

**Дослідження впливу іонів літію на електричні характеристики оксидно-нікелевого електроду лужного акумулятора / О.І. ПИЛИПЕНКО, Б.І. БАЙРАЧНИЙ, І.В. ЛАГДАН // Вісник НТУ «ХП». – 2013. – № 64 (1037). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 106 – 113. – Бібліогр.: 4 назв.**

В статье описаны результаты исследования по определению влияния добавки гидроксида лития на удельную ёмкость, отдачу по ёмкости и характерные особенности зарядно-разрядных кривых оксидно-никелевой активной массы. Показано, что введение ионов  $\text{Li}^+$  в состав электролита не вызывает изменения особенностей процессов заряда и разряда электрода, одновременно обуславливая повышение значений его электрических параметров. На основании полученных экспериментальных данных установлена взаимосвязь между концентрацией добавки в растворе и ее влиянием на исследованные эксплуатационные показатели системы.

**Ключевые слова:** аккумулятор, оксидно-никелевый электрод, ёмкость, зарядно-разрядные характеристики, активная масса.

This article describes the results of a study to determine the effect of lithium hydroxide additives on the specific capacity, impact on the capacity and features of charge-discharge curves of the nickel oxide active material. Shown that the introduction of  $\text{Li}^+$ -ions in the electrolyte does not change the features of the process of charging and discharging of the electrode at the same time causing increasing the value of its electrical characteristics. On the basis of the experimental data revealed a relationship between the concentration of additives in the solution and its impact on the operational performance of the system studied.

**Key words:** battery, nickel oxide electrode, capacity, charge-discharge characteristics, active mass.

**В.В. СЕБКО**, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»,  
**В.Н. БАБЕНКО**, асс., НТУ «ХПИ»,  
**В.А. ЛЕВЕНЕЦ**, магистр, НТУ «ХПИ»,  
**Л.С. ИВАНОВ**, канд. техн. наук, доц., ХТЕИ, Харьков

## **ВАРИАНТ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ АКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА**

Исследован вариант автоматизации метода акустического контроля предела прочности  $\sigma_B$  цилиндрического изделия. Предложена структурная схема автоматизированной установки для измерительного акустического контроля параметра  $\sigma_B$ .

© В.В. Себко, В.Н. Бабенко, В.А. Левенец, Л.С. Иванов, 2013

**Ключевые слова:** неразрушающий контроль, акустический метод, измерительный контроль, устройство создания зондирующих импульсов, пьезокерамический преобразователь, излучающий пьезопреобразователь, аналогово-цифровые преобразователи (АЦП), цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), дифференциальное устройство.

Неразрушающий контроль (НК) механических параметров является основой для проверки конструкционной надежности при изготовлении и эксплуатации промышленных изделий машиностроения. Реализация методов НК приобретает также особое значение при оценке надежности объектов, являющихся составными частями конструкций машин и аппаратов пищевой и химической промышленности [1 – 3]. При этом на различных участках изделий и конструкций основные механические параметры – твердость  $HВ$ , предел текучести  $\sigma_T$ , предельные напряжения на растяжение и сжатие  $\delta$ , предел прочности  $\sigma_B$ , могут отличаться [1 – 4].

При исследованиях необходимо учитывать связь между температурными и механическими параметрами, как, например: неравномерность распределения температуры по длине образца (в результате нагрева), что, в свою очередь, приводит к неоднородности распределения температурной деформации, с локализацией ее пластической составляющей в средней наиболее нагретой части образца.

Наиболее перспективными методами для контроля механических параметров конструкционных материалов являются акустические методы (НК) [1 – 4].

Как известно, акустические методы основаны на регистрации характеристик упругой волны (пакетов упругих волн) с объектом контроля [1 – 3]. При этом упругую волну возбуждают или она возникает при деформации изделий, и после взаимодействия с изделием ее регистрируют, например, с помощью устройств на базе пьезокерамических преобразователей [4 – 8].

Как известно, чугуны широко используются в машиностроении при изготовлении подшипников, плит, насосов, корпусов редукторов, станин, зубчатых колес. Особый интерес представляют ковкие чугуны КЧ45-7, КЧ50-5, КЧ60-3 и др., в структуре которых графит находится в форме хлопьев, что приводит высоким прочностным и пластическим характеристикам изделий и конструкций машиностроения после проведения термической обработки отливок.

