

2. Ю.А. Глазков. К вопросу оценки смачивающей способности жидкостей для капиллярной дефектоскопии. – Дефектоскопия, 1990, №11, с. 57 – 63.

3. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8т./ Под общ. ред. В.В. Клюева. – 2е изд., перераб. и испр. Т.4: В 3кн. Кн. 3: М.В. Филинов Капиллярный контроль. – М.: Машиностроение, 2006. – 736 с.: ил.

## **РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА ТОЛЩИНОМЕТРИИ КАРБИДОКРЕМНИЕВОГО ПОКРЫТИЯ**

*Мирасова Т.А.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Капранов Б.И., д. т. н., профессор  
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Одной из задач конструирования бортовой электронной аппаратуры является обеспечение эффективного охлаждения транзисторов и микросхем. Метод решения этой задачи состоит в установке нагреваемых элементов на радиатор через электроизоляционную теплопроводящую пасту. Качество такого контактного слоя определяется двумя характеристиками: отсутствие пасты и толщина контактного слоя. В первом случае теплоотвод вообще отсутствует, что приводит к перегреву охлаждаемых элементов. Во втором случае, при увеличении толщины контактного слоя, ухудшается теплоотдача, что приводит к сокращению срока эксплуатации аппаратуры.

В связи с вышеизложенным, возникает необходимость контроля качества теплопроводящего контактного слоя.

Материал контактного слоя - паста кремнийорганическая теплопроводная 131 - 179.

Применяется для отвода тепла от греющих элементов в электронике, радиотехнике и приборостроении. Интервал рабочих температур от минус 60 °С до плюс 180 °С. Коэффициент теплопроводности не менее 1,8 Вт/м·град. Нетоксична, взрывобезопасна[1].

Значительно повышает теплопередачу. Не является диэлектриком, поэтому при необходимости электрического изолирования компонента от радиатора необходимо устанавливать слюдяную прокладку.

Пасты 131-179 представляет собой высоковязкую непрозрачную массу серого цвета [2].

Для проведения эксперимента был изготовлен образец с пластиной толщиной 2 мм в качестве основания и устанавливаемым на нее через теплопроводящую пасту пластину из алюминия толщиной 2 мм с разной толщиной слоя проводящей пасты. Толщина слоя пасты определяется толщиной фольги (рисунок 1).

Измерения проводились с помощью ультразвукового дефектоскопа УСД - 60 с отдельно - совмещенным преобразователем П112 - 5,0 - 12/2 - Б - 028 на 5 МГц (преобразователь из комплекта толщиномера УТ - 93П). Зондирующий импульс содержит три периода колебаний с частотой 5 МГц и в двух положениях преобразователя:

- над местом, где отсутствует паста - «пусто»;
- над местом со слоем пасты - «паста».

Акустический контакт осуществлялся через масло.

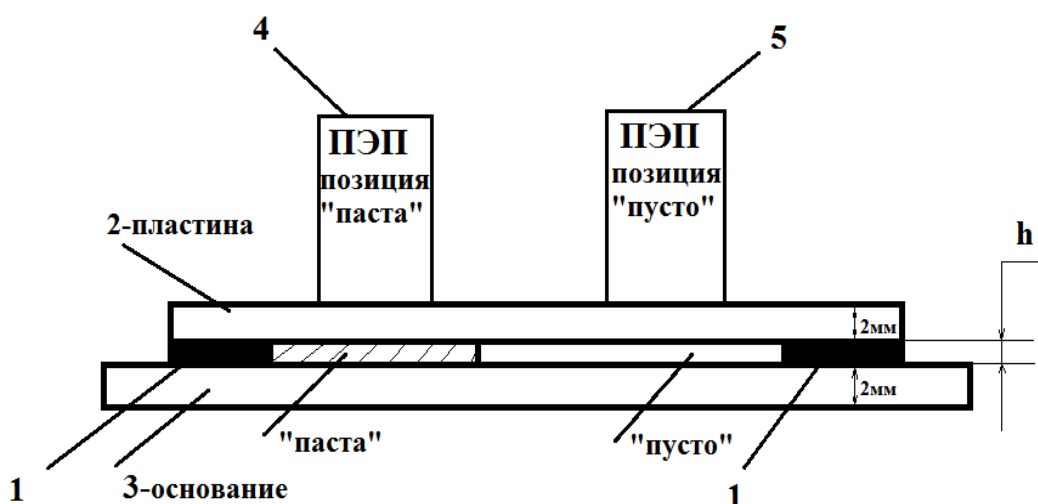


Рис. 1. Конструкция образца, где  $h$  – фольга  $Al$  толщиной: 100 мкм, 200 мкм, 300 мкм и 500 мкм.

