

ОТЗЫВ

оппонента **Калимуллина Руслана Флюровича**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры автомобильного транспорта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» на диссертацию **Никитина Дениса Николаевича** «Определение предотказного состояния сложнонагруженных подшипников скольжения расчётно-экспериментальными методами», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин

На основе изучения диссертации и опубликованных работ по теме диссертации оппонентом представлен письменный отзыв на диссертацию, в котором оценена актуальность избранной темы, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна, а также дано заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842 «О порядке присуждения учёных степеней».

1 Актуальность избранной темы

В современных условиях вектором развития некоторых объектов машиностроения, в частности, двигателестроения, при их создании и совершенствовании является повышение удельной мощности, энергоэффективности и надежности. Для обеспечения этих противоречивых требований разработчики должны уметь минимизировать влияние возросшей механической и тепловой нагруженности трибосопряжений на их ресурс. Для этого необходимо применять в современных технологиях проектирования алгоритмическое и программное обеспечение при расчетах трибосопряжений, в частности, сложнонагруженных гидродинамических подшипников скольжения для обеспечения заданного ресурса с учетом первоначального уровня и динамики изменения в эксплуатации свойств и загрязненности смазочных материалов, макро-и микрогеометрии трущихся поверхностей, а также конструктивных, режимных и эксплуатационных факторов.

Использование такого подхода на ранних стадиях проектирования позволит выполнять поисковые и конструкторские разработки по созданию новых энергоэффективных и ресурсосберегающих машин и механизмов.

Представленная на обсуждение научной общественности диссертационная работа Никитина Дениса Николаевича, содержащая новые

научно обоснованные программно-алгоритмические и методические решения, имеющие существенное значение для развития и совершенствования объектов машиностроения, содержащих сложнагруженные подшипники скольжения, является *актуальной*.

2 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

В диссертации сформулирована совокупность из четырех логически взаимосвязанных научных положений, реализация которых способствует совершенствованию методики расчета гидромеханических характеристик сложнагруженных подшипников скольжения для более достоверного и точного прогнозирования предельного и предотказного состояний за счет учета работы в условиях изменяющихся свойств и загрязненности смазочных материалов, макро-и микрогеометрии трущихся поверхностей, режимных факторов, что позволяет повысить эффективность ранних этапов проектирования машин и механизмов.

Первое положение – «Методика определения предотказного состояния сложнагруженных подшипников скольжения, учитывающая влияние вязкостно-температурных и реологических свойств смазочного материала, концентрации активных абразивных частиц, а также возможные изменения геометрической формы шейки вала и вкладышей на скорость их изнашивания».

Положение является обобщающим, и отражает по своей сути результаты решения всех задач исследования.

Второе положение - «Критерии оценки предотказного состояния сложнагруженных подшипников скольжения, полученные на основе расчётного моделирования изнашивания поверхностей трения».

Данное положение получено при решении первой задачи во втором разделе.

Третье положение – «Результаты экспериментальных исследований реологических и вязкостно-температурных свойств свежего и работавшего моторного масла класса вязкости SAE 5W-50, на основе которых установлен характер влияния концентрации абразивных частиц в моторном масле класса на положение диаграммы Герси-Штрибека и работоспособность подшипника скольжения».

Данное положение получено при решении третьей задачи в третьем разделе.

Четвёртое положение – «Результаты параметрических исследований шатунного подшипника теплового двигателя, полученные с помощью уравнений регрессии для ключевых параметров, характеризующих предотказное состояние трибосопряжения».

Данное положение получено при решении четвертой задачи в четвертом разделе.

На мой взгляд, не достаёт положения о разработанном алгоритме оценки предотказного состояния сложнагруженных подшипников скольжения с учётом изменения геометрии поверхностей шейки вала и вкладышей. Для получения этого результата решалась вторая задача исследования.

В работе также автор приводит пять пунктов научной новизны полученных результатов. Общим замечанием для всех пунктов положений и научной новизны является то, что автор не указал отличительные признаки нового результата от известных.

Доказательная база основных положений диссертационной работы усиливается достаточно обширным и убедительным списком использованных источников, а также работами самого соискателя, в которых отсутствуют противоречия с результатами ранее выполненных исследований.

