

О Т З Ы В

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Хузиной Лилии Булатовны на диссертацию Кутузова Павла Андреевича на тему: «Разработка технологии мониторинга напряженно-деформированного состояния бурильной колонны при углублении наклонно направленных скважин», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.2. **Технология бурения и освоения скважин.**

1. Актуальность темы диссертации

Перспективы развития топливно-энергетического комплекса, согласно энергетической стратегии Российской Федерации, предполагают создание необходимых условий для ввода в разработку нерентабельных запасов, которые составляют более 10 млрд. тонн, в особенности на сложных объектах с низкой проницаемостью с применением горизонтального бурения, что, в свою очередь, обеспечит развитие новых регионов добычи, в частности Арктического региона. В связи с этим, тема диссертационного исследования, связанная с повышением эффективности строительства наклонно - направленных и горизонтальных скважин в осложнённых условиях является своевременной. При бурении скважин на бурильную колонну действуют механические нагрузки, циклические напряжения, продольные, поперечные и крутильные колебания, что может привести к потере устойчивости, оказывающей непосредственное влияние на работоспособность внутрискважинного инструмента, возникновение осложнений и аварий, таких как прихват, потеря оборудования, невозможность спуска обсадной колонны, хвостовика на запланированную глубину и т.д.

Контроль напряженно-деформированного состояния бурильной колонны является одной из ключевых задач технологического сопровождения процесса бурения, поскольку возникающие осевые нагрузки и моменты определяют условия эксплуатации бурильного инструмента и эффективность передачи энергии на забой. Недостаточная информативность о фактическом состоянии колонны в процессе углубления скважины ограничивает возможности своевременного выявления опасных режимов работы и принятия оперативных инженерных решений. В этой связи разработка технологии мониторинга напряженно-деформированного состояния бурильной колонны при углублении наклонно-направленных и горизонтальных скважин представляет собой актуальную научно-техническую задачу, имеющую практическое значение для повышения эффективности и качества буровых работ.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертационной работы заключается в развитии подходов к мониторингу напряженно-деформированного состояния бурильной колонны при бурении наклонно-направленных и горизонтальных скважин с учетом особенностей ее взаимодействия со стволом скважины в осложнённых горно-геологических и технологических условиях.

ОТЗЫВ

ВХ. № 169 от 15.06.26
АУ УС

К числу новых научных результатов следует отнести уточнение представлений о работе динамически активной части бурильной колонны, основанное на поинтервальном учете сил трения и влияния замковых соединений на формирование напряженно-деформированного состояния и пространственной формы колонны. Научной новизной также обладает теоретическое обоснование возможности идентификации и локализации потери устойчивости бурильной колонны по скорости ее осевой деформации, подтвержденное результатами экспериментальных исследований.

Полученные результаты расширяют существующие представления о энергоэффективных состояниях бурильной колонны в процессе наклонно-направленного бурения.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается комплексным использованием теоретических, численных и экспериментальных методов исследования. В работе применены известные положения механики бурильной колонны, методы математического моделирования и анализа напряженно-деформированного состояния, адекватные поставленным задачам исследования. Достоверность полученных результатов обеспечивается проведением экспериментальных исследований на лабораторной установке, использованием современного измерительного оборудования и удовлетворительной повторяемостью экспериментальных данных. Результаты теоретических и экспериментальных исследований согласуются между собой и не противоречат известным представлениям о механике работы бурильной колонны в наклонно-направленных скважинах.

Обоснованность выводов также подтверждается апробацией результатов работы на научно-технических конференциях всероссийского и международного уровня, а также публикацией основных результатов исследования в рецензируемых высокорейтинговых научных изданиях.

4. Научные результаты, их ценность

К числу значимых результатов диссертации следует отнести исследования, посвященные возможности применения оптоволоконных телесистем в скважинных условиях. Соискателем выполнены расчеты прочности оптоволоконного кабеля, проведена оценка гидравлических потерь и потерь сигнала, а также экспериментально исследована герметичность оптических соединений при циркуляции бурового раствора. Полученные результаты позволили обосновать возможность использования оптоволоконных каналов связи для систем мониторинга напряженно-деформированного состояния бурильной колонны.

Важным результатом работы является разработка методик лабораторных и численных исследований потери устойчивости бурильной колонны в динамических условиях. В ходе исследований установлено влияние вибрационного воздействия и сил трения на критическое состояние колонны, а также выявлены механизмы развития

продольного изгиба при воздействии колебаний различной частоты и амплитуды. Представленные результаты расширяют существующие представления о динамике бурильной колонны в условиях ограниченного пространства скважины.

