

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИН ВСПЕНЕННОГО АЛЮМИНИЯ МЕТОДОМ ЦИФРОВОЙ РАДИОГРАФИИ

*Харченко Виолина Борисовна, Батранин Андрей Викторович,
Дерусова Дарья Александровна*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск
E-mail: vbh1@tpu.ru, batranin@tpu.ru, red@tpu.ru*

DETERMINATION OF FOAMED ALUMINUM THICKNESSES BY DIGITAL RADIOGRAPHY METHOD

*Kharchenko Violina Borisovna, Batranin Andrey Viktorovich, Derusova Daria Alexandrovna
National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

Аннотация: данная статья посвящена исследованию возможности применения цифровой радиографии для измерения толщины и однородности вспененного алюминия. Предложен способ обработки радиографических изображений для получения информации о толщине и однородности вспененного алюминия. По результатам работы можно сделать вывод, что цифровая радиография позволяет оценить однородность внутренней структуры, наличие крупных пустот и перепадов толщины, а также измерить толщину в разных точках, т.е. предложенный метод применим для измерения толщины и оценки однородности вспененного алюминия.

Abstract: this paper is devoted to the study of the possibility of using digital radiography to measure the thickness and homogeneity of foamed aluminum. A method of processing radiographic images to obtain information on the thickness and homogeneity of foamed aluminum is proposed. According to the results of the work, it can be concluded that digital radiography can evaluate the homogeneity of the internal structure, the presence of large voids and thickness variations, as well as measure the thickness at different points, i.e. the proposed method is applicable to measure the thickness and evaluate the homogeneity of foamed aluminum.

Ключевые слова: вспененный алюминий; неразрушающий контроль; цифровая радиография; толщинометрия.

Keywords: aluminum foam; nondestructive testing; digital radiography; thickness gauging.

Вспененный алюминий находит все более широкое применение в различных отраслях, включая автомобилестроение, машиностроение, авиа- и космическую промышленность.

Вспененный алюминий – это алюминиевый сплав пористость в котором достигает 70%. Он получается путем введения газообразующих добавок или путем механического вспенивания расплавленного алюминия. В результате образуются микроскопические пузырьки, которые создают множество пустот внутри материала. Вспененный алюминий обладает рядом характерных свойств: легкостью, малой плотностью, тепло- и звукоизоляцией, высокой эффективностью поглощения энергии при ударной нагрузке, а также низким пределом прочности при сжатии и растяжении [1].

Вспененный алюминий продолжает находить новые области применения благодаря своим уникальным свойствам и возможностям (см. рисунок 1).

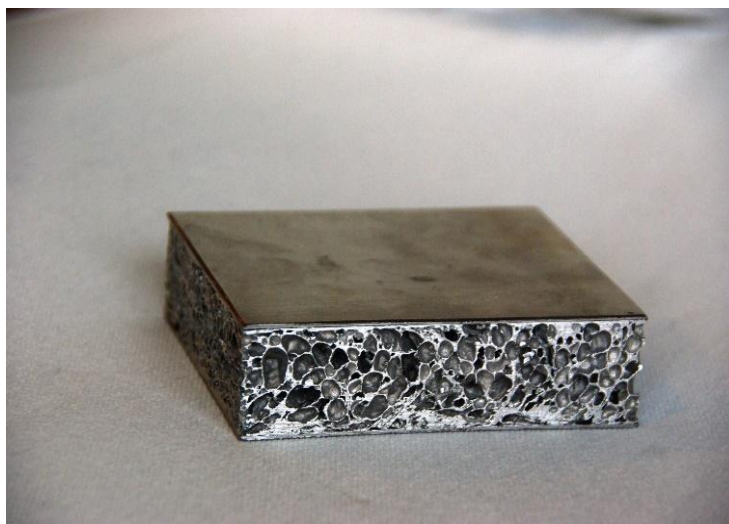


Рисунок 1 – Образец вспененного алюминия

Чтобы гарантировать высокое качество изделий из вспененного алюминия, необходимо измерять их толщину, поскольку равномерность толщины сказывается на прочности, весе, долговечности и эффективности этих изделий.

Одним из наиболее перспективных методов измерения толщины вспененного алюминия является цифровая радиография [2].

Целью данного исследования было продемонстрировать возможность использования цифровой радиографии для измерения толщины и однородности вспененного алюминия.

