

УДК 535.3

**Развитие и совершенствование экспериментальных методов
диагностики корундовой керамики**

**Development and improvement of experimental diagnosis methods for
corundum ceramics**

*Мирсияпов Марис Рафаэлевич, ассистент кафедры Общей физики,
Новосибирского Государственного Технического Университета, г.
Новосибирск*

Аннотация

В статье рассматриваются результаты развития и совершенствования методов экспресс – диагностики брака бронеплиток из корундовой керамики. Рассмотрены использования метода электронной спекл-интерферометрии и регистрации эволюции затухания упругих волн возбуждённых в изделиях из корундовой керамики. Было показано, что амплитудные и спектральные характеристики эволюции затухающей упругой волны чувствительны к физико-механическим свойствам корундовой керамики. Осуществлено сравнение затухающих волн полученных от других материалов – алюминий, стекло, полиметилметакрилат, текстолит, чугун. Выполнен анализ собственных форм колебаний бронеплиток регистрируемых методом спекл-интерферометрии и возбуждаемых различными способами механических воздействий. Продемонстрирована возможность двух методов диагностики годных и отбракованных бронеплиток.

Annotation

The article discusses the results of the development and improvement of methods for express diagnostics of defective armor plates made of corundum ceramics. The use of the method of electron speckle interferometry and registration of the evolution of the damping of elastic waves excited in products made of corundum ceramics are considered. It was shown that the amplitude and spectral characteristics of the evolution of a damped elastic wave are sensitive to the physical and mechanical properties of corundum ceramics. A comparison is made of damped waves obtained from other materials - aluminum, glass, polymethyl methacrylate, textolite, cast iron. The analysis of eigenmodes of oscillations of armored plates recorded by speckle interferometry and excited by various methods of mechanical influences is carried out. The possibility of two methods for diagnosing good and rejected armor plates is demonstrated.

Ключевые слова:

виброметрия, спекл-интерферометрия, неразрушающий контроль, эволюция затухания упругих волн, керамика, бронеплитка, контроль деформаций, амплитудные характеристики, спектральные характеристики, контроль брака

Keywords: vibrometry, speckle interferometry, non-destructive testing, evolution of elastic wave attenuation, ceramics, armor plate, deformation control, amplitude characteristics, spectral characteristics, rejection control

Введение. Качество изделий из корундовой керамики во многом зависит от физико-механических свойств этих изделий. Становится актуальной задача разработка экспресс методов диагностики всех, насколько это возможно, технологических процессов изготовления изделий из этой керамики. Современное назначение диагностики - выявления отклонений параметров исследуемого объекта от нормативного значения и принятие решения об отделении брака от годных изделий.

В данной работе представлены результаты развития и совершенствования экспериментальных методов диагностики использования метода электронной спекл-интерферометрии и регистрации эволюции затухания упругих волн возбужденных в изделиях из корундовой керамики. Эти методы дополняют друг друга по установлению соотношений между физико-механическими характеристиками керамики и связи свободных колебаний зависящих от свойств материала геометрии объекта.

Методы диагностики обрабатывались на образцах бронеплиток размером (60x58x9) 10^{-3} м изготовленных на основе α - Al_2O_3 заводом «НЭВЗ-керамикс» г.Новосибирск. Колебания в исследуемых объектах возбуждались методами механического удара стальным закаленным шариком, механическими вибратором и пьезоэлементом.

Эксперимент. На рисунке 1 представлена временная зависимость затухания акустических колебаний возбужденных механическим ударом в корундовой керамики [1]. Исследования подобных колебаний в других материалах возбужденных в геометрически подобных объектах позволили убедиться в том, что их вид существования отличается затухающих колебаний в керамике [2].