Следует отметить, что на акустические свойства чугуна влияет не только легирование, модифицирование и термообработка, но и форма графитовых

включений. При этом изменяются информативные параметры пьезопреобразователей: скорость звуковой продольной волны (может изменяться в несколько раз), а также относительное изменение коэффициента затухания  $\Delta K/K$  (в зависимости от частоты) [3 – 4]. Возможности акустического контроля механических параметров отливок, изделий и конструкций, выполненных из чугуна, на сегодняшний день до конца не изучены.

Целью работы является исследование варианта автоматизации метода акустического контроля предела прочности  $\sigma_B$  цилиндрического изделия, выполненного из чугуна.

При создании современных систем измерительного контроля необходимо ориентироваться на использование специализированных приборов, что, в свою очередь, вносит определенные дополнительные трудности при проектировании устройств контроля прочностных характеристик изделий.

Таким образом, разработка новых информационных технологий, применяемых при акустическом автоматизированном контроле прочностных свойств изделий и конструкций машиностроения, является важной научно-практической проблемой.

При этом, автоматизация процесса измерений позволяет производить измерительный контроль прочностных характеристик за относительно короткий промежуток времени и благодаря усреднению уменьшать случайные погрешности измерений и тем самым повысить точность измерения прочностных характеристик изделий и общую достоверность контроля.

На рисунке представлена

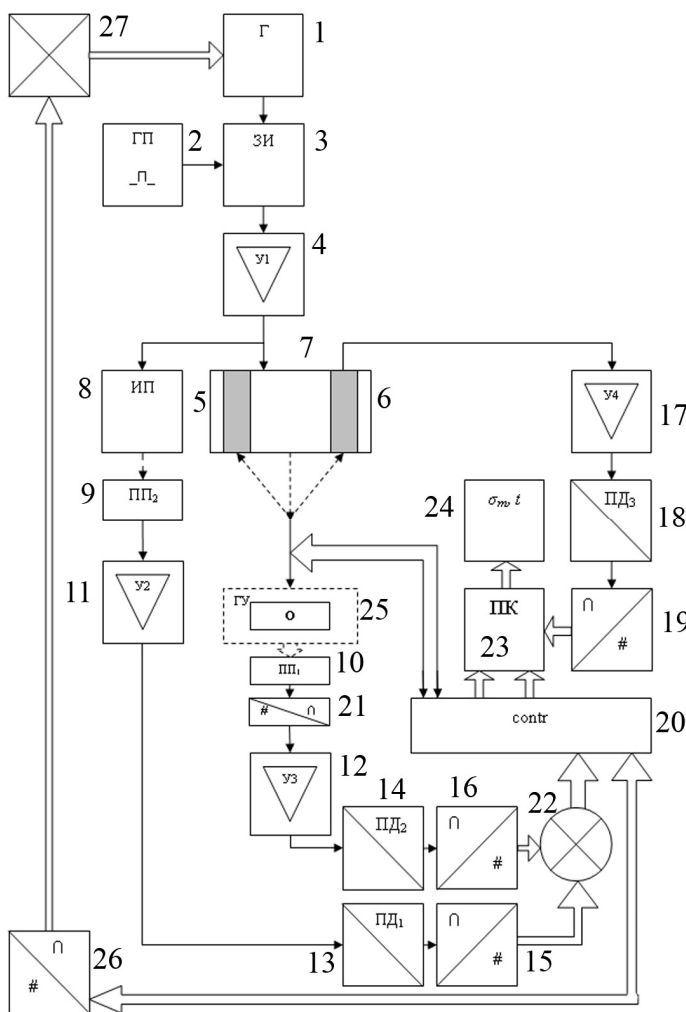


Рисунок – Вариант автоматизации акустического контроля параметра  $\sigma_B$  цилиндрического изделия

схема варианта автоматизации процесса контроля параметра  $\sigma_B$ .

Структурная схема устройства контроля включает в себя генератор электрических колебаний ( $\Gamma$ ) – 1, генератор прямоугольных импульсов ( $\Gamma\Pi$ ) – 2, устройство создания зондирующих импульсов ( $\text{ЗИ}$ ) – 3, усилители ( $У1 - У4$ ) – 4, 11, 12, 17, пьезокерамический преобразователь – 7 с излучателем – 5 и приемником – 6, излучающий пьезопреобразователь ( $\text{ИП}$ ) – 8, принимающие пьезопреобразователи ( $\text{ПП}_1, \text{ПП}_2$ ) – 9, 10, пиковые детекторы ( $\text{ПД1} - \text{ПД3}$ ) – 13, 14, 18, аналогово-цифровые преобразователи ( $\text{АЦП}$ ) – 15, 16, 19, контролер – 20, цифро-аналоговый преобразователь ( $\text{ЦАП}$ ) – 21, дифференциальное устройство ( $\text{ДУ}$ ) – 22, персональный компьютер ( $\text{ПК}$ ) – 23, дисплей – 24, контролируемый образец  $O$  с греющим устройством ( $\text{ГУ}$ ) – 25,  $\text{ЦАП}$  – 26, управляющий блок (драйвер) – 27.

