

«АНКР-2М» – ПРИБОР ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДИФИКАЦИИ АНАЛИЗАТОРА КЕРНОВ

*В.С. Золотарев, П.В. Ефимов
г. Томск, Россия*

Приведена оценка основного метрологического параметра анализатора кернов «АНКР-2М» – погрешности для гамма-канала и двух нейтронных каналов.

Оценка месторождений нефти и газа связана с изучением горных пород и содержащихся в них флюидов. Определение запасов нефти и газа производится при исследовании пород на пористость и водонасыщенность, объемные коэффициенты содержания нефти и газа, коэффициенты нефтеотдачи и газоотдачи при анализе больших количеств керна, поднятого из скважин. Анализ керна традиционно проводят химическим методом в стационарных лабораториях. Процесс получения информации по определению параметров керна включает несколько разнородных операций. Производительность этого анализа (1 анализ за 24 часа) не удовлетворяет нужды практики, а проводить его можно только в базовых лабораториях, расположенных далеко от разведочных скважин.

В работе приведены ссылки на фирмы, выпускающие традиционное оборудование. Для анализа кернов непосредственно на скважине это оборудование не пригодно.

Проводят многократные попытки осуществить экспресс-анализ кернов, в том числе используют радиационный метод.

Существуют переносные гамма – плотномеры и нейтронные влагомеры, применяющиеся для экспрессного определения плотности и влажности почвогрунтов, а также при геофизических исследованиях. Непосредственно применить их для анализа керна нефтеносных пород невозможно, так как для их корректной работы с требуемыми точностными параметрами нужны керны большого размера.

В данной работе исследованы параметры прибора, предлагаемого для решения задач экспресс-анализа кернов непосредственно на месте бурения, с целью оценки его основных технических характеристик.

Плотность различных сред можно изучать с помощью γ – излучения радионуклидных источников. Изучение основано на использовании закономерностей взаимодействия γ – квантов с веществом. В основном для измерения плотности используют метод узкого пучка γ – излучения.

В настоящее время большое развитие получил метод нейтронной влагометрии. Он может быть применен для контроля того или иного элемента в контролируемом объекте, если его содержание однозначно связано с водородосодержанием.

Основная часть γ – источников – это радиоактивные γ – нуклиды, полученные искусственно. Важнейшими γ – источниками для подобной задачи являются ^{137}Cs , ^{60}Co .

В радиационном контроле используют разные типы (α , n) – источников, фотонейтроны, источники спонтанного деления. Исходя из предыдущих опытов, в исследовании используется (α , n) – источников Am^{241} -Be и источник спонтанного деления Cf^{252} .

Изотоп Am^{241} очень удобен, поскольку $T_{1/2} = 458$ лет; удельная активность выше, чем у Pu^{239} , можно изготавливать компактные источники с нейтронным выходом 10^6 – 10^7 с $^{-1}$, геометрические размеры источников малы, γ – фон тоже очень мал – в спектре Am^{241} нет линий с энергией больше 370 КэВ.

Источник ^{252}Cf имеет малый выход сопутствующего γ – излучения – не более 3 γ – квантов на один испущенный нейтрон, самую высокую удельную активность, большую долю низкоэнергетических нейтронов в спектре. Недостатком может считаться только

сравнительно малый период полураспада – $T_{1/2} \sim 2,64$ года. Исходя из вышеперечисленного, в экспериментах проведено сравнение результатов, полученных при применении Am^{241} -Be и ^{252}Cf .

Источники нейтронов, используемые в нейтронной влагометрии, испускают преимущественно быстрые нейтроны, а информацию о влажности материала несут нейтроны, замедлившиеся преимущественно на ядрах водорода (воды) вплоть до тепловых энергий. Поэтому детектор нейтронного влагомера должен хорошо регистрировать медленные нейтроны в присутствии промежуточных.

В установке, использованной в исследованиях по теме ВКР, в качестве источника гамма – квантов применен радионуклидный источник ^{137}Cs , а в качестве детектора – сборка газоразрядных счетчиков СБМ – 20.

Гамма – канал работает по методу «узкого пучка»: доминирующим процессом взаимодействия гамма – квантов с веществом является комптон– эффект, происходящий при энергии $E = (0,5-1,0)$ МэВ.

Детектором медленных нейтронов служит газоразрядный гелиевый счетчик СММ – 56.

По показаниям детектора нейтронов, то есть по каналу «нейтрон-2» (ДВН), судят о суммарном количестве водородосодержащих жидкостей (пластовая вода, нефть), находящихся в порах керна. В канал ДВН попадают быстрые нейтроны от источника Am^{241} – Be и основным процессом, происходящим в канале ДВН, является неупругое рассеяние, в результате которого происходит ослабление быстрых нейтронов до медленных на атомах водорода и углерода. Чем больше жидкости в керне, тем больше тепловых и медленных нейтронов можно зарегистрировать.