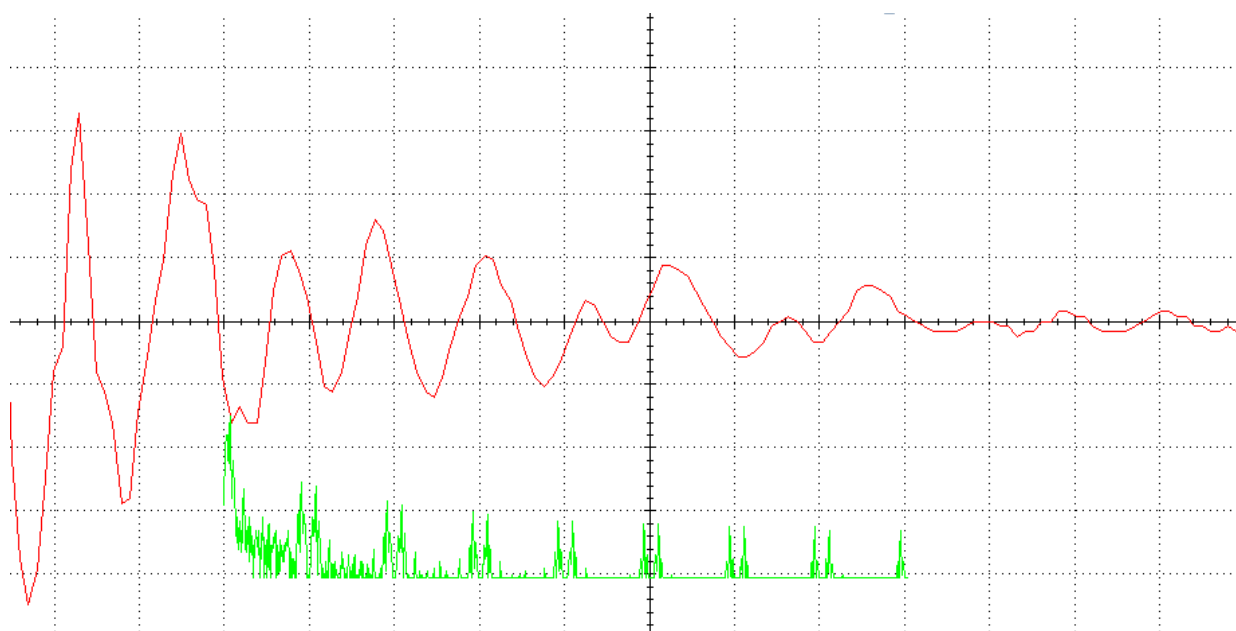


Рисунок 1. Затухающее колебание упругой волны прошедшей через бронеплитку и ее спектральный состав полученный БПФ.

Колебания возбуждаются полиметилметакрилате, текстолите, фанере, стекле, бытовой керамике (половая плитка), алюминии, чугуне (Рисунок 2) [1]. Особую актуальность диагностики сигнала представляет его спектральный состав, который получается с использованием быстрого преобразования Фурье [4]. Данный спектр повышает достоверность информации при исследовании затухания акустических колебаний возбуждённого других бронеплиток [1].

