

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор

ОАО «Уральский институт металлов»

Ерцев Александр Юрьевич

_____ 2015г.



ОТЗЫВ

ведущей организации ОАО «Уральский институт металлов»
на диссертационную работу Мусихина Сергея Александровича
**«Влияние химической неоднородности среднеуглеродистых
низколегированных сталей на формирование структуры
и комплекса свойств при термическом воздействии»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка
металлов и сплавов

Диссертационная работа Мусихина С.А. направлена на получение количественных результатов по влиянию химической неоднородности различной природы на формирование структуры стали при термообработке. Достижение высокого комплекса механических и эксплуатационных свойств изделий в современных производственных условиях невозможно без применения научно-обоснованных режимов термической обработки. Для того чтобы корректно провести выбор режима термической обработки для каждой плавки конкретной марки стали необходим сбор большого количества экспериментальных данных. Такой подход является достаточно трудоемким и не всегда себя оправдывающим. Решением данной проблемы может быть применение систем гибкого управления режимами термической обработки, основанных на моделировании процессов фазовых и структурных превращений.

В большинстве случаев при моделировании процессов термической обработки не учитывается исходное состояние, а точнее его особенности, то есть,

зачастую исследуемый материал, представляют в качестве изотропного, однородного тела. В свою очередь, структура реального материала может значительно отличаться от структуры, подобным образом упрощенного объекта моделирования. К особенностям исходной структуры, прежде всего, следует отнести наличие неоднородностей, проявляющихся в структуре реальных материалов на разных масштабных уровнях.

Независимо от природы возникновения структурной неоднородности, в большинстве случаев, существует необходимость учета ее влияния на структурообразование при термической обработке и на конструктивную прочность готового изделия. Применение современных систем конечно-элементного анализа для решения задач такого уровня позволяет совершенствовать уже имеющиеся и разрабатывать новые режимы термообработки. В таком случае остро встает вопрос разработки новых методик количественной оценки влияния определенной структурной неоднородности на свойства стали. В связи с этим исследования, направленные на разработку новых методик количественного описания влияния химической неоднородности, существующей в реальных материалах, на устойчивость переохлажденного аустенита и формирование комплекса механических свойств, следует считать актуальными.

В диссертации обозначены три основных направления исследования:

1. Изучение возможности управления комплексом механических свойств посредством создания структурной неоднородности материала при термической обработке из межкритического интервала температур.
2. Исследование влияния зональной ликвации на формирование структуры и свойств среднеуглеродистых низколегированных сталей.
3. Изучение влияния локального изменения химического состава и повышенной концентрации неметаллических включений, сопутствующих дефектам сталеплавленного и прокатного происхождения на кинетику распада переохлажденного аустенита.

Научная новизна рассматриваемой работы состоит в следующем:

- Изучены особенности кинетики распада переохлажденного аустенита в среднеуглеродистой хромомолибденованадиевой стали с различной исходной

структурой после аустенитизации в широком интервале температур. Показано, что исходная кристаллографически упорядоченная структура при нагреве до температур высокого отпуска и МКИ обладает повышенной устойчивостью, что связано с малой подвижностью специальных границ $\Sigma 3$ и выделением вдоль границ дисперсных карбидов. Установлено, что в результате обработки из межкритического интервала температур происходит измельчение зеренной структуры феррита, приводящее к повышению ударной вязкости сталей типа 26Х1МФА при сохранении прочностных характеристик на уровне свойств стали после термического улучшения.

- Экспериментально доказано, что аномальное изменение твердости по сечению стенки закаленной трубы, изготовленной из непрерывнолитой заготовки, является следствием структурной неоднородности обусловленной зональной ликвацией углерода и марганца, которую не удастся устранить термическими методами в условиях массового производства.

- Дана количественная оценка влияния внутреннего окисления на устойчивость переохлажденного аустенита, представленная в виде термокинетической диаграммы распада переохлажденного аустенита для материала, содержащего внутреннее окисление. Установлено, что планарные скопления неметаллических включений уменьшают устойчивость переохлажденного аустенита стали 50ХГФА в области диффузионного превращения.

