

ОТЗЫВ

научного руководителя Двойникова Михаила Владимировича на диссертацию «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 Куншина Андрея Андреевича, год окончания аспирантуры 2022 г., федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет». Куншину А.А. присвоена квалификация магистр по направлению подготовки 21.04.01 – Нефтегазовое дело в 2018 г., очная форма обучения, кафедра бурения скважин.

За период обучения в аспирантуре Куншин А.А. своевременно сдал кандидатские экзамены на оценку «отлично» и проявил себя квалифицированным специалистом, способным самостоятельно планировать и проводить экспериментальные исследования. Принимал активное участие в российской технической конференции SPE, III Международной научно-практической конференции «Бурение скважин в осложнённых условиях», Всероссийской научно-технической конференции «75 лет нефтяному образованию в Республике Башкортостан», II Международном молодежном научно-практическом форуме «Нефтяная столица», Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Технологии будущего нефтегазодобывающих регионов» (РАН), XII Российско-германской сырьевой конференции, Международной конференции «Экологически безопасные буровые и технологические жидкости – основа устойчивого развития ТЭК», III Международном молодежном научно-практическом форуме «Нефтяная столица», Международной научно-практической конференции «Россохинские чтения».

В диссертации Куншин А.А. рассматривается вопрос повышения эффективности бурения скважин разработкой технологии оперативного контроля и управления фактической нагрузкой на долото PDC.

В процессе обучения в аспирантуре Куншин А.А. в установленный срок выполнял поставленные задачи, теоретически обосновал и научно подтвердил необходимость и целесообразность мониторинга и прогнозирования процесса формирования нагрузки на долото PDC при бурении скважин, провел экспериментальные исследования продольных и поперечных деформаций образцов горных пород для определения ударно-вращательного импульса компоновки низа бурильной колонны, разработал математическую модель, позволяющую определить энергоэффективный ударно-вращательный импульс компоновки низа бурильной колонны в зависимости от ее виброускорения и объемного разрушения горной породы долотом PDC, разработал технологию мониторинга и прогнозирования энергоэффективной нагрузки на долото PDC при бурении скважин, провел опытно-промысловые испытания и верификацию разработанной математической модели и технологии мониторинга и прогнозирования энергоэффективной нагрузки на долото PDC.

Основное содержание диссертации полностью соответствует защищаемым положениям. Все этапы исследований выполнены в соответствии с утвержденным планом.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 12 печатных работах, в том числе в 4 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных

которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus, Web of Science; получены 3 патента.

Возрастающие объемы потребления углеводородного сырья обуславливают освоение новых месторождений нефти и газа. Темпы ввода их в эксплуатацию во многом зависят от качественного и эффективного строительства скважин. Причем снижение капитальных затрат от 15 до 20 % можно достичь за счет применения инновационных технико-технологических решений в процессе бурения скважин. К наиболее передовым технологиям мирового уровня, позволяющим оптимизировать процесс бурения относятся новые виды контроля, управления и прогнозирования напряженно-деформированного состояния динамически активной системы бурильного инструмента.

Известно, что фактическая нагрузка на долото является дискретной величиной и складывается из статической и динамической составляющих.

Особенно это касается процесса бурения, где в качестве породоразрушающего инструмента используются долота режуще-скалывающего действия PDC – лопастное долото с поликристаллическими алмазными вставками.

Высокая степень неоднородности, разобщенности и переслаивания горных пород в процессе их разрушения, а также недостаточная контролируемость напряженно-деформированного состояния бурильного инструмента и режимных параметров бурения ведет к невозможности адекватной оценки фактической нагрузки на долото PDC и снижению эффективности проводки скважин.

Например, при роторном бурении или комбинированном способе углубления скважины с использованием гидравлических забойных двигателей могут возникать сложно контролируемые крутильные, торсионные, продольные и поперечные колебания бурильной колонны. Данные формы колебаний обуславливают возникновение мгновенной неконтролируемой вибрации, в том числе латеральных и аксиальных ударов компоновки низа бурильной колонны о горную породу, что приводит к резкому падению механической скорости бурения, потере продольной устойчивости инструмента, а также риску аварийных ситуаций в скважине.