Быстрые нейтроны, испускаемые источником Am^{241} – Be, замедляясь в слое парафина до медленных, проходят через канал ДВН, в котором определяется засоленность жидкости, содержащейся в кернах. Основным процессом взаимодействия нейтронов с керном в этом канале является радиационный захват, в результате которого происходит поглощение нейтронов, вследствие этого происходит испускание гамма – квантов.

Процесс радиационного захвата наиболее вероятен на атомах хлора, входящего в состав основных солей (NaCl, KCl).

Чем больше концентрация соли, тем меньше нейтронов проходит сквозь керн. По известной засоленности (известная величина для каждой скважины) определяют водонасыщенность (содержание пластовой воды).

В ходе работы изучено замедление нейтронов и гамма – квантов в кернах диаметром 80 и 100 мм. В качестве заменителя нефти был выбран полиэтилен сверхвысокомолекулярный (мелкодисперсный, диаметр гранул 0,01–0,02 миллиметра) потому, что по процентному содержанию углерода и водорода полиэтилен близок к нефти.

В ходе экспериментов были замешаны растворы песка с 10, 20, 30 и 40 – процентным содержанием полиэтилена; засыпаны в кернодержатели диаметрами 80 и 100 миллиметров и проведены эксперименты по определению плотности керна, нефтеводонасыщенности, а затем на основе полученных данных были рассчитаны плотность скелета и коэффициент пористости керна, приведенных в дипломе. Построены зависимости показаний детектора гамма – квантов от плотности керна, и зависимость показаний детектора нейтронов от концентрации полиэтилена, а также зависимость показаний детектора нейтронов от концентрации полиэтилена с использованием кадмиевой пластины для отсека нейтронов с энергиями ниже кадмиевого резонанса.

При оценке работоспособности прибора в условиях нестабильности сетевого питания и перепада температур, проведены испытания на термостабильность.

Записи температурных испытаний производились в счетном режиме специальной программой установленной на персональный компьютер, непрерывно в течение восьми часов на каждую температурную точку в диапазоне от -45 °С до $+45$ °С, с шагом 5 градусов.

Из зависимости блока детектирования видно, что изменение скорости счета в диапазоне от $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ будет несущественным. Статистическая погрешность в каждой температурной точке составляет не более $\pm 1\%$.

Поскольку анализатор является установкой, в которой используются радионуклидные источники гамма-излучения и нейтронов, прибор должен быть аттестован на радиационную безопасность в соответствии с требованиями Норм радиационной безопасности (НРБ-99) и Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99).

Показания дозиметра в любой части наружной поверхности установки и на расстоянии один метр от нее не должны превышать значений, указанных в НРБ-99, и именно 100 мЗв/ч на поверхности и 3 мЗв/ч на расстоянии одного метра. Проведена проверка соблюдения этих требований при подборе активности источников и размеров биологической защиты в анализаторе АНКР-2М.

Список литературы

1. Орлов Л.И., Карпов Е.Н., Топорков В.Г. Петрофизические исследования коллекторов нефти и газа. – М.: Недра, 1987. – 341 с.
2. Гилатуддинов М.К., Ширковский А.И. Физика нефтяного пласта. – М.: Недра, 1982. – 256 с.
3. Воробьев В.А., Горшков В.А., Шеломанов А.Е. Гамма – плотнометрия. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 149 с.
4. Источники альфа, бета, гамма – и нейтронного излучений: каталог. – М.: Изд-во В/О «Изотоп», 1980. – 219 с.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ОБРАТНОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ ДЛЯ КОМПТОНОВСКОЙ ТОМОГРАФИИ

С.В. Кривовяз, Б.И. Капранов
Томский политехнический университет
Россия, 643028 г. Томск
ул. Савиных – 7, НИИ интроскопии
Tel: +7 (3822) 417307, Fax: +7 (3822) 420075

В последнее время компьютерные технологии получили наиболее широкое развитие. Успехи в создании компьютерных вычислительных систем послужили толчком для развития средств компьютерной томографии (КТ). Применение данного метода обусловлено принципиально новыми возможностями для НК: способность воспроизводить внутреннюю структуру толстых, неоднородных промышленных изделий сложной формы без взаимного наложения теней различных элементов; большую, чем у традиционной радиографии, чувствительность к локальным нарушениям сплошности, включениям, разности плотностей и малым отклонениям геометрической формы.[1] Кроме того, не менее важной частью компьютерных систем НК является математическое и программное обеспечение, которое позволяет не только представить наиболее адекватное изображение объекта, но и значительно ускорить сам процесс контроля.[1,2].

В основе большинства трансмиссионных томографов лежит идея, состоящая в том, что внутреннюю структуру объекта можно представить получив ряд параллельных поперечных сечений. Поэтому главная задача компьютерной томографии состоит в получении двумерного (плоского) изображения поперечного сечения исследуемого объекта, которая и