

Д.Н. ЮРЧЕНКО

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН РАДОНЫМ ИНДИКАТОРОМ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
dima-041293@tut.by*

В статье рассматривается методика исследования скважин радоновым индикатором, разработанного в Республике Беларусь, и использующееся на площадях Припятского прогиба.

Радоновый индикаторный метод исследования скважин – один из промышленно-геофизических методов, в основу которого положены гамма – каротажные наблюдения за распределением по стволу скважины и в околоскважинной зоне радиоактивного газа радона – ^{222}Rn , растворенного в жидкости при его закачке в перфорированные интервалы.

Эволюция радона приводит к появлению короткоживущих и незначительного количества долгоживущих продуктов распада. При распаде радона образуются гамма-излучение дочерних продуктов: короткоживущие ^{214}Pb ($T_{1/2} = 26,8$ мин), ^{214}Bi ($T_{1/2} = 19,7$ мин) и долгоживущие – ^{210}Pb ($T_{1/2} = 21,4$ лет), ^{210}Po ($T_{1/2} = 138,3$ сут.). Основными гамма-излучающими элементами являются короткоживущие продукты распада.

Радон практически не адсорбируется горными породами и оборудованием скважины. Он растворяется в жидкостях, содержащих органические вещества лучше, чем в воде. Способность радона растворяться – основа простых способов введения его в скважины. Использование жидких носителей радона позволяет создать радиационно-безопасные условия для работы.

Стареющий фонд скважин, рост обводненности продукции, требуют повышенного внимания к исследованиям по контролю за разработкой месторождений.

Крупные месторождения в РБ относятся к «старым» месторождениям и находятся в поздней стадии разработки, из этого вытекают и трудности добычи нефти: *во-первых*, скважины, находящиеся в эксплуатации, физически изношены и требуют постоянного контроля за состоянием эксплуатационных колонн, подземного оборудования и работающих пластов; *во-вторых*, вследствие контурного, внутриконтурного и очагового заводнения повысилась обводненность продукта; *в-третьих*, так как нагнетательные скважины работают при высоком давлении на устье, велика вероятность нарушения эксплуатационных колонн и попадания нагнетаемых сточных соленых вод в верхние горизонты пресной питьевой воды, а также прорыва очагов обводнения в добывающие скважины и, тем самым, приводя к полному обводнению добываемой продукции.

Исходя из вышеизложенного, в настоящий момент необходимо как можно чаще проводить исследования эксплуатационных скважин с целью определения технического состояния колонн, определения мест заколонного движения жидкости в неперфорированных пластах, определения мест нарушений и выявление мест заколонных потоков жидкости из перфорированных пластов в выше- или нижележащие пласты.

Для наблюдения за пространственно-временным распределением радонового индикатора в исследуемом интервале проводят, как правило, непрерывную регистрацию в ходе шама каротажа (ГК) интенсивности γ -излучения – J в стволе скважины (или в колонне). Дополнительные данные о распределении радона в скважине могут дать измерения γ -активности закачиваемой или выходящей жидкости.

Гамма-активность жидкости регистрируют, разместив γ -каротажный прибор на расстоянии 5–10 см от нагнетательной линии или желобе.

Все замеры ГК выполняют стандартными скважинными приборами, градуированными в единицах мощности экспозиционной дозы (А/кг). Для градуирования используют твердые радиевые эталоны второго разряда, аттестованные по массе радия. Градуирование проводят с помощью мерной линейки, подвешенной на высоте 2,2 м. Режим γ -измерений (скорость перемещения прибора в скважине, постоянную интегрирующей ячейки, диапазон регистрации и масштаб записи интенсивности J) выбирают с учетом ширины и амплитуды ожидаемых γ -аномалий, а также требования «Технической инструкции по проведению геофизических исследований в скважинах». Учитывая небольшую продолжительность жизни радона и возможность сдвига равновесия между ним и дочерними короткоживущими продуктами распада в процессе ГК фиксируют время начала и окончания каждой записи интенсивности γ -излучения (дату, ч-мин).

При проведении серии γ -каротажных замеров, согласованных во времени с воздействием на индикаторную жидкость (закачивание-замер, продавливание-замер), регистрацию интенсивности (J) начинают с отметки глубин, которая ниже интервала вероятного распределения радонового индикатора. Замеры ГК проводят до тех пор, пока не перестанет существенно изменяться, местоположение локальных аномалий и не уменьшится их амплитуда минимум в 3–5раз. Последний замер выполняют не раньше, чем через 2–3 ч после воздействия на индикаторную жидкость.

До начала определения профиля приемистости нагнетательных скважин проводят фоновый ГК. Это необходимо даже в тех случаях, когда естественная γ -активность ($J_{\text{ф}}$) была зарегистрирована ранее, так как в некоторых интервалах возможно проявление интенсивных радиогеохимических эффектов, сформировавшихся после регистрации.

Для контроля стабильности работы гамма-каротажной аппаратуры проводят повторную запись интенсивности в интервалах, где после введения радона в скважину зарегистрированы значения J , близкие к фоновым. Повторные записи параметра J проводят так же для подтверждения наличия локальных γ -аномалий радоновой

природы и характера изменения их амплитуды во времени в интервалах, в которых зарегистрированы максимальные значения гамма-поля.