В заключение диссертации сформулировано девять пунктов результатов и выводов, а также рекомендации и перспективы развития темы.

В преамбуле автор представляет в сжатом виде основную суть своих исследований в виде некой формулы диссертации. Наличие пункта обосновано, логически увязано с последующими пунктами.

Первый пункт - свидетельствует о разработке критериев оценки предотказного состояния подшипников скольжения, что подтверждает решение первой задачи и получении второго положения, выносимого на защиту.

Второй пункт - свидетельствует о разработке алгоритма оценки предотказного состояния сложнагруженных подшипников скольжения с учётом изменения геометрии поверхностей шейки вала и вкладышей.

Пункт содержит информацию о решении второй задачи, однако автор не включил его в положения, выносимые на защиту.

Третий пункт - свидетельствует о полученных результатах и выводах экспериментальных исследований вязкостно-температурных характеристик свежего и работавшего масла Mobil 1 FS X1 5W-50.

Пункт содержит информацию о частичном решении третьей задачи и частичном получении третьего положения, выносимого на защиту.

Четвертый пункт - свидетельствует о полученных результатах и выводах экспериментальных исследований влияния концентрации абразивных частиц на работоспособность подшипников скольжения.

Пункт содержит информацию о частичном решении третьей задачи и частичном получении третьего положения, выносимого на защиту.

Пятый, шестой, седьмой, восьмой и девятый пункты - свидетельствуют о результатах и выводах параметрических исследований работоспособности сложнагруженных подшипников скольжения двигателей типа 6ЧН10,5/12,8 и 12ЧН18,5/21,5.

Пункты содержат информацию о решении четвертой задачи и получении четвертого положения, выносимого на защиту. Однако, целесообразно было бы представить результаты и выводы параметрических исследований работоспособности подшипников в одном пункте в сжатой форме.

В завершении заключения содержится описание перспектив дальнейшей разработки темы. Целесообразность и обоснованность данного пункта не вызывает сомнения.

В целом по содержанию результаты и выводы отражают решение основных задач исследования. Результаты и выводы являются обобщением теоретических и экспериментальных результатов и представляют несомненную ценность для теории и практики проектирования объектов машиностроения, обладают существенной научной новизной и достоверностью.

Научная ценность работы заключается в развитии теории и практики исследований по обоснованию конструктивно-технологических и эксплуатационных требований к параметрам и характеристикам подшипников скольжения и систем смазки турбопоршневых машин на основе новой информации о закономерностях трения и изнашивания, что позволяет выявить и реализовать резерв повышения долговечности.

Теоретическая значимость основных результатов диссертации заключается в том, что разработанные научные положения, уточняющие математические модели, закономерности влияния первоначального уровня и динамики изменения в эксплуатации свойств и загрязненности смазочных материалов, макро-и микрогеометрии трущихся поверхностей, а также некоторых конструктивных, режимных и эксплуатационных факторов, на характеристики изнашивания поверхностей трения, являются значительным вкладом в методологию расчёта смазываемых сложнонагруженных подшипников скольжения и проектирования турбопоршневых машин.

Практическое значение использования полученных научных результатов состоит в развитии алгоритмического и программного обеспечений, испытательных модельных узлов для имитационного и физического исследований процессов трения и изнашивания в подшипниках скольжения.

Полученные в диссертации результаты значимы для развития научной специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин, поскольку они вносят вклад в разработку теорий, методов расчётов и проектирования машин, систем приводов, узлов и деталей машин, а именно, моделирования процессов трения и изнашивания подшипников скольжения, значение для экономики народного хозяйства состоит в совершенствовании существующих и создания новых турбопоршневых машин высокой долговечности и надёжности.

3 Замечания и вопросы по работе

1. Объём автореферата завышен относительно рекомендованного «Положением о присуждении ученых степеней» в 1 авторских листа.

