

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.0.033.02, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФГБУН «ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ ИМ. А.А. БЛАГОНРАВОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» И ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 27 октября 2023 г. № 8 _____

О присуждении Смирнову Николаю Ивановичу, гражданину Российской Федерации ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Повышение износостойкости лопастных насосов в нестационарных режимах эксплуатации посредством трибодинамического анализа» по специальности 2.5.3 – Трение и износ в машинах принята к защите 3 июля 2023 г. протокол заседания № 7 диссертационным советом 99.0.033.02, созданным на базе ФГБУН «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук» и ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», Минобрнауки России, 241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, д.7, приказ о создании диссертационного совета № 1335/нк от 25.10.2016 г., шифр диссертационного совета изменён в соответствии с приложением №1 приказа №561/нк от 03.06.21 г.

Соискатель Смирнов Николай Иванович, 20 мая 1947 года рождения, защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Исследование работоспособности и долговечности зубчатых передач в вакууме» в 1980 году в диссертационном совете, созданном на базе Московского высшего технического Училища им. Н.Э. Баумана. Работает ведущим научным сотрудником в Лаборатории узлов трения для экстремальных условий в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в Лаборатории узлов трения для экстремальных условий в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор, Албагачиев Али Юсупович, заведующий отделом «Трение, износ, смазка. Трибология» в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук».

Официальные оппоненты:

1. Малышев Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры трибологии и технологий ремонта нефтегазового оборудования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина».

2. Хопин Петр Николаевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Технология производства и эксплуатации двигателей летательных аппаратов» в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

3. Сидоров Михаил Игоревич, доктор технических наук, заместитель начальника отдела Инжинирингового центра мобильных решений федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный технический университет», г. Тверь, в своем положительном отзыве, подписанном Болотовым Александром Николаевичем, д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Прикладная физика», указала, что тема диссертации актуальна, а полученные соискателем научные результаты обладают научной новизной и практической

значимостью, вносят существенный вклад в развитие науки и практики в области трения и износа в машинах, в работе решена важная народнохозяйственная проблема обеспечения и прогнозирования износостойкости электроприводных лопастных насосов при нестационарных режимах эксплуатации на основе исследования процессов их абразивного и коррозионно-эрозионного изнашивания. Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям по научной специальности 2.5.3 – «Трение и износ в машинах».

Соискатель имеет 104 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 53 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 26 работ. Работы посвящены наиболее важным аспектам износостойкости ЭЛН, проблемам абразивного и эрозионного изнашивания в условиях динамических нагрузок, исследованию предельного состояния деталей насосов вследствие износа, исследованию трибологических характеристик материалов ступеней, подшипников. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Смирнов, Н.И. Исследования и пути повышения ресурса УЭЦН / Н.И. Смирнов, Г.К. Мухамадеев, Н.Н. Смирнов // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 2000. – №3. – С.13-16.
2. Смирнов, Н.И. Повышение износостойкости твердого сплава модифицированием нанодобавками / Н.И. Смирнов, Н.И. Борисенко, Н.Н. Смирнов, М.В. Прожега // Трение и износ, 2007. – Т. 28. – №5. – С.465-470.
3. Смирнов, Н.И. Исследование трибологических свойств детонационных наноструктурированных покрытий на основе WC-Co / Н.И. Смирнов, М.В. Прожега, Н.Н. Смирнов // Трение и износ, 2007. – Т. 28. – №2. – С.195-199.
4. Смирнов, Н.И. Трибологические аспекты надежности центробежных насосов / Н.И. Смирнов, М.В. Прожега, Н.Н. Смирнов // Трение и смазка в машинах и механизмах, 2007. – №3. – С.32-37.

