

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по научной работе ДВФУ

К.С. Голохваст

«13 декабря 2019 г.

## **ОТЗЫВ**

ведущей организации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ) на диссертационную работу Золотаревой

Светланы Валерьевны по теме: «Исследование кинетики деформации и разрушения конструкционных сталей на различных структурных уровнях», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 - Материаловедение (в машиностроении)

На отзыв представлены рукопись и автореферат диссертации «Исследование кинетики деформации и разрушения конструкционных сталей на различных структурных уровнях».

### **Актуальность работы**

Надежность работы деталей машин и оборудования в значительной степени определяется состоянием материала. Актуальность тематики исследования обоснована необходимостью разработки новых алгоритмов анализа структурной организации конструкционных сталей, подвергающихся внешним воздействиям различной природы. Установление связи между параметрами, зарегистрированными сигналов АЭ и количественными показателями микроструктуры позволит раскрыть механизмы наследственности диссипативных структур, развивающихся при взаимодействии материала с энергетическими потоками, и наследственно сохраняющихся в статическом состоянии, что важно для прогнозирования свойств материала в процессе эксплуатации.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

1. Разработаны алгоритмы анализа структурной организации конструкционных сталей на основе комплексного использования метода количественной обработки изображений микроструктур и метода акустической эмиссии. Метод АЭ позволяет выявить стадии деформации, соответствующие микроуровню. Метод количественной обработки изображений микроструктур позволяет различать характер структурных изменений на мезоструктурном уровне деформации.

2. Установлено, что субзеренные структурные изменения, происходящие при деформации углеродистых сталей на микроструктурном уровне, практически не изменяют значения показателя плотность границ

микроструктурных элементов  $q$ . Для стали 12Х18Н10Т наблюдается незначительный рост значений показателя плотность границ микроструктурных элементов  $q$  на микроуровне и значительно снижается на мезоструктурном уровне II относительно значений показателя  $q$  на мезоструктурном уровне I. У всех рассматриваемых сталей на мезоструктурном уровне деформации показатель плотность границ  $q$  имеет более высокие значения, в сравнении с микроуровнем. Со сменой структурного уровня деформации с мезоуровня I на мезоуровень II рост показателя  $q$  замедляется или происходит снижение его значений. Для всех исследуемых сталей микроуровню деформации соответствует стадия высокой активности АЭ, на мезоструктурном уровне активность АЭ низка.

3. Для стали 45 установлено влияние структурного состояния, заданного термической обработкой, на характер изменения показателя плотность границ структурных элементов  $q$  и проявления АЭ при деформации. Установлено, что активность АЭ с повышением температуры отпуска до  $t=400^{\circ}\text{C}$  увеличивается, что связано с высвобождением закрепленных дислокаций в результате объемных изменений при фазовых превращениях. Обособление цементита при отпуске  $t = 400^{\circ}\text{C}$  регистрируется повышением значений показателя плотность границ структурных элементов  $q$ . Снижение активности АЭ при деформации образцов с температурой отпуска  $t = 500^{\circ}\text{C}$  обосновано уменьшением длины пробега дислокаций в высокодисперсной структуре троостита. Коагуляция цементита снижает значения показателя плотность границ структурных элементов  $q$  в сравнении с трооститом стали, отпущеной при  $t = 400^{\circ}\text{C}$ .

**Практическая значимость** представленной работы заключается в разработке методики анализа стадийности деформации конструкционных сталей, основанной на установлении связи между показателем плотность границ структурных элементов  $q$  и активностью АЭ, и их комплексном использовании для определения структурных уровней деформации. Для сталей марок Ст3, 20, 45, 12Х18Н10Т получены зависимости количественного показателя структурной организации плотность границ  $q$  и активности АЭ от деформации на различных стадиях и установлена их взаимосвязь.

### **Структура и содержание работы**

Диссертационная работа состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка литературы, приложений. Работа изложена на 131 странице, содержит 49 рисунков и 11 таблиц, список литературы состоит из 164 наименований.

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, определена цель исследований, показаны научная новизна и практическая значимость работы, приведены основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** обобщены и проанализированы современные представления о методах получения сведений о механизмах структурных

изменений в материале, представляющих синергетическую реакцию материала на внешнее температурное или деформационное воздействие.

**Во второй главе** приведены и изложены экспериментальные методики и обоснован выбор материалов, используемых при проведении исследований.

Методологической основой исследований был выбран комплексный подход к изучению механизмов пластической деформации, с использованием современных методов неразрушающего и разрушающего контроля - метода количественной обработки изображений микроструктур с определением количественных показателей микроструктуры, акусто-эмиссионного метода анализа структурной деградации при деформации, метода анализа диаграмм растяжения.

