

В диссертационный совет Д 212.269.07 при
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»,
634050, Томск, пр. Ленина, 30
Учёному секретарю диссертационного совета

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу К.В.Бузанова «Исследование и совершенствование технологии безаварийного бурения интервалов под направления и кондукторы разведочных и эксплуатационных скважин на месторождениях Восточно-Сибирского региона (на примере Куломбинского нефтяного месторождения)», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.14 – Технология и техника геологоразведочных работ

1. Актуальность темы диссертации

Бурение с продувкой сжатым воздухом в «сухих» разрезах или с циркуляцией газожидкостных смесей (ГЖС) при наличии водопритоков известно многие десятилетия. Пик развития такого вида бурения приходится на середину – последнюю треть прошлого века, когда были созданы как теоретические основы, так и технико-технологические предпосылки его успешного использования. Но в конце девяностых годов прошлого века – в начале века нынешнего темпы и объёмы бурения с воздухом или с ГЖС резко сократились в связи с недостатком, в первую очередь, специализированной техники (компрессоров высокого давления, дожимных устройств, пеногенераторов и пеногасителей и т.п.) и обвального сокращения объёмов геологоразведочного бурения на твёрдые полезные ископаемые. Тем не менее в указанные выше годы опытные образцы и даже опытные партии специальной техники для бурения с облегчёнными очистными агентами (сжатым воздухом, пенами и ГЖС) были разработаны и успешно испытаны в разнообразных геолого-технических условиях, но промышленных масштабов внедрения такой техники и соответствующих технологий обеспечено не было в силу ряда объективных причин.

Обращение к этому виду бурения в настоящее время, хотя бы в относительно малых объёмах, следует приветствовать, ибо воздух повсеместен, не требует транспортных расходов, его свойства достаточно хорошо изучены и есть соответствующие технологии. Но требуется адаптация его технико-технологической базы к современным условиям.

Желание автора диссертации использовать сжатый воздух и ГЖС для проходки верхних интервалов нефтегазовых скважин для крепления и оборудования приустьевой зоны, посадки кондукторов и обсадной колонны для перекрытия интервалов поглощения бурового раствора в соответствующих горизонтах понятно и оправдано. Такая предваряющая основное бурение технология, на наш взгляд, является целесообразной и позволяющей снизить непроизводительное время на строительство скважины.

Несмотря на достаточно полное исследование процесса бурения с продувкой, актуальными остаются вопросы научно обоснованного подхода к определению эффективности выноса шлама с забоя буримой скважины, прогнозирования механической скорости бурения, её зависимости от давления на компрессоре, особенно при проходке верхних горизонтов нефтегазовых скважин, отличающихся повышенными значениями диаметров по сравнению со скважинами колонкового бурения.

При этом неплохо было бы показать соответствие диссертационной НИР планам научно-практических исследований по действующим целевым программам, что в значительной мере подчеркнуло бы актуальность темы диссертационной работы.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций определяется, в первую очередь, использованием в диссертационной работе значительного объёма исследовательского материала и современных методов его обработки и анализа, так как основу диссертации составляют многочисленные по количеству экспериментальные и аналитические исследования, выполненные лично соискателем или при его научном руководстве и непосредственном авторском участии.

Выводы в диссертационной работе базируются на фактических показателях опытного бурения на плановых производственных скважинах в сравнении с данными расчётов, полученных по методикам ряда авторов, разработанным как аналитически, так и эмпирически. Этим достигается объективность и обоснованность рекомендаций.

Обоснованность научных положений, полученных в диссертационной работе, характеризуется учётом имеющейся по данной проблеме опубликованных и фондовых материалов. Список использованных и цитируемых источников, на которые ссылается автор диссертации составляет 89 наименований. При этом анализ работ самого автора, опубликованных по материалам диссертационного исследования (17 наименований), свидетельствует о научной и практической ценности, несомненной востребованности его работ и существенном личном вкладе в развитие теории и практики разведочного и эксплуатационного бурения с применением сжатого воздуха и газожидкостных смесей в качестве очистных агентов.

