

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 посвящена разработке автоматизированной индуктивной системы контроля плотности бурового раствора, предназначенной для применения в сложных геолого-технических условиях бурения скважин. Актуальность исследования не вызывает сомнений, поскольку в настоящее время нефтегазовая отрасль сталкивается с возрастающими требованиями к надёжности, эффективности и безопасности буровых процессов. Одним из ключевых факторов успешного бурения является способность своевременно и точно регистрировать параметры бурового раствора, среди которых плотность занимает особое место. Именно плотность определяет равновесие между давлением столба раствора и пластовым давлением, напрямую влияя на устойчивость ствола, предупреждение аварий и возникновение опасных осложнений.

В условиях активного освоения месторождений с высокой изменчивостью геологических разрезов, неоднородностью литологического состава и повышенной вероятностью газонефтеводопроявлений традиционные методы контроля параметров буровых растворов оказываются недостаточно оперативными и подверженными влиянию человеческого фактора. Стремительное развитие цифровых технологий, усложнение скважинных конструкций и необходимость снижения затрат на строительство скважин формируют объективную потребность в автоматизации ключевых процессов мониторинга.

Разработанная в диссертации индуктивная система контроля плотности бурового раствора отвечает этим требованиям и представляет собой инновационный подход к измерению параметров среды, в которой присутствуют твёрдая фаза, газовые включения и значительные температурные колебания. Поэтому исследование обладает высокой практической и научной актуальностью, полностью соответствует приоритетным направлениям развития нефтегазового машиностроения, автоматизации бурения и цифровой трансформации отрасли.

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

Диссертационная работа отличается тщательной научной проработанностью, последовательной логикой изложения и глубокой аргументированностью. Научные положения сформулированы автором грамотно и основаны на широком комплексе исследований, включающих

литолого-петрографический анализ, петрофизические измерения, гидродинамическое моделирование, математическую формализацию процессов индуктивного измерения и обширные экспериментальные испытания.

Автором выполнено теоретическое обоснование влияния состава бурового раствора, его плотности, температуры и реологических свойств на индуктивность измерительного элемента. Проведённые вычислительные эксперименты позволяют уверенно говорить о достоверности предложенной модели и её пригодности для использования при проектировании датчиков нового поколения. Особое внимание уделено анализу различных реологических моделей (ньютоновской, бингамовской, Гершеля–Балкли), что расширяет практическую применимость полученных результатов и позволяет адаптировать систему к различным технологическим средам.

Экспериментальная часть исследования характеризуется высоким уровнем детализации и аккуратностью проведения. Результаты лабораторных измерений продемонстрировали устойчивую линейно-квазилинейную зависимость между индуктивностью и плотностью раствора, подтверждая корректность модельных предпосылок. Полевые испытания — наиболее значимый этап проверки технических решений — подтвердили работоспособность системы в условиях реальных буровых операций. Особо следует отметить низкую погрешность измерений, устойчивость показаний при наличии твёрдой фазы, газовых включений и температурных флуктуаций, что в совокупности свидетельствует о высокой надежности разработанной технологии.

Научная новизна исследования заключается в предложении принципиально нового подхода к автоматизированному измерению плотности бурового раствора, ориентированного на эксплуатацию в реальных промышленных условиях. Разработанная конструкция индуктивного преобразователя и созданные алгоритмы адаптивной фильтрации и обработки сигналов позволяют существенно повысить точность контроля. Новизна подтверждается заявкой на патент, а также публикациями автора, что свидетельствует о значимости проведённых исследований и признании их научным сообществом.

Научное и практическое значение полученных результатов

Научное значение результатов диссертационной работы заключается в развитии подходов к неразрушающему контролю параметров технических жидкостей, а также в создании математической и физической моделей измерительного процесса, позволяющих прогнозировать поведение системы в широком диапазоне режимов работы. Автор существенно расширяет понимание электромагнитных процессов, происходящих в средах со сложной многокомпонентной структурой, а также предлагает новые алгоритмические решения для повышения устойчивости измерений.

Практическая значимость работы является особенно высокой. Разработанная система может использоваться непосредственно в составе буровых комплексов для оперативного мониторинга плотности раствора. Она позволяет своевременно выявлять отклонения параметров, предотвращать

развитие осложнений и аварий, уменьшать расход химреагентов и повышать точность контроля в условиях, где традиционные методы оказываются недостаточно эффективными. Полученные результаты обладают значительным коммерческим потенциалом и могут быть внедрены на предприятиях нефтегазового сектора, реализующих программы цифровизации производственных процессов.