Схема работает следующим образом. Электрические колебания с выхода генератора 1 могут быть описаны выражением

$$U_o = U_a \cdot \cos(\omega_0 \cdot \theta + \varphi_0) \quad (1)$$

где  $\theta$  – это время,  $U_a$  – амплитудное значение электрических колебаний,  $\omega_0$  – циклическая частота электрических колебаний  $\Gamma_1$ ,  $\varphi_0$  – начальная фаза возбуждающих колебаний.

Далее после преобразования с помощью генератора  $\Gamma_2$  прямоугольных импульсов и устройства 3, в зондирующие импульсы, которые поступают на  $У1$ , можно записать:

$$K_1(\theta) = \eta_1 \cdot S_1 \cdot U_a \cdot \cos(\omega_0 \cdot \theta + \varphi_0) \quad (2)$$

где  $K_1(\theta)$  – амплитуда акустических колебаний,  $\eta_1$  – коэффициент усиления  $У1$ ,  $S_1$  – крутизна преобразования электрических колебаний в зондирующие акустические колебания.

Затем (2) поступают на преобразователь 7. Акустические колебания, которые излучаются 7, попадают на  $\text{ПП}_1$  (пьезопреобразователь 10) после прохождения ими контролируемого образца 25. Амплитуда электрических колебаний, которые возникают после прохождения акустического сигнала через контролируемый образец 25, пропорциональна амплитуде

$$K_2(\theta) = \eta_1 \cdot S_1 \cdot U_a \cdot K_{22} \cdot \cos(\omega_0 \cdot \theta + \varphi_0) \quad (3)$$

где:  $K_{22}$  – коэффициент затухания образца при уровне зондирующих колебаний (2).

Далее после усиления устройством У3 напряжения электрических колебаний (2), которая проходит через детектор 14, поступает на АЦП 16, с помощью которого преобразуется в цифровой код  $A_1$ .

Зондирующие импульсы, после усиления их У1, подаются на пьезопреобразователь 8, с помощью которого преобразуются в акустические колебания, которые попадают на ПП<sub>2</sub> – 9.

Электрические колебания, которые возникают в результате преобразования устройством 9, после усиления их У2, попадают сначала на устройство ПД<sub>1</sub>, после чего полученное напряжение  $U_1$  поступает на АЦП 15 и преобразуется в цифровой код  $A_2$

$$A_2 = \frac{U_1}{\delta_2} = \frac{U_a \cdot G_{1-8}}{\delta_2} \quad (4)$$

где:  $G_{1-8}$  – коэффициент передачи устройств 1 – 8,  $\delta_2$  – единица младшего разряда АЦП 15.

Акустические колебания, которые отражаются от образца 25, попадают на приемник б пьезопреобразователя 5, где преобразуются в электрические колебания, затем, после их усиления устройством У4, попадают на детектор ПД<sub>3</sub>, где создается напряжение  $U_1^I$ , которое поступает на АЦП 19, затем напряжение  $U_1^I$  преобразуется в код А3.

Все цифровые коды записываются в память ПК 23, при этом значение кода эталонного образца А4 записывается в память ПК один раз.

Определить изменение отношения  $\Delta K_{t22}/K_{22}$  можно с помощью дифференциального устройства 22, по изменению цифрового кода А3 или цифрового кода А4, при контроле эталонного образца, выполненного из того же материала.

Регулирование частоты генератора Г осуществляется с помощью контролера 20 через ЦАП 26 при использовании драйвера 27. Функцией преобразования исследуемого автоматизированного устройства НК является

$$\frac{\Delta K_{t22}}{K_{t22}} = f(\sigma_B, t) \quad (5)$$

где:  $t$  свидетельствует о том, что коэффициент затухания зависит от температуры.

Процесс нагрева контролируемого изделия для получения информации о температуре  $t$  осуществляется с помощью цифро-аналогового преобразователя ЦАП 21, на который поступают цифровые коды с микропроцессорного контролера 20, а закон регулирования температуры  $t$  определяется программой, которая вводится в ПК.

Результаты измерительного контроля параметров  $\sigma_B$  и  $t$  исследуемого образца выводятся на дисплей 24.

