

ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертацию Жайлиева Абат Оразулы
«Повышение эффективности бурения и освоения скважин в сложных
геологических условиях»,
представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе 8D07210 – Нефтегазовое дело

Актуальность темы диссертации

Представленная диссертационная работа направлена на разработку автоматизированной индуктивной системы контроля плотности бурового раствора, предназначенной для эксплуатации в сложных геолого-технических условиях бурения скважин. Актуальность данного исследования обусловлена современными вызовами нефтегазовой отрасли, связанными с повышением требований к надёжности, эффективности и безопасности буровых работ. Одним из определяющих факторов успешного ведения бурения является оперативное и точное измерение параметров бурового раствора, среди которых плотность играет ключевую роль. Значение данного параметра заключается в обеспечении баланса между гидростатическим давлением столба бурового раствора и пластовым давлением, что непосредственно влияет на устойчивость ствола скважины, предотвращение аварийных ситуаций и развитие опасных осложнений.

В условиях интенсивного освоения месторождений, характеризующихся высокой изменчивостью геологических разрезов, литологической неоднородностью пород и повышенной вероятностью возникновения газонефтеводопроявлений, традиционные методы контроля параметров буровых растворов демонстрируют недостаточную оперативность и в значительной степени зависят от человеческого фактора. Современные тенденции развития нефтегазовой отрасли, связанные с цифровизацией производственных процессов, усложнением конструкций скважин и необходимостью оптимизации затрат на их строительство, обуславливают объективную потребность в автоматизации ключевых процессов мониторинга и контроля технологических параметров бурения.

Разработанная в диссертационной работе индуктивная система контроля плотности бурового раствора в полной мере отвечает указанным требованиям и представляет собой инновационный подход к измерению параметров многофазной среды, характеризующейся наличием твёрдой фазы, газовых включений и значительных температурных колебаний. В связи с этим выполненное исследование обладает высокой научной и практической значимостью, а также соответствует приоритетным направлениям развития нефтегазового машиностроения, автоматизации буровых процессов и цифровой трансформации нефтегазовой отрасли.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна

Диссертационная работа характеризуется высокой степенью научной проработанности, логической последовательностью изложения материала и

глубокой аргументированностью полученных положений. Научные положения сформулированы автором корректно и базируются на обширном комплексе теоретических и экспериментальных исследований, включающем литолого-петрографический анализ, петрофизические исследования, гидродинамическое моделирование, математическую формализацию процессов индуктивных измерений, а также масштабные экспериментальные испытания.

Автором выполнено теоретическое обоснование влияния компонентного состава бурового раствора, его плотности, температуры и реологических характеристик на значение индуктивности измерительного элемента. Проведённые вычислительные эксперименты подтверждают достоверность разработанной математической модели и свидетельствуют о её пригодности для применения при проектировании измерительных датчиков нового поколения. Особое внимание в работе уделено анализу различных реологических моделей - ньютоновской, бингамовской и модели Гершеля-Балкли, что существенно расширяет область практического использования полученных результатов и обеспечивает возможность адаптации системы к различным технологическим средам бурения.

Экспериментальная часть исследования выполнена с высокой степенью детализации и аккуратности. Практические испытания, являющиеся ключевым этапом проверки технических решений, подтвердили работоспособность системы в условиях реального бурения. Низкая погрешность измерений и стабильность показаний при наличии твёрдой фазы, газовых включений и температурных колебаний указывают на высокую надёжность разработанной технологии.

Научная новизна исследования заключается в разработке принципиально нового подхода к автоматизированному измерению плотности бурового раствора, ориентированного на применение в реальных промысловых условиях. Предложенная конструкция индуктивного преобразователя, а также разработанные алгоритмы адаптивной фильтрации и обработки измерительных сигналов обеспечивают существенное повышение точности контроля. Научная новизна результатов подтверждается подачей заявки на патент и публикациями автора в профильных научных изданиях, что свидетельствует о значимости проведённых исследований и признании полученных результатов научным сообществом.

Научное и практическое значение полученных результатов

Научное значение результатов диссертационной работы заключается в развитии теоретических и методических подходов к неразрушающему контролю параметров технических жидкостей, а также в разработке математической и физической моделей измерительного процесса, позволяющих прогнозировать поведение системы в широком диапазоне режимов эксплуатации. В рамках исследования существенно расширены представления об электромагнитных процессах, протекающих в средах со сложной многокомпонентной структурой, и предложены новые алгоритмические решения, направленные на повышение устойчивости и надёжности измерений.

Практическая значимость работы является высокой. Разработанная система может применяться непосредственно в составе буровых комплексов для оперативного контроля плотности бурового раствора. Она позволяет своевременно выявлять отклонения параметров, предотвращать осложнения и аварийные ситуации, снижать расход химических реагентов и повышать точность измерений в условиях, где традиционные методы контроля оказываются малоэффективными. Полученные результаты обладают коммерческим потенциалом и могут быть внедрены на предприятиях нефтегазовой отрасли в рамках программ цифровизации и автоматизации производства.