Важным подтверждением практической значимости является также высокая экономическая эффективность внедрения системы. Как показывают проведённые расчёты, использование разработанной технологии позволяет сократить расходы на буровые растворы, повысить скорость проходки и существенно снизить вероятность возникновения критических аварийных ситуаций. Эти показатели подчёркивают огромный потенциал предложенной системы и её конкурентоспособность в сравнении с зарубежными аналогами.

Полнота освещения полученных результатов в опубликованных работах

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 8 научных работах, включая 2 статьи, индексируемые в базе Scopus, 3 статьи в журналах, рекомендованных КОКНВО, 1 статью в международном научном журнале и 2 статьи в материалах международных научно-практических конференций. Также получен патент Республики Казахстан на изобретение. Основные положения и выводы диссертации полностью отражены в опубликованных научных публикациях.

Рекомендации по дальнейшему использованию полученных результатов

Учитывая высокую степень готовности разработанной системы к промышленному применению, результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы к внедрению в составе автоматизированных комплексов управления циркуляцией буровых растворов, а также цифровых платформ сопровождения бурения. Интеграция предложенного решения со SCADA-системами позволит обеспечить непрерывный мониторинг параметров раствора и оперативное принятие решений в режиме реального времени.

Математические модели и алгоритмы обработки данных, разработанные автором, могут быть использованы в дальнейших исследованиях при создании новых типов датчиков и интеллектуальных модулей диагностики. Кроме того, работа может служить основой для совершенствования методик обучения специалистов по бурению и автоматизации производственных процессов, а также для разработки учебных пособий и курсов, посвящённых современным технологиям контроля параметров буровых растворов.

Рекомендуется также продолжить исследования в направлении повышения устойчивости системы к экстремальным условиям высоких температур и давлений, а также её адаптации к условиям глубоководного и наклонно-направленного бурения. Дополнительное развитие могут получить методы интеллектуальной обработки сигналов, включая использование

нейросетевых алгоритмов, что ещё больше повысит точность и надёжность контроля.

Оценка основного содержания работы

Текст диссертации 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 посвящен изучению геологического строения и комплексной характеристике месторождения Морское на основе результатов геолого-геофизических исследований. Рассмотрены общие сведения о месторождении, его тектоническое строение и стратиграфическая приуроченность продуктивных горизонтов. Значительное внимание уделено физико-литологической характеристике коллекторов и покрышек по данным анализа керна и геофизических исследований скважин. Выявлены закономерности изменения петрофизических параметров продуктивных пластов, установлены особенности строения коллекторов и их фильтрационно-емкостных свойств. Показана информативность комплекса геофизических методов для уточнения строения залежей и параметров насыщения, подтверждена целесообразность их совместного использования при геологическом моделировании месторождения.

Во втором разделе рассмотрены вопросы управления буровыми растворами и оптимизации процессов бурения и освоения скважин в сложных геологических условиях месторождения Морского. Рассмотрены принципы подбора состава буровых растворов и регулирования их плотности с учетом геолого-технических условий бурения. Показана роль оперативного контроля плотности и реологических свойств буровых растворов в обеспечении устойчивости ствола скважины и снижении осложнений. Выявлены факторы, влияющие на повреждение и загрязнение продуктивных пластов, и обоснованы подходы к оптимизации плотности бурового раствора с целью минимизации негативного воздействия на коллектор. Подтверждена эффективность применения системы датчиков плотности и вязкости для повышения управляемости процесса бурения и качества освоения скважин.

Третий раздел посвящен технологической разработке и моделированию автоматизированного устройства контроля буровых растворов. Рассмотрены современные подходы к измерению плотности буровых растворов, их преимущества и ограничения. Представлена усовершенствованная конструкция устройства для автоматического измерения плотности, основанная на анализе электромагнитных процессов. Показаны результаты моделирования магнитного поля, подтверждающие корректность выбранных конструктивных решений и устойчивость измерительного сигнала. Выполнено гидравлическое моделирование, позволившее оценить условия обновления пробы в измерительной камере и влияние гидродинамических факторов на точность

