

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.112.02,

созданного на базе федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20.12. 2018 г. № 14

О присуждении Емаеву Илье Игоревичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение износостойкости подвижных сопряжений на основе исследования совместимости трущихся поверхностей» по специальности 05.02.04 – «Трение и износ в машинах» принята к защите 08. 10. 2018 года (протокол №8) диссертационным советом Д 999.112.02, созданного на базе федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет», Федерального агентства научных организаций, Министерства образования и науки Российской Федерации, 241035, Россия, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, д. 7, созданным приказом Минобрнауки РФ № 1335/нк от 25.10.2016 г.

Соискатель Емаев Илья Игоревич, 1990 года рождения, в 2014 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» по специальности «Технология машиностроения». В 2018 г. окончил очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» (ФГБОУ ВО

УГАТУ) по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения». В настоящее время работает инженером кафедры «Технология машиностроения» в ФГБОУ ВО УГАТУ.

Диссертация выполнена на кафедре «Технология машиностроения» в ФГБОУ ВО УГАТУ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Криони Николай Константинович, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО УГАТУ.

Официальные оппоненты:

Малышев Владимир Николаевич - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Трибология и технология ремонта нефтегазового оборудования» ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»;

Измеров Михаил Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Детали машин» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», г. Тверь, в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой «Прикладная физика», доктором технических наук, профессором Болотовым Александром Николаевичем и профессором кафедры «Прикладная физика», доктором технических наук, профессором Измайловым Владимиром Васильевичем, отметила, что диссертация Емаева И.И. является завершенной научно – квалификационной работой, в которой представлено решение задачи установления зависимости изнашивания подвижных трибосопряжений от индекса совместимости трущихся поверхностей, позволившее повысить износостойкость узлов трения, работающих в экстремальных условиях за счет применения пластичного смазочного материала на основе композиции технического углерода, а также увеличить срок

службы эндопротезов тазобедренного сустава человека за счет выбора материалов пары трения. Выполнены экспериментальные исследования процесса адгезионного взаимодействия при трении (с учетом температуры, давления и смазочной среды), изнашивания в различной смазочной среде; установлена зависимость (в виде степенной функции) износа трибосопряжений от характеристик адгезионного взаимодействия; обоснована взаимосвязь индекса совместимости трущихся поверхностей с характеристиками адгезионного взаимодействия.

На основании вышеизложенного и в соответствии с пунктами 9 и 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842 Емаев Илья Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.04 – «Трение и износ в машинах».

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 17 работ, общим объемом 6,8 печатных листов, из них авторских 6,1 п.л., в рецензируемых научных изданиях опубликовано 12 работ. Кроме того, получено свидетельство на изобретение – патент РФ.

Наиболее значимые научные работы, отражающие основные положения диссертации:

1. Емаев И.И. Влияние модификации смазочных материалов углеродным каркасом на их трибологические характеристики / И.И. Емаев, В.И. Зубер, Н.К. Криони, Р.Г. Нигматуллин, Л.Ш. Шустер // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2015. – № 9. – С. 25-27.

2. Шустер Л.Ш. Трибологические характеристики эндопротезов тазобедренного сустава / Л. Ш. Шустер, С. В. Чертовских, Б. Ш. Минасов, Р.Р. Якупов, И. И. Емаев // Трение и износ: ИММС НАН Беларуси – Гомель, 2016 – т. 37, № 1 – С. 5 – 11.

Shuster, L. Sh. Tribological Characteristics of Hip Joint Endoprotheses / L. Sh. Shuster, S. V. Chertovskih, B. Sh. Minasov, R. R. Yakupov and I. I.

Emaev//Journal of Friction and Wear, 2016, Vol. 37, No. 1, pp. 1–6.

3. Емаев И.И. Исследование влияния температуры и давления на трибологические характеристики пластичной смазки, модифицированной углеродным каркасом/ И.И. Емаев, Н.К. Криони, Р.Г. Нигматуллин, Л.Ш. Шустер // Вестник машиностроения. – 2017 – № 11 – с. 37 – 39.

Emaev I. I. Properties of plastic lubricants modified by a carbon framework / I.I. Emaev, N.K. Krioni, R.G. Nigmatullin and L. Sh. Shuster // Russian Engineering Research, 2018, vol. 2, pp. 91–93.