В таблице приведены результаты измерительного контроля параметров  $\sigma_B$  и  $\frac{\Delta K_{t22}}{K_{t22}}$  в диапазоне температур (10 – 80 °С) контролируемого изделия при частоте  $f = 120$ кГц.

Таблица – Значение параметров  $\sigma_B$  и  $\frac{\Delta K_{t22}}{K_{t22}}$

№	$\sigma_B$	$\frac{\Delta K_{t22}}{K_{t22}}$
1	290	0,03
2	325	0,07
3	337	0,11
4	364	0,17
5	445	0,21
6	460	0,24
7	482	0,27
8	505	0,29

## Выводы

Настоящая статья посвящена разработке варианта автоматизации процесса контроля предела прочности  $\sigma_B$  чугунного цилиндрического изделия при реализации акустического метода.

Предложена структурная схема автоматизированной установки для реализации акустического метода контроля параметра  $\sigma_B$  исследуемого образца.

Получены значения относительного изменения коэффициента затухания  $\Delta K/K$ , диапазоны изменения которых соответствуют пределам изменения параметра  $\sigma_B$ .

Что в свою очередь в перспективе позволит проектировать, конструировать и создавать экспериментальные и промышленные устройства на базе акустических преобразователей для контроля механических характеристик различных типов чугунных отливок (как слитков, так и фасонных) и изделий широкого ассортимента.

**Список литературы:** 1. Ермолов И.Н. Неразрушающий контроль каталог в 5 кн. / [И.Н. Ермолов, Н.П. Алешин, А.К. Гурвич, В.В. Сухоруков]. – М.: Высшая школа, 1991. – Кн. 2: Акустические методы контроля: Практическое пособие. – 1991. – 283 с. 2. Ультразвуковые преобразователи для неразрушающего контроля / Под ред. И.Н. Ермолова. – М.: Машиностроение, 1986. – 228 с. 3. Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля / И.Н. Ермолов. – М.: Машиностроение, 1981. – 240 с. 4. Зайцев В.Ю. Упругие волны в средах с нелинейной диссипацией / В.Ю. Зайцев, В.Е. Назаров // Акустический журнал. – 1998. – Т. 44, № 3. – С. 362 – 368. 5. Скрипник Ю.А. Модуляционные НВЧ – измерители электрических и неэлектрических величин / Ю.А. Скрипник, Д.П. Головкин, О.П. Яненко. – К.: Наукове видавництво "Леся", 2001. – 232 с. 6. Таланчук П.М. Засоби вимірювання в автоматичних інформаційних та керуючих системах / П.М.Таланчук, Ю.О. Скрипник, В.О. Дубровський. – К.: Райдуга, 1994. – 664 с. 7. Коркин В.Б. Основы автоматизации измерений / [В.Б. Коркин, Т.В. Григорьянц, Э.Ф.Макаров и др.]. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 256 с. 8. Скрипник Ю.А. Проектування засобів вимірювання з періодичним порівнянням / Ю.А. Скрипник, М.О. Присенко, В.О. Дубровський. – К.: Видав. КНУТД, 2008. – 267 с.

*Поступила в редколлегию 09.12.13*

УДК 620.179.16

**Вариант автоматизации процесса контроля предела прочности цилиндрических изделий при реализации акустического метода / В.В. СЕБКО, В.Н. БАБЕНКО, В.А. ЛЕВЕНЕЦ, Л.С. ИВАНОВ // Вісник НТУ «ХП». – 2012. – № 64 (1037). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 113 – 119. – Бібліогр.: 3 назв.**

У статті досліджено варіанти автоматизації метода акустичного контролю межі міцності  $\sigma_B$  циліндричного виробу. Запропанована структурна схема автоматизованого пристрою задля вимірювального акустичного контролю параметра  $\sigma_B$ .

**Ключові слова:** неруйнівний контроль, акустичний метод, вимірювальний контроль, пристрій для створення зондуючих імпульсів, пьезокерамічний перетворювач, випромінюючий пьезоперетворювач, аналогово-цифровий перетворювач (АЦП), цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП), диференційний пристрій.

The article explores options for automation of the method of acoustic control limits strength  $\sigma_B$  cylindrical products. The structural scheme of the automated device for measuring acoustic control parameter  $\sigma_B$ .

**Keywords:** non-destructive testing, the acoustic method, measurement control device for creating probe pulses, piezo transducer vipromiyuchy pezooperetvoryuvach, analog-to-digital converter (ADC), digital-to-analogoviyy converter (DAC), a differential device.