

## **ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДАННЫХ ГАММА-КАРОТАЖА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СКВАЖИН**

Вахитова Г.Р., Зимовец А.М., Закиров М.Ф., Федотов В.Я.

*Бакирский государственный университет*

*В работе рассматривается возможность использования данных гамма-гамма каротажа для оценки технического состояния скважин, в частности, для определения интервалов заколонных перетоков жидкости по данным геофизических исследований скважин. Приведены результаты расчетов распределения концентрации изотопов по длине канала заколонного перетока, зависимость концентрации изотопов от времени, результаты интерпретации реальных промысловых данных исследования скважин.*

Одной из важных задач контроля разработки нефтяных месторождений является определение интервалов затрубного движения жидкости. Для выявления интервалов заколонного перетока широко применяются в настоящее время методы термометрии, шумометрии, а также методы, основанные на закачке индикаторной жидкости, например жидкости, активированной радиоактивными изотопами и т.д. Однако известные методы не являются универсальными, имеют определенные ограничения и не дают количественную оценку дебита заколонного перетока.

Как известно, при притоке пластовых вод и в процессе длительной закачки сточных вод в продуктивные горизонты образуются аномалии, связанные с радиогеохимическим эффектом (РГЭ). В связи с этим, задача обнаружения заколонного перетока жидкости может быть решена замерах естественной радиоактивности в процессе эксплуатации скважины. При замере естественной радиоактивности наличие перетока жидкости проявляется в повышении интенсивности гамма-излучения в заколонном пространстве от пласта - источника обводнения до интервала перфорации. При этом величина и распределение гамма аномалии по пути движения жидкости имеет различный характер.

Анализ промысловых материалов показывает, что в характере распределения интенсивности гамма-излучения радиогеохимического эффекта при наличии заколонных перетоков наблюдаются случаи как монотонного уменьшения, увеличения, так и хаотичного изменения интенсивности гамма-излучения по направлению движения жидкости в интервале заколонного перетока от пласта-источника обводнения к продуктивному пласту. Такой характер в распределении интенсивности может быть обусловлен различными причинами:

неоднородностью качества цементирования скважины, наличие каналов и трещин различного диаметра, осаждением радиоактивной соли на колонне. Однако в большинстве случаев наблюдается увеличение интенсивности гамма-излучения

Принимая во внимание то, что интенсивность гамма-излучения обусловлена накоплением изотопов в интервале заколонного перетока только за счет адсорбции, рассмотрим особенности в распределении концентрации изотопов. Система уравнений, описывающая данный процесс, имеет вид:

$$\frac{\partial(C + a)}{\partial t} + v(x) \frac{\partial C}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial a}{\partial t} = \gamma(x)C - \beta a,$$

где  $C$  – концентрация изотопа,  $a$  – концентрация адсорбированного вещества;  $v(x)$  – распределение скорости по длине канала;  $\gamma(x)$  – распределение по длине канала коэффициента адсорбции,  $\beta$  – коэффициент десорбции.

Как показывают многовариантные расчеты, вид распределения концентрации изотопа (монотонно возрастающий или убывающий) не зависит от распределения скорости по длине канала (убывающая или нарастающая скорость (рис. 1а)). Повышение количества адсорбированного изотопа возможно только при увеличении по длине канала коэффициента адсорбции (рис. 1б), что может быть связано с увеличением площади адсорбирующего вещества, а, следовательно, развитием микротрещин в цементе. Величина аномалии гамма-каротажа в заколонном пространстве увеличивается пропорционально объему протекающей жидкости, до установления стационарного значения концентрации изотопа. В среднем это время составляет 1-2 месяца (рис. 2).

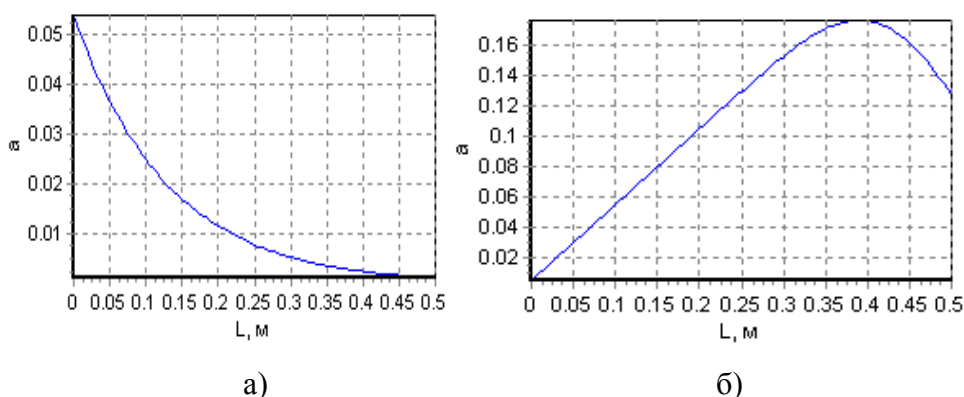


Рисунок 1. Распределение концентрации адсорбированного изотопа по длине канала заколонного перетока: а-постоянный коэффициент адсорбции, б-возрастающий по длине коэффициент адсорбции

