

## **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертационной работы

**Соколовской Элины Александровны на тему:**

**«Развитие методов цифровизации в материаловедении и металлургии для повышения качества металлопродукции», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов**

Актуальность данной работы определяется постоянно растущими требованиями к металлопродукции, ее свойствам, которые представляют собой целый набор параметров – структурных и технологических. Предложенные автором цифровые методы оценки структур на разных масштабных уровнях, их строгое статистическое описание с четкими алгоритмами выделения информативных параметров; выявление закономерностей разрушения среды с неоднородной структурой, определяющих необходимость развития средств и методов измерения вязкости (сопротивления разрушению), определению характеристик хладостойкости, трещиностойкости весьма способствуют, в конечном итоге, повышению качества продукции. Весьма перспективными представляются алгоритмы анализа баз данных (сначала ретроспективного, а затем и в реальном времени) производственного контроля процесса и продукта (Big Data в металлургии) с использованием современных возможностей цифровизации, что позволяет разрабатывать более эффективные подходы к его проведению, в т.ч. обоснование выбора наиболее адекватных статистических процедур, как одной из важнейших составляющих при работе с большими данными.

Научная новизна заключается в систематизации метрологических подходов к описанию структур и изломов по их изображениям, в т.ч. в соответствующих актуальных ГОСТ эталонных шкал (балл зерна, балл неметаллических включений и т.п.). Предложена процедура ранжировки различных структур на основе статистики их морфологии, с учетом статистической природы измеряемых объектов.

Для сталей различного сортамента и способа получения выявлены особенности механизма вязкого разрушения, определяющие различия вязкости. Уточнен метод определения деформационного критерия механики разрушения - критического раскрытия трещины (CTOD) –  $\delta_c$ . На примере улучшаемых сталей 38ХНЗМФА-Ш и 15Х2НМФА, где степень неоднородности разномасштабных структур различна, показана возможность перехода от интегральных оценок трещиностойкости (в целом для образца) к ее дискретным значениям, характеризующим изменение трещиностойкости вдоль контура переднего фронта трещины в пределах зоны разрушения макроотрывом (для каждого из её скачков) при применении предложенной методики определения критического раскрытия трещины.

На основе анализа представительных массивов данных производственного контроля процессов получения широкого спектра металлопродукции показана малая эффективность принципа управления «по возмущению» в металлургии и осложнения применения традиционных алгоритмов Big Data, основанных на допущении о нормальном распределении значений параметров технологии.

Достоверность результатов обеспечена массовыми цифровыми измерениями структур и разрушения с использованием современной техники, программного обеспечения и корректных статистических методов обработки результатов, приемов когнитивной графики, учитывающих физику явлений и процессов, согласованностью с соответствующими результатами научно-технической литературы.

Практическая значимость полученных результатов подтверждена актами о внедрении и практическом использовании результатов работы АО «ВМЗ» Объединенная металлургическая компания (г. Выкса), АО «АВТОВАЗ» (г. Тольятти), ГНЦ РФ АО «НПО

«ЦНИИТМАШ» (Москва), ООО ИТ-Сервис (г. Самара), АО «РТП «Петровское» (г. Светлоград).

Основные результаты диссертации представлены в 92 печатных работах, из них 45 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, из которых 34 в изданиях, входящих в систему цитирования WoS, Scopus; 1 монография, 2 учебных пособия, 46 тезисов докладов на международных конференциях. Получено 2 патента.

Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

По автореферату можно высказать следующее замечание:

Автором предложены цифровые процедуры анализа изображений структур и изломов в материаловедении, это большой шаг к стандартизации требований к ним, важный как для науки, так и для производства. Однако, следовало бы обсудить возможные направления реализации на практике развитых в работе подходов для «выхода» на новую линейку стандартов.

Данное замечание не снижает общего положительного впечатления о работе и значимости проведенного исследования.

Диссертационная работа «Развитие методов цифровизации в материаловедении и металлургии для повышения качества металлопродукции» **соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям в соответствии с Положением о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, а её автор, Соколовская Элина Александровна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».**

Выражаю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и дальнейшую их обработку.

Начальник отдела научной деятельности  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения  
«Российский институт стандартизации»,  
доктор технических наук, профессор

Фролов В. А.

Тел.8 800 101 92 72,  
e-mail: frolov@rosoboronstandart.ru  
117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт,  
д.31, корп. 2

Подпись В.А. Фролова заверяю



*Начальник отдела кадров  
Еленкина М.Р.*