

**Н.А.ПОЗНЯКОВА**, аспирантка, *natopel@mail.ru*

*Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)*

**N.A.POZNYAKOVA**, post-graduate student, *natopel@mail.ru*

*Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)*

## ИЗУЧЕНИЕ КАВЕРН ПРИСКАЖИННОЙ ЗОНЫ ГАЗОНОСНЫХ ПЛАСТОВ И ОЦЕНКА ИХ ЗАПОЛНЕНИЯ

Рассмотрены возможности нейтронных методов каротажа для выявления участков кавернозности прискважинной зоны газоносных пластов и оценке их заполнения. Обоснована целесообразность применения данных методов на подземных хранилищах газа. Приведены примеры исследований на модельных стендах и в реальных условиях.

**Ключевые слова:** каверна, подземное хранилище газа, нейтронные методы каротажа.

## MODELLING CAVITIES NEARWELL AREAS FOR STUDYING OF POSSIBILITIES NEUTRON WELL METHODS

Look into the possibility neutron method geophysical logging for determination zones of cavity nearwell areas gas reservoirs and determine the filler cavities. Relevant practicability using these methods on underground gas storage. Give an example these research on model and real conditions.

**Key words:** underground storehouse of gas, cavity, neutron method geophysical logging.

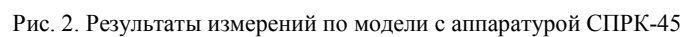
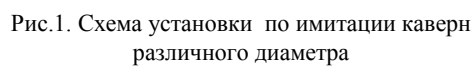
Технология выделения интервалов скопления газа в приустьевой зоне скважин, затрубном и межтрубном пространстве и выявления технологических каверн с оценкой их линейных размеров по данным ядерно-геофизических методов базируется на возможности определения газонасыщенных интервалов разноглубинными модификациями нейтронных методов и представляет собой последовательные исследования скважины методами двухзондового нейтрон-нейтронного каротажа (2ННК), спектрометрического нейтронного гамма-каротажа (СНГК)\*.

\* Керимов А.Г. Совершенствование геолого-геофизического контроля за эксплуатацией ПХГ, сооружаемых на истощенных газовых месторождениях: Автореф. дис... канд. техн. наук. Тверь: ГЕРС, 2000. 25 с.

Kerimov A.G. Perfection of geologo-geophysical control over operation USG, constructed on the exhausted gas deposits. The dissertation author's abstract on competition of a scientific degree of Cand. Tech.Sci. Tver: GERS, 2000. 25 p.

Модельные исследования с аппаратурой СНГК были проведены в метрологическом центре ОАО НПП «ВНИИГИС». Измерения выполнялись не центрируемой трехзондовой аппаратурой хлорного СНГК (СПРК-45).

Для установления характера зависимостей между вычисляемыми аналитическими параметрами нейтронных методов и размером каверн была построена экспериментальная модель имитатора каверн. Модель представляет единую конструкцию соединенных между собой цилиндров диаметром 280, 340, 400, 600, 800, 1000 мм. Цилиндры выполнены из тонкостенного оцинкованного железа толщиной 0,7 мм. Размер цилиндров по оси составляет 1,2-1,6 м. с наружной стороны конструкция из цилиндров была засыпана кварцевым песком ГОСТ ВС-040-1 (рис.1). Плотность воздухомаслянистого песка составляла 1,7 г/см<sup>3</sup>. Внутрь конструкции из цилиндров соотсно установлена обсадная



колонна диаметром 6". Исходя из условий эксплуатации ПХГ интервал перфорации, в котором происходит кавернообразование, обычно не перекрыт НКТ. Эксперименты были выполнены с имитацией 6" колонны. Схемы установки приведены на рис.1.

В качестве аналитических параметров использовались показания отдельных зондов в условных единицах  $J_{\text{ННК(МЗ)}}$ ,  $J_{\text{ННК(БЗ)}}$ ,  $J_{\text{НГК}}$  для метода ИНГК использовались скорости счета по большому и малому зондам, приведенные к 10 с. Комплексные аналитические параметры  $J_{\text{МЗ}}$ ,  $J_{\text{БЗ}}$  (функционалы) рассчитывались по следующим формулам:\*

– функция пористости:

$$f_{(Kn)} = \frac{J_{\text{МЗ}}}{J_{\text{БЗ}}} \frac{J_{\text{БЗв}}}{J_{\text{МЗв}}},$$

где  $J_{\text{МЗ}}$ ,  $J_{\text{БЗ}}$  – текущие скорости счета,  $J_{\text{БЗв}}$ ,  $J_{\text{МЗв}}$  – скорости счета в воде;