На рисунках полученных данных (показаний дефектоскопа) шкала времени проградуирована шкалой в миллиметрах. Поэтому все значения  $T_{рев}$  (период реверберации),  $t_{имп}$  (время импульса),  $t_{рев}$  (время реверберации) представленные в таблицах, измерены в миллиметрах.

Сняли показания сигнала, полученного с экрана дефектоскопа и вычислили  $T_{рев}$  (период реверберации) для мест «паста» и «пусто». Для более точного анализа было проведено по 10 измерений для каждого места. В таблице 2 представлены результаты измерений, также  $\Sigma$  (сумма всех значений) и вычислены  $n_{ср.зн.}$  (средние значения).

Из результатов в таблицах 1 и 2 можно сделать вывод, что одним из признаков появления пустоты между верхним и нижним слоями, является уменьшение периода реверберации  $T_{рев}$  практически на 50%.

Таблица 1 -Закономерность периода реверберации  $T_{рев}$

$h$ , мкм	100	200	300	500
$n_{ср.зн.} T_{рев}$ «паста», мм	1,98	1,84	1,92	2,10
$n_{ср.зн.} T_{рев}$ «пусто», мм	3,90	3,80	3,94	4,02

Таблица 2 - Полученные данные при анализе сигнала

№	100 мкм		200 мкм		300 мкм		500 мкм	
	$T_{рев}$ «паста» », мм	$T_{рев}$ «пусто» », мм	$T_{рев}$ «паста» », мм	$T_{рев}$ «пусто», мм	$T_{рев}$ «паста» », мм	$T_{рев}$ «пусто» », мм	$T_{рев}$ «паста» », мм	$T_{рев}$ «пусто» », мм
1	4	2	4	2	4	1,8	4	2
2	4	2	3,8	2	4	2	4	2
3	4	1,8	3,6	2	3,8	1,8	4	2
4	4	2	3,8	1,8	4	2	4	2
5	4	2	3,8	1,8	3,8	2	4	2
6	4	2	3,6	1,6	4	1,8	4,2	3
7	4	2	3,6	1,4	3,8	1,8	4	2
8	4	2	3,8	1,8	4	2	4	2
9	3	2	4	2	4	2	4	2
10	4	2	4	2	4	2	4	2
$\Sigma$	39,00	19,80	38,00	18,40	39,40	19,20	40,20	21,00
$n_{ср.зн.}$	3,90	1,98	3,80	1,84	3,94	1,92	4,02	2,10

Закономерность периода реверберации  $T_{рев}$  аналогична поведению  $t_{имп}$  времени импульса, и может быть использована для обнаружения пустот между слоями алюминия.