Для выделения проницаемых пластов в ходе строительства скважин используют разные способы активирования радоном перспективных отложений: бурение с применением меченого радоном бурового раствора; продавливание радонового индикатора в поры и трещины пород; закачивание активированного радоном бурового раствора в исследуемый интервал перед спуском обсадной колонны; перфорация колонны при наличии в ней радоновой жидкости.

Активирование пород радоном в процессе бурения перспективного интервала проводят только в тех случаях, когда ожидаются затруднения в выделении коллекторов другими геофизическими методами и возможна закупорка эффективных пор, так как для этого необходимы большое количество радона ($> 50\text{--}100$ мг) и строгий контроль за соблюдением требований радиационной гигиены, поскольку при циркуляции бурового раствора часть радона (10–30 % в течении одного цикла) мигрирует в атмосферу. Для активирования проницаемых пластов радоном в процессе бурения в приемные емкости буровых насосов вводят такое количество растворенного радона, при котором средняя концентрация радона в циркулирующем растворе составит 1 мг/л. После снижения средней концентрации радона в 2–3 раза (о чем судят по данным регистрации γ -активности) вводят новые порции растворенного радона. Перед окончанием бурения изучаемого интервала или перед сменой долота новых порций радона не добавляют в течение двух-трех циклов циркуляции. При окончании бурения в интервал закачивают нерадиоактивный буровой раствор, поднимают бурильный инструмент и проводят комплекс промыслово-геофизических исследований, который начинают и заканчивают, γ -каротажем.

Продавливание радонового индикатора в поры и трещины пород. По окончании бурения перспективного интервала (толщиной 20–300 м) и его промывки в призабойную зону скважины вводят заранее приготовленный активированный раствор концентрацией радона 3 мг/л. Объем раствора должен быть в 2–3 раза больше объема скважины в интервале исследования. После введения индикатора проводят ГК-распределения и создают в целях продавливания активированной жидкости репрессию на пласт (3–5 мПа), которая должна быть меньше гидродинамического давления при спуске бурильных труб. Необходимый перепад давления обычно создают путем расхаживания бурильного инструмента в течение 1–3 ч. Сразу после расхаживания инструмента проводят повторный ГК-распределения. Затем бурильный инструмент спускают до забоя и в процессе промывки скважины трех-пятикратным объемом нерадиоактивного раствора вытесняют активированную жидкость из призабойной зоны. По завершении промывки бурильный инструмент поднимают и выполняют комплекс промыслово-геофизических исследований который начинают и заканчивают гамма-каротажем. В случае регистрации четких локальных γ -аномалий дополнительно проводят в течение 3–24 ч временные замеры ГК.

Для этого в емкостях цементировочных агрегатов готовят радоновый индикатор равномерной концентрации (3 мг/л) радона в объеме, в 1,5–2 раза большем объема скважины в исследуемом интервале. По плотности и реологическим параметрам индикатор не должен отличаться от раствора в скважине. Индикатор продавливают нерадиоактивной жидкостью по бурильным трубам, тщательно контролируя по мерной емкости общий объем закачиваемой жидкости так как ГК-распределения при этом, как правило, не проводят. По завершении спуска обсадной колонны скважину промывают. В ходе промывки ведут измерения гамма-активности и объемной скорости выходящей из скважины жидкости в целях оценки положения индикатора после спуска колонны.

Гамма-каротаж проводят в исследуемом интервале со скоростью 100 м/ч (не менее 2 раз), а выше него – 300 м/ч. Во внутриколонное пространство, которое по протяженности более чем в три раза больше перфорируемого интервала, вводят 3–20 г

растворенного радона. С помощью ГК контролируют распределение индикатора по стволу скважины. Затем интервал перфорируют и со скоростью 100 м/ч проводят повторный ГК-распределение для выявления на высоком фоне локальных гамма-аномалий.

Исследование завершает индикаторный гамма-каротаж, который проводят после промывки перфорированного интервала нерадиоактивной жидкостью (трех-пятикратным объемом). Если повторным ГК-распределения зарегистрированы четкие аномалии, то дополнительно проводят временные замеры гамма-каротажа. Такие замеры можно проводить также после промывки скважины или в ходе операции каротаж-испытание каротажа.

Список литературы

1 Проблемы освоения ресурсов нефти и газа Беларуси и пути их решения: отчет БелНИПИнефть РУП «ПО Белоруснефть». – Гомель, 2015 – 57 с.

2 Инженерно-технологическое сопровождение буровых работ с использованием новых технологий и техники при строительстве скважин: отчёт о НИР. – Гомель, 2012. – 103 с.

3 Положение об организации работ по охране труда и промышленной безопасности в РУП ПО «Белоруснефть». – Гомель, 2003. – 91 с.

4 Соколовский, Э.В. Индикаторные методы исследования нефтегазоносных пластов / Э.В. Соколовский [и др.]. – М.: Недра, 1986. –157 с.

5 Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах. – М.: Недра, 1985. – 146 с.

D.N. YURCHENKO

GENERAL INFORMATION AND METHODS OF RESEARCH OF WELLS RADON INDICATOR

Abstract: the article discusses methods of research of wells radon indicator developed in the Republic of Belarus, and used on the areas of the Pripyat trough.