© Ю.В. Дагаев, О.А. Вострикова, 2005

УДК 622-1

Ю.В. Дагаев, О.А. Вострикова

МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПЕРАТИВНОГО БЕСКОНТАКТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ГЕТЕРОГЕННЫХ АНИЗОТРОПНЫХ СРЕД

Семинар № 9

Для определения компонентного состава гетерогенных сред предлагается метод, основанный на исследовании релаксационных характеристик вторичного электрического поля, являющегося результатом взаимодействия воздействующего первичного электромагнитного поля с исследуемой средой.

Суть метода заключается в следующем. Любая гетерогенная среда, например, физическая смесь твердых веществ, способна поляризоваться во внешнем электрическом поле. При этом в среде могут протекать одновременно несколько видов поляризационных процессов, как смещения, так и релаксационных. Поляризации электронного и ионного смещения, присущие веществам с нулевым дипольным моментом, происходят почти мгновенно (время установления 10^{-15}с). Все модификации релаксационной поляризации (дипольная, ионная, электронная, смещения) нарастают и убывают относительно медленно - от миллисекунд до нескольких суток в зависимости от электрофизических параметров вещества, что характеризуется временем релаксации, в несколько порядков превосходящим значения времен установления поляризаций смещения. Параметр времени релаксации зависит от температуры, энергии активации и частоты собственных колебаний релаксирующих частиц вещества. Этот же параметр входит в показатель экспоненты релаксационной характеристики вторичного электрического поля для конкретного вещества:

$$s(t) = N \cdot \exp(-t/\tau), \qquad (1)$$

где N – интенсивность процесса в начальный момент времени наблюдения (несет информацию об объеме вещества); τ - время релаксации.

Релаксационная характеристика гетерогенной среды будет представлять собой аддитивную зависимость релаксационных характеристик каждой из ее компонент:

$$S(t) = \sum_{m=1}^{M} N_m \cdot \exp(-t/\tau_m) \cdot \qquad (2)$$

Таким образом, воздействуя на среду импульсом электрического поля, достаточным по длительности для полной поляризации каждой из компонент среды, и исследуя характеристику релаксации вторичного электрического поля с момента снятия воздействия, можно получить информацию о компонентах, составляющих среду, причем в объемном соотношении.

Извлечение информации о каждом компоненте среды из аддитивной зависимости релаксационных характеристик, которая экспериментально будет получена виде некоего зату-

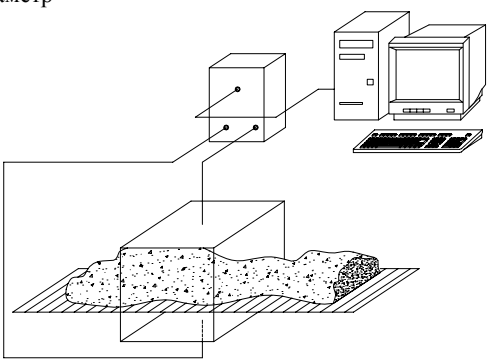

Рис. 1. Установка для автоматического бесконтактного определения компонентного состава гетерогенных анизотропных сред

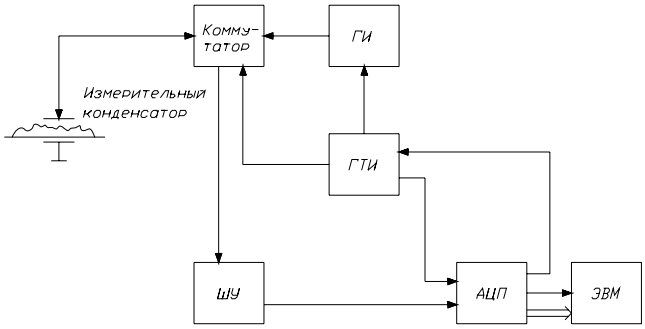

Рис. 2. Структурная схема установки для автоматического бесконтактного определения компонентного состава гетерогенных анизотропных сред

хающего процесса, можно выполнить, применяя известные методы обработки экспериментальных данных: регрессионные, логарифмические, градиентные, метод Прони. Кроме того, можно использовать современные методы теории распознавания образов или методы развивающейся и усовершенствующейся ныне теории нейронных сетей. Такая задача вполне реализуема при использовании современных вычислительных средств, позволяющих обрабатывать большие массивы данных. При этом необходимо предварительно сформировать опорную базу данных, содержащую информацию о параметрах релаксационных характеристик, соответствующих различным веществам. Затраты машинного времени, необходимые для обработки эмпирических данных обуславливаются: количеством компонент смеси, объемом опорной базы данных, техническими ресурсами вычислительного средства.

