств сталей, нагрев которых включает их пребывание при ~ 200 , ~ 450 и ~ 650 °С на том или ином этапе термической обработки.

3. Разработаны режимы термической обработки прошедшей успешную эксплуатацию на КАМАЗе и ГАЗе штамповой стали 5Х2СМФ (а.с. № 1671726), а также среднелегированной конструкционной стали 36Х2Н2МФА, позволяющие повысить эксплуатационные характеристики указанных сталей.

4. Разработанные базы данных для ЭВМ по зависимости физико-механических свойств железа и сталей от нагрева в интервале температур от 20 до 900 °С.

Основные научные результаты работы

1. Разработана система оценки комплекса физико-механических и технологических свойств сплавов, позволяющая связать аномалии свойств промышленных сплавов (сталь, латунь, силумин, бронза, магнилий и др.) с диаграммами состояния на основании впервые установленного критерия – качественного изменения (протяженности по температуре) интервала кристаллизации (перекристаллизации) (K_{Δ}).

2. На основании фундаментальных признаков (сингулярная точка на кривых свойство – состав, термические эффекты при ~ 650 °С, качественное изменение интервала кристаллизации (K_{Δ}) обосновано наличие промежуточной фазы $\sim \text{Fe}_{42}\text{C}$ ($\sim 0,5$ %С).

3. Предложена альтернативная версия правила Курнакова, которая связывает максимумы и изгибы кривых «состав – свойство» сплавов с K_{Δ} .

4. На основании обобщения и анализа многочисленных литературных, а также собственных экспериментальных данных по свойствам железа и сталей в интервале температур ~ 200 °С, ~ 450 °С ~ 650 °С и сделано предположение о

наличие карбидных реакций. Показана возможность прохождения карбидных реакций даже в сверхнизкоуглеродистой стали с содержанием углерода 0,008%.

Общая оценка диссертации

Диссертационная работа Шахназарова Карэна Юрьевича написана на актуальную тему, выдвинутые научные положения обладают новизной и подтверждены основным теоретическим и экспериментальным содержанием работы. Работа построена в четкой логической последовательности, имеет практические рекомендации.

Результаты работы представлены в виде 77 сообщений и получили положительную оценку на международных и всероссийских и международных конференциях и семинарах.

Замечания по работе

1. В диссертации стр. 205 сверхнизкоуглеродистая сталь, содержащая 0,008% углерода называется чистым железом, что не совсем корректно.

2. Полученные результаты по выделению третичного цементита при температуре 200, 450 и 650°C не достаточно полно представлены в виде кинетики карбидных реакций, что подробно представлено в работах Ю.И. Устиновщикова.

3. Со ссылкой на Ю.И. Устиновщикова: «Если за столь короткий период произошло подобное увеличение содержание хрома в цементите (в 6,4 – 7,1 раз по сравнению со средним содержанием его в стали), то необходимо допустить, что эффективный коэффициент диффузии хрома в α -железе аномально высок» соискателем приводятся доказательства повышенной диффузионной подвижности атомов вблизи температуры 650 °C, что также можно связать с карбидными реакциями. Это требует более детального разъяснения, чего нет в диссертационной работе.

Высказанные недостатки не снижают важности основных результатов работы, носят уточняющий характер и не влияют на положительную оценку выполненной диссертационной работы.

Заключение

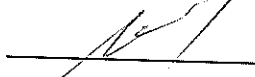
Диссертация Шахназарова Карэна Юрьевича является законченной научно-квалифицированной работой, выполненной на высоком научно-техническом уровне. Совокупность полученных в работе теоретических положений и практических результатов позволяет квалифицировать рассматриваемое исследование как вклад в развитие современной проблемы материаловедения «Обеспечение работоспособности применяемых в машиностроении материалов».

Методология и структура диссертации соответствует паспорту специальности 05.16.19 – Материаловедение (машиностроение), работа написана технически грамотно, язык диссертации научный. Автореферат в полной мере отвечает содержанию диссертации.

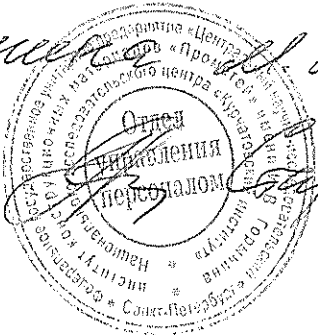
Диссертационная работа «Разработка единого критерия оценки взаимосвязи свойств сплавов с диаграммами состояния для обеспечения работоспособности машиностроительных материалов», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение), соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Шахназаров Карэн Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение).

Официальный оппонент

Главный научный сотрудник, доктор технических наук, доцент
НИЦ «Курчатовский институт» -

ЦНИИ КМ «Прометей»  Оленин Михаил Иванович
тел.: +7 (921) 892-39-25, e-mail: 1951vika@mail.ru

191015, Россия, Санкт-Петербург, Шпалерная ул., д. 49, Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина национального исследовательского центра «Курчатовский институт», тел.: +7 (812) 274-37-96, e-mail: mail@crism.ru

Получено Оленин М.И. уязв. вер.:
Зам. Начальника ОУП  *Смирнов-Будев К.А.*
11.07.2022