

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Хузиной Лилии Булатовны на диссертацию Куншина Андрея Андреевича на тему: «Обоснование и разработка технологии мониторинга и прогнозирования энергоэффективной нагрузки на долото PDC в процессе бурения скважин», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин

1. Структура и объем работы

Диссертация состоит из оглавления, введения, пяти глав, с выводами по каждой их них, заключения, списка литературы, включающего 116 наименований. Работа изложена на 116 страницах машинописного текста, содержит 32 рисунка, 11 таблиц, список сокращений и условных обозначений.

Во введении обоснована актуальность направлений исследования, сформулированы цель и задачи работы, изложены научная новизна, практическая значимость и достоверность полученных результатов, определены выносимые на защиту научные положения, приведены сведения о публикациях автора, структуре диссертации и описан личный вклад автора.

В первой главе проведен анализ современных способов вращательного бурения и описаны типы вибраций, возникающих в компоновке низа бурильной колонны при бурении скважин шарошечными долотами и долотами PDC. Проведён комплексный анализ систем управления процессом бурения скважин с описанием технологий измерения параметров бурения и геофизики с поверхности и у долота во время бурения. Также в данной главе описаны математические модели для описания колебаний бурильной колонны в процессе бурения. Обоснована необходимость и целесообразность разработки технологии мониторинга виброускорения компоновки низа бурильной колонны посредством прогнозирования энергоэффективной нагрузки на долото PDC.

Во второй главе представлены образцы горных пород для исследования, выбранная экспериментальная сервогидравлическая установка трехосного – объемного сжатия, а также методология определения динамической

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-3 от 11.01.22
АУ УС

составляющей нагрузки на долото PDC в процессе бурения скважин. Сформулирована гипотеза и описан алгоритм связи осевой и боковой вибрации в процессе бурения.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований физико-механических свойств образцов горных пород (значения продольной и поперечной деформации, коэффициент Пуассона и твердость в МПа) и анализ разработанного алгоритма. По результатам моделирования динамики косоугольного удара, для определения глубины проникновения PDC-вставки в породу, получены уравнения ударного импульса компоновки низа бурильной колонны, времени удара и ударной реакции. Выведен коэффициент разгрузочной способности компоновки низа бурильной колонны, представленный как отношение осевой и вращающей энергий, для вывода соотношения стрессовых напряжений и энергоэффективной нагрузки на долото PDC. По результатам лабораторных исследований объемного сжатия образцов горных пород, интерпретации данных с датчиков телеметрии приведен алгоритм для прогнозирования ударно-вращательного импульса компоновки низа бурильной колонны и расчета энергоэффективной нагрузки на долото PDC. Для оценки выборки промысловых данных использованы нейронные сети.

В четвертой главе представлены результаты расчетов и анализ разработанной математической модели и алгоритма на основе промысловых данных месторождения Volve шельфе Северного моря. Для анализа промысловых данных применен метод машинного обучения – полно связная нейронная сеть прямого распространения с 8 входными и 2 выходными нейронами. Проведены численные эксперименты на отдельном интервале скважины, осложненном наличием вибраций. Определены диапазоны значений коэффициента разгрузочной способности компоновки низа бурильной колонны в зависимости от типа горной породы и рассчитана энергоэффективная нагрузка на долото PDC.

В пятой главе приведены результаты опытно-промысловых испытаний для апробации разработанной математической модели и алгоритма при бурении скважины на базе учебно-научного полигона «Нефтяник» Санкт-Петербургского

горного университета, пос. Ульяновка, г. Санкт-Петербург. При значении нагрузки 1,5 кН снижение виброускорения компоновки низа бурильной колонны составило от 18 до 9 g, увеличение механической скорости бурения с 2-4 м/ч до 8-10 м/ч. Также в данной главе описано техническое решение для снижения вибраций посредством совместной работы пружины и дилатантной жидкости в камере устройства наддолотного амортизатора.

2. Актуальность темы диссертационной работы

В последние десятилетия проводились различные научные исследования работы бурильного инструмента, связанные с возникновением продольных, поперечных и крутильных колебаний, тесно взаимосвязанных между собой. При составлении математических моделей движения системы шарошечное долото-забойный двигатель – бурильная колонна учитывалось влияние действующих колебаний на долговечность элементов системы, эффективность бурения, стойкость долота и т.д. Было выявлено, что без колебательных процессов невозможно углубление скважин и более актуальной выглядит задача управления динамикой бурильного инструмента при проводке скважин. Если крутильные и поперечные колебания стремились погасить, применяя различные разделители и демпферы, то продольные колебания, существенно влияющие на увеличение механической скорости бурения, усиливают при помощи различных наддолотных устройств, способных увеличить динамическую осевую нагрузку на долото.

Однако разработанные ранее математические модели учитывали влияние шарошечного долота на процесс бурения. На современном этапе развития строительства нефтегазовых скважин получили широкое распространение долота РДС, которые существенно отличаются от шарошечных механизмом воздействия на горную породу, кратным увеличением проходки на долото и повышением механической скорости бурения. В связи с этим, диссертационная работа Куншина Андрея Андреевича, посвященная проблеме повышения эффективности бурения скважин за счет разработки технологии управления статической и динамической составляющих фактической нагрузки на долото РДС является актуальной и своевременной.