Практическая и теоретическая значимость работы заключается в возможности использования результатов исследования для повышения комплекса механических и эксплуатационных свойств стальных изделий путем разработки новых и корректировки уже имеющихся режимов термической обработки с учетом химической неоднородности материала, посредством применения современных систем конечно-элементного моделирования.

Разработанные режимы термической обработки стали 26Х1МФА позволяют обеспечить большой запас по относительному удлинению, а в некоторых случаях и по ударной вязкости, при сохранении прочностных свойств на уровне групп прочности М, Р, Т по ГОСТ 632-80.

Построенные термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита в стали 32Г2Ф с различным содержанием легирующих элементов и примесей могут быть использованы для назначения практических режимов термической обработки на основе конечно-элементного анализа.

Предложенная методика определения устойчивости переохлажденного аустенита в локальных областях, содержащих дефекты типа внутреннего окисления, а также количественные данные, полученные при ее применении, позволяют оценить влияние планарных скоплений неметаллических включений на сопротивление материала разрушению при статической, динамической или циклической нагрузке.

Выполнен большой объем экспериментальной работы с использованием многочисленных современных методов исследования, что обеспечивает достоверность и надежность полученных результатов.

Основные замечания и пожелания по данной работе сводятся к следующему:

1. На каком основании вы считаете, что основная масса выделившихся карбидов в стали 26Х1МФА в процессе отпуска типа $Fe(Fe)_3C$?
2. Автор считает, что причиной аномального изменения твердости по сечению стенки закаленной трубы, описанного в четвертой главе, является зональная ликвация углерода и марганца. Почему в работе никак не отмечается влияние горячей пластической деформации на характер распределения прочностных свойств?
3. В разделе 3 пятой главы, приводятся результаты исследования влияния внутреннего окисления на устойчивость переохлажденного аустенита на примере стали 50ХГФА, а также схема получения «слоистого материала». При этом автор ничего не говорит об объемной доле неметаллических включений в «слоистом материале» и о влиянии её на кинетику распада переохлажденного аустенита.
4. Необходимо отметить некоторые недочеты в оформлении автореферата.

Сделанные замечания не снижают ценность диссертации Мусихина С.А. В целом, она представляет законченное исследование, обладающее всеми необходи-

мыми признаками: актуальностью, научной новизной, практической и теоретической значимостью, достоверностью результатов.

Публикации и автореферат достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Мусихина С.А. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований и их интерпретации получены новые результаты, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области экспериментальных исследований фазовых и структурных превращений в среднеуглеродистых сталях. Работа выполнена на высоком научном уровне. Выводы и результаты обоснованы и достоверны.

Тематика выполненных диссертантом исследований соответствует формуле специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, в частности, пункту 2 «Теоретические и экспериментальные исследования фазовых и структурных превращений в металлах и сплавах, происходящих при различных внешних воздействиях» и пункту 6 «Разработка новых и совершенствование существующих технологических процессов объемной и поверхностной термической, химикотермической, термомеханической и других видов обработок, связанных с термическим воздействием, а также специализированного оборудования» паспорта специальности.

Диссертационная работа Мусихина Сергея Александровича соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор – Мусихин Сергей Александрович заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на совместном заседании научно-исследовательского центра «Металлопродукция для Севера» и научно-технического совета ОАО «Уральский институт металлов» (протокол №6 от 26.11.2015 г.).

Научный руководитель института,
академик РАН, профессор,
доктор технических наук



 Смирнов Леонид Андреевич

Исполнительный директор центра
«Металлопродукция для Севера»,
кандидат технических наук



— Беленький Борис Зиновьевич

Ученый секретарь
научно-технического совета,
кандидат технических наук



 Селетков Александр Игнатьевич

620219, г.Екатеринбург, ГСП 174, ул. Гагарина, д.14. Тел. 8(343)374-03-91. E-mail: uim@ural.ru