

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.298.09,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25.03.2020 № 2

О присуждении Гаврилову Константину Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Повышение ресурса триbosопряжений поршневых и комбинированных двигателей внутреннего сгорания снижением гидромеханических потерь на трение» по специальностям 05.04.02 – «Тепловые двигатели», 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин» принята к защите 18 декабря 2019 г., протокол № 20 диссертационным советом Д 212.298.09, созданным на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 454080, г. Челябинск, проспект В.И. Ленина, д. 76, приказ о создании – № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Гаврилов Константин Владимирович, 1975 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Применение алгоритма сохранения массы при расчете гидромеханических характеристик и оптимизации конструктивных параметров сложнонагруженных подшипников скольжения» по специальности 05.02.02 –

«Машиноведение, системы приводов и детали машин» защитил в 2006 году, в диссертационном совете Д 212.298.09, созданном на базе государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет», работает доцентом кафедры автомобильного транспорта в ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» Министерства науки и высшего образования РФ.

Диссертация выполнена на кафедре автомобильного транспорта ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» Министерства науки и высшего образования РФ.

Научные консультанты:

1. Рождественский Юрий Владимирович, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск, кафедра автомобильного транспорта, заведующий;

2. Лазарев Владислав Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск, кафедра двигателей внутреннего сгорания и электронных систем автомобилей, заведующий.

Официальные оппоненты:

1. Захаров Сергей Михайлович, доктор технических наук, профессор, АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта», научный центр «Рельсы, сварка, транспортное материаловедение», г. Москва, научный консультант;

2. Гоц Александр Николаевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», кафедра «Тепловые двигатели и энергетические установки», профессор;

3. Корнаев Алексей Валерьевич, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», кафедра «Мехатроника, механика и робототехника», профессор, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Уфимский государственный

авиационный технический университет», в своем положительном отзыве, подписанном Гариповым Маратом Даниловичем, д.т.н., профессором кафедры двигателей внутреннего сгорания, указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, решает довольно сложную научную задачу и вносит существенный вклад в теорию сложнонагруженных подшипников ДВС, и Гаврилов Константин Владимирович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Соискатель имеет 105 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 70 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 16 работ; 12 статей в библиографической базе данных Scopus и Web of Science; монография; патент на полезную модель; 7 свидетельств об официальной регистрации программ для ЭВМ.

В диссертацию включены результаты, полученные автором лично. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые публикации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:

- Гаврилов, К.В. Влияние расположения источников смазки на гидромеханические характеристики сложнонагруженных подшипников тепловых двигателей [Текст] / К.В. Гаврилов, М.А. Иззатуллоев, П.С. Гриценко, И.Р. Цвешко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2019. – Т.19, № 3. – С13–21 (доля – автора 7 стр.).

- Горицкий, Ю.А. Марковская модель изменения шероховатых поверхностей при механическом взаимодействии. Применение для оценки ресурса трибосопряжений дизеля [Текст] / Ю.А. Горицкий, К.В. Гаврилов, Ю.С. Исмаилова, О.В. Шевченко // Вестник Московского энергетического института. – 2017. – № 5. – С. 101–110 (доля автора – 8 с.).

- Гаврилов, К.В. Модифицированная энергетическая модель трения и изнашивания применительно к трибосопряжениям ДВС [Текст] / В.Е.

Лазарев, К.В. Гаврилов, А.А. Дойкин, Й. Секвард-Бэйж // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2016. – №3(51). – С. 58–66 (доля автора – 7 с.).

3. Рождественский Ю.В. Пути повышения несущей способности гидродинамических трибосопряжений текстурированием поверхностей трения [Текст] / Ю.В. Рождественский, К.В. Гаврилов, С.В. Чернейко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2014. – Т. 14. № 3. – С. 16–21 (доля автора – 5 с.).