4. Пат. 2602327 Российская Федерация, МПК C10M 161/00, C10M 125/02, C10N 30/06, C10N 40/02. Смазочный материал на основе композиции технического углерода для тяжелонагруженных узлов трения [Текст] / Галиев Р.Ф., Емаев И.И., Нигматуллин Р.Г., Нигматуллин В.Р., Нигматуллин И.Р.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Химмотолог" - № 2015113419/04; заявл. 10.04.2015; опубл. 10.11.2016 Бюл. № 31 – 3 с.:ил.

5. Минасов Б.Ш. Сравнительное исследование адгезионной составляющей трения в эндопротезах тазобедренного сустава/Б.Ш. Минасов, Р.Р. Якупов, Л.Ш. Шустер, С.В. Чертовских, И.И. Емаев, Г.Н. Филимонов, А.А. Коршунов, Т.Э. Хаиров // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2016. – № 1. – С. 71 – 75.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, все отзывы положительные. В них отмечается актуальность работы, важность и новизна научных результатов, практическая значимость работы.

1. ФБУН «Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук (ИПМех РАН). Отзыв подписал ведущий научный сотрудник лаборатории трибологии Солдатенков Иван Алексеевич, доктор физико-математических наук. Замечания: 1) Представленное в автореферате описание используемого экспериментального оборудования порождает ряд вопросов. Например, вначале с. 8 упоминается ЧМТ и одношариковый адгезиомер, а ниже описываются дисковые образцы. На с. 9 указывается, что для

оценки изнашивания образцов (применительно к ТНТС) эксперименты проводили по схеме «шар – диск» на трибометре «NANOVEA TRB». Однако, из автореферата трудно понять, на каком оборудовании в пятой главе определялась скорость изнашивания различных эндопротезов. 2) Согласно формуле (9), величина K не имеет размерности, что противоречит формуле (7), в силу которой, эта величина имеет размерность м/цикл.

2. ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения». Отзыв подписал профессор кафедры «Технология металлов», доктор технических наук, профессор Кохановский Вадим Алексеевич. Замечания: 1) Из реферата не ясна связь индекса совместимости C с гидродинамикой. При жидкостном контакте срез и даже возникновение адгезионных связей проблематичны (задача 1). 2) В реферате отсутствует методика разделения адгезионной и деформационной составляющих трения. 3) Замена «мягких» антифрикционных вкладышей в эндопротезах на более твердые должно снизить демпфирующую способность сустава, что, по нашему мнению, отрицательно скажется на пациенте.

3. Национальная академия наук Беларуси. Отзыв подписал заместитель академика – секретаря отделения физико-технических наук, доктор технических наук, профессор Хейфец Михаил Львович. Замечание: Отсутствуют исследования по влиянию рельефа шероховатости и финишных операций технологического процесса механической обработки контактирующих поверхностей на эффективность работы исследуемых трибосопряжений.

4. Научный центр «Рельсы, сварка, транспортное материаловедение» АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО НИИЖТ). Отзыв подписал научный консультант, доктор технических наук, профессор Захаров Сергей Михайлович. Замечания: 1) Из автореферата не ясно, какое обоснование было использовано для применения метода гидродинамической аналогии при установлении характера зависимости прочности адгезионных связей на срез от давления в подвижном фрикционном контакте и как его применение позволяет научно обоснованно выбирать структурно-

фазовый и химический составы материалов контактирующих деталей. 2) Не ясно позволяет ли индекс С совместимости и показатели его определяющие установить вероятность образования задира в узлах трения для исследованных вариантов материалов и пластичных смазок.

5. ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет». Отзыв подписал профессора кафедры экспериментальной и технической физики, доктор технических наук, профессор Годлевский Владимир Александрович. Замечания: 1) Автор в главе, посвященной обзору литературы, совершенно не характеризует состояние дел в исследуемой области в России и за рубежом. На этот счет он делает одно краткое и категоричное утверждение о том, что во всем мире «не предложен какой-либо общий подход» к данной проблеме. Желательна была бы хоть какая-то на этот счет аргументация. 2) Трудно понять общую логику построения работы: слаба согласованность между названием работы, сформулированной автором «актуальностью», целью работы и содержанием выводов. Например, в заглавии говорится о «совместимости поверхностей». В разделе «актуальность» эта «совместимость» упоминается мельком, но делается акцент на «ПС ЭУТИ». Последние в выводах не упоминаются вовсе. Цель работы и ее заглавие существенно расходятся по смыслу. 3) Название диссертации сформулировано очень уж общим образом. В заглавии желательно было отразить действительную проблему, решаемую автором – трибологии в эндопротезировании. И это бы, по нашему мнению, не выходило бы за рамки научной специальности «трение и износ в машинах», так как современные высокотехнологичные протезы представляют собой именно своего рода машины, выполняемые на уровне современных решений механики, материаловедения, электроники и кибернетики, где трибология является важным научным компонентом для решения задач конструирования и эксплуатации таких специфичных машин. 4) Вывод 3 в «Основных выводах» утверждает, что «Применение углеродного каркаса ... обеспечивает улучшение в 1,3 раза противозадирных и противоизносных характеристик ПСМ». Трудно поверить, что все (или многие) из возможных трибологических характеристик ПСМ

странным образом улучшаются одинаковым образом – а именно в 1,3 раза. Это выглядит очевидным преувеличением.

6. ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения». Отзыв подписал профессор кафедры «Высшая математика», доктор технических наук, доцент Мукутадзе Мурман Александрович. Замечание: По тексту изложения материала в автореферате недостаточно прописаны результаты первой главы, а также отсутствует методика разделения адгезионной и деформационной составляющих трения.

7. Институт технологии и организации производства (АО НИИТ). Отзыв подписал генеральный директор, доктор технических наук, профессор Юрьев Виктор Леонидович. Замечание: Неясно, насколько корректно применение метода разгрузки при определении прочности адгезионных связей на шариковом адгзиометре, а именно, уменьшение нагрузки практически до нуля (до минимально возможных значений по точности измерительных приборов, как пишет автор на стр. 8 автореферата), так как при этом может изменяться характер трения – с внутреннего на внешнее.

8. ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (научно исследовательский университет)». Отзыв подписал заведующий кафедрой «Технология производства и эксплуатация двигателей летательных аппаратов», доктор технических наук, профессор Бойцов Алексей Георгиевич. Замечания: 1) При рассмотрении конструкции эндопротезов не указаны параметры шероховатости контактирующих поверхностей, отклонений формы. 2) При моделировании условий трения эндопротезов рассматривается однонаправленное трение скольжения, хотя реально узлы работают в условиях возвратно-вращательного движения. 3) Желательно дополнение названий таблиц условиями испытаний, при которых получены данные триботехнические характеристики.

9. ФГБОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)». Отзыв подписали доктор технических наук, доцент, профессора кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Крукович Марат Григорьевич и кандидат технических наук, старший преподавателя ка-

федры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Иноземцев Виталий Евгеньевич. Замечания: 1) Чрезмерное и необоснованное применение случайных сокращений (аббревиатура) технических выражений, не принятых в общей терминологии. Например, ИБД ТТХ, ДРП, которые встречаются только один раз; 2) Контроль общей температуры, проведенный в исследовании, не отражает процессов, протекающих в зоне трения, особенно в экстремальных условиях. Более того, при высоких температурах на поверхностях трения образуются вторичные структуры, которые экранируют поверхности от металлического контакта и исключают адгезионное схватывание между материалами пары трения; 3) Встречаются неудачные выражения и опiski: «упрочнение адгезионной связи» (коэффициент «упрочнения/разупрочнения адгезионной связи» в работе характеризует реакцию системы на изменение внешних условий трения); «углеродный каркас» (в высокопластичном смазывающем материале?! Лучше звучит углеродная составляющая); описка «пьезокоэффициент β », рис. 4 и 5 стр. 14; «пластичность зоны контакта», стр. 12, 3-й абзац снизу.

В отзывах официальных оппонентов и отзыве ведущей организации отмечаются следующие замечания.

