

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кондратьева Артема Витальевича «Совершенствование метода инструментального индентирования и программно-аппаратных средств контроля твердости металлических покрытий в микро- и нанометровых диапазонах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 - «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Развитию промышленности в области машиностроения, металлообработки, энергетики, добывающей промышленности в настоящее время уделяется огромное внимание, вместе с тем совершенствуются и технологии модификации поверхности, такие как нанесение покрытий, лазерная обработка поверхности, ионная имплантация и др. Эффективность использования упрочняющих и функциональных покрытий определяется достигаемыми механическими характеристиками материалов и адгезией покрытия.

Измерение твердости является одним из самых распространенных методов механических испытаний, который широко используется как при исследованиях механических характеристик новых материалов, так и при контроле качества материалов в процессе производства и эксплуатации.

Использование особо тонких покрытий, толщиной от десятков нанометров обуславливает необходимость использования специализированного технологического контроля, разработка которого составляет научно-техническую задачу.

Одним из возможных путей обеспечения достоверного информативного контроля при контроле твердости особо тонких покрытий является использование метода инструментального индентирования, который основан на непрерывном измерении нагрузки и перемещения индентора в процессе индентирования, построения зависимости приложенной силы от внедрения и анализа полученных данных, для определения твердости и модуля упругости материалов при различных нагрузках и глубинах внедрения.

Однако, не смотря на значительные достижения в области совершенствования метода инструментального индентирования, остается нерешенным ряд вопросов, касающихся неопределенности результатов измерений механических свойств.

Таким образом, диссертационная работа Кондратьева А.В., посвящённая совершенствованию метода инструментального индентирования и программно-аппаратных средств контроля твердости металлических покрытий в микро- и нанометровых диапазонах, является весьма своевременной и выполнена на актуальную тему.

Исходя из содержания автореферата, отличительными особенностями, характеризующими **научную новизну** работы, являются следующие результаты:

1. Разработаны теоретические положения, на основании которых составлен алгоритм косвенной оценки функции формы индентора, позволяющий уменьшить

*№ 263-10
от 11.09.2017*

влияние неидеальности геометрии индентора при вершине на результаты измерений при микро- и нанометровых глубинах индентирования.

2. Выполнен теоретический и экспериментальный анализ измерения твердости покрытий и модуля упругости в микро- и нанометровом диапазоне с использованием методики калибровки на стандартных образцах свойств.

3. На основании теоретического анализа показана необходимость и возможность внесения стандартных образцов свойств в Государственную поверочную схему для средств измерений по шкалам Мартенса и шкалам индентирования, что обеспечит уменьшение неопределенности результатов измерений при калибровке, поверке и применении.

Теоретическая и практическая значимость выполненной работы заключается в разработке и апробации:

- методики калибровки твердомеров, реализующих метод инструментального индентирования в микро- и нанометровом диапазоне;
- алгоритма косвенной оценки функции формы индентора;
- линейки стандартных образцов свойств, обеспечивающих требуемую неопределенность результатов измерений в микро- и нанометровом диапазоне при косвенной оценке функции формы индентора;
- проекта поверочной схемы для средств измерений твердости по шкалам Мартенса и шкалам индентирования.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций определяется теоретически и экспериментально обоснованными физико-математическими моделями, используемыми при расчетах измеряемых величин, и большим объемом экспериментальных данных.

Основные результаты исследований докладывались на:

1. III-й Международной научно-практической конференции «Инновации на транспорте и в машиностроении (г. Санкт-Петербург, 2015 г.);
2. IV-й Международной научно-практической конференции по «Инновации на транспорте и в машиностроении (г. Санкт-Петербург, 2016 г.);
3. XXI-й Всероссийской конференции по неразрушающему контролю и технологической диагностике (г. Москва, 2017 г.).

Результаты диссертационных исследований реализованы в 5 печатных работах, 3 из которых - рецензируемые журналы, входящие в перечень ВАК.

Вместе с тем, исходя из содержания автореферата, на наш взгляд, диссертационная работа содержит ряд замечаний:

- при описании эксперимента, изложенного на стр. 10 не описан характер серии индентирования (индентирование в одну или различные области образца), если индентирование проводилось в одну область, то возникает вопрос о влиянии отпечатка предыдущего индентирования на результаты последующего;
- на рисунках 8 и 9 несоответствие количества представленных зависимостей с легендами графика.

Приведенные выше замечания носят частный характер и не оказывают влияния на общую высокую положительную оценку диссертационной работы.

Содержание автореферата достаточно полно отражает содержание диссертации и позволяет составить целостное представление о проделанной работе. Тема диссертации, направленность проведенных исследований и полученных результатов соответствует специальности 05.11.13 - Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий. Сформулированные выводы свидетельствуют о завершенности научного исследования.

Исходя из анализа представленного автореферата, можно сделать вывод, что диссертационная работа Кондратьева А.В. является законченным научным исследованием. Полученные в диссертационной работе результаты представляют большой интерес, как с теоретической, так и с практической точек зрения, а также способствуют дальнейшему развитию исследований механических характеристик материалов. Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Кондратьев Артем Витальевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 - «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Директор ООО «НТЦ «Эталон»
доктор технических наук



О.В. Краснов

Почтовый адрес: 197343, Санкт-Петербург, ул. Матроса Железняка д. 57 лит. А,
пом. 141-Н

Тел.: (812) 640-66-92

e-mail: ntc-etalon@yandex.ru

Подпись Краснова Олега Валерьевича удостоверяю
начальник деп.производства
Т.В. Трифонова