4. Горячева И.Г. Теоретико-экспериментальное исследование влияния профиля направляющей поршня на характеристики трибосистемы «поршень – цилиндр» дизеля [Текст] / И.Г. Горячева, А.В. Морозов, Ю.В. Рождественский, К.В. Гаврилов, А.А. Дойкин // Трение и износ. – 2013. – Т.34. №5. – С. 446–457 (доля автора – 8 с.).

5. Рождественский Ю.В. Решение задач оптимизации трибосопряжений поршневых и роторных машин с использованием алгоритма сохранения массы [Текст] / Ю.В. Рождественский, К.В. Гаврилов, А.А. Дойкин, М.А. Макарихин // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2011. – №8. – С. 38–43 (доля автора – 5 с.).

6. Рождественский Ю.В. Влияние вязкостно-температурных свойств моторных масел на гидромеханические характеристики трибосопряжения поршень–цилиндр [Текст] / Ю.В. Рождественский, К.В. Гаврилов, И.В. Мухортов, А.А. Дойкин // Двигателестроение. – 2010. – №2. – С.23–26 (доля автора – 3 с.).

7. Prokop'ev, V.N. Hydromechanical characteristics of complex-loaded siding bearing with allowance for nonroundness of the pivot shaft and bush [Text] / V.N. Prokop'ev, A.K. Boyarshinova, K.V Gavrilov // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2009. – Vol.38. – №4. – p. 393–398 (доля автора – 4 с.).

8. Прокопьев В.Н. Гидромеханические характеристики сложнонагруженных подшипников скольжения с учетом некруглостей цапфы и втулки. [Текст] / В.Н. Прокопьев, А.К. Бояршинова, К.В. Гаврилов //

Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2009. – №5. – С.98–104 (доля автора – 4 с.).

9. Прокопьев В.Н. Гидромеханические характеристики коренных подшипников коленчатого вала двигателя 4Т371 [Текст] / В.Н. Прокопьев, Ю.В. Рождественский, В.С. Мурzin, К.В. Гаврилов // Двигателестроение. – 2008. – №2. – С. 27–30 (доля автора – 3 с.).

10. Прокопьев В.Н. Применение пакетов прикладных программ при обосновании конструктивных параметров подшипников коленчатых валов на ранней стадии проектирования поршневых двигателей / В.Н. Прокопьев, Ю.В. Рождественский, К.В. Гаврилов [Текст]// Вестник Южно–Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2008. – №23(123). – С.13–19 (доля автора – 5 с.).

11. Прокопьев В.Н. Методика и результаты оптимизации параметров сложнонагруженных подшипников скольжения [Текст] / В.Н. Прокопьев, К.В. Гаврилов // Вестник Южно–Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2007 – №11(83). – С.14–20 (доля автора – 4 с.).

12. Прокопьев В.Н. Оптимизация параметров сложнонагруженных подшипников скольжения [Текст] / В.Н. Прокопьев, К.В. Гаврилов // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2007. – №5. – С.79–86 (доля автора – 6 с.).

13. Прокопьев В.Н. Гидромеханические характеристики шатунных подшипников, смазываемых неильтоновскими жидкостями [Текст] / В.Н. Прокопьев, А.К. Бояршинова, Е.А. Задорожная, К.В. Гаврилов // Вестник Южно–Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2005. – №1(41). – С. 17–24 (доля автора – 6 с.).

14. Прокопьев В.Н. Применение алгоритмов сохранения массы при расчёте динамики сложнонагруженных опор скольжения [Текст] / В.Н. Прокопьев, А.К. Бояршинова, К.В. Гаврилов // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2004 – №4. – С. 32–38 (доля автора – 4 с.).

15. Прокопьев В.Н. Применение алгоритмов сохранения массы в задачах статики и динамики опор скольжения. [Текст] / В.Н. Прокопьев, А.К. Бояршинова, К.В. Гаврилов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2003. – №1(17). – С. 43–54 (доля автора – 9 с.).