3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, полученных в ходе работы автора над диссертацией, базируется на значительном объёме производственных и лабораторных исследований, современной методике их проведения и обработки результатов, положительном эффекте от внедрения разработанных рекомендаций, а также удовлетворительной сходимости расчётных данных с данными экспериментальных и опытно-промышленных испытаний при их необходимом для объективности результатов объёме.

В процессе выполнения диссертационной работы автором получены результаты, характеризующиеся научной новизной, теоретической и практической ценностью и значимостью. На наш взгляд как оппонента, к ним можно отнести:

1) установление взаимосвязи механической скорости бурения и расхода сжатого воздуха в циркуляционной системе скважины с целью обеспечения требуемой эффективности проходки приустьевых интервалов разведочных и эксплуатационных скважин;

2) разработку научно-практических основ регулирования рабочих характеристик компрессорного оборудования с целью недопущения пневморазрыва пластов буримых пород в приустьевой зоне и предотвращения поглощений бурового раствора при дальнейшей углубке скважины;

3) методику оценки степени влияния продуктов разрушения буримых пород (бурового шлама) в потоке сжатого воздуха при определении коэффициента аэродинамического сопротивления затрубного пространства;

4) получение эмпирической зависимости для расчёта предельной концентрации шлама в потоке сжатого воздуха как критерия безаварийности процесса бурения;

5) выбор технологических параметров режима бурения с продувкой воздухом или применением ГЖС в геолого-технических условиях Куюмбинского месторождения, обеспечивающих стабильный процесс углубки скважины без превышения критического давления воздуха на выходе из компрессора.

4. Значение выводов и рекомендаций диссертационной работы для науки и практики

Научная новизна и практическая значимость выводов и рекомендаций, полученных при выполнении автором диссертационной работы, раскрываются в представленных защищаемых положениях.

Первое защищаемое положение касается воздухообеспечения и выбора компрессорного оборудования для безаварийной проходки приустьевой зоны буровой скважины. Решение научной задачи при этом основывается на расчёте параметров циркуляционной системы скважины с учётом шероховатости затрубного пространства, для чего используется специально полученная зависимость для коэффициента аэродинамического сопротивления движению воздушного потока, насыщенного буровым шламом.

С этой целью были проанализированы существующие методики для определения указанного выше коэффициента аэродинамического сопротивления, учитывающие вид соединения бурильных труб (методика Б.Б.Кудряшова с коэффициентами Веймаута и Лобаева); двухфазность очистного агента (методика В.И.Марона с коэффициентами Ходановича и Альтштуля), а также эмпирическую методику Хейланда для условий бурения с непрерывным контролем давления в потоке сжатого воздуха.

Опытное бурение с продувкой плановых скважин показало, что наиболее отвечает геолого-техническим условиям Куюмбинского месторождения, где и проводились полевые эксперименты, методика Хейланда: расчётное рабочее давление потока на выходе из компрессора на 7-9% отличалось от реального в сторону занижения. Введение поправочных коэффициентов к расчётам по методике Хейланда способствовало выравниванию расчетного и реального давлений с точностью до 97,6%. Такая уточнённая методика была названа автором *модифицированной*, а разработка положений этой методики стала сущностью первого защищаемого положения.

Однако идейной основой *модифицированной* методики стало предположение Б.Б.Кудряшова о необходимости обеспечения определённой скорости витания твёрдых дисперсных частиц в несущем потоке как обязательное условие реализации транспортной скорости этого потока, в частности, в затрубном пространстве. Но методика Б.Б.Кудряшова создавалась для вращательного бурения с продувкой сухим сжатым воздухом геологоразведочных скважин малого диаметра (112 мм и менее) при использовании маломощных компрессоров строительного назначения. Поэтому прямое перенесение её в условия бурения пневмоударником диаметром 240 мм при диаметре скважины 394 мм заранее обрекалось на неуспех: действительно, расчётное давление при этом, как указывает соискатель, было наиболее далеко от значения рабочего давления в сравнении с другими методиками, например, методикой Хейланда.