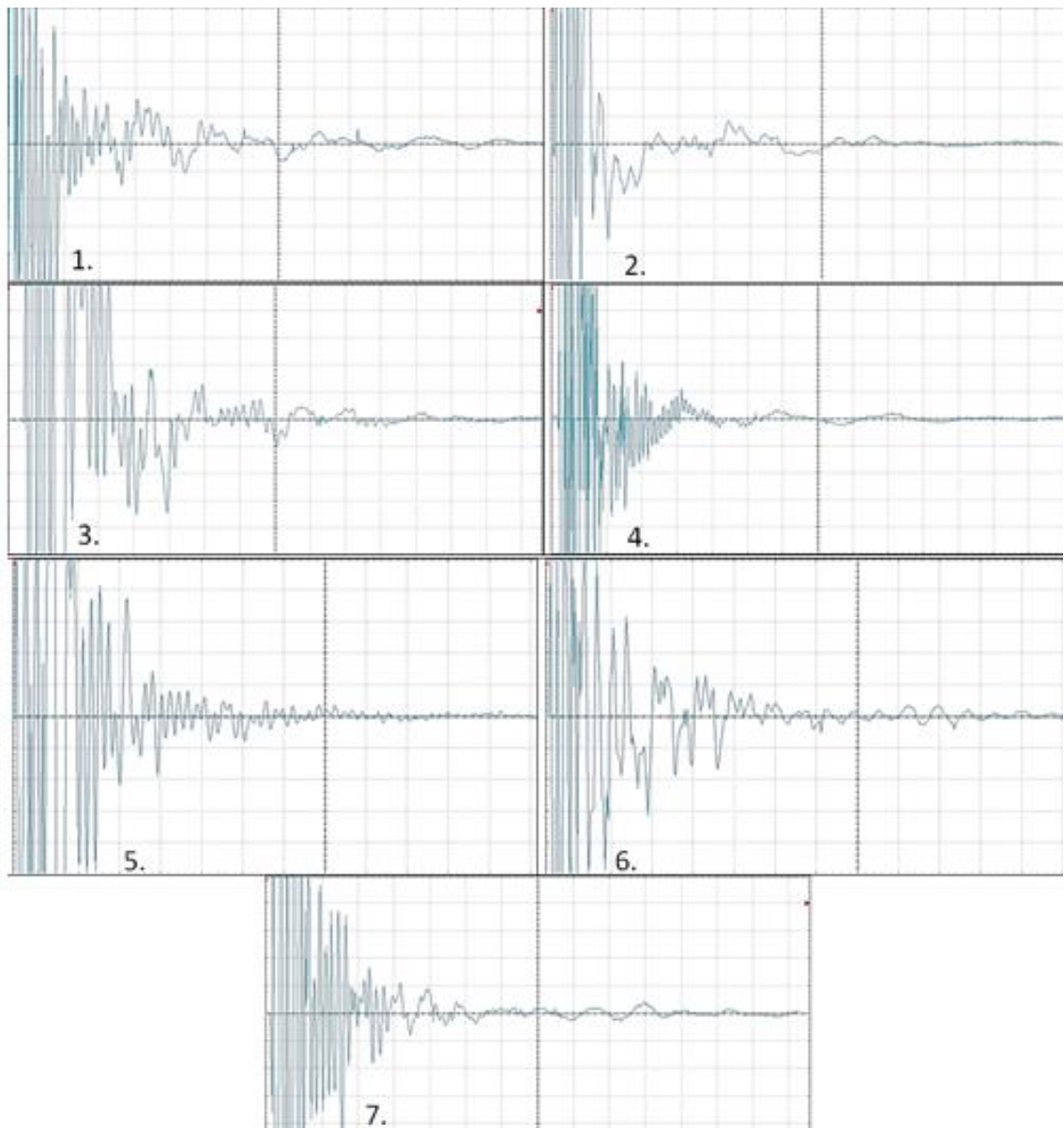


Рисунок 2. Картины затухания акустических колебаний в 1. Алюминий, 2. Фанера, 3. Чугун, 4. Бытовая плитка, 5. Стекло, 6. Полиметилметакрилат, 7. Текстолит.

Методом электронной спекл-интерферометрии исследовали свободные колебания этих бронеплиток в широком спектре частоты возбуждаемых в объекте. Регистрировались интегральная характеристика бронеплитки зависящей от свойств материала геометрии объекта. Пример Фурье образа виброколебаний зарегистрированных электронной спекл-интерферометрии внутри приведён на рисунке 3 [2].