5. Смирнов, Н.И. О причинах сломов валов УЭЦН / Н.И. Смирнов, С.Ф. Горланов, Н.Н. Смирнов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса, 2012. – №3. – С.17-22.
6. Смирнов, Н.И. Исследование износостойкости насосных ступеней / Н.И. Смирнов, Н.Н. Смирнов // Трение и смазка в машинах и механизмах, 2009. – №7. – С.30-33.
7. Смирнов, Н.И. Трибологическая динамика центробежных насосов / Н.И. Смирнов // Трение и смазка в машинах и механизмах, 2015. – №2. – С.32-36.
8. Иванов, А.С. Влияние пластических деформаций микронеровностей на сопротивление усталости винтов резьбовых соединений погружных центробежных насосов при их нагружении пульсирующей отрывающей силой / А.С. Иванов, Н.И. Смирнов, С.В. Муркин, М.М. Ермолаев // Вестник машиностроения, 2015. – №5. – С.14-17.
9. Иванов, А.С. Повышение надежности резьбовых соединений погружных центробежных насосов / А.С. Иванов, Н.И. Смирнов, С.В. Муркин // Вестник машиностроения, 2015. – №8. – С.45-47.
10. Смирнов, Н.И. Исследование особенностей вибрационного состояния насосных секций / Н.И. Смирнов, Е.Е. Григорян, Н.Н. Смирнов // Бурение и нефть, 2016. – № 1. – С. 23-27.
11. Смирнов, Н.И. Износ и вибрация насосных секций УЭЦН / Н.И. Смирнов, Е.Е. Григорян, Н.Н. Смирнов // Бурение и нефть, 2016. – № 2. – С. 52-56.
12. Смирнов, Н.И. Исследование эрозионной стойкости материалов УЭЦН / Н.И. Смирнов / Neftegaz.RU, 2017. – № 7. – С.48-55.
13. Смирнов, Н.И. Исследование влияния износа подвижных сопряжений на отказ погружных электроприводных лопастных насосов для добычи нефти / Н.И. Смирнов, Е.Е. Григорян // Проблемы машиностроения и надежности машин, 2019. – №1. – с.102-107.
14. Смирнов, Н.И. Особенности износа высокооборотных погружных насосов для добычи нефти / Н.И. Смирнов / Нефтяное хозяйство, 2021. – № 1. – С. 62-65.

15. Smirnov, N.I. Yagovkina, A.N. Prozhega, M.V. Smirnov, N.N. Safonov, I.A. Methodology development of the materials erosion tests. Journal of Friction and Wear, 39(4), с. 335-340, 2018.

16. Смирнов, Н.И. Разработка методики эрозионных испытаний / Н.И. Смирнов, А.Н. Яговкина, М.В. Прожега, Н.Н. Смирнов // Машиностроение и инженерное образование, 2017. – №2(51). – С.33-40.

17. Смирнов, Н.И. Особенности изнашивания подшипников установок электроприводных лопастных насосов с парой трения «эластомер – металл» / Н.И. Смирнов, Н.Н. Смирнов // Территория «НЕФТЕГАЗ», 2022. – № 11-12. – С. 66–69.

18. Смирнов, Н.И. УЭЛН как трибодинамическая система: методы исследования / Н.И. Смирнов // Neftegas.RU, 2023. – №4(136). – С. 46-51.

19. Smirnov, N. I., and Skvortsova, E. S., Prospects for the use of high-speed ESP for oil production. (2020) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 996, статья № 012024, DOI:10.1088/1757-899X/996/1/012024.

20. Smirnov, N. I. and Grigoryan E. E. Study of the Impact of Wear of Movable Interfaces on Failures of an Immersible Electrically Operated Vane Pump for Oil Extraction. Journal of Machinery Manufacture and Reliability, 2019. – Vol. 48. – No. 1. – pp. 79–83.

На диссертацию и автореферат поступило 15 отзывов. Все отзывы положительные, при этом содержат следующие замечания:

1. **Алиев Мехрали Мирзали оглы**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Транспорт и хранение нефти и газа» Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Альметьевский государственный нефтяной институт». *Замечание:* В Главе 6 на рис. 17 приведен график распределения износа радиальных сопряжений в положительной области изменения износа и предполагаемая форма упругой линии вала с изменением знака прогиба. Требуется более подробно объяснить этот факт.

2. **Блинков Игорь Викторович**, д.т.н., профессор, профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС».

Замечание: в качестве недостатка, даже в большей степени, как пожелание автору, следует отметить, что как специалисту в области разработки упрочняющих покрытий, мне хотелось бы из реферата получить больше информации о возможности использования их на различных элементах конструкции ЛН для снижения износа.

3. **Дроздов Александр Николаевич**, д.т.н., профессор, профессор кафедры разработки и эксплуатации нефтяных месторождений Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М.Губкина. *Без замечаний.*

4. **Захаров Сергей Михайлович**, д.т.н., профессор, гл. консультант научно-образовательного центра АО «ВНИИЖТ» АО «Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта». *Замечания:* 1. В автореферате упоминается гидродинамический режим смазки, реализующийся в системе. Но нет сведений о примененных моделях и результатах, полученных с их помощью. Представляется, что гидродинамические режимы смазки в опорах этой сложной трибодинамической системы играют заметную роль, влияют на траектории движения шеек длинного вала в многочисленных опорах, его изгиб и связанный с ним напряжения в сечениях вала, в значительной мере определяющих надежность работы всей системы. 2. Многократное использование термина «фиктивный» при описании применяемых моделей вряд ли целесообразно, поскольку это обычный прием исследований при создании моделей процессов, при которых делаются определенные допущения. При этом обычно дается оценка погрешностей результатов, связанных с принятыми допущениями.

