

**ОТЗЫВ  
на автореферат**

диссертационной работы Серикова Дмитрия Юрьевича «Повышение эффективности шарошечного бурового инструмента с косозубым вооружением», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (нефтегазовая отрасль)

**АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ**

Техника и технология бурения скважин непрерывно развивается. В течение последнего десятилетия в нашей стране и за рубежом успешно внедрены в бурение инструменты нового поколения, в том числе долота с алмазными режцами PDC (Polycrystalline Diamond Cutter), позволившие в 10 и более раз повысить среднюю проходку по сравнению с лучшими серийными шарошечными долотами. Породоразрушающие алмазные пластины режцов долот PDC обладают поистине уникальной стойкостью. Это позволило до 65–70 % общего объема глубокого бурения эффективно осуществлять с применением долот именно этого типа. Однако, в последние годы темп роста объемов бурения с применением долот PDC заметно снизился по следующим причинам.

Алмазный порошок при получении конгломерированной пластины PDC сжимается на шестиосных прессах давлением до двух тыс. атмосфер, при нагреве до тысячи градусов, в течение нескольких десятков часов. Полученные пластины привариваются на цилиндрическое твердосплавное основание режцов, устанавливаемых под определенным наклоном в отверстиях корпуса долота для обеспечения резания породы на забое. Термостойкость пластин при бурении пород от мягких до твердых абразивных позволяет их интенсивно разбуривать. Но при встрече пород крепких и очень крепких абразивных и непрерывном их резании, не смотря на то, что пластины работают в промывочной жидкости, зона контакта с забоем перегревается выше температуры термостойкости и долото с пластинами выходит из строя.

Зубья шарошечного долота работают по другому принципу. Вместо непрерывного разрушения пород резанием пластинами алмазных долот PDC, зубья шарошечных долот обеспечивают ударно-скалывающее разрушение, требующее кратно меньшего приложения крутящего момента и нагрузки разрушения. Кроме того, при перекачивании шарошек по забою, их зубья испытывают циклы «нагрузка - разгрузка», за время которых они успевают «отдохнуть» и охладиться. Поэтому шарошечные долота могут успешно разбуривать породы, недоступные долотам PDC.

Есть и другие факторы преимущества шарошечных долот над долотами PDC. Уже отмечалось, что для работы долот PDC необходимо обеспечивать значительное повышение энергетических затрат. А это значит, необходимо применять новые, более дорогие, более мощные и более тяжелые буровые установки, заменяя ими огромный парк ныне действующих легких установок, что не всегда по плечу большому числу мелких и средних буровых предприятий. Для обеспечения более мощного привода требуется резкое увеличение топлива для приводных двигателей ДВС, а значит удорожания его авиаперевозок на удаленные буровые, строительства и эксплуатации новых складских помещений, дополнительных кадров и т.д. Кроме того, необходимо учитывать и большую разницу в ценах шарошечных долот и долот PDC. Поэтому при проектировании новых скважин крупные и средние буровые организации предпочитают закладывать финансовообоснованное чередование применения и долот PDC и шарошечных.

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что у применения для бурения глубоких скважин шарошечных долот имеется достаточно длительная перспектива. Чтобы успешно разбуривать оставшиеся от долот PDC 30–35% общего ежегодного объема бурения, исчисляемого десятками миллионов метров, необходимо продолжать широкие научные исследования по дальнейшему совершенствованию сотен наименований и выпуску десятков тысяч новых и усовершенствованных шарошечных долот, максимально приспособленных к условиям бурения. Поэтому выполненная автором диссертационная работа является весьма своевременной, а её актуальность не вызывает сомнения.

Вход № 5599  
« 43 11 2018 г.

## **НАУЧНАЯ НОВИЗНА И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ**

Исследован ряд важных, неизученных ранее, научных и практических аспектов, связанных с динамикой разрушения различных по твердости пород, изучением прочностных свойств породоразрушающих зубьев различной формы, повышением эффективности их работы на забое и служащих для оснащения шарошек различных буровых инструментов со стальным фрезерованным вооружением.

Новизна и широкая публикация результатов исследований имеет особо важное значение в сегодняшних условиях, когда внимание ученых в первую очередь, и у нас в стране, и за рубежом, приковано только к дальнейшему улучшению конструкций и применению в бурении «модных» алмазных долот PDC.