– плотности затрубного пространства по 2ННК:

$$F_{(\sigma\text{ННК})} = \frac{J_{\text{БЗв}} J_{\text{МЗв}}}{J_{\text{БЗ}} J_{\text{МЗ}}},$$

где  $J_{\text{БЗв}}$ ,  $J_{\text{МЗв}}$ ,  $J_{\text{БЗ}}$ ,  $J_{\text{МЗ}}$  – показания прибора по большому и малому зондам в воде и текущие показания зондов соответственно;

– плотность затрубного пространства по комплексу НГК, 2ННКт:

$$F_{(\sigma\text{НГК})} = \frac{J_{\text{НГК}}^2}{J_{\text{МЗ}} J_{\text{БЗ}}} \frac{J_{\text{МЗв}} J_{\text{БЗв}}}{J_{\text{НГКв}}^2},$$

где  $J_{\text{НГКв}}$ ,  $J_{\text{НГК}}$  – показания метода НГК в воде и текущее значение соответственно;

– плотность затрубного пространства по комплексу СНГК с использованием жесткой части спектра ГИРЗ ( $E > 2,5$  МэВ) и метода 2ННКт:

$$F_{(\sigma h)} = \frac{J_{\text{СНГК}}^2 (E > 2,5 \text{ МэВ})}{J_{\text{МЗ}} J_{\text{БЗ}}} \times \frac{J_{\text{МЗв}} J_{\text{БЗв}}}{J_{\text{вСНГК}}^2 (E > 2,5 \text{ МэВ})},$$

где  $J_{\text{вСНГК}} (E > 2,5 \text{ МэВ})$ ,  $J_{\text{СНГК}} (E > 2,5 \text{ МэВ})$  – показания прибора в воде и текущие показания при регистрации энергии;

– плотность затрубного пространства по комплексу СНГК с использованием мягкой части спектра ГИРЗ ( $E < 0,5$  МэВ)

$$F_{(\sigma m)} = \frac{J_{\text{СНГК}}^2 (E < 0,5 \text{ МэВ})}{J_{\text{МЗ}} J_{\text{БЗ}}} \frac{J_{\text{МЗв}} J_{\text{БЗв}}}{J_{\text{вСНГК}}^2 (E < 0,5 \text{ МэВ})},$$

где  $J_{\text{вСНГК}} (E < 0,5 \text{ МэВ})$ ,  $J_{\text{СНГК}} (E < 0,5 \text{ МэВ})$  – показания прибора в воде и текущие показания при регистрации энергии ГИРЗ менее 0,5 МэВ.

Зависимости аналитических параметров нейтронных методов от радиуса каверны аппаратурой СПРК-45 приведены на рис.2. Из анализа зависимостей можно сделать следующие выводы:

1) для аппаратуры СПРК-45 показания малого зонда в зависимости от радиуса каверны имеют инверсию при радиусе каверны 7-8 см, большого зонда 8-9 см, зонда НГК 10-15 см. Функционалы  $F_{(Kn)}$ ,  $F_{(\sigma\text{ННК})}$ ,  $F_{(\sigma\text{НГК})}$ ;

2)  $F_{(\sigma m)}$ ,  $F_{(\sigma h)}$  имеют характерные точки инверсии, которые можно использовать также для оценки радиуса каверны. Для функционалов характерны следующие точки перегиба от радиуса каверн:  $F_{(Kn)}$  – на 10 см,  $F_{(\sigma\text{НГК})}$  – на 7-8 и 27-30 см, для  $F_{(\sigma\text{ННК})}$  – на 7-8 и 28-32 см, для  $F_{(\sigma m)}$  – на 7-8 и 19-22 см, для  $F_{(\sigma h)}$  – на 10-20 см.

Таким образом, применяя методы нейтронного каротажа (ИННК, СНГК) для исследования состояния прискажинной зоны хорошо выявляются каверны и их размеры, что весьма важно при изучении состояния скважин. Применительно к подземным хранилищам газа, можно предположить, что использование данных методов при эксплуатации позволит оценить состояние скважин и предположить места предполагаемых утечек газа из негерметичных скважин в горное пространство.

\* Кожевников Д.А. Адаптивная интерпретация импульсных нейтронных методов / Д.А.Кожевников, К.В.Коваленко. Тверь: Изд-во АИС, 2008. № 169. С. 50-67.

Kozhevnikov D.A. Adaptivnaya interpretaciya impul'snykh neytronnihkh metodov / D.A.Kozhevnikov, K.V.Kovalenko. Tver: Izd-vo AIS. 2008. № 169. P.50-67.