

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора Симонянца Сергея Липаритовича на диссертационную работу Шестаковой Евгении Владимировны на тему «Вероятностно-статистическая оценка технической системы «Винтовой забойный двигатель – Фрезерный инструмент», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21 – Машины, агрегаты и технологические процессы (Технические науки)

Диссертационная работа Шестаковой Евгении Владимировны на тему «Вероятностно-статистическая оценка технической системы «Винтовой забойный двигатель – Фрезерный инструмент», выполнена на кафедре «Машины и оборудование нефтегазовых промыслов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет». Работа состоит из введения, 3-х глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 177 наименований, и 5 приложений. Объем работы составляет 181 страницу машинописного текста и содержит 18 таблиц и 44 рисунка.

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена важностью решения проблемы восстановления нефтегазовых эксплуатационных скважин с помощью технологии бурения боковых стволов, при которой применяют технологию вырезания «окон» в обсадной колонне с помощью специального фрезерного инструмента. Своевременный контроль и оценка технического состояния фрезы и винтового забойного двигателя (ВЗД), в случае его применения, в процессе эксплуатации позволяет избегать аварийных ситуаций. Мониторинг работоспособности в режиме реального времени инновационной технической системы, применяемой при вторичном вскрытии продуктивной зоны пласта, включающей малогабаритный винтовой забойный двигатель и специальный фрезерный инструмент для фрезерования «окон» в обсадных колоннах, является актуальной задачей.

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

Научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы в достаточной степени обоснованы и правильно сформулированы. Решение поставленных задач базируется на комплексе аналитических, численных и экспериментальных исследований, включающих систематизацию теоретических знаний и практического опыта, методов статистической обработки данных, математического моделирования и стендовых испытаний. В работе, на основании выполненного научно-литературного обзора, сформулированы основная цель и задачи исследований. Показано, что при фрезеровании «окна» в обсадной колонне состояние технической системы во многом определяется безотказностью ВЗД и фрезерного инструмента. В процессе эксплуатации технической системы «винтовой забойный двигатель – фрезерный инструмент» («ВЗД-ФИ») возникают колебания осевой нагрузки и давления технологической жидкости. Эти колебания имеют случайный характер, а полученные на их основе закономерности имеют статистический смысл и предоставляют возможности для анализа состояния рассматриваемых технических систем.

В работе рассмотрены известные критерии косвенной оценки технического состояния оборудования. Установлено, что их применение не дает универсальных рекомендаций о рациональном времени эксплуатации. Определено, что актуальным направлением является разработка автоматизированной системы оценки технического состояния оборудования в процессе фрезерования «окна» в обсадной колонне с применением методов математической статистики.

С помощью системы уравнений Лоренца, установлены уравнения скорости, ускорения и перемещения инструмента при фрезеровании «окна» в обсадной колонне. Для обеспечения одинаковой размерности с помощью математической обработки при преобразовании системы, получены критерии подобия параметров системы Лоренца. Теоретические выкладки

подтверждены результатами экспериментальных исследований на испытательном стенде. Стенд оснащен современными средствами контроля параметров процессов фрезерования «окон» в обсадных трубах различных групп прочности и дальнейшего бурения разветвлённых каналов специальными ВЗД малого диаметра. Полученные уравнения регрессии можно считать адекватным с доверительной вероятностью 95%, и их можно использовать для прогнозирования скорости фрезерования «окна» в обсадной колонне.

Для своевременного мониторинга состояния технической системы «ВЗД-ФИ» в процессе фрезерования обсадной колонны разработана программа для автоматизированного расчета, основанная на вычислении предложенного критерия диагностирования с определением основных технологических ситуаций. Программа может применяться при разработке автоматизированных систем управления процессом фрезерования. Результаты диагностирования и автоматизации оценки состояния технической системы «ВЗД-ФИ» используются при проведении стендовых испытаний оборудования в процессе фрезерования «окон» в обсадных колоннах для их дальнейшего применения в промышленных условиях.

Достоверность и новизна результатов исследования

Достоверность полученных результатов основана на использовании методов экспериментальных исследований, осуществленных на оборудовании, прошедшем государственную аттестацию.

Автором установлено, что, управляя кинематическими характеристиками бурильной компоновки в процессе фрезерования обсадной колонны, можно получить фазовые траектории движения металлической стружки в потоке технологической жидкости для определения режимов течения.