2. Общим замечанием для всех пунктов положений и научной новизны является то, что автор не указал отличительные признаки нового результата от известных. В связи с этим в общей характеристике работы содержание пунктов «Научная новизна» и «Положения, выносимые на защиту» корректнее было бы

объединить в один пункт и назвать его, например: «Новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты» или «Положения, обладающие научной новизной и выносимые на защиту» (в соответствии с п. 10 «Положения о присуждении ученых степеней»). При этом, структура каждого положения состояла бы из определения общей формы, содержания по существу, отличительных признаков научной новизны и задачи, на решение которой оно направлено. В целом получилась бы совокупность из логически взаимосвязанных положений, объединенных одной концепцией, целью, системой задач.

3. Результатом решения второй задачи исследования является алгоритм оценки предотказного состояния сложнагруженных подшипников скольжения с учётом изменения геометрии поверхностей шейки вала и вкладышей. Не ясно, чем вызвано не включение его в положение, выносимого на защиту? Так же не корректно его графическое представление на рис. 5 автореферата. Алгоритм в технических науках представляется в виде блок-схемы.

4. Пункты пятый, шестой, седьмой, восьмой и девятый заключения содержат информацию о решении четвертой задачи и получении четвертого положения, выносимого на защиту. Целесообразно было бы представить результаты и выводы параметрических исследований работоспособности подшипников в одном пункте и в сжатой форме. Содержание пунктов также можно было бы распределить по разделу, а в итоговом пункте - сконцентрировать. Либо для них формулировать дополнительные задачи.

5. Не ясно, почему в качестве критерия допустимой относительной продолжительности граничного режима смазки принято значение 25 %. Так, в учебнике под ред. А.С. Орлина и М.Г. Круглова «Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей» (Москва, «Машиностроение», 1984) на стр. 233 сказано о 20%.

6. Является ли параметр «глубина граничного режима смазки» вновь введенным соискателем? Если да, то это обстоятельство следовало бы учесть в научной новизне и т.п.

7. Математическая модель и алгоритм расчёта не учитывают изменение шероховатости поверхностей вала и вкладышей в процессе изнашивания. В связи с этим так же не совсем ясно, на каких принципах задавался уровень критической толщины смазочного слоя? Ведь это принципиальный вопрос для определения относительной продолжительности граничной смазки и, соответственно, предотказного состояния. Ведь она пропорциональна сумме микронеровностей сопрягаемых поверхностей и допуска на отклонения формы. В диссертации задано 1,5 мкм, что характерно для «идеальных», хорошо приработанных поверхностей. Вместе с тем в учебнике А.С. Орлина, справочнике И.А. Мишина «Долговечность двигателей» и в аналогичных трудах отмечено, что для узлов трения ДВС критическая толщина смазочного слоя составляет от 2 до 7 мкм.

Указанные замечания и вопросы не носят принципиальный характер, и оппонент уверен, что соискатель учтет их при подготовке к защите диссертации.

4 Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Порядком присуждения ученых степеней»

Диссертация Никитина Дениса Николаевича на тему «Определение предотказного состояния сложнагруженных подшипников скольжения расчётно-экспериментальными методами» *соответствует критериям*, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842 «О порядке присуждения учёных степеней», а именно:

- п. 9 - диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития теории и практики совершенствования существующих и создания новых машин, содержащих сложнагруженные подшипники скольжения;

- п. 10 - диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку; диссертация имеет прикладной характер и в ней приводятся сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов; предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями;

- п. 11 - 13 - основные научные результаты диссертации опубликованы в 3 статьях в рецензируемых научных изданиях из «Перечня...» ВАК РФ и приравненном к ним 1 свидетельстве о государственной регистрации программ для ЭВМ;

- п. 14 - в диссертации соискатель ссылается на автора и источник заимствования материалов или отдельных результатов, а также отмечает обстоятельство использования результатов научных работ, выполненных лично и в соавторстве.

В целом следует отметить, что Никитиным Д.Н. выполнено научное исследование в области совершенствования существующих и создания новых машин и механизмов высокой долговечности и надежности, обеспечения надежности объектов машиностроения, исследования и оценки технического состояния объектов машиностроения, в том числе на основе компьютерного моделирования, получен и обработан значительный объём экспериментального материала, обоснована адекватность полученных теоретических положений и доказана эффективность внедрения разработанных идей, моделей, методик и алгоритмов в теорию и практику проектирования объектов машиностроения.