Замечания официального оппонента Малышева В.Н.:

1. Приведенный в диссертации параметр K , названный автором как интенсивность изнашивания, я бы не рекомендовал так называть, поскольку интенсивность изнашивания представляет собой устоявшийся гостированный термин, означающий отношение износа, приходящегося на обусловленный путь трения, на котором происходило изнашивание, или объем выполненной работы (ГОСТ 27874-88 Трение, изнашивание, смазка. Термины и определения). Использованный автором параметр следовало бы так и назвать – износ, приходящийся на одно воздействие.

2. На мой взгляд, вывод об адгезионно-усталостном механизме изнашивания рассматриваемых пар трения, основанный на результатах только металлографических исследований, приведенных в диссертации на стр. 114

(рис.3.20), не достаточен. Было бы целесообразно его дополнить еще результатами более тонких исследований микроструктуры.

3. Не правильное обозначение в формуле 2.21 (стр.62) параметра ΔA как пути трения, в то время как это является приращением объема.

4. На стр.142 отклонения неровности продемонстрированы не гостированным параметром шероховатости RS_a , и не указано, как он соотносится с известными параметрами шероховатости R_a и R_z (ГОСТ 2789-73).

5. На стр. 31 параметр интенсивности линейного изнашивания J_h обозначен как линейный износ.

6. В списке цитируемой литературы встречаются наименования одного и того же источника под разными номерами, например: 9. Камалетдинова Р.Р. Применение керметов в запорной арматуре с учетом их триботехнических характеристик /Р.Р. Камалетдинова, Руст.Ф. Мамлеев, Раф.Ф. Мамлеев, Л.Ш.Шустер//Машиностроение и инженерное образование.-2016.-№1-С.12-21 и тот же самый источник под номером 55. Камалетдинова Р.Р. Применение керметов в запорной арматуре с учетом их триботехнических характеристик /Р.Р. Камалетдинова, Руст.Ф. Мамлеев, Раф.Ф. Мамлеев, Л.Ш.Шустер //Машиностроение и инженерное образование.-2016.-№1-С.12-21.

7. Имеется также некоторое количество шероховатостей в оформлении: ряд стилистических неточностей, опечаток, неточных ссылок и т.п. В частности:

- в ряде случаев рисунки дублируют данные, приведенные в таблицах, например, рис. 3.2 (стр.84) и табл.3.2 (стр.83), рис.3.7 (стр.96) и табл.3.8 (стр.95);

- на некоторых зависимостях отсутствуют доверительные интервалы, что затрудняет проводить оценку их достоверности (например, рис.3.6 на стр.94);

- в ряде случаев ошибочно написаны фамилии и инициалы авторов, например: 130. Ахмаров А.С., вместо Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения.- М.: Физматгиз, 1963 – 472 с.;

- либо использованы неправильные термины – ультравысокомолекулярный полиэтилен (стр.24), вместо сверхвысокомолекулярный полиэтилен; бентонитовая глина (стр.38), вместо бентонитовая глина; адсорбация (стр.81), вместо адсорбция и т.п.

Замечания официального оппонента Измерова М.А.:

1. Из автореферата и самой диссертации можно сделать вывод о том, что автор рассматривал контактное взаимодействие образцов с одной шероховатостью с $Ra = 0,2 - 0,4$ мкм, т.е. не учитывается влияние шероховатости сопряжённых поверхностей трения на состояние контакта. При разной шероховатости будут разные фактические площади контакта, и, соответственно, разные контактные давления на фактических площадях контакта; где-то будут пластические деформации, где-то упругие... При этом шероховатость также может играть определённую роль в организации смазки поверхностей даже при тяжёлых условиях работы и больших пластических деформациях при её нахождении во впадинах микронеровностей. Конечно, это сама по себе отдельная сложная контактная задача.

2. Можно ли рабочие условия эндопротезов отнести к тяжёлым условиям работы при пластических деформациях и распространять на них предложенную методологию? Ведь их конструкция такова, что номинальная площадь велика, поверхности имеют низкую шероховатость, и достичь при этом пластического контакта, чтобы распространить на эти сопряжения результаты исследования автора, достаточно трудно. В этих сопряжениях качество поверхности будет играть не последнюю роль при обеспечении долговечности; влияние деформационной составляющей коэффициента трения будет велико. Возможно, из-за сходства уровня качества поверхностей эндопротезов и исследуемых автором тяжело нагруженных трибосопряжений при определении β результаты имели сходство, но при других условиях контакта результаты могут быть другими.

