

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, кандидата технических наук,  
доцента кафедры «Автомобильный транспорт»  
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», Дойкина Алексея Алексеевича  
на диссертационную работу Мусина Нияза Хамитовича  
«Повышение износостойкости и снижение механических потерь двигателя  
внутреннего сгорания посредством искрового упрочнения и микродугового  
оксидирования рабочей поверхности цилиндра», представленную на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.04.02 – «Тепловые двигатели»

### **Актуальность темы исследования**

К ряду основных показателей технического уровня двигателей внутреннего сгорания (ДВС), определяющих и его потребительские свойства, принято относить долговечность, безотказность и топливную экономичность. В значительной степени эти показатели достигаются за счет снижения механических потерь и повышения износостойкости деталей двигателя и. До 30% отказов и последующих ремонтных воздействий приходится именно на двигатель, а по мнению ряда авторов его ресурс на 70–90% зависит от долговечности деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ). Кроме того, доказано, что от 40 до 60% механических потерь в ДВС приходится на ЦПГ, следовательно, уменьшение этих потерь приводит к повышению топливной экономичности.

Применение алюминиевых безгильзовых блоков цилиндров позволяет снизить массу двигателя, улучшить теплоотдачу и уменьшить тепловые зазоры в ЦПГ, однако применение таких блоков ограничивается их низкой надежностью, поэтому основная масса ДВС с алюминиевыми блоками цилиндров комплектуются гильзами цилиндров из более износостойких материалов.

Диссертационная работа Мусина Н.Х. посвящена проблеме повышения надежности ДВС, в частности путем увеличения износостойкости рабочей поверхности цилиндра изготовленного из алюминиевого сплава, при этом одновременно достигается снижение механических потерь двигателя. В связи с этим, исследования, позволяющие осуществить переход на алюминиевые гильзы цилиндров или безгильзовые блоки цилиндров, являются актуальными и имеют научно-практическую значимость.

На основе изложенного считаю, что направление рассматриваемой диссертационной работы представляется весьма важным и актуальным.

## **Научная новизна диссертационной работы**

Ведущий элемент научной новизны рассматриваемой работы заключается в экспериментальном определении зависимостей характеристик трения, износостойкости и физико-механических свойств рабочей поверхности гильзы цилиндра из алюминиевого сплава от режимов искрового упрочнения. Так же новизну работы формируют закономерности влияния свойств покрытий рабочей поверхности гильзы, формируемых методами искрового упрочнения и микродугового оксидирования, на тепловой режим работы деталей цилиндро-поршневой группы и головки цилиндра определенные для различных условий охлаждения ДВС.

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений**

Выносимые на защиту положения включают 3 пункта, каждый из которых соответствует областям исследований паспорта научной специальности 05.04.02 – «Тепловые двигатели». Содержательно пункты 1 и 3 научных положений связаны с обеспечением экономичности рабочих процессов и повышением надежности ДВС. Пункт 2 научных положений относится к исследованиям процессов в двигателях. Таким образом, соответствии с паспортом специальности, в диссертационной работе присутствуют оригинальные результаты одновременно из двух областей.

Результаты анализа материалов диссертации и основных публикаций автора свидетельствуют об обоснованности выносимых на защиту научных положений. Достоверность научных положений, содержащихся в диссертационной работе, подтверждается применением признанных научных положений теории поршневых двигателей и современных апробированных средств и методов экспериментального исследования и моделирования поршневых двигателей. Постановка и формализация задач исследования проведена автором корректно и с использованием известных в данной предметной области подходов. Наличие подробного описания используемых при проведении исследований методик позволяет осуществить проверку полученных автором результатов.

### **Оценка обоснованности, достоверности и новизны полученных результатов и выводов**

Научные результаты и выводы, представленные в диссертации обоснованы и подтверждены результатами натуральных экспериментов. Весь комплекс научно-исследовательских работ проведен на системной основе. Автор корректно и квалифицированно использует современные численные

методы моделирования процессов в двигателях внутреннего сгорания, методы анализа и обоснования полученных результатов.

Экспериментальные исследования, результаты которых приведены во второй главе, проведены с использованием апробированного лабораторного оборудования в соответствии с общепринятыми методиками. Результаты экспериментальных исследований по определению коэффициентов трения и износа рабочих поверхностей цилиндров сопоставлены с результатами иностранных и российских исследований и хорошо согласуются с ними.

По результатам работы автором сформулированы основные выводы, которые являются ответами на поставленные задачи и подтверждаются выполненными соискателем теоретическими и экспериментальными исследованиями.