Следует отметить, что при априори известных вариантах компонентного состава смеси время обработки данных можно существенно сократить за счет обращения лишь к тому массиву базы данных, который содержит параметры предполагаемых компонент.

Предлагаемый метод технически легко реализуется, если в качестве первичного преобразователя использовать плоский конденсатор, между обкладками которого помещается исследуемая среда. Кроме первичного преобразователя в состав установки входят: блок питания, формирующий импульс определенного уровня и длительности, вычислительный блок, осуществляющий обработку эмпирических данных по заданному алгоритму, и блок преобразования сигнала, являющийся промежуточным между первичным преобразователем и вычислительным блоком. Установка для автоматического бесконтактного определения компонентного состава гетерогенных анизотропных сред представлена на рис. 1, ее структурная схема – на рис. 2.

На основе предложенного варианта технической реализации была разработана экспериментальная установка, в которой в качестве первичного преобразователя была выбрана емкостная ячейка 115x120x6. Кроме того, измерительная система содержала операционный усилитель типа MCP-602 Microchip с ОС, разрядный ключ, два последовательно включенных источника постоянного напряжения, осциллограф PCS500 фирмы Velleman (50 МГц), компьютер с программным обеспечением Pc-Lab2000. Был проведен лабораторный эксперимент, в котором в качестве исследуемого материала были выбраны уголь и пустая порода ш. «Северной» Воркутского угольного месторождения. В результате эксперимента были получены характеристики релаксации вторичного поля различных фракций исследуемых продуктов и их смеси, две из которых для иллюстрации приведены на диаграмме. Как видно из диаграммы характери-

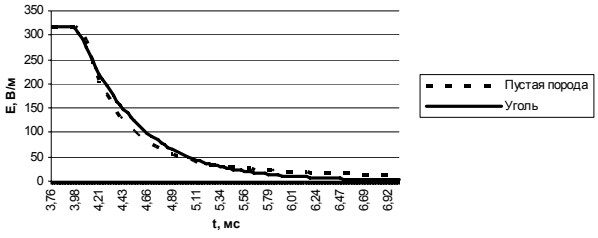

Рис. 3. Диаграмма релаксации вторичного электрического поля различных веществ

стики различаются между собой, а время переходного процесса не более трех миллисекунд, что подтверждает возможность применения предлагаемого метода для определения компонентного состава смеси в оперативном режиме.

Заключение

Таким образом, можно констатировать, что на базе современных информационных технологий с использованием метода исследования релаксационных характеристик вторичного электрического поля при условии предварительно сформированной достаточно информативной опорной базы данных, предлагаемый путь решения задачи автоматического бесконтактного определения компонентного состава гетерогенной среды представляется перспективным и вполне осуществимым для промышленного применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Геннадиник Б.И.* Теория явления вызванной поляризации. /Отв. ред. В.П. Мельников. – Новосибирск: Наука Сиб. отделение, 1985. – 279 с., ил.
2. *Пархоменко Э.И.* Электрические свойства горных пород. – М.: Наука, 1965., - 164 с.
3. *Потапов А.А., Мецик М.С.* Диэлектрическая поляризация. – Иркутск: Изд.-во Иркут. ун.-та, 1986. – 264 с., ил.
4. *Старцев А.А., Федына Е.А, Борзанов С.Б.* Определение числа компонент временного спектра ядерного излучения, представляющего собой сумму убывающих экспонент, Сообщения ОИЯИ 18-97-409, Дубна, 1997.
5. *Тайбин Б.З.* Методы обнаружения параметров многоэкспоненциальных кривых релаксации: Уч. пос. – СПб., 1994. – 101 с.: ил.
6. *Усманов С.М.* Релаксационная поляризация диэлектриков. Расчет спектров времен диэлектрической релаксации. – М.: Наука, 1996.-139 с.

Коротко об авторах

Дагаев Ю.В. – кандидат технических наук, доцент,
Вострикова О.А. – аспирантка,
кафедра «Автоматика и управление в технических системах», Московский государственный горный университет

РУКОПИСИ, *ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА*

1. Аржакова Е.С. Критерии оценки эффективности применения государственной и частной форм собственности в угледобывающих компаниях (№ 376/01-05 — 13.10.04) 17 с.
2. Аржакова Е.С. Выбор и обоснование факторов влияющих на выбор собственности в угладобывающей компании (№ 377/01-05 — 13.10.04) 7 с.
3. Форсюк А.А., Ложников С.В., Добровольский А.Ю. Влияние горно-геологических факторов и технологических параметров на уровень безопасности труда при проведении горных выработок (№ 378/01-05 — 15.10.04) 2 с.
4. Форсюк А.А., Ложников С.В., Добровольский А.Ю. Метод количественной оценки производственного риска (вероятности травмирования) человека (№ 379/01-05 — 15.10.04) 4 с.