Цифровая радиография – это метод неразрушающего контроля, который используется для выявления дефектов, измерения толщины и оценивания качества металлических изделий и конструкций. Этот метод основан на использовании рентгеновского или гамма-излучения для получения изображений внутренней структуры объекта.

В отличие от традиционной радиографии, где используется пленка для получения изображения, цифровая радиография применяет различные детекторы, которые преобразуют рентгеновские лучи в электронные сигналы. Это позволяет получать цифровые изображения, которые можно отобразить на экране компьютера, обработать и сохранить в базе данных [3].

Процесс измерения толщины вспененного алюминия с применением цифровой радиографии включает несколько основных этапов:

1) подготовка образца – образец вспененного алюминия должен быть подготовлен и установлен в фиксированное положение для радиографического исследования;

2) настройка параметров съемки – устанавливаются параметры рентгеновского излучения, такие как напряжение и ток. Эти параметры должны быть оптимизированы для получения четкого изображения;

3) съемка – рентгеновское излучение проходит через образец, и детектор фиксирует рентгеновские лучи, которые проходят через материал;

4) калибровка – по тестовому образцу, выполненному из такого же материала, как и исследуемый, проводится калибровка, для точного перевода сигнала с детектора в значения толщины образца;

5) обработка изображений – полученное радиографическое изображение обрабатывается в специализированной программе [4,5].

Метод цифровой радиографии имеет несколько преимуществ: он не разрушает образец, обеспечивает наглядность, высокую контрастность изображения, а также быстроту обработки изображения.

Ограничения измерения толщины с помощью цифровой радиографии связаны с:

1) нелинейностью ослабления рентгеновского излучения;

2) ограничения по толщине объекта;

3) зависимость результата измерений от вариативности химического состава образца.

Для проведения экспериментальной части были выбраны 2 образца из вспененного алюминия толщиной до 20 мм.

Для калибровки системы цифровой радиографии был использован тестовый образец клиновидной формы с известной толщиной, выполненный из алюминия.

Для получения радиографических изображений использовался рентгеновский аппарат XWT 160-TC (производитель X-RAY WorX, Германия) и плоскопанельный рентгеновский детектор PaxScan-2520V.

Основные характеристики используемой аппаратуры приведены в таблице.

Таблица – Технические характеристики

Рентгеновский аппарат	
Анодное напряжение, кВ	20 - 255
Анодный ток, мкА	0.05 - 1.0
Фокусное пятно, мкм	0.9
Детектор - панель	
размер детектора, мкм	127
рабочая область детектора, мм	193x242
размер матрицы, пиксель	1900x1516

Радиография проводилась при ускоряющем напряжении – 100 кВ, размер пикселя составил – 5 мкм.

После получения изображений проводится их обработка для извлечения количественной информации о толщине программой, написанной авторами в MATLAB.

Перед проведением толщинометрии исследуемых образцов вспененного алюминия, по тестовому образцу была проведена калибровка, сигнал с детектора переведен в значения толщины образца. Результат калибровки клиновидного тестового образца представлен на рисунке 3.

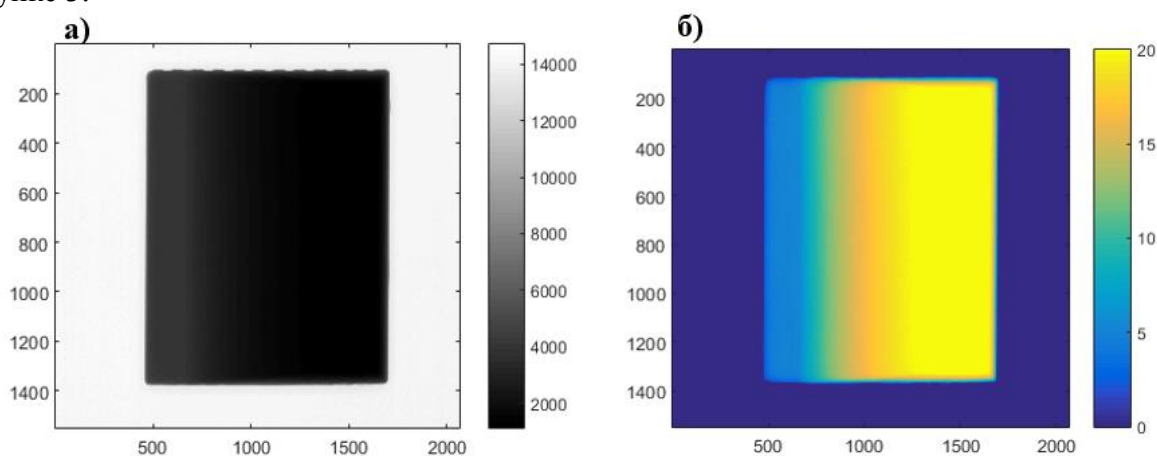


Рисунок 3 – Тестовый образец: а) исходное изображение, б) откалиброванное изображение