**В третьей главе** представлены результаты исследований деформационных процессов конструкционных сталей при растяжении. Комплексный анализ динамики структурной организации материала при деформации выявил согласованную стадийность характера проявления акустической эмиссии и изменения количественного показателя структурной организации плотность границ  $q$  и ряд особенностей проявления различных механизмов деформации на разных структурных уровнях.

**В четвертой главе** представлены результаты комплексного анализа структурного состояния стали 45, базирующегося на показателе плотности границ микроструктурных объектов  $q$  и параметрах акустической эмиссии (суммарный счет  $\Sigma N$  и суммарная энергия  $\Sigma E$ ), зарегистрированных при деформации образцов, в условиях различных видов и режимов термической обработки.

### **Общая характеристика работы**

Диссертационная работа Золотаревой Светланы Валерьевны по совокупности результатов является завершенным научным исследованием и производит впечатление цельной работы, выполненной на достаточно высоком научном и методическом уровне, что подтверждается четкой формулировкой цели и задач, обоснованностью методологии исследований.

Основные выводы базируются на большом объёме экспериментальных работ с использованием современных экспериментальных методов исследования, интерпретацией данных на основе известных положений материаловедения.

Автор решил поставленные задачи и получил вполне логичные и аргументированные результаты и выводы, имеющие несомненную научную новизну.

Достоверность приведенных данных и выводов подтверждается проработкой методических вопросов, использованием дополняющих друг друга методов исследований.

Автореферат и публикации достаточно полно и объективно отражают содержание диссертации.

Оформление рукописи диссертации отвечает современным требованиям.

## **Замечания по диссертационной работе**

При ознакомлении с текстом диссертации и ее авторефератом возникли следующие замечания:

1. Из текста диссертационной работы не совсем ясно на основании каких признаков в качестве информативного параметра для выделения структурных уровней деформации был принят количественный показатель структурной организации плотность границы микроструктурного объекта  $q$ . Влияет ли качество приготовления металлографического шлифа и предварительная подготовка изображений микроструктур на результат анализа структуры?

2. Для образцов, не подвергаемых термической обработке, в диссертации не указано их исходное фазовое состояние, предшествующее механическому испытанию. В связи с этим возникает вопрос о том, изменится ли характер и соотношение стадий при изменении фазового состава, а также повлияет ли изменение фазового состава на выделение стадий деформации с использованием предложенного в диссертации комплексного подхода к анализу стадийности деформации.

3. В тексте диссертации недостаточно ясно описано, каким образом можно применить на практике результаты полученных исследований.

## **Заключение**

Результаты диссертационного исследования вносят вклад в разработку методик стадийности процесса деформации и анализа диссипативных структур конструкционных сталей, а также комплексного анализа структурного состояния, заданного термической обработкой.

С учетом актуальности темы диссертации, научной обоснованности, оригинальности и новизны исследований можно сделать вывод о том, что диссертация Золотаревой Светланы Валерьевны по теме: «Исследование кинетики деформации и разрушения конструкционных сталей на различных структурных уровнях» является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на современном научно-техническом уровне.

Диссертация Золотаревой Светланы Валерьевны по теме: «Исследование кинетики деформации и разрушения конструкционных сталей на различных структурных уровнях» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а также п. 9 «Положение о порядке присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г. (в редакции постановлений правительства РФ от 21.04.2016 г. №335, от 02.08.2016 г. №748, от 29.05.2017 г. №650, от 28.08.2017 г. №1024, от 01.01.2018 г. №1168) и паспорту специальности 05.16.09, а ее автор, Золотарева Светлана Валерьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 - Материаловедение (в машиностроении).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Материаловедение и технологии материалов» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» протокол заседания № 8 от 29 апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой  
«Материаловедение  
и технологии материалов»  
ФГАОУ ВО «Дальневосточный  
Федеральный университет»  
доцент, кандидат технических  
наук (по специальности 05.16.06  
"Порошковая металлургия и  
композиционные материалы")

Рева Виктор Петрович

Дата: 30.04.2019 г.

690922, Россия, Приморский край,  
о. Русский, п. Аякс 10. кампус  
ДВФУ.

Почтовый адрес ДВФУ: Россия,  
690091. г. Владивосток,  
ул. Суханова. 8.

Тел: 8 (800) 555 0 888 Факс: 8 (423) 243 23 15

e-mail: rectorat@dvgu.ru