5. **Иванов Александр Сергеевич**, д.т.н., профессор, гл. науч. сотрудник Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова». *Замечания:* 1. Целью исследования является решение проблемы повышения износостойкости насосной секции УЭЛН, а в заключении и выводах говорится, что решена важная проблема

обеспечения и прогнозирования износостойкости этой секции. Если речь идет о повышении износостойкости, то в выводах следовало бы привести численные данные, на сколько она увеличилась. В противном случае следовало бы считать обеспечение и прогнозирование износостойкости. 2. Почему фамилия Измайлова (стр.8) указана без инициалов (В.В.)?

6. **Ивановский Владимир Николаевич**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности» ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина». *Замечания:* 1) В названии работы и по тексту имеется термин "**нестационарный режим работы**". Во-первых, в автореферате не указано, что следует считать "нестационарным режимом работы"; во-вторых, не сказано, приводит ли этот режим к изменению интенсивности изнашивания элементов насосов УЭЛН. И, в-третьих, необходимо отметить, что изнашивание ЭЛН происходит при любом режиме работы. 2) На рисунке 1 соискателем представлена общая схема лопастного насоса для добычи нефти для показа основных объектов исследования. Однако, в современных конструкциях ЭЛН упорные подшипники (позиция 2) не располагаются в насосных секциях, а размещаются в гидрозащите установки, где работают в масляной ванне. 3) На стр.8 реферата указано: "**Анализ показал: ...2. Эрозионный износ поверхности проточной части деталей установки влияет на... и в предельном случае приводит к отказу функционирования ("полет")**"- конец цитаты. Во-первых, "отказ" вовсе не означает, что будет "полет", "полет" это не просто отказ, это тяжелая авария внутрискважинного оборудования! Во-вторых, износ поверхности проточной части деталей установки (это - направляющие аппараты и рабочие колеса) влияет на гидродинамические характеристики насоса, но не на прочность его корпусных и присоединительных деталей. 4) На стр.9 реферата в разделе Задачи исследования есть п.5. "**Разработать рекомендации по повышению износостойкости трибологических узлов НС**". Но в Выводах в реферате нет пункта, указывающего на то, что указанные рекомендации разработаны. В Выводах есть указание на разработку "**концепции обеспечения и прогнозирования**

трибологического ресурса УЭЛН...". Но Рекомендации и Концепция совсем не одно и то же. 5) стр.14 реферата - представлена формула зависимости износа радиального сопряжения насосной секции (или ступени) от рабочих и геометрических параметров оборудования. Непонятно, какова физическая сущность зависимости величины радиального износа от подачи ступени? 6) стр.20, рисунок 12 - Изображена не ступень 5-50, а ступень 2ВНН5-49, двухопорная. На стенде (см. рисунок 8) такой вид износа втулки рабочего колеса получить для двухопорной ступени невозможно из-за жесткости короткого вала и из-за большой длины радиального сопряжения "втулка РК - расточка опоры НА". 7) стр.23 - указано, что абразивным материалом является корунд. Ранее все испытания представлялись на "*кварцевом песке*"? Почему был изменен абразив? Как коррелируются результаты испытаний на разных видах абразива? 8) Там же (стр.23) - Не указано, от какой скорости (скорость вращения, скорость скольжения, скорость соударения) "*Износ изменяется ... в степени 2,6 -2,9*"?

7. **Калита Василий Иванович**, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Федерального бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН. *Без замечаний.*

8. **Керопян Амбарцум Мкртичевич**, д.т.н., доцент, гл. научный сотрудник Общества с Ограниченной Ответственностью «Московский научно-исследовательский проектно-изыскательский институт технологий и инноваций», ООО МНИПИТИ. *Замечание:* в разделе «Научная новизна полученных результатов» автореферата приведена ссылка на п.10 Паспорта. Диссертанту предлагается пояснить о каком паспорте идет речь. Возможно, в диссертации этот вопрос уже решен.