В изданиях, входящих в базу данных Scopus и Web of Science:

16. Prokop'ev, V.N. Methodology of calculation of dynamics and hydromechanical characteristics complex-loaded tribounits, greased structurally-heterogeneous and non-Newtonian fluids [Text] / V.N. Prokop'ev, J.V. Rozhdestvensky, A.K. Boyarshinova, K.V Gavrilov // Proceedings of World Tribology Congress. – 2009. – p. 58 (доля автора – 0,5 с.).

17. Rozhdestvenskij, J.V. Numerical and experimental investigations of the piston–cylinder" tribosystem of diesel engine [Text] / J.V.Rozhdestvenskij, K.V. Gavrilov, A.A. Doykin, I.G. Levanov // Proceedings of 5th World Tribology Congress. – 2013. – p.1 255–1258 (доля автора – 3 с.).

18. Goryacheva, I.G. Теоретико-экспериментальное исследование влияния профиля направляющей поршня на характеристики трибосистемы «поршень – цилиндр» дизеля (на английском языке) [Text] / I.G. Goryacheva, A.V. Morozov, J.V. Rozhdestvenskij, K.V. Gavrilov // Journal of friction and wear. – 2013. – Vol.34. – №5. – p. 339–348 (доля автора – 7 с.).

19. Gavrilov, K.V. Estimation of the tribotechnical parameters of the “piston skirt–cylinder liner” contact interface from IC–engine for decreasing the mechanical losses [Text] / K.V. Gavrilov, V.E. Lazarev, A.A. Doykin, Sequrd–Base J., Vorlaufer G.// 1st International Conference on Energy Production and Management in the 21st Century: The Quest for Sustainable Energy. – 2014. – Vol.190. – p. 625–635 (доля автора – 8 с.).

20. Goritskiy, Y.A. Numerical Model for Mechanical Interaction of Rough Surfaces of the “Piston–Cylinder Liner” Tribosystem / Y. Goritskiy, Y. Ismailova, K.V. Gavrilov, J.V. Rozhdestvenskiy // FME Transactions. – 2015. – Vol.43. – p. 249–253 (доля автора – 3 с.).

21. Goritskiy, Y.A. A numerical model for mechanical interaction of rough surfaces of tribosystem of the high forced diesel engine / Y. Goritskiy, K.V. Gavrilov, J.V. Rozhdestvenskij, A.A. Doykin // Procedia Engineering. – 2016. – Vol.129. – p. 518–525 (доля автора – 5 с.).
22. Asaulyak, A.A. Elastohydrodynamic Lubrication (EHL) of Piston Rings in the Internal Combustion Engine [Text] / A.A. Asaulyak, J.V.Rozhdestvenskij, K.V. Gavrilov // Procedia Engineering. – 2016. – Vol.150. – p. 536–540 (доля автора – 3 с.).
23. Rozhdestvenskij, J.V. Forced Diesel Piston Tribological Parameters Improvement [Text] / J.V.Rozhdestvenskij, K.V. Gavrilov, A.A. Doykin // Procedia Engineering. – 2017. – Vol.206. – p. 647–650 (доля автора – 3 с.).
24. Rozhdestvenskij, J.V. Development of Technical Solutions for Forced Diesel Main Tribosystems [Text] / J.V.Rozhdestvenskij, K.V. Gavrilov, A.A. Doykin // Procedia Engineering. – 2017. – Vol.206. – p. 651–655 (доля автора – 3 с.).
25. Gavrilov, K.V. A numerical model for estimation of service life of tribological systems of the piston engine / K.V. Gavrilov, A.A. Doikin, M.A. Izzatulloev, Y.A. Goritskiy // Lecture Notes in Mechanical Engineering. – 2019. – p. 993–1002 (доля автора – 8 с.).
26. Gavrilov, K.V. Research of the friction surfaces regular microgeometry parameters effect on the hydro–mechanical characteristics of the «piston–cylinder» tribounit / K.V. Gavrilov, A.A. Doikin, M.A. Izzatulloev, S.V. Surovtsev [Электронный ресурс]// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol.489. – №1. – статья № 012026 (доля автора – 5 с.).
27. Rozhdestvenskij, J.V. Influence of location of lubrication sources on hydromechanical characteristics of diesel crankshaft bearings [Text] / J.V. Rozhdestvenskij, K.V. Gavrilov, A.A. Doikin // Lecture Notes in Mechanical Engineering. – 2019. – p. 983–991 (доля автора – 7 с.).