Для технической системы «ВЗД-ФИ» установлены пороговые значения критериев диагностирования, позволяющие идентифицировать следующие неисправности: заклинивание и подклинивание винтового забойного

двигателя; износ фрезерного инструмента; нестабильная работа насосного оборудования и технической системы.

Автором разработаны варианты диагностической матрицы Байеса при анализе колебаний осевой нагрузки на фрезерный инструмент и колебаний давления технологической жидкости по статистически независимым критериям диагностирования с установлением их диагностической ценности.

Значимость для науки и практики полученных результатов заключается в разработке нового вероятностно-статистического метода для оценки состояния технической системы «ВЗД-ФИ», определяемого по колебаниям давления технологической жидкости и осевой нагрузки в процессе фрезерования «окна» в обсадных колоннах.

Разработанный критерий диагностирования работоспособности по Гуверу использован для определения состояния технической системы «ВЗД-ФИ» в процессе фрезерования «окон» в обсадных колоннах различных диаметров и групп прочности на испытательном стенде компании ООО «Перфобур». В ходе испытаний установлены контрольные значения критериев диагностирования для основных технологических ситуаций, возникающих в процессе фрезерования. Своевременное сравнение текущих и контрольных значений установленных критериев позволяет с высокой степенью достоверности прогнозировать отказы и повысить эффективность диагностирования всей технической системы.

Основные результаты исследований используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» на кафедре «Машины и оборудование нефтегазовых промыслов» в виде учебного пособия «Вероятностно-статистическая оценка состояния бурового оборудования» при преподавании дисциплины «Эксплуатация и оценка технического состояния оборудования нефтегазового производства».

Автором разработана компьютерная программа для определения

технического состояния оборудования в процессе фрезерования «окна» в обсадной колонне винтовыми забойными двигателями.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертации могут быть использованы в качестве методических и технологических рекомендаций буровым производственным предприятиям при выборе оптимальных компоновок бурильной колонны, включающих винтовой забойный двигатель и предназначенных для фрезерования «окна» в обсадной колонне.

Отдельные положения диссертации могут быть рекомендованы для выполнения учебных работ студентов нефтегазовых вузов по дисциплинам «Эксплуатация и оценка технического состояния оборудования нефтегазового производства» и «Оборудование для бурения и ремонта нефтегазовых скважин».

Оценка содержания диссертации, ее оформления и завершенности

Во введении раскрываются актуальность темы диссертации, степень разработанности проблемы, цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

В первой главе диссертации представлен научно-литературный обзор исследований в области развития технологий вторичного вскрытия продуктивного пласта, конструкций фрезерного инструмента, а также о вероятностно-статистическом подходе к оценке технического состояния оборудования. Установлено, что при фрезеровании «окна» в обсадной колонне состояние технической системы во многом определяется безотказностью винтового забойного двигателя и фрезерного инструмента. В процессе эксплуатации технической системы «ВЗД-ФИ» возникают колебания осевой нагрузки и давления технологической жидкости. Эти колебания носят случайный характер, имеют статистический смысл и предоставляют

возможности для анализа состояния системы. Предложена разработка автоматизированной системы оценки технического состояния оборудования в процессе фрезерования «окна» в обсадной колонне с применением методов математической статистики.

Вторая глава посвящена построению фазовых траекторий движения металлической стружки в потоке технологической жидкости в процессе фрезерования «окна» в обсадной колонне на основании уравнений Лоренца. Получены оптимальные значения параметров работы оборудования при проведении экспериментальных исследований. Установлено, что параметры модели Лоренца функционально могут быть связаны с интенсивностью вибрации исходя из частоты вращения фрезы, с конструкцией и характеристиками конкретного ВЗД, с физико-механическими свойствами материала обсадной колонны. Расчеты по уравнениям модели Лоренца для фрезерования «окна» в обсадной колонне без использования гидравлического нагружателя показали, что наблюдается нестабильный характер фрезерования, приводящий к отказу системы. Установлено, что при включении гидравлического нагружателя в техническую систему «ВЗД-ФИ», в процессе фрезерования «окна» в обсадной колонне наблюдается циркуляционный режим движения стружки. Полномасштабный эксперимент по фрезерованию «окна» в образце обсадной трубы, вмонтированной в цементно-песчаные блоки, проводился на испытательном стенде ООО «Перфобур». Стенд оснащен современными средствами контроля параметров процессов фрезерования «окон» в обсадных трубах различных групп прочности и дальнейшего бурения разветвлённых каналов специальными ВЗД габарита 54 и 55 мм с одним углом перекоса. В результате установлено, что полученные в работе уравнения регрессии можно считать адекватным с доверительной вероятностью 95 %, и их можно использовать для прогнозирования скорости фрезерования «окна» в обсадной колонне.