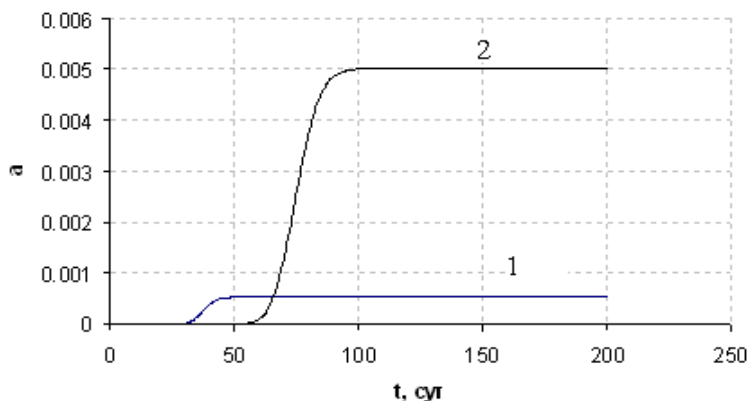


Рисунок 2. Зависимость концентрации адсорбированного изотопа в заколонном пространстве от времени. Шифр кривых: 1-  $\frac{\gamma}{\beta} = 0.1$ ; 2 -  $\frac{\gamma}{\beta} = 1$

Ниже на рис. 3 и 4 приведены результаты промысловых исследований по выявлению интервалов заколонного перетока жидкости комплексом геофизических методов исследования скважин. В данных примерах по пути движения жидкости в заколонном пространстве наблюдается либо уменьшение интенсивности гамма излучения (рис. 3), либо повышение (рис.4).

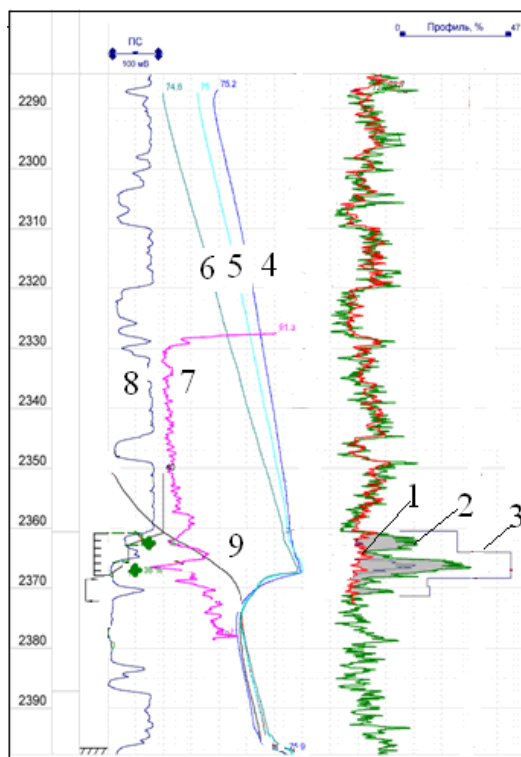


Рисунок 3. Результаты исследований скважины №1:

1-фоновая ГК, 2- ГК повтор, 3- профиль по РГЭ, 4- термометрия после 1-разрядки, 5- 2-разрядка, 6- 3- разрядка, 7- СТИ, 8- ПС, 9- фоновая термограмма

