

ОТЗЫВ

официального оппонента,
кандидата технических наук, доцента **Борейко Дмитрия Андреевича**
на диссертационную работу **Валямова Карима Рамилевича**
на тему **«Повышение эффективности бурения скважин путем разработки шарошечного долота с пирамидальным стальным вооружением внутренних рядов»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.8.2. – Технология бурения и освоения скважин (технические науки)

Диссертационная работа Валямова Карима Рамилевича на тему «Повышение эффективности бурения скважин путем разработки шарошечного долота с пирамидальным стальным вооружением внутренних рядов», представленная для отзыва, выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка использованных источников из 106 наименований и 7 приложений. Работа изложена на 145 страницах машинописного текста, включает 57 рисунков и 22 таблицы. Результаты выполненных исследований опубликованы в 17 публикациях, в том числе в 4 статьях в изданиях из перечня ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, а также в 2 патентах РФ, из которых 1 патент на изобретение и 1 патент на полезную модель.

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность работы обусловлена значительным ростом за последние годы объема бурения нефтегазовых скважин, в том числе в Восточно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Одной из важных задач бурения скважин является повышение механической скорости проходки и снижение износа шарошечных долот, предназначенных для бурения верхних интервалов, осложненных валунно-галечными отложениями. Для решения этой проблемы требуется разработка и совершенствование конструкции шарошечных буровых долот. Применение шарошечных долот с пирамидальным стальным вооружением, в условиях бурения мягких горных пород с осложнением валунно-галечными отложениями, позволяет осуществлять бурение с большими значениями механической скорости проходки и относительно низкими значениями износа зубьев внутренних рядов шарошек. Поэтому тема диссертационной работы Валямова К. Р., посвященная повышению эффективности бурения скважин путем разработки шарошечного долота с пирамидальным стальным вооружением, является актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций заключается в подробно и всесторонне проведенном обзоре исследований в области повышения эффективности применения шарошечных долот с привязкой применения долот к горно-геологическому строению региона. Подробно проанализированы работы других авторов. Обоснованы преимущества и недостатки использования шарошечных и PDC долот. Рассмотрены результаты исследований в области повышения стойкости шарошечных долот, а также работы отечественных и зарубежных ученых по увеличению механической скорости проходки для различных типов породоразрушающего инструмента. Аналитически обосновано, что одним из эффективных способов обеспечения равномерного износа вооружения долота является увеличение относительного запаса вооружения по рядам с помощью внедрения ребер жесткости, обеспечивающих пирамидальную форму зуба в совокупности с увеличением ударной вязкости основного материала изготовления шарошек долота. Обоснован подбор геометрических параметров стального вооружения путем проведения серии экспериментальных исследований по оценке стойкости единичных элементов стального вооружения шарошечных долот методами сравнительных испытаний и на основе широко апробированной теории планирования и постановки эксперимента. Представлен полный цикл разработки шарошечного долота с пирамидальным стальным вооружением и отражены новые положения в методическом руководстве по применению шарошечных долот при условии осложнения разреза валунно-галечными отложениями.

На основании проведенного анализа диссертационной работы можно заключить, что научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы в достаточной степени обоснованы и правильно сформулированы.

Достоверность и новизна результатов исследования

Достоверность полученных результатов основана на использовании апробированных и оригинальных методик экспериментальных исследований на стендовых установках, применении численных методов расчета и лицензированных программных продуктов Ansys, Solidworks, сертифицированных по ГОСТ и стандартам API. Полученные показатели обрабатывались с использованием современных статистических методик планирования и обработки экспериментальных данных.

Значимость для науки и практики полученных результатов

Значимость полученных результатов для науки заключается в следующем:

- полученных новых знаниях об опережающем характере износа внутренних рядов зубьев шарошечных долот при бурении мягких горных пород, осложненных валунно-галечными отложениями;

- экспериментально обоснованной новой геометрией внутренних рядов зубьев в виде усеченной восьмигранной пирамиды с площадкой притупления от 3 до 14 мм, образующей в сечении восьмиугольник, прямые стороны которого равны и параллельны, а угол заострения равен 48° в совокупности с изготовлением из долотной стали 19ХГНЗМА;

- экспериментальными и аналитическими исследованиями доказано, что зубья внутренних рядов шарошек долота с новой геометрией снижают относительную массовую потерю металла при ударных нагрузках более чем в 2 раза и увеличивают относительный запас вооружения до 2-х раз без снижения средней эффективности разрушения горной породы.

Значимость полученных результатов для практики заключается с следующем:

- экспериментально обоснована конструкция шарошечного долота БИТ 295,3 Z2RSJ U700 с пирамидальной геометрией стального вооружения, предупреждающая опережающий износ внутренних рядов при бурении интервалов, осложненных валунно-галечными отложениями на основе исследования геометрических моделей зубьев с последующей оценкой стойкости к циклическим ударным нагрузкам.