На базе анализа опубликованных результатов стендовых и промысловых исследований, касающихся повышения эффективности фрезерованного вооружения различных видов и типов бурового инструмента, автор разработал новые математические модели перекачивания шарошек по забою, а также методики на базе конечных элементов, позволяющие создавать асимметричную форму зубьев шарошек, обладающих одновременно и повышенной прочностью, и более агрессивной динамикой разрушения породы на забое.

Автор широко исследовал применение косозубого вооружения вместо традиционной прямозубой формы, при которой зуб может при контакте с забоем воздействовать только на минимальную поверхность забоя, равную площади своей поверхности притупления. Во время встречи с забоем при перекачивании, зуб разом, мгновенно испытывает все 100% прилагаемой к нему разрушающей ударной нагрузки, что способствует ускоренному слому его под корень. Замена прямозубой формы на косозубую, позволяет получить асимметричному вооружению сразу несколько преимуществ – увеличить единовременную площадь контакта с поверхностью забоя, растянуть время приложения нагрузки на зуб и увеличить тем самым его прочность и время работы на забое, использовать и регулировать «эффект пропеллера» в промысловой жидкости от быстровращающихся наклонных зубьев, а также влияние конструкций предлагаемых новых промысловых узлов на повышение скорости очистки забоя от шлама, регулировать с помощью изменения формы вооружения на отклонение долота от направления бурения. Результаты применения этих преимуществ также представлены в диссертации.

Разработанная автором методика определения мгновенной оси вращения шарошек позволила выявить расположение на них ведущих венцов и рассчитывать в зависимости от них величины проскальзывания для ведомых венцов.

На базе результатов проведенных исследований автором предложены десятки новых конструкций буровых долот и других буровых инструментов, которые выполнены на уровне изобретений. Все они защищены патентами РФ и обладают мировой новизной.

Предложенные в работе теоретические и конструкторские рекомендации апробированы и успешно внедрены в технологию бурения на буровых предприятиях с получением большого экономического эффекта.

Личный вклад автора в развитие науки о динамике разрушения горных пород и в бурении заключается в аналитическом и комплексном подходе к решению многих теоретических и практических задач, создании методик расчета более эффективных параметров вооружения, возникающих при современном проектировании шарошечных долот, расширителей, инструмента для реактивно-турбинного бурения. Такой творческий подход способствует реальному повышению технического уровня современного отечественного и зарубежного бурового инструмента.

### **СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ И ДОСТОВЕРНОСТИ ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ**

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций подтверждается апробацией их по докладам автора на трех Международных выставках «Нефть и Газ» в 1998, 1999 и 2000 годах в городе Москве, на ежегодных Научно-технических конференциях РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина в 1997 – 2007 годах, на конференции Московского государственного университета машиностроения в 2018 году.

Достоверность выводов и рекомендаций базируется на большом объеме проведенных автором стендовых, лабораторных и промысловых экспериментов, методиках их проведения, сходимости полученных расчетных и экспериментальных данных с данными, полученными в производственных условиях, а также государственной экспертизой РФ на проверку мировой новизны патентных заявок на изобретения по теме диссертации.

### **ЗНАЧИМОСТЬ ДЛЯ НАУКИ И ПРАКТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ ПУТЕЙ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Результаты исследований и рекомендованные новые пути проектирования и изготовления шарошечного бурового инструмента с косозубым вооружением позволили автору разработать новое, научно обоснованное направление в проектировании фрезерованного косозубого асимметричного вооружения шарошечных долот, обладающего одновременно двумя очень важными для бурения свойствами - повышенной прочностью и увеличенной механической скоростью разрушения пород различной твердости.

Предложенные автором математические модели изучения сложных траекторий перемещения зубьев по забою, изменения схемы и характера их нагружения во время контакта с забоем, методики изучения прочностных свойств зубьев на базе конечных элементов, расчеты зубьев на прочность по допускаемым напряжениям, позволяют не только оперативно рассчитывать геометрию и место расположения зубьев на шарошках, но и корректировать технологические параметры бурения, исходя из максимально допустимой нагрузки на инструмент. Например, установлено, что с использованием предложенной методики расчета максимальных изгибающих нагрузок в опасных сечениях косозубого вооружения, при одинаковых условиях нагружения, напряжения можно снизить до двух раз, по сравнению с аналогичными сечениями прямозубого вооружения.