3. Научная новизна и практическая ценность работы

Результаты исследований, представленные в диссертационной работе Куншина Андрея Андреевича, обладают научной новизной и практической значимостью.

К основным результатам диссертационной работы можно отнести:

Предложен коэффициент, описывающий отношение осевых и вращательных вибраций через энергию, затрачиваемую на формоизменение забоя скважины с учетом геомеханических свойств горных пород и данных с телесистемы.

Разработана технология мониторинга и прогнозирования энергоэффективной нагрузки на долото PDC при бурении скважин, которая прошла опробацию на учебном полигоне «Нефтяник»

В работе применены нейронные сети, которые обучаются на больших данных с объектов бурения, что может позволить улучшить точность вычислений разработанной математической модели и совершенствовать разработанный алгоритм.

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

Обоснованность научных положений, выносимых на защиту, а также выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждена обширными аналитическими исследованиями работ отечественных, зарубежных ученых и сервисных компаний, в совокупности позволяющих оценить степень проработанности темы исследования. Источники, используемые в диссертации, имеют все необходимые ссылки. В процессе работы над диссертацией были выполнены лабораторные, виртуальные и натурные исследования и испытания, что, несомненно, позволяет сделать вывод о том, что результаты работы имеют обоснованную достоверность и возможность воспроизводимости.

Первое защищаемое положение, содержащее коэффициент разгрузочной способности компоновки низа буровой колонны для расчета эффективной

нагрузки на долото PDC доказано в третьей главе на основе лабораторных исследований и компьютерного моделирования на промысловых данных.

Второе защищаемое положение подтверждено в четвертой и пятой главах, на основе расчетов с использованием разработанной математической модели и алгоритма по промысловым данным и данным, полученным в ходе опытно-промысловых испытаний. Проведена апробация на полигоне «Нефтяник» и доказана эффективность математической модели и алгоритма.

5. Замечания по диссертационной работе

Диссертационная работа Куншина Андрея Андреевича имеет достаточно высокий уровень и актуальность, но стоит отметить некоторые незначительные замечания:

1. В известных научных отечественных исследованиях Кулябина Г.А., Попова А.Н. и Сливака А.И. указано, что фактическая осевая нагрузка на шарошечное долото складывается из статической и динамической составляющих. В частности, статическая составляющая осевой нагрузки 75 %, а динамическая – 25 %. Из материалов диссертации не ясно, какие соотношения статической и динамической нагрузок на долото PDC рекомендованы соискателем.

2. В области бурения наклонно-направленных нефтяных и газовых скважин набирает популярность установка наддолотных модулей, причём расстояние от долота до модуля составляет 0,40-0,50 м. Как данные с наддолотных модулей соотносятся с алгоритмом, представленным в диссертации, и использовались ли данные с этого устройства в ходе расчетов посредством математической модели?

3. При бурении глубоких нефтегазовых скважин шарошечными долотами осевая нагрузка обычно составляет 25-30 тонн, в то время как для долот PDC в среднем достаточно 8-12 тонн. Из результатов опытно-промысловых испытаний не совсем ясно, удалось ли уменьшить нагрузку относительно первоначального значения.

4. Во второй главе приводятся образцы горных пород, которые использовались для исследования. Однако, не представлено обоснование выбора данных образцов.

5. Представленные в автореферате рисунки 1 и 3 нечитабельны.

Приведенные замечания не снижают научной значимости и ценности работы и не влияют на общую положительную оценку диссертации. Диссертация написана грамотным техническим языком с использованием современной научной терминологии, имеет четко выстроенную структуру. Этика цитирования соблюдена, по тексту имеются необходимые ссылки на авторов и используемые источники информации. Приведено достаточное количество отечественных научных источников, даны корректные ссылки на нормативную литературу.

6. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 7 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 1 статье - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science; получен 1 патент на изобретение и 3 свидетельства на программы для ЭВМ.

Материалы диссертационной работы были апробированы на Всероссийских и Международных конференциях. Автореферат соответствует содержанию диссертации и располагает полной информацией о проведенных исследованиях и полученных результатах.

Диссертация «Обоснование и разработка технологии мониторинга и прогнозирования энергоэффективной нагрузки на долото PDC в процессе бурения скважин», представленная на соискание ученой степени кандидата технических

наук по специальности 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм (ред. от 29.10.2021 № 2098 адм), а ее автор – Куншин Андрей Андреевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин.

Официальный оппонент,
Заведующий кафедрой бурения
нефтяных и газовых скважин,
государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Альметьевский
государственный нефтяной институт»
доктор технических наук, доцент
Контактный телефон: 8 (8553) 31-00-71
e-mail: lhyzina@yandex.ru

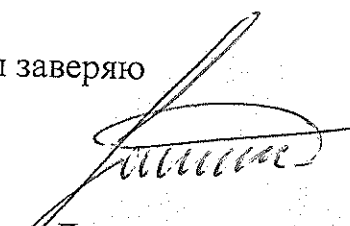


Хузина Лилия Булатовна

Дата 29.12.2021

Подпись Хузиной Лилии Булатовны заверяю

Первый проректор



Василенко Ю.В.

423450, Татарстан, г. Альметьевск, ул. Ленина, д. 2, государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Альметьевский государственный нефтяной институт».