Патенты и программы:

28. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019664243. Микротехнология трибосистемы вал–вкладыш ДВС / К.В. Гаврилов, М.А. Иззатуллоев. Дата государственной регистрации 01.10.2019 (доля автора – 90%).

29. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018663437. Микротехнология трибосистемы поршень–цилиндр / К.В. Гаврилов, Т.В. Садреев, М.А. Иззатуллоев. Дата государственной регистрации 26.10.2018 (доля автора – 80%).

30. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016616955. Программа трибологического анализа сопряжения "направляющая поршня–гильза цилиндра" двигателя внутреннего сгорания "PISTON–CYLINDER TRIBOSYSTEM" / К.В. Гаврилов, Ю.В. Рождественский, А.А. Дойкин. Дата государственной регистрации 24.08.2016 (доля автора – 80%).

31. Патент на полезную модель №135731 от 20.12.2013. Поршень двигателя внутреннего сгорания / К.В. Гаврилов, А.А. Дойкин; заявитель и правообладатель ЮУрГУ (НИУ) (доля автора – 70%).

32. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012661032. Программа расчета гидромеханических характеристик трибосопряжения «поршень – цилиндр» с учетом контактного взаимодействия поверхностей трения и изменения температуры смазочного слоя: «Поршень – КОНТАКТ» / Ю.В. Рождественский, К.В. Гаврилов, Е.А. Задорожная, А.А. Дойкин и др. Дата государственной регистрации 05.12.12 (доля автора – 80%).

33. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012617386. Программа исследования характеристик динамически нагруженных трибосопряжений с учетом процессов тепломассообмена в смазочных слоях и граничных режимов трения / Е.А. Задорожная,

И.В. Мухортов, И.Г. Леванов, К.В. Гаврилов. Дата государственной регистрации 16.08.2012 (доля автора – 60%).

34. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010612853. Программа анализа гидромеханических характеристик трибосопряжения «поршень – цилиндр»: «Поршень – ВТХ» / Ю.В. Рождественский, К.В. Гаврилов, А.А. Дойкин, А.А. Мыльников и др. Дата государственной регистрации 27.04.10 (доля автора – 80%).

35. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2008611068. Комплекс программ для расчета динамики и гидромеханических характеристик сложнонагруженных подшипников с произвольной геометрией смазочного слоя «МакроГеометрия» / В.Н. Прокопьев, А.К. Бояршинова, Е.А. Задорожная, К.В. Гаврилов. Дата государственной регистрации 28.02.2008 (доля автора – 70%).

Монография:

36. Рождественский, Ю.В. Динамика и смазка гидродинамических трибосопряжений поршневых и роторных машин [Текст]: монография / Ю.В. Рождественский, Е.А. Задорожная, Н.А. Хозенюк, К.В. Гаврилов – М.: Наука, 2018. – 373с. – ISBN 978–5–02–039998–3 (доля автора – 130 с.).

На диссертацию и автореферат поступило 14 отзывов согласно списку рассылки. Все отзывы положительные.

Замечания, отмеченные в отзывах:

1) ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», Кузнецова В.Н., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве». **Замечания:**

1. Автором не указана теоретическая значимость проведенных исследований с точки зрения соответствия паспортам специальностей 05.04.02 – «Тепловые двигатели» и 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин». 2. Не приведены принятые автором допущения при разработке модели смешанного и граничного трения двух контактирующих шероховатых

поверхностей трибосопряжения ДВС.

