

УДК 550.832.53

*В. А. Велижанин, Н. Г. Лобода, Д. Р. Лобода,  
А. А. Бубеев, Д. Г. Зыков, Г. К. Точиленко*

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО НЕЙТРОННОГО ГАММА-КАРОТАЖА ДЛЯ ОЦЕНКИ МАССОВЫХ СОДЕРЖАНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОРОДЕ**

Обобщены результаты скважинных испытаний аппаратуры спектрометрического нейтронного гамма-каротажа на месторождениях Западной Сибири и Якутии.

*Ключевые слова: скважина, аппаратура, спектрометрия, нейтронный гамма-каротаж.*

В период 2008–2010 гг. в ООО “Нефтегазгеофизика” была выполнена разработка аппаратуры спектрометрического нейтронного гамма-каротажа (СНГК-89) как средства оценки массовых содержаний элементов в породе [1–4]. В приборе СНГК-89 используется стандартный плутоний-бериллиевый источник нейтронов активностью не менее  $10^7$  н/с. Основные технические характеристики аппаратуры СНГК-89 приведены в статье [3] и руководстве на аппаратуру.

Допустимая загрузка спектрометрического тракта аппаратуры без изменения его характеристик (энергетического разрешения и линейности энергетической шкалы) составляет  $3 \times 10^6$  имп/мин. Интегральная загрузка спектрометрического тракта аппаратуры при использовании источника нейтронов активностью  $10^7$  н/с изменяется от  $3 \times 10^5$  до  $7 \times 10^5$  имп/мин в зависимости от геолого-технических условий проведения каротажа. Последнее обстоятельство допускает применение в этой аппаратуре источников нейтронов активностью до  $4 \times 10^7$  н/с, что позволяет существенно поднять скорость проведения каротажа. Глубинность исследования метода несколько меньше интегрального нейтронного гамма-каротажа и составляет примерно 20–30 см.

Технические параметры и конструкция аппаратуры СНГК-89 предполагают ее эксплуатацию одновременно со стандартными приборами спектрометрического гамма-каротажа, компенсированного нейтронного и литолого-плотностного каротажей. Аппаратура СНГК-89 в настоящее время обеспечивает измерение относительных

содержаний в породе кремния (Si), кальция (Ca), железа (Fe), хлора (Cl), натрия (Na), серы (S), титана (Ti), водорода (H) и гадолиния (Gd) в скважинах как с открытым, так и закрытым стволом. Статистические погрешности измерений для пласта мощностью 1 м при скорости каротажа 150 м/ч и мощности источника нейтронов  $10^7$  н/с приведены в таблице.

Таблица

Погрешности определения содержаний элементов  
аппаратурой СНГК-89

Элемент	Si	Ca	Fe	S	Cl	H
Статистическая погрешность, %	2,0	2,1	0,6	1,3	0,06	0,16

Программное и методическое обеспечение аппаратуры СНГК-89 обеспечивает сопровождение всех технологических этапов ее эксплуатации – настройку, калибровку, проведение каротажа и первичную обработку материалов с получением относительных массовых содержаний перечисленных выше элементов. Основные положения методики обработки и интерпретации данных СНГК-89 рассмотрены в [2, 4].

В период 2010–2012 гг. были проведены скважинные испытания данной аппаратурой на месторождениях Западной и Восточной Сибири, обслуживаемых трестом “Сургутнефтегеофизика”.

На месторождениях Западной Сибири, характеризующихся низкой минерализацией пластовых вод и промывочной жидкости, было выполнено 8 каротажей, из которых пять были проведены в открытом стволе и три – в обсаженной скважине. На рис. 1 приведен пример сопоставления основного и повторного замеров в скважине с закрытым стволом. Замеры выполнены с источником нейтронов активностью  $0,96 \times 10^7$  н/с, скорость каротажа – 150 м/ч. Систематическая и случайная погрешности, приведенные к пласту мощностью 1 м, по результатам основного и повторного замеров составили, соответственно, для относительного массового содержания кремния – 1,66 и 0,41%, кальция – 0,93 и 0,23%, железа – 0,55 и 0,13%, хлора – 0,06 и 0,01%, натрия – 0,27 и 0,07%, водорода – 0,11 и 0,03%, серы – 0,37 и 0,07%. Достаточно высокая погрешность по железу обусловлена наличием стальной обсадной колонны.

