

УДК 661.666.22

Калякина Г.Е., Ветрова М.А., Моисеева Н.А.

ОПТИКО-АКУСТИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПИРОГРАФИТА

Калякина Галина Евгеньевна – магистр 1 курса кафедры ИМиЗК;**Ветрова Маргарита Александровна** – магистр 1 курса кафедры ИМиЗК;**Моисеева Надежда Анатольевна** – магистр 1 курса кафедры ИМиЗК.Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
125190, Москва, Миусская пл., 9

Статья посвящена исследованию лазерно-ультразвукового метода. Описан режим работы широкополосного оптико-акустического преобразователя предназначенного для контроля изделий из пирогرافита. Представлены данные сопоставительного анализа заготовок из пирогرافита на основе бездефектного образца.

Ключевые слова: эхо-метод, пирографит, лазерный импульс, дефект, контроль качества.

OPTICAL-ACOUSTIC CONVERTER FOR CONTROL OF PIROGRAPHITE PRODUCTS

Kalyakina G.E., Vetrova M.A., Moiseeva N.A.

Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

The article is devoted to the study of the laser-ultrasonic method. The mode of operation of a broadband opto-acoustic transducer designed to control products from pyrographite is described. The data of comparative analysis of pyrographite blanks based on a defect-free sample are presented.

Keywords: echo method, pyrographite, laser pulse, defect, quality control.

Пирографит является высокотемпературным конструкционным материалом. Его отличие от искусственных графитов заключается в высоких физико-механических свойствах, которые обеспечиваются своеобразной структурой материала. Методом газофазного осаждения из него получают кольцевые заготовки, которые нашли свое применение в авиастроении (высокоскоростные технические узлы), а также как высокотемпературные уплотнительные материалы, способные работать в агрессивных средах и в вакууме.

Контроль технологических параметров процесса химического газофазного осаждения имеет ключевое значение для качества готовых изделий. Для этого применяют металлографический метод и ультразвуковой, которые имеют ряд недостатков, что отрицательно сказывается на качестве заготовок [1]. Поэтому поиск методов контроля качества образцов из пирогرافита не теряют своей актуальности.

Для выявления дефектов и измерения физико-механических свойств конденсированных сред возможно применение лазерного ультразвукового метода. Лазерно-ультразвуковой дефектоскоп УДЛ-2М состоит из оптоэлектронного блока, широкополосного оптико-акустического преобразователя (ОАП) и оптоволоконного кабеля. Используемый для контроля изделий из пирогرافита широкополосный оптико-акустический преобразователь ПЛУ-6П-01, предназначен для ввода ультразвуковых волн в контролируемый образец и регистрации отраженных акустических

сигналов в широкой полосе частот (от 0,1 до 15 МГц).

Проведение контроля исследуемых образцов пирогرافита осуществляется эхо-методом согласно схеме, изображенной на рисунке 1.

В широкополосном оптико-акустическом преобразователе лазерный импульс падает через прозрачную призму под углом на лицевую поверхность специального оптико-акустического преобразователя, представляющего собой плоскопараллельную пластину из поглощающего свет пластика. Прозрачная призма находится в акустическом контакте с ОАП и является одновременно звукопроводом широкополосного пьезоэлектрического приемника [2].

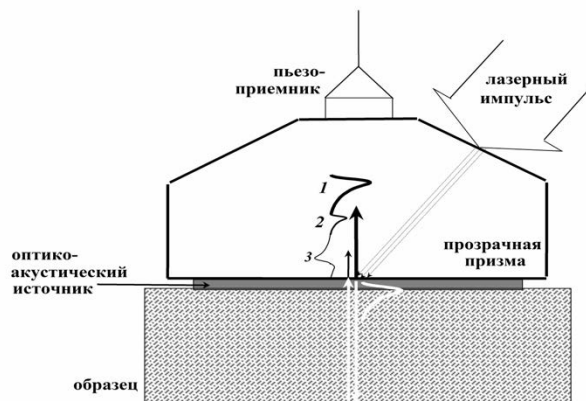


Рисунок 1 – Схема прозвучивания образцов пирогرافита оптико-акустическим преобразователем ПЛУ-6П-01.