2) ФГБОУ ВО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, Курбанов Р.Ф., д.т.н., профессор, профессор кафедры эксплуатации и ремонта машинно-тракторного парка. **Замечания:**

1. Из автореферата не ясно, в чем заключается комплексная методика оценки режимов смазки гидродинамических трибосопряжений двигателя? 2. В автореферате отсутствует сравнение ресурса трибосопряжений двигателя до оптимизации и после выполненных оптимизационных расчетов.

3) ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого», Савиных П.А., д.т.н., профессор, главный научный сотрудник. **Замечания:**

1. В автореферате нет четкого критерия, по которому можно различать режимы смазки, например, смешанного и граничного. Представляется, что условия, механизмы, а, следовательно, интенсивность изнашивания на этих режимах будут существенно различаться. 2. В формуле 15 на странице 25 для определения коэффициента аккумуляции энергии в правой части приведен коэффициент трения, как данная величина. Но коэффициент трения зависит от большого количества параметров, в том числе от условий работы трибосопряжения, состояния поверхностных слоев, наличия в смазочном материале антифрикционных присадок и т.д. В связи с чем, не ясно при каких условиях должен определяться искомый коэффициент? 3. Из автореферата не ясно, в чем заключается комплексная методика оценки режимов смазки гидродинамических трибосопряжений двигателя?

4) ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», Васильев В.И., д.т.н., профессор, профессор кафедры автомобильного транспорта. **Замечания:**

1. Расчеты приведены только на номинальном скоростном и нагрузочном режимах, хотя при работе двигателя на различных режимах в широких пределах изменяется температура и давление подаваемой смазки, которые, к сожалению, также не учитываются. 2. Из автореферата не ясно

какие масштабные критерии установлены для макро- и микрогеометрии поверхностей трения подшипников коленчатого вала и сопряжения «поршень-цилиндр».

5) ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Карнаухов В.Н., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта (ЭАТ)». **Замечания:**

1. В автореферате отсутствует сравнительная характеристика расчетных значений характеристик смазочной системы ДВС, полученных с использованием уравнения Рейнольдса и с применением разработанного алгоритма сохранения массы. 2. Степень заполнения смазочного зазора маслом и опорный угол поршня обозначены одной переменной.

6) АлтГТУ им. И.И. Ползунова, Свистула А.Е., д.т.н., профессор, проректор по научной и международной деятельности, зав. кафедрой «Двигатели внутреннего сгорания», Баранов А.В., к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Детали машин». **Замечания:**

1. Не ясно, какой вид трения будет реализовываться в паре «поршень-гильза». На наш взгляд граничное. Особенно около мертвых точек. 2. Не ясно, как будет «эволюционировать» микротопография при жидкостном трении, если поверхности не касаются? 3. В главе 5 при испытаниях на трибометре однозначно реализовывался граничный вид трения, при котором объемные реологические свойства масел абсолютно незначимы. 4. Редакционное замечание (стр. 31). Существует молекулярно-механическая теория трения, а не изнашивания.

7) ФГБУН Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук, д.ф.-м.н., академик РАН, И.Г. Горячева, зав. лабораторией трибологии, д.ф.-м.н., профессор РАН Торская Е.В., вед. научный сотрудник лаборатории трибологии. **Замечания:**

1. В реальных трибосистемах, как правило, существует установившийся режим трения и изнашивания, который характеризуется, в частности, равновесной шероховатостью. В главе 2 приводятся результаты

моделирования множественного контакта с учетом эволюции микрорельефа в зависимости от числа циклов, но не указано, получен ли в модели установившийся режим, и если нет, то почему. 2. Могут существовать разные подходы к моделированию изнашивания, они зависят от механизма процессов разрушения на микроуровне. Следовало бы указать, какие механизмы заложены в работе при моделировании изнашивания.

