

**ЦНИИМ**

1912



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МАТЕРИАЛОВ"

Санкт-Петербург, Парадная ул. 8, 191014, тел./факс [812] 271-49-72, [812] 578-93-01,
тел./факс [812] 578-91-45, 710-76-60. E-mail: info@cniim.com
ОКПО 07529945 ОГРН 1107847269045 ИНН/КПП 7842436263/784201001

11.02.2021 № D-216На 36/13-42 от 15.12.2020 г.

ГНЦ ФГУП ЦНИИМ
«Прометей» им. И.В. Горынина
Учёному секретарю
Диссертационного совета
Д411.006.01
Д.т.н., профессору
Е.И. Хлусовой

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор, к.т.н.

Е.С. Иванова

2021 г.

ОТЗЫВ

АО «Центральный научно-исследовательский институт материалов» на диссертационную работу Петрова Сергея Николаевича «Создание комплекса количественных методов электронной микроскопии для анализа структурно-фазовых превращений в сталях и сплавах», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Актуальность работы. Несмотря на широкое применение в исследованиях структуры металлов и сплавов методов электронной микроскопии, остаются проблемы как получения качественного изображения элементов структуры, так и, что особо важно, исчерпывающей трактовки полученного изображения.

ГНЦ ФГУП ЦНИИМ	
ЦНИИМ «Прометей»	
Вх. № <u>432</u>	в ДЕЛО
<u>16.02</u> 20 <u>21</u> г.	№
Осн. <u>4</u> л.	подп.
Прил. _____ л.	



В разделе «Актуальность работы» автор затронул исключительно важный вопрос – распространение результатов исследования субмикробиъекта материала на весь макрообъект и его свойства.

Понятно, что приблизиться к решению этой проблемы можно только путем использования комплекса количественных методов электронной микроскопии, чему и посвящена диссертация С.Н. Петрова.

Заявленный комплекс методов опробован при исследовании структурных и фазовых превращений при деформировании, закалке и отпуске конструкционных сталей, а также при старении жаропрочных жаростойких сплавов, что свидетельствует о бесспорной актуальности диссертации.

Общая характеристика работы.

Одной из проблем, рассмотренных в диссертации, является проблема выявления границ первичных аустенитных зерен в бейнитных и мартенситных сталях уже прошедших превращения после деформации и термической обработки. Достоверность разработанного метода подтверждена сравнением результатов с данными, полученными с использованием вакуумного травления. Разработанная методика выявления границ первичных аустенитных зерен использована для оптимизации режимов горячей деформации износостойкой среднеуглеродистой стали.

Еще один исследованный и разработанный метод – это метод определения средней разориентровки по зерну с помощью стандартного программного обеспечения для обработки данных дифракции отраженных электронов. Метод дает возможность проводить идентификацию и определять объемную долю структурных составляющих низкоуглеродистых высокопрочных сталей: мартенсита, бейнита, феррита. Также этот метод использован для исследования кинетики отпуска мартенситных сталей и определения объемной доли отпущенного мартенсита. Результаты анализа структурного состояния на основе значений средней разориентровки по зерну использованы при получении качественных конструктивных элементов глубоководной морской техники, для корректировки технологического процесса изготовления листов из азотсодержащей стали, для оптимизации режимов пластической деформации поковок из никелевого сплава.

Необходимо отметить разработанный автором метод количественного фазового анализа, который основан на идентификации всех типов частиц дисперсных фаз с использованием рентгеноспектрального микроанализа и дальнейшей дифференциацией фаз по уровню контраста изображения в режиме обратно отраженных электронов. Метод использован для оптимизации хромоникелевого жаропрочного сплава базовой композиции 50X32H43, работоспособного при температуре 1100°C, для исследования изменения состава жаропрочных сплавов при эксплуатации пиролизных установок, для исследования взаимодействия жаропрочных сплавов с атмосферным азотом.

Наконец, следует отметить предложенный автором метод изготовления

образцов для просвечивающей электронной микроскопии с использованием фокусированного ионного пучка.

Научная новизна и практическая значимость.

Научная новизна работы исчерпывающе сформулирована в автореферате и не подлежит сомнению.

Практическую значимость прежде всего подтверждают разработанные, изданные и аттестованные, как ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы», так и метрологической службой ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» шесть методик. Кроме того, результаты работы использованы при отработке технологий изготовления листов из азотсодержащих сталей, при изготовлении конструктивных элементов глубоководной техники, при разработке технологического процесса производства раскатных колец и поковок из никелевого сплава.

Замечания по автореферату.

1. На странице 17 автореферата автор пишет, что применение методики выявления первичных аустенитных зерен позволило оптимизировать режим горячей деформации из износостойкой среднеуглеродистой стали, что обеспечило высокую твердость стали. Однако в чем состояла оптимизация режима деформации и насколько увеличилась твердость автор не сообщает. Здесь же автор пишет об установленной корреляции среднего размера первичного аустенитного зерна с трещиностойкостью, но объяснения этому наблюдению нет.
2. Аналогичное замечание к тексту автореферата может быть сформулировано относительно результатов применения метода анализа структурного состояния на основе значений средней разориентировки по зерну. Автор не приводит, хотя бы кратко, какие именно параметры откорректированы в том или ином технологическом процессе и какие при этом получены свойства металла (например, сталь для глубоководной техники, азотсодержащая сталь, никелевый сплав).
3. Автором установлено, что использование параметра средней разориентировки по зерну (СРЗ) позволяет проводить идентификацию и количественные определения объемной доли структурных составляющих низкоуглеродистых высокопрочных сталей: мартенсита, феррита, бейнита, имеющих практически идентичную кристаллическую структуру. В автореферате не показано, какова погрешность данной методики и как количественные измерения, проведенные на поверхности образца, коррелируют с аналогичными данными в объеме образца.

Заключение

Приведенные замечания не снижают научной ценности и практической значимости диссертационной работы Петрова Сергея Николаевича, а сама работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

Диссертация соответствует специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» и соответствует пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней.

Петров Сергей Николаевич без сомнения достоин присуждения ученой степени доктора технических наук.

Первый заместитель генерального директора -
заместитель генерального директора
по научной работе,
кандидат технических наук



О.П. Шаболдо

Советник генерального директора,
доктор технических наук,
старший научный сотрудник



А.А. Абрамов