

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Иванова Юрия Владимировича

«Определение газонасыщенности коллекторов в прискважинной зоне газовых скважин по комплексу разноглубинных нейтронных методов», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10. – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Актуальность темы

Актуальность выбранной автором диссертации темы не вызывает сомнений. Основные базовые месторождения нефти и газа, а также подземные хранилища находятся в эксплуатации более 40 лет. Естественно, обостряются вопросы контроля выработки залежей и целостности подземных резервуаров хранения.

Есть широкий спектр геофизических методов для решения этих задач в открытом стволе и в обсаженных скважинах, заполненных промывочной жидкостью или жидкостью глушения – радиоактивных, акустических, электромагнитных. Среди них особое место занимают исследования разноглубинными модификациями нейтронных методов, реализованных на базе единой зондовой установки, в комплексе трёхзондовой модификации СНГК (ЗСНГК) и двухзондовой модификации ННК (2ННК). Их преимуществом является то, что исследования могут производиться в работающих газовых скважинах через шлюзовое оборудование, при этом наличие насосно-компрессорных труб (НКТ), и многоколонных конструкций при газовом заполнении трубного пространства также не является помехой.

В настоящее время остро стоит задача обоснованного количественного определения коэффициента газонасыщенности продуктивных отложений без глушения скважины, особенно на газовых месторождениях, находящихся на поздней стадии разработки. Представленная автором методика, по существу, направленная на решение данной задачи, является актуальной.

Общая характеристика работы и публикации

Диссертация Иванова Ю.В. состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 99 наименований. Работа автора производит хорошее впечатление, и характеризует его как грамотного специалиста.

В первой главе описано современное состояние технологии определения газонасыщенности по данным стационарных нейтронных методов, рассмотрены достоинства и недостатки различных модификаций методики двух опорных пластов, методики «главной огибающей» и имитационного моделирования. Несмотря на эффективность при контроле эксплуатации месторождений и ПХГ, общими недостатками этих методик являются отсутствие учета содержания глинистого материала по разрезу и сильное влияние ближней зоны – скважины и обсадки. Использование спектрометрических нейтронных методов позволяет устранить эти недостатки, однако для них отсутствует надежный, связанный с пористостью пород аналитический параметр, вычисляемый при обработке спектров ГИРЗ.

Во второй главе автор обобщил физико-геологические и технические условия применения нейтронного каротажа в газовых скважинах месторождений и ПХГ. Из-за относительно небольшой глубинности нейтронных методов техногенное воздействие на пласт, проявляемое в формировании зоны проникновения, оказывает сильное влияние на показания, устранить которое позволяет применение многозондовых измерительных установок.

Третья глава посвящена математическому и натурному моделированию связей между газонасыщенностью и измеряемыми нейтронным каротажем параметрами. Теоретический анализ влияния различных факторов геолого-технических условий позволил выделить такие аналитические параметры ННК и СНГК, которые обладают повышенной чувствительностью к насыщению пласта на разных расстояниях от оси скважины, и названные функциями насыщения и нейтронной пористости. Высокая информативность этих параметров была подтверждена результатами измерений на моделях пластов

различной пористости, литологии, флюидонасыщения и при различных вариантах заполнения ствола скважины.

В четвертой главе подробно рассмотрена аппаратура, реализующая многозондовую модификацию комплекса разноглубинных методов ННК, СНГК, СГК. Преимуществом такого комплекса является сопряжение во времени и пространстве всех измерений и возможность оценки параметров пласта на разных расстояниях от оси скважины. Данная аппаратура метрологически обеспечена и прошла аттестацию в метрологическом центре.

Пятая глава посвящена разработке методики оценки насыщения пластов по данным измерений комплексом разноглубинных стационарных нейтронных методов. Алгоритм интерпретации позволяет на основе анализа вычисленных функций насыщения и пористости оценить характер насыщения коллектора, вычислить коэффициент газонасыщенности и объемную газонасыщенность. Методика включает в себя три ступени: кросс-плотный анализ исходных данных, позволяющий выделить в разрезе пласты-коллекторы; нормализация кривых насыщения и плотности в водонасыщенных интервалах, позволяющая оценить характер насыщения коллектора и тип порового флюида; и определение коэффициента газонасыщенности по аналитическим зависимостям с опорным газонасыщенным и водонасыщенным пластами.

Основные положения диссертации отражены в автореферате, а также в 11 печатных работах, в том числе в 8 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК.

Научная новизна

1. Предложены аналитические параметры – функция насыщения и функция плотности, определяемые по измеряемым параметрам нейтрон-нейтронного и спектрометрического нейтрон-гамма каротажа, обладающие высокой чувствительностью к насыщению коллектора в различных геолого-технических условиях газовых скважин.

2. Разработана и научно обоснована технология зондирования газовых скважин с целью определения коэффициента газонасыщенности на различном удалении от стенки скважины, на основании изменения которого в радиальном

направлении происходит выделение коллектора и оценка характера его насыщения.

3. Определены критерии диагностики прискважинной зоны по изменению коэффициента газонасыщенности и объемной газонасыщенности в радиальном направлении с целью выделения нетрадиционных коллекторов и оценки характера их насыщения.

