

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Пермякова В. С. «Методика оперативного контроля за обводнением газовых и газоконденсатных скважин по непрерывному измерению электрического сопротивления попутной жидкости (на примере отложений верхнего и нижнего мела Западной Сибири)» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика

Одной из актуальных проблем эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений является проблема борьбы с обводнением пластов и скважин.

На начальной стадии разработки газовых месторождений чаще всего отмечается только конденсационная вода. Однако через какое-то время вместе с газом на поверхность поднимается пластовая вода.

Преждевременное обводнение пластов и скважин приводит к существенному снижению текущей добычи газа и конечной газоотдачи (защемление газа водой), к большим экономическим потерям, связанным с капитальным ремонтом скважин, утилизацией значительных объёмов попутной воды, необходимостью ввода в разработку новых месторождений для компенсации недоборов газа.

Западная Сибирь – ключевой регион России по добыче газа, на него приходится более 80% российской добычи газа. Между тем крупнейшие газовые месторождения находятся в стадии падающей добычи.

Всё это делает задачу своевременной диагностики обводнения скважин и типа воды актуальной и востребованной. Именно эта задача и рассмотрена в диссертационной работе.

Реально проблема обводнения скважин очень многофакторная. Даже простой анализ возможных причин обводнения требует специального сообщения.

Отметим проблемы, которые возникают при решении такой задачи. Чтобы правильно определить места проникновения вод в скважины, требуются гидрохимическая изученность всего разреза, знание гидрогеологических показателей отдельных горизонтов, изученность свойств вод эксплуатируемых горизонтов и распределения их по площади. Если воды разных горизонтов мало отличаются друг от друга, то это усложнит определение движения подземных вод внутри пласта. Иногда появление в скважине вод необычного состава объясняется подтоком из отдельных частей эксплуатируемого пласта, где гидрохимические показатели могут быть различными.

То есть, вопросы генезиса всегда играли существенную роль в контроле за обводнением. Другой важнейший вопрос – вопрос оперативности контроля. Методы, которые для этого использовались зачастую сводились к некоторой оптимизации перечня гидрохимических показателей.

В частности, на уникальном по запасам Уренгойском нефтегазоконденсатном месторождении (НГКМ) длительность промышленной разработки и высокая степень выработки запасов привели к возникновению ряда проблем, в том числе к

интенсивному избирательному и очаговому обводнению залежей. Схема повышения оперативности диагностики генетической принадлежности вод свелась к выбору конкретные наиболее информативные, с точки зрения создателей, гидрохимических показателей, к числу которых были отнесены хлор-бромный, сульфат-хлорный, натрий-хлорный, кальций-натриевый коэффициенты и др.

Даже в этом случае, как видим, повышение оперативности сводится исключительно к методам гидрохимического контроля со всеми их недостатками, отмеченными и в диссертации (низкая частота исследований, длительная доставка проб в лабораторию и пр.)

Кроме того, контроль за обводнением скважин гидрохимическими не автоматизирован, что естественно затрудняет внедрение современных технологий автоматизированного анализа данных.

На исправление этой ситуации направлена рассматриваемая диссертационная работа, в которой предложено повышать оперативность и информативность контроля обводнения скважин за счет привлечения параметров, отличных от гидрохимических, что и сформулировано в защищаемом результате, выдвинутым Пермяковым - методике оперативного непрерывного контроля обводнения газовых и газоконденсатных скважин, основанная на:

- измерении электрического сопротивления и температуры жидкости в газожидкостном потоке, позволяющая определять удельную электрическую проводимость, минерализацию и диагностировать генетический профиль попутной воды не содержащей техногенных растворов;
- применении резистивного датчика, расположенного в углублении на нижней образующей горизонтального трубопровода, в том числе при объёмной доле механических примесей в попутной жидкости до 10% и жидких углеводородов до 72%.

Это существенно отличает предлагаемую методику от существующих способов контроля, опирающихся на лабораторном изучении сугубо гидрохимических показателей.

Рассмотрим подробнее насколько автору удалось обосновать и реализовать сформулированный научный результат или, иными словами, - методику оперативного контроля

Заметим, что создание такой методики потребовало расширения и улучшения схем количественной интерпретации данных и модельных баз.

В данном случае это прежде всего касалось использования электропроводности. Широко известна связь проводимости с минерализацией, но проблема генезиса гораздо сложнее и не ограничивается простыми данными о минерализации.

Так, результаты гидрохимического анализа проб жидкостей со скважин в процессе гидрохимического контроля за их обводнением свидетельствуют о том, что вследствие генетических и техногенных причин по многим скважинам наблюдается

изменение во времени компонентного состава и минерализации воды как в сторону увеличения, так и уменьшения.

Однако, автору диссертации удалось реализовать схему непрерывного определения генетического профиля попутной воды на основе изучения её электрической проводимости.

Достигнуто это было за счёт использования дополнительным параметров, связанных с температурой жидкости и информацией о применяемых на скважине технических растворов при выполнении геолого-технических мероприятий (ГТМ), что позволяет выделить попутную воду, представляющую собой однокомпонентную конденсационную воду и двухкомпонентную смесь конденсационно-пластовой воды и двух- и трёхкомпонентные смеси с техногенной водой. И, что немаловажно, выделять пробы, представленные конденсационно-пластовой водой, по появлению которой на ранних этапах фиксируется обводнение скважин и участков залежи газа пластовой водой.

Подключение дополнительных параметров — это только часть решения. Как уже отмечалось процесс, протекающий при возникновении различных смесей, достаточно сложен. В диссертации подробно проанализированы возможные особенности таких смесей, обусловленные различными вариантами техногенной воды и её ионного состава, а также их связь с минерализацией. В результате анализа получены расчетные формулы позволяющие давать реальные оценки для диагностики попутной воды.