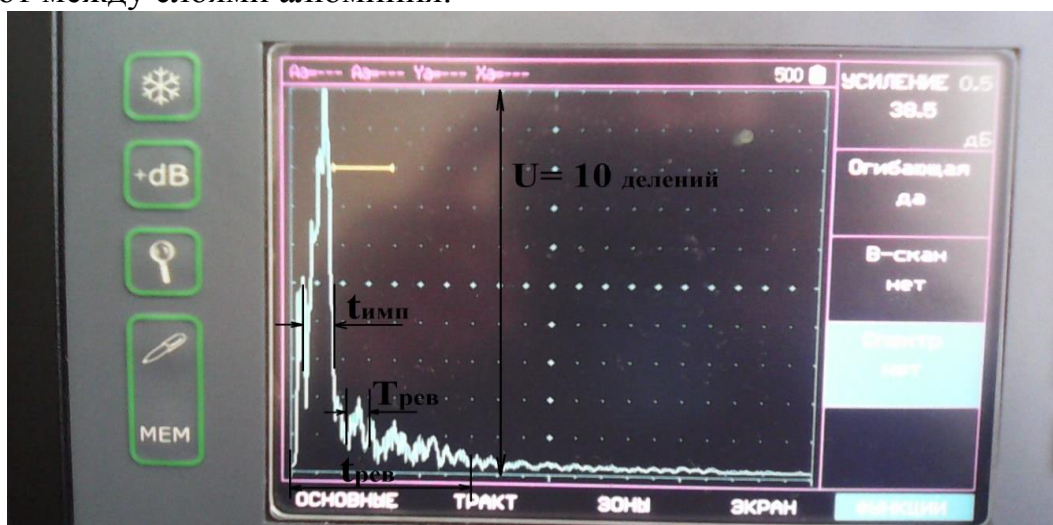


Рис. 2. Показания дефектоскопа: сигнал на месте «пусто» при толщине 100 мкм



Рис. 3. Показания дефектоскопа: сигнал на месте «паста» с толщиной слоя 100 мкм

На рисунках 2 и 3 можно наблюдать примеры показаний дефектоскопа с толщиной контактного слоя 100 мкм.

Дополнительно в работе проанализированы частотные спектры реверберационных колебаний в положениях «паста» и «пусто». Их анализ не позволяет обнаружить явных признаков изменения спектра в зоне непрочлея.

Экспериментальные исследования реверберационного метода с целью его использования для обнаружения пустот в слое теплопроводящей пасты позволяют сделать вывод о возможности его использования для этих целей. Признаками появления пустоты являются:

- 1.увеличение амплитуды первого реверберационного импульса ( $U$ ) не менее, чем на 29,60%;
- 2.уменьшение длительности первого реверберационного импульса ( $t_{имп}$ ) приблизительно в 2 раза;
- 3.уменьшение периода реверберации ( $T_{рев}$ ) практически на 50%;
- 4.увеличение длительности реверберационного процесса ( $t_{рев}$ ) не менее, чем на 50%.

### Список информационных источников

1.Первый машиностроительный портал: информационно – поисковая система / ТУ 6-02-1-342-86 .- Режим доступа: <http://www.1bm.ru/techdocs/kgs/tu/542/info/117140/>

2. Сайт компании Лакрос.рф – Режим доступа:  
<http://лакрос.рф/prochee/product/view/13/781>

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ АНАЛИЗА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ**

*Моисеенко Е.А.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Капранов Б.И., д.т.н., профессор кафедры  
физических методов и приборов контроля качества*

В настоящее время в медицинских и научных исследованиях широко используются компьютерные томографы. С их помощью можно получить поперечное компьютерно-томографическое изображение. Это изображение имеет целый ряд преимуществ, включая возможность его реконструкции в нужной проекции, а также высокую способность к передаче низкоконтрастных объектов, которая у компьютерных томографов значительно выше, чем у других методов построения рентгеновского изображения. Недостатком компьютерных томографов является их дороговизна. Однако, существует возможность получения реконструируемого изображения аналогичного компьютерно-томографическому с помощью программного обеспечения СТ- Analiser.

Программа СТ - Analiser может широко применяться как в медицинских, так и научных целях для исследования различных объектов контроля. Для использования этой программы необходимо при вращении излучателя и приемника (находящихся на противоположных сторонах гантри) вокруг объекта, непрерывно записывать получаемое изображение на память ЭВМ. Далее с ее помощью, путем применения специальных алгоритмов можно получить изображение аналогичное тому, которое получают с помощью компьютерных томографов. Здесь встает задача запуска и остановки программного обеспечения, захватывающего видеопоследовательность при достижении гантри симулятора определенных углов поворота. Решение этой задачи и является целью данной работы.

Разнообразные области применения компьютерной томографии определили значительное число вариантов построения ее алгоритмического обеспечения. Поэтому разработка методики, которая способна исследовать объекты с размерами, превышающими угол проникающего излучения томографа, является актуальной.

СТ- Analiser - программа для отображения, анализа и 3D моделирования данных рентгеновской сорбции в материале образца.