Тем не менее использование теоретических посылок Б.Б.Кудряшова с присоединением к ним положений методики Хейланда и модифицирующих поправок автора диссертации позволило получить научно-практические рекомендации для успешного бурения верхних горизонтов нефтегазовых скважин, по крайней мере, в

условиях Куюмбинского месторождения. В этом видится и научное, и, особенно, практическое значение первого защищаемого положения.

В качестве недостатка при этом следует отметить отсутствие данных о давлении в потоке очистного агента (сжатого воздуха) при наличии водопритоков и твёрдой фазы *одновременно*, так как в работе приводятся соответствующие данные отдельно при наличии твёрдой фазы без водопритоков и при наличии последних, но без твёрдой фазы. Но при опытном бурении наверняка были и водопритоки и, конечно же, твёрдая фаза, ибо без неё углубка невозможна.

Логическим продолжением первого является *второе защищаемое положение*, в котором обосновывается необходимость использования критерия расходной массовой концентрации (РМК) продуктов разрушения буримой породы (бурового шлама) с целью исключения прихватоопасных и предприжоговых ситуаций на забое, когда количество бурового шлама, образующегося в единицу времени, становится настолько значительным, что может закупорить каналы для движения потока воздуха как очистного агента. Эта ситуация опасна резким повышением давления на компрессоре (выше критического), свидетельствующем о возможном прихвате бурового снаряда, сильным разогреве породоразрушающего инструмента и его спекании со шламом и породой забоя.

Критерий РМК введён в буровую практику колонкового бурения Б.Б.Кудряшовым, а в практику нефтегазового бурения – сотрудниками ВНИИБТ и ВИТРа. Автор диссертации, К.В.Бузанов, проявил творческий подход к использованию критерия РМК на практике буровых работ на Куюмбинском месторождении: разделение процесса проходки на два этапа – чистое бурение с продувкой (около 70% рабочего времени) и усиленная чистка циркуляционной системы от зашламования продувкой без бурения.

Опытное бурение и анализ полученных данных при этом подтвердили возможность оценивать стабильность проходки интервалов скважин под установку кондуктора и разработать соответствующие методические основы оперативного регулирования значений механической скорости и параметров воздухообеспечения с целью снижения уровня аварийности на основе критерия РМК. Была доказана устойчивая связь между величиной механической скорости бурения, временем проходки требуемого интервала при заданном расходе очистного агента (сжатого воздуха). Статистическая обработка результатов бурения на плановых скважинах показала, что обеспечение значения критерия РМК, равного 1,8–3,15, в среднем около 2, при времени чистого бурения около 6–8 ч и времени продувки без бурения от 2 до 3,5 ч создаёт условия для безаварийной работы с поэтапным ростом механической скорости за счет повышения осевой нагрузки и плавного увеличения давления на компрессоре до уровня ниже критического.

Таким образом, научная новизна второго защищаемого положения заключается в уточнении методики использования критерия РМК применительно к геолого-техническим условиям бурения приустьевых зон скважин указанного выше месторождения с целью стабилизации режима очистки интервала бурения от шлама при плавно-ступенчатом повышении механической скорости и расхода очистного агента.

Недостатком при этом можно считать отсутствие данных о применении модифицированной методики при наличии водопритоков, хотя в автореферате об этом заявлено со ссылкой на табл.8, но такой таблицы в автореферате, как и в самой диссертации, не обнаружено.

Третье защищаемое положение диссертационной работы посвящено предотвращению разрыва пласта при бурении на повышенных расходах (а значит, и при повышенных давлениях) сжатого воздуха как очистного агента.

Все существующие расчётные методики при бурении с продувкой не учитывают возможность разрыва пласта в случае резкого повышения давления на компрессоре.

Искусственно инициированный пневморазрыв чреват негативными последствиями, а именно: накоплением шлама в призабойной зоне без выхода его на поверхность и зашламованием каналов для движения воздуха с прекращением его циркуляции.

При бурении с промывкой ситуация с невыходом шлама на поверхность может иметь и положительное влияние в случае проходки зон трещиноватости, когда накапливающийся шлам кольматирует трещины в буримой породе, предотвращая в какой-то мере поглощение бурового раствора. Но чаще всего пневморазрывы пласта в приустьевой зоне скважины провоцируют поглощения бурового раствора при смене очистного агента, то есть при переходе с продувки на жидкостную промывку.