Получив калибровочные значения, мы можем исследовать интересующие нас образцы. В программу поочередно были загружены исследуемые образцы для измерения толщины. На рисунке 4 представлены 2 характерных образца вспененного алюминия с малой неоднородностью и с выраженной неоднородностью.

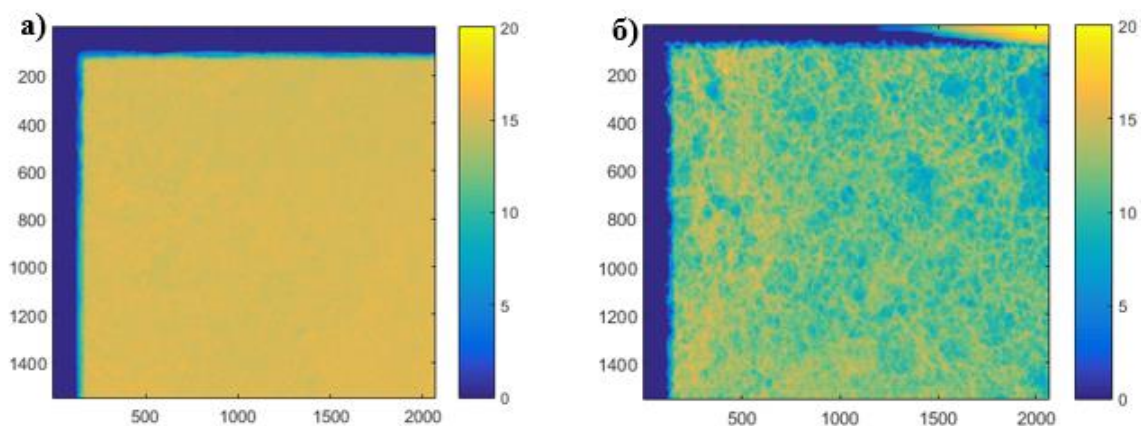


Рисунок 4 – Измерение толщины исследуемых образцов:

а) образец с малой неоднородностью, б) образец с выраженной неоднородностью

Диапазон толщин первого исследуемого образца от 14 мм до 16 мм, диапазон толщин второго от 4 мм до 16 мм.

На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что цифровая радиография позволяет оценить однородность внутренней структуры, наличие крупных пустот и перепадов толщины, а также измерить толщину в разных точках. Погрешность измерения толщины в данной работе не оценивалась. Источниками погрешности будут нелинейность ослабления излучения веществом, наличие вариации химического состава, полихроматичность излучения. Определение погрешности измерений данного метода планируется провести в ходе последующих исследований.

Работа выполнена в рамках гранта РФФ № 23-79-10107.

Список литературы

1. Калиниченко А.С. Способы получения вспененного алюминия, области его применения и ряд особенностей механической обработки / А.С. Калиниченко, В.А. Калиниченко // *Литье и металлургия*. – 2005. – № 2. Ч., 1. – С. 164–169.
2. Багаев К.А. Цифровая радиография, обзор технологий и зарубежных стандартов / К.А. Багаев // *Экспозиция Нефть Газ*. – 2012. – №7. – С. 11–13.
3. Каневский И.И. Неразрушающие методы контроля: учеб. Пособие / И.И. Каневский, Е.Н. Сальникова. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 243 с.
4. Артемьев Б.В. Разработка радиационного метода и создание аппаратуры толщинометрии изделий с динамически меняющейся геометрией и переменным химическим составом: дис. доктора технических наук / Артемьев Борис Викторович: НИИ Интроскопии МНПО «Спектр». – Москва, 2003. – 182 с.
5. Артемьев Б.В. Рентгеновская толщинометрия металлов / Б.В. Артемьев. – М.: Машиностроение-1, 2002. – 104 с.