



**УТВЕРЖДАЮ**  
И.о. ректора ФГБОУ ВО  
«Тюменский индустриальный  
университет», канд. экон. наук, доцент

Вероника Васильевна Ефремова

«26» 11 2018 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу  
Серикова Дмитрия Юрьевича

на тему «Повышение эффективности шарошечного бурового инструмента с козозубым вооружением», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (нефтегазовая отрасль).

### Актуальность темы диссертации

Эффективность процесса бурения в значительной степени зависит от применяемых инструментов, представителями которых являются шарошечные буровые долота и расширители. Наиболее значимыми конструктивными особенностями шарошечного бурового инструмента, с точки зрения их влияния на эффективность работы инструмента в целом являются: зубчатое вооружение, схема промывки и гидравлическое совершенство промывочных узлов.

В практике серийного производства и эксплуатации шарошечного бурового инструмента, как правило, применяются зубчатое стальное поверхностно-армированное или твердосплавное (штыревое) вооружение, которые в процессе бурения неминуемо разрушаются. Значимость

Вход. № 5825  
«26» 11 2018

использования более совершенных схем промывки и более эффективных гидромониторных промывочных узлов в шарошечном буровом инструменте существенно возрастает с увеличением его размера, так как при бурении или расширении скважин больших диаметров растет объем разрушаемой породы и значительно осложняется процесс ее удаления из зоны работы инструмента.

Диссертационная работа посвящена теоретическому и экспериментальному обоснованию повышения эффективности работы шарошечного бурового инструмента за счет оснащения его косозубым вооружением, обеспечивающего повышение технико-экономических показателей процесса бурения. Принимая во внимание полученные в работе научные результаты, имеющие важное прикладное значение, актуальность темы диссертационной работы сомнений не вызывает.

**Структура и содержание диссертации.** Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и приложений, содержащих акты промышленных испытаний и внедрения результатов работы, Объем диссертации (включая приложения) составляет 433 страницы, список литературы содержит 175 наименований.

Сериковым Д.Ю. для различных способов бурения проанализированы наиболее важные показатели работы шарошечного бурового инструмента в зависимости от ориентации основных рабочих поверхностей зубьев вооружения шарошек относительно их образующих, направления и влияния потоков промывочной жидкости на эффективность очистки призабойной зоны, конструкций гидромониторных узлов.

На основе проведенных автором теоретических исследований было установлено, что увеличить поражающую способность зубчатого вооружения шарошек можно за счет строго определенной ориентации зубьев для каждого конкретного типа и размера шарошечного бурового инструмента. Доказано, что работа косозубого вооружения сопровождается шнековым эффектом, который может быть использован как при взаимодействии зубьев с поверхностью забоя, так и перемещении их по гидравлической среде призабойной зоны. Показано,



что повысить гидравлическое совершенство гидромониторных насадок можно не только оптимизируя геометрию их вертикального поперечного сечения, но и, не в меньшей степени, за счет создания рациональной геометрии их поперечного сечения в горизонтальной плоскости.

Новые научные результаты, полученные соискателем, имеют существенное значение для науки и практики. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы и являются необходимыми для повышения эффективности работы шарошечного бурового инструмента с косозубым вооружением.

Основные научные результаты, полученные автором:

- установлены законы движения шарошек и их зубчатого вооружения в процессе работы шарошечного бурового инструмента в условиях роторного и реактивно-турбинного бурения нефтегазовых скважин и стволов большого диаметра;

- получены формулы для расчета: положения мгновенной оси вращения шарошки в зависимости от геометрии зубчатого вооружения и величины его внедрения в породу забоя; влияния осевых составляющих сил сопротивления породы, возникающих при разрушении ее косозубым вооружением шарошек, на отклонение шарошечного бурового инструмента от заданного направления бурения;

- исследовано влияние угла наклона зубьев по отношению к образующей шарошки, работающей с проскальзыванием вооружения, на интенсивность разрушения породы забоя шарошечным буровым инструментом;

- построены математические модели, описывающие силовое взаимодействие зубьев вооружения шарошечного бурового инструмента с деформируемым забоем при бурении мягких и средних пород, и установлены основные закономерности силового взаимодействия инструмента и породы;

- определены параметры процесса центробежного объемного армирования асимметричного косозубого вооружения, обеспечивающие требуемую форму и расположение армированной зоны с учетом геометрии

вооружения, центробежных и кориолисовых сил, действующих на частицы армирующего компонента, двигающихся в расплавленном металле вращающейся литейной формы;

- установлены зависимости влияния скорости вращения, вылета и шага косозубого вооружения на степень его воздействия на гидравлическую среду и очистку призабойной зоны, а также влияния геометрии внутреннего поперечного сечения гидромониторных насадок на величину зоны постоянных скоростей (ядра) истекающей из них промывочной жидкости.

