

Ю.Е. ЦЫБУЛЕВСКИЙ, канд. техн. наук, А.В. ШВЫДКИЙ, аспирант,  
Криворожский технический университет

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОЛОМА

В статье приведен обзор методов контроля качества металлолома черных металлов, а также предложено устройство для осуществления этого метода. Разработка защищена патентом Украины.

В статті наведено огляд методів контролю якості металолому чорних металів, а також запропоновано пристрій для його реалізації. Розробка захищена патентом України.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Заготовка и сортировка металлолома выделилась в самостоятельную отрасль промышленности, для обеспечения которой разработаны десятки приборов.

ГОСТ 2787-75 разделяет металлолом по показателям качества на 28 видов, а по содержанию легирующих элементов на 67 групп. ГОСТ 1639-93 «лом и отходы цветных металлов» подразделяет цветной металлолом на 9 групп: алюминий и его сплавы, медь и медноникелевые сплавы, бронзы, магниевый, никель, титан, олово, свинец, цинк. Существующие конструкции предназначены для контроля деталей узкого диапазона крупности.

Предусматриваются меры техники безопасности при демонтаже, сортировке, по резке и пакетированию металлолома. Перед обработкой металлолома необходимо проверить наличие радиоактивных и взрывоопасных предметов. Кроме дозиметров применяют портативные рентгенофлуоресцентные анализаторы химического состава типа МАРФ или NITON XLI 898, которые обеспечивают анализ 33-х элементов (Mg, Al, Si, P, S, Cl) кроме углерода. В портативном рентгенофлуоресцентном анализаторе N32 линейка серии S1 Sorter используется кремниевый дрейфовый детектор. Диапазон измерений 0,001 до 100 %. Температура от 100° до 5000°С.

Кроме рентгенофлуоресцентных анализаторов с миниатюрной рентгеновской трубкой, применяют оптико-эмиссионные анализаторы элементного состава, в которых для создания плазмы используют вольфрамовый электрод – модель Foundry-Master UVR(PRO) или – модель LIBS где пучок ND:YAG лазера с частотой  $3 \div 10 \text{ сек}^{-1}$  создает температуру до 20000°С и производит анализ (C, Si, Mg, Al и др. элементов) в спектре волн длиной  $\lambda=170-900 \text{ нм}$ .

**Постановка задачи.** Существующие приборы используются только на крупных базах в тех случаях, когда необходима более точная диагностика. Кроме того, высокая стоимость и сложность эксплуатации ограничивают область их применения.

В большинстве случаев используют магнитные детекторы для обнаружения железа в известных металлах табл. 1.

Таблица 1

Магниты для проверки лома цветных металлов на содержание железа

Название	Область применения
Магнитный пробник	Определение вида металла
Магнитный детектор 26×5мм	Глубина обнаружения 2,0см
Магнитный детектор 50×10мм	Глубина обнаружения 10,0см
Магнитный детектор 75×20мм	Глубина обнаружения 20,0см

Для сортировки лома цветных металлов используют приборы типа ВЭ-27НЦ для контроля проводимости металлоконструкций.

Таблица 2

Приборы для сортировки цветных металлов по их проводимости

Марка	Диапазон измерения МС м/м	Металл
ВЭ-27НЦ/3	0,5-2,5	Титан и сплавы нержавеющей стали
ВЭ-27НЦ/4	5,0-20,0	Медные сплавы
ВЭ-27НЦ/5	9,9-37,0	Алюминиевые сплавы
ВЭ-27НЦ/4-5	5,0-37,0	Медные и алюминиевые сплавы

**Изложение материала и результаты.** Рекомендуемый частотный диапазон для идентификации цветных металлов [1]:

44 кГц для Al, Cu, Mg, Ag и сплавов содержащих цинк,

88 кГц – магний, латунь, бронза, платина, олово,

440 кГц – жаропрочные сплавы, никель, титан, ниобиевые сплавы,

5,28 МГц – выявление структуры металлов.

При этом диапазоны значений электропроводности не должны перекрываться.

Сортировка изделий из ферромагнитных материалов и легированных сталей более сложная задача. Обычно применяют двухпараметрические автогенераторные приборы, регистрирующие изменения амплитуды и фазы, или амплитуды и частоты по сравнению с эталоном. В отдельную группу можно выделить приборы, в которых используют датчики Холла. Прибор-индикатор магнитных свойств ИМС-1 для определения содержания железа, никеля, кобальта в металлоломе и шлаке. Магнитное поле рассеяния создается встроенной магнитной системой на основе Sm2Co17. Пределы измерения содержания железа составляет от 1,0 до 100 %.

Вносимое сопротивление в индуктивность датчика от контролируемой проводящей ферромагнитной среды определяется по формуле[2]:

$$Z_{BH} = j24 \cdot 10^{-7} \cdot \omega R W^2 e^{\frac{3\alpha}{2}} \frac{3\mu - \sqrt{9 + j4\beta^2}}{3\mu + \sqrt{9 + j4\beta^2}}$$

где  $\alpha = \frac{2h}{R}$ ;  $\beta = R\sqrt{\frac{\omega \cdot \mu_0}{\rho}}$ ; R – средний радиус катушки; h – расстояние до

образца;  $\rho$  – удельное сопротивление образца, Ом·мм<sup>2</sup>/м; W – количество витков;  $\omega$  – круговая частота;  $\mu$  – магнитная проницаемость образца;  $\mu_0$  – магнитная постоянная;  $\alpha$  и  $\beta$  – величины обобщенных параметров.

