

ОТЗЫВ

научного консультанта, доктора физико-математических наук,
профессора Хаджиевой Л.А. на диссертационную работу
Сергалиева Алмаза Сериковича на тему «Моделирование нелинейной и
стохастической динамики буровых штанг неглубинного бурения»,
представленную на соискание ученой степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D070500 – Математическое и компьютерное
моделирование

Диссертационная работа Сергалиева Алмаза Сериковича посвящена моделированию нелинейной динамики бурового оборудования нефтегазодобывающей отрасли с учетом влияния осложняющих факторов и случайности происходящих процессов при бурении ствола скважин – влияние сил контактного трения буровых штанг о стенки скважины с учетом стохастичности контактов и начальной кривизны штанг; учет особенностей низа бурильной колонны; нелинейность моделей за счет конечности деформаций буровых штанг.

Актуальность темы диссертационной работы соискателя не вызывает сомнений. Известно, что активное освоение нефтяных и газовых месторождений в эпоху новых технологий, высоких скоростей производства и технологических процессов требует от исследователей и разработчиков создание современных научно-обоснованных режимов бурения скважин и методов их расчетов для обеспечения безаварийности процесса бурения, для безопасной и эффективной работы бурового оборудования. Одной из основных проблем бурового оборудования является деформируемость его составных частей. Кроме того, большое влияние на динамику бурового оборудования оказывают силы его контактного трения о стенки скважины, силы взаимодействия низа бурильной колонны с грунтом, случайность вышеуказанных процессов и другие факторы, осложняющие движение колонны. Поэтому, для полноты исследований и максимального приближения их результатов к реалистичности происходящих процессов необходима разработка современных, математически обоснованных нелинейных моделей движения бурового оборудования с позиций механики деформируемых сред с учетом всевозможных факторов внешнего воздействия и окружающей среды, применение современных методов их анализа. Все это имеет научный и практический интерес.

В большинстве известных работ задача движения бурового оборудования рассматривается в линейной постановке с ограничением числа степеней свободы, что существенно сужает решение проблемы, рассматривая ее в первом приближении. Малая исследованность нелинейности процессов бурения обусловлена сложностью решаемых задач, вызванных геометрической нелинейностью буровых штанг ввиду их большой протяженности, а также влиянием факторов взаимодействия буровой колонны с окружающей средой, где может иметь место нелинейный и случайный характер. Все это делает проблему моделирования и анализа

динамики бурильных колонн актуальной и представляющей научный и практический интерес.

Поэтому **научная новизна** проводимых соискателем исследований состоит в решении малоисследованного класса задач динамики бурового оборудования в нефте-газодобывающей промышленности на новом качественном уровне – в разработке новых математических моделей с применением современного аппарата нелинейной механики деформируемых сред и учетом стохастичности воздействия факторов окружающей среды; использовании современных методов их квазианалитического и численного анализа; компьютерной визуализации результатов исследований.

Представленная к защите диссертация является итогом научно-исследовательской деятельности соискателя в области моделирования нелинейных задач динамики бурового оборудования на протяжении нескольких лет.

Диссертационная работа Сергалиева Алмаза Сериковича обусловлена запросами практики. Тема диссертации связана с темой двух научных проектов грантового финансирования МОН РК, выполняемых в ДГП НИИ Математики и Механики при КазНУ им. аль-Фараби с 2012 по 2014 годы и с 2015 по 2017 годы.

Диссертационная работа состоит из 4 разделов, имеет внутреннее единство поставленных задач, методов их решения и анализа. Как первое приближение, исследованы линейные модели сжато-скрученной вращающейся буровой штанги. На основе многопараметрического анализа, основанного на соотношениях между основным геометрическими и физическими параметрами рассматриваемой системы, установлена общая классификация их изгибных колебаний и построены дисперсионные кривые приближенного решения. Для многопараметрического анализа низкочастотных колебаний буровой штанги использован метод многих масштабов. Результаты этих исследований опубликованы в высоко рейтинговом журнале *International Journal of Engineering Science* (IF = 9,052; SJR = 3,416). Методом обобщенных функций получено аналитическое решение линейных моделей движения буровой штанги при воздействии на буровую штангу сосредоточенных силовых источников, что эффективно для решения обратных и полу-обратных задач.

Соискателем разработаны новые нелинейные математические модели деформирования различной топологии, вращающейся сжато-скрученной буровой штанги в рамках теории конечных деформаций В.В. Новожилова, тем самым сняты широко распространенные ограничения на величины деформаций. Полученная модель адаптирована и обобщена для случая контактного взаимодействия буровой штанги со стенками скважины. При этом приняты во внимание стохастичность контактов и начальной кривизны буровой штанги. Для нескольких симуляций метода Монте Карло проведен численный анализ модели. Он показал необходимость учета неопределенностей для получения рекомендаций по ожидаемым диапазонам

средних перемещений оси буровой колонны, более достоверных и близких к реальным процессам.

Исследованы колебания буровой штанги с учетом особенностей ее низа и взаимодействия с разрушаемой породой. Результаты исследований хорошо согласуются с результатами работ других авторов, изучавших эти задачи в линейной постановке.

По выше сказанным задачам следует отметить новизну полученных соискателем результатов и их значимость для практики. Она подтверждается интересом ПНТБиП ЦОМЭ филиала АО "Волковгеология" к разработанным моделям, методам их расчета и полученным результатам. Имеется информационная справка том, что результаты взаимодействия буровой штанги для случая учета особенностей ее низа и ее контактного взаимодействия со стенками скважины рассмотрены и будут применены данной организацией при расчетах напряженно-деформированного состояния бурового оборудования геотехнологических скважин.

Таким образом, разработанные соискателем математические модели позволяют решать новый, ранее не изученный класс задач динамики бурового оборудования с учетом осложняющих факторов - нелинейных эффектов, стохастики рассматриваемых процессов и влияния окружающей среды. Они служат обобщением известных моделей. Их общность позволяет получать из них частные модели в зависимости от типов деформирования и линеаризации.

Сергалиевым А.С. получены новые научные результаты, представляющие теоретический и практический интерес, заслуживающие особого внимания и вносящие несомненный научный вклад в динамику бурового оборудования нефте-газодобывающей промышленности и других добывающих отраслей. Их значимость позволяет сделать вывод о высокой научной квалификации соискателя, об его умении осуществлять постановку задачи, производить выбор и разработку методов решения с анализом полученных результатов и выдачей рекомендаций по улучшению изучаемых физических процессов. Во время работы над диссертацией Сергалиев А.С. проявил себя как творческая личность с сильными исследовательскими качествами, глубоко мыслящий и анализирующий специалист.

На основании выше изложенного считаю, что диссертационная работа на тему «Моделирование нелинейной и стохастической динамики буровых штанг неглубинного бурения», отвечает всем требованиям, предъявляемым докторским диссертациям по специальности «6D070500 – Математическое и компьютерное моделирование», а ее автор Сергалиев Алмаз Серикович заслуживает присуждения ему искомой степени доктора философии (PhD).

Научный консультант:

доктор физико-математических наук,

профессор

Д.А. Халишева



Начальник управления подготовки и аттестации научных кадров КазНУ им. аль-Фараби

Р.Е. Кудайбергенова