**Теоретическая значимость** диссертации обоснована тем, что:

- разработанные математические модели движения шарошек позволяют отслеживать траектории перемещения каждого из зубьев их вооружения в процессе работы шарошечного бурового инструмента в условиях роторного и реактивно-турбинного бурения;

- построенная математическая модель разрушения мягких и средних пород зубчатым вооружением ведомых венцов шарошек, основанная на силовом взаимодействии зубьев вооружения с породой деформируемого забоя, обеспечивает реализацию процесса оптимизации геометрии зубчатого вооружения шарошечного бурового инструмента;

- разработанные новые экспериментальные методики позволяют определять различные физико-механические характеристики армирующих зубья шарошек износостойких материалов, обеспечивают расчет рациональной геометрии стального армированного вооружения шарошек с учетом физико-механических характеристик как стальной основы, так и упрочняющего материала.

**Практическая значимость:**

- разработаны и изготавливаются на постоянной основе фирмой «NRB-New Rock Bits» (Чешская Республика) трехшарошечные долота с косозубым вооружением различных типоразмеров (патент РФ на изобретение № 2522608); ЗАО «Проммашсервс» (Российская Федерация) наддолотные расширители 6РШ-555М (патент РФ на изобретение № 2600225); ООО «РосБурЧасть»



гидромониторные насадки диффузорного и конфузорного типов различных размеров (патенты РФ на изобретение №№ 2558030, 2567561) с внутренним шестигранным асимметричным поперечным сечением;

- разработаны и используются не на постоянной основе конструктивные схемы косозубого вооружения (патенты РФ на изобретение №№ 2425945, 2427700, 2473770); варианты геометрии косозубого вооружения шарошек, предотвращающие образование забойной реки в течение всего цикла работы инструмента (патенты РФ на изобретение №№ 2148146, 2281373, 2543760); варианты косозубого вооружения шарошечных долот для бурения мягких, средних и твердых пород способом реактивно-турбинного бурения (патенты РФ на изобретение №№ 2090732, 2090733, 2094587, 2579087, 2611776, 2620108);

- определены перспективы практического использования разработанных методик расчета: положения мгновенной оси вращения шарошки бурового инструмента; отклоняющих и стабилизирующих сил, возникающих при работе инструмента с косозубым вооружением; основных параметров процесса центробежного объемного армирования асимметричного косозубого вооружения; для проектирования новых конструкций стального армированного косозубого вооружения, основанных на оценке различных прочностных показателей; физико-механических характеристик армирующего композиционного материала;

- создана система практических рекомендаций определения геометрических параметров зубчатого вооружения шарошечного бурового инструмента на основе математического моделирования, используемая на постоянной основе фирмой «NRB-New Rock Bits» (Чешская Республика);

- эффективность использования косозубого вооружения и новых элементов промывочных систем при бурении нефтегазовых скважин и стволов большого диаметра подтверждено результатами промысловых испытаний опытных образцов различного шарошечного бурового инструмента: трехшарошечных долот Ш295,3М-ЦГВ, Ш490С-ЦВ, Ш393,7С-ЦВ, Ш490С-ЦВР-1, Ш490ТЗ-ЦВР-9, шестишарошечных расширителей 6РШ-555М.

**Апробация работы.** Материалы диссертации докладывались на ряде всероссийских конференций, изложены в 97 печатных трудах, из них: 62 работы в рецензируемых журналах из перечня ВАК РФ, 33 патента РФ на изобретение и двух монографиях.

**По диссертации имеются следующие вопросы и замечания.**

1. Результаты диссертационной работы позволяют конструировать более эффективный породоразрушающий инструмент. В то же время известно, что в настоящее время 80-85% буровых работ, связанных со строительством скважин на нефть осуществляют с использованием PDC (алмазных) долот совместно с ВЗД. По сравнению с долотами PDC эксплуатационные характеристики всех шарошечных долот более низкие, при этом высока степень риска получения аварийных ситуаций, связанных с разрушением долота при работе «на отказ», и, как следствие, необходимость проведения ловильных работ при их разрушении. Какими причинами и обстоятельствами можно обосновать, что применение PDC долот в перспективе не распространится на все виды буровых работ?