Важным подтверждением практической значимости диссертационной работы является высокая экономическая эффективность внедрения разработанной системы. Согласно выполненным технико-экономическим расчётам, применение предложенной технологии обеспечивает снижение затрат на приготовление и использование буровых растворов, увеличение скорости проходки скважин и существенное уменьшение вероятности возникновения критических аварийных ситуаций. Достижимые технико-экономические показатели свидетельствуют о значительном потенциале разработанной системы и её высокой конкурентоспособности по сравнению с существующими зарубежными аналогами

Полнота освещения полученных результатов в опубликованных работах

Результаты исследования опубликованы в 8 научных работах, в том числе в 2 статьях Scopus, 3 статьях журналов КОКНВО, 1 статье в международном журнале и 2 материалах международных конференций. Получен патент Республики Казахстан на изобретение. Основные результаты диссертации отражены в опубликованных работах.

Рекомендации по дальнейшему использованию полученных результатов

С учётом высокой степени готовности разработанной системы к промышленному применению результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы к внедрению в составе автоматизированных комплексов управления процессами циркуляции буровых растворов, а также в рамках цифровых платформ сопровождения бурения. Интеграция предложенного решения с SCADA-системами обеспечивает возможность непрерывного мониторинга параметров бурового раствора и оперативного принятия управленческих решений в режиме реального времени.

Разработанные автором математические модели и алгоритмы обработки данных могут быть использованы в дальнейших научных исследованиях при создании новых типов измерительных датчиков и интеллектуальных модулей диагностики. Кроме того, результаты диссертационной работы могут служить теоретической и методической основой для совершенствования подготовки специалистов в области бурения и автоматизации производственных процессов, а также для разработки учебно-методических пособий и образовательных

курсов, посвящённых современным технологиям контроля параметров буровых растворов.

Представляется целесообразным продолжить исследования в направлении повышения устойчивости разработанной системы к воздействию экстремальных температурно-давленческих условий, а также её адаптации к условиям глубоководного и наклонно-направленного бурения. Перспективным направлением дальнейшего развития являются методы интеллектуальной обработки измерительных сигналов, включая применение нейросетевых алгоритмов, что позволит дополнительно повысить точность и надёжность контроля параметров бурового раствора.

Оценка основного содержания работы

Диссертация состоит из введения, 4 разделов, выводов, списка использованных источников и приложений. Все разделы логически завершены, содержат обоснованные теоретические положения, экспериментальные данные и выводы.

Первый раздел диссертационной работы посвящён изучению геологического строения и комплексной характеристике месторождения Морское на основе результатов геолого-геофизических исследований. В разделе рассмотрены общие сведения о месторождении, особенности его тектонического строения и стратиграфическая приуроченность продуктивных горизонтов. Показана информативность комплекса геофизических методов для уточнения строения залежей и параметров насыщения, а также обоснована целесообразность их совместного применения при геологическом моделировании месторождения.

Во втором разделе диссертационной работы рассматриваются вопросы управления буровыми растворами и оптимизации процессов бурения и освоения скважин в сложных геологических условиях месторождения Морского. Изложены основные принципы формирования состава буровых растворов и регулирования их плотности с учётом конкретных геолого-технических условий бурения. Показано значение оперативного контроля плотности и реологических характеристик бурового раствора для обеспечения устойчивости ствола скважины и снижения вероятности возникновения осложнений. Проанализированы факторы, определяющие повреждение и загрязнение продуктивных пластов, и обоснованы подходы к оптимизации плотности бурового раствора, направленные на минимизацию негативного воздействия на коллектор.

Третий раздел диссертационной работы посвящён технологической разработке и моделированию автоматизированного устройства для контроля параметров буровых растворов. В разделе проанализированы современные методы измерения плотности буровых растворов, а также рассмотрены их основные преимущества и ограничения. Представлена усовершенствованная конструкция устройства для автоматического определения плотности, основанная на анализе электромагнитных процессов, протекающих в измеряемой среде. Приведены результаты моделирования магнитного поля,

подтверждающие корректность принятых конструктивных решений и устойчивость измерительного сигнала.

Четвёртый раздел диссертационной работы посвящён проведению производственных испытаний системы автоматического измерения плотности бурового раствора. В разделе рассмотрены структура и этапы выполнения испытаний, включая контроль качества сборки, проверку электробезопасности, а также калибровку механических и электронных компонентов системы. Приведены данные функциональных и скважинных испытаний, подтверждающие стабильность работы, воспроизводимость показаний и практическую применимость разработанной системы в условиях реальных промысловых работ.

Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, отличается существенным объёмом оригинальных исследований и включает аргументированные, практически значимые рекомендации.

Выводы

Диссертация Жайлиева Абата Оразулы «Повышение эффективности бурения и освоения скважин в сложных геологических условиях» представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, в рамках которой решена актуальная прикладная задача, связанная с разработкой и внедрением комплекса решений, направленных на повышение эффективности бурения геотехнологических скважин.

Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора философии (PhD), а её автор - Жайлиев Абат Оразулы заслуживает присуждения учёной степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07210 «Нефтегазовое дело».

Научный консультант,
кандидат технических наук,
ассоциированный профессор,
профессор кафедры Горного дела,
Satbayev University



А. Е. Куттыбаев

Подпись *Куттыбаев А.Е.*

Заверяю: Главный менеджер Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова НАО «КазНТИУ им. К.И. Сатбаева»

А.Е. Куттыбаев

ФИО _____

подпись, дата _____