3. Автор концентрируется на параметрах C и β с учётом влияния температуры, не учитывая при этом некоторые другие условия работы

трибосопряжения, например, скорость относительного скольжения, динамику приложения нагрузки и т.д.

4. В диссертации имеются некоторые опечатки, стилистические и пунктуационные ошибки, погрешности оформления, когда названия глав или заголовков смещены, также это относится к некоторым таблицам и рисункам.

Замечания ведущей организации:

1. В главе 1, приводя примеры узлов трения, работающих в экстремальных условиях, автор указывает, что при их изготовлении используются коррозионностойкие и жаропрочные хромоникелевые стали и сплавы. Между тем в экспериментах по исследованию триботехнических характеристик пластичных смазок, описанных в главе 3, использована пара трения твердый сплав ВК8/сталь 45. Такое сочетание материалов характерно для обработки резанием: твердосплавный резец/стальная заготовка. Но при этом используются совсем другие смазочные материалы, чем исследовал автор. Как распространить результаты, описанные в главе 3, на другие пары трения, в том числе вышеупомянутые хромоникелевые сплавы? Ведь в формировании т.н. «третьего тела», о котором речь идет в разделе 2.2, наряду со смазочным материалом участвуют материалы контактирующих деталей, о чем пишет автор на стр. 29.

2. Описывая экспериментальные методики и оборудование в главе 2, автор обошел вниманием важный вопрос о методике получения т.н. «углеродного каркаса», входящего в состав пластичного смазочного материала. На стр. 78 сказано только, что использован углеродный каркас собственного приготовления. Далее описано приготовление пластичного смазочного материала, но методика, условия, технология получения углеродного каркаса как такового не раскрыта.

3. На стр. 124 указано, что фактическую площадь касания головки с вкладышем определяли путем использования метода красок. Суть метода не раскрывается. Весь наш опыт говорит, что *фактическую* площадь контакта с помощью краски определить нельзя.

Имеется ряд менее существенных замечаний:

1. В п. 2.4.2 сказано, что химический состав образцов определялся с помощью растрового электронного микроскопа. Сам по себе РЭМ не позволяет определять химсостав, для этого нужен рентгеновский микроанализатор, о наличии и характеристиках которого ничего не сказано.

2. На графиках, представляющих экспериментальные результаты (см. например, рис. 3.2, 3.3 и другие аналогичные), следовало бы привести доверительные интервалы.

3. Вывод 3 к главе 2 тривиален, и, по сути, выводом не является.

4. Рис. 4.1 полностью повторяет рис. 2.8, при этом позиция 4 на них расшифровывается по-разному.

5. В списке литературы имеются повторяющиеся ссылки (№№ 8,9,10 и 54,55,56). Фамилии некоторых авторов искажены.

На все поступившие замечания Емаевым И.И. даны исчерпывающие ответы. Авторы всех отзывов положительно оценивают диссертацию и считают, что работа отвечает всем требованиям ВАК при Минобрнауки РФ, а Емаев Илья Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.04 – «Трение и износ в машинах».

Выбор официальных оппонентов обосновывается их значительной публикационной активностью в области повышения износостойкости узлов трения в машинах. Выбор ведущей организации определялся специализацией и высоким уровнем ее лаборатории в рассматриваемой области исследований, значительным количеством эффективных разработок и публикацией ее сотрудников в авторитетных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– *разработана* научная концепция повышения износостойкости подвижных сопряжений на основе установленной зависимости изнашивания подвижных сопряжений от индекса совместимости трущихся поверхностей;

– *предложена* научная гипотеза, согласно которой зависимость индекса

совместимости трущихся поверхностей от материалов контактирующих деталей, композиции смазочного материала и температуры объясняется изменением пластичности так называемого «третьего тела»;

– *введен* корректирующий показатель, позволяющий оценивать интенсивность изнашивания пар трения, в зависимости от реализующего пьезокоэффициента β контактирующих материалов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– *доказана:* корректность универсальной методики выбора добавок в ПСМ для высокотемпературных узлов трения и выбора материала пары трения в эндопротезах на основе использования положений гидродинамической аналогии;