Практическая значимость

Практическая значимость результатов диссертационной работы связана с повышением эффективности доразведки и разработки газовых месторождений и ПХГ за счет повышения информативности исследований эксплуатационных газовых скважин без вывода их из эксплуатации.

Разработанная автором методика позволяет выделять коллекторы, в т.ч. нетрадиционные, оценивать характер их насыщения как на качественном, так и на количественном уровне. Достоверная информация о газонасыщенности пласта позволяет принимать адекватные управленческие решения о дальнейшей его эксплуатации.

Внедрение авторской методики особо востребовано при планировании геолого-технических мероприятий по повышению производительности газовых скважин и планированию адресного капитального ремонта.

Обоснование информативности методики позволяет рекомендовать данный вид мониторинга для широкого внедрения на месторождениях и ПХГ со скважинами старого фонда.

Обоснованность результатов диссертации

Достоверность основных положений подтверждается теоретическими расчетами, натурным моделированием, сравнением результатов интерпретации комплекса ЗСНГК и 2ННК с результатами интерпретации альтернативных комплексов ГИС и результатами испытаний выделенных пластов. Подтверждаемость результатов интерпретации находится на уровне 90%.

Представленные результаты прошли обсуждение на 6 российских и 1 зарубежной конференциях.

Соответствие специальности 25.00.10

Рассматриваемая диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 25.00.10 (технические науки): пункт 14 – «Методы обработки и интерпретации результатов измерения геофизических полей»; пункт 24 – «Контроль разработки месторождений полезных ископаемых по данным наземных и скважинных геофизических исследований».

Замечания по работе

1. Нечетко описано, как в представленной методике используются данные математического моделирования. Послужили ли они основой для формирования аналитических зависимостей для оценки газонасыщения коллектора?

2. При математическом моделировании рассматривается метод НГК без указания порога энергии ГИРЗ, для которой произведены расчёты. Порог регистрации спектра ГИРЗ во многом определяет радиус исследований и чувствительность метода к газонасыщенности.

3. Литологические модели разрезов обсаженных газовых скважин сильно упрощены и построение их невозможно без привлечения ГИС открытого ствола.

4. Каким образом при кросс-плотном анализе результатов измерений комплексом разноглубинных методов определяются нормировочные коэффициенты при расчете функций характера насыщения водонасыщенного пласта $F(dd_пв)$ и параметра насыщения $P(dd_пв)$, являющихся основой всей методики дальнейшей интерпретации. Какие геолого-технические условия в скважине при этом учитываются и каким образом.

5. Можно ли понимать, для расчета коэффициента газонасыщенности по формуле 5.5 требуется наличие в исследуемом разрезе лишь опорного водонасыщенного пласта, в то время, как аналогичная ей формула 5.4 требует наличия двух опорных пластов – водонасыщенного и газонасыщенного. Какие накладываются ограничения на расчет K_g в первом случае (с одним опорным

пластом) и во втором (с двумя)? Можно ли обобщить две эти формулы, выбрав вариант с использованием минимального количества априорной информации?

6. Неясно, в чем отличия между палетками для оценки коэффициента газонасыщенности, представленными на рис. 5.3 и 5.4. В обоих случаях по обоим осям отложены одинаковые значения функции пористости (по оси абсцисс) и функции насыщения (по оси ординат). При этом утверждается, что в первом случае области со значениями $K_g < 50\%$ соответствуют обводненным коллекторам, в то время, как во втором – насыщенным газоконденсатом и нефтью.

Оценка работы в целом

Диссертация Иванова Ю.В. в целом является законченной научно-исследовательской работой, посвященной решению актуальной задачи оценки характера насыщения коллекторов комплексом разноглубинных нейтронных методов в эксплуатационных газовых скважинах. Научная новизна и практическая значимость полученных результатов не вызывает сомнений. Выводы, полученные автором в рамках диссертационной работы, обоснованы и подтверждаются большим количеством производственных примеров. На предлагаемую автором методику получен патент РФ. Личный вклад автора заключается в анализе, обработке, обобщении результатов теоретических и экспериментальных работ, промыслово-геофизической интерпретации, что также позволяет отметить высокую квалификацию Иванова Ю.В. и характеризует его как сложившегося специалиста в области контроля разработки газовых месторождений и ПХГ. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Перечисленные замечания не снижают высокий научный уровень работы и практическую значимость полученных автором результатов.

Исходя из выше сказанного, считаю, что диссертация Иванова Юрия Владимировича «Определение газонасыщенности коллекторов в прискважинной зоне газовых скважин по комплексу разноглубинных нейтронных методов» отвечает всем требованиям п. 9 Положения ВАК

Российской Федерации "О порядке присуждения ученых степеней", а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 "Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых".

Начальник отдела экспертно-методического
сопровождения геофизической деятельности
Геолого-геофизического управления
ООО «Газпром георесурс»,
доктор технических наук



Бабкин И.В.

Подпись И.В. Бабкина заверяю.

Начальник отдела



О.В. Федеренко

ООО «Газпром георесурс»,
117149, г. Москва, ул. Болотниковская, д. 18, корп.2,
т. 8(495)775-95-74,
e-mail: I.Babkin@gazpromgeofizika.ru