- усовершенствована методика по применению шарошечных долот при осложнении разреза валунно-галечными отложениями, которая внедрена в производственно-технологический процесс ООО НПП «БУРИНТЕХ»;

- разработано электронное учебно-методическое издание, внедренное в учебный процесс кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» при выполнении лабораторных и научно-исследовательских работ.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертации могут быть использованы в качестве методических и технологических рекомендаций производственным предприятиям и нефтесервисным компаниям при подборе и применении породоразрушающего инструмента дробяще-скалывающего действия при бурении мягких горных пород с осложнением более твердыми пропластками, такими как валунно-галечные отложения.

Отдельные положения диссертации могут быть рекомендованы для выполнения учебных работ студентов нефтегазовых вузов по дисциплинам «Бурение нефтяных и газовых скважин», «Разрушение горных пород» и «Буровое оборудование».

Оценка содержания диссертации, ее оформления и завершенности

В первой главе на основании выполненного научно-литературного обзора сформулированы основная цель и задачи исследований, обосновано применение шарошечных долот для определённых горно-геологических условий на примере конкретного горно-геологического разреза.

Во второй главе приводится аналитическое исследование процесса износа стального вооружения шарошечных долот. Отдельное внимание уделено исследованию характера износа стального вооружения и его влияние на эффективность работы шарошечных долот. Обоснованы решения по увеличению стойкости стального вооружения путем расчетов геометрических и прочностных параметров стальных зубьев с применением современных систем автоматизированного проектирования и моделирования методом конечных элементов. Предложена геометрическая модель пирамидального стального зуба для шарошки долота с применением долотной стали с увеличенным показателем ударной вязкости, позволяющая увеличить стойкость зуба к циклическим ударным нагрузкам, на основании которого разработана конструкция шарошечного долота с пирамидальным стандартным зубом. Согласно проведенным расчетам, комбинация пирамидальной геометрии с долотной сталью с увеличенной ударной вязкостью снижают массовую потерю металла при ударных нагрузках более чем в 2 раза и увеличивают относительных запас вооружения до 2-х раз.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований по определению стойкости к циклическим ударным нагрузкам имитаторов стальных зубьев на разработанном экспериментальном стенде. Осуществлено планирование эксперимента, по результатам проведения которого подобраны геометрические параметры зубьев стального вооружения, обеспечивающие наибольшую ударную вязкость, а также установлена линейная зависимость стойкости зубьев при циклических ударных нагрузках от ударная вязкости основного материала, величины притупления зуба и степени контакта зубьев. Показано, что наименьший износ получают зубья, выполненные из стали с повышенным показателем ударной вязкости с максимально возможным притуплением, без изменения площади контакта зуба с горной породой.

В четвертой главе спроектирован и изготовлен опытный образец усовершенствованной конструкции шарошечного долота БИТ 295,3 Z2RSJ U700 с пирамидальной геометрией стального вооружения в комбинации с применением долотной стали с увеличенным показателем ударной вязкости. Экспериментально показано, что повышение стойкости внутренних рядов обеспечивается зубьями в виде усеченной восьмигранной пирамиды, с площадкой притупления от 3 до 14 мм, образующей в сечении восьмиугольник, прямые стороны которого равны и параллельны, а угол заострения которых равен 48° , в сочетании с применением долотной стали 19ХГНЗМА. На основании проведенных исследований установлено, что преждевременный отказ шарошечных долот со стальным вооружением при бурении мягких горных пород, осложненных валунно-галечными отложениями, возникает при ударных нагрузках из-за опережающего износа зубьев внутренних рядов со сниженным относительным запасом вооружения до 34% по сравнению с зубьями периферийных венцов.

В целом диссертация оформлена в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011. Текст работы отличается целостностью изложения, написан понятным

грамотным языком в логически связанном стиле. Иллюстрации и таблицы дополняют восприятие текста. Каждая глава заканчивается логическими выводами. Список использованной литературы содержит 106 наименований работ отечественных и зарубежных авторов. В приложении работы приводятся копии актов о внедрении и применении указанного типа долот, а также копия диплома молодежной премии в области науки и техники «Надежда России».

Апробация и публикация результатов исследований

Основные результаты, полученные при исследованиях, докладывались в 2017 – 2023 гг. на международных и региональных научно-технических конференциях. По результатам работы опубликовано 17 научных трудов, в том числе 4 статьи - в российских периодических изданиях, включенных в перечень ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. Получен патент РФ на изобретение и патент РФ на полезную модель. Опубликованные работы в полной мере отражают основное содержание диссертации.

В автореферате диссертации изложены актуальность темы, цель и задачи работы, научные положения, выносимые на защиту, показана достоверность результатов, их научная новизна, теоретическая и практическая значимость. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертационной работы.

Замечания и вопросы по диссертации и автореферату

1. Первое защищаемое положение, на мой взгляд, сформулировано не до конца, в отличие от второго, третьего и четвёртого положений. Соискателю необходимо пояснить и защитить, что конкретно дали проведённые *«Аналитические исследования причин вывода из эксплуатации шарошечных долот и исследование снижения механической скорости проходки по причине износа внутренних рядов стального вооружения шарошечных долот при осложнении разреза валунно-галечными отложениями»*.