В качестве граничных условий в разработанной динамической модели взаимодействия системы «скважина - пласт» в приустьевой зоне приняты градиенты давлений - пластового, пневморазрыва и поглощения. Критерием предупреждения разрыва пласта служит поддержание давления на компрессоре, при котором репрессия на пласт ниже давления поглощения, отличающегося от давления разрыва в меньшую сторону. Применение указанного технологического подхода обеспечивает эффективную проходку аварийных интервалов при сокращении материальных ресурсов и времени на строительство секции кондуктора. Следует отметить новизну и практическую значимость такого подхода. Замечаний по третьему защищаемому положению нет.

Подводя итоги рассмотрению защищаемых положений, можно свидетельствовать, что в целом диссертационная работа К.В.Бузанова обладает существенной научной новизной и, в большей мере, практической ценностью и значимостью.

5. Внутреннее единство и структура работы. Замечания по работе

Диссертация изложена на 139 стр. текста, одержит 29 рис., 26 таблиц, список литературы из 89 наименований. в том числе 13 иностранных, и 3 приложения. Автореферат в представленном виде имеет все необходимые разделы и в целом соответствует тексту диссертации. Сама диссертационная работа содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, имеет внутреннее единство и свидетельствует о вкладе автора в науку и геологическую практику. Язык изложения материалов диссертации в целом отличается лаконичностью, достаточной чёткостью и технической грамотностью. Оформление диссертации в общем смысле соответствует требованиям соответствующих стандартов.

Тем не менее, работа не свободна от некоторых недостатков:

1) научная новизна изложена как отчет о проделанной работе: установлено, сформулировано, разработано, выявлены, определены и т.д., - но для защиты необходимы формулировки, пригодные для дискуссии, в ходе которой и будет подтверждено всё то, что заявлено автором;

2) несоразмерны объёмы разделов диссертации: из общего объёма 139 стр. только первая (обзорная) глава имеет 72 стр. (52 %). на остальные три главы, библиографию и приложения приходится менее половины общего текста диссертации;

3) библиографический список составлен с отклонениями от действующих норм и правил для диссертационных работ: источники располагаются по мере упоминания о них, а не по алфавиту; иностранные источники идут вперемешку с русскими, хотя они должны быть в конце списка и располагаться также по алфавиту, и т.п.;

4) тексты диссертации и автореферата нуждаются в корректорской правке в соответствии с нормами русской грамматики и, особенно, пунктуации;

5) встречаются некоторые, не очень понятные словосочетания: например, «методология средств исследования», «научный стиль с элементами эпистолярного»;

«углубление скважин», «улучшение целостности ствола», «универсальная научно-практическая методика» и др.

Конечно, эти замечания относятся, в первую очередь, к оформлению работы, принципиального значения для оценки диссертации в целом не имеют, но лучше бы их не было.

6. Заключение по диссертационной работе

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана работы, чётким обоснованием задач исследований и методов их решения, методической непротиворечивостью и взаимосвязью сделанных выводов. Тема работы актуальна, выводы и рекомендации из неё обладают научной новизной и практической ценностью, некоторые результаты используются на практике и в учебном процессе. Работа отвечает паспорту специальности 25.00.14 «Технология и техника геологоразведочных работ» и требованиям п.л. 9-14 Положения ВАК Минобрнауки РФ к кандидатским диссертациям по техническим наукам.

Всё изложенное даёт основание считать диссертацию законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи, имеющей важное значение для геологоразведочной и нефтегазовой отраслей народного хозяйства, а её автор, К.В.Бузанов, заслуживает присуждения ему искомой учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.14 «Технология и техника геологоразведочных работ».

Официальный оппонент,
заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры теоретической механики
и теории механизмов и машин Военно-космической
академии имени А.Ф.Можайского.
197193, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д.13

Горшков Лев Капитонович

Подпись проф. Л.К.Горшкова: _____
Начальник отдела кадров ВКА им. А.Ф.Можайского

Плётников Григорий Вячеславович

21 ноября 2018