В третьей главе разработан критерий диагностирования для оценки состояния технической системы «ВЗД-ФИ» с получением контрольных

значений для различных обсадных колонн. Разработана методика диагностирования для прогнозирования работы оборудования технической системы в процессе фрезерования «окна» в обсадной колонне. Экспериментальные исследования проведены на стенде ООО «Перфобур». Установлены основные виды технологических ситуаций технической системы «ВЗД-ФИ», возникающих при фрезеровании «окна» в обсадной колонне, и соответствующие им значения критериев диагностирования. Разработана программа на языке программирования «Python», позволяющая осуществлять своевременный мониторинг состояния технической системы. Установлены контрольные значения критериев диагностирования для оценки состояния технической системы «ВЗД-ФИ», соответствующие различным технологическим ситуациям в процессе фрезерования «окна» для обсадных колонн диаметром 146, 168, 178 и 245 мм. Результаты по диагностированию и автоматизации оценки состояния технической системы «ВЗД-ФИ» используются при проведении стендовых испытаний оборудования в процессе фрезерования «окон» в обсадных колоннах для их дальнейшего применения в промысловых условиях.

В заключении представлены основные выводы диссертации.

В целом диссертация оформлена в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011. Текст работы отличается целостностью изложения, написан понятным научным языком в логически связанном стиле. Иллюстрации и таблицы дополняют восприятие текста. Каждая глава заканчивается логическими выводами. Список использованной литературы содержит 177 наименований опубликованных работ отечественных и зарубежных авторов.

Апробация и публикация результатов исследований

Основные результаты, полученные при исследованиях, докладывались в 2021 – 2024 гг. на шести международных и региональных научно-технических конференциях. По результатам работы опубликовано 16 научных трудов, в том числе 5 статей в российских периодических изданиях, включенных в

перечень ВАК Минобрнауки РФ. Получен патент РФ на изобретение, 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Выпущено учебное пособие. 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.

Основное замечания по диссертации и автореферату связано с тем, что проведенные экспериментальные исследования на стенде и анализ колебаний технической системы «ВЗД-ФИ» не учитывают влияние бурильной колонны на вибрационную картину процесса фрезерования обсадной трубы.

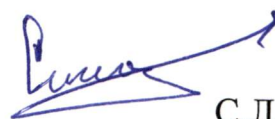
Данное замечание не снижает научной и практической ценности диссертационной работы, а носит рекомендательный характер для учета в будущей научной работе соискателя.

Заключение

Диссертация Шестаковой Евгении Владимировны на тему «Вероятностно-статистическая оценка технической системы «Винтовой забойный двигатель – Фрезерный инструмент», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21 – Машины, агрегаты и технологические процессы (Технические науки) является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технико-технологические решения и разработки, позволяющие проводить своевременный и достоверный мониторинг состояния бурового оборудования при его работе в нефтегазовой скважине в процессе фрезерования «окна» в обсадной колонне и диагностирование

неисправностей технической системы «Винтовой забойный двигатель – Фрезерный инструмент», с выдачей рекомендаций по её эксплуатации, имеющие существенное значение для развития нефтегазовой отрасли нашей страны, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Автор диссертации Шестакова Евгения Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.21 – Машины, агрегаты и технологические процессы (Технические науки).

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор



С.Л. Симонянц

11.12.25

Симонянц Сергей Липаритович - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры бурения нефтяных и газовых скважин ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина».

Инженерная специальность: Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов.

Научная специальность: 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин.

Адрес: 119991, Москва, Ленинский пр., д. 65, корп. 1, кафедра бурения.

Тел.: +7 499 507 8358 E-mail: simov@phs.znig-gubkin.ru

