

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора Колокольцева Валерия Михайловича
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

Диссертационная работа Шахназарова К.Ю. является, несомненно, актуальной, поскольку при создании новых и использовании известных металлических сплавов необходимо понимание процессов, протекающих в них. Особенно важно объяснение особенностей изменения комплекса физико-механических и технологических свойств сплавов железа и цветных сплавов с учетом единого критерия, позволяющего оценить взаимосвязь свойств сплавов с их диаграммами состояния, а также возможность прогнозирования комплекса свойств и имеет важное научно-практическое значение. Также актуальность и востребованность диссертационной работы для машиностроительной отрасли дополнительно подтверждается выполнением исследования в рамках государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий на 2013-2020 годы» (Утверждена Постановлением Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 218 «Об утверждении Правил предоставления субсидий на развитие кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств»).

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. Содержание диссертации изложено 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.

Первая глава посвящена состоянию вопроса по обоснованию необходимости объяснения аномалий свойств сплавов на примере сталей,

содержащих $\sim 0,5 \%$ С. На основании выявленных закономерностей сформулированы цель и задачи исследования. Материал этой главы имеет большое научное значение, так как до автора никто так всесторонне и грамотно не анализировал и не пытался объяснить возможные причины таких аномалий. Глава вполне может претендовать на самостоятельное научное исследование.

Во второй главе разработана система оценки свойств сплавов, позволяющая установить взаимосвязь свойств сплавов с диаграммами состояния. Разработанная система включает в себя два параметра: критерий K_{Δ} , где Δ – концентрационная зависимость качественных изменений интервалов кристаллизации (перекристаллизации) на диаграммах состояния сплавов; изменение структурной наследственности атомов элементов, составляющих двойную систему. Здесь необходимо отметить оригинальность подхода соискателя к оценке свойств сплавов.

В третьей главе разработанная автором система оценки физико-механических и технологических свойств подтверждена более чем пятидесяти сплавах, включая стали с различным содержанием углерода, сплавах на основе цветных металлов, сплавов с компонентом-полупроводником и аморфных сплавах.

Установленные закономерности позволили внести уточнения в закон Курнакова (правило аддитивности).

В четвертой главе на основании многочисленных литературных и собственных экспериментальных данных по особенностям изменения физико-механических свойств железа и сталей автором установлены признаки превращения в железе и сталях в подкритическом интервале температур (при $\sim 650, 450$ и 200 °С).

На основании анализа диссертационного исследования можно сделать вывод, что тема и содержание диссертационной работы полностью отвечает паспорту специальности. Текст работы и автореферата изложены логично, в соответствии с нормативными требованиями, грамотным техническим языком, полно отражают выполненные исследования и полученные результаты.

Научная новизна исследований

1. Впервые вводится представление о диаграмме состояния, как о концентрационной зависимости качественных изменений интервалов кристаллизации (K_{Δ}), что позволяет связать с диаграммой состояния, не поддающиеся объяснению фазовым составом или структурой экстремумы (аномалии) физико-механических и технологических свойств, промышленно используемых сплавов.

2. Установлено, что с K_{Δ} связаны: аномалии свойств сталей и сплавов на основе цветных металлов, постоянство и скачкообразные изменения линейной усадки литых сплавов; экстремумы жидкотекучести; экстремумы (аномалии) свойств сплавов с компонентом-полупроводником; особенности стеклообразования (аморфизации).

3. 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).

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

5. На основании анализа литературных, а также собственных экспериментальных данных по физико-механическим свойствам железа и сталей в подкритическом интервале температур обоснованы признаки превращение в железе при ~ 650 °С, ~ 450 °С и ~ 200 °С.

Практическая значимость работы

Практическая значимость заключается в следующем:

1. Предложена система оценки, устанавливающая взаимосвязь диаграмм состояния (на основании впервые установленного критерия (K_{Δ})) с (экстремумами) аномалиями свойств промышленных сплавов, позволяющая дать объяснение природы этих экстремумов, а также прогнозировать свойства по виду диаграмм состояния.

2. Разработанная система оценки свойств по виду диаграммы состояния подтверждена при анализе экстремальных значений (аномалий) физических, химических и технологических свойств более чем пятидесяти сплавов.

3. Доказана возможность прогнозирования экстремальных значений (аномалий свойств) сталей, нагревание которых включает их пребывание при ~ 650 , ~ 450 и ~ 200 °С на том или ином этапе термической обработки.

4. Установлены оптимальные режимы термической обработки для успешно эксплуатируемой на КАМАЗе и ГАЗе штамповой стали 5Х2СМФ (а.с. № 1671726), а также конструкционной стали 36Х2Н2МФА.

5. На основании полученных в работе экспериментальных данных, разработаны базы данных для ЭВМ по зависимости физико-механических свойств железа разной степени чистоты, а также промышленно используемых конструкционных и инструментальных сталей от нагрева в интервале температур от 20 до 900 °С (через каждые 20 – 40 °С).