2. Из текста диссертации не ясно, - проводился ли анализ причин отбраковки (потери работоспособного состояния) шарошечных долот?

3. Основной направленностью работы является вооружение шарошек. В то же время, как показывает практика, решение о подъеме буровой компоновки принимается при первых признаках подклинивания шарошечных долот, для предотвращения разрушения опор шарошек. Однако в работе вопросы, связанные с конструкцией опор шарошек, не рассматриваются.

4. В шестой главе отмечено, что экспериментальные долота поднимались не ввиду их выхода из строя, а вследствие достижения заданной глубины интервала бурения. Неясно, использовались ли эти долота повторно, и какие были получены результаты?

5. В диссертации, по нашему мнению, недостаточно внимания уделено опорной части долота (расчету подшипников скольжения и качения, которых 4...6 штук) при изменении нагрузки и скорости. В шестой главе после



апробации опытных образцов долот и расширителей представлена по-существу, качественная информация:

- износ подшипниковых узлов расширителей с разнонаправленным косозубым вооружением сопоставим с аналогичными показателями расширителей с прямозубым вооружением;

- износ подшипниковых узлов экспериментальных долот незначительный;

- люфт в подшипниковых узлах одинаков при прямозубом и косозубом вооружении.

С целью подтверждения достоверности результатов экспериментального исследования желательно помимо их качественной оценки привести данные в количественном выражении.

Высказанные замечания не являются определяющими при оценке диссертационной работы в целом.

#### **Соответствие диссертации научной специальности**

Диссертационная работа Серикова Д.Ю. является научно-квалификационной работой, в которой соискателем получены новые решения актуальной научно-технической задачи повышению эффективности работы шарошечного бурового инструмента с косозубым вооружением, имеющей важное значение для создания научной базы, необходимой при проектировании различных конструктивных элементов шарошечного бурового инструмента.

Отраженные в диссертации результаты соответствуют п.1 «Разработка научных и методологических основ проектирования и создания новых машин, агрегатов и процессов;...», п.3 «Теоретические и экспериментальные исследования параметров машин и агрегатов...», п.5 «Разработка научных и методологических основ повышения производительности машин, агрегатов и процессов и оценки их экономической эффективности и ресурса работы», п. 6 «Исследование технологических процессов, динамики машин, агрегатов, узлов и их взаимодействие с окружающей средой» паспорта специальности 05.02.13 - Машины, агрегаты и процессы (нефтегазовая отрасль).

## Общее заключение.

Диссертационная работа Серикова Дмитрия Юрьевича «Повышение эффективности шарошечного бурового инструмента с косозубым вооружением» является законченным научным исследованием по актуальной теме. В работе представлены результаты, имеющие важное научное и практическое значение для специальности 05.02.13 - Машины, агрегаты и процессы (нефтегазовая отрасль). Результаты исследований, представленные в диссертации, обеспечивают решение актуальной проблемы повышения эффективности работы шарошечного бурового инструмента с косозубым вооружением.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации, ее научную новизну и практическую значимость.

Диссертационная работа соответствует критериям, установленным пп. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 02.08.2016), а ее автор Д.Ю. Сериков, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.13 - Машины, агрегаты и процессы (нефтегазовая отрасль).

Диссертация и отзыв обсуждены на расширенном заседании кафедры «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет». Присутствовало 12 человек, в том числе по специальности рассматриваемой диссертации 3 доктора наук. Результаты голосования: «за» - 12 чел.; «против» - нет; «воздержались» - нет. Протокол № 4 от « 15 » ноября 2018 г.

заведующий кафедрой «Машины  
и оборудование нефтяной и  
газовой промышленности»  
д.т.н., профессор,  
Заслуженный деятель науки РФ

Подпись  
заверяю  
Документовед общего отдела ТИУ  
23.11.2018



Сызранцев  
Владимир Николаевич



Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет»,  
Почтовый адрес: 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, тел.: 8(3452)28-36-70  
Факс: 8(3452)28-36-60. E-mail: general@tyuiu.ru

**Сызранцев Владимир Николаевич**

заведующий кафедрой «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»,  
доктор технических наук (по специальностям: 05.02.18 - Теория механизмов и машин; 05.02.02 - Машиноведение, системы приводов и детали машин),  
профессор, Заслуженный деятель науки РФ.

Адрес: 625000, Российская Федерация, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70.

Телефон: 8(3452)28-30-13

e-mail: v\_syzrantsev@mail.ru

Согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

В.Н. Сызранцев