Здесь хотелось бы отметить следующее. Автор очень тщательно подходит к обоснованию всех выдвигаемых положений. В данном случае, рассматривая схему использования проводимости и успешного ее применения (что для диссертационной работы было бы вполне достаточно), он подробно останавливается на возможных альтернативах этой схемы - использовании метода ЯМР релаксометрии, потенциометрии и диэлькометрического метода. Показывая, что эти методы не являются оптимальным способом решения проблемы контроля обводнения.

Это же относится к экспериментальному подтверждению эффективности предлагаемой методики и сравнение полученных результатов с традиционными результатами гидрохимического анализа (ГХА) пробы воды, и другие методики диагностики, основанные на концентрации ионов в пробе и их отношениях – генетических коэффициентах. В частности, для уточнения ионного состава «чистой» попутной воды по фондовым материалам ООО "Газпром добыча Надым" выполнена переобработка результатов ГХА по всем месторождениям за период 2014-2016 гг. (более 10000 проб).

Именно большое количество экспериментальных результатов и их анализ позволили сделать вывод о том, что диагностика по минерализации позволяет с высокой степенью достоверности диагностировать, до 75% от общего количества проб, что сопоставимо с аналогичными показателями для действующей методики ИПНГ РАН, что позволяет полностью обосновать первую часть зачищаемого результата.

Вторая часть защищаемого результата касается технического и инструментального обеспечения методики и связана прежде всего со схемой использования поточного резистивного датчика. Собственно, сам датчик и экспериментальный стенд был создан А.К. Манштейном (ИНГГ СО РАН), но большое количество экспериментальных исследований проведённое в том числе с участием соискателя, проведённые в диссертации, позволило определить технические условия применения резистивного датчика и пробоуловителя (положение датчика на нижней образующей горизонтального трубопровода, требования к потоку жидкости) и оптимизировать методику работы с таким датчиком, что, собственно, и дало возможность реализовать методику непрерывного получения данных о проводимости. Здесь также следует отметить тщательность подготовки и проведения диссертантом экспериментов, которые потребовали в том числе и чисто технических решений.

Немаловажным результатом работы, с точки зрения оппонента, является получение по материалам исследований двух патентов по методикам диагностики попутной воды. Хотя они напрямую и не связаны с защищаемым результатом, но подтверждают новизну решений, рассматриваемых соискателем на пути к поставленной цели и придают защищаемой методике новое качество.

Таким образом, можно сделать вывод о полной обоснованности защищаемого результата, реализованного в виде методики, которая не только прошла лабораторные испытания, но и подтвердила свою эффективность в полевых условиях.

С точки зрения оппонента, данную работу можно рассматривать как определенный этап в создании оптимального комплекса диагностики и снижения обводненности скважинной продукции. И представляет большой интерес оценить возможное место в этом комплексе предлагаемой методики. В связи с этим можно в качестве замечания сказать следующее. Процессы, протекающие в околоскважинном пространстве и связанные с формированием жидкостных смесей, в том числе с техногенными жидкостями, очевидно, описываются некоторой динамической системой, в общем случае с неизвестным количеством параметров. Среди этих параметров присутствует и минерализация (или электрическая проводимость жидкости), на изучении которой базируется предлагаемая методика. Полный анализ всего набора возможных параметров, совокупность которых позволит оптимальный диагностический комплекс - это предмет отдельного исследования. Но существуют известные способы, достаточно просто реализуемые, позволяющие сравнить рассмотренные параметры системы в определенном ключе. Например, факторный анализ параметров комплекса и реконструкция динамической системы, с целью выяснения, являются ли все измеряемые параметры следом воздействия динамической системы и достаточно ли этих параметров для прогноза. Считаю целесообразным применить данный подход при реализации поставленной диссертантом в заключении задачи – созданию надежных индикаторов техногенной воды.

Можно сделать мелкие редакционные замечания. Не все рисунки достаточно понятны без дополнительных пояснений. Например, рисунок 62, где показана - зависимость состава пробы от доли различных типов воды.

Встречаются редакционные неточности в тексте. Например, фраза на стр. 132 фраза: «Программой испытания является положительным результатом и позволяет на ранних этапах выявлять обводнение скважин и решает поставленную задачу по оперативному контролю за обводнением скважин».

Но это совершенно не снижает общего благоприятного впечатления о работе.

Несколько слов о структуре и оформлении диссертации. Диссертация состоит из введения; трёх глав, заключения, списка литературы. Общий объем диссертации 172 страницы, включая 19 таблиц, 76 рисунков и схем. Список использованной литературы содержит 148 наименований. Диссертация грамотно структурирована. Четко изложены обоснование и цель работы, решаемые задачи, пути решения и полученные результаты.

В целом, можно констатировать, что диссертация является законченным научным исследованием, в котором решена важная для теории и практики электрофизических исследований задача, связанная с обоснованием и реализацией нового подхода к повышению оперативности и качества диагностики попутной воды за счёт непрерывного измерения физико-химических параметров попутной жидкости непосредственно в точке отбора проб электрометрическими методами.

Все основные результаты диссертации изложены в 9 публикациях, из которых 3 статьи в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий РФ и международные базы цитирования Web of Science, Scopus, GeoRef, 2 патента РФ, 4 в материалах конференций Автореферат полностью отражает содержание работы.

Считаю, что работа соответствует уровню требований, предъявляемым к кандидатским диссертациям и соответствует «Положению о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, а ее автор Пермяков В.С. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 – геофизика.

Профессор Новосибирского государственного
технического университета (НГТУ),
630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20,
тел. (383)346 07 33
д.ф.-м.н., с.н.с.

В.В. Филатов