При этом фазовый угол  $\varphi_1$  при  $\beta \gg 1$ ,  $\mu \gg 1$  равен:

$$\varphi = j \frac{3 - \frac{2\beta_0}{\sqrt{\mu}} \sqrt{j}}{3 + \frac{2\beta_0}{\sqrt{\mu}} \sqrt{j}},$$

где  $\beta = 0,3 \div 1,25$  и  $\mu = 2,5 \div 5$ .

При этом электрическая проводимость  $\sigma$  и относительная магнитная проницаемость  $\mu$  описываются одной кривой и раздельный контроль этих величин весьма затруднителен [2].

Поэтому необходимо отстроиться от влияния размеров детали на измерение ее магнитной восприимчивости. В ПОНИЛ КТУ было разработано «Устройство для оперативного контроля качества металлургического шлака» (Патент Украины №82222, опубл. 25.03.08, бюл. №6).

Функциональная схема устройства приведена на рис. 1.

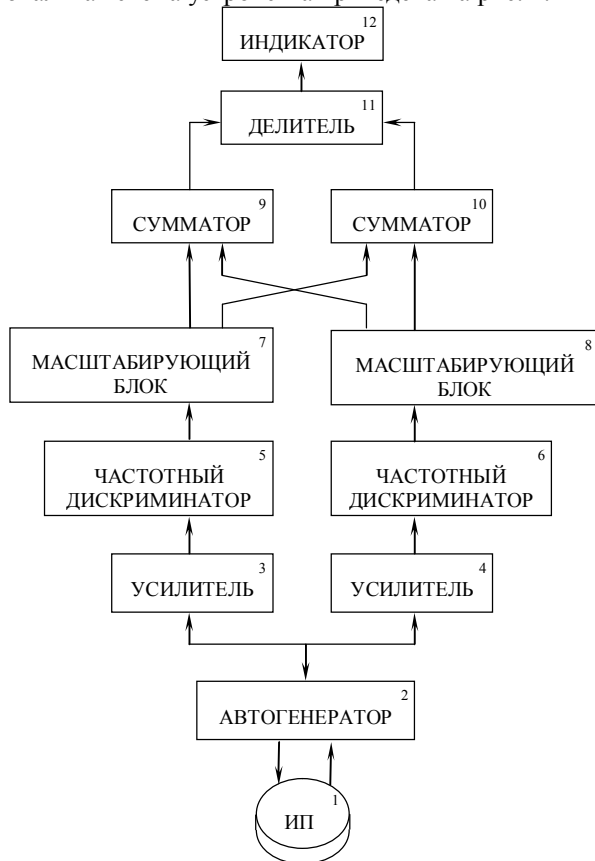


Рис. 1. Функциональная схема устройства для оперативного контроля качества металлургического шлака

Устройство состоит из индуктивного преобразователя 1, включенного в колебательный контур автогенератора 2, выход которого соединен с усилителями 3, 4, выходы которых соответственно соединены через частотный 5 и амплитудный 6 детекторы с входами масштабирующих блоков 7, 8, первые выходы которых соединены с первыми входами сумматоров 9, 10, а вторые входы соединены накрест со вторыми входами сумматоров 10, 9, выходы сумматоров присоединены к делителю 11, который вычисляет удельную магнитную проницаемость, которая высвечивается на индикаторе 12, соединенном с выходом делителя 11.

Устройство работает следующим образом. Сначала его калибруют на эталонах и в воздухе. Задают опорные напряжения  $U_{on1}$ ,  $U_{on2}$ . Потом индуктивный преобразователь подносят к куску шлака. При этом изменяется частота и амплитуда автогенератора 2. Частота и напряжение зависят от изменения обоих факторов:

$$\begin{cases} f = \varphi_1(d, \mu) \\ U = \varphi_2(d, \mu) \end{cases}$$

где  $f$ ,  $U$  – частота и напряжение на выходе генератора,  $d$ ,  $\mu$  – размер и магнитная проницаемость материала.

Составляющие сигнала автогенератора 2 усиливаются в блоках 3, 4, выделяются с помощью частотного 5 и амплитудного 6 детекторов, масштабирующих блоков 7, 8 и сумматоров 9, 10.

Параметры схемы подбирают по годографу индуктивного преобразователя 1 так, чтобы изменение размеров детали  $\Delta d$  оказывало минимальное влияние на измерение магнитной проницаемости  $\Delta \mu$ .

**Выводы.** Применение предлагаемого устройства обеспечивает более высокую точность измерений, за счет коррекции измерений по заполнению площади катушки при вычислении магнитной проницаемости.

#### *Список литературы*

1. Арш Э.И. Автогенераторные методы и средства измерений, -М., 1979г.
2. Соболев В.С., Шкарлет Ю.М. Накладные и экранные датчики, «Наука», Новосибирск, 1967 г.

УДК 658.562.64:622.3

А.В. ШВЫДКИЙ ст. науч. сотр., А.В. ЧЕРКАСОВ, инженер,  
А.Н. ГРИЦЕНКО, аспирант, Криворожский технический университет

### **МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПО КАРОТАЖУ СКВАЖИН**

В статье рассмотрена методика экспортирования, обработки и интерпретации данных по каротажу сухих и обводненных скважин.

В статті висвітлено методику експортування, обробки та інтерпретації даних по каротажу сухих і обводнених свердловин

**Проблема и её связь с научными и практическими задачами.** Немаловажным этапом в проведении каротажа, является проведение камеральных работ. В результате которых, данные, собранные при проведении полевых работ