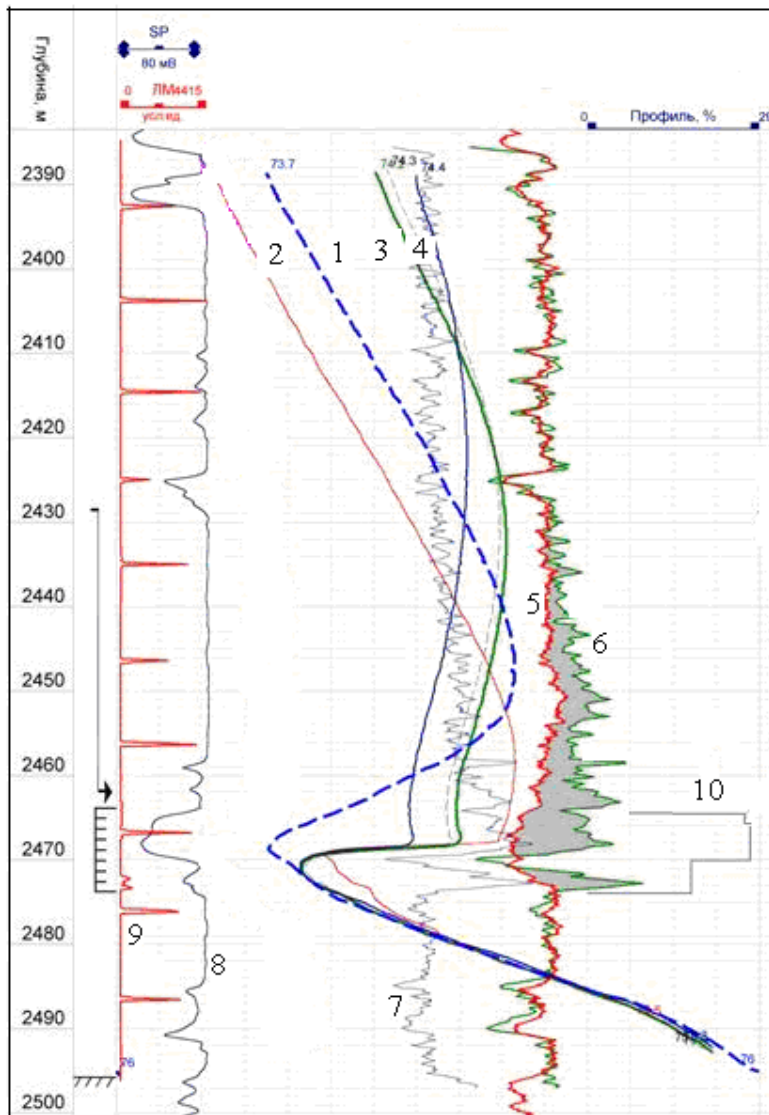


Рисунок 4. Результаты исследований скважины №2

Шифр кривых: серия термограмм, 1 - фоновая, 2 - при работе компрессора, 3 - через 1 час после стравливания, 4 - через 2 час, 5 - фоновый ГК, 6 - повторный ГК, 7 - разностная ГК, 8 - кривая ПС, 9 - локатор муфт, 10 - профиль притока по РГЭ

В скважине №1 целью исследования было определение технического состояния эксплуатационной колонны, профиля притока и источника обводнения при компрессорном опробовании скважины. Проведен следующий комплекс методов: серия термограмм при разных режимах работы скважины, термоиндикатор притока, непрерывная расходометрия, точечная расходометрия, гамма-картаж. Используются замеры открытого ствола: метод ПС, фоновый замер ГК. По кривым ГК фонового и повторного наблюдается РГА в интервале 2361-2371 м. Характер распределения интенсивности по пути движения жидкости

в интервале заколонного перетока – убывающая. Работающие интервалы по термометрии и СТИ отмечаются на глубине 2361,0 - 2363,0 м, 2365,5 – 2368,0 м. По разностной ГК построен профиль притока. По профилю видно, что работают два интервала, которые отмечаются по термометрии, РГТ и СТИ. В интервале 2368 – 2371 м. наблюдается заколонный переток. Это можно определить по расхождению серии термограмм и по РГА.

Следующий пример по скважине №2 характеризует случай увеличения гамма-аномалии в интервале заколонного перетока по пути движения жидкости. Целью исследования было определение технического состояния эксплуатационной колонны, профиля притока и источника обводнения при опробовании скважины компрессором. Проведен следующий комплекс методов: серия термограмм при разных режимах работы скважины, гамма-каротаж. Использованы замеры открытого ствола: метод ПС, фоновый замер ГК. По кривым ГК фонового и повторного замеров наблюдается радиогеохимическая аномалия в интервале 2427-2474 м. Работающие интервалы отмечаются на глубине 2464,0 — 2469,0 м. В интервале 2427 – 2464 м радиогеохимическая аномалия связана с заколонным перетоком сверху, что подтверждается и данными термометрии по изменению градиента температуры после стравливания и калориметрии в кровле работающего пласта. Анализ величины интенсивности гамма-каротажа в интервале заколонного перетока и пласта показывает, что наблюдается линейная зависимость роста показаний гамма-каротажа по пути заколонного перетока. По результатам обработки кривых гамма-каротажа построен профиль притока. Видно, что основной объем жидкости поступает из интервала 2464,0 – 2469,0 м, при этом на долю интервала заколонного перетока приходится 55% зарегистрированной аномалии РГЭ, остальная часть приурочена интервалу пласта. Опираясь на результаты теоретических исследований о пропорциональности величины зарегистрированной аномалии РГЭ количеству прошедшей жидкости, по данным скважины №2 55% зарегистрированной аномалии РГЭ по заколонному перетоку соответствует поступлению воды с интенсивностью 33 м<sup>3</sup>/сут при дебите скважины 60 м<sup>3</sup>/сут.

Таким образом, как показывают расчеты и промысловые данные на начальной стадии накопления радионуклида в призабойной зоне скважин,

величина интенсивности гамма-аномалии практически пропорциональна объему протекающей жидкости. Характер распределения интенсивности гамма-излучения по пути движения жидкости в интервале заколонного перетока свидетельствует о нарушении качества цемента, наличии каналов перетока жидкости (убывающая интенсивность гамма-излучения по пути движения жидкости) или микротрещин (возрастающая интенсивность гамма-излучения).

### Литература

1. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А., Африкян А.Н. Промысловая геофизика. М.:Недра, 1986. -с.342.
2. Алексеев В.В., Готтих Р.П., Воробьева В.А. Закономерности в распределении радиоактивных элементов и естественного гамма-поля нефтегазоносных областей, М.: Недра, 1968.
3. Хуснуллин М.Х. «Геофизические методы контроля разработки нефтяных пластов». М: Недра, 1989.