Односторонний доступ к объекту контроля обеспечивается при прижиге преобразователя к лицевой поверхности образца через тонкий слой контактной жидкости. При поглощении лазерного импульса в приповерхностном слое ОАИ происходит термооптическое возбуждение ультразвукового импульса продольных акустических волн известной временной формы, определяемой коэффициентом поглощения света в ОАИ и граничными условиями возбуждения. Этот ультразвуковой импульс распространяется как в ОАИ (а затем в образец), так и в прозрачную призму-звукопровод.

Внешний вид широкополосного оптико-акустического преобразователя ПЛУ-6П-01 представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 - Внешний вид широкополосного оптико-акустического преобразователя ПЛУ-6П-01

Контрольные образцы изделий

Контрольные образцы изделий из пирогرافита предназначены для настройки и проверки параметров лазерно-ультразвукового дефектоскопа при подготовке и проведении контроля изделий. К контрольным образцам (КО) предъявляются следующие требования:

- КО должны изготавливаться из того же материала (пирогرافита изотропного), иметь ту

же шероховатость поверхности, что и контролируемые изделия (желательно не хуже R_z20) и совпадать с ними по акустическим характеристикам;

- КО должны иметь маркировку, содержащую номер КО, и толщину изделия, для контроля которого он предназначен. Маркировка наносится на нерабочие поверхности образца способом гравирования.
- КО по обозначению подразделяются на типы:
- КО-БД - контрольный образец бездефектный;
- КО-1 - контрольный образец с дефектом "Граница слоев осаждения";
- КО-2 - контрольный образец с дефектом "Поры".

Вспомогательные устройства, приспособления и расходные материалы.

При контроле заготовок и колец из пирогرافита используется оснастка для крепления оптико-акустического преобразователя. Оснастка позволяет осуществлять постоянный прижим преобразователя к контролируемой заготовке или кольцу и его перемещение вдоль оси кольца на заданную величину, отмеряемую по нониусу. Также оснастка позволяет производить поворот контролируемого кольца (заготовки) на заданный угол, отмеряемый по лимбу. Создаваемые перемещения кольца и преобразователя позволяют производить сканирование по всей внешней поверхности контролируемой детали[3].

При сканировании оптико-акустическим преобразователем изделий из пирогرافита в качестве контактной жидкости должна использоваться дистиллированная вода.

Для очистки изделий из пирогرافита до и после контроля используют этиловый спирт, а в качестве протирочной ткани рекомендуется бязь.

На рисунке 3 представлен В-скан бездефектного образца ПГИ, зондирующий и донный импульсы при контроле КО-БД