8) Белорусский национальный технический университет, Республика Беларусь, Кухаренок Г.М., д.т.н., профессор, профессор кафедры "Двигатели внутреннего сгорания". **Без замечаний.**

9) ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Якунин Н.Н., д.т.н., профессор, зав. кафедрой автомобильного транспорта, Калимуллин Р.Ф., д.т.н., доцент, профессор кафедры автомобильного транспорта. **Замечания:**

1. В общей характеристике работы не сформулированы «Положения, выдвигаемые для публичной защиты» (в соответствии с п.10 «Положения о присуждении ученых степеней»). 2. Не сформулирована научная концепция решения научной проблемы. 3. Не ясно, каким пунктам паспортов научных специальностей 05.04.02 и 05.02.02 соответствуют конкретные новые научные результаты и положения диссертации.

10) ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Шустер Л.Ш., д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РБ, профессор кафедры «Основы конструирования механизмов и машин». **Замечания:**

1. На стр. 24 автореферата «после преобразований» приведена формула (13), но при этом неясно, что именно автор «преобразовывал». 2. Неясен физический смысл коэффициента аккумуляции энергии. 3. Приведенная на стр. 25 формула (14) позволяет оценить лишь интенсивность изнашивания индентора, т.е. только одной детали трения пары, и не позволяет оценить интенсивность изнашивания трибосопряжения.

11) ФГБОУ ВО Нижегородская государственная сельскохозяйственная

академия», Жолобов Л.А., к.т.н., профессор, профессор кафедры эксплуатации мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин. **Замечание:**

Из автореферата не ясно, почему параметры микротекстурирования не были включены в перечень варьируемых параметров в задаче оптимизации.

12) АО СКБ Турбина, Машков О.Г., начальник отдела турбомашин, к.т.н. **Замечания:**

1. Из автореферата не ясно, в чем заключается комплексная методика оценки режимов смазки гидродинамических трибосопряжений двигателя. 2. В автореферате отсутствует сравнение ресурса трибосопряжений двигателей до оптимизации и после выполненных оптимизационных расчетов. 3. В исследовании не проводится анализ работы трибосопряжений в механизме газораспределения поршневых двигателей (например, в кулачковом механизме).

13) ООО «ЧТЗ-УРАЛТРАК» Старунский М.А., и.о. зам. генерального директора по спецпродукции, Маслов А.П., к.т.н., главный специалист, ученый секретарь НТС КТЦ «ГСКБД». **Замечания:**

1. Практическая значимость работы должна характеризоваться внедренными в производство результатами. В этой связи, разработанные методы целесообразно было бы дополнить результатами стендовых испытаний на реальных двигателях и получить практические результаты. 2. При проведении экспериментальных исследований процесса изнашивания образцов поршня и цилиндра было использовано только одно моторное масло класса вязкости 5W30. 3. Рис. 9 автореферата, если на графиках представлен «Цикл», то почему начало и конец графиков не совпадают?

14) ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Громаковский Д.Г., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения, станки и инструменты». **Замечание:**

К недостаткам автореферата следует отнести допущенные небрежности в редакции текста реферата и недостаточно полное представление

содержания выполненных разработок, в том числе в патентной области.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований по теме диссертационной работы и соответствует требованиям постановления правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней». Выбранные оппоненты и ведущая организация являются признанными специалистами и компетентны в области исследования, выполненного соискателем, а также имеют публикации в соответствующем направлении. Работы оппонентов и ведущей организации, представленные в информационной справке, опубликованы в рецензируемых изданиях за последние 5 лет с 2015 по 2019 гг., что свидетельствует об актуальности и новизне выполненных научно-исследовательских работ, а также об их осведомленности в современных тенденциях развития в области двигателестроения, машиноведения и деталей машин.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана и реализована методика комплексного трибологического анализа для повышения ресурса гидродинамических сложнонагруженных трибосопряжений в поршневых и комбинированных двигателях внутреннего сгорания;