2. В цели работы (стр. 6 диссертации и стр. 4 автореферата) фразу *«...выявления и конструктивного усиления внутренних рядов шарошек долот»* целесообразно было бы заменить на *«...обоснование конструктивного усиления определённых внутренних рядов шарошек долот»*, т. к. выявлять внутренние ряды шарошек не имеет смысла, но работа направлена на усиление не всех подряд, а именно конкретных рядов из числа внутренних.

3. При первом упоминании термина *«относительный запас»* на стр. 48 диссертации в скобках дописано *«(износостойкость)»*. В целом, судя по работе, речь идёт именно о таких характеристиках как износостойкость и ударная вязкость зубьев шарошек долота, а термин *«относительный запас вооружения»* является нестандартным и фактически представляет собой классический расчёт ресурса детали по износостойкости. Этот термин

требует более развёрнутого пояснения и обоснования, особенно если он вводится в оборот, как результат диссертационной работы в части введения нового или измененной трактовки старого понятия.

4. В диссертации автором также часто упоминаются термины «*периферийные ряды*», «*периферийные зубья*» и т. п. (например, на стр. 7, 23, 63 диссертации и на стр. 5 автореферата), а также «*внутренние ряды*» (например, на стр. 35, 55, 60 и других, также в названии самой диссертации и на стр. 9, 10, 13, 14 и др. автореферата). При этом в автореферате появляется определение «*предпериферийных внутренних рядов*» (стр. 12 автореферата). Необходимо пояснение соискателя, какие ряды зубьев шарошки он считает внутренними, какие периферийными, а какие предпериферийными для недопущения разночтений.

5. Не понятно, как именно была принята предлагаемая к внедрению пирамидальная форма зуба (стр. 70 диссертации). Фактически обоснование сводится к констатации факта о том, что «*Усиление зубьев за счет увеличения угла заострения в совокупности с увеличением ширины зуба приводит к увеличению стойкости зуба при воздействии на него статических и динамических нагрузок*». По такому же принципу можно было бы привести ещё ряд конструкций, отвечающих данному условию. При этом, судя по внешнему виду, у предложенной конструкции повышена металлоёмкость относительно базовой, что в итоге может быть причиной повышения прочностных характеристик при расчёте методом конечных элементов (стр. 88 диссертации).

6. На стр. 102-103 диссертации приводятся результаты по 6 образцам зубьев. Судя по таблице 3.5, испытаниям подвергли по одному образцу каждой конструкции из двух различных марок сталей (19ХГНМА и 19ХГНЗМА). Возникают сомнения в достаточности всего одного испытания и о какой-либо репрезентативности говорить сложно.

7. Отсутствуют пояснения к одному из основных рисунков диссертации (рисунок 4.8, стр. 115), по которому делается вывод о повышении относительного запаса вооружения. Что конкретно изображено на диаграмме по горизонтальной оси? И почему для анализа принят именно этот параметр?

8. График на рисунке 2.9 стр. 60 диссертации малоинформативен (не подписаны оси, размерности к линиям на «легенде»). В автореферате также имеется рисунок подобной диаграммой без подписанных осей (стр. 11, рисунок 2).

9. В диссертации присутствует некоторое количество опечаток в ссылках на рисунки, например, на стр. 16 – ссылка на несуществующий рисунок 4, на стр. 115 – ссылка на несуществующий рисунок 11, а также сбита нумерация рисунков – после рисунка 1.8 (стр. 23) идёт сразу рисунок 1.10 (стр. 27), присутствуют грамматические и пунктуационные ошибки и т. д.

Представленные вопросы и замечания являются дискуссионными, не снижают общей положительной оценки работы и не ставят под сомнение её научную и практическую значимость.

Заключение

Диссертация Валямова Карима Рамилевича на тему «Повышение эффективности бурения скважин путем разработки шарошечного долота с пирамидальным стальным вооружением внутренних рядов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.2. – «Технология бурения и освоения скважин» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технико-технологические решения и разработки, позволяющие улучшить показатели работы шарошечных долот для бурения мягких, осложненных валунно-галечными отложениями, горных пород, имеющие существенное значение для развития нефтегазовой отрасли Российской Федерации, что соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям и указанным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (утв. постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, с изменениями и дополнениями). Автор диссертационной работы Валямов Карим Рамилевич заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата наук по специальности 2.8.2. – «Технология бурения и освоения скважин».

Официальный оппонент,
доцент кафедры бурения, машин и
оборудования нефтяных и газовых
промыслов ФГБОУ ВО «Ухтинский
государственный технический университет»,
канд. техн. наук, доцент

Борейко
Дмитрий
Андреевич

17 мая 2024г.

Подпись Борейко Д. А. заверяю:
Ученый секретарь Ученого совета

Н. С. Игнатова

Борейко Дмитрий Андреевич - кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры бурения, машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов, ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет».


Научная специальность: 05.02.13. - «Машины, агрегаты и процессы» (в нефтяной и газовой промышленности).

Адрес: 169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13, каб. 301В.

Тел.: +7 (904) 105-45-09

E-mail: dboreiko@ugtu.net

Я, Борейко Д. А., даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

 Д. А. Борейко