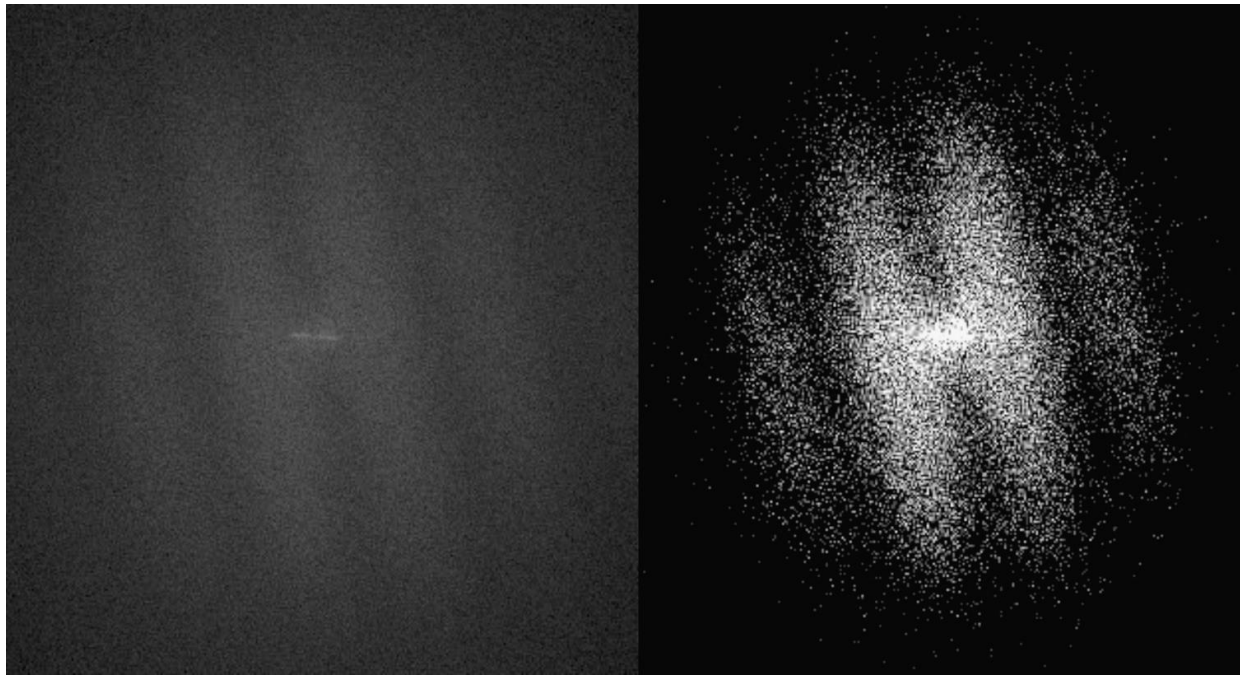


Рисунок 3. Пример Фурье образа виброколебаний зарегистрированных электронной спекл-интерферометрией.

Выводы. Приведенные исследование заложили основы теоретической и экспериментальной базы методов диагностики корундовой керамики. Широкомасштабное внедрение разработки методов практической диагностики бронеплиток требует дальнейших исследований, как в области теоретических основ, так и в области решения интегральных проблем связанных с экспериментом.

Литература

1. Борыняк Л.А., Мирсияпов М.Р. Разработка неразрушающего контроля корундовой керамики на основе эволюции затухания упругих волн // "Инновации и инвестиции". - 2018 .- №5
2. Борыняк Л.А., Мирсияпов М.Р., Петров Н.Ю. Развитие метода виброметрии для диагностики бронеплиток // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2018. № 1. С. 92-97.
3. Борыняк Л.А., Высококочувствительная голографическая интерферометрия при исследовании деформацией ответственных конструкций. Докторская диссертация и автореферат. Специальность 01.04.05. д.ф.-м.н. Новосибирск 1996.
4. Непочатов Ю.К. Технология получения корундовой бронекерамики, модифицированной сложными добавками. Известия Томского политехнического университета. 2015. Т326.№3. с.-40-47.
5. Непочатов Ю.К., Борыняк Л.А. Определение физических характеристик бронекерамики и их взаимосвязи с микроструктурой при возмущающих

взаимодействий ультразвуковых колебаний // 3 международная специализированная конференция и выставка КераСиб 2011 «Современные керамические материалы. Свойства. Технологии. Применение», Новосибирск, 14-16 сентября 2011.

6. Yan T., Jones B.E. Traceability of acoustic emission measurements using energy calibration methods // Meas. Sci. Technol.2000. N, 11. P. 9-19/