Полученные конкретные рекомендации могут применяться в качестве руководящих материалов для конструкторов-проектировщиков, разрабатывающих новые варианты бурового инструмента.

Наличие рекомендованного в диссертации инструмента с усиленным косозубым вооружением реально позволит буровикам обеспечить повышение механической скорости бурения и средней проходки на долото при бурении мягких, средних и твердых пород, интервалы которых в глубоком бурении в основных нефтегазодобывающих районах страны занимают очень большое место.

На практике разработан и апробирован целый ряд буровых инструментов различных диаметров – 190,5; 215,9; 295,3; 393,7; 490 мм., расширителей диаметром 555 мм., долот для бурения скважин диаметром до 6 метров и более методом реактивно-турбинного бурения (РТБ).

Получение автором подтверждения мировой новизны значительной части разработок, упомянутых в диссертации в виде 33 патентов на изобретения, свидетельствуют о мировом техническом уровне этих разработок и значительном вкладе автора в мировую науку о буровом инструменте.

### **ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

1. Сначала общее замечание. Ко всем рисункам, приведенным в автореферате, слишком сжато представлено описание их содержания, хотя сами рисунки выполнены современно и качественно.

2. Желательно было бы в тексте автореферата указать ссылки на ранее опубликованные работы по тематике разделов, имеющиеся в диссертации.

3. На стр. 18, где говорится об условиях кинематического взаимодействия с забоем вооружения шарошек долот для РТБ, нет упоминания об одном важном отличии динамики работы центральных и периферийных венцов. Почему на шарошках исключаются центральные венцы, а оставляются только периферийные?

На стр. 19 Фраза «...работа ведомых венцов шарошек, работающих с проскальзыванием вооружения, подобна работе цилиндрических фрез....» и далее, нуждается в дополнительном пояснении, как это влияет на динамику разрушения породы на забое?

На стр. 20 Фраза «С целью минимизации отклоняющих сил на ШБИ и повышения эффективности его работы ...были предложены и изучены ....две схемы геометрии КЗВ: однонаправленная и разнонаправленная». Как определить все суммарные осевые нагрузки при проскальзывании КЗВ, действующие на каждый опорный узел и момент, когда они одинаковы по величине и направлению? Имеется ли соответствующая методика?

Приведенные замечания не могут снижать высокого научного и практического значения представленной работы и могут рассматриваться как рекомендации для дальнейших исследований.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе СЕРИКОВА Дмитрия Юрьевича «Повышение эффективности шарошечного бурового инструмента с косозубым вооружением», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук, рассмотрены решения весьма важных задач для отрасли бурения нефтяных и газовых скважин. Постановка и решения задач ясны и обоснованы. Работа представляет значительную научную и практическую ценность. Материал изложен понятно, доступным инженерным языком. Он достаточно полно освещен в опубликованных работах автора. Поставленные в работе задачи решены.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

Диссертация является самостоятельной законченной квалификационной работой, в которой изложены результаты проведенных разработок, обеспечивающих решение сложных и важных задач по проектированию, изготовлению и применению целого нового класса разработанных по теме диссертации эффективных буровых инструментов для строительства глубоких нефтяных и газовых скважин, на которые ежегодно расходуются много миллиардные средства.

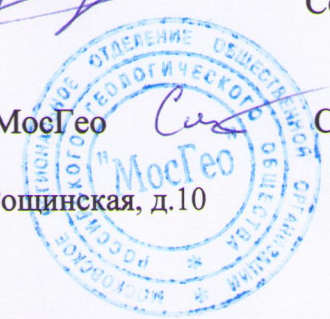
Предложенные автором научно-обоснованные и апробированные технические решения и рекомендации в области повышения эффективности работы бурового инструмента вносят значительный вклад в развитие страны.

Работа отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор СЕРИКОВ Дмитрий Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (нефтегазовая отрасль).

Вице президент  
Российского геологического общества  
ОО «РОСГЕО», доктор технических наук,  
профессор по специальности  
25.00.15 – Технология  
бурения и освоения скважин

Сердюк Николай Иванович

Подпись Сердюка Николая  
Ивановича заверяю, к.т.н., исп. д-р МосГео



Сауков Игорь Владимирович

Адрес: 115191, РФ, г. Москва, ул. 2-я Рощинская, д.10  
Тел.: + 7 (910) 400-04-58  
E-mail: kafedra\_tkon@mail.ru

Автор отзыва дает свое согласие на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.