предложены оригинальные модели и методы расчета динамики и смазки гидродинамических сложнонагруженных трибосопряжений (ГСТС) двигателей внутреннего сгорания (ДВС), дополненные учетом макро- и микропрофиля; особенностей тепломеханического нагружения; специфики развития давления и температуры во внутрицилиндровом пространстве, определяющих интенсивность динамического воздействия и последующего деформирования элементов сопряжений; технологической обработки поверхностей; нерегулярной микрогеометрии; реологических свойств моторного масла; расчетно-экспериментальной оценкой интенсивности изнашивания и ресурса ГСТС ДВС;

доказана необходимость при определении поля гидродинамических давлений в ГСТС ДВС применения алгоритма сохранения массы смазочного слоя с учетом неньютоновских свойств смазки и конвективного переноса ее через область кавитации, что позволяет исследовать режимы масляного голодания подшипников и обеспечивает достоверное определение гидромеханических характеристик, в целях оценки потерь на трение и, в конечном итоге, их ресурса;

введены новые термины, характеризующие топографию поверхностей трения трибосопряжений поршневых и комбинированных ДВС.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана целесообразность учета макро- и микрогеометрических параметров подшипников ДВС, в том числе нерегулярной геометрии (шероховатости) контактирующих поверхностей и их эволюции в процессе взаимодействия, особенностей нагружения; а также необходимость учета реологического поведения моторного масла и оценки режимов смазки трибосопряжений для определения интенсивности изнашивания и ресурса ГСТС поршневых и комбинированных ДВС.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплексный подход к оценке особенностей функционирования трибосопряжений, характеризующихся нестабильностью нагрузления вследствие специфики развития давления и температуры во внутрицилиндровом пространстве и изменения режима работы ДВС; алгоритм многокритериальной оптимизации конструктивных параметров трибосопряжений ДВС; метод оценки гидромеханических характеристик и ресурса сложнонагруженных трибосопряжений с использованием линейной интегральной интенсивности изнашивания и изменения микрорельефа поверхности трения ГСТС;

изложен способ определения линейной интегральной интенсивности изнашивания с учетом экспериментально установленного изменения микрорельефа поверхности трения и нагруженности для оценки

гидромеханических характеристик (ГМХ) и ресурса сложнонагруженных трибосопряжений;

раскрыты несоответствия граничных условий Свифта-Штибера, обеспечивающих нулевой градиент давлений на границе восстановления смазочного слоя в трибосопряжениях, что приводит к нарушению расчетного баланса расходов моторного масла в смазочном слое ГСТС ДВС;

изучены взаимосвязи параметров микротекстурирования поверхностей трения подшипников коленчатого вала и сопряжения поршень-цилиндр ДВС с гидромеханическими потерями на трение в этих узлах;

проведена модернизация и адаптация молекулярно-механической и энергетической моделей трения и изнашивания применительно к сложнонагруженным трибосопряжениям для оценки связи коэффициента аккумуляции энергии с линейной интегральной интенсивностью изнашивания поверхностей трения и ресурсом сопряжения «поршень–цилиндр» в ДВС.

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

разработаны и внедрены методики, алгоритмы и программное обеспечение для анализа динамики сложнонагруженных трибосопряжений тепловых двигателей, учитывающие особенности нагрузления, деформирования, баланс массы смазочного материала в тонком смазочном слое, его неニュтоновские свойства, регулярную и нерегулярную микро- и макрогоеометрию поверхностей, различные режимы трения и возможное контактное взаимодействие поверхностей трения, а также особенности системы смазки;

определенна и защищена патентом РФ оригинальная конструкция поршня двигателя внутреннего сгорания, обладающая улучшенными трибологическими свойствами, позволяющая снизить потери на трение в цилиндропоршневой группе ДВС;