9. **Кохановский Вадим Алексеевич**, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Технология металлов»; **Иваночкин Павел Иванович**, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Теоретическая механика»; **Лагунова Елена Олеговна**, д.т.н., доцент, доцент кафедры «Строительная механика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО РГУПС). *Замечания:*

1. Не ясно как сглаживаются экспериментальные кривые, так как они не сопровождаются регрессионными моделями. 2. Содержание различных легирующих элементов изменяет качественную картину скорости коррозии, а не ее количественную зависимость. 3. Вывод 3. Для исследования желательно установить вклад в общую величину износа коррозионного и эрозионного, а также суммарного воздействия. 4. Вывод 9. Прогнозирование требует вероятностной оценки прогноза, которая в автореферате отсутствует.

10. **Петров Дмитрий Алексеевич**, директор по исследованиям и разработкам ООО «РИМЕРА-АЛНАС». *Замечание:* 1. Автор в отдельных случаях использует разные термины для обозначения одних и тех же параметров: табл. 1 – «угол воздействия», стр.19 – «угол соударения». Требуется разъяснение.

11. **Тамаркин Михаил Аркадьевич**, д.т.н., проф., заведующий кафедрой «Технология машиностроения» Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет» *Замечания:* 1. Автор не указывает размеры и форму абразивных частиц, содержащихся в накачиваемой субстанции, а также хотя бы приблизительные интервалы их концентрации. 2. В автореферате не приводится методика получения ряда теоретических зависимостей. 3. Учет механических свойств осуществляется только параметром N_v

12. **Трубачев Евгений Семенович**, д.т.н., профессор, директор научного подразделения «Институт механики имени профессора Гольдфарба В.И.» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова». *Замечание:* 1. В качестве пожелания автору и его последователям для дальнейших исследований следует отметить необходимость учёта случайного характера ряда факторов изготовления (свойства материалов, точность изготовления, качество поверхности) и эксплуатации (уровень нагрузок) в разрабатываемых и применяемых моделях, что также является общетехнической тенденцией.

13. **Фоминский Вячеслав Юрьевич**, д.ф-м.н., профессор, главный научный сотрудник Кафедры физики твердого тела и наносистем Института лазерных и плазменных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"». *Без замечаний.*

14. **Шолом Владимир Юрьевич**, д.т.н., доцент, генеральный директор ООО «Хозрасчетный творческий центр Уфимского авиационного института», Технопарк «ХТЦ УАИ - Росойл». *Замечание:* Автор, рассматривая взаимосвязь динамики и износа, учитывает влияние износа на динамику в виде увеличения износа. Но известно и о влиянии вибрации на характер течения изнашивания, его интенсивность. Этот аспект не рассматривается в работе и, возможно, имеет большое значение.

15. **Шульга Геннадий Иванович** д.т.н., проф., профессор кафедры «Автомобили и транспортно-технологические комплексы» Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова». *Замечания:* 1. Автору следовало в автореферате привести результаты анализа состава пластовых вод в процессе вымывания горных пород, содержащих абразивные частицы, оценить их дисперсность, твердость, оказывающих совместное с пластовыми водами абразивное и коррозионное действие на трибосопряжения при работе УЭЛН. 2. На стр. 23, 24 автореферата отмечается, что на абразивный износ влияет дисперсность абразивных частиц, твердость испытываемых материалов, используемых в трибосопряжениях, количество легирующих элементов в стальных образцах, но не указана твердость абразивных частиц. Исследованиями профессора, д.т.н. М.М. Хрущева и его школы установлено, что при борьбе с абразивным износом необходимо предусмотреть оптимальное соотношение твердостей изнашиваемого материала и абразива, так как абразивное изнашивание начинается после того, как твердость абразива превысит твердость материалов. 3. На странице 24, 29 автореферата указывается на перспективность использования в УЭЛН порошковой конструкционной стали

ПК10Х16Н9Д20, но не приведена величина ее пористости. Поры являются концентраторами напряжений и могут быть очагами разрушения поверхностного слоя порошковых сталей при прокачивании насосами агрессивных сред с содержащими в них абразивными частицами.

На все поступившие замечания соискателем даны исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их способностью определить научную и практическую ценность диссертации, компетентностью и высокой квалификацией в своей отрасли, наличием публикаций в соответствующей области исследования. Официальные оппоненты не имеют совместных публикаций с соискателем. Ведущая организация не имеет договорных отношений с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция обеспечения и прогнозирования износостойкости УЭЛН на основании физического моделирования процессов абразивного и коррозионно-эрозионного изнашивания трибосопряжений и динамики установки,

предложена научная гипотеза о наличии связи между формой изменения износа радиальных сопряжений и видом прецессии вала насосной секции, зависимости виброскорости секции от величины износа радиальных сопряжений;