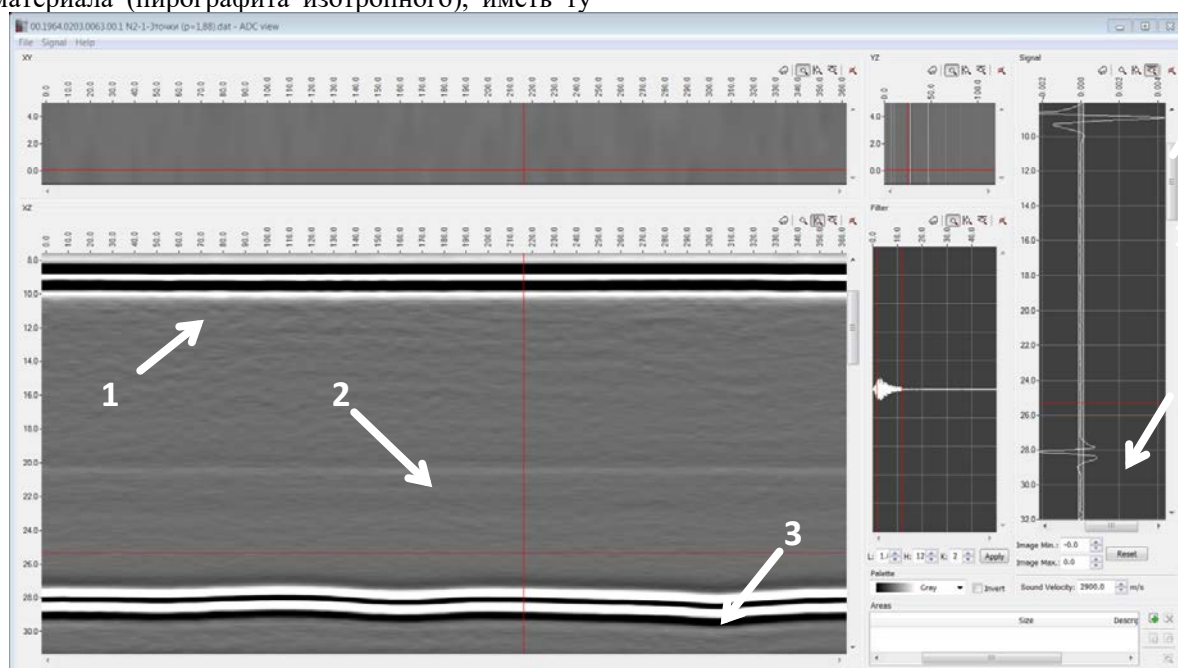


Рисунок 3 - В-скан бездефектного кольца ПГИ, зондирующий и донный импульсы при контроле КО-БД, отображённые на экране монитора (1 – зондирующий импульс, 2 – паразитный сигнал преобразователя, 3 – донный сигнал)

Оценка результатов контроля

Результаты контроля изделий из пирографита лазерно-ультразвуковым методом могут быть оценены при сравнительном анализе В-сканов полученных от КО-БД, КО-1, КО-2 с В-сканами, полученными в процессе контроля.

Так В-скан кольца из пирографита (см. рисунок 3) схожий с В-сканом, полученным от КО-БД может расцениваться как бездефектный.

В-скан кольца из пирографита (см. рисунок 5) схожий с В-сканом, полученным от КО-1 может указывать на наличие границ слоев осаждения (границ разной плотности) в контролируемом образце.

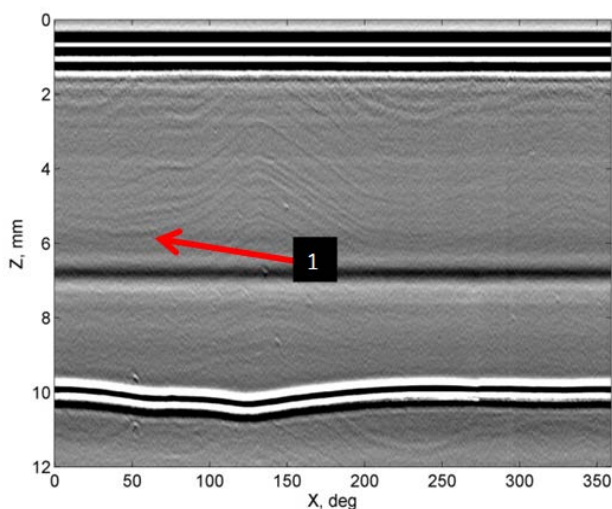


Рисунок 5 - В-скан кольца из ПГИ с дефектом "Граница слоёв осаждения" (1)

Своеобразная структура и физико-механические свойства пирографита, толкают исследователей на поиск метода контроля качества

заготовок из него, который был бы наиболее чувствительным и достоверным. Лазерно-ультразвуковой метод В-сканов при сопоставительном анализе на основе бездефектного образца прост в исполнении и может указывать на наличие границ слоев осаждения, пустот или пор в образце[4].

Работа выполнена при финансовой поддержке РХТУ им. Д.И. Менделеева. Номер проекта Х032-2018.

Список литературы

1. Аверина Ю.М., Калякина Г.Е., Наумкина В.А., Сафарова И.С. Способ контроля качества металлических сплавов определением их химического состава // Химическая промышленность сегодня. 2018. № 4. С. 47-55.
2. В. М. Батенин, В. Ю. Глина, И. И. Климовский, Л. А. Селезнева, "Применение оптических систем с усилителями яркости для исследования поверхностей электродов из графита и пирографита во время горения дуги", ТВТ, 29:6 (1991), 1204–1210; High Temperature, 29:6 (1991), 983–988
3. А. Ю. Башарин, А. В. Кириллин, М. А. Шейндлин, Л. М. Хейфец, "Исследование оптических характеристик углеграфитовых материалов при лазерном нагреве", ТВТ, 24:1 (1986), 76–81; High Temperature, 24:1 (1986), 69–74
4. Костиков В.И., Варенков А.И. Сверхвысокотемпературные композиционные материалы. – М.: Интермет. Инжиниринг, 2003. - 574с.