Следует отметить результаты, связанные с исследованием влияния колебательных процессов на деформационное состояние бурильной колонны. Автором установлены особенности изменения скорости осевой деформации колонны в закритическом состоянии, а также обнаружены эффекты, возникающие при переходе между различными формами потери устойчивости. Полученные зависимости представляют интерес для дальнейшего развития методов диагностики энергетически неэффективных состояний бурильной колонны.

Отдельно следует отметить предложенный способ идентификации и локализации потери устойчивости бурильной колонны на основе анализа скорости движения талевого блока и изменения нагрузки на крюке. Данный подход характеризуется использованием доступных поверхностных параметров бурения и может рассматриваться как перспективное направление развития технологий мониторинга состояния бурильной колонны в процессе углубления скважины.

Результаты диссертации в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получен 1 патент на изобретение.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в развитии подходов к анализу напряженно-деформированного состояния бурильной колонны с учетом действия сил трения и динамических нагрузок в целях обеспечения энергоэффективности процесса наклонно-направленного бурения. Получены результаты, уточняющие закономерности потери устойчивости бурильной колонны при вибрационном воздействии, а также механизмы влияния колебаний на ее критическое состояние. Разработанный алгоритм идентификации и локализации потери устойчивости расширяет возможности практического применения аналитических моделей в задачах мониторинга состояния бурильной колонны. Практическая значимость работы также выражается в разработке схем реализации систем мониторинга напряженно-деформированного состояния бурильной колонны в зависимости от полноты исходной информации и расположения измерительных средств. Предложены методические рекомендации по обеспечению устойчивого состояния бурильной колонны для предупреждения повышенного механического и усталостного износа инструмента и обеспечения энергоэффективности бурения. О значимости полученных результатов свидетельствует их внедрение в производственную деятельность ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг».

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы для использования в научно-исследовательской и производственной деятельности организаций нефтегазовой отрасли, связанных с проектированием и строительством наклонно-направленных скважин.

Разработанные подходы к мониторингу напряженно-деформированного состояния бурильной колонны и алгоритм идентификации потери устойчивости могут быть использованы при развитии технологий сопровождения бурения и моделирования работы бурильной колонны отраслевыми научно-исследовательскими институтами, в том числе в «ТатНИПИнефть».

Применение результатов работы в производственной деятельности нефтяных компаний, включая ПАО «Татнефть», целесообразно для повышения энергоэффективности наклонно-направленного бурения, предупреждения повышенного износа бурильного инструмента и обсадных колонн.

7. Замечания и вопросы по работе

1) При проведении численных экспериментов исследования влияния колебаний на устойчивость бурильной колонны приводится диапазон частот от 1 до 35 Гц. Однако, за рамками исследования остались высокочастотные колебания с частотой более 50 Гц, которые возникают при работе гидравлической системы нефтяных скважин, а также при бурении в твердых горных породах.

2) Какие критерии подобия заложены в разработанной лабораторной установке и насколько правомерен перенос выявленных эффектов снижения осевой деформации и амплитуды поперечных колебаний на реальную бурильную колонну?

3) В диссертации используется понятие «закритическое» состояние бурильной колонны, редко применяемое в отечественной научной и инженерной практике бурения скважин. Какой физический смысл вкладывается в это понятие?

4) Актуальность исследования, в том числе, обосновывается освоением труднодоступных месторождений Арктики, которые осложнены наличием зоны многолетнемерзлых горных пород. Применимы ли предлагаемые технико-технологические решения и научные результаты для условий низких температур? Учитывается ли температурный фактор в исследованиях?

Указанные замечания и вопросы не снижают научную ценность и практическую значимость диссертационного исследования и не влияют на общую его положительную оценку.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Разработка технологии мониторинга напряженно-деформированного состояния бурильной колонны при углублении наклонно направленных скважин», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Кутузов Павел Андреевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин.

Официальный оппонент

Заведующий кафедрой бурения нефтяных и газовых скважин, доктор технических наук, профессор

Хузина Лилия Булатовна

09.06.2026

Подпись Хузиной Лилии Булатовны заверяю

**Первый проректор ГАОУ ВО
«Альметьевский государственный
технологический университет
«Высшая школа нефти», к.т.н., доцент**

Василенко Юрий Валерьевич



Сведения об официальном оппоненте:

Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Альметьевский государственный технологический университет «Высшая школа нефти»
Почтовый адрес: 423462, Республика Татарстан, город Альметьевск, улица Советская, 186А
Официальный сайт в сети Интернет: <https://agtu-vshn.rpф/>
эл. почта: lbhuzina@agni-rt.ru телефон: 8 (8553) 31-09-50 (доб. 54114)