Основные научные результаты работы

1. Разработан единый критерий оценки свойств промышленно используемых сплавов (стали, латуни, силумина, бронзы, магния и др.) K_{Δ} ,

позволяющий найти связь особенностей изменений физико-механических и технологических свойств сплавов с диаграммами состояний.

2. Достоверность разработанного критерия (K_{Δ}) подтверждена при анализе особенностей изменения физико-механических и технологических свойств: сталей с различным содержанием углерода, цветных сплавов, литейных свойств сплавов (линейная усадка и жидкотекучесть); сплавов с компонентом-полупроводником; аморфных сплавов.

3. Внесены уточнения в правило Курнакова (закон аддитивности), которые связывают экстремумы (максимумы и изгибы) на кривых «состав – свойство» сплавов с K_{Δ} .

4. На основании анализа многочисленных литературных, а также собственных экспериментальных данных по физико-механическим свойствам железа и сталей в подкритическом интервале температур обоснованы признаки превращений в железе при ~ 650 , ~ 450 и ~ 200 °С.

Достоверность основных научных результатов и выводов обеспечена использованием современного сертифицированного исследовательского оборудования, лицензионных программных средств для обработки информации и моделирования технологических процессов, а также значительным объёмом разнообразных экспериментальных исследований.

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 практическую ценность.

Результаты диссертации в достаточной степени освещены в 30 печатных работах, в том числе в 11 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 11 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; получено 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Результаты работы прошли апробацию на 77 всероссийских и международных конференциях и семинарах.

Замечания по работе

1. Автором предложен единый критерий K_{Δ} - качественное изменение протяженности интервала кристаллизации и его влияние на свойства сплавов. Но не до конца раскрыт физический смысл этого критерия и нет его

количественной оценки. Что такое качественное изменение интервала кристаллизации? Ведь его может и не быть при наличии аномалии.

2. Как утверждает соискатель критерий K_{Δ} позволяет объяснить аномалии физико-механических и технологических свойств промышленно используемых сплавов. Но в ряде случаев это не так. Например, рис. 3.38, 3.40-3.45, перегибы в свойствах могут быть, а могут и не быть. Причем перегибов может быть несколько, а выбирается для объяснений почему-то один: стр.111, рис. 3.46, можно выделить два изгиба ликвидус в системе Zn-Al при 20 и 30% Al. Или стр. 146, рис. 4.1.1 – имеется два минимума по Cr при 500 и 650°C. Почему при 650°C есть превращение, а при 500°C его нет? Каков здесь критерий K_{Δ} ?

3. Стр. 256, рис. 4.2.13. Говориться только об одном пике при 460°C, а их несколько: при 100, 140, 220-240, 280°C. Почему не рассматриваются другие?

4. При разработке единого критерия оценки свойств сплавов по виду диаграмм состояния указывается примерное содержание компонентов, составляющих двойную систему. Тогда как для некоторых систем, например, для системы Pt – Ag, конец перитектической горизонтали строго соответствует 55,3 % Ag, а указано содержание Ag ~ 50 %. Поскольку в практической значимости работы автором рекомендовано использование диаграмм состояния для прогнозирования свойств сплавов следует указывать, где это возможно, точнее содержание компонентов, составляющих двойную систему.

5. При анализе диаграмм состояния двойных систем автор для одной системы указывает влияние на какое-либо свойство процентного содержания одного элемента, а в рамках анализа этой же системы указывает влияние второго элемента на какое-то иное свойство. Это не является ошибкой, поскольку суммарное содержание компонентов равно 100 %, но затрудняет восприятие материала. Следовало бы, по крайней мере, при анализе одной системы придерживаться единого подхода к описанию влияния одного компонента (слева или справа) на то или иное физическое свойство сплава.

6. В диссертационной работе за исключением трех систем Ge – Si, HgTe – CdTe, ZnTe – HgTe, представляющих собой непрерывные твердые растворы, рассматривается взаимосвязь диаграмм состояния со свойствами сплавов, кристаллизующихся с образованием эвтектики (перитектики). Несмотря на то, что неограниченно растворимые в твердом состоянии сплавы встречаются достаточно редко, было бы интересно для полноты исследования провести проверку разработанного критерия и для этих сплавов.

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

Заключение

Диссертационное исследование Шахназарова К.Ю. является законченной научно-квалифицированной работой, выполненной на высоком научно-техническом уровне. Изложенные в диссертационной работе основные выводы и положения получены на основании научно обоснованного единого критерия оценки взаимосвязи свойств сплавов с их диаграммами состояния, позволяют сделать заключение о вкладе в современное научное направление материаловедения «Обеспечение работоспособности современных машиностроительных материалов».

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

Диссертация «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
доктор технических наук,
профессор, президент
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
тел.: +7 (912) 400-32-53
e-mail: kwm@magtu.ru


Колокольцев Валерий Михайлович

455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»
тел.: +7 (800) 100-19-34
e-mail: mgtu@magtu.ru