Изменяющиеся частоты и амплитуды биений долот PDC математически сложно определимы. На практике для измерения вибрации долота в телеметрической системе располагается трехпозиционный акселерометр, позволяющий контролировать ускорение КНБК. Согласно паспортным данным применяемого оборудования для геофизических исследований скважин, а также во избежание повреждений элементов колонны, действуют ограничения виброускорения от 30 до 45 g. В результате несвоевременного регулирования режимных параметров бурения, обусловленных скоростью передачи информации и откликом автоматической системы управления верхнего привода, виброускорение может составить более 100 g, что приводит к отклонению от проектной траектории и снижению качества ствола скважины или отвороту и излому бурильного инструмента.

Повышение эффективности бурения скважин возможно за счет разработки технологии оперативного управления и прогнозирования сбалансированности системы статической и динамической составляющих фактической нагрузки на долото PDC на основе интерпретации данных виброускорения и геомеханических свойств горных пород, получаемых в режиме реального времени с телеметрических систем компоновки низа бурильной колонны.

Научная новизна работы заключается в научном обосновании возможности управления и прогнозирования фактической нагрузки на долото PDC для повышения эффективности процесса бурения скважин за счет определения ударно-вращательного импульса компоновки низа бурильной колонны на основе интерпретации данных виброускорения телеметрической системы и геомеханических свойств горных пород в режиме реального времени. На основе предложенного коэффициента разгрузочной способности компоновки низа бурильной колонны разработана математическая модель, позволяющая определить эффективную нагрузку на долото PDC в зависимости от объемных результирующих напряжений в горной породе, возникающих в результате режуще-скалывающего действия резцов PDC в процессе бурения скважин.

Личный вклад Куншина А.А. заключается в проведении теоретических и экспериментальных исследования, в результате которых разработана математическая модель и алгоритм для создания технологии мониторинга и прогнозирования энергоэффективной нагрузки на долото PDC в процессе бурения скважин. Получены 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. На уровне изобретения разработано устройство амортизатора наддолотного, способствующего повышению эффективности бурения скважин, в том числе в интервалах перемежающихся по прочности пропластков горных пород.

Степень достоверности защищаемых научных положений, выводов и рекомендаций основана на сходимости и воспроизводимости результатов лабораторных и вычислительных экспериментов. Верификация разработанной математической модели и алгоритмов осуществлена на основе опытно-промысловых испытаний при бурении скважины самоходной буровой установкой GM 200 GL на полигоне «Нефтяник» Санкт-Петербургского горного университета.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в разработке технологии мониторинга и прогнозирования энергоэффективной нагрузки на долото PDC в процессе бурения скважин, позволяющей сбалансировать систему статической и динамической составляющих фактической нагрузки на долото и увеличить механическую скорость проходки. Разработан алгоритм и программный комплекс, позволяющий, используя данные геофизических исследований скважин и параметров бурения с датчиков телеметрии в режиме реального времени, прогнозировать фактическую нагрузку на долото PDC для энергоэффективного и безаварийного строительства скважин. Разработанные математическая модель и алгоритмы определения параметров бурения с использованием в качестве породоразрушающего инструмента долота PDC включены в состав учебно-методического комплекса для обучения бакалавров и магистров по направлениям подготовки 21.03.01, 21.04.01 «Нефтегазовое дело» Санкт-Петербургского горного университета.

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 от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Куншин Андрей Андреевич

соискателя полностью – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин.

Научный руководитель, д.т.н.,
профессор, заведующий кафедрой
бурения скважин федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

Двойников Михаил Владимирович

199106, г. Санкт-Петербург,
Васильевский остров, 21 линия, д.2
Телефон: (812) 328-84-78
e-mail: dvoynikov_MV@pers.spmi.ru



Инициалы М. В. Двойникова

книго:

руководитель отдела

Е.Р. Яновицкая

производства

№

11

2011 г.