созданы программные комплексы для инженерного проектирования форсированных двигателей различной размерности, позволившие создать новые конструкции трибосопряжений ДВС, обладающие высокой несущей способностью, улучшенными трибологическими характеристиками и повышенным ресурсом;

представлены рекомендации по оптимизации геометрических параметров шатунных подшипников в дизелях ЧН 21/21, ЧН 15/18, ЧН15/16, а также сопряжения «поршень–цилиндр» дизелей ЧН 13/15, ЧН18,5/21 на основе программной реализации расчетной оценки гидромеханических потерь на трение и ресурса трибосопряжений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные результаты работы получены при использовании оригинальных аттестованных средств экспериментального исследования – машин трения, трибометров, обеспечивающих условия работы образцов трибосопряжений, аналогичные условиям работы в составе ДВС.

теоретические методы оценки характеристик гидродинамических трибосопряжений ДВС обосновываются применением известных численных методов; характеризуются качественным и количественным совпадением полученных результатов с известными теоретическими и экспериментальными результатами;

идея базируется на анализе практики создания и доводки поршневых и комбинированных ДВС, обобщении передового опыта теоретического и экспериментального анализа работоспособности и ресурса гидродинамических трибосопряжений поршневых двигателей;

использованы современные методы синтеза рабочего цикла, методы кинематического и динамического анализа элементов кривошипно-шатунного механизма и турбокомпрессора, методы гидродинамической теории смазки; методы, базирующиеся на теории вероятностей и математической статистике, методы оптимизации, методы моделирования теплового и напряженно–деформированного состояния деталей ДВС с

использованием конечно-элементных моделей, экспериментальные методы оценки параметров трения и изнашивания сложнонагруженных трибосопряжений ДВС;

установлено, что адекватность разработанных методик подтверждается путем сопоставления результатов расчета с результатами независимых теоретических и экспериментальных работ по оценке работоспособности и ресурса ГСТС ДВС;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации для анализа параметров трения и изнашивания образцов трибосопряжений ДВС с использованием оригинального метода оценки топографии поверхности трения.

Личный вклад соискателя состоит в разработке и реализации методологии комплексного трибологического анализа гидродинамических сложнонагруженных трибосопряжений поршневых и комбинированных ДВС с учетом особенностей динамики их нагружения, свойств современных смазочных материалов, геометрии поверхностей трения на разных масштабных уровнях, позволяющей обеспечить решение комплекса задач по снижению гидромеханических потерь на трение для повышения ресурса сопряжений, работающих в условиях жидкостного, смешанного и граничного режимов смазки, уточнении методики моделирования смазочной системы дизеля применением алгоритма сохранения массы, что позволило исследовать режимы масляного голодаия подшипников; развитии модифицированной энергетической модели трения и изнашивания применительно к сложнонагруженным трибосопряжениям тепловых двигателей, базирующейся на учете молекулярно-механической и энергетической моделей трения; разработке расчетно-экспериментальной методики оценки линейной интегральной интенсивности изнашивания и ресурса сопряжения «поршень–цилиндр» дизеля в эксплуатации; разработке алгоритмов и программ расчета гидродинамики сложнонагруженных трибосопряжений дизелей; выработке рекомендаций по оптимизации характеристик

подшипников коленчатого вала и сопряжения «поршень–цилиндр» дизелей.

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

На заседании 25.03.2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Гаврилову Константину Владимировичу ученую степень доктора технических наук по специальностям: 05.04.02 – Термодинамика, тепловые двигатели, 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 6 докторов по специальности 05.04.02 – Термодинамика, тепловые двигатели, 7 докторов по специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту – 0 человек, проголосовали: за – 21, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета

С.В. Алюков

Ученый секретарь
диссертационного совета
25.03.2020 г.

А.А. Абызов