Вывод 1, посвященный результатам сравнительных моторных исследований износостойкости исследуемых гильз цилиндров и показывающий, что применение методов искрового упрочнения (ИУ) и микродугового оксидирования (МДО) позволяет увеличить износостойкость рабочей поверхности гильзы цилиндра из алюминиевого сплава, достоверен и обоснован. Вывод обладает научной новизной.

Вывод 2 касается результатов исследований, проведенных на лабораторных образцах, для выбора и обоснования режимов искрового упрочнения и оценки возможности применения метода ИУ при повышении износостойкости рабочей поверхности гильзы цилиндра из алюминиевого сплава. Вывод обоснован и достоверен, обладает научной новизной.

Вывод 3 посвящен экспериментальной оценке механических потерь и эффективной мощности двигателей с гильзами цилиндров, рабочие поверхности которых обработаны методами искрового упрочнения и микродугового оксидирования. Показано, что наименьшее значение механических потерь и наибольшее значение эффективной мощности получены на гильзе цилиндра с МДО покрытием. Вывод обоснован, обладает научной новизной.

В выводе 4 констатируется факт, что эффективная мощность двигателя в комплектации штатной гильзой с увеличением наработки снизилась на 10...23% во всем диапазоне частот вращения, в то время как эффективная мощность двигателя, оснащенного гильзой с покрытием полученным ИУ, возросла на 11...26%, что подтверждает как высокую износостойкость формируемого покрытия, так и потенциал совершенствования процесса искрового упрочнения. Вывод обоснован и достоверен.

Вывод 5 содержит анализ результатов расчетного исследования влияния покрытия, формируемого при ИУ и МДО, на тепловое состояние деталей ЦПГ. Обоснованность выводов подтверждается результатами численного моделирования, проведенного с использованием

апробированного программного обеспечения и на основе зарекомендовавших себя методик моделирования тепловых процессов в ДВС.

### **Изложение материала и оформление работы**

Диссертационная работа изложена на 158 страницах и включает в себя 77 рисунков, 43 таблицы. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 105 наименований и приложений.

Диссертация представляет собой единую взаимоувязанную работу, материал диссертации изложен логично. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

### **Анализ публикаций автора по теме исследования**

Основные результаты и положения диссертации отражены в 11 публикациях, в том числе в 3 публикациях в центральных рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, и в 1 публикации в журнале, входящем в базу данных Scopus.

Основные положения диссертационной работы представлены и обсуждены на 14 международных и российских научно-технических конференциях.

### **Замечания по диссертационной работе**

При общей положительной оценке работы, считаю необходимым указать некоторые замечания:

1. Сравнение абсолютных значений массового износа алюминиевых и стальной гильз цилиндров является некорректным, т.к. плотность этих материалов отличается более чем в 2,5 раза.

2. При проведении моторных испытаний проводилось измерение температуры головки цилиндра и расхода топлива, однако данные результаты в дальнейшем никак не используются.

3. Прогнозирование ресурса двигателя, оснащенного гильзами цилиндров с искровым упрочнением и микродуговым оксидированием рабочей поверхности, на основании математической обработки результатов испытаний двигателя на износостойкость является не совсем корректным, т.к. ресурс двигателя определяется целым комплексом факторов. Однако определенный интерес представляет оценка значимости параметров в полученных уравнениях регрессии для скорости изнашивания, но такой анализ не был проведен.

4. Не ясно, чем обосновано определение эффективной мощности двигателя через характеристики воздушных винтов. Кроме того не понятны причины по которым двигатель не испытывался на том же стенде, на котором были получены характеристики воздушных винтов.

### Заключение

Диссертационная работа Мусина Нияза Хамитовича «Повышение износостойкости и снижение механических потерь двигателя внутреннего сгорания посредством искрового упрочнения и микродугового оксидирования рабочей поверхности цилиндра» является законченным научным исследованием по актуальной теме. В работе представлены результаты, имеющие важное научное и практическое значение для специальности 05.04.02 – «Тепловые двигатели». Результаты исследований, представленные в диссертации, представляют существенный вклад в решение актуальной проблемы повышения надежности и эффективности двигателей внутреннего сгорания.

Считаю, что работа соответствует требованиям ВАК РФ и критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства РФ 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Н.Х. Мусин, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – «Тепловые двигатели».

**Официальный оппонент,** Дойкин Алексей Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

« 24 » апрель 2019 г.

 А.А. Дойкин

Адрес: Россия, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76  
Тел.: +7 (351) 267-92-13, e-mail: doikinaa@susu.ru

Подпись А.А. Дойкина заверяю:



**ПЕРНО**  
ведущий документовед  
О.В. Брюхова

