

Рис.3. Зависимость выходного напряжения от измеряемого сопротивления: $R_0=10$ ГОм – образцовое сопротивление в цепи обратной связи УПТ; $R_1=100$ МОм – сопротивление в первом каскаде Т-образной обратной связи ($R_2=10$ ГОм); $R_1=10$ МОм – сопротивление в первом каскаде Т-образной обратной связи ($R_2=10$ ГОм)

Список литературы:

[1] Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. – Изд. 2-е. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 304 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЛЕКТОРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

*Батрагин Андрей Викторович, Стариков Николай Николаевич**

Томский политехнический университет

*Томский государственный университет**

batranin@tpu.ru

Коллекторами углеводородов могут выступать различные горные породы. При разработке новых месторождений структуре и свойствам коллекторов уделяется особое значение, так как это определяет целесообразность самой разработки. Основными свойствами коллекторов с точки зрения добычи нефти и газа являются пористость и проницаемость. Пористость определяет емкость породы, а проницаемость – способность к фильтрации углеводородов. Пористость коллекторов в общем случае обусловлена наличием ряда несплошностей: пор, трещин и каверн. Проницаемость, в свою очередь, определяется тем, насколько несплошности связаны между собой [1].

Наряду с традиционными методами определения пористости и проницаемости коллекторов в последнее время начинают использовать метод рентгеновской компьютерной томографии [2]. Основными привлекательными особенностями томографии являются ее неинвазивность и высокая информативность. Томография, как неразрушающий метод исследования, сохраняет образцы для дальнейших испытаний и может выступать в качестве экспресс-метода для получения предварительных результатов. Информативность метода заключается в том, что после томографии исследователь имеет информацию о внутренней объемной структуре образца. На томограмме хорошо различимы области, отличающиеся по плотности. Таким образом, несплошности будут проявляться на фоне матрицы. Кроме этого, будут хорошо заметны более плотные включения.

Однако томография имеет и свои ограничения. Стандартные керны коллекторных пород представляют собой цилиндры диаметром от 80 до 100 мм. Физическая плотность пород колеблется от 2 до 4 кг/м³. Для исследования образцов таких размеров и плотности необходимо обеспечить достаточную мощность рентгеновского излучения, которая будет складываться из двух основных факторов: средней энергии рентгеновских квантов и дозы излучения. Немаловажным фактором выступает пространственное разрешение, обеспечиваемое на полученных томографических снимках. При недостаточном разрешении несплошности могут не проявиться на снимках, и информативность резко снизится.

В данной работе проведены исследования нескольких кернов, полученных с нового месторождения. Диаметр кернов составляет 80 мм. Томографические данные были получены на двух установках, отличающихся по основным параметрам. Установка №1 представляет собой промышленный томограф, оснащенный мощным рентгеновским аппаратом с ускоряющим напряжением до 450 кВ и электрической мощностью до 500 Вт. Размер фокусного пятна аппарата – 0,4 мм. На установке №1 были проведены исследования при различном ускоряющем напряжении с целью поиска наилучшего режима для изучаемых образцов. Установка №2 представляет собой лабораторный томограф с микрофокусным рентгеновским аппаратом. Ускоряющее напряжение – до 150 кВ, электрическая мощность до 4 Вт, размер фокусного пятна – около 1 мкм.

Установка №1 обеспечивает большие дозы излучения при относительно невысоком пространственном разрешении. Установка №2, напротив, обеспечивает высокое пространственное разрешение, но при этом дозовая нагрузка ниже на два порядка в сравнении с первой. Эксперимент показал, что для выбранных образцов критичным является уровень дозовой нагрузки, а не размер фокусного пятна рентгеновского аппарата.

Выбор оптимального оборудования и режимов томографического сканирования позволяет получать дополнительную информацию о коллекторах. Томография может использоваться наряду с традиционными методами, раскрывая объемную структуру породы и расположение в ней несплошностей. Однако томографический метод имеет свои ограничения и может не выявить особенностей внутренней структуры. Решение о целесообразности использования томографии в каждом конкретном случае остается на усмотрение исследователя.

Список литературы:

[1] Чернова О. С. *Основы геологии нефти и газа*. — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — 372 с.

[2] Coles M. E. et al. *Computed microtomography of reservoir core samples //Proceedings of the 1994 Annual SCA Meeting*. – 1994. – С. 12-14.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ИМПЛЕМЕНТАЦИЯ ПРИНЦИПОВ SAFT С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА MATLAB*

*Абрамец Владислава Владимировна, Салчак Яна Алексеевна, Долматов Дмитрий Олегович
Томский политехнический университет*

Научный руководитель: Седнев Дмитрий Андреевич, к.т.н.

vvabramets@yandex.ru

В настоящее время ультразвуковой контроль является перспективным методом неразрушающего контроля. Высокая производительность данного метода делает его привлекательным для разных отраслей, в том числе в ядерно-топливном цикле: ультразвуковая томография внедряется в производственные процессы на Горно-химическом комбинате (г. Железногорск) [1].

Ультразвуковой контроль позволяет реконструировать объекты с их внутренней геометрией и дефектами. Реконструкция возможна с применением технологии Synthetic Aperture Focusing Technique (SAFT). Она применяется для получения изображения внутренней структуры объекта контроля по эхосигналам, полученным при перемещении акустического преобразователя по доступной для ввода ультразвука поверхности. В целях SAFT используется не одноканальный преобразователь, а фазированная антенная решетка (ФАР). Могут использоваться разные комбинации приемников и передатчиков в решетки, также для получения более точной реконструкции можно перемещать ФАР.

Сама технология реконструкции изображения предполагает выполнение трех этапов:

- 1) Проведение контроля и получение данных;
- 2) Обработка данных;
- 3) Проведение реконструкции.

Данные, полученные в результате контроля, представляют собой массивы, описывающие амплитуду сигналов при работе i -го передатчика сигнала и j -го приемника сигнала.

Обработка результатов контроля представляет собой пространственно-временную обработку и состоит из нескольких основных стадий:

- 1) Разделение контролируемого объема на области (пиксели);
- 2) Расчет времени прохождения ультразвуковой волны от излучателя до пикселя и от пикселя до приемника;
- 3) Сопоставление времени пути передатчик-приемник и номера отсчета.

После пространственно-временной обработки можно найти среднюю амплитуду по нескольким тактам и сопоставить ее с соответствующим пикселем. Реконструкция проводится по визуализации амплитуды (чаще всего градиентом) в объеме/на плоскости области контроля.

Обработка данных контроля – трудоемкий процесс, который провести «вручную» не представляется возможным. Для вышеперечисленных этапов могут применяться различные программы с математическими функциями. Все необходимые операции возможно произвести при помощи программного обеспечения. В данной работе рассмотрена реализация предлагаемого алгоритма посредством MatLab. Данная программа позволяет также по полученным в результате обработки данным построить изображение (реконструкцию).

На основе описанного алгоритма была проведена реконструкция контролируемого образца с учетом обнаруженных дефектов.

Разработка алгоритма в пакете MatLab, реализующего реконструкцию объектов контроля, позволит выявить оптимальный способ обработки данных и порядок определения начальных условий контроля (характеристики ФАР, комбинации приемников и передатчиков).