– возможность использования методов исследования, в частности сканирующей микроскопии, микрохиманализа функциональных фрикционных поверхностей;

– *изложены* выявленные результаты положительного влияния окисления озоном дисперсной среды на триботехнические характеристики ПСМ (в том числе, повышение теплостойкости);

– *раскрыты* закономерности влияния твердости материала вкладышей в эндопротезах на совместимость трущихся поверхностей и их износостойкость (пары трения «головка – вкладыш»);

– *изучены* связи износа трибосопряжений с индексом совместимости (характеризуемой величиной пьезокоэффициента β) трущихся поверхностей.

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

– *разработкой и внедрением* рекомендаций по использованию предложенной ПСМ на основе композиции технического углерода для тяжелонагруженных узлов трения, а также рекомендации по выбору материала пар трения в эндопротезах тазобедренного сустава;

– *выявленной* перспективностью практического применения окисления

озоном дисперсной среды ПСМ для повышения показателей ее работоспособности;

- созданием оборудования и методики стендовых испытаний пары трения «шаровая головка – вкладыш», используемой в эндопротезах, а также математическая (регрессионная) модель зависимости износа трибосопряжения от индекса совместимости трущихся поверхностей;

- получением и представлением актов использования полученных результатов на промышленных предприятиях АО «УППО», ПАО «ОДК-УМПО», в лечебной практике в ГБУЗ РБ БСМП г. Уфа и в учебном процессе ФГБОУ ВО «УГАТУ».

Достоверность полученных исследований подтверждена:

- использованием сертифицированного оборудования, установленном в Лаборатории физико-химической механики контактного взаимодействия кафедры ОКМиМ, в Центре коллективного пользования, а также в Лаборатории моделирования технологических процессов кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО УГАТУ; доказана воспроизводимость этих результатов в условиях института «Триботехники и смазки» ФГБОУ ВО УГАТУ;

- использованием корректных закономерностей и расчетных зависимостей, проверяемых данных и фактах, а также на фундаментальных положениях научного направления. Теория согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

- идея базируется на анализе научных литературных источников, практики, промышленных результатов и обобщении разработок по направлению «Трение и износ в машинах»;

- установлено качественное и количественное совпадение результатов лабораторных исследований с результатами стендовых и производственных испытаний;

– *использованы* апробированные методики проведения исследований на современном высокоточном оборудовании, а также современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в:

– *разработке* научно обоснованной методики выбора добавок в ПСМ для высокотемпературных узлов трения, а также материалов пары трения в эндопротезах для повышения износостойкости трибосопряжений;

– *проведении* экспериментальных исследований и теоретическом обосновании триботехнических характеристик исследуемых пар трения с учетом температуры, давления и смазочной среды;

– *подтверждении* влияния окисления озоном дисперсной среды ПСМ на повышение износостойкости трибосопряжений;

– *графо-аналитической обработке* и обобщении полученных результатов, разработке практических рекомендаций, проведении стендовых испытаний;

– активном участии в подготовке публикаций по выполненной работе.

Все результаты, приведенные в диссертации, получены либо самим соискателем, либо при его участии.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленных научных задач и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, корректной постановкой цели и задач исследования, необходимым теоретическим обоснованием и проведением практических испытаний разработанных методов.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На заседании 20.12.2018 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Емаева Ильи Игоревича представляет собой законченную научную квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований разработаны

положения, совокупность которых можно квалифицировать как научно обоснованные технические разработки по проектированию триботехнических систем с учетом совместимости трущихся поверхностей, внедрение которых вносит существенный вклад в развитие промышленности страны, что соответствует требованиям п. 9 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г., № 842 (ред. от 02.08.2016 г.) к кандидатским диссертациям, и принял решение присудить Емаеву Илье Игоревичу ученую степень кандидата наук по специальности 05.02.04 – «Трение и износ в машинах».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.02.04, участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 19, против – 1, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета,
доктор технических наук,
профессор



Олег Николаевич Федонин

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук,
доцент



Виктор Александрович Хандожко

20 декабря 2018 г.