предложен диагностический признак повышенного износа насосной секции - изменение спектра частот колебаний;

введены новые термины и понятия: установки скважинные электроприводных лопастных насосов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения о преимущественном влиянии износа сопряжений на колебания насосной секции: износа радиальных сопряжений - на изгибные колебания, а износа осевых сопряжений на крутильные колебания;

применительно к проблематике диссертации результативно использован метод трибодинамического анализа, включающий численное моделирование

динамики с учетом износа и метод теории подобия для определения критериев аффинного подобия модели и натуре насосной секции УЭЛН как трибодинамической системы,

изложены научные положения о закономерностях изнашивания сопряжений в условиях прецессионного вращения вала, наличии связи синхронной и асинхронной прецессии с формой износа радиальных сопряжений насосных секций;

раскрыт механизм возникновения отказа ЭЛН по критерию прочности («полет») вследствие предельного износа радиальных сопряжений и возникновения вследствие этого предельных динамических нагрузок,

изучена связь между трибологическим и динамическим процессами УЭЛН в виде подобия изменения износа вдоль оси секции и амплитуды виброскорости, а также между типом прецессии и формой износа радиальных сопряжений,

проведена адаптация конечно-элементной технологии моделирования в пакете MSC/NASTRAN к задаче с вращающимся деформируемым и изнашивающимся телом.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан комплекс испытательных стендов и методик, позволяющих достоверно получать триботехнические характеристики критических узлов и материалов УЭЛН в условиях, приближенных к реальным условиям эксплуатации, в том числе для высокооборотных ЭЛН (до 12000 об/мин);

разработаны и внедрены в нефтяных компаниях России ОАО "Сургутнефтегаз" и ОАО "Сибнефть-Ноябрьскнефтегаз" с общим экономическим эффектом более 320 млн. руб. новые патентозащищенные решения по повышению ресурса, конструкции подшипников, уплотнений ступеней нефтяных, работающих в условиях нестационарных нагрузок. Работа удостоена Премии Правительства РФ в области науки и техники.

созданы физическая и трибодинамическая модели насосной секции УЭЛН, построенные с применением критериев подобия, принципа суперпозиции процессов

абразивного и эрозионного (гидроабразивного) изнашивания, учета кинетических, гидравлических факторов, свойств материалов, среды, прецессионного вращения вала установки;

представлены рекомендации по устранению отказов (в т.ч. "полет") установок электроприводных лопастных насосов (УЭЛН);

разработан с участием автора Стандарт РФ 56830-2015 «Нефтяная и газовая промышленность. Установки скважинных электроприводных лопастных насосов. Общие технические требования», Москва, 2016;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ установлена верификация результатов модельных испытаний ступеней нефтяных и результатов натурным испытаниям насосных секций по критерию износа;

теория базируется на известных методах физического моделирования процессов с использованием критериев подобия природы и модели, построена на известных, проверяемых данных и согласуется с опубликованными экспериментальными данными;

идея о взаимосвязи формы износа радиальных сопряжений и вида вращения вала (прецессия синхронная и асинхронная) базируется на анализе и обобщении практического опыта и состояния изношенных поверхностей в результате многочисленных разборок насосов после эксплуатации, проведенных автором на месторождениях Западной Сибири;

установлено количественное совпадение расчетных оценок амплитуды вибрации насосной секции от величины износа радиальных сопряжений с результатами измерения износа и вибрации в условиях эксплуатации;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в: непосредственном участии соискателя в получении исходных данных и результатов научных экспериментов, в разработке комплекса экспериментальных стендов и установок, обработке и интерпретации

экспериментальных данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания, касающиеся комплексного трибодинамического критерия оценки работоспособности насосных секций.

Соискатель Смирнов Н.И. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 27 октября 2023г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические, технологические решения, направленные на обеспечение и прогнозирование износостойкости электроприводных лопастных насосов при нестационарных условиях эксплуатации, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, присудить Смирнову Н.И. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.5.3 – «Трение и износ в машинах», участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета 99.0.033.02

доктор технических наук, профессор

Федонин Олег Николаевич

Ученый секретарь

диссертационного совета 99.0.033.02

кандидат технических наук, доцент

Хандожко Виктор Александрович

Дата оформления заключения: 27.10.2023



СОБСТВЕННОРУЧНАЯ ПОДПИСЬ *Хандожко В.А.*
УДОСТОВЕРЯЕТСЯ *27 октября 2023 г.*
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ханты-Мансийский государственный технический университет»
начальник отдела кадров: *Гасаров*

